



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**MEJORAMIENTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN PROCESOS
ADMINISTRATIVOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE
EDIFICACIÓN A TRAVÉS DE MAPAS DE CADENA DE VALOR**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

VÍCTOR HUGO ODE LEYTON

PROFESOR GUÍA

ISABEL ALARCÓN GONZÁLEZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

JOSÉ LUIS SALVATIERRA

WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE

2015

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL

TITULO DE: Ingeniero Civil

POR: Víctor Hugo Odé Leyton

FECHA: 07/08/2015

MEJORAMIENTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN PROCESOS ADMINISTRATIVOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN A TRAVÉS DE MAPAS DE CADENA DE VALOR

El sector de la construcción en Chile es uno de los mayores contribuyentes en la economía y la generación de empleos del país. Por lo anterior, existe una gran cantidad de empresas pertenecientes al rubro, las que compiten por adjudicarse los diferentes proyectos que estén en el mercado. Para poder lograr lo anterior cada empresa debe presentar una propuesta tentadora, lo que se ve reflejado en márgenes de utilidad e imprevistos cada vez más pequeños. Para poder lograr obtener ganancias, cada empresa debe maximizar sus utilidades, utilizando diferentes herramientas.

El *Value Stream Mapping* (VSM) es un técnica desarrollada bajo el amparo de la filosofía Lean, con el fin de apoyar las empresas manufactureras en el rediseño de sus procesos productivos. Sus positivos resultados en el área industrial la hace una herramienta atractiva de utilizar en otros rubros productivos. En el área de la construcción no ha tenido una mayor utilización, por lo que el propósito del presente estudio es tener un primer acercamiento de la aplicabilidad del VSM en procesos administrativos de la construcción.

La metodología de investigación se ha basado en aplicar el VSM tres empresas constructoras en el proceso de adquisición de materiales. Las etapas que considera el VSM son cinco: definir el cliente, el valor y el proceso a estudiar; levantar el Estado Actual de la empresa; analizar el Estado Actual; creación del Estado Futuro, a partir de los resultados obtenidos en la etapa anterior; crear planes de implementación, con el fin de obtener los resultados propuestos.

Las conclusiones del estudio indican, que la utilización del VSM es una técnica útil y aplicable en la construcción, logrando rediseñar el proceso de abastecimiento de materiales. Con los cambios propuestos se logran procesos más eficientes y consolidados en sus trabajos propuestos, reduciendo la cantidad de retrabajos, implementando sistemas *pull* y utilizando las tecnologías hoy existentes. No obstante la aplicación de VSM, no fue lograda en su estado más purista, debido al tipo de proceso que se estaba estudiando, dejando fuera elementos importantes del VSM, como lo es el *takt time* y la implantación de un flujo continuo.

*“Dedicado a mi familia, en
especial a mis padres,
hermanos y polola.”*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a los profesores integrantes de la comisión por brindarme su apoyo, su tiempo y dedicación. Junto con ellos agradecer a GEPUC y sus integrantes que hicieron posible esta investigación, gestionando entrevistas, reuniones y solucionando problemas que sucedieron en el camino. En particular a Claudia Gómez quien me acompañó a lo largo de la investigación entregándome su buena onda, además de ayudar, guiar y aconsejar.

Agradecer a mis profesores a lo largo de la Universidad por entregar lo mejor de ellos, entregándome sus conocimientos y experiencias de vida, haciéndome sentir orgulloso de la casa de estudios y ayudando a formarme como ingeniero.

Siempre recordar a los que estuvieron conmigo en este tiempo, en especial a mi familia que siempre estuvo incondicionalmente preocupándose de mí, a mi mamá, papá, mis hermanos, mis tíos, mis abuelos, mis primos, mi polola, que siempre me tienen en su corazón y yo a ellos.

A mis amigos que me apoyaron, entregando un momento de distracción, alegría e insuperables episodios de mi vida. A mis amigos de la Universidad y los LH.

TABLA CONTENIDO

1. CAPÍTULO I	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivos Generales	2
1.2.2	Objetivos Secundarios	2
1.3	Marco de la investigación	2
1.4	Metodología	2
1.4.1	Investigación	2
1.4.2	Diseño del plan de ejecución de la investigación	3
1.4.3	Ejecución de la investigación	3
1.4.4	Plan de implementación de los cambios propuestos	4
1.4.5	Conclusiones	4
1.5	Alcances	4
1.6	Resultados esperados	5
CAPÍTULO II	Marco Teórico	6
2.1	Introducción	6
2.2	Mostrar la importancia del rubro de la construcción en la economía en Chile	6
2.3	El proceso de adquisición de materiales en la construcción	7
2.3.1	Problemas frecuentes en el flujo de adquisiciones	10
2.3.2	Métodos de evaluación del flujo de abastecimiento	10
2.4	Filosofía Lean Construction	11
2.4.1	Principios de Lean Construction	12
2.4.2	Lean Thinking	12
2.5	Value Stream Mapping	15
2.5.1	Términos a considerar en el uso del VSM	16
2.5.2	Etapas de aplicación del VSM	17
2.5.3	Directrices de la producción ajustada	19
2.5.4	Aportes del VSM	19
2.6	Teoría de las contracciones (<i>Theory Of Constraints</i>)	20
CAPÍTULO III	Descripción de las etapas de ejecución de la investigación	22
3.1	Introducción	22

3.2	Descripción de las etapas	23
3.2.1	Etapa 1: Definición del estudio y empresas a participar	23
3.2.2	Reunión de presentación del estudio.....	24
3.2.3	Etapa 3: Levantamiento del Estado Actual	25
3.2.4	Etapa 4: Reunión 3, validación del Estado Actual y análisis.....	26
3.2.5	Etapa 4 y 5: Reunión 4, entrega del Estado Futuro y recomendaciones de implementación.....	27
CAPÍTULO IV Levantamiento del Estado Actual.....		28
4.1	Introducción.....	28
4.2	Levantamiento constructora A.....	28
4.2.1	Resumen del proceso de adquisiciones	28
4.2.2	Estado Actual.....	31
4.3	Levantamiento constructora B.....	32
4.3.1	Resumen del proceso de adquisiciones	32
4.3.2	Estado Actual.....	34
4.4	Levantamiento constructora C	35
4.4.1	Resumen del proceso de adquisiciones	35
4.4.2	Estado Actual.....	37
4.5	Resumen y comparación de los Estados Actuales en las empresas	38
CAPÍTULO V Análisis.....		42
5.1	Introducción.....	42
5.2	Análisis constructora A.....	42
5.3	Análisis constructora B.....	44
5.4	Análisis constructora C.....	45
5.5	Resumen.....	47
CAPÍTULO VI Estados Futuros		49
6.1	Introducción.....	49
6.2	Estado Futuro constructora A.....	49
6.3	Estado Futuro constructora B.....	51
6.4	Estado Futuro constructora C	54
6.5	Resumen.....	56
Capítulo VIII Plan de implementación		58
7.1	Introducción.....	58
7.2	Plan de implementación común en las empresas	58

