



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

La filosofía *LEAN* aplicada en la Gerencia de proyectos

Sandra Patricia Valencia Vanegas

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia

2013

La filosofía *LEAN* aplicada en la Gerencia de proyectos

Sandra Patricia Valencia Vanegas

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Ingeniería Administrativa

Director (a): Miguel David Rojas López
Título (Ph.D., Doctor en Ingeniería.)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia
2013

*A mis padres y mi esposo por su apoyo y
compromiso*

*Y a Mariana por ser el motor de esta
investigación*

Resumen

La presente investigación es el resultado de la aplicación de la filosofía *LEAN* para la Gerencia de proyectos, con el fin de lograr la ejecución eficiente de estos. La Gestión de proyectos se enfrenta a problemas relacionados con sobre costos e incumplimientos en los plazos establecidos, lo cual se traduce en desperdicios que pueden ser evitados mediante la utilización de *LEAN*, la cual se basa en dos conceptos principales generar valor al Cliente y la tolerancia cero con los desperdicios. Por tal motivo *LEAN* se constituye en una filosofía de administración eficiente de proyectos que busca obtener una mejor rentabilidad y disminuir los desperdicios.

Palabras clave: *LEAN*, pensamiento *LEAN*, gestión de proyectos, desperdicios.

Abstract

This research results from the work of applying *LEAN* philosophy in project management, in order to achieve the efficient execution of this. The project management is faces with more costs and delays in time of the originally defined which turns in waste that can be avoided by using *LEAN*. This is based on two main concepts, the first one is to generate customer value and the second one is no tolerance with the waste. *LEAN* becomes the philosophy of efficient project management that seeks to obtain a better profitability and reduce waste.

Keywords: *LEAN*, *LEAN* thinking, project management, wastes.

Contenido

	Pág.
Resumen	VII
Lista de figuras.....	X
Lista de tablas	XI
Introducción	1
1. LEAN.....	9
1.1 Evolución de la filosofía <i>LEAN</i>	13
1.2 Aplicación de la filosofía <i>LEAN</i>	16
1.2.1 <i>LEAN Manufacturing /Production</i>	17
1.2.2 <i>LEAN Construction</i>	20
1.2.3 <i>LEAN Project Management</i>	23
1.3 Desarrollo de la filosofía <i>LEAN</i>	25
2. Gerencia de proyectos.....	27
2.1 Proyecto	27
2.2 Gestión de proyectos.....	28
2.2.1 Marco lógico.....	30
2.3 Formulación y evaluación de proyectos	31
3. Aplicación de la filosofía <i>LEAN</i> en la Gerencia de proyectos	37
3.1 Revisión de la información objeto	38
3.2 Diseño del método a aplicar.....	39
3.3 Descripción a los estudiantes del método para la aplicación	41
3.4 Recopilación de la información sobre el método aplicado.....	55
3.5 Normalización de la información recopilada.....	56
3.6 Comparación de la información recopilada de cada uno de los proyectos	58
3.7 Verificación del cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.....	60
3.8 Revisión de la metodología por un experto en <i>LEAN</i>	61
4. Conclusiones y recomendaciones.....	63
4.1 Conclusiones	63
4.2 Recomendaciones	64
A. Anexo: Aplicación de los principios <i>LEAN</i> en proyectos.....	65
Bibliografía	75

Lista de figuras

	Pág.
Figura 0 <i>LEAN</i> aplicado como método de gestión en las organizaciones.....	5
Figura 1-1: Evolución de la filosofía <i>LEAN</i>	13
Figura 1-2: La filosofía <i>LEAN</i> en diferentes sectores económicos.....	16
Figura 1-3: Pasos para emprender un proceso de transformación antes del inicio de un proyecto.....	18
Figura 1-4: Caja negra.....	21
Figura 1-5: Restricción simple en proyectos	23
Figura 1-6: Restricción simple en proyectos con pensamiento <i>LEAN</i>	24
Figura 2-1: Etapas en los procesos tradicionales de un proyecto.....	28
Figura 2-2 Interrelación entre procesos.....	29
Figura 2-3 Esquema de preparación y evaluación de proyectos.....	33
Figura 2-4 Ciclo de proyectos en el BID.....	35
Figura 3-1 Metodología empleada en la investigación	38
Figura 3-2 Cadena de valor	48
Figura 3-3: Obstáculos típicos al remover el flujo del valor.....	51
Figura 3-4: Los cinco principios de la filosofía <i>LEAN</i>	52
Figura 3-5: Calificación de los principios <i>LEAN</i> en los proyectos.....	58

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 0 Diferencias entre la gestión tradicional y la gestión <i>LEAN</i> de proyectos.....	2
Tabla 1-1 Los cinco principios de la filosofía <i>LEAN</i>	11
Tabla 3-1 Sectores de la economía.....	40
Tabla 3-2: Relación de proyectos del curso Gerencia de proyectos.....	42
Tabla 3-3: Resultados de la aplicación de los cinco principios de la filosofía <i>LEAN</i> en los proyectos del curso Gerencia de proyectos.....	55
Tabla 3-4: Resultados de la calificación total de la aplicación de los principios en cada proyecto.....	57
Tabla 3-5: Rangos de calificación de la aplicación de los principios <i>LEAN</i>	58
Tabla 3-6: Número de proyectos calificados como importante en cada sector económico.....	59
Tabla 3-7: Resultados financieros de los proyectos vs calificación de los principios <i>LEAN</i>	61

Introducción

Actualmente (2013) la gestión de proyectos se fundamenta en el método de análisis del marco lógico, el cual es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su propósito es brindar estructura al proceso de planificación y comunicar información esencial relativa al proyecto. El Banco Interamericano de desarrollo (BID) utiliza cada vez más el sistema del marco lógico para vincular la evaluación a los proyectos (BID, 2013).

Esta propuesta pretende aplicar la filosofía *LEAN* para obtener eficiencia en los proyectos. Según (Mokate K. , 2002) *Eficiencia* es el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible. El no cumplir cabalmente los objetivos y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que la iniciativa resulta ineficiente (o menos eficiente).

Los proyectos son sistemas temporales de producción (Azharul & Saviz, 2011), en los cuales pueden darse desperdicios generados por demoras y despilfarros en el uso de recursos para cumplir con el producto esperado por el cliente, estos desperdicios se pueden presentar por ejemplo por:

- Falta de claridad en la definición del alcance del proyecto.
- Excesiva dedicación de tiempo en reuniones innecesarias.
- Despilfarro de recursos, como: personas, tiempo y dinero.

Cuando estos sistemas están estructurados para entregar el producto / servicio al tiempo que maximiza valor y minimiza los residuos, se dice que son proyectos *LEAN*. Gestión *LEAN* de proyectos se diferencia de la gestión tradicional de proyectos no solo en los objetivos que persigue, en la estructura de sus fases, la relación entre ellas y los participantes en cada fase. Las principales diferencias entre la Gestión tradicional de proyectos y gestión de proyectos por medio de *LEAN* las podemos observar en la tabla 0.

Tabla 0 Diferencias entre la gestión tradicional y la gestión *LEAN* de proyectos. Fuente: (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006)

Gestión tradicional	<i>LEAN Project Management</i>
Desperdicios / Baches	Eficiencia /Flujo de valor
Reuniones eternas	Reuniones eficientes
Héroes y súper genios	Equipos comprometidos
Alto riesgo	Administración del riesgo
Ruta crítica	Cadena crítica
Burocracias y esperas	Planificación de reservas y procesos estándares
Multitareas	Proyectos prioritarios
Alto desgaste	Calidad de vida

Por medio de la aplicación de *LEAN* para la Gestión de proyectos es posible estructurar proyectos que entreguen productos o servicios que maximicen el valor y disminuya los desperdicios, que son aquellas actividades que no generan valor. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).

El Pensamiento *LEAN* define *valor* como, aquello que se ofrece (bajo la forma de producto o servicio) al cliente y que éste considera como importante. Se refiere al nivel de satisfacción que el cliente experimentó como resultado de lo que le fue ofrecido. El valor apenas justifica el tiempo, el esfuerzo y la inversión del cliente (Pinto, 2008) citado por (Araujo, 2011).

Por ello es importante definir el concepto de *Valor* y de *Desperdicio – Muda*:

- Valor: cualquier cosa por la cual el cliente está dispuesto a pagar. Cualquier actividad que no incremente el precio que pagaría el cliente solo agrega costos al proyecto. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).
- Muda - desperdicio: significa despilfarro, específicamente toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallas que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo, en espera porque un actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente. (Jones & Womack, 2012).

Según (Azharul & Saviz, 2011) mediante la ejecución de proyectos normalizados, es posible comparar un proyecto con otro similar, teniendo como ventaja para la empresa y para el cliente el conocimiento del costo y el tiempo de ejecución de un proyecto al inicio de este. Otra de las ventajas de los proyectos normalizados es la reducción de la revisión en sus etapas, pero se encuentran opositores frente al tema que indican aspectos negativos que pueden darse como: la renuencia a cambiar los métodos actuales y el temor a perder el mercado, lo anterior debido a un acceso más fácil a la información de los proyectos técnicos y tener un método para la ejecución del proyecto. Estas desventajas se ven compensadas fuertemente con la reducción de costos y tiempo en la ejecución de los proyectos.

Hoy (2013) las organizaciones están en la búsqueda de obtener mayor rentabilidad, *LEAN* se centra en producir valor sin generar residuos, pero para ello requiere una estrecha coordinación entre todos los miembros de la organización con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes en plazos establecidos. Un factor clave de la ejecución de los proyectos empleando *LEAN* es la comprensión de las actividades de los procesos que generan valor para el cliente *como un todo*, para obtener el resultado final esperado por cliente. La ejecución eficiente de los proyectos hace que los proyectos sean eficientes al cumplir con el alcance y sean realizados en el tiempo establecido para este. (Cleves Jr & Michel, 2008).

El pensamiento *LEAN* se fundamenta sobre dos conceptos:

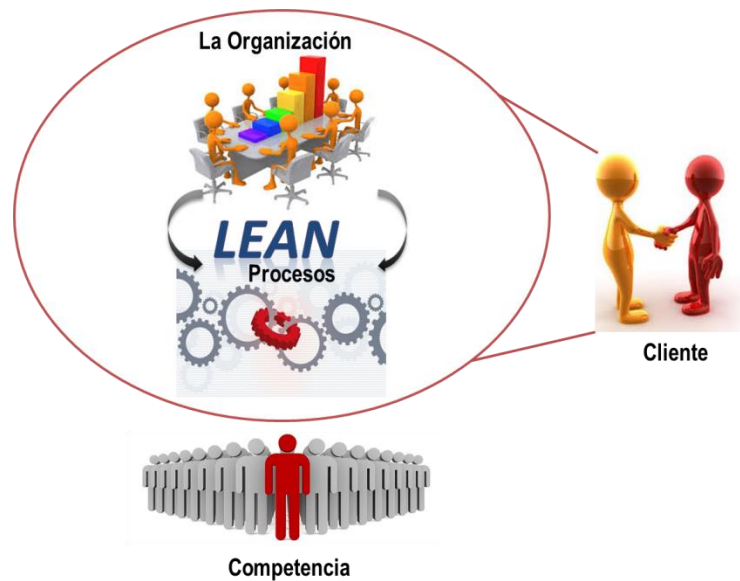
- El primero, es el posicionamiento del cliente como amo y señor del valor; hay en esto una obsesión por perseguir las actividades que generan valor. Para ello se debe definir adecuadamente el valor, conocer cuál es el flujo de este valor y permitir que fluya libremente para que el cliente pueda reconocerlo y disfrutarlo. Este proceso nunca termina, busca permanentemente la perfección. (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006).
- El segundo, es la tolerancia cero con los desperdicios. La idea fundamental de esto es que todo aquello que no genera valor, genera costos. En este sentido, si no genera valor, no puede ser trasladado al precio (ingresos) y si genera costos, en definitiva, reduce la rentabilidad.

De acuerdo con (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006) en un mundo globalizado, de alta exigencia y competencia, la rentabilidad es el elixir de la supervivencia. Por ello, los fundamentos de estos principios deben buscarse en una visión de ganancias de largo plazo y no en ganancias pasajeras.

Según (Jones D. , 2012) *LEAN* es un nuevo modelo de negocio que ofrece un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general. Inicialmente, este rendimiento superior entrega exactamente lo que quieren los clientes sin problemas, demoras, molestias, errores y sin necesitar de *apagafuegos*. Muy rápidamente también libera capacidad de entregar un tercio más de valor, con los recursos existentes con costes adicionales. En realidad se trata de aprender a reconfigurar a estos activos y las relaciones con los participantes de la cadena de suministro para dar un paso adelante en la creación de valor adicional para los clientes.

La idea fundamental detrás del *LEAN* es evidenciar que el valor del cliente es creado por las acciones de diferentes personas de todos los procesos de la organización. La conexión de estos sin fisuras de extremo a extremo, o valor de flujo de proceso, para cada familia de productos, revela literalmente, cientos de oportunidades para acelerar el flujo, eliminando los pasos que no añaden valor y alineando la creación de flujo de valor con la demanda de los clientes. (Jones D. , 2012)

Figura 0 *LEAN* aplicado como método de gestión en las organizaciones. Fuente: Construcción propia



Dado que las empresas actualmente tienen que encontrar soluciones a ciertos problemas que están sometidos a la competencia, el mercado y el entorno generados por su estilo de gestión, este nuevo escenario ha llevado a la búsqueda de alternativas de modelos de gestión orientados a garantizar la satisfacción de las necesidades de los clientes con la finalidad de reforzar la posición competitiva de la empresa. *LEAN* es implementada en diferentes sectores de la economía, es por esto que será objeto de esta investigación analizar su aplicación la Gestión de proyectos, como un buen método de gestión para la mejora en la evaluación y formulación de estos; como se observa en la figura 0.

La finalidad de esta investigación es determinar el aporte de la filosofía *LEAN* para la eficiente evaluación y formulación *de proyectos* de proyectos en organizaciones de diferentes sectores productivos de la economía. Se efectuó la revisión y análisis de la bibliografía de la filosofía *LEAN* de los años comprendidos entre 2006 y 2012; luego se realizó una prueba piloto de la aplicación de la filosofía *LEAN* en el Curso de Gerencia de proyectos del Postgrado del Departamento de Ingeniería de la Organización (Universidad Nacional de Colombia), en el primer semestre del año 2013, a proyectos desarrollados por los estudiantes.

Los objetivos planteados en la presente investigación son:

Objetivo general

Proponer la implantación¹ de la filosofía del ***LEAN*** para la Gerencia de proyectos, con el fin de lograr la ejecución eficiente de estos.

¹ Implantar: Establecer y poner en ejecución nuevas doctrinas, instituciones, prácticas o costumbres. **Fuente especificada no válida.**

Objetivos específicos

- Describir y analizar *LEAN* en los diferentes sectores productivos de la economía.
- Analizar y determinar la aplicación del concepto *LEAN* en diferentes sectores productivos de la economía para contrastar su aplicación en Gerencia de proyectos.
- Evaluar la implantación de *LEAN* en la Gerencia de proyectos en diferentes sectores productivos de la economía.

Esta investigación se compone de cuatro (4) capítulos, lo cuales contienen:

- Capítulo 1, la teoría sobre la filosofía *LEAN*, su evolución, su aplicación en los diferentes sectores económicos y su desarrollo hasta la actualidad.
- Capítulo 2, gerencia de proyectos.
- Capítulo 3, aplicación de filosofía *LEAN*.
- Capítulo 4, conclusiones de la investigación, recomendaciones y propuestas para trabajos futuros de investigación.

