



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

Aplicación del Mapa de Flujo de Valor para mejora de la eficiencia de los procesos de una empresa constructora en Varsovia (Polonia)

Presentado por

Frias Veloz, Cheryl

Para la obtención del

Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

Curso: 2017/2018

Fecha: 09/2018

Tutor: Vizcaino, José

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
LISTA DE FIGURAS	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.2 DELIMITACIONES.....	10
2. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS.....	11
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2.2 REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.3 ELECCIÓN DE LA EMPRESA/ PROYECTO	11
2.4 ENTREVISTAS.....	12
2.5 OBSERVACIONES	12
2.6 DESARROLLO DE HERRAMIENTA	12
2.7 RECOPIACIÓN DE DATOS	13
2.7.1 <i>Procesos de datos</i>	13
2.7.2 <i>Objetividad</i>	13
2.8 BARRERAS DE IMPLEMENTACIÓN	13
2.9 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	14
3. ESTUDIO DEL ARTE	15
3.1 PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA	15
3.2 FILOSOFÍA LEAN	17
3.2.1 <i>Inicios</i>	17
3.3 PRODUCCIÓN LEAN	19
3.3.1 <i>Principios</i>	20
3.3.2 <i>Eliminación de residuos</i>	21
3.3.3 <i>Definición de valor</i>	23



3.3.4	<i>Flujo de proceso constante</i>	23
3.3.5	<i>El principio "Pull"</i>	24
3.3.6	<i>Mejora constante</i>	24
3.3.7	<i>Cooperación</i>	24
3.4	METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS.....	25
3.4.1	<i>Justo a tiempo</i>	25
3.4.2	<i>Calidad y estabilidad</i>	26
3.5	GESTIÓN DE LEAN.....	27
3.5.1	<i>Obstáculos de la implementación Lean</i>	27
3.6	CONTEXTUALIZACIÓN. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	29
3.7	CONSTRUCCIÓN LEAN.....	31
3.7.1	<i>Plano Sistémico de objetivos</i>	32
3.7.2	<i>Plano sistémico de principios</i>	33
3.7.3	<i>Plano sistémico de procesos y métodos</i>	33
3.8	TÉCNICAS CONSTRUCCIÓN LEAN.....	36
3.9	MAPA DE FLUJO DE VALOR.....	38
3.9.1	<i>Etapas</i>	42
3.9.2	<i>Seleccione la familia de productos</i>	42
3.9.3	<i>Dibujar el mapa de estado actual</i>	43
3.9.4	<i>Dibujar el mapa de estado futuro</i>	44
3.9.5	<i>Iconos de Mapeo de flujo de valor</i>	46
3.10	MAPEO DEL FLUJO DE VALOR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	49
4.	CASO DE ESTUDIO	51
4.1	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	51
4.2	ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	53
4.3	ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	57
4.4	SELECCIÓN DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS.....	58
4.5	JUSTIFICACIÓN DE SELECCIÓN DE PROCESOS.....	60
4.6	PROCURA Y CONTRATACIONES. ACTUAL.....	61



4.7	PROCURA Y CONTRATACIONES. FUTURO.....	63
4.8	GESTIÓN DE DOCUMENTOS (CORRESPONDENCIA). ACTUAL.....	64
4.9	GESTIÓN DE DOCUMENTOS (CORRESPONDENCIA). FUTURO.	65
4.10	GESTIÓN DE DOCUMENTOS CONSTRUCCIÓN TERMINADA. FUTURO.	66
4.11	GESTIÓN DE NO CONFORMIDADES. FUTURO.....	68
4.12	GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE DISEÑO. ACTUAL.	69
4.13	GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE DISEÑO. FUTURO.....	71
5.	PLAN DE ACCIÓN	72
5.1	DESCRIPCIÓN.....	72
6.	CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES.....	78
7.	REFERENCIAS	80
8.	APÉNDICES.....	83

RESUMEN

Los niveles de improductividad en el sector de la construcción en comparación con otras industrias se ha considerado alarmante en los últimos años, por lo que, las principales empresas de la industria alrededor del mundo están tratando de reducir el costo y los desperdicios de los proyectos para mantener la competitividad en el mercado. En consecuencia, la aplicación de herramientas y técnicas para mejora de la eficiencia se ha convertido en una necesidad para las empresas. Las herramientas de la filosofía Lean se consideran actualmente los métodos más eficientes y avanzados para la gestión de procesos y eliminación de desperdicios en el flujo de los proyectos, por lo que la construcción Lean ha surgido como un nuevo modelo de gestión hoy en día.

El objetivo del siguiente proyecto es realizar un plan de mejora de la eficiencia de los procesos en un proyecto de construcción en la ciudad de Varsovia, Polonia utilizando una de estas de herramientas Lean: Mapeo de flujo de valor.

La metodología empleada para lograr este objetivo parte de una revisión bibliográfica seguida de entrevistas, observaciones y mapeo de procesos en todo el proyecto siguiendo los pasos de la herramienta, La participación de los equipos del trabajo se ha considerado vital para el análisis.

El mapeo del flujo de valor ha resultado una herramienta bastante efectiva para el análisis de los procesos e identificación de los puntos de mejora, de los cuales, los más importantes descritos son los procesos administrativos de procura y subcontrataciones y gestión de documentos.

Como resultado de la aplicación de la herramienta, se desarrolló un plan de acción para la mejora de los procesos estudiados, el plan ha resultado factible en términos organizativos y de flujo y actualmente ya se están implementando algunas acciones del plan.

Lista de Figuras

Ilustración 1 Pronóstico de valor de la construcción (Stadistics).....	6
Ilustración 2 Indices de productividad por sector ((CII)).....	7
Ilustración 3 Producción Lean (Koskela, Lean Productionin construction, 1993).....	19
Ilustración 4 Principios de Producción Lean (Peter Hines, 2004)	20
Ilustración 5 Identificación de los desperdicios (Liker, 2004)	22
Ilustración 6 Mapa del flujo de valor (Elaboración propia).....	39
Ilustración 7 Pasos del Mapeo del flujo de valor (Elaboración Propia)	42
Ilustración 8 Iconos de mapeo de flujo de valor.....	48
Ilustración 9 Mapa de proyecto (Elaboración propia)	53
Ilustración 10 vista en planta de proyecto (Gulermak Poland)	55

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores económicos más importantes del mundo, según la Oficina de Estadísticas Laborales (BLS) del Departamento de Trabajo de los EE. UU., El valor de la construcción en 2016 fue de US\$ 1.260.128 millones, representando el 8% del producto interno bruto (PIB) además, La industria empleó aproximadamente 7.614 millones de personas.

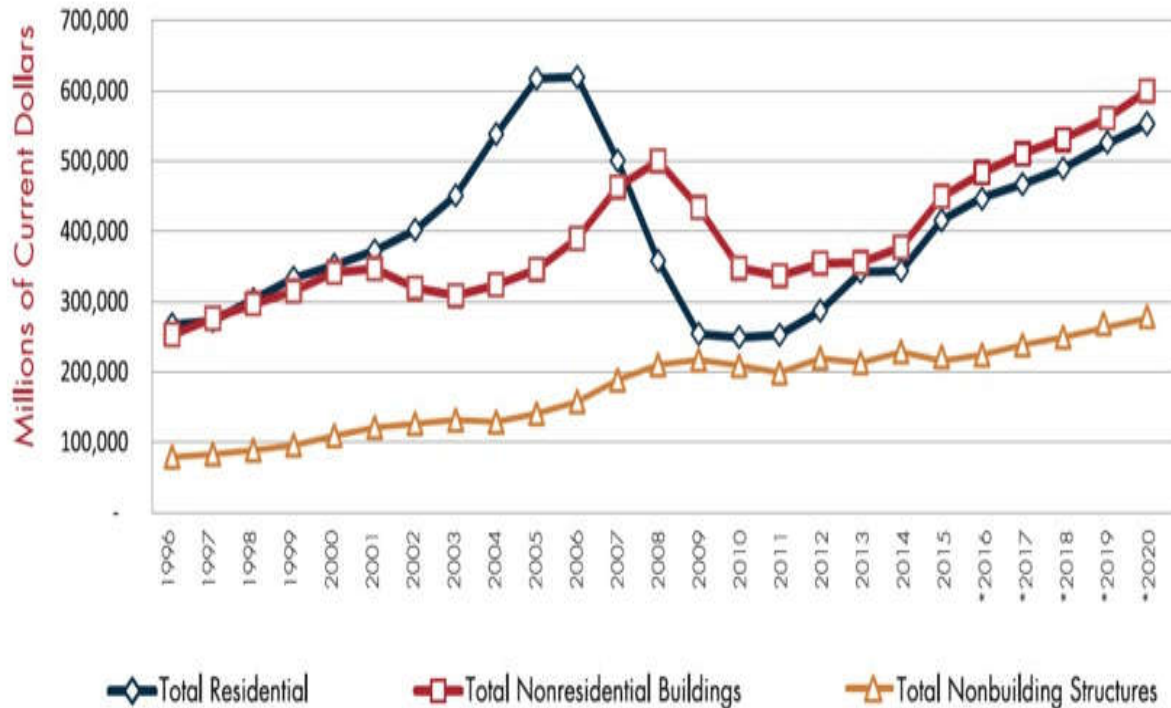


Ilustración 1 Pronóstico de valor de la construcción (Stadistics)

A pesar de estos números, la productividad en esta industria todavía deja mucho decir, la productividad en la construcción actualmente se expresa en términos cualitativos y no se puede analizar en términos cuantitativos, otro aspecto, es que la productividad general en la construcción es afectada por los controles regulatorios de los gobiernos, el medioambiente, los efectos climáticos, el costo de la energía y otros.

En base a la investigación de la compañía consultora McKinsey, la mejora de la productividad nunca ha sido el centro de atención de la industria de la construcción, probablemente, debido a la falta de un modelo que pueda unir todos los componentes fragmentados del proceso general de la construcción.

Lo planteado anteriormente se evidencia con los resultados de la Oficina Nacional de Estadísticas de Estados Unidos, que indica que en los últimos 40 años, la productividad de las industrias no agrícolas ha aumentado en más del 100%, mientras que la productividad de la industria de la construcción se ha ido deteriorando, una causa probable de esto, es que los costos laborales en el sector representa un valor importante (cerca del 40% según investigaciones) sin embargo, el mayor porcentaje de horas laborables son improductivas.

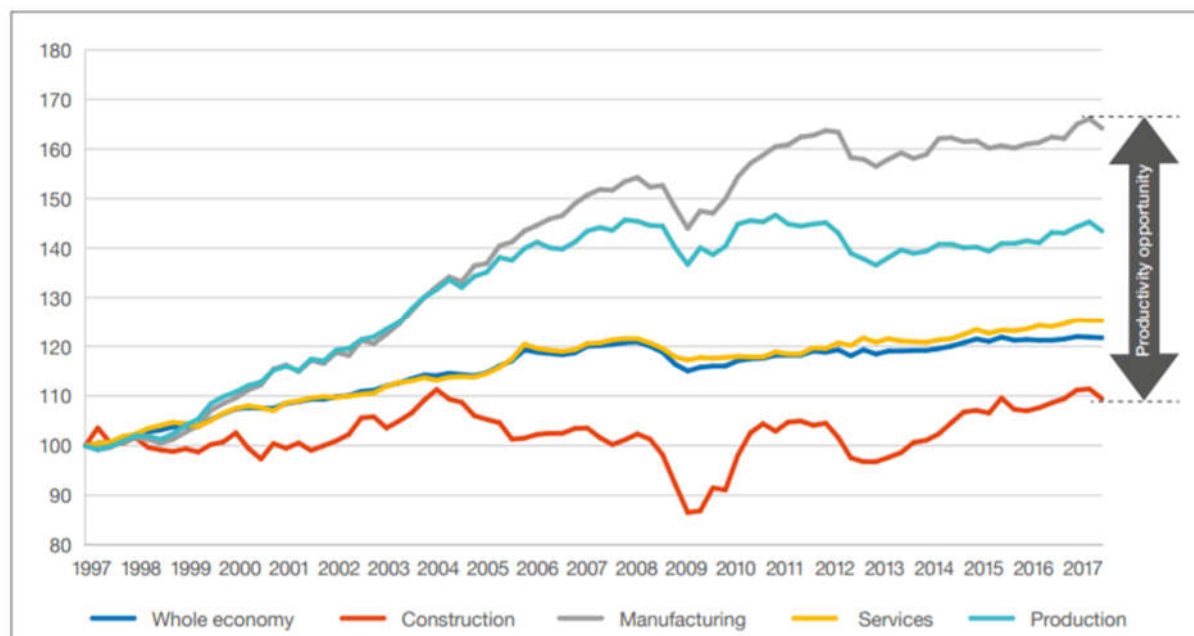


Ilustración 2 Índices de productividad por sector ((CII))

Esta baja productividad es causada también por el alto costo de actividades que no generan valor en diferentes aspectos del sector, en el artículo de las Naciones Unidas titulado "Construcción e Internet" (The Economist Intelligence Unit Limited, 2015), se señala que hasta el 30% de los costos de construcción es debido a ineficiencias, errores, retrasos y comunicaciones deficientes.



Otro dato interesante es el presentado por El Instituto de la Industria de la Construcción (CII) que estima en los Estados Unidos, el 10% del costo del proyecto se consume en repeticiones de trabajo por error y entre el 25 y el 50% de los costos de construcción se pierden por desperdicio e ineficiencias en el control de mano de obra y materiales. Las pérdidas también son causadas por errores en la comunicación de la información en la etapa de diseño. ((CII))

Otros autores plantean que los bajos niveles de productividad se deben también a la mala práctica de gestión y liderazgo de los recursos humanos y gerentes.

Además de los bajos niveles de productividad, otros problemas que enfrenta el sector de la construcción son: la mala calidad, niveles de seguridad deficientes, desviaciones en el cumplimiento de plazos y presupuestos, incertidumbre interna al tomar decisiones, entre otros.

Por lo tanto, la necesidad de aumentar la productividad en la construcción ha crecido en todo el mundo, a pesar de que en los últimos años el sector experimentó algunos cambios, todavía el nivel es muy bajo en comparación con el sector industrial, estos cambios se han producido debido a nuevas tecnologías y métodos tales como maquinarias más modernas y procesos de prefabricación y automatización.

Lauri Koskela, considerado uno de los pioneros en la filosofía "Lean", indica que las pérdidas radican en los procesos de flujo dentro del proceso de construcción, por ejemplo, aspectos como "No conformidad de los clientes", causan el 12% del costo total del proyecto; La "mala gestión de materiales" causa entre el 10 y el 12% del costo total de mano de obra y la "falta de seguridad" equivale al 6% del costo total del proyecto. (Koskela, Towards the theory of Lean Construction)

En conclusión, la baja productividad en la construcción se debe a factores de flujo y gestión y si se toma como punto de comparación la industria manufacturera, es bastante evidente la necesidad implementar un concepto como Lean Production a la industria de la construcción (Lean Construcción).

La experiencia Lean desarrollada por Toyota es considerada por varios investigadores como el único camino para la industria de la construcción. Los conceptos de Lean Construcción recientemente han recibido atención como una forma moderna de mejorar el rendimiento de la construcción y la mano de



obra. (Ahmed, 2011). Ahora bien, Lean Construction puede argumentarse como una opción estratégica siempre y cuando se implementa en un nuevo entorno, donde ciertas pruebas, como su idoneidad y aceptabilidad, deben realizarse antes de su implementación (Wijesiri, 2008)

El primer paso para aplicar esta estrategia es romper las barreras que existen entre los equipos de trabajo y construir relaciones a largo plazo que permitan la identificación de oportunidades de mejora.

Lean Construcción es un concepto aún nuevo para muchas industrias de la construcción en el mundo. De acuerdo con los autores Ballard y Howell, en países como Reino Unido, Australia, Estados Unidos y Brasil, se han obtenido importantes beneficios gracias a la adopción de los conceptos de Lean Construcción. (Howell, 2003)

Como resultado, las distintas herramientas que desarrolla la filosofía Lean resultan una estrategia atractiva para la mejora de la productividad en las empresas constructoras. Como consecuencia, el siguiente trabajo de investigación describe el desarrollo de una herramienta Lean: Mapeo del flujo de valor en una empresa constructora.