7.3 Aplicaciones específicas según cada empresa	60
Capítulo IX Conclusiones	62
Bibliografía	66
REFERENCIAS WEB.....	68
Anexo A.....	70
Anexo B.....	71
Anexo C	74
Anexo D	75
Anexo E.....	76

Índice Tablas

Tabla 1, PIB de la construcción en Chile.....	7
Tabla 2, Iconos de VSM	70

Índice Ilustraciones

Ilustración 1, Metodología de la investigación.	4
Ilustración 2, Sistema push vs sistema pull (4Lean, 2011).....	9
Ilustración 3, secuencia de la ejecución de la investigación.....	22
Ilustración 4, levantamiento del Estado Actual.	26
Ilustración 5, Ejemplo de VSM de un Estado Actual.	72
Ilustración 6, Ejemplo de VSM de Estado Futuro.	73

Índice Gráficos

Gráfico 1, comparación de tiempos de actividades, que entregan valor y las que no, empresa A.....	32
Gráfico 2, comparación de tiempos de actividades, que entregan valor y las que no, empresa B.....	35
Gráfico 3, comparación de tiempos de actividades, que entregan valor y las que no, empresa C.....	38
Gráfico 4, Tiempos de ciclo de las constructoras.....	40
Gráfico 5, Desglose del tiempo total, en las actividades que agregan valor y las que no..	41
Gráfico 6, Incidencia de los tiempos de las actividades del Estado Futuro, empresa A....	51
Gráfico 7, Comparación de los tiempos en los Estados, Actual y Futuro.	51
Gráfico 8, Incidencia de los tiempos de las actividades del Estado Futuro, empresa B....	53
Gráfico 9, Comparación de los tiempos en los Estados, Actual y Futuro, empresa B53	
Gráfico 10, Comparación de los tiempos en los Estados, Actual y Futuro, empresa C.	55
Gráfico 11, Incidencia de los tiempos de las actividades del Estado Futuro, empresa C..	55
Gráfico 12, Evolución en tiempos de ciclo de las constructoras.....	57
Gráfico 13, Evolución de los tiempos que no agregan valor, del Estado Actual al Estado Futuro.....	57

CAPÍTULO I Introducción

1.1 Motivación

Hoy en día la competencia en el rubro de la construcción es potente, lo que implica que las empresas constructoras deban presentar utilidades e imprevistos muy bajos, así lograr una propuesta más competitiva para conseguir captar la atención de los clientes, gracias al menor valor de sus precios. Claro está que se busca, junto con disminuir los precios, mantener o aumentar la calidad del producto vendido, es por esto que se requiere la optimización de recursos.

La construcción es un área con permanentes intenciones de modernizarse aplicando mayor ingeniería y apuntando a la optimización de los recursos; implementando nuevas tecnologías, métodos de supervisión de calidad y productividad, y especializándose en todos los ámbitos que le es posible. Es debido a esto que nace el concepto de construcción sin pérdidas o filosofía *Lean Construction*, el cual busca evitar pérdidas provocadas por los tiempos en espera, procesos ineficientes, falta o exceso de materiales en inventario, entre otros.

Lean Construction es una filosofía que tiene como finalidad la eliminación de los desperdicios en la construcción, utilizando diferentes herramientas, muchas de ellas ya probadas en la empresa manufacturera. Una de estas herramientas son los Mapas de Cadena de Valor o *Value Stream Mapping (VSM)*. Dicha herramienta fue implementada por la empresa japonesa Toyota, con finalidad de rediseñar sus procesos productivos, analizando las actividades que se ejecutaban.

El mecanismo del Value Stream Mapping permite ver el proceso de una operación de manera gráfica, lo que facilita hacer un diagnóstico de los problemas en el proceso en cuestión y con ello implementar correcciones. Los VSM representan todo el ciclo productivo para un proyecto determinado, en forma de diagrama de flujo y además tienen buena aceptación por ser amigable con el usuario.

La aplicación de una nueva herramienta de optimización en la construcción, que ha dado buenos frutos en la manufactura, hace de la investigación más atrayente, ya que se puede esperar que dichos resultados se vean reflejados en esta área. Adicional a lo que es la innovación, es una buena herramienta para el desempeño de la vida laboral de cualquier profesional, ya que lo potencia a ser partícipe de los rediseños de diferentes procesos que se le soliciten.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

- 1.- Aplicación de la metodología obtenida en una empresa del rubro de la construcción en Chile.
- 2.- Optimizar el proceso de adquisición de materiales en proyectos de edificación a través del uso de mapas de cadena de valor.

1.2.2 Objetivos Secundarios

- Evaluar si el Value Stream Mapping es un método eficiente de aplicar en la industria de la construcción para optimizar los recursos de la administración.
- Establecer un plan de coordinación de actividades interdisciplinarias que permita establecer un método efectivo y que asegure la reducción de costos y tiempo en la construcción. Para ello utilizar los VSM como herramienta de coordinación y seguimiento de un proceso.
- Proponer recomendaciones en la adaptación y medición de datos para Mapas de Cadena de Valor.

1.3 Marco de la investigación

La investigación se realizará con el respaldo del Centro de Excelencia en Gestión de la Producción de la Pontificia Universidad Católica (Gepuc), con ayuda de su grupo colaborativo, el cual consta de diversas empresas constructoras especialistas en diferentes áreas, a las que se les invitará a ser partícipe de la presente investigación.