1. LEAN

LEAN es una palabra inglesa cuya definición encontrada en el Diccionario económico, comercial y financiero Larousse es citada por los autores (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006) significa: *LEAN* [li:n] adj. Magro, delgado, enjuto, escaso, frugal, pobre [Sociedades y organizaciones] restringido(a), reducido(a) [Y por ende, más eficaz]. La idea fundamental del concepto *LEAN* es que no hay nada de más, no hay en términos de esta filosofía desperdicios. Una de la fuente principal de los fracasos en los proyectos se origina en la falta de exactitud, es decir, en la presencia de desperdicios que no generan valor.

(Womack y Jones 1994) citado por (Nañslund, 2008) define *LEAN* como la filosofía que tiene por objetivo esencial la eliminación sistemática de los residuos por parte de los miembros de la organización en todos los procesos. Esta filosofía se esfuerza por hacer que las organizaciones sean más competitivas en el mercado mediante el aumento de la eficiencia y la disminución de los costos debido a la eliminación de las actividades en los procesos que no generan valor, definido por (Motwani, 2003) citado por (Nañslund, 2008).

También se describe *LEAN* como un sistema de tracción, el cual promueve las condiciones necesarias para la fabricación de productos de alta calidad con el fin de satisfacer la demanda del mercado con pequeños niveles de inventario. Igualmente los costos de mantenimiento se reducen porque los insumos no llegan hasta que se necesiten y los productos sólo se producen para satisfacer la demanda prevista.

El término *LEAN* denota menos, pero en la práctica, *LEAN* probablemente requiere más control interno y gobernanza de la infraestructura en la organización, esta infraestructura mejorada permite la gestión de analizar y controlar los procesos de forma más eficaz, detectar problemas potenciales y obtener ganancias. (Cleves Jr & Michel, 2008).

Según (Moyano Fuentes & Sacristán Díaz, 2011) los principios básicos del *LEAN* fueron descritos por los autores que establecieron el término: Krafcik (1988), Womack et al. (1990) y Womack y Jones (1996). En su libro Pensamiento *LEAN*, Womack y Jones (1996) codifican la esencia del *LEAN* bajo los cinco principios básicos analizados anteriormente:

- (1) Definir el valor.
- (2) Identificar el flujo: Identificar la cadena de valor.
- (3) Optimizar el flujo del valor: evitar las interrupciones en el flujo de valor.
- (4) Permitir que los clientes extraigan el valor.
- (5) Buscar permanentemente la perfección: Inicie la búsqueda de la perfección de nuevo.

Desde entonces, se han generado varios documentos importantes que han tratado dichos principios en mayor profundidad, así como otros que se han propuesto nuevos principios de apoyo al pensamiento *LEAN* que se han resumido en la tabla 1-1.

Tabla 1-1: Los cinco principios de la filosofía *LEAN*. Fuente: Construcción propia. Adaptado de (Moyano Fuentes & Sacristán Díaz, 2011).

<i>Naturaleza de los principios</i>	<i>Principios</i>	<i>Autores en desarrollo (básico) o proponiendo (nuevo) dichos principios</i>
Principios básicos (Womack et al., 1990; Womack y Jones, 1996)	(1) Definir el valor	Cusumano (1994), Richards (1996), Soriano-Meier and Forrester (2002)
	(2) Identificar el flujo: Identificar la cadena de valor.	Cusumano (1994), Karlsson and Ahlström (1996), Richards (1996), Soriano-Meier and Forrester (2002) and Suzuki (2004)
	(3) Optimizar el flujo del valor: evitar las interrupciones en el flujo de valor.	Cusumano (1994), Karlsson and Ahlström (1996), Richards (1996), Soriano-Meier and Forrester (2002), Suzuki (2004), Shah and Ward (2007)
	(4) Permitir que los clientes extraigan el valor. (5) Buscar permanentemente la perfección: Inicie la búsqueda de la perfección de nuevo.	Cusumano (1994), Karlsson and Ahlström (1996), Richards (1996), Soriano-Meier and Forrester (2002) and Suzuki (2004)
Otros principios considerados en investigación	Compromiso Administración Respeto por el personal Involucrar a la cadena de suministro (proveedores) en la gestión	Emiliani (2007a, b) Shah and Ward (2007)

En la tabla 1-1 Los cinco principios de la filosofía *LEAN*, se puede apreciar que hasta el año 2007 se hizo hincapié en la investigación la gestión de las operaciones internas para lograr los objetivos de *LEAN Production*. En esta línea, Cusumano (1994) establece una amplia gama de factores principales como la condición necesaria para el logro de los objetivos de calidad, la productividad y la flexibilidad que se establecen en *LEAN Production*. Él se refiere a estos como los principios de *LEAN Management* y los agrupa de acuerdo con efectos que tienen sobre la producción o el producto. Otros autores (Richards, 1996; Karlsson y Ahlstrom, 1996) toma un punto de vista opuesto a este amplio espectro de factores y se centran en un número más reducido de características para desarrollar principios *LEAN*.

Soriano-Meier y Forrester (2002) incluyen un aspecto en su trabajo sobre la base de Karlsson y Ahlstrom (1996) en relación con el compromiso de gestión para el modelo. Este modelo enlaza con los resultados obtenidos por Zayko et al. (1997) que, cuando se analizó la aplicación del modelo en un número de industrias, descubrió que el primer obstáculo y el principal problema en la aplicación de *LEAN* es la falta de convicción de la gestión en los beneficios que proporciona.

Suzuki (2004), se centra en la cadena de valor y la mejora continua, señala que los elementos esenciales del *LEAN* son el Justo a Tiempo (JIT) y la organización del trabajo japonés (JWO), la cual consiste en establecer una forma de organizar el trabajo dirigido a la amplia aplicación práctica de las habilidades de los trabajadores, es decir, la utilización plena de las habilidades de la fuerza laboral. Con a base en los principios de *LEAN* puede ser dividido en dos grupos, el primer grupo es donde se encuentran los principios de JIT, que afectan a la productividad, costos, tiempos de entrega y la gama de productos, mientras que en el segundo grupo se encuentra los principios de JWO, que inciden en la calidad del producto, los costos y la productividad.

Recientemente, en un intento de aclarar todos los elementos de apoyo a estos principios y el desarrollo de una medida multifacético sobre *LEAN*, Shah y Ward (2007) identificaron diez aspectos claves relacionados con el sistema. La mayoría de estos aspectos están vinculados con las características internas de la empresa, mientras que otros se refieren a la gestión de los aspectos externos relacionados los proveedores y la participación del cliente, más allá del alcance de los principios originales. Sin embargo, Emiliani (2007a, b) enfatiza la importancia del *respeto a las personas*, un principio que frecuentemente falta en la práctica *LEAN*, este principio debe ser una inspiración, no un elemento de disuasión y se entiende sólo a través de la práctica diaria.

1.1 Evolución de la filosofía *LEAN*

Figura 1-1: Evolución de la filosofía *LEAN*. Fuente: Construcción propia. Adaptado de (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007) (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006)

Teorías	F. Taylor Henry Ford Producción masiva Departamentos funcionales División del trabajo	Justo a tiempo	Producción <i>LEAN</i>	Administración de la calidad total (TQM) Organización matricial	Ingeniería recurrente SIX SIGMA	Nace <i>LEAN</i> en empresa Toyota	<i>LEAN</i> flujo continuo	Pensamiento <i>LEAN</i>
Años	±1920	±1930- 1945	±1945	±1960	±1985	±1990	±1995	±1996

La evolución de la filosofía *LEAN* se puede observar en la figura 1-1, donde el pensamiento *LEAN* tiene su origen en la industria automotriz, siendo el resultado de la evolución de las mejores prácticas en esta industria y se aplicó especialmente al desarrollo de nuevos productos, lo cual fue fundamental para el desarrollo de la competencia de esta industria. Se dio en el año 1920 por medio de *la Producción masiva* desarrollada por Henry Ford, convirtiéndose en una de las innovaciones más trascendentales de la era industrial, ‘la línea de ensamblado’. En medio de la explosión de la revolución industrial y el desarrollo de la producción en gran escala, el sociólogo y

economista Frederick Taylor ideó un sistema organizativo que haría funcionar de manera eficiente el modelo fordista de producción. Él propuso lo que es conocido como teoría científica de la administración, es decir, la forma de división del trabajo y especialización que Ford había constituido en la línea de ensamblado. Una de las características de este modelo era su configuración organizativa: departamentos funcionales rígidos. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).

En los años 1930 y 1945 se desarrolló el concepto *Justo a tiempo* donde Kiichiro Toyoda decretó que la operación de Toyota no debería tener excesos de inventarios y tendrían que trabajar seriamente en sociedad con los proveedores para nivelar el inventario y la producción. *Justo a tiempo* es un sistema de producción que hace y entrega justo lo que se necesita, justo en la cantidad que se necesita. Se fundamenta en tres elementos:

- Sistema de halar (*pull system*).
- *Takt time*, la demanda del cliente.
- Flujo continuo.

Estos tres elementos tienen como base el *Heijunka*, herramienta utilizada para nivelar el tipo y la cantidad de producción en un determinado periodo. (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007).

Continuó el desarrollo de la filosofía a través del concepto *Producción LEAN* entre los años 1945-1960, este sistema fue desarrollado por Toyota después de la segunda guerra mundial, el sistema *LEAN* es un proceso o sistema que produce un flujo continuo de materiales y productos manejados por programación fija, ordenada y nivelada, utilizando la flexibilidad y los conceptos de *LEAN Manufacturing* con un mínimo de actividades que no agregan valor. (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007).

En el año 1960 se fundamenta la Administración total de la calidad en la cual surge la idea de organizar las actividades de diseño y producción de una manera más matricial, esto sin abandonar la estructura formal de manera funcional. (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006)

Para comprender lo anterior se define:

- *Estructura funcional:* de la división del trabajo y de la búsqueda de objetivos comunes surge la necesidad de la coordinación de tareas de sus miembros, lo que implica que cada integrante de la organización debe cumplir un rol y una función específica en el engranaje organizacional, vinculándose con otros miembros a través de relaciones de jerarquía. Las organizaciones funcionales son verticales con cadenas de mando claramente definidas, donde los individuos tienen rangos de jerarquías que les permite conocer el lugar que ocupan en la organización y a quien reportan. (Lledó & Rivarola , 2007)
- *Estructura matricial:* combina dos formas de departamentalización, por función y por producto. La fortaleza de la departamentalización por funciones radica en que reúne los especialistas, lo que minimiza el número necesario al mismo tiempo permite agrupar y compartir recursos especializados para varios productos. Su desventaja principal es la dificultad de coordinar las tareas de diversos especialistas de cada función de modo que sus actividades se terminen a tiempo y dentro del presupuesto.

La departamentalización por producto facilita la coordinación entre especialista para terminar a tiempo y cumpliendo los objetivos del presupuesto, asignando responsabilidades claras para todas las actividades relacionadas con un producto, pero se puede dar la duplicación de actividades y costos. La matriz intenta obtener las fortalezas de cada enfoque mientras trata de evitar sus debilidades. La característica estructural más obvia de la matriz es que rompe el concepto de unidad de mando, crea líneas duales de autoridad y combina la departamentalización por funciones y por producto. (Robbins & Judge, 2009)

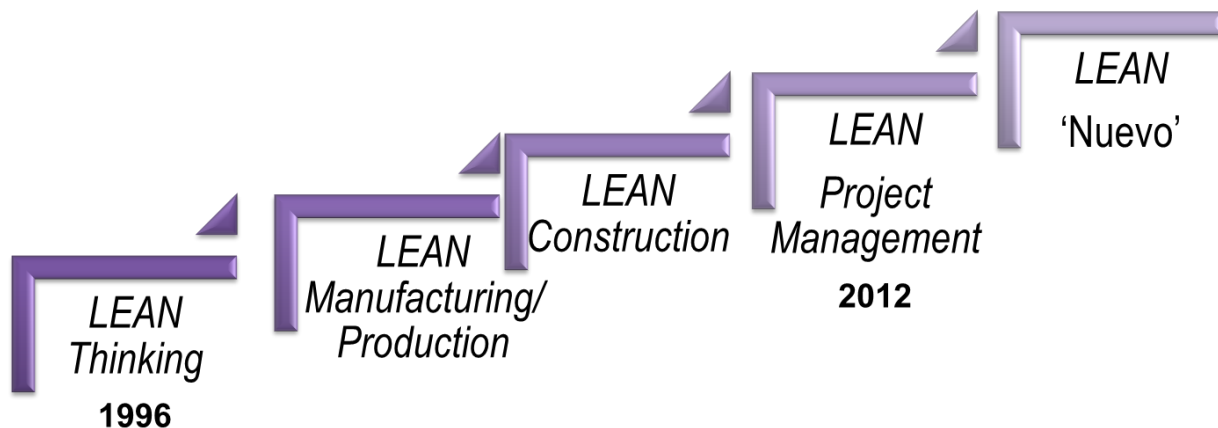
Como evolución natural de la calidad total y las estructuras matriciales en el año 1985, surge la ingeniería recurrente por metodologías que mejoran el desempeño de control de procesos para mejorar la calidad y ayudan a la prevención de errores en los procesos industriales tal es el caso de Six-Sigma, (iniciada por Motorola en 1986) aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).

Nace *El pensamiento LEAN* en la década de los años noventa, filosofía que define la técnica para hacer más eficientes los procesos en una organización, nació en la empresa Toyota de la industria automotriz japonesa, en esta empresa desarrollaron un sistema simple de organización del trabajo y de gestión de proyectos, creado por Taiichi Ohono, con la ayuda de dos integrantes de Toyota Motor Company. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).

1.2 Aplicación de la filosofía *LEAN*

Esta filosofía ha trascendido del sector de la producción a otros sectores como es el de la construcción y la gerencia de proyectos, tal como se describe en la figura 1-2:

Figura 1-2: La filosofía *LEAN* en diferentes sectores económicos. Fuente: Construcción propia. Adaptado de (Azharul & Saviz, 2011)



1.2.1 LEAN Manufacturing /Production

Según (Womack and Jones, 2006) citado por (Sánchez, Palacios, & Prida, 2008) esta filosofía abarca un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicio. (Garay, Cicedo, & Cadavid, 2009) definen el *LEAN Manufacturing* como una filosofía empresarial moderna que se concentra en reducir el desperdicio en los procesos operativos con el fin de que estos sean lo más eficientes posible. Es una herramienta sistémica, que logra importantes resultados de productividad en el desempeño global de la compañía.

Es importante destacar que el *LEAN Manufacturing* fue desarrollada por la empresa Toyota para satisfacer sus necesidades específicas en un mercado restringido y en tiempos de estrechez económica. Estos conceptos son estudiados y comprobado su aplicabilidad industrias como la automotriz y producción. (Manotas Duque & Rivera Cadavid, 2007).

De acuerdo con lo definido por (Manotas Duque & Rivera Cadavid, 2007), los primeros pasos a tener presentes para emprender en un proceso de transformación antes de iniciar cualquier proyecto son los que se observan en la figura 1-3:

Figura 1-3: Pasos para emprender un proceso de transformación antes del inicio de un proyecto. Fuente: Construcción propia



- *Definir la necesidad de cambio:* es esencial para comprender y comunicar continuamente cuál es la motivación para una transformación *LEAN*. Es necesario proporcionar una orientación y claridad a todos los empleados de la empresa según (Hyer, et.al, 1999) citado por (Manotas Duque & Rivera Cadavid, 2007).
- *Compromiso de la dirección y de los procesos soporte:* si los empleados no observan el sentir y creer de un verdadero compromiso de la alta dirección, no causará ningún efecto en la implementación de *LEAN*. Esta participación y apoyo debe ser no sólo verbal sino también con actos, donde los empleados sean partícipes de dicho proceso de transformación.