1.1 Objetivos

El objetivo general de este proyecto es desarrollar un plan de mejora de la eficiencia de los procesos de construcción y administrativos del proyecto aplicando la herramienta Lean *Mapa de Flujo de Valor*.

Los objetivos específicos son:

- Identificar y analizar los procesos que componen el proyecto.
- Selección de los procesos o familia de productos a aplicar la herramienta.
- Analizar la situación actual de los procesos elegidos a través del mapa de flujo de valor inicial.
- Identificar los desperdicios acordes a la filosofía Lean y los puntos de mejora.
- Preparar el plan de mejora y el mapa de flujo futuro ideal.

1.2 Delimitaciones

El estudio se limita al proyecto Diseño y Construcción del bypass sur de Varsovia de S2 Express Wall tarea-2. y en el intervalo de tiempo comprendido entre octubre de 2017 y marzo-2018.

Los objetivos propuestos no se realizarán a todos los procesos del proyecto, solo a aquellos elegidos siguiendo los criterios del equipo de trabajo y naturaleza del proceso, dicha elección será explicada en detalle más adelante.

2. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS

Los pasos seguidos para el desarrollo del proyecto se corresponden con la metodología establecida por la herramienta (Mapeo de flujo de valor). Cuyos pasos se describen a continuación.

2.1 Formulación del problema

Una breve revisión del estudio del arte acerca de la productividad en la construcción y el *concepto "Lean Construcción"* y sus herramientas, dio paso a estructurar y definir áreas problemáticas en los proyectos de construcción, en los que, puede ser aplicado el mapeo de flujo de valor para identificar desperdicios y como consecuencia mejorar la productividad.

2.2 Revisión de literatura

El estado del arte actual acerca de los temas y conceptos que se consideran relevantes para el proyecto es bastante amplio, por lo que la revisión de la literatura se inició definiendo conceptos claves de la industria de la construcción, sistemas de producción Lean, desperdicios y valor en la construcción, Lean en la construcción y por ultimo las herramientas, haciendo énfasis en el método de mapeo de flujo de valor.

La revisión del estado del arte se consideró esencial para el desarrollo del plan, pues es necesario construir una base teórica a fin de entender los conceptos y los pasos a seguir para desarrollar la herramienta. Un resumen de la revisión de la literatura se presenta en capítulos posteriores.

2.3 Elección de la empresa/ proyecto

Luego de establecer un claro marco conceptual se procedió a elegir el proyecto en el cual desarrollar el plan, la elección de la empresa madre resultó de un proceso de investigación del mercado local en Varsovia, tomando en cuentas los siguientes aspectos:

- Idioma de trabajo
- Tamaño de la empresa
- Áreas de actividad

- Accesibilidad

En vista de que la empresa contaba con varios proyectos en la ciudad, la elección del proyecto fue resultado de discusiones con la gerencia.

2.4 Entrevistas

Luego de la elección del proyecto, se realizó una sesión de entrevistas para conocer la estructura de organización del proyecto y construir una base para al proceso del análisis de la situación actual de los procesos.

Se entrevistaron los perfiles con las posiciones más gerenciales dentro del proyecto y aquellos que posiblemente tengan conocimientos y experiencia en el campo de Lean o gestión. Los resultados se presentan en capítulos anteriores.

Las entrevistas se realizaron con el fin identificar los procesos clave a analizar (familia de productos. Primer paso de la metodología del mapeo de flujo de valor), y recolectar toda la información relevante para el mapeo de la situación actual de los procesos elegidos. Se realizaron entrevistas en todo el proceso de desarrollo del proyecto, incluyendo la etapa final, donde se construyó el plan de implementación para la mejora.

El equipo del proyecto estuvo involucrado en todo el proceso de investigación y desarrollo.

2.5 Observaciones

La observación fue el método más utilizado para la recolección de datos. Las observaciones se realizaron siguiendo todos los procesos estudiados día a día por cinco meses en la oficina del lugar de construcción del proyecto.

2.6 Desarrollo de herramienta

El desarrollo de la herramienta se hizo siguiendo los pasos resultado de la revisión de la literatura y experiencia previa, tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos (personal y tiempo) e identificación de procesos claves.

2.7 Recopilación de datos

La recopilación de datos se hizo mediante las herramientas mencionadas anteriormente, observación, y entrevistas.

2.7.1 Procesos de datos

El proceso de datos se realizó siguiendo los pasos de la metodología del mapeo de flujo de valor, los cuales son:

- *Análisis de situación actual:* Mapeo de la situación actual utilizando las fuentes de recopilación de datos
- *Identificación de puntos de mejora.*
- *Propuesta de situación futura y mapeo.*
- *Construcción del plan de implementación.*

Estos pasos se desarrollan con más detalle más adelante.

2.7.2 Objetividad

Se hizo un esfuerzo para aclarar y justificar las decisiones tomadas en el estudio con el fin de dar al lector la oportunidad de examinar los resultados del estudio. Por lo tanto, esto mejorará la objetividad del estudio, que mediante el uso de la observación como método de recolección de datos que le dará un alto nivel de objetividad, sino también un alto nivel de fiabilidad y validez.

2.8 Barreras de implementación

El objetivo inicial de este proyecto era aplicar la herramienta a procesos administrativos y procesos de obra, pero por las barreras del idioma y seguridad, combinado con que la prioridad para la gerencia estaba en los procesos administrativos, el proyecto se limita a procesos administrativos

2.9 Definiciones y abreviaturas

Think Project: desarrolla un software de gestión documental para proyectos de construcción e ingeniería que satisface las necesidades de soluciones digitales del sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción).

Share Point: Un servicio basado en la nube, alojado por Microsoft, para empresas de todos los tamaños. Sirve para crear documentos e información con colegas, socios y clientes. Para comenzar a almacenar sus archivos en el sitio de su equipo.

Funcionalidad: función, acción o modulo en las plataformas y softwares.

Pull: término de la filosofía LEAN permite a cada etapa del proceso producir únicamente lo que su cliente (interno o externo) ha consumido; y solamente habrá producción cuando el cliente haya consumido producto. Algo parecido a los cafés que pedimos en una panadería, que solo se fabrican cuando el cliente lo necesita.

Reuniones Huddle: Consisten en reunir al equipo todas las mañanas, antes de empezar el trabajo, al menos durante 15 minutos para que se resuelvan distintas preguntas.

Author Supervision Card: documento del procedimiento de cambios de diseño de ejecución Formulario de cambios de diseño de ejecución

As Built: documentos de obra ejecutada, es decir, documentación que reflejan lo que realmente se ha construido. A veces es muy diferente al proyecto inicial.

IFS: Es un conjunto de sistemas de información que permite la integración de ciertas operaciones de una empresa, especialmente las que tienen que ver con la producción, la logística, el inventario, los envíos y la contabilidad.

MFV: Mapeo de flujo de valor

3. ESTUDIO DEL ARTE

3.1 Productividad y Eficiencia

En vista de que el objetivo general de este proyecto es construir un plan que mejore la *eficiencia* de los procesos del proyecto, es importante conceptualizar eficiencia y productividad para el desarrollo del plan.

La productividad en términos generales es la relación entre los recursos empleados en un proceso y la cantidad de productos obtenida, es decir, la relación de la salida y la entrada a un sistema.

Además, la productividad también puede medirse en función del tiempo, esto quiere decir que mientras **menos tiempo** se emplee en obtener un producto determinado, podemos considerar que el sistema es más productivo.

Tener una mayor productividad, utilizando los mismos recursos, resulta en mayor rentabilidad para la empresa. De allí que el concepto de productividad sea aplicable a una empresa industrial o de servicios, a un comercio particular, a un ramo de la industria o, incluso, a toda la economía de una nación.

La productividad laboral, por su parte, puede medirse en función de las horas de trabajo necesarias para la obtención de un producto determinado.

La eficiencia, por su parte, tiene varias definiciones según diversos autores:

Según Idalberto Chiavenato, eficiencia "significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados" (Chiavenato, 1999)

Para Koontz y Weihrich, la eficiencia es "el logro de las metas con la menor cantidad de recursos". (Weihrich, 2012)

Según Samuelson y Nordhaus, eficiencia "significa utilización de los recursos de la sociedad de la manera más eficaz posible para satisfacer las necesidades y los deseos de los individuos". (Paul Samuelson, 1998)

Acorde al Diccionario de Marketing, de Cultural S.A., la eficiencia es el "nivel de logro en la realización de objetivos por parte de un organismo con el menor coste de recursos financieros, humanos y tiempo, o con máxima consecución de los objetivos para un nivel dado de recursos.

La más acertada a utilizar en este proyecto es entonces:



"Optima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados"

Por tanto, el plan de acción a implementar en este proyecto será enfocado a mejorar:

- *Cantidad de recursos*
- *Tiempo de empleo en los procesos*
- *Realización de objetivos.*

3.2 Filosofía Lean

3.2.1 Inicios

La filosofía Lean nació en la industria manufacturera, específicamente en el sistema productivo desarrollado en Japón durante la década de 1980 por Toyota, dicho sistema llamó la atención del mundo debido al diseño de los coches más rápidos, con más fiabilidad y, sin embargo, a un costo competitivo en comparación con otros fabricantes de vehículos.

El término Lean en la producción fue acuñado por Toyota y fue popularizado por Womack, Jones y Roos en 1990 en el libro aclamado por la crítica "La máquina que cambió el mundo." Según Womack, Jones y Roos la Producción de Lean se describe como un método que combina las ventajas de la producción artesanal y la producción en masa, evitando los altos costos de producción artesanal y evitando la rigidez de la producción en masa. (Roos & Womack, 1991)

Vale la pena resaltar que los sistemas americanos de producción también tienen una gran influencia en este sistema pues el desarrollo del sistema de producción Toyota (TPS) fue motivado en primera instancia por la ardua investigación de los japoneses en la industria de la fabricación estadounidense utilizando recursos y desarrollando varios conceptos norteamericanos en su filosofía. La familia Toyota hizo dos visitas largas a los sistemas americanos de producción y una realizó una evaluación comparativa exhaustiva de las plantas de fabricación de Henry Ford en 1929 y en 1950.

Debido al hecho de que el término Lean Producción se crea como un intento de describir una filosofía de fabricación completa derivado del TPS, no existe una definición única aceptada. Algunos autores resaltan que el concepto Lean es el resultado de aplicar el TPS a todas las áreas de un negocio y Womack, Jones y Roos definen Lean como una filosofía que sigue 5 pasos básicos:

- Definir el valor del cliente.
- Definir el flujo de valor.
- Flujo constante.
- Procesos "Pull".
- Mejora constante.

Por su parte, (Liker, 2004) plantea que el sistema de producción Toyota se basa en 14 principios, los cuales, se detallan a continuación.

- Base sus decisiones en una filosofía a largo plazo. Esto es lo correcto para la empresa, sus empleados, la sociedad.
- Crea flujo continuo. salen a la superficie. Por implementación, problemas y procesos. Se detectan errores de calidad en la cantidad de trabajo de desecho.
- Use sistemas de extracción para evitar la sobreproducción. Desafortunadamente, no todos los procesos se pueden hacer en un solo flujo.
- Nivelar la carga de trabajo reduce la desigualdad. Haciendo la misma cantidad de productos diferentes. Sobre todo, es una demanda cada vez más exigente y fluida para procesos ascendentes.
- Detener y solucionar el problema para crear calidad, un método para detectar defectos. Es mejor detener la producción que pueda crear el problema de crear más defectos.
- trabajar con estándares. Cuando cada empleado hace el trabajo de la misma manera, es más fácil mejorar de la mejor manera.
- Hacer que los problemas sean visuales El sistema 5S (Ordenar, Enderezar, Brillar, Estandarizar y Sostener) se puede ver como un sistema de flujo de información.
- Utilice solo tecnología confiable.
- Haga crecer a sus líderes internamente.
- Desarrollar personas y equipos especiales. Promover el trabajo en equipo y garantizar que las cosas sucedan. El líder del equipo debe ser un facilitador de su equipo.
- Respete a sus socios de red.
- Ve a ver las cosas por ti mismo.
- Tomar decisiones lentamente por consenso e implementarlas de acuerdo con el principio 2-8. Para cada problema: vaya a la planta incluya a todos los miembros del equipo e investigue todas las soluciones posibles.
- Usar Hansei (reflexión) y Mejora Continua (Kaizen) para convertirse en una Organización de Aprendizaje.

El inicio del término “Lean” se deriva sin lugar a dudas del Toyota Producción System (TPS) y sus principios resaltado por distintos autores.

3.3 Producción Lean

Como se resalta en el capítulo anterior, el término Lean inicia en la industria de la manufactura, específicamente en la producción, por lo que los primeros conceptos de la filosofía se basan en sistemas de producción.

En base a los estudios de Lauri Koskela en su publicación “Lean Producción in Construction” en 1993, Lean se basa en que hay dos aspectos básicos en todos los sistemas de producción: actividades de flujo y actividades de conversión. Si bien todas las actividades incluyen consumo de costo y tiempo, solo las actividades de conversión agregan valor al producto o proyecto final. Por lo tanto, la mejora de las actividades de flujo (inspección, espera, movimiento) a través de las cuales las actividades de conversión están unidas se centra principalmente en reducirlas o eliminarlas, mientras que las actividades de conversión deberían ser más eficientes. *(Koskela, Lean Production in construction, 1993)*

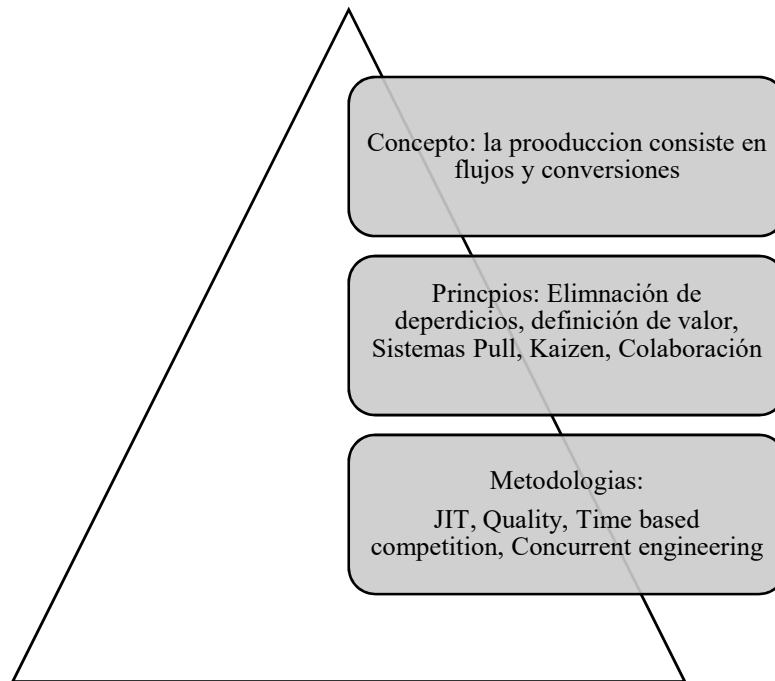


Ilustración 3 Producción Lean *(Koskela, Lean Production in construction, 1993)*

3.3.1 Principios

Algunos autores resumen los principios de Lean Production de la siguiente manera:

- Reducir las actividades que no agregan valor.
- Incrementar el valor del producto o proyecto mediante una consideración sistemática de los requisitos del cliente.