1.4 Metodología

El desarrollo en la investigación realizada se basó principalmente en las siguientes etapas:

1.4.1 Investigación

Antes de comenzar cualquier tipo proyecto o implementación de un sistema metodológico, se debe revisar el estado del arte de dicha investigación, para generar una idea de lo que se tiene hasta el momento y qué se puede aportar o generar.

Además de esto, se necesita crear una base teórica que permita sustentar la investigación.

Para esto, la principal fuente de información está en los participantes de Lean Construction Institute, las experiencias de Toyota en la aplicación de la herramienta en sus procesos y otros trabajos relacionados con el tema.

1.4.2 Diseño del plan de ejecución de la investigación

En esta etapa se detallarán los procesos a investigar, las empresas participantes, y las herramientas a utilizar en el trabajo con las constructoras.

El diseño de reuniones y procesos de muestreo con las empresas, está determinado y sugerido por el libro “Identificación y reducción de pérdidas en la construcción: Herramientas y procedimientos” (Alarcón, 2001). Las herramientas a generar constan de presentaciones introductorias en el tema, reuniones y entrevistas semiestructuradas a los diferentes actores involucrados, principalmente.

La toma de datos y levantamiento de los procesos a investigar, se realizarán mediante reuniones en las que debiesen participar todos los integrantes del proceso a estudiar, ya que se necesita que cada uno muestre su punto de visto de cómo se lleva a cabo el proceso.

1.4.3 Ejecución de la investigación

Los datos a tomar están directamente relacionados con el funcionamiento del proceso que será mapeado, para poder llevar a cabo esto, se utilizarán las herramientas anteriormente presentadas. Es importante señalar que los datos que se emplearán, son datos de procesos actuales, los cuales difieren de los datos que Gepuc pueda tener.

El periodo contemplado para esta etapa de la investigación es de dos a cuatro meses. En los cuales se realizarán el levantamiento de los procesos, su análisis y la propuesta de las mejoras. Estas tres etapas descritas se conocen como el Estado Actual, Análisis y Estado Futuro. De manera introductoria, el Estado Actual es la presentación de cómo se lleva a cabo el proceso actualmente, con todos sus virtudes y desventajas. El Análisis, es el estudio de este Estado Actual viendo que actividades le entregan valor al proceso y cuáles no, con este Análisis se da paso al Estado Futuro, el que es una consecuencia del Análisis realizado al Estado Actual, estas etapas de la investigación se detallaran en el apartado 2.5.

1.4.4 Plan de implementación de los cambios propuestos

Esta fase de la investigación se enfoca en crear un listado de acciones que permitan obtener los resultados esperados llevando a cabo las modificaciones planeadas. Por los alcances de la investigación se limitará sólo a hacer recomendaciones a las empresas para que ellas ejecuten los cambios y puedan obtener los resultados esperados. Por lo que se deja propuesto a otra investigación el estudio de los impactos que generen, y poder concluir el real impacto de la herramienta.

1.4.5 Conclusiones

Se producirá una comparación entre los procesos sin implementación de VSM y el proceso con VSM, donde se pretende ver la eficacia del método. Lo anterior sumado a opiniones a la aplicación del método, del proceso administrativo a estudiar y aspectos específicos del proceso de cada empresa. Con esto se pretende generar comentarios para cada caso, revisando las debilidades de cada proceso administrativo y cómo influirán los VSM en la optimización del proceso.

La metodología se muestra en forma de resumen gráfica en la ilustración 1, en la que se puede observar la secuencia de cada etapa y los aspectos a considerar de cada una.

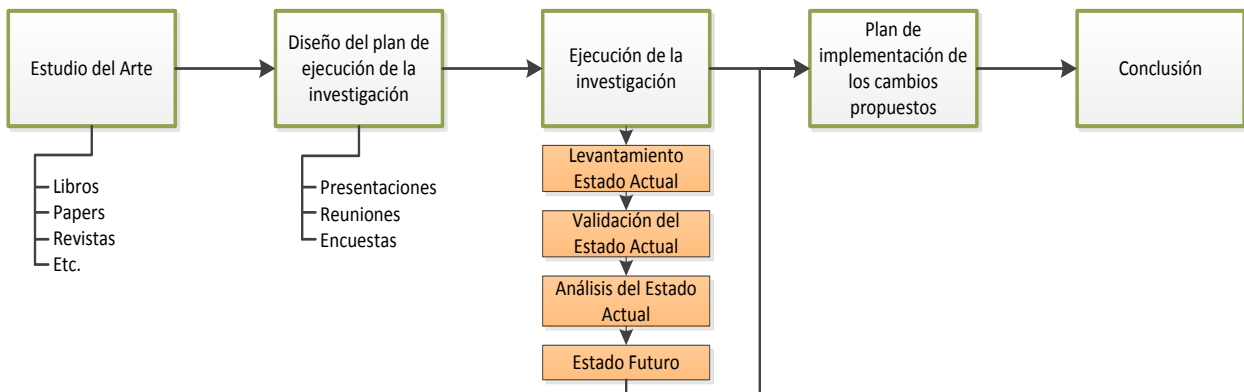


Ilustración 1, Metodología de la investigación.

1.5 Alcances

Al momento de extender la invitación a los miembros del grupo colaborativo de Gepuc para la participación de la investigación, se le presentará a estos los alcances que tiene el estudio. Este va desde levantar el proceso a mapear desde que nace una necesidad hasta que esta es cubierta, proponer las mejoras y un plan de implementación de estas.

1.6 Resultados esperados

Se espera que el presente trabajo sea considerado un aporte a futuras investigaciones en el tema, además de un aporte en la ingeniería constructiva y entregarle una mayor capacidad ingenieril a la administración en la construcción. Con ello entregar un procedimiento que sea aplicable a todas las obras de las empresas a estudiar, además de proponer un proceso óptimo y sólido a partir de la comparación de las diferentes empresas a estudiar.

Se pretende concluir que el Value Stream Mapping es una buena herramienta aplicable al rubro de la construcción, permitiendo entregar resultados positivos en relación a los tiempos de trabajo y reducción de compras fallidas, etc., Logrando una optimización de los procesos.

A partir de lo anterior, se espera poder generar un mapa óptimo y estándar que sea aplicable de forma general a la administración de obras.