- *Identificar los procesos involucrados en la transformación:* líneas modelo y la estrategia de implementación: el plan debe ser realizado a la medida de la organización, lo que indica que las líneas de producción serán transformadas a *LEAN*, establecer secuencia y plazo. Este plan también debe hacer referencia a la prioridad de los procesos a intervenir e igualmente como los empleados de estos procesos (con los conocimientos y habilidades) van a contribuir a la implementación de los conceptos de *LEAN* al interior de los procesos.

Según (Manotas Duque & Rivera Cadavid, 2007) para llevar a cabo la implementación de *LEAN Manufacturing* se requiere del establecimiento de un entorno que hace que el resto de los elementos del proceso lo hagan posible. Este ambiente (creado por la Gerencia) asegurará que los empleados se sientan comprometidos y con el poder adquirir las herramientas necesarias para obtener productos esperados, con equipos de trabajo enfocados y autonomía en el desarrollo de soluciones y mejoras en los procesos.

Cinco dimensiones principales se pueden medir para evaluar el grado de evolución en una transformación *LEAN*:

- Definir el valor desde el cliente.
- Identificar el flujo del valor.
- Optimizar el flujo del valor.
- Tirar el flujo de valor Pull, permitir que el cliente extraiga el valor.
- Mejorar continuamente.

Para (Shah & Ward, 2007) *LEAN Production* es un sistema integrado cuyo principal objetivo es la eliminación de residuos al interior de la empresa que al mismo tiempo busca reducir o minimizar los residuos por parte del proveedor, para evitar una variabilidad interna que afecte el producto final entregado al cliente. El *LEAN production* puede ser visto como una configuración de prácticas / herramientas, ya que las relaciones entre los elementos el *LEAN Production* es una configuración que ayuda a explicar cómo un sistema es diseñado a partir de la interacción de sus elementos constitutivos tomados en su conjunto, en lugar de diseñar el sistema de un elemento a la vez. Desde un punto de vista teórico, el *LEAN production* es visto como un sistema

estrechamente acoplado donde los elementos constitutivos se mantienen unidos como un todo.

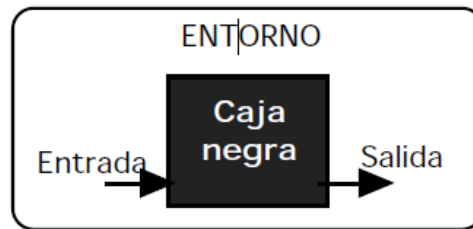
1.2.2 ***LEAN Construction***

Se adopta la filosofía de producción para la construcción basada en *LEAN Production*, uno de los elementos centrales de *LEAN Construction* es la reinterpretación de la forma en que se entiende la producción en construcción, modificando el conocido modelo de conversión. El modelo de conversión básicamente representa un proceso de producción donde los insumos o entradas son transformados en productos o salidas, donde el cambio de las entradas en salidas es tratado como una *caja negra*. Esta aplicación permitió darle secuencia a las actividades de construcción en distintos escenarios dentro del ciclo de vida de un proyecto de construcción, facilitando el camino hacia una construcción sustentable desde una perspectiva *LEAN* (Azharul & Saviz, 2011).

Según (González , Martinez, & Da Fonseca, 2009), uno de los elementos centrales de *LEAN Construction* es la reinterpretación de la forma en que se comprende la producción en construcción, modificando el conocido modelo de conversión, el cual consiste fundamentalmente en representar el proceso de producción donde los insumos o entradas son transformados en productos o salidas, donde el cambio de las entradas en salidas es tratado como una *caja negra*.

R. Ashby citado por (Colle, 2013) define el concepto de *Caja negra* como ingenio que procesa una entrada y genera con ello una salida, entrada y salida siendo elementos pertenecientes al entorno. Es *negra* en el sentido que, al menos inicialmente, no se conoce lo que hay ni lo que ocurre 'adentro': sólo se sabe que 'hace algo', que 'opera una transformación', es decir que 'procesa' elementos (objetos) provenientes del entorno. También se dice que el objeto *caja negra* realiza una 'transacción' con el entorno. Los objetos que son transformados conforman un flujo (representado por las flechas de la figura 1-4) que puede ser de materia, de energía o de información.

Figura 1-4: Caja negra. Fuente: (Colle, 2013)



Los diferentes principios y heurísticas establecidos para *LEAN Construction* tal como lo cita (González , Martínez, & Da Fonseca, 2009) fueron propuestos inicialmente por Koskela (1992, 2000). Estos principios permiten sistematizar las aplicaciones de *LEAN Construction* en diversas dimensiones de gestión en los proyectos de construcción.

Koskela (1992) citado por (Cárdenas & Pellicer, 2009) puso las bases de la aplicación de la producción sin pérdidas a la construcción, analizando los sistemas productivos emergentes: enfoque *Justo a tiempo*, ingeniería concurrente, gestión de la calidad total, reingeniería de procesos, así como las ideas aplicadas en el sistema de fabricación de Toyota. Posteriormente, introdujo una visión integradora de la producción como flujo de información o de materiales, con tres objetivos fundamentales (Koskela, 2000): reducción de costos, ahorro de tiempo e incremento de valor para el cliente.

Como *LEAN Construction* es un proceso basado en proyectos, es más fácil utilizar los principios del *LEAN*, tal como lo define Ballard (2000) citado por (Azharul & Saviz, 2011), la construcción sin pérdidas trata de reducir la variación en todos los aspectos como la calidad del producto, el tiempo de respuesta y gestionar la variación de los cambios en el proyecto. El reductor de variación en cada proyecto es uno de los métodos de la aplicación de *LEAN Construction*, esta idea es fuertemente utilizada en la normalización y gestión de los proyectos *LEAN*.

Según (Benlloch , Tienda, Romano, & Doria Gil, 2011) *La aplicación de la metodología LEAN Construction* debe ser afrontada desde dos enfoques diferentes pero inseparables, un enfoque cualitativo el cual establece los objetivos y principios metodológicos a partir de las debilidades detectadas en los modelos tradicionales, y un enfoque cuantitativo, que deberá implementar las anteriores directrices metodológicas, mediante la aplicación de los modelos matemáticos del *Project scheduling* y de la programación óptima de la producción, ofrecidos por la Investigación Operativa, generan excelentes resultados en la secuenciación de procesos industriales a través de la implementación del *LEAN Manufacturing*.

La implementación de las herramientas cuantitativas necesarias para poder acometer con rigor la secuenciación óptima de un proyecto de construcción o edificación, requiere de la algorítmica y de los programas informáticos que la implementen, que contemplen las particularidades del sistema productivo de la construcción, generándose importantísimos avances de las últimas décadas en *scheduling* y planificación óptima de la producción han permanecido ajenos a los programas comerciales y aún más a las especiales particularidades que tienen los procesos constructivos, el *LEAN Construction* y del *LPS (Last Planner System of Production Control)*. (Benlloch , Tienda, Romano, & Doria Gil, 2011).

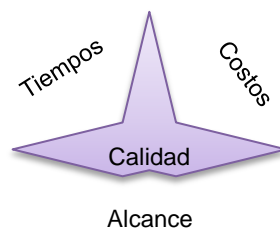
1.2.3 LEAN Project Management

El concepto de *LEAN Project Management* es tomado de la producción ajustada a la industria de la construcción (Inman and Milosevic 1999) citado por (Azharul & Saviz, 2011) quienes definen que la normalización es la estandarización de prácticas para la ejecución de proyectos integrados. *LEAN Project Management* es un resultado amplio de otros principios *LEAN* y tiene muchas ideas en común. Sin embargo la definición principal de la finalidad del *LEAN Project Management* es entregar más valor con menos residuos en la ejecución de un proyecto.

Según (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006) el objetivo del pensamiento *LEAN* es la optimización del proceso de gestión de los proyectos, que involucra todas sus etapas y adaptación de los principios generales de la administración a la especial naturaleza de los proyectos: actividades que tienen un principio y un fin.

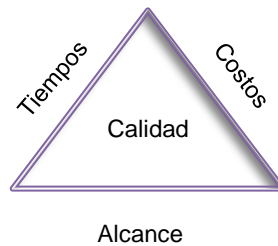
La administración de los proyectos pone en alerta cuidar la denominada restricción simple. Sin embargo, muchas veces, si se ha tenido en cuenta cada uno de los componentes de esta restricción, la conexión entre los mismos, que se construyen durante el proceso de ejecución del proyecto, no es eficiente. Generalmente la restricción simple queda deformada tal como se muestra en la figura 1-5:

Figura 1-5: Restricción simple en proyectos. Fuente: (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006)



Como es sabido, la menor distancia entre dos puntos es un segmento recto. En este caso lo que se muestra en la figura 1-5, es que hay un desperdicio, el cual puede provenir de malos procesos. El pensamiento *LEAN* pretende que la restricción se cumpla de manera eficiente como se observa en la figura 1-6.

Figura 1-6: Restricción simple en proyectos con pensamiento *LEAN*. Fuente: (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006)



La aplicación de los principios *LEAN* a proyectos *LEAN Project Management*, se describe en el capítulo 3 de este documento.

1.3 Desarrollo de la filosofía *LEAN*

En la actualidad (2013) la filosofía *LEAN* es desarrollada por los siguientes autores e instituciones tanto en Colombia como en otros países:

En Colombia

- Universidad UCESI: en los programas que ofrece, tiene una maestría en Ingeniería Industrial con énfasis en las áreas:
 - Operaciones: Costos de producción, *Factory physics*, *LEAN Manufacturing*.
 - Logística y cadenas de abastecimiento: diseño de la red logística, Logística y *supply chain*, logística internacional.
 - Calidad y medio ambiente: Control de la calidad industrial, Ecología industrial, Gestión del riesgo – ISO 33000.
 - Servicios: TOC, *Business Process Management* – *LEAN services*. (UCESI, 2012)

Latinoamérica

- GEPUC inició sus actividades en el año 2000, como un programa de investigación colaborativa en conjunto con una docena de empresas de la industria de la construcción. El año 2002 fue reconocido como Centro de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Nació como una respuesta al gran desarrollo de las filosofías de producción de la industria, en particular los desarrollos en *LEAN Production*. En la última década GEPUC ha logrado consolidarse como un referente en gestión de proyectos y operaciones en diversas industrias, buscando un enfoque integral y desarrollando nuevos conocimientos y herramientas a partir de un fuerte enfoque en I+D. (GEPUC, 2012).

Otros países

- *LEAN Enterprise Academy*, Professor Daniel Jones, es un líder en la aplicación del pensamiento *LEAN*, filosofía para todo tipo de negocio, fundó la academia *LEAN Enterprise* en el Reino Unido, la cual se dedica a dar a conocer el pensamiento *LEAN* traspasando fronteras y a ayudar a las empresas en su implementación. (Jones D. , 2012).

- UPAEP - *LEAN Advancement Initiative* (LAI), es un grupo de investigación aplicada creado por el Instituto Tecnológico de *Massachusetts* enfocado en la transformación organizacional bajo la filosofía de gestión *LEAN Enterprise*. Está conformado por miembros de la industria, el gobierno y la academia, a quienes ofrece diversos recursos para apoyar a las organizaciones a alcanzar la excelencia organizacional. El proyecto Clúster LAI México, busca crear una red de colaboración, vinculación y aprendizaje para impulsar la creación de valor en la región y tiene como objetivo impulsar la competitividad de las organizaciones en los sectores de manufactura, servicios y gobierno, mediante la adopción y desarrollo de la filosofía y herramientas *LEAN Enterprise* en sus procesos. (UPAEP, 2012).

- Universidad Politécnica de Cataluña, tiene programas de mejora *LEAN Six Sigma* (postgrado): Six Sigma es una estrategia de mejora, una herramienta cuyo objetivo es hacer que las empresas sean más eficientes y competitivas. Se basa en una organización con responsabilidades bien definidas, el seguimiento de unas etapas que aseguran que no se olvidará nada importante y con el uso de datos (convenientemente recogidos y analizados) para la toma de decisiones. (Cataluña, 2012)

2. Gerencia de proyectos

2.1 Proyecto

De acuerdo con la definición de (Sapag Chain & Nassir Sapag , 2008) un proyecto no es más que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema pendiente por resolver, entre tantos, una necesidad humana. Cualquiera que sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la metodología o tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente a la búsqueda de proposiciones coherentes designadas a resolver las necesidades de la persona humana.

Según (Project Management Institute, 2008) un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Su naturaleza indica un principio y final definido. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Temporalmente no indica que sea de corta duración. Generalmente esta cualidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto, la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero.

2.2 Gestión de proyectos

(Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006) establecen que una de las características fundamentales de los proyectos es su dimensión temporal, diferente a los fenómenos de consumo inmediato, los proyectos demandan un tiempo importante para su realización. Esta característica temporal hace que un proyecto debe concebirse como un proceso, es decir, como una sucesión de actividades, que en muchos casos pueden superponerse durante el tiempo de ejecución.

Los proyectos tienen una característica: tienen un principio y un fin. Esto diferencia la administración de proyectos de la Administración. Hacia el interior de un proyecto se encuentran partes o componentes tradicionales de la administración como: planificación, ejecución y control. De este modo se puede comprender por procesos tradicionales de la administración, la secuencia de actividades que ocurren desde el principio, pasando por la planificación, la ejecución y el control finalizando con el cierre del proyecto. En la figura 2-1 se observa las etapas tradicionales de los proyectos y la lógica temporal de los mismos.

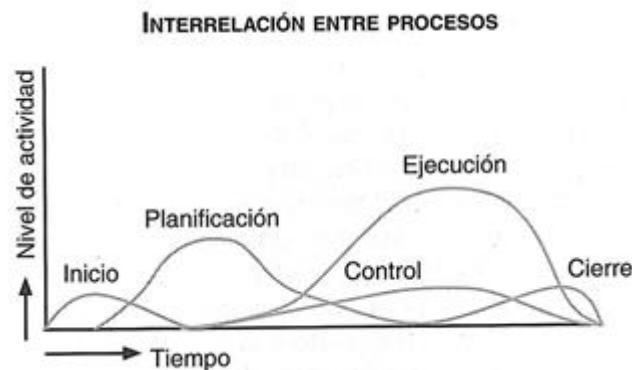
Figura 2-1: Etapas en los procesos tradicionales de un proyecto. Fuente: (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006)



Uno de los errores más comunes en que se incurre a la hora de planificar y ejecutar un proyecto es ordenarlos en forma de 'vagones de tren', de manera secuencial y no de forma superpuesta, lo cual genera costos de agenda, que son elevados al momento de ejecutarlos. (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006)

Por este motivo la administración de los proyectos de manera eficiente requiere un aprovechamiento mejorado en el uso del tiempo. Una de las formas en que la administración de proyectos resuelve este tema es a través de la eficiente superposición de las actividades, como se muestra en la figura 2-2.

Figura 2-2: Interrelación entre procesos. Fuente: (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006)



El objetivo del pensamiento *LEAN* es la optimización de proceso de gestión de proyectos, que involucra toda sus etapas. (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006).