- Reducir la variabilidad
- Reducir los tiempos de ciclo
- Simplificar, minimizando el número de pasos, partes y enlaces.
- Aumenta la flexibilidad de salida del producto o proyecto
- Aumentar la transparencia del proceso

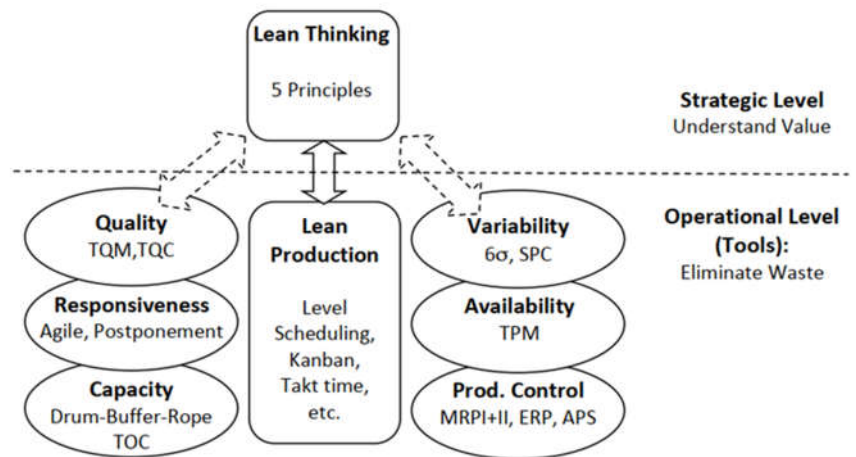


Ilustración 4 Principios de Producción Lean (Peter Hines, 2004)

- Control enfocado en el proceso completo
- Mejora continua
- Equilibrar la mejora de las actividades de flujo con la mejora de las actividades de conversión
- Benchmarking

Sin embargo, en base a la literatura más actualizada, los autores han concluido que los principios más importantes de la producción Lean son los descritos a continuación:

3.3.2 Eliminación de residuos.

Los “desperdicios” o residuos para la filosofía Lean, se conocen como actividades o procesos que no agregan valor y son conocidos por los practicantes Lean como “los Ocho Desechos”. Taiichi Ohno (co-desarrollador del Sistema de Producción de Toyota) sugiere que estos desperdicios causan hasta el 95% de todos los costos en entornos de fabricación no Lean. Estos desechos son:

1. Sobreproducción - Producir más de las demandas del cliente. El objetivo Lean es fabricar en base a un sistema de extracción, o producir productos tal como los clientes los ordenan.

2. Espera: esto incluye la espera de material, información, equipos, herramientas, etcétera. Lean exige que todos los recursos se proporcionen en el momento justo (JIT), ninguna demasiado pronto ni demasiado tarde.

3. Transporte: el material debe entregarse en su punto de uso. En lugar de enviar las materias primas del proveedor un lugar de recepción, procesarlas, trasladarlas a un almacén y luego transportarlas a la línea de ensamblaje, Lean exige que el material sea enviado directamente del proveedor a la ubicación de la línea de ensamblaje donde será utilizado, esto siempre que sea posible.

4. Re- proceso: algunos de los ejemplos más comunes de esto son la reelaboración por errores (el producto o servicio debe haberse realizado correctamente la primera vez), este desperdicio implica pagar el proceso ya realizado sin éxito y pagar nuevamente para la corrección.

5. Exceso de inventario: relacionado con la sobreproducción, el inventario más allá de lo necesario para satisfacer las demandas de los clientes tiene un impacto negativo en el flujo de efectivo y utiliza un valioso espacio en el piso. Uno de los beneficios más importantes para la implementación de principios Lean en las organizaciones de fabricación es la eliminación o el aplazamiento de los planes para la expansión del espacio de almacenamiento.

6. Defectos: los defectos de producción y los errores de servicio desperdician recursos de cuatro maneras. Primero, los materiales se desperdician, en segundo lugar, la mano de obra utilizada para producir la pieza (o prestar el servicio) la primera vez no puede recuperarse, en tercer lugar, se requiere

mano de obra para volver a trabajar el producto (o rehacer el servicio y, en cuarto lugar, se requiere mano de obra las quejas de los clientes que se presenten.

7. Movimiento Excesivo: El movimiento innecesario se produce por un flujo de trabajo deficiente, deficiente diseño y limpieza y métodos de trabajo incoherentes o no documentados.

8. Personas subutilizadas: esto incluye la subutilización de habilidades físicas y habilidades mentales.

Para la identificación de los desperdicios en un proceso existen diversas herramientas, algunas desarrolladas dentro de la filosofía Lean. Una de ellas es el Toyota Practicar Solvinf Process. (Liker, 2004)

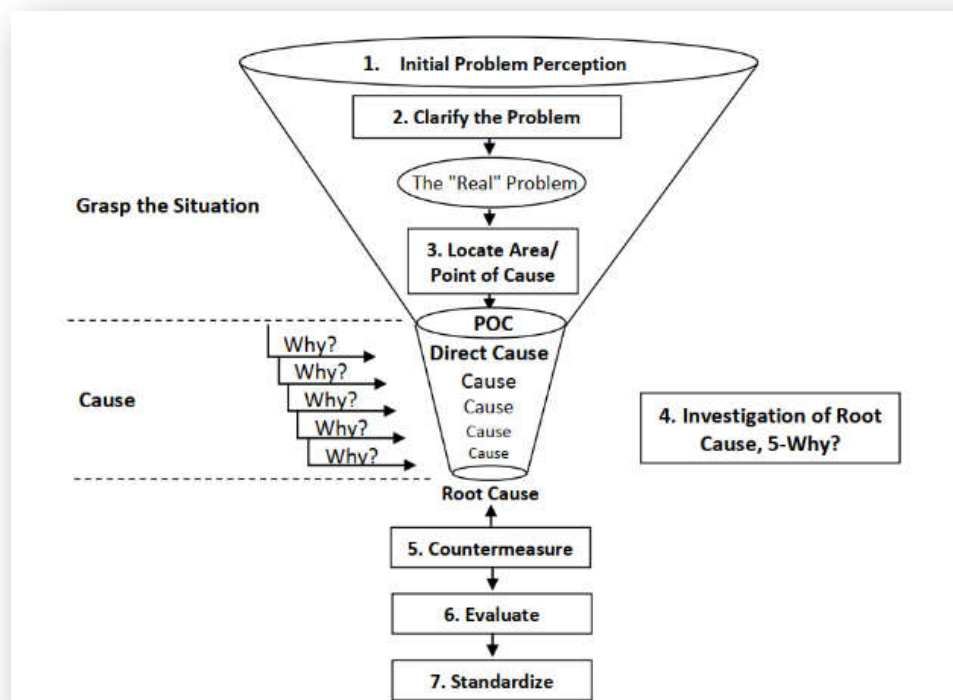


Ilustración 5 Identificación de los desperdicios (Liker, 2004)

Otras herramientas para la identificación de los desperdicios son el diagrama de Ishikawa también conocido como diagrama causa y efecto o de espina de pescado y el mapeo de flujo de valor.

3.3.3 Definición de valor.

El valor del producto o proyecto de acuerdo con el pensamiento Lean se especifica de acuerdo con los criterios del cliente, completamente a sus necesidades y fabricado por el productor. El proceso de definición del valor debe estar sincronizado con los objetivos del cliente.

Por lo tanto, la empresa puede identificar el flujo de valor total para cada producto. El flujo de valor consiste en todas las actividades específicas requeridas para entregar un producto o proyecto, estas actividades se dividen en tres áreas o etapas de gestión: diseño (concepto, estructura, preparación de producción, lanzamiento de producción), gestión de información (ordenamiento, establecimiento de fecha límite, entrega) y transformación (de materia prima a producto terminado).

En el marco del análisis del flujo de valor, se pueden establecer varias categorías de actividades:

- Actividades de creación de valor. Se refiere a la transformación directa del producto o proyecto por lo que el cliente realmente va a pagar.
- Actividades que no crean valor, pero son necesarias: estas contribuyen solo indirectamente a un aumento en el valor del producto. Apoyan las actividades de creación de valor y, por lo tanto, también se las denomina obras de apoyo.
- Actividades que no crean valor (desperdicio): estas son las actividades no planificadas que no contribuyen, directa o indirectamente, a la creación de valor del producto. (Cwik, Nowak, & Roslon, 2017)

3.3.4 Flujo de proceso constante.

Este principio tiene como objetivo reducir el “lead-time” o tiempo total del proceso de una pieza, documento, servicio, y permite descubrir los problemas de calidad. El flujo ideal es el de “una sola pieza” (no los lotes) que se procesa sin interrupciones, sin transportes, ni colas ni esperas, y al ritmo (“takt time”) que marca la demanda (“pull”)



3.3.5 El principio "Pull".

Establece que los sistemas deben producir siguiendo el pedido del cliente. La forma tradicional es operada por un Sistema Push o de empuje. Este principio está dirigido al control de procesos de producción, enfocado en el consumo necesario y real de materiales en el lugar de ensamblaje. Como resultado, es posible mejorar los procesos de fabricación de la construcción a través de la reducción de la complejidad. Los procesos logísticos y los procesos de producción de construcción y ensamblaje operan de acuerdo con la demanda del cliente y esto permite evitar una gran acumulación de existencias. (Vishal, Jose Fernández, Sarel, & Zofia K., 2010)

3.3.6 Mejora constante.

El "Kaizen" en japonés significa mejora, involucra la mejora continua en todos los niveles en la organización desde la alta dirección, a los gerentes y luego a los supervisores y a los trabajadores. Según Imai, esta filosofía supone que "nuestra forma de vida, ya sea nuestra vida laboral, nuestra vida social o nuestra vida hogareña, merece ser constantemente mejorada". (Howell, 2003)

3.3.7 Cooperación.

La implementación de Lean requiere una cooperación estricta entre todos los socios del proyecto, sin colaboración o cooperación Lean es imposible de lograr.

3.4 Metodologías y herramientas

Acorde con (Ballard & Howell, 1994) entre las metodologías para lograr la producción Lean se encuentran las siguientes más importantes:

- Justo a tiempo (Just in time)
- Gestión de calidad total
- Competencia basada en el tiempo
- Ingeniería concurrente
- Administración basada en Valor
- Manejo visual
- Mantenimiento productivo total
- Participación de los trabajadores.

A continuación, se detallan los más importantes:

3.4.1 Justo a tiempo.

El objetivo de Justo a tiempo (JIT) es suavizar el flujo de materiales de los proveedores a los clientes, lo que aumenta la velocidad del proceso de fabricación. JIT es una combinación de control de inventario, control de calidad y de las funciones de gestión de producción. La gestión, además, enfoca la calidad de dos maneras: Primero, se concentra en el aspecto filosófico de la mejora de la calidad haciendo la calidad sea responsabilidad de todos, y luego se centra en la implementación efectiva de técnicas de control de calidad y compra de piezas en lotes pequeños. Los lotes pequeños requieren menos espacio y tiempo. Menos espacio y tiempo requieren menos personas e instalaciones para completar el mismo trabajo. Además, pequeños lotes reducen la cantidad de inspecciones, y los defectos pueden ser detectados inmediatamente. Por lo tanto, cuando las partes se compran constantemente en tamaños de lotes pequeños con entregas.



Justo a tiempo significa, en general, la parte apropiada de la producción está disponible en el momento apropiado, en la cantidad y calidad requeridas y en el lugar correcto.

3.4.2 Calidad y estabilidad

Este principio establece, en primer lugar, el principio de prevención de errores. Esto se ha aplicado en métodos como 5S, Poka Yoka. La base de este principio es que "la gestión de la calidad se debe realizar en cada etapa de las operaciones, desde la planificación y el diseño a través de la inspección, hasta el monitoreo continuo del proceso para las oportunidades de mejora" (Alireza Anvari, 2011)

3.5 Gestión de Lean

La administración tradicional en la industria de la construcción dedica bastante energía y recursos a la planificación de proyectos y al desarrollo de los cronogramas, presupuestos y otros. Existen diferencias entre los sistemas de gestión tradicional y el sistema Lean. (Ballard & Howell, 1994)

En la gestión tradicional, el equipo del proyecto es responsable de encontrar los métodos para cumplir los presupuestos y el cronograma de control. Generalmente, la gestión tradicional no identifica si hay razones legítimas para no cumplir con los presupuestos de control y el cronograma y si no se hace, no se aprende y se mejora, tradicionalmente, se asume que todo el trabajo y los recursos se pueden coordinar mediante cronogramas, y la incapacidad de realizar el cronograma es rara o evidencia de falta de compromiso. La forma tradicional de ver la gestión es mejorando el rendimiento de las operaciones individuales, pero sin mejorar el rendimiento del total del proyecto.

El objetivo principal de la gestión Lean es la generación de valor y la eliminación de cualquier residuo que surja en el marco de la fabricación de bienes y servicios. Todas las actividades y recursos que no son necesarios para elevar la calidad del producto son innecesarios y deben eliminarse. El objetivo de aumentar la capacidad de producción, así como una producción más rápida, son factores importantes en términos de competencia y participación de mercado.

3.5.1 Obstáculos de la implementación Lean

Cambiar la cultura es el problema. Si la fuerza laboral percibe que Lean les causaría mayores inconvenientes, es posible que no acepten esta filosofía, especialmente a largo plazo. (Wijesiri, 2008)

(Garnett, 2016) indica que lo que a menudo se pasa por alto en un proceso de implementación Lean es cualquier proceso de cambio organizacional que se presente, lo cual es un tema importante para evaluar.

En un ejemplo de proceso de implementación por parte de siete empresas constructoras de Chile, indicado en (Alarcó, Diethelm, Rojo, & Calderon, 2005) concluyen que la necesidad de compromiso y apropiación en todos los niveles organizativos es esencial para el éxito de los procesos Lean. La efectividad



de las relaciones de comunicación entre las partes interesadas junto con el entendimiento del concepto Lean hacen posible una implementación rápida, Lean trata sobre la construcción de confiabilidad.

La teoría de la fabricación Lean se basa en varios principios clave descritos en capítulos anteriores, la transferencia de estos principios desde la fabricación al dominio de la construcción es de interés continuo para los investigadores de la construcción, sin embargo, modificar los procesos de construcción reales es costoso, lento y difícil (A., Diekmann, & Brown, 1999) Otro aspecto que desafía a los defensores de la construcción Lean es la identificación sistemática y la cuantificación de los desechos, el desarrollo de operaciones Lean y la verificación constante de mejora.

Otro punto de vista es que la implementación de conceptos Lean requiere un cambio fundamental de las estructuras tradicionales en términos de organización y comportamiento. Howell y Ballard (1998) describe que se debe desarrollar el pensamiento sistémico con vista a cambiar los modelos mentales. Además, según (Johansen, 2007) debe aceptar que existe una resistencia profunda a la toma de decisiones descentralizada.

3.6 Contextualización. Industria de la Construcción

La industria de la construcción tiene ciertas diferencias con la industria de manufactura, Lauri Koskela identificó cuatro peculiaridades del sector:

1. La naturaleza del proyecto es única.
2. El proyecto se produce en el mismo sitio de futuro uso.
3. Estructura multidisciplinaria.
4. Intervención constante gubernamental y regulaciones medioambientales.

Además, Koskela identifica otros factores únicos para la industria de la construcción, tales como la durabilidad, la complejidad y la incertidumbre. Otra particularidad de la construcción es que la industria se compone de muchas partes interesadas: contratistas, subcontratistas, diseñadores y arquitectos, organizaciones con diferentes prácticas (Koskela, *Lean Production in construction*, 1993)

En vista de estas peculiaridades, la industria de la construcción ha rechazado muchas ideas de fabricación Lean debido a la creencia de que la construcción es diferente. El diseño y la construcción de proyectos únicos y complejos en entornos altamente inciertos bajo gran tiempo y la presión del cronograma es fundamentalmente diferente de la fabricación de en lotes. En la fabricación, el trabajo se mueve a través de una línea que está basada en el diseño de la fábrica. El trabajo de construcción se mueve desde un acto administrativo, la planificación, en este sentido, la construcción está dirigida por directivas y, por lo tanto, medir y mejorar el rendimiento del sistema de planificación es la clave para mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo. La medición del rendimiento del sistema de planificación refleja nuestra comprensión de causa y efecto. (University of Berkeley, 1999)

Según Ballard, diseñar y fabricar productos la primera vez es de lo que se tratan los proyectos de construcción y los coloca en la misma clase de otros proyectos especiales como la construcción naval, producción de películas, ingeniería de software y desarrollo de productos personalizados para clientes.



La industria de la construcción tiene muchas áreas y disciplinas especializadas, gestionar la interacción entre las actividades y los efectos combinados de la dependencia y la variación, es esencial si queremos entregar proyectos en el menor tiempo posible.

El primer objetivo lógico es el sistema de planificación en la industria de la construcción, pero también se deben considerar otros sistemas como el de diseño, adquisición y logística. Se entiende que será necesario cambiar la organización para respaldar estos sistemas. El desperdicio en la construcción se produce principalmente en la interacción entre comercios. (Ahmed, 2011)

Como se ha descrito anteriormente, la productividad en la construcción en comparación con la productividad en los otros sectores económicos es abismal, por lo que existe la necesidad de adoptar conceptos de la industria manufacturera a la construcción, ajustándose a las peculiaridades presentadas.