CAPÍTULO II Marco Teórico

2.1 Introducción

El propósito de este capítulo es la descripción y análisis del marco teórico en el que se llevará cabo la investigación. Para ello, sobre la base de la literatura existente en relación al tema en estudio, que es el rubro de la construcción, la adquisición de materiales y el Value Stream Mapping. Se desarrollarán los siguientes temas:

- La construcción en Chile.
- El abastecimiento en la construcción.
- La Filosofía Lean Construction.
- La herramienta Lean, Value Stream Mapping.

2.2 Mostrar la importancia del rubro de la construcción en la economía en Chile.

El rubro de la construcción es de gran importancia en el desarrollo de un país, ya que son los pilares para el progreso de las ciudades y sus habitantes, esto se ve reflejado en estructuras como edificios habitacionales, edificios industriales, estructuras viales, puertos, etc., que son vitales para un mayor bienestar de las personas y un mejor desarrollo de sus actividades tanto en el ámbito económico como en la vida diaria.

Actualmente, debido a la crisis en el sector minero, el área de la construcción se ve un tanto afectada, por la menor inversión en proyectos mineros, los cuales generalmente implican grandes proyectos de ingeniería. Además de esto, se produce un retraso en la economía del país. Pese a lo anterior existe demanda importante de proyectos de construcción.

Adicionalmente, una característica del sector de la construcción es su inestabilidad frente a externalidades (Serpell, 1991). Serpell señala que “es un área tremendamente sensible a los cambios que experimentan los ciclos económicos, repuntando con lentitud pero con fuerza en los periodos de expansión y siendo afectada en cambio, más rápidamente y en mayor proporción y en menor proporción en otros sectores, durante los periodos de crisis o recesión”.

La industria de la construcción tiene una gran importancia económica para el país, que se ve reflejada en su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) y la generación de empleo. Es posible ver en la tabla 1 el reflejo de la participación de la construcción en el PIB en Chile, donde el promedio de los últimos 7 años es cercano al 7%, con esto es posible notar lo significativo que es el rubro en el país, ya que esto se traduce en dinero para el país, sino que además implica el aumento de fuentes de empleos.

Consumado a lo anterior, es posible corroborar lo mencionado respecto a la baja de la construcción, producto principalmente por la baja de la minería, que según el Banco Central entre los años 2008 y 2014 ha disminuido más de un 2% en su participación en el PIB, pasando de un 14,03% en el 2008 a un 11,94% en el 2014, desencadenando un estancamiento de la economía del país.

Tabla 1, PIB de la construcción en Chile (Banco Central, 2014)

Año	Representación del PIB
2008	7,34%
2009	7,02%
2010	6,76%
2011	6,82%
2012	6,93%
2013	6,87%
2014	6,88%

Lo anterior compromete la cantidad de proyectos a realizar, lo que se ve reflejado en una mayor competencia entre empresas, esto deriva en una construcción con márgenes cada vez más pequeños, lo que a su vez genera reducir sus costos. Es en esta parte donde la filosofía de Lean Construction cobra importancia, intentando minimizar costes de producción mediante la eliminación de los desperdicios existentes, además de buscar la perfección del sistema constructivo global, mediante diferentes herramientas disponibles.

Pese a la constante búsqueda de la perfección, alcanzar una Producción sin Pérdidas es una meta a la que quizás nadie alcance, pero intentarlo cada día entrega un buen posicionamiento de una empresa en el mercado (López, 1997).

2.3 El proceso de adquisición de materiales en la construcción

El proceso de abastecimiento conjuga una secuencia de procesos y flujos, entre los que se distinguen: el nacimiento de la necesidad de materiales, la solicitud de estos, las aprobaciones varias y el despacho, para poder ser entregados al cliente (interno en este caso). Desde el punto de vista de la manufactura, el concepto de “flujo de

abastecimiento” tiene diferentes posibilidades de productos, servicios, proyectos o proveedores, moviendo materiales desde los proveedores, distribuidores y finalmente consumidores a través de flujos específicos (Chopra et al., 2001).

El objetivo de una cadena de abastecimiento es reglamentar y con esto crear un orden del flujo de abastecimiento de materiales. De esta manera, la cadena de abastecimiento puede ser definida como “una creación sistemática de valor” (Huang et al., 2004). Una cadena de abastecimiento puede ser vista como un loop, ya que se inicia con el cliente y termina con él. Todos los materiales, informaciones y transacciones tienen que pasar por este loop.

Esta definición se ve detallada en el trabajo de Handfield y Nichols (1999), quienes la describen de la siguiente manera “La cadena de abastecimiento encierra todas las actividades asociadas con el flujo de información y transformación de los bienes desde los materiales en crudo a través de los usuarios”. Es posible notar que se hace referencia al flujo tanto de información como de materiales.

El manejo “administrado” del flujo de adquisiciones se define como “Supply Chain Managment (SCM)” y es “la integración de los procesos de negocio, desde los distribuidores originales que proporcionan los productos, servicios e información hasta el usuario final, todos los cuales suman valor para los clientes” (Möller y Bejder, 2004). La utilización de SCM ha generado mayores eficiencias en los tiempos de la industria de la manufactura (Chin et al., 2004) y en el caso de empresas constructoras se le ve un gran potencial de mejoras a la aplicación de este método (Vrijhoef et al., 2001).

SCM se puede entender como una red de compañías e individuos trabajando. Womack y Jones (1990) muestra que la industria manufactura se ha dividido por departamentos, en los cuales cada uno tiene a su cargo una parte de la creación de valor de un elemento. Es así que los productos se mueven por los diferentes departamentos que componen la industria. La creencia de la departamentalización es la que permite una mejor administración de las tareas y una mayor eficiencia en la ejecución de las mismas, lo que es aplicable a la construcción.

Esta etapa, del producto o de la información de un lado a otro es el flujo que se realiza para la generación de valor de un elemento. En busca de un proceso sin pérdidas es posible observar situaciones que dificultan la labor, y que se podrían identificar como: los movimientos entre departamentos, ya sean producto o información, están asociados a un tiempo de espera, debido a una descoordinación del equipo en general; adicional a esto cada departamento muestra sus intereses propios en la adición de valor del producto y/o servicio; falta de comunicación entre departamentos, etc. Una producción sin pérdidas plantea que se le debe ganar a las barreras organizacionales, con la finalidad de que el valor pueda fluir libremente y sin desechos, es decir, eliminar las pérdidas que este pueda tener, como los tiempos de esperas, movimientos, transportes

excesivos, interrupciones, fallas de calidad, cambios en el trabajo hecho o herramientas inadecuadas (Womack y Jones, 1990).