(Gómez, y otros, 2000) definen que la gestión de proyectos tiene como misión establecer los objetivos del proyecto, definir la metodología a seguir en su realización, planificar y programar tareas recursos, corregir desviaciones, comunicar progresos y resultados. Esta gestión inicia antes que empieza el proyecto (o por lo menos antes del inicio de la correspondiente fase) continúa a medida que se desarrolla y concluye cuando se finaliza el proyecto (fase de cierre del proyecto). En conclusión la gestión de proyectos comprende la gestión del alcance, plazos, costes, calidad y riesgo, sin embargo los objetivos fundamentales que debe satisfacer la Gestión de proyectos son:

- Cumplir el plazo previsto para completar el proyecto.
- Cumplir el presupuesto del proyecto.
- Obtener los resultados previstos (conformidad con las especificadores del proyecto, servicio, obra, entre otros), es decir, alcanzar la consecución de la calidad del proyecto requerida.

2.2.1 Marco lógico

Es una herramienta dinámica para diseñar - ejecutar un proyecto, se modifica y completa durante el proceso de preparación del proyecto. Tiene el potencial de enfocar y hacer más eficiente el proceso de preparación del proyecto en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Si el marco lógico se implementa en secuencia contribuye en todas las etapas del ciclo del proyecto. (BID, 2013).

- *Programación:* es la etapa inicial del marco lógico, en el proceso de preparación del documento de programación, el equipo de país, la representación y la oficina de planificación del país se concentran únicamente en el problema por resolver: el Fin y sus indicadores.
- *Identificación:* Durante esta etapa, el prestatario, la representación, el grupo de trabajo técnico consideran alternativas de proyectos que podrían contribuir a la solución del problema y el perfil resultante selecciona el mejor de ellos y define el propósito y los indicadores correspondientes. En esta etapa se plantean varios tipos de análisis, el análisis ambiental considera en forma preliminar el costo de mitigación y el posible costo de daño resultante de las diferentes alternativas; el análisis económico trata de determinar la alternativa de mínimo costo; el análisis institucional identifica las alternativas más viables de ejecutar y operar el proyecto; y el análisis financiero examina la capacidad de aportar capital y sostener la futura operación del proyecto en el contexto de las demandas financieras de todo el sector. Se incorporan los objetivos del proyecto en cuanto al medio ambiente, la mujer, la población de bajos ingresos, el rendimiento financiero, y las modificaciones institucionales (cuando estos sean relevantes) como indicadores de fin o de propósito.
- *Preparación del perfil II y orientación:* Durante la orientación, el equipo de proyecto se concentra en dimensionar el proyecto, lo que implica establecer la relación de lo que se logrará (los indicadores de propósito) y la cantidad, tipo, volumen y costo de los componentes del proyecto. Al nivel del Perfil II, el equipo de proyecto puede modificar los indicadores, pero no deberían cambiar el fin y el

propósito. Si cambian el fin y el propósito, entonces ha cambiado el proyecto y debe prepararse un nuevo Perfil I, o el cambio debe destacarse en el Perfil II.

- *Análisis y preparación del documento de préstamo:* El marco lógico refleja los lineamientos de la propuesta del prestatario y del informe de proyecto del Banco (BID). Sirve para orientar la lógica de estos: identificación del problema principal, selección de la mejor alternativa de proyecto para contribuir a la solución (el objetivo - Fin en el marco lógico), la definición del propósito (los resultados esperados al final de la ejecución de proyecto), los componentes necesarios para lograr el Propósito, las actividades necesarias para producir los componentes, el costo de las actividades (el presupuesto), los supuestos (riesgos).

El marco lógico resaltaré aquellos aspectos que deben ser abordados mediante evaluaciones complementarias o de apoyo a ser incluidas en el informe. Estas evaluaciones contribuirán a determinar las mejores alternativas para manejar los riesgos del proyecto. (BID, 2013)

2.3 Formulación y evaluación de proyectos

Según (Sapag Chain & Nassir Sapag , 2008) el proyecto surge como respuesta a una 'idea' que busca la solución de un problema o la forma de aprovechar la oportunidad de negocio. Si se desea evaluar un proyecto de creación de nuevo negocio, se pretende dar la mejor solución al 'problema económico' que se ha planteado y así conseguir que se tenga los antecedentes y la información necesario para asignar racionalmente los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

La optimización de la solución se inicia incluso antes de preparar y evaluar un proyecto. Por ende, al identificar un problema que se va a solucionar con el proyecto o una oportunidad de negocio que se va a ser viable con él, se buscan todas las opciones que conduzcan al objetivo, cada opción es un proyecto. Las etapas de preparación y evaluación de un proyecto se constituyen en la pre-inversión, con la cual es posible reducir la incertidumbre iniciar respecto de la conveniencia de llevar a cabo una inversión, la decisión que se tome con más información será la mejor.

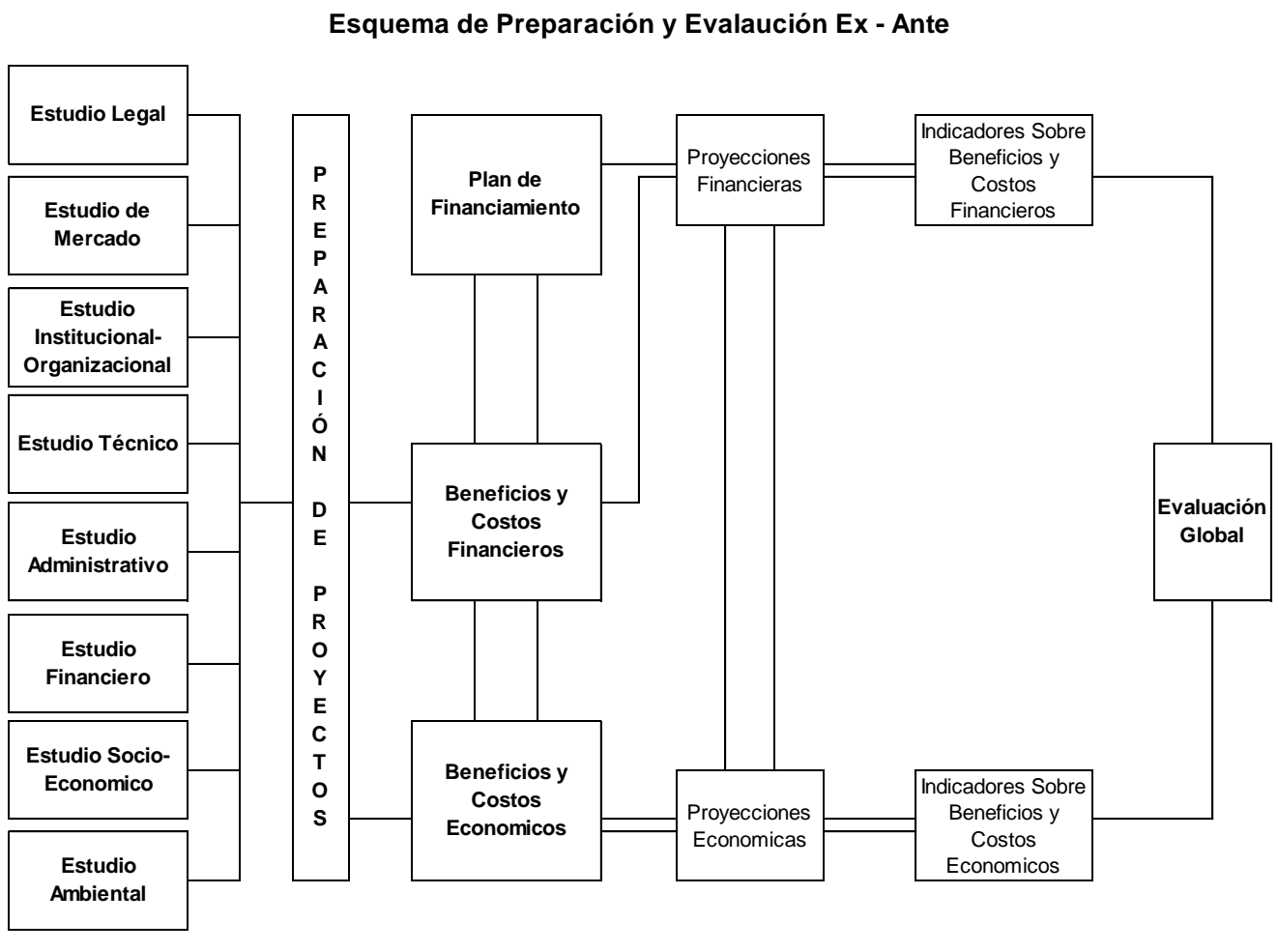
Preparación – formulación del proyecto en una primera etapa se prepara el proyecto, es decir, se determina la magnitud de sus inversiones, costos y beneficios. (Sapag Chain & Nassir Sapag , 2008)

Evaluación de proyectos, en una segunda etapa donde se evalúa el proyecto, lo que se realiza en esta fase es medir la rentabilidad de la inversión. Es un instrumento que provee información a quien toma las decisiones de inversión, por lo tanto el inversionista tiene que considerar una serie de variables, de tipo político estratégico, tecnologías entre otras. En el complejo mundo moderno, donde los cambios se producen vertiginosamente, es necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y hagan posible disminuir el riesgo de equivocarse al decidir la ejecución de un determinado proyecto. A ese conjunto de antecedentes justificatorios, mediante los cuales se establecen las ventajas y desventajas que tiene la asignación de recursos para una idea o un objetivo determinado se denomina *Evaluación de proyectos*.

Se basa en estimaciones de lo que se espera sean en el futuro los beneficios y costos que se asocian con un proyecto. Pretende medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas resultantes del estudio del proyecto y dan origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación. Lo anterior no significa, desconocer la posibilidad de que puedan existir criterios disímiles de evaluación para un mismo proyecto. Lo realmente decisivo es poder plantear premisas y supuestos válidos que hayan sido sometidos a convalidación a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Las premisas y supuestos deben surgir de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y en el que deberá rendir sus beneficios.

La correcta valoración de los beneficios esperados permitirá definir de manera satisfactoria el criterio de evaluación que sea más adecuado. (Sapag Chain & Nassir Sapag , 2008), ver figura 2-3.

Figura 2-3: Esquema de preparación y evaluación de proyectos. Fuente: (Mokate K. , 1998)



De acuerdo con (BID, 2013) desde fines de los años setenta, las agencias internacionales de desarrollo han integrado algunos aspectos de la evaluación en el diseño de proyectos, particularmente por medio del método de Análisis del Marco Lógico. Esto ha hecho avanzar el uso de modelos de evaluación que vinculan el desempeño a la planificación, diseño, ejecución, monitoreo y terminación de proyectos. El Banco (BID) utiliza el sistema del marco lógico para vincular la evaluación a los proyectos.

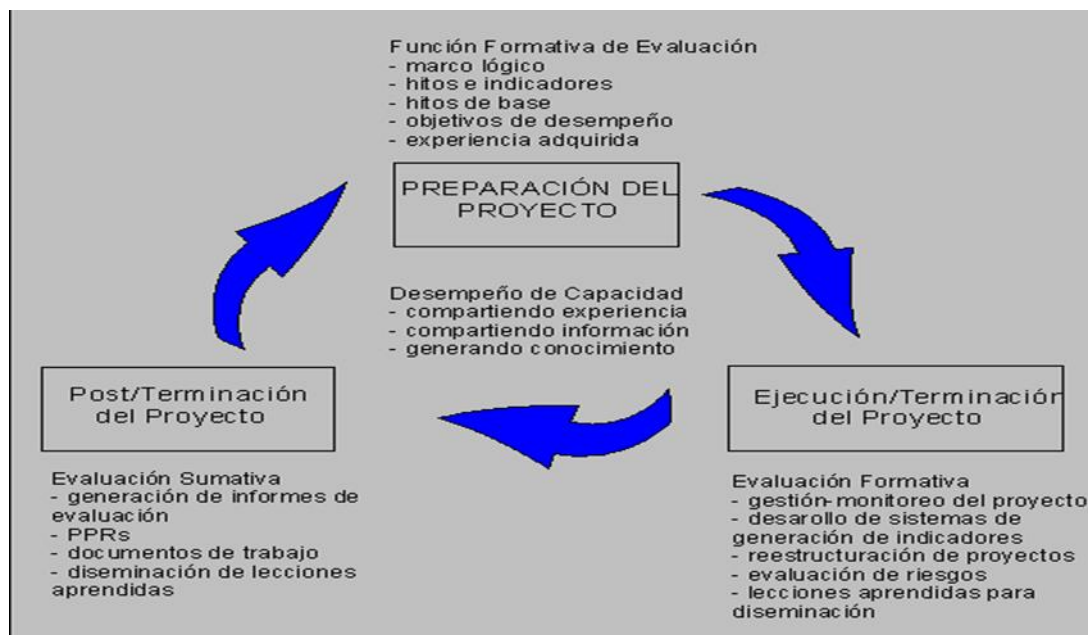
Las buenas evaluaciones pueden ayudar a mejorar el desempeño de un proyecto en todas las etapas de su ciclo y también proporcionar información para mejorar las políticas y procedimientos del Banco (BID). Las evaluaciones planeadas y ejecutadas tienen los siguientes beneficios:

- Ayudar a analizar el desempeño del Banco en las etapas de definición y planificación de los proyectos y en la supervisión de su ejecución.
- Medir el progreso obtenido en la consecución de los objetivos de los proyectos, esencial para una buena gestión.
- Respaldar el desempeño de las agencias ejecutoras mediante el monitoreo y la capacitación en métodos de evaluación.
- Medir hasta qué punto se alcanzan los resultados previstos y analizar los factores que obstaculizaron o contribuyeron a este logro.
- Evaluar los efectos e impactos de los proyectos sobre sus beneficiarios.

La evaluación implica la aplicación de métodos rigurosos para determinar el progreso de un proyecto en el proceso de alcanzar su objetivo durante su ejecución o bien para determinar si logró y cómo logró, o no, dicho objetivo. El proceso de evaluación combina diferentes tipos de información con los criterios y puntos de vista de las personas participantes o afectadas.