3.7 Construcción Lean

Este enfoque de gestión de la producción describe algunos conceptos clave, entre los más importantes están *el valor, el flujo y el sistema "pull"*. El valor se entiende como un concepto de producción, no como un concepto económico. El flujo es el movimiento de materiales e información a través de redes de especialistas interdependientes, es casi invisible para aquellos que ven a través de los ojos de la gestión de proyectos tradicionales y el sistema pull es un método de producción centrada en los requerimientos del cliente y no en la capacidad existente.

De acuerdo con todos estos puntos tenemos que:

La construcción Lean es el resultado de la aplicación de una nueva forma de gestión de producción para la construcción. Las características esenciales de la construcción Lean es que crea un conjunto claro de objetivos para el proceso de entrega, dirigido a maximizar el rendimiento para el cliente desde el nivel inicial del proyecto, para el diseño simultáneo de producto y proceso y para la aplicación de control producción durante la vida del producto desde el diseño hasta entrega final.

Los principios básicos de Lean Construcción son entonces la *eliminación de las actividades de flujo sin valor agregado* y hacer que las *actividades de conversión sean más eficientes*. Además, se han presentado otros principios tales como:

- Desarrollar una mejora continua en el proceso.
- Reducir la variabilidad.
- Reducir los tiempos de ciclo.
- Minimizar la cantidad de pasos, partes y enlaces.
- Aumentar la flexibilidad de entrega.
- Aumentar la transparencia del proceso.

- Control de enfoque en el proceso completo.
- Equilibrar la mejora del flujo con la mejora de la conversión.
- Benchmarking

Este sistema de proceso de construcción Lean se divide en tres planos: objetivos, procesos, métodos y principios. (Cwik, Nowak, & Roslon, 2017)

3.7.1 Plano Sistémico de objetivos

En este punto, según el autor, el **objetivo es el cliente**, (teniendo en cuenta que el cliente es cualquier proceso que necesite la salida del proceso actual para empezar) y el cumplimiento de sus necesidades y expectativas. Este objetivo básico sirve de base para el desarrollo de los siguientes objetivos parciales:

- Eficacia: mayor efectividad de los procesos para reducir los costos de construcción, p. limitando el desperdicio en la implementación de procesos de trabajo.
- Claridad: para garantizar la acción general y sistemática, es necesario definir los procesos de construcción. Los siguientes componentes son necesarios para lograr este objetivo:
 - Definición precisa de la posición y las competencias del empleado en la organización del proyecto
 - Diseñar las herramientas de monitoreo para que se pueda obtener una imagen del estado de la implementación de los procesos.
 - Introducción de métodos de visualización, permitiendo la comunicación del estado del proceso a los empleados directamente y en el sitio.
 - Formulación del sistema de flujo de información.
- Flexibilidad: las organizaciones de construcción son sistemas sociotécnicos que permiten la implementación de estructuras de procesos complejas y, por lo tanto, la cooperación requiere una gran flexibilidad de los que forman parte del proyecto, esto, para garantizar que los medios necesarios de control de los procesos específicos se implementan a tiempo.
- Estabilidad: los procesos en los proyectos de construcción deben implementarse de manera estable

3.7.2 Plano sistémico de principios.

Los principios de la construcción Lean se corresponden con los principios de la producción Lean, teniendo que:

- Se debe tener en cuenta la separación de la generación de valor a partir de los residuos: la generación de valor en el sentido económico se define como la diferencia entre el valor de producción obtenido y el planificado. Dentro de una corporación y en el marco del proceso de implementación de un proyecto de construcción específico, es necesario desarrollar en la conciencia de los empleados que el objetivo de sus obras, generan un valor combinado desde la perspectiva **del cliente**. Es necesario distinguir **actividades asociadas al aumento de valor** (procesos básicos, valor de la de resultan en un aumento directo), **actividades de desechos ocultos** (procesos auxiliares son necesarios para llevar a cabo los procesos básicos pecado generar un incremento directo de valor para los resultados) y **actividades no ocultas de residuos** (por ejemplo, tiempo de espera debido a disturbios);
- Fomentar la centralización de la generación de valor: orientación de la empresa en el proceso de creación de valor.
- Cooperación basada en trabajo en equipo: en el sistema sociotécnico del proyecto de construcción, para implementarlo de manera eficiente, es necesario establecer un vínculo entre los empleados en el marco de la empresa.
- Organización de procesos según métodos Lean: en relación con el sitio de construcción, es necesario garantizar una representación sólida de las cuadrillas de trabajo. Esto se puede lograr gracias al principio de "pull".

3.7.3 Plano sistémico de procesos y métodos.

Los procesos a aplicar en la construcción Lean se resumen en:

- Gestión orientada a procesos de campo.
- Gestión operacionales de la implementación. se refiere directamente a la etapa de preparación de las obras y a todo el proceso de construcción. Un aspecto significativo es la producción continua, entendida como distribución del trabajo.

Como resultado, se deben establecer cronogramas semanales precisos para la implementación de los trabajos para todos los equipos de trabajo, proporcionando una referencia específica al proceso de producción. Para adaptar y verificar el progreso de los procesos de implementación y producción, es necesario llevar a cabo reuniones, como se explica en la metodología del sistema *Ultimo Planificador*.

Un medio de visualización es un componente muy significativo del trabajo en un sitio de construcción. El avance de secciones específicas de los trabajos debe discutirse directamente en el sitio, para que el equipo del proyecto pueda hablar sobre los parámetros importantes, como los plazos, la limpieza y el orden en el sitio, la calidad, la información general y los indicadores apropiados.

- El control se redefine como "resultados de monitoreo" "hacer que las cosas sucedan", con un proceso de planificación medido y mejorado para garantizar un flujo de trabajo confiable y resultados predecibles del proyecto.
- Maximizar el valor y minimizar el desperdicio a nivel de proyecto o diseño es el objetivo, frente a la práctica tradicional de tratar de optimizar cada actividad individual cuando presente problemas.
- El valor para el cliente se define, crea y entrega a lo largo de la vida del proyecto, mientras la práctica tradicional exige la definición de requisitos solo en el principio para la entrega al final, a pesar de los cambios en los mercados, la tecnología y las prácticas comerciales.
- Coordinar la acción a través del método **pull** y el flujo continuo, a diferencia de la iniciativa tradicional, impulsada por el cronograma, coloca una dependencia excesiva de la autoridad central y los cronogramas del proyecto para administrar los recursos y coordinar el trabajo.
- La toma de decisiones descentralizada a través de la transparencia y el empoderamiento de todos los empleados a cualquier nivel del proyecto, sobre la información acerca del estado de los sistemas de producción, lo cual le permite actuar.

Otros procesos adyacentes que se pueden implementar son los siguientes:

- Mejora de la comunicación.

- Eliminación de desperdicios y errores.
- Intervención directa para impulsar el cambio inmediato y aparente.
- Mejorar la planificación del trabajo y la programación anticipada.
- Asegurar el ambiente de trabajo sea claro, seguro y eficiente.
- Mejora continua.
- Usar técnicas de modelado y visualización para mejorar la planificación y la comunicación.
- Planificación anticipada, para mejorar el flujo de trabajo, centrándose en la definición de tareas alcanzables y evitando errores, esfuerzos duplicados, trabajos fuera de secuencia y actividades que no agregan valor al cliente. El objetivo es la maximización del flujo de trabajo y la minimización de la variación del rendimiento en lugar de la velocidad del punto.
- Programación anticipada.
- Prefabricación y construcción modular para reducir la actividad en el sitio y distribuir mejor la carga de trabajo.
- Entregas Just-in-time.
- Técnicas de gestión de valor.
- Integrar la cadena de suministro a través de prácticas de colaboración.
- Técnicas de evaluación comparativa y el uso de indicadores de rendimiento clave.
- Análisis y gestión de rutas críticas.
- Técnicas de gestión de riesgos.

- Mejora continua de un proyecto a otro.

Los proveedores también son muy importantes en la implementación Lean. En muchas industrias, más de la mitad del costo de fabricación se encuentra en las materias primas. Cada mejora en un proveedor puede hacer aumentar el valor que una empresa le puede ofrecer a su cliente. Es muy importante que un fabricante tenga una base de proveedores a los se pueda confiar, los proveedores son una parte muy valiosa del proceso y aún más importante para alcanzar los objetivos de una empresa Lean. Hoy de en el mundo, los fabricantes pueden crear muy poco valor solo por su mismo, todas y cada una de las actividades están interconectadas muy de cerca, cada parte de la cadena de suministro debe mejorar simultáneamente para ofrecer un valor superior al cliente final. (Ari, 2011)

3.8 Técnicas Construcción Lean

Son conocidas actualmente siete técnicas dentro de la construcción sin pérdidas se utiliza para crear un flujo y alcanzar las metas de la filosofía.

- Ingeniería concurrente: La ejecución de las tareas de desarrollo paralelo en multi - disciplinarios equipos con el fin de obtener un producto óptimo mantenimiento de la funcionalidad, la calidad y la productividad en mente.
- Último Planificador: Introducido por (Ballard G. a., 2004) como una técnica de planificación para hacer frente a la variabilidad del proyecto en construcción.
- Reuniones diarias Huddle: los últimos planificadores gestionan las operaciones, mientras que reuniones diarias de Huddle es una manera de seguir los eventos altamente variables que afectan a las tareas.
- Sistema Kanban: Se utiliza para organizar el flujo de ciertos materiales (consumibles, equipos de protección personal, herramientas de mano, herramientas eléctricas, y consumibles para herramientas eléctricas. Esto se demostró que mejora el flujo de trabajo.



- Condición del plan de trabajo y el medio ambiente en el sector de la construcción (PCMAT): Se propone por (Saurin, 2011) como forma de introducir la salud y la seguridad en la ejecución del proyecto. Aquí las prácticas de seguridad están integradas en corto planificación a largo plazo.
- Herramientas de Gestión de Calidad: La integración de herramientas de calidad en la construcción sin pérdidas. proponen un cambio de la conformidad - de la calidad basado en la calidad en la fuente. Esto significa una lista de verificación, que debe ser aplicada por la mano de obra.
- Inspección visual: Aumento de la velocidad de operación y la reducción del riesgo de elegir el material equivocado a través de material fácil identificación. Horarios, los hitos, o el progreso gráfico a hacer cumplir compromiso a asignación terminación Aumentado comunicación entre los decisores y ejecutores Una de las herramientas más utilizado de tipo de inspección visual y con el objetivo de identificación de las actividades que no generan valor en un flujo de producción en El mapeo de flujo de valor, el mismo es el método empleado para alcanzar el objetivo de este proyecto, que será explicado en detalle en el capítulo siguiente.

3.9 Mapa de flujo de valor

El concepto de flujo de valor se refiere a todas las acciones (tanto de valor agregado y sin valor agregado) actualmente requeridas para llevar un producto a su consumidor final que incluye el flujo *desde la producción de materia prima hasta que el producto está en manos del cliente*, Esta herramienta no solo se centra en el flujo de materiales, sino también en el **flujo de información circulando por el sistema de producción**.

El mapa del flujo da valor es una metodología desarrollada para dar a las empresas de fabricación mejoras duraderas y ayudarles a identificar los residuos y la causa de los residuos. Además, (Carr, 2000) afirma que una herramienta de mapeo de procesos es reconocida como un importante instrumento de gestión para la comprensión de cómo se entrega el valor para los clientes.

Visto como una herramienta adecuada para el rediseño de los sistemas de producción, El mapeo de flujo de valor es una manera de enfocar la atención en el flujo y para ver la imagen desde una mayor escala con el fin de poner en práctica mejoras duraderas que incorporen todo el sistema, resaltando que hay que ver el flujo en toda la línea en vez de pensar en la producción como procesos aislados.

De acuerdo con (Hines & Rich, 1997) hay siete herramientas del mapeo de flujo de valor diferentes, cada uno con sus propias fortalezas y debilidades. En el mapeo de flujo de valor el método de eliminación de residuos está dirigido más a la productividad que a la calidad, sin embargo, la mejora de la productividad expone los desperdicios, que a la larga conducen a otras posibilidades de mejora incluyendo la calidad. El ataque sistemático a los residuos es a la vez un asalto a muchos de los factores que conducen a otros problemas de gestión.

El mapeo de flujo de valor es una herramienta de visualización simple, para ser utilizado con papel y lápiz, donde se registra todos los pasos y actividades que se llevan a cabo en un proceso incluyendo información importante de recursos.

Siguiendo los recursos y la información en el espacio estudiado, la penetración del flujo de los recursos y la información se puede identificar, El mapeo de flujo de valor es una representación visual de este flujo y es el modelo a partir del cual se crea el estado futuro ideal.

El mapeo de flujo de valor debe ser implementado a través de diferentes plantas e instalaciones, sin embargo, lo mejor es empezar en una sola instalación, llamada por los practicantes de la metodología, puerta a puerta.

Además, desde el punto de vista del catálogo de productos de una empresa, MFV Debe llevarse separando una familia de productos, no todos los productos, realizar un MFV para todos los productos sería, en la mayoría de los casos, ser demasiado complicado y saturar el mapa. Siguiendo la familia un producto puede ser bastante complicada, a menudo cruzando límites de la organización de la empresa.

El mapeo de flujo de valor básicamente, es un método que implica el diseño de dos mapas: el mapa de estado actual y el mapa de estado futuro. La esencia de la aplicación de la herramienta consiste en el análisis del sistema de producción o proyecto completo y no sólo sus partes y el objetivo es mejorar el flujo y eliminar las actividades que no generan valor o desperdicios.

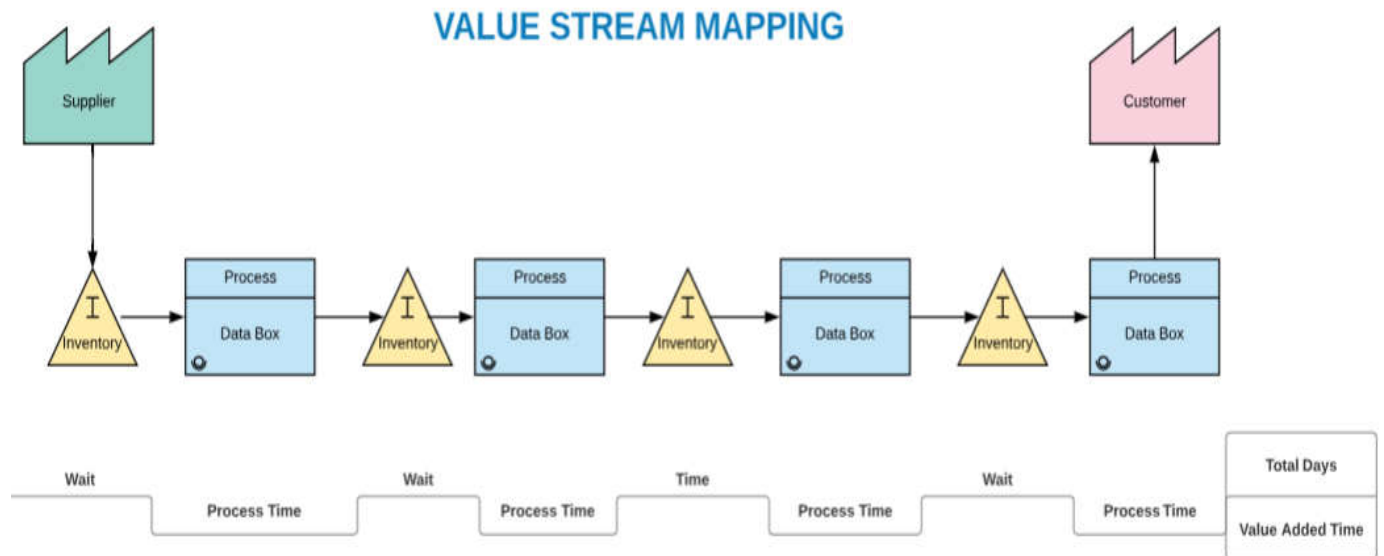


Ilustración 6 Mapa del flujo de valor (Elaboración propia)

El mapeo de flujo de valor es una herramienta esencial en el diseño y ejecución del proceso de producción y algunas razones son las siguientes:

- Ayuda a visualizar más el flujo, no solo el desarrollo de un único proceso, por ejemplo: montaje, soldadura, etc.
- Ayuda a identificar las causas fuente de generación de los desperdicios en el flujo, no solo el flujo aislado.
- Proporciona un lenguaje común para hablar de procesos de fabricación.
- Toma decisiones sobre el flujo aparente, por lo que se puede discutir.
- Forma la base de un plan de implementación.
- Se muestra el vínculo entre el flujo de información y el flujo del material. Ninguna otra herramienta lo hace.