La literatura presenta dos formas de gestionar la entrada y utilización de productos en el proceso de producción. Las visiones son contrapuestas, una es considerada el pedido desde “aguas abajo” es el llamado “pull” o tirón, mientras la otra “push” que entrega sus pronósticos desde “aguas arriba” (Ohno, 1993). Este último es visto con recelo debido a la inexactitud de las predicciones del productor, por lo que este sistema pierde dinero y tiempo. La ilustración 2 muestra de forma gráfica el concepto que busca cada sistema.

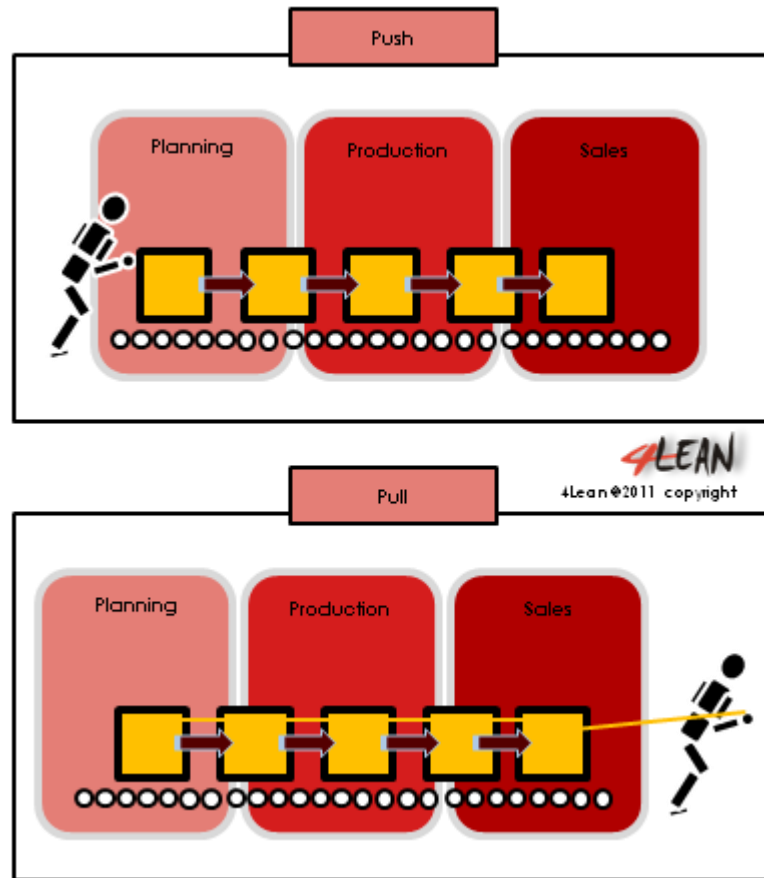


Ilustración 2, Sistema push vs sistema pull (4Lean, 2011).

Dicho de otra forma, el sistema pull condiciona la producción haciendo que cada uno de los procesos haga prevalecer la condición del cliente, por lo que éste tira el pedido. Cada proceso está supeditado a que lo que entregue el proveedor aguas arriba y a lo que solicite el cliente aguas abajo, por lo que si se concentra en cumplir con lo que solicita el cliente, se podrá complacerlo y lograr que fluya el proceso. En cambio sí se espera que el proveedor entregue el producto y/o información se corre el riesgo de que no sea lo que necesita el cliente o que sea entregado a destiempo. Adicionalmente, si el cliente tiene un sistema menos eficiente que el productor se le generará un sobre stock de productos aguas abajo. La idea del sistema pull es que el cliente controle lo que

necesite y cuando lo necesite, según sea su disposición. En tanto el sistema push se mantiene sujeto a lo que sea capaz de producir el productor.

Por último, cabe mencionar lo que dicen Hopp, W. y M. Spearman (1996): “Un sistema push programa la liberación del trabajo basado en la demanda, mientras que un sistema pull autoriza la liberación del trabajo basado en el estado del sistema”.

2.3.1 Problemas frecuentes en el flujo de adquisiciones

Chin et al. (2004) presentan una investigación de abastecimiento de elementos prefabricados que pretende identificar y medir dónde y cómo se producen los desperdicios en el abastecimiento de materiales. El resultado más significativo es que entre cada proceso se generan muchos espacios de tiempo generando inventario sin movimiento.

Estos problemas y desperdicios se generan mayormente por:

- Falta de colaboración e información compartida, causando cambios constantes en la definición del pedido.
- Falta de comunicación y manejo eficiente en las relaciones entre abastecedores y fabricantes, causando demoras y tiempos largos en el flujo de material y producto.
- Falta de coordinación debido a un plan inadecuado entre el cliente y el proveedor, causando retrasos, demoras y excesivo stock.
- Información perdida, especialmente por la fragmentación del proceso.
- Abundancia en el flujo de la información a través del ciclo de vida del proceso.
- La solución para la mayoría de los problemas que proponen los investigadores es una mayor comunicación en pro de una logística grupal.

2.3.2 Métodos de evaluación del flujo de abastecimiento

Existen diferentes métodos de evaluación para el flujo de abastecimiento y otros. Uno de los más nombrados es la utilización de una serie de encuestas, entrevistas y observación en terreno a las personas involucradas en los diferentes procesos del flujo. La importancia de lo anterior es que entrega una visión de las personas que participan en el proceso, además de evaluaciones que realizan los clientes, esperando que sea lo más objetiva posible (Elfving, Tommelein y Ballard, 2004).

Otro método muy utilizado es el Value Stream Mapping, en donde todos los actores implicados en el proceso deben participar en el levantamiento de datos, de esta forma se logra representar de forma completa cómo funciona el flujo, de adquisiciones es este caso, dicho método será revisado en el apartado 3.5.