El Banco (BID) se ha comprometido a utilizar la evaluación para desarrollar su capacidad y verificar el desempeño de sus acciones en todas las etapas del ciclo del proyecto. En la figura 2-4 se muestra el ciclo de los proyectos, las contribuciones de la función de evaluación en cada etapa del ciclo y la función principal del desarrollo de esta capacidad de desempeño. (BID, 2013)

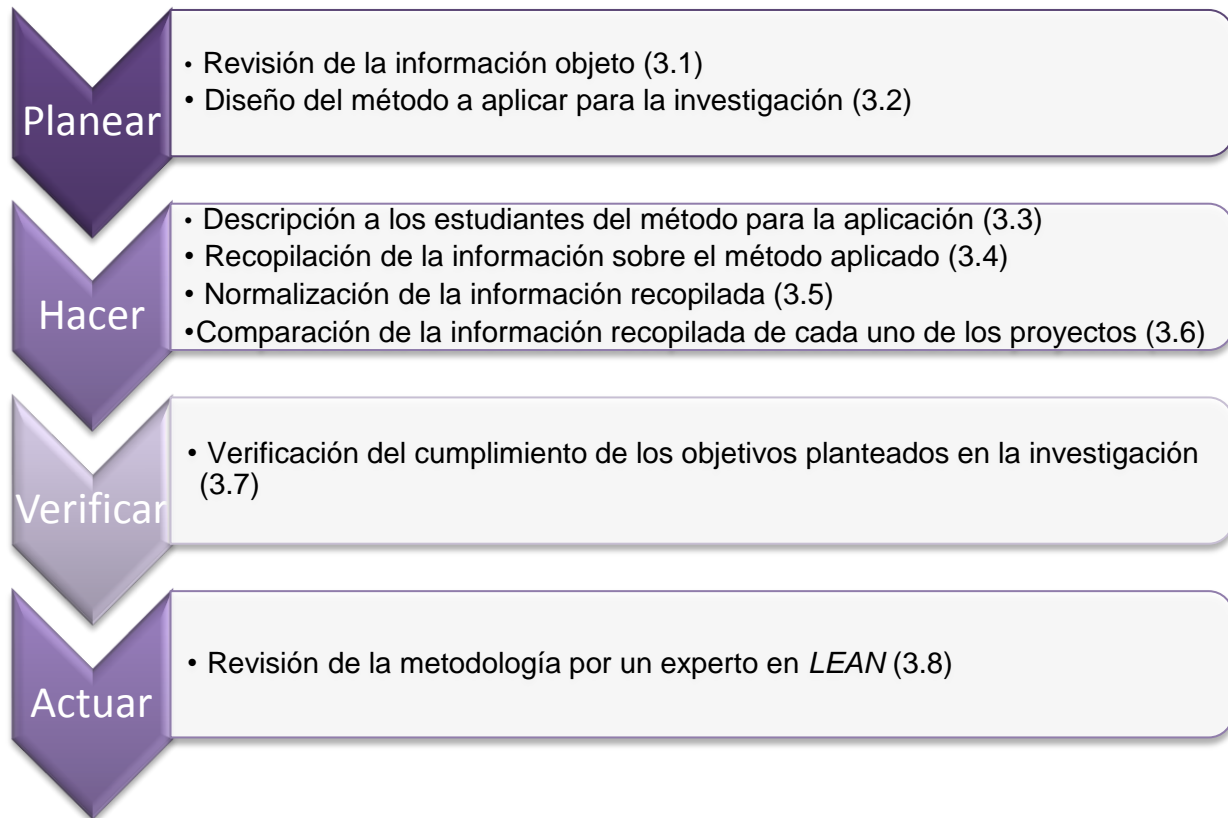
Figura 2-4: Ciclo de proyectos en el BID. Fuente: (BID, 2013)



3.Aplicación de la filosofía *LEAN* en la Gerencia de proyectos

En la figura 3-1 se describe la metodología para aplicar la filosofía *LEAN*, en la eficiente evaluación y formulación de proyectos desarrollados por los estudiantes del Curso de Gerencia de proyectos del postgrado del Departamento de Ingeniería de la Organización (Universidad Nacional de Colombia), en el primer semestre del año 2013.

Esta metodología se basa en el ciclo PHVA o ciclo de Deming, método de mejora continua de una organización, el cual tiene cuatro etapas así: la empresa planifica un cambio, lo realiza, verifica los resultados, actúa para normalizar el cambio o para comenzar el ciclo de mejoramiento nuevamente con otra información. El ciclo PHVA representa el trabajo en procesos más que en tareas o problemas específicos. (Walton, 2004)

Figura 3-1: Metodología empleada en la investigación. Fuente: Construcción propia

3.1 Revisión de la información objeto

Se efectuó la revisión y análisis de la bibliografía de la filosofía *LEAN* y sus principios en los años comprendidos entre el 2006 y 2012.

3.2 Diseño del método a aplicar

Se diseñó una prueba piloto para la implantación de la filosofía *LEAN* en el curso de Gerencia de proyectos, en 10 proyectos desarrollados por los estudiantes, quienes en la etapa de Formulación y evaluación de proyectos aplicaron los cinco principios *LEAN*, siguiendo el método diseñado como herramienta para la evaluación de cada uno de los proyectos ver formato Aplicación de los principios *LEAN* en proyectos. (Ver Anexo A).

Método:

- a. Definición del proyecto y su sector de economía: se conformaron grupos de dos personas, quienes definieron una idea de proyecto a llevar a cabo y los ubicaron en un sector económico determinado, así:
 - Primario o agropecuario
 - Secundario o sector Industrial.
 - Terciario o sector de servicios.
 - Cuaternario Telecomunicaciones – Tecnología

(Kenessey, 2013) define que se debe tener en cuenta dos proposiciones generales básicas para el estudio de los sectores de la economía, en primer lugar, que las actividades primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias de la economía son suficientemente diferentes entre sí para permitir su separación y comparativo análisis y segundo, que la tasa de crecimiento global y el rendimiento de la eficiencia de la economía se ven influenciadas por los cambios en la importancia relativa, cotización, y las relaciones insumo-producto de estos cuatro sectores principales. En el ajuste de la economía y la estadística EE.UU se postulan los cuatro sectores los cuales tienen asociadas las siguientes actividades (ver tabla 3.1):

Tabla 3-1: Sectores de la economía. Fuente: (Kenessey, 2013)

Sector	Actividades
Primario	La agricultura, la silvicultura, la pesca y minería.
Secundario	Construcción y fabricación (sector industrial).
Terciario	Servicios (transporte, electricidad, gas, sanitarios y comercio, entre otros).
Cuaternario	Produce servicios altamente intelectuales como investigación, desarrollo, innovación e información, finanzas, seguros y bienes raíces, servicios y administración pública, tecnología.

Por medio de esta aproximación, se podrá concluir en cual sector puede ser más efectiva la implantación de la filosofía *LEAN* en la Gestión de proyectos y cómo influye la aplicación de los principios de la filosofía *LEAN* para la evaluación de los mismos.

- a. Aplicación de los principios *LEAN*: se definió para los cinco principios *LEAN* la elaboración de entregables para implementar cada principio, los cuales se encuentran registrados en el formato *Aplicación de los principios LEAN en proyectos*. (Ver Anexo A).
- b. Calificación de la aplicación de los cinco principios *LEAN*: utilizando el formato *Aplicación de los principios LEAN en proyectos*, los integrantes del proyecto calificaron la aplicación de los principios *LEAN* de acuerdo a su experiencia:
 - En el campo 'ponderación', se registró el valor otorgado entre 1-100 puntos de acuerdo con el aporte en grado de importancia de cada principio durante la evaluación del proyecto. Otorgando el 'peso' para los cinco principios, los 100 puntos fueron distribuidos en los cinco principios (al final la sumatoria de estos es de 100 puntos).
 - En el campo 'puntaje de aplicación del principio en el proyecto' calificaron entre 1 a 5 puntos la importancia que le agregó cada uno de los principios para la evaluación y formulación del proyecto. Siendo 1 poco importante y 5 muy importante.

Una vez obtenida la calificación de la ponderación y el puntaje de aplicación del principio en el proyecto se realizó el producto entre ambos par así obtener la 'calificación', la cual podía estar entre 0 y 500 puntos (Ver anexo A).

3.3 Descripción a los estudiantes del método para la aplicación

Se dio a conocer a los estudiantes la metodología para la aplicación de los cinco principios *LEAN* en las sesiones del curso de Gerencia de proyectos y en asesorías individuales. Los grupos fueron conformados tal como se puede observar en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Relación de proyectos del curso Gerencia de proyectos. Fuente: Construcción propia

N°	Proyecto	Descripción del proyecto	Integrantes	Sector de la economía	Calificación aplicación LEAN
1	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE LA DECISIÓN. RCADT	Es una entidad dedicada a la Investigación y a la transferencia de tecnología especializada en la ciencia de los Sistemas avanzados de soporte de decisiones utilizando las tecnologías propias de la optimización matemática de procesos industriales, logísticos, de negocios y/o socio-económicos. Su orientación es eminentemente práctica ya que su creación surge como una respuesta a la necesidad de capturar a través de sus organizaciones el beneficio económico que brindan las matemáticas aplicadas a los países que las utilizan intensivamente, aumentando significativamente la competitividad de sus empresas. Servicios: Investigación y formación Clientes: Estudiantes avanzados y potenciales Cobertura clientes: Bogotá y Medellín.	Juan Esteban Calle Salazar Alejandro Londoño	Terciario o sector de servicios	450
2	Reheducar Reducción de la huella de carbono	Asesoría empresarial en diseños y puesta en marcha de proyectos ingenieriles, que contribuyan maximizando la riqueza de sus propietarios de manera amigable con el medio ambiente al reducir la huella de carbono. Asesoría profesional en todos los aspectos técnicos y económicos sobre el impacto de la implementación de la gestión energética basada en la electricidad. Clientes: instituciones públicas y Edificios privados en Medellín.	Orlando de Jesús Ardila Montoya Ricardo Andrés Suaza González	Terciario o sector de servicios	420
3	LIMSy Tecnología en logística	Es un proyecto pionero en Colombia, que pretende ofrecer soluciones ajustadas a las necesidades de las bodegas y centros de distribución, inicialmente en el país, pero con potencialidades a extender sus servicios hacia otras fronteras. Aunque LIMSy se trata de un software de gestión de almacenes (WMS); el proyecto no busca limitarse a ofrecer una solución de software, sino que además ofrece servicios de consultoría, en los que se realizan estudios rigurosos de los procesos de las empresas que consideran a LIMSy como su solución, con el fin de asesorar y entender sus restricciones, funcionamiento, y características; todo bajo la premisa de que el software se debe de adaptar a las necesidades de la organización y no al contrario. Servicios Análisis de procesos y de datos Diseño y asesoría en distribuciones de Layout Asesoría en tecnologías y equipos de manejo Implementación del software Limsy Soporte técnico Clientes: Distribuidores, sector: Colombia	Andrés Mauricio Atehortúa Benjuemea Yeferson F. Garzón Castro	Cuaternario Telecomunicaciones – Tecnología	500
4	DesenREDate	Mantenimiento de generación del buen nombre corporativo en las redes en internet a nivel nacional. Está enfocado en empresas gubernamentales, salud, estética y relajación.	Sandra Osorio Lina Rodríguez	Terciario o sector de servicios	445

N°	Proyecto	Descripción del proyecto	Integrantes	Sector de la economía	Calificación aplicación LEAN
5	Green city	<p>Consiste en el diseño, promoción, gerencia, construcción y venta del edificio de nombre GreenCity.</p> <p>Debido a las tendencias en el sector de la construcción se implementaran en este proyecto de edificación los criterios de construcción sostenible y automatización.</p> <p>Ambos conceptos complementarios siendo en la actualidad una megatendencia en el sector de la construcción tanto social como tecnológica.</p> <p>El edificio GreenCity se construirá en América Latina, país Colombia, departamento Antioquia, ciudad Medellín, sector San Diego entre las calles 31 y 33 y carreras 42A Y 43ª (Avenida el Poblado).</p>	<p>Ángel Múnera Claudia Sabogal</p>	<p>Secundario o sector Industrial</p>	<p>435</p>
6	TEXSTEAM: Distritos de vapor para la industria de acabados textiles	<p>Tiene como objeto el estudio, cálculo e implementación de distritos para la generación de vapor para el sector industrial de acabados textiles, buscando generar eficiencia energética, responsable con el medio ambiente.</p> <p>Los distritos de vapor son sistemas centralizados de generación de vapor que abastecen más de una empresa, con el fin de buscar una mayor eficiencia energética y menores costos de generación de vapor, utilizando economías de escala.</p> <p>Los distritos de vapor son una variación de los distritos de calor usados ampliamente en el norte de Europa para proveer calefacción en forma de agua caliente para hogares y edificaciones comerciales, proveen la fuente de calor más usada en la industria (vapor) para establecimientos industriales.</p> <p>Tiene como área de influencia el área metropolitana del Valle del Aburrá.</p>	<p>Mauricio Toro y Santiago García</p>	<p>Terciario o sector de servicios</p>	<p>430</p>
7	TECNOMETALS RECYCLING Tecnología para el Reciclaje y Recuperación de Metales no Ferrosos	<p>Es una empresa que a partir del proceso inicial de reciclaje de cables eléctricos o productos fabricados a base de cobre o aluminio, realiza un proceso de separación y recuperación en la fuente de estos metales por medio de un proceso técnico, para entregarlos en su estado primario (granulado) para su reúso.</p> <p>A través de un proceso mecánico automatizado, se obtendrán material debidamente separados, garantizando la destrucción confiable y ambientalmente correcta de dichos tramos.</p> <p>Clientes: Medellín, empresas del sector eléctrico.</p>	<p>Yika Ibarguen David Gaviria</p>	<p>Terciario o sector de servicios</p>	<p>365</p>
8	Centros Educativos	<p>El alcance del proyecto es desde que se realiza la investigación del mercado hasta que se entrega el centro educativo al inversionista o al estado. Los clientes son entidades privadas (particulares o personas naturales), el sector educativo de los municipios y departamentos (Gobierno nacional, y secretaria de educación de Antioquia).</p>	<p>Mauricio Montoya Peláez Jhon Alejandro Bedoya</p>	<p>Secundario o sector Industrial</p>	<p>350</p>
9	NOFU-GAS	<p>Fue formada por un grupo de ingenieros interesados en ofrecer herramientas a la industria colombiana que le permita ser más eficiente en su actividad productiva con un elemento innovador, reduciendo así sus consumos energéticos y ayudando al medio ambiente tal como dicta el gobierno nacional en el PND 2010-2014</p> <p>Nofu-gas es un proyecto ubicado en la ciudad de Medellín especializado en la detección, caracterización y eliminación de fugas en redes de aire comprimido a través del uso de las últimas tecnologías en reparación. Para ello fue concebido el dispositivo anti-fugas (DAFU).</p>	<p>Hernando Alexander Yepes Tumay Juan Esteban Hernández Betancur</p>	<p>Secundario o sector Industrial</p>	<p>420</p>
10	Ecovis	<p>Construcción de vivienda de interés social sostenible (VISS), la sostenibilidad ambiental es una megatendencia tanto social como tecnológica ya que ha despertado un verdadero interés y una gran conciencia a la humanidad por preservar el planeta a sí mismo lo obligara a innovar en tecnologías las cuales permitirán generar energías, materias primas, etc. de una manera más limpia.</p>	<p>Juan Felipe Escobar y Jaime Andrés Martínez</p>	<p>Terciario o sector de servicios</p>	<p>410</p>

Aplicación de los cinco principios LEAN

De acuerdo con lo que define (Pinto, 2006), citado por (Araujo, 2011), el punto de partida de la filosofía *LEAN* es reconocer que una pequeña fracción de tiempo y esfuerzo de una organización puede convertirse en valor. Después de definir el costo de un producto o servicio desde la perspectiva del cliente, todas las actividades que no lo incrementen deben ser eliminadas.

El pensamiento *LEAN* es una actitud frente a los proyectos, la cual puede verse positivamente como una búsqueda permanente de la perfección en los proyectos o del lado negativo como sospecha constante existencia de desperdicios en los proyectos. Otro modo de observarlo es como una 'tolerancia cero con los desperdicios', estos deben ser eliminados y no hay 'piedad' para ellos. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006)

Esta actitud frente a la rentabilidad de los desperdicios se ha constituido en una verdadera filosofía de la administración eficiente de los proyectos, la cual se fundamenta en cinco principios:

- El valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente.
- Identificar el flujo del valor.
- Optimizar el flujo del valor.
- Tirar el flujo de valor *Pull*. Permitir que el cliente extraiga el valor.
- La perfección: Buscar permanentemente de la perfección.

Aplicación de cada uno de los principios LEAN en los proyectos del curso de Gerencia de proyectos:

- **Principio 1 - El valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente:** el punto de partida para el pensamiento *LEAN* es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado. El valor lo crea la organización, desde el punto de vista del cliente, esta es la razón por la cual existen las organizaciones. (Jones & Womack, 2012)

Por esto el pensamiento *LEAN* clasifica las actividades que no agregan valor en dos:

- *Desperdicio tipo 1:* Actividad parcialmente sin valor agregado, pero necesaria para completar las tareas. Solo agrega costos al proyecto.
- *Desperdicio tipo 2:* Actividad que carece de valor agregado para el cliente. *Muda:* Eliminar.