El mapeo de flujo de valor se ha utilizado en muchas industrias, aparte de la manufactura, incluyendo la industria de fabricación de aviones, los mapas del estado actual y futuro fueron desarrollados con el objetivo de reducir el plazo de ejecución, según requisitos de cliente. (Ari, 2011)

El mapeo de flujo de valor utiliza un enfoque sistemático, que abarca todas las actividades necesarias para llevar el producto o proyecto a su etapa final y muestra todos los pasos, destacando cualquier inefectividad en la corriente de valor. Los siguientes elementos clave son importantes en Mapeo Del Flujo De Valor (Banawi, 2011)

- Pasos del proceso: el mapeo de flujo de valor representa cada una de las fases del proceso en el flujo de valor, con valor agregado y sin valor agregado. La metodología revela estadísticas del proceso, incluyendo el tiempo de ciclo, número de operadores, cantidad de inventario y el número de piezas.
- Inventario: MFV destaca el almacenamiento tomando en cuenta la cantidad y el movimiento de inventario dentro del proceso.



- Flujo de información: MFV representa toda la información requerida por el proceso, incluyendo horarios, especificaciones y órdenes.
- Tiempo de ciclo (CT): CT incluye el tiempo requerido para completar un ciclo de la operación, o un paso en el proceso.
- Trabajo en proceso (WIP): trabajo en curso incluye la condición de todos los productos que son ni materias primas ni productos finales.

Según (Pooja & Hemant, 2015), El Mapeo de flujo de valor es diferente de las técnicas de control convencional, la herramienta captura la información en las estaciones individuales en un proceso, dicha información consiste en tiempo de ciclo, tiempo o utilización de recursos, tiempo de preparación o de cambio con el tiempo, trabajo en inventario de proceso, requisito de energía del hombre y la información del flujo de materia prima hasta el final de las mercancías. Cubre tanto actividades de valor agregado como sin valor agregado. Es importante tener en cuenta que la asignación de secuencia de valores es una adición relativamente reciente a la lista de herramientas Lean. Un flujo de valor se define como todas las actividades y eventos (valor agregado y sin valor agregado) que un producto o servicio pasa a través en su manera del proveedor al cliente. En una planta de fabricación, estas actividades incluyen envío, esperando (en el inventario, en una cola para ser procesados o incluso en el horno esperando a adhesivos cura).

También es importante para aclarar que la herramienta MFV es un método útil que simplemente transfiere la información de la corriente de valor en un formato visual fácil de usar. Pero todavía tiene algunas limitaciones sobre todo cuando se trata de aplicarlo a otro campo.

3.9.1 Etapas

La aplicación de mapeo del flujo de valor es un proceso sistemático que se deriva de diferentes pasos o etapas, las cuales se describen como:

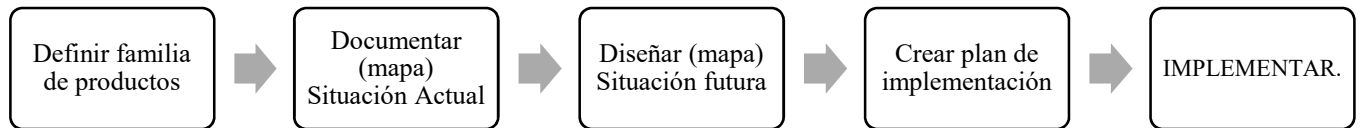


Ilustración 7 Pasos del Mapeo del flujo de valor (Elaboración Propia)

3.9.2 Seleccione la familia de productos

El primer paso de este método es seleccionar una familia de productos a ser analizados. La esencia es centrarse en el grupo de productos pasando por similares etapas de proceso de producción y el mismo equipo de trabajo, o los ***que son más importantes o menos productivos en la organización.***

La elección de la familia de productos es bastante problemática si la variedad de productos es muy grande, Según (Cwik, Nowak, & Roslon, 2017) la solución para la situación es construir una matriz de relevancia o importancia.

Generalmente, una planta de fabricación puede producir varios productos en un proceso de transformación único, la familia de productos con el mayor volumen de producción es generalmente la elegida para la recolección de datos.

El de proceso de asignación es otra cuestión importante a considerar en la definición de la corriente de valor a estudiar. En una estructura de producción, el mapeo generalmente comienza a nivel del proceso de producción en una sola planta, siguiendo un flujo continuo del producto. En otras palabras, las tareas en el mapa se dividen en los lugares donde se acumula el inventario en proceso.

Después de la selección de la *Familia de productos* y se nombra la *Administrador de flujo de valor*, se inicia con la recolección de los datos actuales relativas a la producción. Para hacer esto, uno debe

personalmente a pie de la planta. Información obtenida será útil para elaborar el *Mapa de estado actual*, así como el *Mapa de estado futuro* como se correlacionan

3.9.3 Dibujar el mapa de estado actual

El mapa de estado actual es el punto de inicio de la transformación de la empresa: representa la condición de línea de base de cómo la sociedad organiza y progresa el trabajo. El mapa sí mismo no resuelve problemas; por el contrario, su propósito es señalar problemas en flujos de trabajo de la empresa. (Nimesha & J.R., 2010)

Dibujar el mapa de estado actual debería comenzar con conocer todo el “*puerta a puerta*” corriente. El objetivo es reunir todos los datos necesarios directamente en el piso de la tienda.

El mapa de estado actual es esencialmente una captura instantánea de cómo actualmente se hacen las cosas. Esto se logra siguiendo el producto seleccionado de principio a fin, observando cada proceso. El segundo aspecto del mapa de estado actual es el flujo de información que muestra cómo cada proceso sabe qué, y cuánto hacer.

En el libro (Rother & Womack, 2008) los autores recomiendan utilizar el cronómetro durante la marcha a través del piso de tienda (para determinar la duración real de los procesos) como bien como animan a cada miembro del equipo, el dibujo del MFV debe buscar crear un mapa personal, utilizando un lápiz y una goma.

La cuestión fundamental del mapa está relacionada con la configuración de los requisitos del cliente. existe una lista de datos típicos sobre el proceso:

- Tiempo de ciclo (C/T): tiempo transcurrido entre una parte que el proceso para la siguiente parte viene de [s]
- Tiempo de cambio (C/O) – tiempo necesario para cambiar el tipo del elemento producido, [días]
- Uptime (tiempo de actividad de la máquina bajo demanda)

- EPE – tamaños de lote de producción
- Número de operadores
- Número de variaciones del producto
- Tamaño del paquete
- Tiempo de trabajo
- Tasa de desecho

Después de localizar los iconos asociados a los procesos, se localizan las cajas de datos, así como los triángulos de advertencia informando la cantidad de inventario se encuentran en el mapa.

El siguiente paso indica el movimiento de procesos y flujo de información, utilizando las flechas. Una flecha en el lado derecho del mapa muestra el flujo de mercancías para el cliente, mientras que el uno en el lado izquierdo informa sobre el suministro de materias primas.

El flujo de información es marcado con la línea estrecha y dibujado desde el derecho-a la izquierda en la parte superior del mapa. En la parte central del documento, se encuentra el icono del control del Departamento de producción. En esta etapa, la identificación de los procesos de *empuje* tiene lugar (estos son los procesos, que contribuyen a la producción, no importa si las partes bajas del *mapa de flujo de valor* lo exigen). Cabe señalar que el aspecto clave de la *manufactura esbelta* es eliminar el número de actividades de *empuje*, que perturban la fluidez del proceso de producción.

3.9.4 Dibujar el mapa de estado futuro

El dibujo del estado futuro es el último paso del mapeo de flujo de valor, Su dibujo es el resultado del análisis del mapa de estado actual guiada por las proposiciones citadas, con el objetivo de introducir ideas de producción Lean en la fabricación. Este mapa del estado futuro es un dibujo de un "estado ideal", la mejor manera que podría funcionar los procesos a partir del análisis de estado actual. Las propuestas de



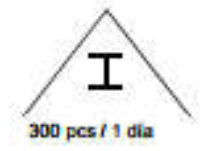
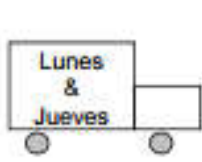
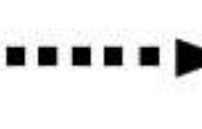


mejora tienen como objetivo, en este sentido, señalar donde los desechos están y cómo puede ser reducido y, si es posible, eliminado. (Zawislak, 2005)

En el punto de vista de (Vishal, Jose Fernández, Sarel, & Zofia K., 2010) el mapa de estado futuro es un plan de implementación que detalla las herramientas de Lean que son necesarias para eliminar el desperdicio en la corriente de valor. Crear un mapa de estado futuro se hace respondiendo a un conjunto de preguntas sobre cuestiones relacionadas con la eficiencia y aplicación técnica relacionados con el uso de las herramientas Lean.

Este mapa se convierte en la base para hacer los cambios necesarios al sistema. Un método similar se utiliza para dibujar el mapa de estado futuro como con el mapa de estado actual. (Ari, 2011)

3.9.5 Iconos de Mapeo de flujo de valor

Materiales	Representa	Cómo Usarlo					
 <p>Procesamiento</p>	<p>Proceso de producción o realización del servicio.</p> <p>Un proceso, máquina, departamento, u operación. El número representa la cantidad de máquinas, departamentos, etc.</p>	<p>Un cuadro de proceso es igual a un área de flujo. Todos los procesos deben ser etiquetados.</p> <p>También se utiliza para los departamentos, tales como Control de Producción sin el icono interior</p>					
	<p>Fuentes externas.</p> <p>Normalmente se utiliza en el inicio del proceso para representar un proveedor y al final de un proceso para representar al cliente.</p>	<p>Se utiliza para mostrar a los clientes, proveedores y procesos de fabricación fuera de la organización, incluye procesos sub contratados al exterior. Anota el nombre de cliente o proveedor</p>					
<table border="1" data-bbox="154 749 354 961"> <tr><td>C/T = 45 seg</td></tr> <tr><td>C/O = 30 min</td></tr> <tr><td>2 Ciclos</td></tr> <tr><td>27,600 seg</td></tr> <tr><td>2 % desperdicio</td></tr> </table>	C/T = 45 seg	C/O = 30 min	2 Ciclos	27,600 seg	2 % desperdicio	<p>Recuadro de datos.</p> <p>Indica información importante necesaria sobre otro icono.</p>	<p>Se utiliza para registrar la información clave y relativa a un proceso de fabricación, departamento, cliente, etc. Anota sólo los datos necesarios ligados a las capacidades o restricciones del procesamiento.</p>
C/T = 45 seg							
C/O = 30 min							
2 Ciclos							
27,600 seg							
2 % desperdicio							
	<p>Inventario.</p> <p>Inventario almacenado entre dos procesos.</p>	<p>Cantidad & tiempo deben anotarse</p>					
	<p>Envíos externos (unidad de transporte)</p>	<p>Anota la frecuencia de los envíos.</p> <p>Los envíos de los proveedores o los clientes que utilizan transporte externos, tal como un camión.</p>					
	<p>El movimiento de material de producción por empuje (PUSH)</p>	<p>El material que se produce y se adelantó antes, al siguiente proceso que lo necesita. Por lo general, sobre la base de un horario</p>					



El movimiento de materiales al siguiente paso del proceso

Las materias primas que vienen de un proveedor o el movimiento de productos terminados al cliente.



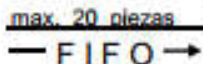
Supermarket

Un inventario controlado de materiales, es como un inventario de estantería, anota la cantidad disponible



Retirada (Withdrawal)

Tirar de los materiales, usualmente de un inventario controlado (supermarket)



La transferencia de cantidades controladas de material entre los procesos en una secuencia

Indica un dispositivo para limitar la cantidad y garantiza el flujo FIFO de material entre



"Primero en entrar primeros en salir"

procesos. La cantidad max. debe anotarse

Información

Representa

Notas



Flujo manual de información, tales como notas o informes.

Ejemplos: Plan de producción o programa de envíos.



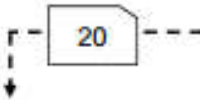
Flujo electrónico de información, como el intercambio electrónico de datos (EDI) o Internet.

Ejemplo: Informática / Base de datos / Email

Programa
semanal

Información

Describe un flujo de información concreta, anota el título del documento



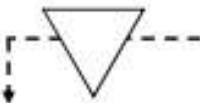
Kanban Producción (la línea punteada indica

Una tarjeta o dispositivo que le dice a un proceso que esta "OK" para producir "qué" y la "cantidad" que se necesita producir y entregar.



Retirada Kanban

Tarjeta o dispositivo que indica al manejador de materiales que debe obtener y transferir partes.



Señal Kanban

El Kanban "por lotes". Señala cuando se alcanza un punto de pedido y otro lote debe ser producido.

	Secuencia de tiro/jalar - Pull Ball	Proporciona instrucciones para producir de inmediato un tipo y cant., normalmente una unidad. Un sistema de tirar para los procesos de subensamblaje sin usar inventario de consumo.
	Tarjeta Kanban	Indica lugar donde se recogen y llevan a cabo
	Kanban arribo por lotes	Envío de cantidades representadas en grupos o lotes
	Nivelación de carga	Se utiliza para lotes Kanbans para que subas de nivel del volumen de producción y mezclar con
	"Go See" Programación de la producción	Ajustes de los programas basados en la verificación de niveles de inventarios
Generales Iconos	Representan	Notas
	"Kaizen Burbuja de mejora"	Indica necesidades de mejora en el proceso
	Buffer o inventario de seguridad	"Buffer" o "Safety Stock" las cantidades deben ser anotadas
	Operador	Representa personas vistas desde arriba, las cantidades deben ser anotadas
	Horas consumidas / horario / línea de tiempo	Muestra los momentos en el que el proceso añade valor al producto y los tiempos de espera.
	Tiempo total	Muestra el tiempo total en el que el proceso aporta un valor añadido al producto y los tiempos totales de espera.

Ilustración 8 Iconos de mapeo de flujo de valor

3.10 Mapeo del flujo de valor en la industria de la construcción

El mapeo de flujo de valor se ha desarrollado mayormente en la industria de la manufactura y en un entorno de producción, por lo que la metodología considera las características y necesidades de este entorno, que difieren de los del medio productivo en la construcción. Por eso, para aplicar esta metodología a la construcción, se debe aplicar algunas adaptaciones, dividido según los pasos de implementación de MFV.

- **Selección de una etapa de construcción**

Teniendo en cuenta que el MFV se debe iniciar dentro de una planta industrial, en el proceso de fabricación, y que, en la construcción, el proceso de fabricación se produce en el sitio de construcción, además, en el caso de la construcción cada producto o etapa ocurre progresivamente durante un período largo de tiempo y tiene diferentes procesos de producción de diferentes productos, cada uno podría considerarse un producto diferente dentro de la planta industrial (o construcción). Así, en lugar de seleccionar una familia de productos para iniciar el MFV en la construcción, se debe seleccionar un proceso en específico dentro de intervalo de tiempo determinado, por ejemplo: albañilería.

- **Mapa de estado actual**

Teniendo en cuenta que el mapa de estado actual debe reproducir exactamente el flujo de valor actual, es necesario obtener información directamente en la planta, y que el tiempo de producción en la construcción es mucho más tiempo que en la fabricación, es prácticamente imposible recoger datos para el mapa de estado actual de la construcción en un solo día. Así, para que ver el mapa de estado actual de la construcción y reproducir con mayor exactitud cómo ocurría el proceso de mampostería, por ejemplo, es necesario seguir prácticamente todo el proceso.

En la industria manufacturera, el cliente hace varias órdenes de un determinado producto en un período, en la construcción hace una “única orden” La relación entre el cliente y el constructor se basan, normalmente, en un contrato que establece la modalidad de pago de la propiedad, como también indica el período de construcción.