2.4 Filosofía Lean Construction

Posterior a la Segunda Guerra Mundial en la década de los 50, la industria japonesa, específicamente la empresa Toyota, con la finalidad de reducir en gran proporción todos sus costos debido a la situación económica y social en que se encontraba el país de la postguerra, se preocupó de generar un nuevo sistema de producción, frente a las siguientes características que presentaba el mercado en dicha época (Inglés, 2005):

- Mercado doméstico de pequeño tamaño y demandando una amplia gama de vehículos.
- Buena posición de trabajadores y sindicatos en las negociaciones colectivas, y no dispuestos a ser tratados como piezas intercambiables, tal y como ocurría con la Producción en Masa.
- Nula inmigración dispuesta a trabajar en condiciones desfavorables.
- Carencia de capital para proveerse de últimas tecnologías occidentales.
- Prohibición por parte del gobierno japonés de inversiones extranjeras directas.

Por los puntos anteriores es que Toyota decide adoptar otra postura frente a la producción de sus productos, donde el nuevo sistema de producción no daba espacio a la presencia de pérdidas o ineficiencias en la producción.

El nuevo método tuvo como prioridad modernizar el sistema de “producción en masa”, sistema impulsado por Henry Ford, la cual definía puestos de trabajo poco flexibles, con la única finalidad de cumplir metas con una gran cantidad de inventario y un pequeño margen de productos diferentes, lo que generaba altos costos para la mejora de las metas fijadas.

El nuevo sistema persigue avances en cuanto a la productividad, calidad, eficiencia, cumplimiento de plazos y otros factores que buscan la perfección de la industria, el conjunto de todos los factores anteriores se denomina Producción Ajustada o Lean Production.

La principal diferencia entre ambas es que la primera tiene como objetivo último, un desempeño “bastante bueno”, con una cantidad aceptable de productos defectuosos, con una posibilidad de mejora que implica grandes costos. En tanto la segunda tiene como meta alcanzar la perfección, lo que implica reducción continua de costos, cero defectos, inventario nulo e infinita variedad de productos.

La implementación y aplicación de *Just in Time* (JIT o justo a tiempo) y la automatización, permitirán conseguir lograr la meta anterior. El JIT se refiere a la producción y entrega de los productos correctos en la cantidad adecuada y en el momento preciso en el que se necesitan en el punto de consumo, mientras la

autonomatización, implica una mayor flexibilidad de la maquinaria a utilizar (Imglés, 2005).

2.4.1 Principios de Lean Construction

Ya probado el éxito de Toyota se comienza aplicar la filosofía Lean a diferentes áreas productivas, entre ellas la construcción, en donde Lauri Koskela es uno de los impulsores de Lean Construction realizando las adaptaciones que corresponden al rubro. Junto con esto y la participación del Lean Construction Institute (LCI) en la década de los 90, la aplicación de Lean Construction y sus herramientas ha arrojado buenos resultados. Cabe señalar que los principios que persigue Lean Construction (Koskela, 1992, 2000):

- Incrementar la eficiencia de las actividades que agreguen valor.
- Enfocar el control de los procesos al proceso completo.
- Introducir el mejoramiento de continuo de los procesos.
- Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking).
- Reducir la participación de actividades que no agreguen valor.
- Reducir la variabilidad.
- Incrementar la flexibilidad de las salidas.
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso.
- Incrementar la transparencia de los procesos.
- Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.

2.4.2 Lean Thinking

El Pensamiento Lean es un pivote o proceso de pensamiento que entrega el sentido a los métodos y técnicas específicas para avanzar más allá de la Producción en Masas y logrando una Producción Ajustada, es por esto que el Pensamiento Ajustado (Lean Thinking) tiene 5 fundamentos, que a continuación se muestran (Womack et al., 1996):

1. Especificar el **valor**: el valor lo define el cliente en términos de lo que el necesita o anda buscando.
2. Identificar el **flujo del valor**: tener claro cuál es el proceso que sigue el valor para ser entregado al cliente, detectando cuáles son los insumos a transformar para que sean entregados al cliente y eliminar sus desechos.
3. Hacer que **el valor fluya**: luego de eliminar los posibles desechos, hacer que el valor fluya sin interrupciones.
4. Permitir que **el cliente tire del valor**: saber qué es lo que necesita el cliente y cuándo lo necesita, para tener una producción justo a tiempo.

5. Buscar la **perfección**: estar en un continuo mejoramiento en busca de alcanzar o acercarse a la perfección.

2.4.2.1 Especificación del valor

Se entiende por valor a un producto específico (bien o servicio) que satisface las necesidades del cliente, con un precio y tiempo determinado (Womack et al., 1996).

El concepto del valor lo define el cliente junto con el productor o proveedor, donde el primero presenta las exigencias y requisitos necesarios para que se cumplan sus necesidades, para que el segundo pueda entregar tal valor cumpliendo las expectativas del cliente.

Es por esto que el primer paso crítico del Pensamiento Ajustado es lograr expresar exactamente lo que se desea. El punto anterior es muy importante en el flujo de abastecimiento de productos, ya que si no se tiene claro qué tipo de material se necesita y agregado a esto, la diversidad de materiales existentes, se generan confusiones que terminan entregando un producto que no era el deseado. Generando retrabajos y tiempos de espera de material, por lo tanto pérdidas. Para evitar lo anterior, el proceso de definición del valor debe iniciarse precisando los productos específicos a utilizar, y si amerita mayor detalle, expresar en que se utilizará el producto solicitado.

2.4.2.2 Identificación del flujo del valor

El flujo del valor está conformado por todos los subprocesos y etapas que debe pasar el valor, desde que nace la necesidad del cliente hasta que se le es satisfecha, identificando todas las etapas intermedias. El proceso se inicia con las materias primas o información inicial (en este caso de estudio) y termina con el cliente, que puede ser el cliente final o cliente interno (en este caso de estudio). Lo que se mueve en el flujo del valor dependerá del tipo de empresa o proceso, es decir si hablamos de manufactura lo que fluye son materiales, en diseño y servicios fluye la información, en servicios humanos fluyen las personas. En el presente caso de estudio del flujo de abastecimiento en la construcción, están mezclados en el flujo de información con el de materiales.