El objetivo final del pensamiento *LEAN* será quitar tanta muda del flujo como sea posible. (Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006)

Aplicación del principio 1

- I. Definir el valor de forma precisa en términos de productos-servicios con capacidades específicas ofrecidos a precios específicos a través de un diálogo con los clientes.
- II. El último elemento de la definición de valor, el costo objetivo: La tarea más importante en la especificación de valor una vez definido el producto, es la determinación de un costo objetivo basado en la cantidad de recursos y esfuerzos necesarios para fabricar un producto con unas capacidades y especificaciones determinadas, sí todo el *muda* (desperdicio) actualmente visible se eliminará del proceso. Hacer esto es la clave para expulsar el despilfarro. (Jones & Womack, 2012)

Según (Jones & Womack, 2012), la mayoría de las empresas convencionales establecen precios de venta objetivo basándose en lo que ellas creen que el mercado puede soportar. A partir de allí van retrocediendo para determinar unos costos aceptables que garanticen un margen de beneficios adecuados. Las iniciativas *LEAN* analizan el conjunto de precios y características que están siendo ofrecidas a los consumidores por las empresas convencionales y luego se preguntan qué parte de costo pueden eliminar mediante una aplicación completa de métodos *LEAN*.

Dado que el objetivo ciertamente debe estar por debajo de los costos soportados por los competidores, la empresa *LEAN* dispone de varias alternativas:

- Reducir precios, otro modo de aumentar las ventas en volumen y absorber recursos libres.
- Adicionar características o capacidades de productos, así debería aumentar las ventas.
- Incorporar servicios al producto físico para crear valor adicional y puestos de trabajo.
- Ampliar la red de distribución y servicio, aumentándose de nuevo las ventas, aunque con cierto desfase temporal o dedicar beneficios en apoyo de nuevos productos, lo que aumentará las ventas a largo plazo.

El costo objetivo para el desarrollo del producto – servicio convierte en costo sin muda del producto-servicio, una vez que se hayan eliminado los pasos innecesarios y se haga fluir este valor. Una vez establecido el costo objetivo para un producto específico debe examinarse con lupa cada uno de los pasos del flujo de valor del desarrollo del producto, esta es la clave para cumplir con el agresivo costo objetivo. (Jones & Womack, 2012)

Entregable del principio 1: Definir el valor del producto – servicio del proyecto y su costo objetivo.

- **Principio 2 - Identificar el flujo del valor:** es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas por las siguientes tres tareas básicas para entregar el producto o servicio final al cliente. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).
- Solución de problemas, se inicia en la concepción, sigue en el diseño detallado e ingeniería hasta el lanzamiento a la producción.
- Gestión de la información, va desde la recepción del pedido a la entrega, a través de una programación detallada.
- Transformación física - ejecución de las etapas de la prestación del servicio, con los procesos existentes desde la materia prima hasta el producto terminado en manos del cliente. (Jones & Womack, 2012).

Aplicación del principio 2

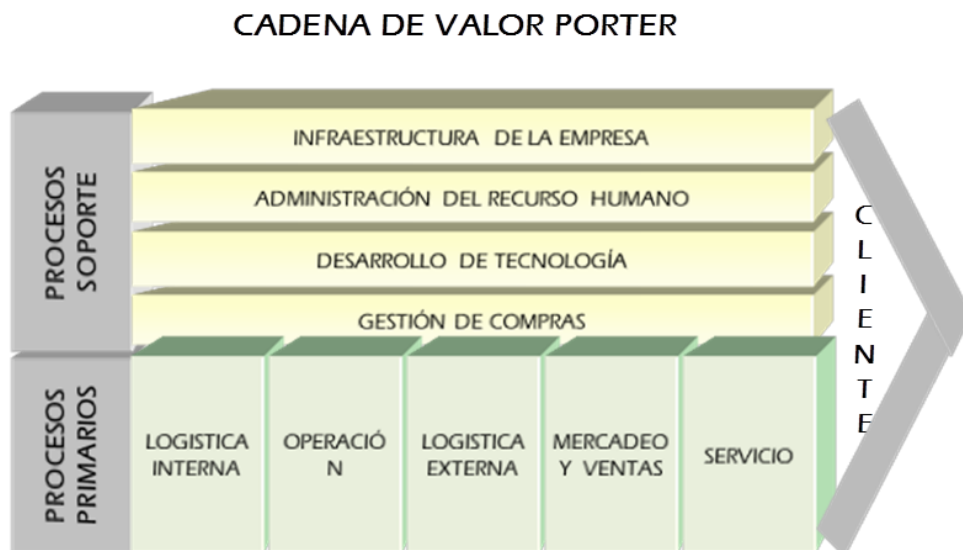
- I. Graficar completamente el flujo de valor eliminando las etapas cuyo desperdicio es evidente, el siguiente paso en el pensamiento *LEAN* es hacer que fluyan las etapas creadoras de valor que quedan, lo cual implica una reorganización completa de la arquitectura mental.

La alternativa LEAN es redefinir las funciones y áreas - procesos de la organización, de modo que puedan hacer una contribución positiva a la creación de valor y dirigirse a las necesidades reales de los empleados en cada punto de flujo, de forma que sea de su interés hacer que el valor fluya. Esto exige, no solo la generación de una iniciativa *LEAN* para cada producto, sino también el replanteo de la organización, funciones y cargos convencionales y el desarrollo de una estrategia *LEAN*. (Jones & Womack, 2012).

Entregable principio 2: seleccionar el proceso clave del proyecto y realizar un diagrama de flujo de este en el cual se describa el flujo del proceso.

- II. Crear un ‘mapa’ flujo de valor – Cadena de valor (ver figura 3-2), que identifique todas las acciones necesarias para diseñar, solicitar y fabricar un producto-servicio específico. Clarificando estas acciones en tres categorías:
- Aquellas que realmente crean valor de acuerdo con la percepción del cliente.
 - Aquellas que no crean valor, pero que son actualmente necesarias para el desarrollo del producto, la gestión de pedidos o los sistemas de producción (muda tipo uno) y por ende todavía no pueden eliminarse, se deben optimizar.
 - Aquellas acciones que no crean valor, por lo tanto pueden eliminarse inmediatamente. En cuanto a esta tercera categoría, como dichas acciones se han eliminado, ya no hay obstáculos para trabajar en los restantes pasos que no crean valor, por medio del uso del flujo, el *pull* y las técnicas de perfección. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006)

Figura 3-2 Cadena de valor. Fuente: (Porter & Kramer, 2006)



Para estudiar el flujo de valor en busca de muda, puede llevarse a cabo graficando cada paso (cada acción específica), ver figura 3-2 *Cadena de valor*. Según (Porter & Kramer, 2006) la cadena de valor representa todas las actividades que una empresa realiza al hacer negocios. Puede servir como marco para identificar el impacto social positivo y negativo de esas actividades. Cuando una empresa usa la cadena de valor para trazar todas las consecuencias sociales de sus actividades, en la práctica ha creado un inventario de problemas y oportunidades, principalmente operacionales que deben ser investigados, priorizados y enfrentados. Al abordar el contexto competitivo, las empresas no pueden hacerse cargo de todas las áreas en el diamante. Por lo tanto, la tarea es identificar aquellas áreas de contexto social que tengan el mayor valor estratégico. Una empresa debería escoger cuidadosamente de este menú una o unas pocas iniciativas sociales que entreguen el mayor valor compartido: beneficio tanto para la sociedad como para su propia competitividad.

El método estudiar el flujo de valor en busca de muda, se basa en una simple premisa, dado que las actividades que no pueden medirse, no pueden gestionarse adecuadamente y eventualmente perfeccionarse, en consecuencia no pueden ser mejoradas. La mayor parte de la gestión empresarial se ha dirigido históricamente a la gestión de agregados (procesos, departamentos, empresas), contralando muchos productos a la vez, sin embargo lo realmente necesario es gestionar flujos de valor completos para bienes y servicios específicos. (Jones & Womack, 2012)

El consejo de (Jones & Womack, 2012) para las empresas *LEAN* es “al diablo con la competencia, compitamos contra la perfección identificando todas aquellas actividades que son muda y eliminémoslas”. Este es un estándar absoluto y no relativo, que muestra a cualquier organización el camino básico que ha de seguir. Sin embargo, para llevar a cabo esta recomendación, en la práctica, es necesario dominar las técnicas clave de eliminación de muda, todo empieza con el flujo.

Entregable principio 2: Elaborar la cadena de valor de los procesos para llevar a cabo el proyecto.

- **Principio 3 - Optimizar el flujo del valor:** De acuerdo con (Jones & Womack, 2012), este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápido. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.

Aplicación del principio 3

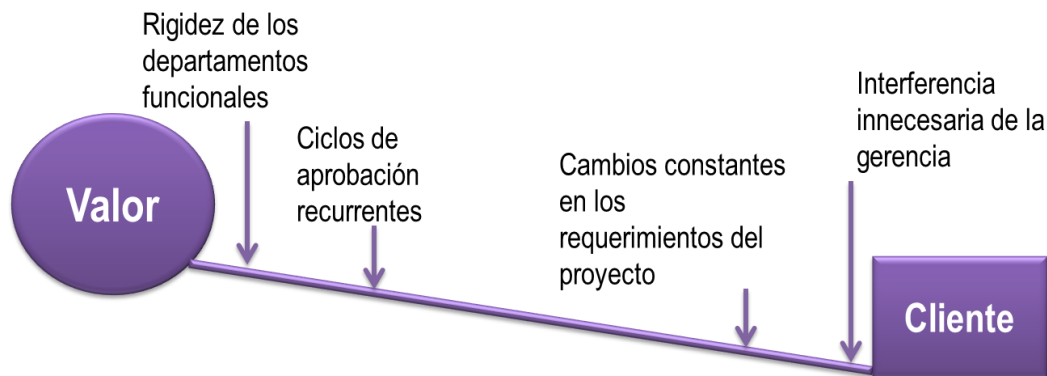
Las técnicas del flujo 'Como conseguir que el flujo fluya': Una vez se ha definido el valor y se ha identificado la totalidad del flujo del valor:

- El primer paso es concentrarse en el producto - servicio, por ejemplo: el diseño específico, el pedido específico y el propio producto (un remedio, un viaje una casa, una bicicleta) y no perderlo de vista.
- El segundo paso, que hace posible el primero, es ignorar los límites y fronteras tradicionales de los puestos de trabajo, carreras profesionales y funciones (generalmente organizadas por departamentos) para así constituir una iniciativa *LEAN* que elimine todos los impedimentos del flujo continuo del producto o familia de productos.
- Tercer paso, es replantear prácticas y herramientas específicas que eliminen flujos hacia atrás, desechos e interrupciones de todo tipo, para que el diseño, pedidos y producción del producto específico puedan seguir avanzando de forma continua.

Según (Jones & Womack, 2012) estas tres etapas deben llevarse a cabo conjuntamente, la mayor parte de los directivos imagina que las exigencias de la eficiencia imponen que los procesos como: diseños, pedidos y productos pasen a través del sistema y la buena gestión consiste en evitar variaciones en el rendimiento de la actividad del complejo sistema que maneja una amplia gama de productos. "La auténtica necesidad es desembarazarse del sistema y empezar de nuevo sobre una nueva base".

Algunos obstáculos típicos al remover el flujo del valor son (ver figura 3-3):

Figura 3-3: Obstáculos típicos al remover el flujo del valor. Fuente: (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).



Entregable principio 3: Tomar el flujo del proceso clave analizado en el principio 2, relacionar todas las actividades e identificar aquellas que no lo generan y aquellas que no generan valor para el cliente.

- **Principio 4 - Tirar el flujo de valor *Pull*. Permitir que el cliente extraiga el valor:** Según (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006), “No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo”.

Pull, en términos sencillos, significa que nadie aguas arriba debería producir un bien o servicio hasta que el Cliente, aguas abajo lo solicite. Sin embargo seguir esta regla en la práctica es un poco complicado. El mejor modo de comprender la lógica y desafío del pensamiento *Pull* es empezar con un Cliente real, que manifieste una demanda por un producto real y trabajar hacia atrás pasando por todas las etapas necesarias para llevar el producto deseado al cliente. “No fabricar nada hasta que sea necesario, a partir de aquí fabriquémoslo muy rápidamente”. (Jones & Womack, 2012).

Aplicación del principio 4

- Definir la generación de entregables al cliente, para que estos entregables tengan el valor exacto que el cliente reclama. Los equipos de proyectos deben permitir que el cliente se involucre en el proceso del proyecto a fin de extraer valor de él.
- Involucrar a los clientes en la etapa de diseño e implementación del proyecto, lo cual permite no generar desperdicios. Solo se construye lo que el cliente necesita, de esta manera se permite que él sea el regulador de agendas y programas, defina que se debe estar haciendo día a día. Con base en esto estimar la demanda a entregar al mercado. (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006).

Entregable principio 4: Relacionar los entregables a realizar al cliente en la ejecución y entrega final del proyecto.

- **Principio 5 - La perfección, buscar permanentemente de la perfección:** De acuerdo con (Jones & Womack, 2012) podría decirse que este último principio resume la filosofía general del enfoque, la búsqueda permanente de la perfección, la intolerancia a los desperdicios. Ver la figura 3-4.

Figura 3-4: Los cinco principios de la filosofía *LEAN*. Fuente: Construcción propia



A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los clientes quienes atraigan hacia sí (*pull*) valor desde la empresa, sucede que las personas involucradas se convencen que no hay límite en el proceso de reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, costo y fallas; ofreciendo un producto cada vez más cercano de lo que el cliente verdaderamente desea. Siendo la perfección el quinto y último principio del pensamiento *LEAN*, es comprendida como la eliminación total de la muda, es por supuesto imposible. (Jones & Womack, 2012).

Aplicación del principio 5

Cada paso de un flujo de valor puede mejorarse aisladamente con buenos resultados y rara vez hay razones para invertir una actividad que pronto tendrá que ser completamente sustituida. La mayoría de flujos de valor pueden mejorarse de forma radical, como un todo, si se pueden poner en práctica los mecanismos correctos de análisis.

Para poner en práctica tanto la mejora radical como la progresiva, se necesita dos técnicas *LEAN* de acuerdo a lo definido por (Jones & Womack, 2012):

I. Con el objetivo de tener una idea de lo que es perfección, los responsables del flujo de valor tendrán que aplicar los cuatro principios *LEAN*: especificación de valor, identificación del flujo de valor, organización en flujo y sistema *pull*.

La visión final es tener una imagen clara de la perfección para que el objetivo de mejora sea visible y real para todos los implicados en la iniciativa. “La perfección es como el infinito: tratar de imaginarla y llegar a ella, es materialmente imposible, pero el esfuerzo proporciona la inspiración y dirección esenciales para a lo largo del camino”. (Jones & Womack, 2012)

Uno de los mayores inconvenientes que se han podido observar (en los anteriores principios), para avanzar con rapidez, es la inadecuación de la mayor parte de las tecnologías de fabricación existentes y también de muchos diseños de producto a las necesidades de iniciativa *LEAN*. Una idea clara de la dirección a seguir es el saber que los productos-servicios deben fabricarse con mayor flexibilidad, en cantidades más pequeñas y en flujo continuo, lo cual proporciona la orientación fundamental a los responsables de definir las funciones para que puedan desarrollar diseños y maquinaria genéricos.

II. Además de formarse una imagen de la perfección con las tecnologías adecuadas y el personal competente, los directivos deben establecer un plan riguroso de lo que se va a realizar en el camino, lo importante es concebir una visión, seleccionar los dos o tres pasos claves para llegar a ella y dejar para más adelante el resto de pasos que se han de seguir. No es que estos deban abandonarse, sino aplicar el principio general de hacer una sola cosa a la vez y trabajar sobre ella constantemente hasta que se haya terminado, empleando las actividades de perfeccionamiento con la misma intensidad en cada uno de los procesos, como por ejemplo: diseño, gestión de pedidos y de producción.