Además, este contrato, a su vez, genera un programa general de construcción, que permite la programación de la producción de cada gran etapa para cumplir con el plazo contratado. En este sentido, las diferentes etapas de la construcción se pueden interpretar como diferentes órdenes de los clientes.

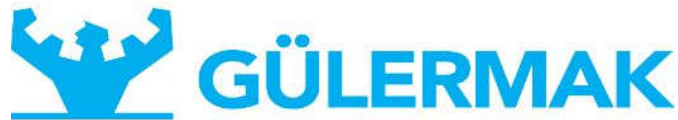
Esta diferencia implica una nueva forma de calcular el tiempo objetivo (takt) para la construcción, obtenida mediante la división del tiempo trabajado efectivamente disponible para cada etapa (cronograma) por la cantidad de metros cuadrados a ser ejecutados para este mismo escenario. Como resultado, takt de la construcción le indicará el momento en el que por ejemplo un metro cuadrado debía ser ejecutado, o el ritmo de producción basado en la demanda del cliente, estipulada en el contrato. En cuanto a la actividad productiva, algunas adaptaciones teniendo en cuenta información clave de cada proceso de producción son necesarias. En primer lugar, es necesario adaptar el ciclo de tiempo (T/C) a la construcción, que en la fabricación se determina por el tiempo transcurrido entre un elemento y el siguiente.

- **Mapa de estado futuro**

De la misma manera ocurre en la fabricación, el mapa de estado futuro en construcción parte del dibujo del mapa de estado actual y el análisis basado en las ideas de producción Lean, como se explicó en capítulos anteriores.

4. CASO DE ESTUDIO

4.1 Antecedentes de la empresa



La empresa elegida es una empresa multinacional turca, con proyectos en Asia y en Europa, la empresa tiene dos grandes líneas de negocio: Fabricación de acero y construcción. Gulermak ha venido desempeñando un papel importante en la industria de la construcción en los mercados nacionales e internacionales desde su creación en 1958. Hoy en día, Gulermak, es líder en proyectos de sistemas de ferrocarril, proyectos de infraestructura y proyectos industriales con una cultura empresarial arraigada y un personal altamente experimentado.

Como líder contratista llave en mano en sistemas ferroviarios, Gulermak ha participado en más de 175 km de túneles subterráneos y 80 estaciones de metro subterráneas en sus contratos llave en mano.

Algunos de los proyectos completados con éxito de los sistemas ferroviarios en Gulermak se incluye metro Estambul Otogar-ikitelli, metro Estambul Kartal Kadikoy, metro Varsovia Línea II, Istanbul Airport-Yenibosna LRTS Puente Golden, tranvía Eskisehir metro Ankara Tandoğan - Kecioren, Tren de Alta Velocidad de depósito y mantenimiento complejas en Ankara, ferrocarril de alta velocidad Karaman en Konya, y la estación de Eskisehir alta velocidad.

Por otra parte, algunos los proyectos de sistemas de ferrocarril en curso son Estambul Mecidiyeköy-Mahmutbey metro, Ataturk Kaynarca metro, metro de Dubai Expo 2020, Varsovia Metro Línea II Fase II, Metro Lucknow, Esmirna tranvía, Kocaeli tranvía, Rehabilitación del Samsun-Kalin Reconstrucción de tren de Sincan-kayasa ferrocarril (Başkentray).



Junto con estos proyectos mencionados, se encuentra la autopista Bypass S2 en Varosvia, Temelli Plant CCGN potencia, la mayor fábrica de cemento de capacidad en Turquía y las fábricas de azúcar (Çumra y Aksaray) y muchos otros proyectos de infraestructura e industriales

Mientras tanto, Gulermak posee una de las mayores fábricas de acero en Turquía con una capacidad de producción de 60.000 toneladas / año de acero estructural y mecánica. Gulermak exporta a más de 40 países diferentes, además de ser un fabricante líder en el mercado local.

- **Campos de actividad**

Proyectos de transporte

- Redes ferroviarias
- Metros
- Tranvías
- Autopistas

Proyectos industriales

- Cementeras
- Fábricas de azúcar y vidrio

Proyectos de energía

Proyectos ambientales

Fabricación

4.2 Antecedentes del proyecto

Dentro de los proyectos desarrollados por Gülermak Europa se encuentra el Proyecto S2, el cual abarca la parte central de la circunvalación sur de Varsovia (Polonia), que parte de la intersección de la calle Przychółkowa, cruza el río Vístula y termina en la intersección Wał Miedzeszyński. El diseño incluye 6.5 km de dos calzadas en el área urbanizada con dos intersecciones, varias estructuras de ingeniería y 1.5 km de puente principal sobre el río Vístula que conectará los distritos de Wilanów y Wawer.

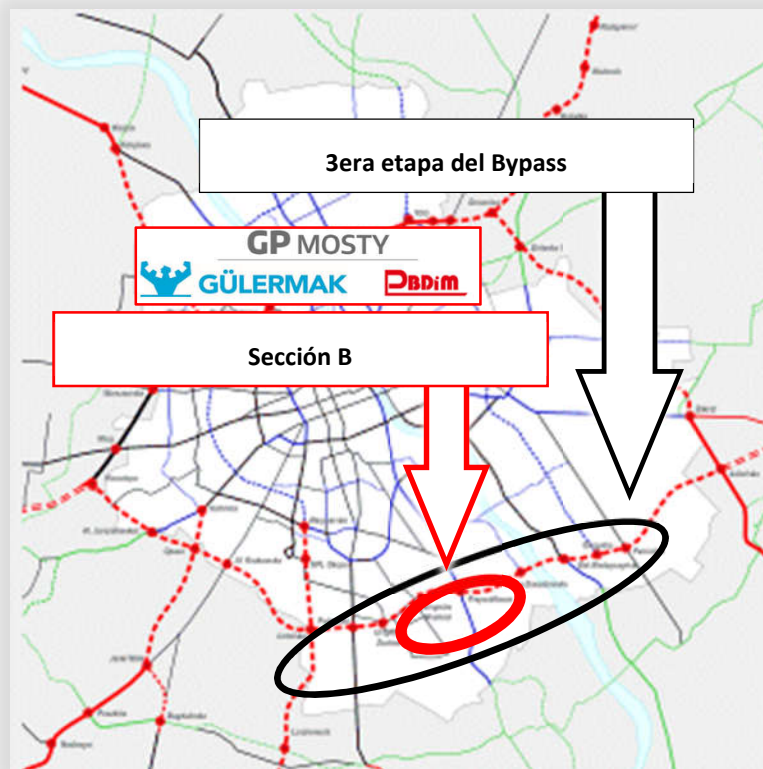


Ilustración 9 Mapa de proyecto (Elaboración propia)

Intersección Przychółkowa

La Intersección conectará la calle Przychółkowa existente con la nueva Autopista que brinda acceso a la circunvalación del distrito de Wilanów. La autopista incluye también una cabeza de puente que incluye una densa infraestructura subterránea y condiciones de suelo mixto.

La unión está diseñada en dos niveles: una intersección de cruce con cuatro carriles múltiples y un cruce de tráfico bajo con la parte central de la isla.

- **Puente sobre el río Vístula**

El puente sobre el río Vístula a orillas del río. Las llanuras de inundación están cubiertas de bosques húmedos naturales y praderas húmedas. Las condiciones del suelo consisten en los depósitos minerales más ampliamente exprimidos en el suelo. El lecho del Vístula en esa área se caracteriza por la acumulación imprevista de arenas. La arena suelta es transportada por el agua.

El puente Vístula tiene 1504,5m de dos carriles y 4 carriles cada uno con 5 carriles adicionales de ensanche en la parte este y carriles divergentes. La primera estructura de 341.25 m de eslora total con 8 tramos de 46m de longitud y 2x21.3 de ancho de cubierta está pasando sobre el tronco, la línea de ferrocarril, el terraplén anti-inundación y las llanuras de inundación. La segunda estructura de 536.00 m de longitud total con 4 tramos de longitud máxima 176m y 2x21.3 de ancho de cubierta es un cruce de río vivo. Muelles de agua. Parte de la nave. En tercer lugar, la estructura parcialmente curva es de 627.25 m de longitud total con 14 tramos de 46m y un ancho variable de 21.3m a 24.80m para la calzada norte y 25.50m para la calzada sur. Las vigas se diseñan como puntales de hormigón armado que soportan voladizos de cubierta larga. El puente Vístula estará equipado con sistemas automáticos que evaluarán las condiciones del hielo en el pavimento y dispensarán cloruro de calcio. Para la protección del medio ambiente de las aves, el pavimento se usará como un amortiguador bajo con una balaustrada.

- **Intersección Wał Miedzeszyński**

La Intersección conectará la calle existente Wał Miedzeszyński con la nueva Autopista que brinda acceso a la circunvalación del distrito de Wawer. La zona de Wał Miedzeszyński está construida por casas unifamiliares. Varias demoliciones serán necesarias. Las condiciones del terreno consisten en arenas de río de grano puro sueltas.

La unión se planifica como un proyecto de dos niveles con seis carriles para dormir en múltiples carriles. El diseño de la intersección se ajustó a la posible capacidad de tráfico terrestre y pronosticada.

Primera etapa para carreteras y caminos. Construcción para desvíos temporales. Wał Miedzeszyński debe abrirse para el tráfico durante la ejecución del proyecto. Después de la última gestión del tráfico, la implementación del paso elevado comenzará con los movimientos de tierra para el terraplén de la carretera. Se construirán servicios paralelos y red de carreteras.

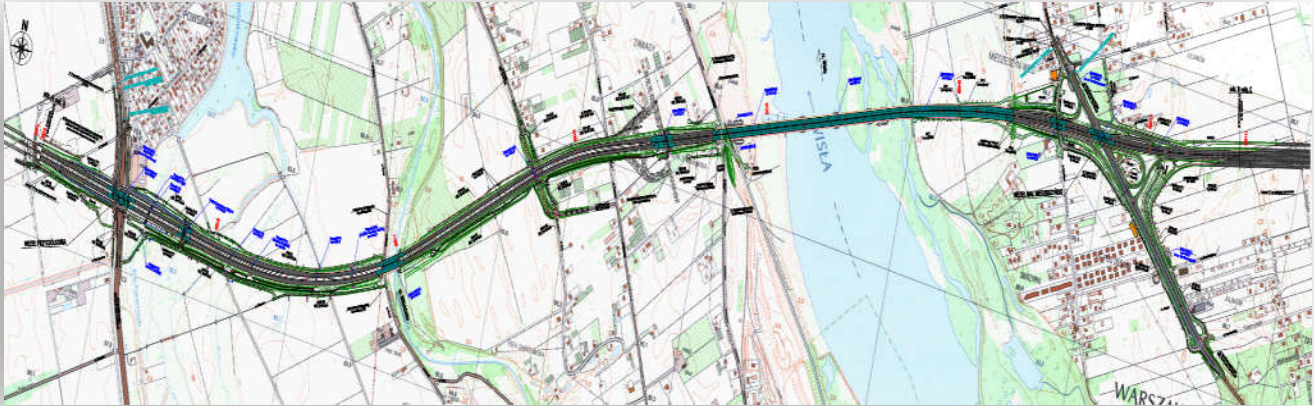


Ilustración 10 vista en planta de proyecto (Gulermak Poland)

- **Tuberías de presión**

La tubería de presión conectará el sistema de ciudad contra inundaciones con el río Vístula. Ayudará a desbordamiento de agua de lluvia de emergencia. El proyecto será la continuación del oleoducto que se ha construido a lo largo del lado oeste de la tubería. A partir de la tubería del área de Przychólkowa fluirá a través de las llanuras de inundación del río Vístula. El tomacorriente se realizará como tubería de concreto por gravedad. Las condiciones del suelo a lo largo de la tubería son suelos altamente mixtos minerales y orgánicos.

La tubería de presión consiste en líneas dobles de $\varnothing 1600\text{mm}$, 3872m de longitud cada una. La presión de prueba diseñada es de 10 Bar. La tubería está ubicada a una profundidad variable de 1.4 ma más de 6. La alineación se alinea en parte con las vías de servicio, carriles para bicicletas y aceras. Para el tablestacado de terraplén anti inundación y la membrana de cemento y bentonita se diseñaron como medidas anti filtración. Los bloques de empuje se usan en la dirección de ángulo agudo, así como en las curvas circulares



para curvas suaves. A lo largo de la tubería 5 se diseñaron cámaras de concreto reforzado. En puntos altos se ubican en puntos bajos y desagüe de pozos para fines de mantenimiento. Materiales interiores e interiores variables.

La tubería de presión comenzará en el río Vístula y cruzará el dique de contención. Para un puente de ejecución de línea de tubería. La excavación abierta con protección de tablestacas en áreas críticas se utilizará como método de construcción principal.

- **Otras estructuras**

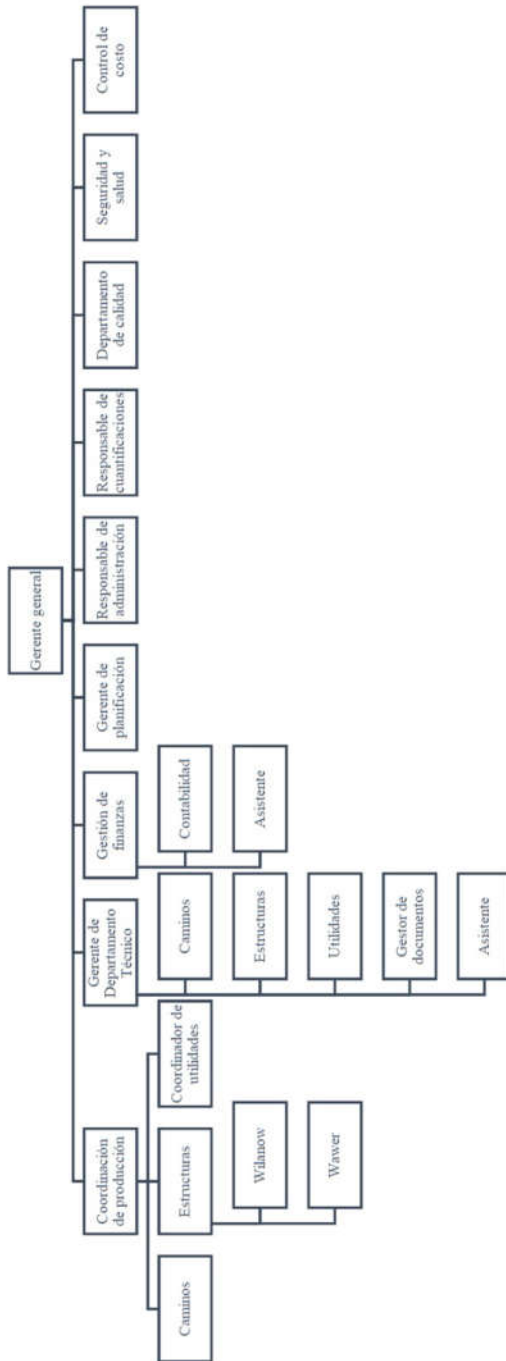
El proyecto incluye 13 pequeños puentes, pasos elevados, pasos inferiores y puentes peatonales. 12 estructuras son de hormigón armado in situ y 1 - puente sobre el río Wilanówka son vigas prefabricadas para el corto período de tiempo. Debido a diferentes tipos de condiciones

- **Generales**

El proyecto consiste en un presupuesto de 615 970 000.00 PLN net. y un tiempo de 41 meses, contiene una oficina de obra principal y otra secundaria en las distintas partes del río y, a continuación, se presenta la estructura del equipo del proyecto.

La etapa en la que se encuentra el proyecto en el momento de desarrollo de este documento es fase inicial de ejecución.

4.3 Organigrama del Proyecto



4.4 Selección de la familia de productos

El primer paso para el desarrollo del mapeo de flujo de valor, tal como se ha explicado anteriormente es elegir una familia de productos o procesos, es prácticamente imposible analizar todos los procesos de un proyecto al mismo tiempo e identificar los desperdicios.

En la industria de la construcción, tal como se explicó también, no existe una línea o familia de productos con las características de que parten desde una materia prima hacia un producto final, como ocurre generalmente en la industria de la producción manufacturera, en la construcción, se tiene un proyecto que implica diversas actividades multidisciplinares con diferentes etapas que dan lugar a un solo único producto final.