Tener claridad de los procesos intermedios permite ver los desperdicios que produce el proceso y a partir de esto plantear un rediseño del mismo. Esta etapa mostrará que:

- Algunas pocas acciones o actividades que se hayan identificado son las que verdaderamente sirven para crear valor en el producto y/o servicio, además de realizar el trabajo bien a la primera.
- Otras actividades no añaden valor, pero es necesario realizarlas, debido a leyes, políticas internas, tecnología, etc.

- El resto de las actividades son evitables, ya que no entregan valor ante los ojos del cliente.

Los dos últimos puntos presenta actividades que pueden ser consideradas mudas, que significa despilfarro o ineficiencia, es decir, toda actividad que consume recursos, pero no entrega valor (Liker, 2003). Los despilfarros en los que se puede incurrir en toda actividad productiva pueden ser ocho (Ohno, 1993; Womack, 1996):

- Sobreproducción.
- Transporte de bienes.
- Esperas varias.
- Movimiento de empleados.
- Productos o información defectuosos.
- Etapas del proceso que no son necesarias.
- Bienes que no cubren las necesidades del cliente.
- Servicios que no cubren las necesidades del cliente.

La técnica del mapeado del flujo de valor o Value Stream Mapping, que será presentada en el apartado 3.5 es un buen recurso para el análisis de esta etapa, que permite la identificación del flujo del valor, con las actividades que entregan valor y las que no. Aunque Womack y Jones no lo citen en su libro “Lean Thinking”, ya que a la fecha de la primera edición el VSM no había sido diseñado, sí se hace la consideración de la importancia de mapear el proceso. En las reseñas que hace a las herramientas posibles o necesarias, se remite a siete herramientas de mapeado diferentes al VSM objeto de estudio (Hines et al., 1997). En publicaciones posteriores dichos autores sí citan al VSM como herramienta disponible para tal fin (Womack et al., 2002).

2.4.2.3 Hacer que el valor fluya sin interrupciones

Una vez que se tiene claro el flujo es importante hacer que el valor fluya por este sin interrupciones. En general, las personas tienden a agrupar el trabajo en lotes grandes, hay que rediseñar esto o cambiar la actitud con la intención de generar un flujo continuo de lotes de producción más pequeños (Serrano, 2007). Lo que respecta al proceso de adquisiciones, los tiempos de espera son grandes interrupciones que demoran el abastecimiento de materiales, lamentablemente y a diferencia de la manufactura, el proceso de adquisiciones no es un proceso continuo, ya que el poder implementar un flujo continuo implica grandes costos que no se justifican, esto varía el análisis y no se promueve la implementación de un sistema continuo.

2.4.2.4 Permitir que el cliente tire del valor

Una de las claves para realizar un buen trabajo, es satisfacer al cliente con el producto y/o servicio entregado, considerando el tiempo en que él lo solicitó. Para esto es imperante comprender lo que necesita. Lo que propone Womack es que el cliente tire la realización por sobre la idea de que el productor vaya empujando el producto hacia el cliente tal como lo muestra la ilustración 2 en el apartado 2.3, esto hace que el responsable de la correcta entrega del producto es el último participante del flujo, el cual va presionando al que está anterior en él, y así sucesivamente. Más aún, las demandas se vuelven más estables cuando el cliente sabe que tiene garantizado el servicio (Womack et al., 1996).

2.4.2.5 Perseguir la perfección

El espíritu de Lean es la continua búsqueda de la perfección, no basta con realizar algunas mejoras que entreguen buenos resultados, lo que persigue Lean es la constante mejora, un continuo perfeccionamiento, es claro que no se alcanzará, pero cada vez se podrá acerca más, es por esto que alcanzado los cuatro pasos anteriores, surge la idea de que no hay final en el proceso de reducir esfuerzos, tiempo, espacio, costos y desperfectos, ofreciendo un producto que cada vez se acerca más a lo que el cliente solicita. Las etapas anteriores hacen que la empresa entre en un círculo virtuoso y la búsqueda de la perfección tome sentido, donde el compromiso del equipo y la claridad y transparencia de la información son aspectos importantes.

2.5 Value Stream Mapping

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores, existen diferentes herramientas que permiten el análisis, evaluación y el rediseño de un proceso. Entre los mencionados y, además, más utilizados está el Value Stream Mapping (VSM) o Mapeo del flujo del valor. Donde el VSM se muestra como una técnica relacionada con la Producción sin Pérdidas bajo un enfoque Lean (Rother et al., 1998; Womack et al., 2002).

En concreto, el VSM, es una técnica visual que plasma de forma gráfica un proceso en particular, en donde se muestra cómo fluye el valor a lo largo de la cadena mostrando y entregando información relativa a los tiempos asociados a los procesos involucrados, tiempos de espera, retrabajos, índices de productividad, etc. Esta técnica la comenzó a desarrollar Toyota bajo la idea de “mapeado del flujo y de información” y finalmente desarrollada por Rother y Shook en su libro “Learning to see” (1998), (ver anexo B, ejemplo de VSM).

El propósito de la herramienta es mapear el flujo completo, tanto de las actividades que agregan valor como de las que no, para llevar una familia de productos que parte como materia prima y va a un producto terminado, esto con el objeto de localizar las oportunidades de mejora que se puedan presentar en el flujo estudiado mediante la aplicación de concepto de aplicación de una Producción Ajustada. Con lo anterior es necesario también mostrar gráficamente cómo se debería comportar el flujo con los cambios previstos. Adicionalmente se debería poder proyectar y cuantificar las mejoras deseadas.

El VSM tiene 5 fundamentos importantes, que son:

1. Especificar el valor.
2. Identificar el flujo del valor.
3. Hacer que el valor fluya.
4. Comprender al cliente.
5. Buscar la perfección.

Es posible notar que los cinco fundamentos son los mismos que persigue la filosofía Lean, es por esto que se puede decir que el VSM afecta al corazón de Lean.

El VSM tiene una serie de etapas para poder llevar a cabo la investigación de un proyecto (Rother et al., 1998):

1. Definir el valor que va a ser estudiado.
2. Mapear el estado actual.
3. Análisis del estado actual.
4. Mapear el estado futuro.
5. Crear un plan de trabajo e implementar.

Autores aconsejan la creación de un equipo multifuncional de 3 a 7 miembros en el que la figura del flujo de valor sea el encargado de liderar el proceso de VSM y el posterior plan de implementación, éste ha de ser conocedor del flujo del valor de la familia de productos a tratar y además de un especialista en herramientas Lean, que actuará de guía y asesor del equipo (Rother et al., 1998).