Es necesario que se desplieguen las políticas de la organización con base en la técnica *LEAN*, para ello el equipo directivo, debe definir algunos objetivos sencillos a fin de hacer la transición de gran escala a producción *LEAN*, seleccionar unos cuantos proyectos para lograr estos objetivos, designar a las personas y recursos para que los proyectos se lleven a cabo y por último establecer objetivos de mejora cuantitativos que se ha de conseguir en un periodo de tiempo determinado. (Jones & Womack, 2012).

La idea fundamental es no abandonar la búsqueda de las fuentes de ineficiencias, hay muchos obstáculos a vencer para lograr un ambiente *LEAN*, pues eliminar permanentemente toda *muda* de corriente de valor, sería imposible de lograr con solo un proyecto, ya que el ciclo continúa y con *LEAN* cada vez se puede ser más eficiente. En definitiva, de acuerdo con lo definido por (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D,

2006) la filosofía del pensamiento *LEAN* aconseja: “Nunca pare en la búsqueda de la perfección”.

3.4 Recopilación de la información sobre el método aplicado

En la tabla 3-3 se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los proyectos al realizar la metodología descrita en el capítulo 3 de este documento.

Tabla 3-3: Resultados de la aplicación de los cinco principios de la filosofía *LEAN* en los proyectos del curso Gerencia de proyectos. Fuente: Construcción propia

Nombre del proyecto	1			2			3		
	RCADT			Reheducar			LIMSY		
Principios	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1	35	5	175	30	5	150	20	5	100
2	25	5	125	20	3	60	10	5	50
3	10	3	30	30	4	120	15	5	75
4	10	4	40	10	5	50	25	5	125
5	20	4	80	10	4	40	30	5	150
	100		450			420			500

Nombre del proyecto	4			5			6		
	DesenREDate			Green city			TEXSTEAM		
Principios	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1	40	4	160	15	4	60	30	5	150
2	15	4	60	15	3	45	20	5	100
3	15	5	75	25	5	125	20	3	60
4	15	5	75	20	4	80	15	4	60
5	15	5	75	25	5	125	15	4	60
			445			435			430

Nombre del proyecto	7			8			9		
Principios	TECNOMETALS RECYCLING			Centros Educativos			NOFU-GAS		
	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1	10	5	50	15	5	75	20	4	80
2	30	3	90	15	3	45	30	5	150
3	15	3	45	10	2	20	10	3	30
4	30	4	120	10	1	10	20	3	60
5	15	4	60	50	4	200	20	5	100
			365			350			420

Nombre del proyecto	Ecovis		
Principios	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1	30	5	150
2	20	4	80
3	30	4	120
4	10	3	30
5	10	3	30
			410

3.5 Normalización de la información recopilada

Esta actividad consistió en consolidar la información recopilada y organizarla para ser analizada y poder determinar mediante la calificación de los ejecutores de los proyectos, la importancia de la aplicación de la metodología de los principios de la Filosofía *LEAN*.

Tabla 3-4: Resultados de la calificación total de la aplicación de los principios en cada proyecto. Fuente: Construcción propia

N°	Proyecto	Calificación total	Sector económico
3	LIMSY	500	Cuaternario Telecomunicaciones – Tecnología
1	RCADT	450	Terciario o sector de servicios
4	DesenREDate	445	Terciario o sector de servicios
5	Green city	435	Secundario o sector Industrial
6	TEXSTEAM	430	Terciario o sector de servicios
2	Reheducar	420	Terciario o sector de servicios
9	NOFU-GAS	420	Secundario o sector Industrial
10	Ecovis	410	Terciario o sector de servicios
7	TECNOMETALS RECYCLING	365	Terciario o sector de servicios
8	Centros Educativos	350	Secundario o sector Industrial

Los diez (10) proyectos calificados se encuentran ubicados en los sectores económicos:

- Secundario o sector Industrial
- Terciario o sector de servicios
- Cuaternario Telecomunicaciones – Tecnología

3.6 Comparación de la información recopilada de cada uno de los proyectos

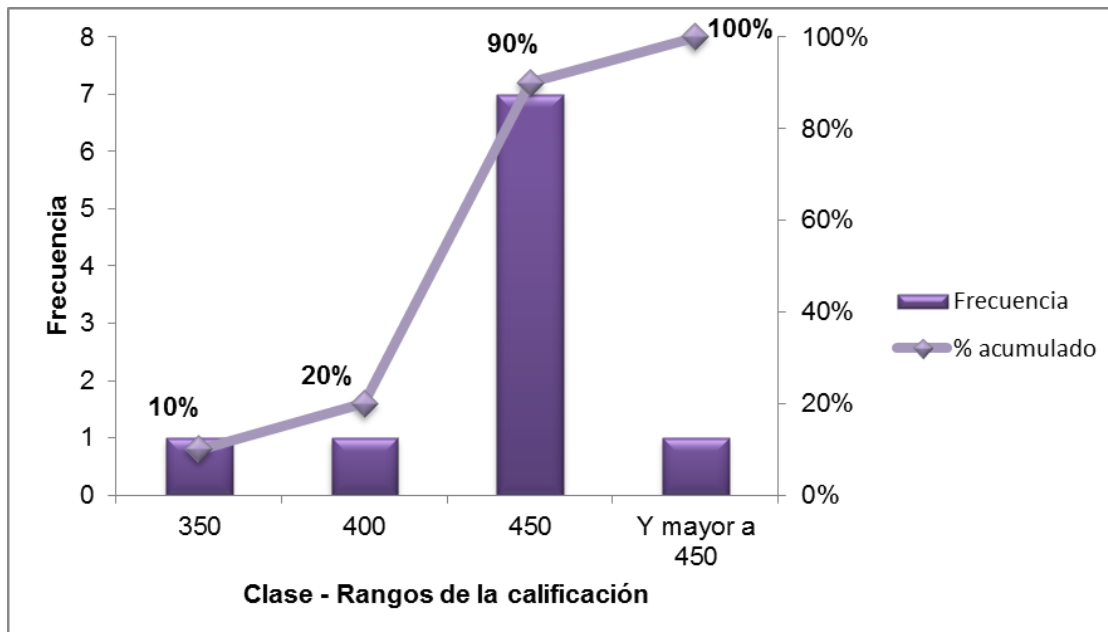
Se realizó el análisis de la información consolidada para observar la aplicación de los principios *LEAN* en la etapa de la evaluación y formulación de los proyectos.

Con el fin de realizar el análisis de las calificaciones recopiladas se definieron unos rangos experimentales, donde el puntaje máximo que puede obtener un proyectos en su calificación sobre la aplicación de los principios *LEAN* es de 500 puntos. (Ver tabla 3-5)

Tabla 3-5: Rangos de calificación de la aplicación de los principios *LEAN*. Fuente: Construcción propia

Rango	Definición
0-300	No aporta
301-400	Es indiferente
401-500	Es importante

Figura 3-5: Calificación de los principios *LEAN* en los proyectos. Fuente: Construcción propia



<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% Acumulado</i>
350	1	10%
400	1	20%
450	7	90%
Y mayor a 450	1	100%

En los resultados presentados en la tabla 3-4 y en la figura 3-5 se puede observar que ocho (8) de los diez (10) proyectos calificados (LIMSY, RCADT, DesenREDate, Green city, TEXSTEAM, Reheducar, NOFU-GAS, Ecovis) obtuvieron una calificación superior a 400 puntos, lo cual indica que para los ejecutores de los proyectos (estudiantes) fue 'Importante' la aplicación de la metodología de los principios de la Filosofía *LEAN*.

Tabla 3-6: Número de proyectos calificados como importante en cada sector económico. Fuente: Construcción propia

Sector económico	N° de proyectos
Cuaternario Telecomunicaciones – Tecnología	1
Secundario o sector Industrial	2
Terciario o sector de servicios	5
Total	8

En la tabla 3-6 se observa que los ocho (8) proyectos calificados como importante se encuentran distribuidos en los tres sectores económicos, siendo el sector terciario o sector de servicios el que contiene el mayor número de proyectos.

3.7 Verificación del cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación

Con el fin de determinar la influencia de la aplicación de los principios de la filosofía *LEAN* para la evaluación de los proyectos, se recopilaron los resultados financieros de los proyectos calificados, VPN y TIR los cuales confirman la viabilidad del proyecto.

Estos datos se pueden observar en la tabla 3-7.

Criterios de la evaluación financiera según (Sapag Chain & Nassir Sapag , 2008)

- Valor presente neto (VPN): este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero, donde el VPN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

- Tasa interna de retorno (TIR): este criterio evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. Tal como lo define (Biernan y Smidt) citado por (Sapag Chain & Nassir Sapag , 2008), la TIR “representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestado y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”.

Tabla 3-7: Resultados financieros de los proyectos vs calificación de los principios *LEAN*. Fuente: Construcción propia

N°	Proyecto	Calificación total	Resultados flujo de fondos sin financiación		Resultados flujo de fondos con financiación	
			VPN	TIR	VPN	TIR
3	LIMSY	500	224.832.943	23%	165.354.196	34%
1	RCADT	450	343.299.511	109%	354.426.933	277%
4	DesenREDate	445	357.753.547	72%	503.665.504	80%
5	Green city	435	16.845.931	58%	15.403.529	97%
6	TEXSTEAM	430	665.449.998	21%	437.939.918	64%
2	Reheducar	420	43.532.044	34%	48.824.319	56%
9	NOFU-GAS	420	87.722.150	31%	51.834.181	73%
10	Ecovis	410	4.584.883.508	145%	3.354.529.040	113%
7	TECNOMETALS RECYCLING	365	266.553.362	38%	280.910.284	30%
8	Centros Educativos	350	22.222.998	<i>Sin dato</i>	22.222.998	<i>Sin dato</i>

En los resultados presentados los ocho (8) proyectos con calificación superior a 400 puntos, pertenecientes al rango 'Es importante' la aplicación de los principios *LEAN*, muestran la viabilidad del proyecto en los dos criterios de evaluación financiera para el proyecto (VPN y TIR), tanto en el flujo de fondos sin financiación como con financiación. Es de aclarar que el proyecto Centros Educativos no calculó el criterio de evaluación TIR, pero es posible llevar a cabo el análisis con el dato de VPN presentado.

3.8 Revisión de la metodología por un experto en *LEAN*

Con el objetivo de obtener una realimentación de la aplicación de la metodología descrita en el capítulo 3 de este documento, se contactará un experto en la filosofía *LEAN* para que él analice los resultados obtenidos de la implementación de la metodología y así recibir sus apreciaciones y mejoras sugeridas, las cuales serán revisadas y en caso de ser pertinentes se incorporarán en futuras aplicaciones.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La Gestión de proyectos tienen dos componentes, *la evaluación del proyecto* que es de carácter cuantitativo y la *Gerencia de proyectos* que es cualitativo. Para alcanzar una efectiva Gestión de proyectos es posible implementar herramientas tales como la Filosofía *LEAN*. Lo cual pudo ser observado en la prueba piloto realizada en el curso de Gerencia de proyectos donde se empleó la metodología de implementación de los principios *LEAN* para la evaluación de los proyectos evaluados y formulados por los estudiantes.
- La metodología empleada en esta investigación fue aplicada en la etapa de *Evaluación y formulación de proyectos*, de acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que los proyectos estructurados mediante la implantación de la filosofía *LEAN* siguiendo sus cinco principios muestran una tendencia positiva en sus resultados de evaluación financiera en cuanto a los dos criterios empleados VPN y TIR, lo cual indicó la factibilidad de llevar a cabo el proyectos a su ejecución.
- Al implementar la filosofía *LEAN* en los proyectos proporciona herramientas para analizar la factibilidad de llevar a cabo un proyecto, eliminando los procesos en su ejecución y entregando al cliente lo esperado por él.

- La filosofía *LEAN* puede resumirse en los cinco principios básicos que define esta corriente. Según (Lledó P. Rivarola G. Mecaru R. Cucchi D, 2006) los fundamentos de los principios *LEAN* deben buscar una visión de ganancias de largo plazo y no solo generar ganancias pasajeras.

4.2 Recomendaciones

- Como se observa la filosofía *LEAN* ha trascendido desde el sector de la producción, ha sido aplicada a la construcción y en la actualidad se encuentra vigente en la Gerencia de proyectos, donde puede 'explotarse' en la evaluación y en la ejecución de los proyectos haciendo uso de la aplicación de sus cinco principios que cimentan esta filosofía. Por ello deberá seguirse estudiando la aplicación de la metodología en los proyectos de los diferentes sectores económicos para alcanzar proyectos que generen valor al cliente y se eliminen desperdicios, logrando así un buen método de gestión para la mejora en la evaluación y ejecución de estos.
- La filosofía *LEAN* se aplica con el fin de obtener la eficiencia en los proyectos, cumpliendo los objetivos propuestos a un menor costo posible; sería muy importante que esta filosofía por medio de la implantación de sus cinco principios lograra la efectividad en los procesos de las organizaciones, donde *efectividad* constituye la relación entre los resultados (previstos y no previstos) y los objetivos, es una medida que reconoce resultados diferentes a los que fueron esperados en la delimitación de los objetivos de la iniciativa. (Mokate K. , 2002).

A. Anexo: Aplicación de los principios *LEAN* en proyectos

Proyecto N°1 - RCADT (Research Center for Advanced Decision Technologies)

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	RCADT (Research Center for Advanced Decision Technologies)	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Alejandro Londoño, Juan Calle	Terciario o sector de servicios

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<u>Definir el valor del producto = servicio y su costo objetivo</u> <u>Ver Entregable Ppio1</u>	35	5	175
2. Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	<u>1. Flujo de procesos, seleccione el proceso más crítico del proyecto y realice un diagrama de flujo de este.</u> <u>2. Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</u> <u>Ver Entregable Ppio2</u>	25	5	125
3. Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<u>Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).</u> <u>Ver Entregable Ppio3</u>	10	3	30
4. Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<u>Relacione los entregables a realizar al cliente por el producto o servicio que se generarán en el proyecto</u> <u>Ver Entregable Ppio4</u>	10	4	40
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<u>Defina un indicador de gestión por medio del cual mida mejoramiento que se pretende con el alcance del proyecto.</u> <u>Ver Entregable Ppio5</u>	20	4	80
			100		0
				Puntaje total calificación	450

Proyecto N°2 – Rededucar Reducción de la Huella de Carbono

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	Reducción de la Huella de Carbono	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Ricardo Suaza Gonzalez Orlando Arcila Montoya	Terciario o sector de servicios

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>Eficiencia Energética, disminución de costos financieros y gastos aumentado el valor de la empresa.</i> <i>Costo objetivo</i> <i>(Ver hoja EntregablePpio1)</i>	30	5	150
2.Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	1. Definir las soluciones con el cliente 2. Documento anexo	20	3	60
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).	30	4	120
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	Informe de aumento del valor de la empresa Montaje y certificado de reducción de huella de carbono	10	5	50
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	Aumento del flujo de caja libre de la empresa proyectado a 5 años	10	4	40
			100		0
				Puntaje total calificación	420

Proyecto N°3 – LIMSy

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	LIMSy	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Andrés Mauricio Atehortúa Yeferson F. Garzón Castro	Cuatenario Telecomunicaciones – Tecnología

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>Definir el valor del producto – servicio y su costo objetivo</i>	20	5	100
2.Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	1. <i>Flujo de procesos, seleccione el proceso más crítico del proyecto y realice un diagrama de flujo de este.</i> 2. <i>Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</i>	10	5	50
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).</i>	15	5	75
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Relacione los entregables a realizar al cliente en la ejecución y entrega final del proyecto.</i>	25	5	125
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>Defina un indicador de gestión por medio del cual mida mejoramiento que se pretende con el alcance del proyecto.</i>	30	5	150
			100		0
			Puntaje total calificación		500

Proyecto N°4 - DesenREdate

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	DesenREdate	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Lina Rodríguez Sandra Osorio	Terciario o sector de servicios

Instrucciones para el diligenciamiento del formato:

*En el campo "Nombre del entregable" se encuentra el entregable a realizar, el cual se explica en la presentación *LEAN*.