En consecuencia, en la construcción o proyecto, se parte de “ procesos” o actividades cíclicas que tiene como salida no el “ producto final del proyecto total”, aunque a términos de procesos es el producto final de este proceso en específico.

Para poder elegir este grupo de procesos o actividades se realizó un diagnóstico inicial el cual se constituye por:

- **Entrevistas:** mediante estas entrevistas a actores importantes del proyecto se pudo identificar las debilidades que el equipo entendía que se tenía en el flujo del proyecto y que podían ser puntos de mejora desde el punto de vista económico y de tiempo.
- **Flujograma diagnóstico del proyecto:** se realizó un flujograma general de todos los procesos que se realizaron o se realizan en el proyecto a fin de identificar puntos de mejora. **(ver Apéndice 2)**
- **Gráfico de procesos por departamentos o equipos de trabajo:** se hizo una separación de los procesos según el responsable o departamento que lo realizaba para fines de organización. **(Apéndice 1)**



- **Mapeo de flujo de valor diagnóstico:** se realizó un mapeo de flujo de las actividades más generales para identificar puntos de mejora. **(Apéndice 2)**
- **Elección:** Finalmente, en base a las discusiones con el equipo y el mapeo de flujo general se escogieron los primeros procesos a analizar y se concluyó que, luego de los resultados del primer grupo de procesos a analizar (que serían administrativos) se pasaría a procesos constructivos de campo.

Los procesos a mejorar resultado son los siguientes:

- *Procura y contrataciones*
- *Gestión de documentos de diseño*
- *Gestión de reclamos y asuntos de terceros*
- *No conformidades (como fruto del análisis de procura y contrataciones)*
- *Gestión de planos de construcción terminada*

4.5 Justificación de selección de procesos

En primera instancia, no se presenta la línea de tiempo del flujo de valor diagnóstico porque los tiempos de cada proceso u actividad puede ser muy variable, por lo que el tiempo parcial de cada proceso no sería información confiable.

Realizando un análisis del gráfico (**Apéndice 2**) se concluye que las debilidades más importantes encontradas son:

Procura y contrataciones: Debido a que se presentan retrasos importantes en la selección de proveedores y subcontratistas, lo que genera un atraso en el tiempo de entrega del proyecto, además del retraso en la selección, en los departamentos de producción se presenta una deficiencia en las actividades propias de la producción (debido a la mala gestión de la subcontratación), además de baja calidad de los recibimientos de trabajos y materiales y precios aumentados debido a pobres niveles de negociación.

Gestión de documentos de diseño: El proyecto, como se mencionó anteriormente, está en las etapas iniciales de ejecución, el diseño está en sus procesos finales, pero todavía se reciben detalles del diseño de ejecución y, lo más importante, cambios en el diseño, por lo que el proceso de gestión de estos documentos de cambio y recibimiento de los detalles del diseño es vital.

Actualmente, el departamento técnico y de producción presentan quejas con relación a este proceso pues entienden que este proceso no es muy productivo, por lo que también este proceso forma parte de la etapa inicial del mapeo de flujo de valor.

Gestión de documentos de reclamos, notificaciones y requerimientos de terceros: Otro punto de mejora identificado en el mapa de flujo de valor es que cuando se presentaba un reclamo o requisición por parte de terceros que generalmente se hace por **correspondencia** y representaba un problema importante, la gestión de esta “ correspondencia ” entonces, en un proceso importante a analizar.

A partir del análisis de los procesos anteriores, se desprendieron nuevos procesos como puntos de mejora para realizar mapas de flujo de valor. Dentro de estos puntos de mejora, incluso, resultaron procesos nuevos, es decir que no existía dicha actividad dentro del flujo del proyecto. Dichos procesos son:

Gestión de documentos de construcción terminada “As Built”

Gestión de No Conformidades

4.6 Procura y contrataciones. Actual.

El proceso de procura y contrataciones es la principal debilidad del flujo del proyecto, en el mapa de la situación (**Apéndice 3**) actual se refleja los siguientes subprocesos o pasos:

1. Los departamentos de producción o administrativos tienen una necesidad de material o trabajo.
2. Comunicación oral o por correo al responsable de sus respectivos departamentos, al gerente general o algún otro responsable de otro departamento de forma desorganizada. Dependiendo del nivel de procura a realizar el gerente general se encarga directamente.
3. Los responsables de los departamentos generan una lista de posibles proveedores o muchas veces solo uno dependiendo de su experiencia.
4. El equipo del departamento en cuestión, recolecta documentos necesarios para la licitación, incluyendo especificaciones técnicas, planos y cuantificaciones, esta recolección se hace mediante correo o mayormente vía oral al departamento técnico.
5. Preparación de documentos para licitación y envío a los proveedores de la lista informal.
6. Espera de ofertas, no existe límite mínimo de ofertas para comparación, es decir, se puede proceder con una sola oferta.
7. Análisis y preselección de proveedores. En esta etapa se reúnen los responsables principales y el equipo de trabajo, el gerente general si es necesario y se seleccionan una especie de “finalistas” para negociar y escoger proveedor final.
8. Reuniones de negociación. Las reuniones de negociación se demoran más de lo necesario, por lo que esto aumenta el retraso en la finalización del proceso, dicha improductividad del proceso se debe a la escasa o nula experiencia de los responsables de los departamentos de producción para fines de negociación.
9. Preparación de orden de compra final o subcontrato. Chequeo de presupuesto. Esta etapa debería realizarse antes que todos los procesos anteriores, pero, por cuestiones de tiempo se realiza o justo antes de la firma o muchas veces después. Este proceso consiste en analizar que la oferta obtenida vaya acorde con el presupuesto de la actividad en cuestión para fines de control de costo.



Este paso se considera ineficiente, pues independientemente de que la oferta este por debajo o por encima del presupuesto, no hay nada para cambiar en esta etapa, de todas formas, se firma y se envía y se procede con la orden.

10. Firma. Luego de las negociaciones, se procede a la firma de los documentos formales de inicio de los trabajos, esto puede demorar muchas veces por la no disponibilidad del gerente general, quien es el responsable de la firma, por lo que se puede generar un inventario de ordenes o contratos para firma, que se añade a la demora del proceso.

11. Envío de orden o contrato.

12. Recibimiento de trabajos o materiales. Cuando se reciben los materiales, no existe un control de productos no conformes o defectuosos y cuando se reciben los trabajos por parte de los subcontratistas de producción, tampoco hay un registro formal organizado de las no conformidades, por lo que con el análisis de este proceso da paso a la construcción- análisis de un nuevo mapa de flujo de valor del proyecto: **No Conformidades**

Como conclusión análisis se tiene:

- No existe un responsable o departamento encargado o especializado para el tema de procura de materiales y subcontrataciones, por lo que los responsables de este proceso actualmente (gerentes de producción) no dedican el 100 % de su tiempo, no tienen experiencia y no tienen la motivación, piensan que es una carga más.
- No existe un plan de procura o una estrategia escrita establecida que rijan el proceso, por lo que no hay una serie de pasos a seguir, lo que genera inestabilidad, estancamientos y tiempo perdido.
- No existe listas de proveedores de confiabilidad y un sistema de evaluación de los mismos.

4.7 Procura y contrataciones. Futuro

En base al análisis del mapa de flujo actual del proceso y las conclusiones, se generan las siguientes propuestas:

- Crear un departamento central de procura y contrataciones, con un personal capacitado y experimentado en los temas de procura y que tenga conocimientos en el área/ industria.
- Crear un procedimiento formal que rijan todo el proceso o flujo de valor.
- Crear un banco de proveedores basados en buen desempeño y áreas de actividad.

El nuevo flujo del proceso se define por los siguientes pasos:

1. Requisición de material o trabajo de los responsables de producción o administrativos, esta requisición se subirá al sistema IFS al módulo de departamento de procura para proceder.
2. El departamento de procura recopila los documentos necesarios para la preparación incluyendo aquellos que tiene que requerir al departamento técnico (planos, cuantificaciones, especificaciones).
3. Se prepara el documento de requisición de oferta con todos los anexos necesarios y se envía a los proveedores del banco de proveedores ya creados.
4. A partir de esta etapa se sigue la misma secuencia de la situación actual, pero con la diferencia que el control de costo se toma en cuenta en todo el proceso incluyendo en la etapa de negociaciones con el proveedor, el cual es crítico, por lo que el departamento de costo tiene una mayor colaboración con el proceso y el departamento. La otra diferencia es que los tiempos se reducen bastante debido a la productividad y experiencia del equipo en los pasos siguientes.
5. Se sigue el proceso de No conformidades.

Ver Apéndice 4

4.8 Gestión de documentos (Correspondencia). Actual.

Esta correspondencia se refiere a cuál requisición, reclamo o notificación referente al proyecto que involucre terceros (cliente, subcontratistas, proveedores, sociedad). **Apéndice 9**

El proceso actual se compone de los siguientes pasos:

1. Recibimiento de la correspondencia. La correspondencia la recibe la asistente administrativa por medio de correo o físico. Muchas veces, algunas correspondencias se envían directamente a miembros del equipo directamente, por lo que no se tiene un registro o control de estos casos.
2. Registro de la correspondencia. Se registra y se adjunta la correspondencia a la plataforma Share Point y se envía el hipervínculo manualmente a una lista de personas según el criterio de la asistente administrativa.
3. Lectura de la correspondencia. La correspondencia llega a la lista de personas que muchas veces no tienen conocimiento del asunto del tema o no les corresponde directamente, esto genera dos aspectos:

Agrupación de correos innecesarios, lo que genera atraso en la resolución de problemas que realmente corresponde a cada equipo.

La correspondencia no llega al equipo que realmente tiene o puede resolver el asunto o problema de la correspondencia.

4. Resolución del asunto de la correspondencia. Como se describió anteriormente, la lectura y resolución de la correspondencia no se realiza de forma efectiva.
5. Preparación y envío de correspondencia de respuesta.
6. Como conclusión se tiene que:
 - El envío de la correspondencia al equipo de trabajo se debe realizar con otros criterios y medios.
 - No existe un control de los casos o correspondencias resueltos o respondidos.
 - La cantidad de reclamos aumenta por retrasos en respuestas.

4.9 Gestión de documentos (Correspondencia). Futuro.

En base al análisis del mapa de flujo actual del proceso y las respectivas conclusiones, se generan las siguientes propuesta o nuevos pasos: **Apéndice 10**

1. Recibimiento de la correspondencia. La correspondencia la recibe la asistente administrativa por medio de correo o físico
2. Registro de la correspondencia. Se registra y se adjunta la correspondencia a la plataforma Share Point y se envía el link al gerente general y su equipo para futura asignación.
3. Asignación de la correspondencia. El equipo de gerencia general o él mismo asigna la correspondencia a los responsables que el entiende debe encargarse del asunto, esto lo hace automáticamente mediante la plataforma SharePoint, la persona que le asigne recibirá un correo automático que indica la cantidad de días que tiene para responder y enviar la carta.

Así mismo, en la plataforma se tendrá un correo de días restantes para la resolución del problema.

La asignación es realizada por el equipo de gerencia general pues son aquellos que conocen más el proyecto y quien es el mejor responsable para cada asunto presentado en la correspondencia.

4. Lectura de la correspondencia. La lectura se realiza de forma efectiva mediante el correo automático.
5. Resolución del asunto de la correspondencia. Debe realizarse antes del plazo establecido por la asignación, (es variable y lo decide el equipo de gerencia general) en caso de no ser así, la persona y el gerente general recibe notificación automática de retraso mediante la plataforma.
6. Preparación y envío de correspondencia de respuesta.

4.10 Gestión de documentos construcción terminada. Futuro.

El proceso actual de la gestión de documentos de construcción terminada no existe, por lo que es necesario crear un procedimiento desde cero. **Apéndice 6**

El mapa de flujo de valor del proyecto general y otros procesos dejaron en evidencia que es eminente la creación de este proceso, que el hecho de ignorarlo, significaría un acumulado de trabajo a final del proyecto que puede convertirse en un atraso importante para la entrega y pago final del proyecto.

La propuesta de este procedimiento tiene como concepto base, crear requisiciones parciales al subcontratista de diseño de preparación de planos y documentos de la construcción finalizada con el objetivo de no realizar una única requisición al final del proyecto.

La propuesta del proceso consiste en los siguientes pasos:

Identificación de las actividades terminadas. Con el cronograma de progreso físico de obra actualizado preparado por el departamento de planificación, se crea **una señal** de aquellas actividades o tareas que están ya terminadas, de las cuales, se puede preparar los planos As-Built, marcado rojos o de construcción terminada, esta señal es identificada por un responsable del departamento técnico.

Recopilación de documentos de geodesia. Luego de identificadas las tareas terminadas, el responsable del departamento técnico realiza una recopilación de los documentos de geodesia que correspondan a las actividades de la señal ya preparados por el subcontratista de geodesia.

Recopilación de formularios de cambios de diseño. Al igual que los documentos de geodesia, se recopilan los "autor supervisión card" éste corresponde a un proceso que no está incluido en este estudio, pero básicamente consiste en la gestión de los cambios del diseño de ejecución que se generan por diversos factores, dichas documentos (authors supervisión card) son el resultado del proceso de aprobación y archivo de estos cambios.

La recopilación de estos documentos es imprescindible para este proceso, pues son aquellos que registran las especificaciones técnicas y diseño de lo ya construido y aprobado por el cliente.

Estos documentos ya son manejados por el departamento técnico, solo tienen que identificarse y agruparse aquellos que corresponden a la señal.

Asignación de los documentos a los paquetes de diseño. Debido a que la aplicación de los documentos de construcción terminada debe ir acorde a la licencia de construcción, se debe asignar los documentos a los respectivos paquetes o disciplinas de diseño especificadas en el permiso de construcción por el cliente, por lo que se debe realizar dicha asignación.

Para poder realizar esto, se debe previamente asignar las actividades terminadas a dichos paquetes de diseño y así identificar que documentos pertenecen a cada paquete de diseño.

Cada 2 meses, se hace una requisición formal al subcontratista de diseño para preparación del diseño de construcción finalizada parciales a entregar al cliente.

Este proceso genera entonces una señal, o "pull" para realizar las agrupaciones y organización de los documentos mencionados anteriormente.

Esta requisición es firmada y revisada por los responsables técnicos y el gerente general, que luego se envía al subcontratista.

Esta requisición contiene, además, una serie de requisitos y especificaciones que deben ser llevadas a cabo a la entrega de los documentos, están condiciones, están basadas en las especificadas en el contrato por el cliente y complementadas por las condiciones del contratista.

Luego de recibidos los documentos por el subcontratista de diseño, se revisa y se prepara acorde al contrato para en el final del proyecto entregar al cliente.

4.11 Gestión de No conformidades. Futuro.

Al igual que el proceso de gestión de documentos de construcción terminada, el proceso actual de la gestión de No conformidades no existe, por lo que es necesario crear un procedimiento desde cero.

El mapa del flujo de valor de procura y contrataciones dejó en evidencia la necesidad de creación de este procedimiento.

El proceso consiste en los siguientes pasos:

1. Se presenta una señal de No conformidad, ya sea por el cliente debido a alguna tarea terminada que no cumpla con las especificaciones del contrato o por el recibimiento de un material o un trabajo de los subcontratistas que no cumpla con las especificaciones del subcontrato u orden de compra.
2. La señal se genera en el departamento de ventas o de producción.
3. Cuando se genera esta señal el departamento de calidad debe hacer lo siguiente:
4. Gestionar el relleno del formulario de No conformidades.
5. Cargar el formulario al sistema (Share Point)
6. Gestionar las acciones correctivas dependiendo el caso.
7. Comunicar las acciones correctivas, en caso de ser proveedor cargar informe a lista oficial de proveedores del departamento de procura.
8. Identificar causa raíz del problema
9. Gestionar acciones preventivas en todo el proyecto.

Ver Apéndice 5

4.12 Gestión de Documentos de diseño. Actual.

La gestión de documentos de diseño se refiere al proceso mediante el cual el departamento técnico gestiona el desarrollo del diseño de ejecución y todos los otros documentos relativos al diseño especificados en el contrato. **Apéndice 7**

El proceso actual se compone de los siguientes pasos:

1. El subcontratista prepara el diseño de ejecución. El tiempo de preparación de los documentos es mayor al establecido por el contrato.
2. Los documentos se suben a la plataforma Think Project. Existe un problema de organización de los documentos pues el subcontratista no asigna los códigos apropiados a cada documento subido, por lo que luego es complicado reconocer a que paquete de diseño pertenece cada documento-plano subido.
3. La responsable de lo gestión de documentos descarga los documentos y los guarda en el servidor compartido del proyecto. Debido a la gran cantidad de documentos que se suben a la plataforma, el proceso de descargar los documentos significa un tiempo considerable.
4. Se envía los links de los documentos que se encuentran en el servidor a los interesados (departamento técnico y producción). Cada departamento de producción o el departamento técnico nuevamente descarga los documentos que les interesa.
5. Revisión y análisis de los documentos. El departamento técnico revisa los documentos y si no tiene comentarios prepara la aplicación para el cliente.
6. Preparación de hojas de comentarios al subcontratista. Si existe algún comentario o requerimiento por parte del contratista, se prepara una hoja de comentarios con tareas que el contratista requiere que se realicen.
7. Envío de documentos de diseño para aprobación del cliente. Luego de adherir los comentarios y requerimientos del contratista, el subcontratista incorpora los cambios y se procede a subir los documentos como se describe anteriormente, se presenta al cliente.
8. Aceptación del cliente. El mismo proceso se realiza si el cliente tiene algún otro requerimiento de los documentos entregados hacia el contratista.



Nota.

Existen pasos previos a los analizados en este proceso, que pertenecen a las etapas iniciales del proyecto, dichas etapas se presentan en el mapeo de flujo de valor para mayor entendimiento, pero no fue posible estudiar dichos pasos.

Si se genera un cambio el diseño de ejecución luego de ser aprobado por el cliente, los pasos a seguir se describen en procedimiento de “authors supervisión cards” que no se encuentra dentro del alcance de este proyecto.

4.13 Gestión de Documentos de diseño. Futuro.

La propuesta del proceso se compone de los siguientes pasos:

1. El subcontratista prepara el diseño de ejecución. El tiempo de preparación de los documentos es mayor al establecido por el contrato.
2. Los documentos se suben a la plataforma Think Project. Con la correcta codificación.
3. Descarga de los documentos. El departamento técnico descarga directamente los documentos plataforma dependiendo la necesidad.
5. Revisión y análisis de los documentos. El departamento técnico revisa los documentos y si no tiene comentarios prepara la aplicación para el cliente.
6. Preparación de hojas de comentarios al subcontratista. Si existe algún comentario o requerimiento por parte del contratista, se prepara una hoja de comentarios con tareas que el contratista requiere que se realicen.
7. Envío de documentos de diseño para aprobación del cliente. Luego de adherir los comentarios y requerimientos del contratista, el subcontratista incorpora los cambios y se procede a subir los documentos como se describe anteriormente, se presenta al cliente.
8. Aceptación del cliente. El mismo proceso se realiza si el cliente tiene algún otro requerimiento de los documentos entregados hacia el contratista.

Nota: para el control de los documentos subidos, la responsable de gestión de documentos lleva control utilizando la misma plataforma Think Project, son una funcionalidad añadida por los desarrolladores.

Ver Apéndice 8

5. PLAN DE ACCIÓN

5.1 Descripción

En base a los Mapas del flujo de valor actuales y los propuestos para el futuro, el plan de acción de resultado y objetivo de este proyecto se compone de las siguientes acciones.

1. *Creación de procedimiento de procura y contrataciones y documentos anexos necesarios.*
2. *Constituir un departamento central de procura y contrataciones. Contratando en primera instancia un gerente o responsable de compras con experiencia en el área.*
3. *Creación de indicador de rendimiento de procura y contrataciones.*
4. *Creación e implantación de procedimiento de gestión de documentos de terceros*
5. *Añadir funcionalidades a la plataforma SharePoint para mayor eficiencia en la gestión de correspondencia. Detalles en tabla 1.*
6. *Asignación de correspondencia por el equipo de gestión.*
7. *Creación e implantación de procedimiento de construcción terminada y control.*
8. *Asignar una persona del departamento técnico para la gestión de construcción terminada.*
9. *Creación de procedimiento de no conformidades y controlarlo. Asignar una persona del departamento de calidad.*



10. Añadir funcionalidad (módulo) de gestión de no conformidades con la misma estructura que la gestión de correspondencia en la plataforma SharePoint.

11. Cambios en la plataforma Think Project (Gestión de documentos de diseño). Detalles en la tabla 1.

Tabla 1 Plan de implementación. Análisis

Acción	Detalles	Recursos	Cant	Precio unitario	Total	Tiempo	Plazo	Estado
Constituir un departamento central de procura y contrataciones. Contratando en primera instancia un gerente o responsable de compras con experiencia en el área.	Contratación de un gerente de procura y contrataciones	Personal	1	\$ 12,000.00	\$ 216,000.00	todo el proyecto	2	Logrado
	Contratación de 1 ingeniero de compras	Personal	1	\$ 6,000.00	\$ 108,000.00	todo el proyecto	4	
Creación de procedimiento de procura y contrataciones y documentos necesarios	Departamento de calidad-gerencia general y especialista en el objeto del procedimiento (persona más capacitada dentro del equipo)	Personal	40	\$ 60.00	\$ 2,400.00	horas	1	Logrado
Creación de indicador de rendimiento de procura y contrataciones	-	Personal	24	\$ 60.00	\$ 1,440.00	horas	1	
Creación de procedimiento de gestión de correspondencia	Departamento de calidad-gerencia general y especialista en el objeto del procedimiento (persona más capacitada dentro del equipo)	Personal	40	\$ 60.00	\$ 2,400.00	horas	1	Logrado



Añadir funcionalidades a la plataforma SharePoint.	Asignación automática de correspondencia	Procura	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00		2	Logrado
	Correo automático		1					Logrado
	Alarma de control de tiempo de respuesta		1					Logrado
Asignación de correspondencia por el equipo de gestión.	Contratar una persona en el equipo de gestión para que el gerente general tenga la disponibilidad para realizar esta tarea	Personal	1	\$ 6,000.00	\$ 108,000.00	todo el proyecto	3	En búsqueda de personal
Creación de procedimiento de construcción terminada y control		Personal	40	\$ 60.00	\$ 2,400.00	horas	1	Logrado
Asignar una persona del departamento técnico para la gestión de construcción terminada.	Asignación de personal para seguir este procedimiento (es posible que sea necesario la contratación de otra persona)	Personal	1			horas		Logrado
Creación de procedimiento de no conformidades y controlarlo. Asignar una persona del departamento de calidad.	Departamento de calidad-gerencia general y especialista en el objeto del procedimiento (persona más capacitada dentro del equipo)	Personal	40	\$ 60.00	\$ 2,400.00	horas	1	Asignación pendiente
Añadir funcionalidad a la plataforma Share Point (No conformidades)	Añadir módulo de gestión de formularios de no conformidad y control de acciones prev- corr.	Procura	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00		3	En espera de aprobación



Añadir funcionalidad a la plataforma Think Project (Gestión de documentos de diseño)	Anadir funcionalidad a la plataforma Think Project que permita descarga y visualización en la nube de los documentos, añadir restricción para la subida de documentos (codificación) y añadir funcionalidad de organización automática dependiendo de diversos campos (detalles en la solicitud de compra)	Procura	1	\$ 15,000.00				En espera de cotización final
---	--	---------	---	-----------------	--	--	--	-------------------------------

Zlotys	\$	455,040.00
Euros	\$	106,317.76

En la tabla anterior, se presenta un costo aproximado de la implementación del plan de acción propuesto, el costo total resultado es 455,040.00 Zlotys en el transcurso de todo el proyecto. Si se asume el precio de una hora de trabajo de 60 Zlotys (estándar polaco promedio) y se divide el costo total del plan entre el precio por hora de trabajo, se obtiene un equivalente total de 7,584 horas de trabajo durante todo el proyecto.

Estas 7,584 horas de trabajo es equivalente a 10 personas utilizando 2 horas diarias de su jornada laboral en tareas improductivas (desperdicios) por 1 año y 7 meses (menos del tiempo restante del proyecto).

Como nota aclaratoria, el plan es factible desde el punto de vista organizativo y de flujo del proyecto, además que aumenta el nivel de conformidad y colaboración del equipo de trabajo, sin embargo, se realizó también esta comparación económica bastante aproximada, para brindar al lector una idea cuantitativa del plan de acción.

La comparación económica en detalle no ha podido ser realizada debido a que los procesos estudiados (administrativos) tienen las limitaciones de que los tiempos son muy variables y el ahorro en tiempo debido a las acciones a implementar no es una cantidad fija.

6. CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

El objetivo general de este proyecto era: desarrollar un plan de mejora de la eficiencia de los procesos de construcción y administrativos de un proyecto de construcción aplicando la herramienta Lean Mapa de Flujo de Valor.

Se concluye entonces que se ha podido realizar un plan de mejora de la eficiencia de los procesos administrativos del proyecto de construcción estudio de este proyecto aplicando la herramienta mencionada. Dicho plan fue presentado en el capítulo anterior.

Se identificaron todos los procesos que componía el proyecto haciendo un diagnóstico inicial de la naturaleza y estructura organizativa del proyecto.

En base a las entrevistas realizadas que definen el punto de vista de los participantes más importantes del proyecto, al análisis inicial de todos los procesos que componen el proyecto e identificación de las debilidades, se seleccionó aquellos a los que se implementaría la herramienta.

Dichos procesos seleccionados y que se desarrollan en detalle y son:

- Procura y contrataciones
- Gestión de documentos de diseño
- Gestión de correspondencia (notificaciones, reclamaciones y solicitudes de terceros)
- No conformidades (como fruto del análisis de procura y contrataciones)
- Gestión de planos de construcción terminada

Se realizó el mapa de situación actual de los procesos seleccionados y se identificaron los puntos de mejora siguiendo la filosofía Lean descrita en el proyecto. Los puntos de mejora se han descrito con detalle.

Las acciones para mejora de los procesos se presentan en el plan de mejora realizado.

El plan de mejora por las limitaciones de idioma y disponibilidad de recursos solo fue aplicado a procesos administrativos, sin embargo, son dichos procesos representan la mayor debilidad del proyecto.



Como futura línea de investigación, la herramienta se puede aplicar a procesos de naturaleza cíclica y más relacionados a la producción, para complementar las mejoras descritas en los procesos administrativos.

Actualmente, y dada la efectividad de la metodología aplicada y del rendimiento obtenido a la misma, la empresa ha decidido realizar el mismo estudio en otros proyectos de la empresa para ampliar la investigación.

7. REFERENCIAS

1. A., A., Diekmann, J. E., & Brown, A. D. (1999). *Simulation of the construction processes, traditional practices versus LEAN practices. Proceedings IGLC-7, (pp. 39-50). California.*
2. Ahmed, L. H. (2011). *Modern Construction Lean Project Delivery and Integrated Practices. Florida, USA: Taylor and Francis Group, LLC.*
3. Alarcó, L. F., Diethelm, S., Rojo, O., & Calderon, R. (2005). *Assessing the impacts of implementing lean construction Evaluando los impactos de la implementación de lean construction. Revista Ingenieria de Construcción.*
4. Alireza Anvari, N. Z. (2011). *A proposed dynamic model for a lean roadmap. African Journal of Business Management.*
5. Alireza, A., Yusof, I., Seyed, M., & Hossein, H. (2011). *A Study on Total Quality Management and Lean Manufacturing: Through Lean Thinking Approach. World Applied Sciences Journal, 1585-1596.*
6. Ari, V. R. (2011). *Value Stream Mapping of Information Flow in Infrastructure Projects. Cleveland.*
7. Ballard, G. a. (2004). *Competing Construction Management Paradigms. Lean Construction Journal, 38-45.*
8. Ballard, G., & Howell, G. (1994). *Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. 2nd Annual Conference on Lean Construction at Catolica Universidad de Chile Santiago. Chile.*
9. Banawi, A. A. (2011). *IMPROVING CONSTRUCTION PROCESSES BY INTEGRATING LEAN, GREEN, AND SIX-SIGMA. Pittsburgh: University of Pittsburgh.*
10. Bhosale, P., & Hemant, S. (2015). *VALUE STREAM MAPPING: CASE STUDY ON RESIDENTIAL CONSTRUCTION SECTOR. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH, 353-360.*
11. Bo Jørgensen, S. E. (2008). *Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction. Engineering, Construction and Architectural Management, 383-398.*
12. C MacKinsey & Company. (2015, 10 10). *MacKinsey & Company.*
13. Carr, A. (2000). *Critical theory and the management of change in organizations. Journal of Organizational Change Management.*
14. Chiavenato, I. (1999). *Administración de recursos humanos. Mc Grw Hill.*



15. Cwik, K., Nowak, P., & Roslon, J. (2017). *Introduction to Lean Construction*. Warsaw.
16. Dunlop, P and Smith, D. (2004). *Planning, estimation and productivity in lean concrete pour*. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 55-64.
17. FMI. (n.d.).
18. Garnett, S. (2016). *Selecting your Lean way to irreversible change*.
19. Hines, P., & Rich, N. (1997). *The seven value stream mapping tools*. *International Journal of Operations & Production Management*.
20. Howell, G. B. (2003). *Lean Project Management*. *Building Research & Information*, 119-133.
21. Johansen, E. a. (2007). *Lean construction: Prospects for the German construction industry*. *Lean Construction Journal*, 17-32.
22. Kilpatrick, J. (2003). *Lean Principles*. Utah: Utah Manufacturing Extension Partnership .
23. Koskela, L. (1993). *Lean Production in construction*. VTT Building Technology. Finland.
24. Koskela, L. (n.d.). *Towards the theory of Lean Construction*.
25. Liker, J. (2004). *14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.
26. Nimesha, V., & J.R., G. (2010). *Implementing Value Stream Mapping in Construction Industry*. *International Research Conference on Sustainability in Built Environment*, (pp. 256-265).
27. ONS. (n.d.). *Productivity Growth- Output per worker*.
28. Paul Sanuelson, W. N. (1998). *Economía*. Mc Graw Hill.
29. Peter Hines, M. H. (2004). *Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking*. *International Journal of Operations & Production Management*.
30. Pooja, B., & Hemant, S. (2015). *VALUE STREAM MAPPING: CASE STUDY ON RESIDENTIAL CONSTRUCTION*. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH*, 353-360.
31. Roos, D., & Womack, J. (1991). *The Machine that changed the world*.
32. Rother, M., & Womack, J. (2008). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Cambridge.
33. Saurin, T. A. (2011). *A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells*. *International Journal of Production Research*.
34. Statistics, B. o. (n.d.).



35. *The Economist Intelligence Unit Limited. (2015). Rethinking productivity across the construction industry: The challenge of change. USA.*
36. *University of Berkeley. (1999). Seventh Conference of the Lean Thinking. California.*
37. *Vishal, P., Jose Fernández, -S., Sarel, L., & Zofia K., R. (2010). Last Planner Implementation Challenge. ResearchGate, 548-554.*
38. *Wehrich, H. (2012). Administración, Una perspectiva global. Mc Graw Hill.*
39. *Wijesiri, S. S. (2008). Lean Construction as a Strategic Option: Testing its Suitability and Acceptability in Sri Lanka. Lean Construction Journal.*
40. *Zawislak, F. P. (2005). VALUE STREAM MAPPING IN CONSTRUCTION: A CASE STUDY IN A BRAZILIAN CONSTRUCTION COMPANY. Proceedings IGLC-13, (pp. 117-125). Sydney.*

8. APÉNDICES

- Mapas de flujo
 1. Flujograma general del proyecto
 2. Mapa de flujo del proyecto. Diagnósis
 3. Procura y contrataciones actuales
 4. Procura y contrataciones futuro
 5. No conformidades
 6. Construcción terminada (As Built)
 7. Documentos de diseño actual
 8. Documentos de diseño futuro
 9. Correspondencia actual
 10. Correspondencia futuro

- Procedimientos (en inglés)
 11. Borrador de procedimiento de procura propuesto
 12. Borrador de procedimiento gestión de documentos de diseño propuesto
 13. Borrador de procedimiento de gestión de correspondencia propuesto

- Fotos
 14. Fotos del proyecto