* En el campo "ponderación", registre el valor otorgado entre 1-100 puntos de acuerdo a aporte en grado de importancia de cada principio durante la evaluación del proyecto. Estableciendo el "peso" para los cinco principios, los 100 puntos son distribuidos en los cinco principios (al final la sumatoria de estos dará 100 puntos).

*En el campo puntaje: califique entre 1 a 5 puntos la importancia que le agregó cada uno de los principios para la definición y elaboración del proyecto. Siendo 1 poco importante y 5 muy importante

El campo Calificación no se diligencia.

Principios LEAN	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	Disponibilidad de espacios virtuales de expresión de opiniones, sugerencias e inquietudes con gestión dentro de los siguientes 15 minutos, permanente información de actualidad y de beneficios adicionales.	40	4	160
2. Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	Cadena de valor: ver hoja cadena de valor. Proceso crítico: Operación de la plataforma (para el flujo ver hoja "Flujo proceso crítico_Con muda"	15	4	60
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	Para ver actividades que agregan o no valor, ver hoja Agregación de valor. Para ver flujo de proceso optimizado (sin muda) ver hoja Flujo de proceso crítico_Optimizado.	15	5	75
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	Tablero de control con estadísticas de uso del servicio y recomendaciones para la creación y mantenimiento del buen nombre. Este informe se entregará en presentación Cristal Excelsius, que de forma interactiva presenta las estadísticas de interés y recomendaciones. Será acompañado de un informe impreso con resumen de cifras y estrategias recomendadas.	15	5	75
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	Indicador 1: % Disminución menciones negativas en internet Indicador 2: % Incremento menciones positivas en internet	15	5	75
			100		0
			Puntaje total calificación		445

Proyecto N°5 - GreenCity

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	GreenCity	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Claudia Milena Sabogal Serrano Ángel Múnera Pineda	Secundario o sector Industrial

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>Definir el valor del producto – servicio y su costo objetivo</i>	15	4	60
2.Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	<i>1. Flujo de procesos, seleccione el proceso más crítico del proyecto y realice un diagrama de flujo de este. 2. Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</i>	15	3	45
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).</i>	25	5	125
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Relacione los entregables a realizar al cliente en la ejecución y entrega final del proyecto.</i>	20	4	80
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>Defina un indicador de gestión por medio del cual mida mejoramiento que se pretende con el alcance del proyecto.</i>	25	5	125
			100		0
			Puntaje total calificación		435

Proyecto N°6 – Texsteam

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	Texsteam. Distritos de vapor para industria de acabados textiles	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Mauricio Toro Santiago García	Terciario o sector de servicios

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>El valor que se entregará al cliente es el vapor saturado que éste requiera para llevar a cabo sus procesos productivos medido en kilogramos a un menor costo que el kilogramo de vapor que el cliente produce actualmente; tercerizando los riesgos relacionados con la generación de vapor (legales, económicos, ambientales).</i>	30	5	150
2.Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	1. <i>Flujo de procesos del dimensionamiento del distrito de vapor</i> 2. <i>Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</i>	20	5	100
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).</i>	20	3	60
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Relacione los entregables a realizar al cliente por el producto o servicio que se generarán en el proyecto</i>	15	4	60
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>Operación del distrito de vapor</i> <i>kg vapor/costo de combustible</i>	15	4	60
			100		0
			Puntaje total calificación		430

Proyecto N°7 – TECNOMETALS RECYCLING

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	TECNOMETALS RECYCLING	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	YIKA Ibarguen David Gaviria	Terciario o sector de servicios

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>Definir el valor del producto – servicio y su costo objetivo</i> <i>Separación mecánica de residuos eléctricos en tramos de cable</i>	10	5	50
2.Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	<i>1. Flujo de procesos, seleccione el proceso más crítico del proyecto y realice un diagrama de flujo de este.</i> <i>2. Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</i>	30	3	90
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).</i>	15	3	45
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Relacione los entregables a realizar al cliente por el producto o servicio que se generarán en el proyecto</i> <i>- Se hace entrega de metales de Aluminio y Cobre granulado en sacos 20 kilos</i>	30	4	120
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>Defina un indicador de gestión por medio del cual mida mejoramiento que se pretende con el alcance del proyecto.</i> <i>Defina el indicador de gestión en este campo:</i> <i>Indicador de Cumplimiento con meta de Producción</i> <i>Total de Producción-TP= Número de Kilogramos procesado/Día</i> <i>IP=(Total Producción/Total Meta de Producción)*Día</i>	15	4	60
			100		0
			Puntaje total calificación		365

Proyecto N°8 – Centros Educativos Regionales

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS LEAN EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	Centros Educativos Regionales	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Mauricio Montoya Peláez Jhon Alejandro Bedoya	Secundario o sector Industrial

Principios LEAN	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento LEAN es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>La construcción de los centros educativos se realiza a partir de materiales de la región o sus alrededores para minimizar costos de transporte y crear un impacto económico en la región. Vale decir que se utilizará materiales auto sostenible como: Maderas, guadua, plástico (envases), cáñamo, paja, corcho, bambú, vinilo, chopo, pinos de rápido crecimiento, ladrillos con arena arcillosa, entre otros. No hay necesidad desplazamiento para la adquisición de materiales y disminuye el precio del producto final y crear un impacto ambiental al producto y un valor asequible al cliente a través de sus precios bajos.</i>	15	5	75
2. Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente. Desde realizar la investigación de mercados hasta la construcción del centro educativo	1. Diagrama de Flujo Ver Hoja "Diagrama de Flujo" 2. Cadena de Valor Ver Hoja "Cadena de Valor"	15	3	45
3. Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Actividades que agregan y que no agregan valor al cliente Ver Hoja "Entregable Ppio3"</i>	10	2	20
4. Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Infraestructura de formación adecuada, materiales de trabajo en la región, aplicaciones laborales en la región, formación técnica y tecnológica en la región, desarrollo en comunicaciones e información de la región con otras regiones locales y nacionales</i>	10	1	10
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>Uso racional de la energía Uso racional del agua Incremento de la calidad de vida para el usuario Tiempo de entrega (Ver Anexo Indicadores)</i>	50	4	200
			100		0
				Puntaje total calificación	350

Proyecto N°9 - NOFU-GAS

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	NOFU-GAS	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Hernando Alexander Yepes Tumay Juan Esteban Hernández Betancur	Secundario o sector Industrial

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	<i>Definir el valor del producto – servicio y su costo objetivo</i>	20	4	80
2.Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	1. <i>Flujo de procesos, seleccione el proceso más crítico del proyecto y realice un diagrama de flujo de este.</i> 2. <i>Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</i>	30	5	150
3.Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Tome el flujo del proceso crítico analizado en el principio 2, relacione todas las actividades y marque aquellas que generan valor y aquellas que no generan valor para su cliente (Ver hoja anexa EntregablePpio3).</i>	10	3	30
4.Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Relacione los entregables a realizar al cliente por el producto o servicio que se generarán en el proyecto</i>	20	3	60
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>Defina un indicador de gestión por medio del cual mida mejoramiento que se pretende con el alcance del proyecto.</i>	20	5	100
			100		0
			Puntaje total calificación		420

Proyecto N°10 – Ecoviss Construcción casas de interés social sostenible

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS *LEAN* EN PROYECTOS

Nombre del proyecto	Construcción casas de interés social sostenible	Sector de la economía aplicable al proyecto
Nombres de los integrantes del equipo	Juan Felipe Escobar y Jaime Andrés Martínez	Terciario o sector de servicios

Principios <i>LEAN</i>	Definición	Nombre del entregable	Ponderación del principio	Puntaje de aplicación del principio en el proyecto	Calificación
1.El Valor, definir el valor desde la perspectiva Cliente	El punto de partida para el pensamiento <i>LEAN</i> es el valor, el valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de producto específico (un bien o un servicio, y a ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.	VIVIENDA DIGNA, SALUDABLE Y SOSTENIBLE <i>Volverse más amigable con el medio ambiente puede disminuir sus costos e incrementar sus ingresos</i> <i>Al disminuir los costos de producción, al utilizar reciclaje de material, materiales de la misma zona, utilización de agua lluvia y freática, lo cual se refleja en un menor costo de producción y menor valor de la vivienda. Además se aumenta el valor intrínseco por ser amigable con el medio ambiente, en construcción y en uso en el tiempo</i>	30	5	150
2. Identificar el flujo del valor	El flujo del valor es el conjunto de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente.	1. <i>Flujo de procesos, seleccione el proceso más crítico del proyecto y realice un diagrama de flujo de este.</i> 2. <i>Elaborar la cadena de valor de procesos para llevar a cabo el proyecto.</i>	20	4	80
3. Optimizar el flujo del valor	Este principio puede aplicarse a cualquier actividad ya que la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, instrumentos y existencia necesarias para diseñar y suministrar un determinado bien o servicio generalmente pueden reducirse a la mitad muy rápidamente. A partir de aquí se puede mantener un progreso continuo para reducirlos de nuevo a la mitad al cabo del tiempo.	<i>Flujo crítico es el diseño, al ser la base de todos los proyectos, los proyectos deben "vestirse de lugar"</i>	30	4	120
4. Tirar el flujo de valor "Pull". Permitir que el cliente extraiga el valor	No solo hay que definir bien el valor, identificar su flujo y permitir que fluya sin obstáculos, sino que es necesario que el cliente pueda reconocer este valor y hacerlo suyo	<i>Vivienda ecológica y digna completamente acabada</i> <i>Planos, escritura, especificaciones, manual de uso</i>	10	3	30
5. La Perfección: Buscar permanentemente de la perfección	A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, a identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejen que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa.	<i>% de disminución de costos vs costos construcción tradicional</i> <i>% aumento de ingresos</i> <i>Número de viviendas construidas en el año</i>	10	3	30
			100		0
			Puntaje total calificación		410

Bibliografía

- Araujo, P. (2011). "Universidades Lean": Contribución para la reflexión. *Revista de la educación superior*. Vol. XL (4), No. 160, 152 - 175.
- Azharul, K., & Saviz, N. (2011). Lean Project Management in Large Scale Industrial & Infrastructure Project via Standardization. *Faculty of Built Environment and Engineering, Queensland University of Technology*.
- Benloch , M., Tienda, P., Romano, A., & Doria Gil, S. (2011). Un algoritmo matricial RUPSP / GRUPSP "sin interrupción" para la planificación de la producción bajo metodología LEAN Construction basado en procesos productivos. *Revista de la Construcción, Volumen 10 N°2*, 90-103.
- BID. (09 de 06 de 2013). *IADB*. Recuperado el 09 de 06 de 2013, de IADB:
<http://www.iadb.org/ove/spbook/laevalua.htm>;
<http://www.iadb.org/ove/SPBook/lamatriz.htm>
- Cárdenas, L. F., & Pellicer, E. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de Obras Públicas*, 46 y 47.
- Cataluña, U. P. (3 de Noviembre de 2012). *Universidad Politécnica de Cataluña*.
Obtenido de
<http://www.talent.upc.edu/professionals/presentacio/codi/309800/programas/mejora/lean/six/sigma/nivel/black/belt>
- Cleves Jr, J. A., & Michel, J. (2008). Lean project delivery: A winning strategy for construction and real estate development. *The Grant Thornton Newsletter*, 2-5.
- Colle, R. (13 de 03 de 2013). *Centro de Estudios Mediales*. Recuperado el 13 de 03 de 2013, de Centro de Estudios Mediales:
<https://www.razonypalabra.org.mx/libros/libros/TCSCres.pdf>
- Garay, J. A., Cicedo, P. F., & Cadavid, L. R. (2009). Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing. *Revista Sistemas y telemática Universidad UCESI*, 109-144.
- GEPUC. (11 de Agosto de 2012). *GEPUC*. Obtenido de <http://www.gepuc.cl/quienes-somos-fix/>

- Gómez, E., Torrealba López, Á., Ferrer Gisbert, P., Capuz Rizo, S., Gómez Navarro, T., Viancos Bono, J. L., & Martínez, S. (2000). *Cuadernos de ingeniería de proyectos III: dirección, gestión y organización de proyectos*. Valencia: Ed. Univ. Politécnica de Valencia.
- González, V., Martínez, P., & Da Fonseca, E. (2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación. *Revista Ingeniería de Construcción Vol. 24 No1*, 5-32.
- Jones, D. (15 de Septiembre de 2012). *LEAN Enterprise Academic*. Obtenido de Instituto LEAN: <http://www.leanuk.org/>
- Jones, D. T., & Womack, J. (2012). *LEAN Thinking*. Barcelona: Gestión 2000 PP17-130.
- Kenessey, Z. (01 de Marzo de 2013). *Onlinelibrary Wiley*. Obtenido de Onlinelibrary Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1475-4991.1987.tb00680.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de proyectos*. Buenos Aires: Prentice Hall. PP4,180-181.
- Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, E. J. (2006). *Administración LEAN de proyectos Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos*. México: Pearson Pentice Hall PP (1-7, 10, 15-31, 148-149).
- Manotas Duque, D. F., & Rivera Cadavid, L. (2007). LEAN Manufacturing Measurement: The Relationship between LEAN activities and LEAN Metrics. *Estudios Gerenciales Universidad UCESI. Volumen23 N°105*, 69-83.
- Mokate, K. (1998). *Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión*. Santa fé de Bogotá: Uniandes- (biblioclase) pag 29.
- Mokate, K. (2002). *INDES*. Recuperado el 09 de 06 de 2013, de INDES: http://www.eclac.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_eficiencia.pdf
- Moyano Fuentes, J., & Sacristán Díaz, M. (2011). Learning on lean: a review of thinking and research. *International Journal of Operations & Production Management. Volumen 32 N°5*, 551-582.
- Naäslund, D. (2008). Lean, six sigma and Lean sigma: fads or real process improvement methods? *Business Process Management*, 269-287.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2006). Estrategia y sociedad. *Harvard Business Review*, 10.

- Project Management Institute, I. (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)*. Pensilvania: 14 Campus Boulevard. Capítulo 1 (1,2).
- Robbins, S. P., & Judge, T. (2009). *Comportamiento organizacional*. México: Pearson Prentice Hall. PP529.
- Sánchez, T., Palacios, A., & Prida, B. (2008). Conocimiento, aplicación y resultados de las técnicas de Lean manufacturing en las empresas españolas. *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XII Congreso de Ingeniería de Organización*. Burgos, Spain.
- Sapag Chain, N., & Nassir Sapag, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Mexico: Mc Graw Hill PP14, 7-8.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Science Direct*, 7-8.
- UCESI, U. (03 de Noviembre de 2012). *Universidad UCESI*. Obtenido de http://www.icesi.edu.co/maestrias/industrial/estructura_curricular.php
- UPAEP. (09 de Agosto de 2012). *UPAEP*. Obtenido de http://www.upaep.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3643&Itemid=784
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Conceptos y reglas del LEAN Manufacturing*. México: Limusa pp (46,49,50, 53, 58, 59, 111).
- Walton, M. (2004). *El método de Deming en la práctica*. Bogotá: Editorial Norma pp(18-19).