2.5.1 Términos a considerar en el uso del VSM

Los siguientes términos a considerar, son los usados en la aplicación de VSM en la manufactura, lo que puede hacer que pierdan un poco el sentido, sin perder el foco, en el caso de la construcción y el proceso a estudiar.

- **Tiempo de ciclo**, es el tiempo que pasa en cumplir una etapa y siga con la siguiente.

- **Tiempo de proceso**, es el tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción que transforman el producto de tal forma que el Cliente esté dispuesto a pagar por el producto.
- **Demanda**, es la cantidad de productos que se solicitan en cada etapa del proceso.
- **Eficiencia**, es la cantidad de productos que puede producir una persona o máquina en un determinado periodo.
- **Takt Time**, es el la división entre el tiempo disponible para trabajar dividido por la producción a realizar.

2.5.2 Etapas de aplicación del VSM

2.5.2.1 Especificar el valor

Es necesario tener claro el valor, con definir esto se hace referencia desde dónde nace hasta dónde se deseará mapear, cuál es la información a considerar y qué áreas de la empresa se tienen que considerar. Además de focalizar el mapeado en un solo proceso que entregue el producto por determinar, tener bien claro esto es de suma importancia, ya que el incluir todos los posibles inputs de información o singularidades no conduce a desarrollar de manera adecuada las pautas de una Producción Ajustada (Rother et al., 1998).

2.5.2.2 Mapeado del Estado Actual

Se hace una recopilación de toda la información necesaria para poder llevar acabo el mapeo, donde los autores Rother et al. (1998) aconsejan:

- Utilizando lápiz y papel recopilar toda la información necesaria *in situ*.
- Dibujar aguas arriba, comenzando con los requerimientos del cliente.
- Cada actividad donde el material y la información fluyan, se considera un proceso y se dibuja mediante una caja. En dichas cajas se deben de registrar los datos necesarios para cada proceso, que podría ser:
 - Tiempo de ciclo.
 - Tiempo de proceso.
 - Demanda.
 - Eficiencia.
 - Número de operarios.
 - Otros datos que sean importantes considerar.

Contabilizar el tiempo de trabajo de una pieza o pedido, así como periodo de maduración desde que se inicia el flujo hasta que termina. La idea de esta etapa es lograr representar en el mapa del Estado Actual, como realmente funciona el proceso

en el presente, con la mayor cantidad de datos que sea posible, ya que a partir de lo indicado en esto se podrá realizar el posterior análisis. El VSM tiene una simbología que se presenta en el anexo A.

2.5.2.3 Análisis del Estado Actual

Se trata de revisar el funcionamiento actual del flujo completo, logrando identificar las actividades que agregan valor, las que no agregan valor, pero son necesarias y las que no agregan valor. Además de lo anterior, Rother et al. (1998) sugieren responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el takt time o ritmo impuesto del trabajo realizado?
- ¿Dónde se puede emplear flujo continuo?
- ¿Es necesario emplear algún sistema pull para gestionar la producción?
- ¿Qué unidad de trabajo será retirada constantemente del proceso?
- ¿Qué mejoras de proceso serán necesarias en el flujo de valor para que fluya como en el diseño del estado futuro?

2.5.2.4 Mapeado del Estado Futuro

A partir de los resultados que entregue el análisis del Estado Actual se deben realizar los cambios pertinentes para poder lograr los objetivos planeados en el análisis. Luego obtener los nuevos tiempos totales estimados que demorará el proceso y si permite el flujo, obtener un nuevo takt time.

El Estado Futuro, es el resultado del análisis realizado al Estado Actual, se espera hacer cambios con la finalidad de eliminar las actividades que no agreguen valor al sistema, reducir los tiempos. Todo lo anterior apoyado de una implementación sostenible.

2.5.2.5 Creación del plan de implementación y puesta en marcha.

Corresponde a la última etapa del VSM, es donde se plasmarán en la práctica todos los cambios realizados presentados en el mapa del Estado Futuro ya aprobado. Un buen plan de implementación es clave para lograr los objetivos planeados.

Así como la planificación e implementación son puntos importantísimos, también hay que combinarlos en algunos casos con sistemas de prueba y error con los que hay que ir aprendiendo y sacando resultados y conclusiones (Rother et al., 1998). Se necesita además tener un control y una supervisión de cómo va la adaptación de los cambios propuestos.

2.5.3 Directrices de la producción ajustada

El mapa del Estado Futuro ha de desarrollarse bajo ciertas pautas de la Producción Ajustada, entre las cuales está el takt time y la implantación de un flujo continuo, siempre que sea posible.

2.5.3.1 Producir respecto al takt time

El takt time es el tiempo disponible de producción dividido por la producción a realizar, todo ello en un periodo dado (Rother et al., 1998). Por esto el takt time se puede mostrar como la siguiente fórmula (1):

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ disponible\ para\ operar}{producción\ a\ esperar} \quad (1)$$

El *takt*, “compás” en idioma alemán, se emplea con la finalidad de sincronizar el tiempo de producción con el de ventas, como tiempo regulador. Es un número de referencia que da una sensación del ritmo al que hay que producir. El producir al ritmo del takt suena sencillo pero requiere esfuerzo para dar rápida respuesta ante problemas, eliminar causas de ineficiencias y eliminar tiempos de cambios de procesos (Serrano, 2007).

2.5.3.2 Implantar flujo continuo

Significa producir y mover los productos uno a uno o en lotes muy pequeños a través de procesos de producción (Rother et al., 1998). El transferir piezas una a una, presupone acercar los medios productivos y dedicarse casi exclusivamente al producto en cuestión. Este sistema en muchos casos no se justifica por las características de los procesos o por falta de saturación de los medios producción, los cuales producen una sola familia de productos, en estos casos se recomienda tener, adaptar o flexibilizar en lo posible, un sistema adecuado a la demanda de productos.

La implantación de un flujo continuo indica producir respecto al takt time, que es el da el ritmo de producción que se necesita.

2.5.4 Aportes del VSM

Rother et al. (1998), afirman que el VSM cumple demandas para un técnica de rediseño de sistema productivo. Por su parte, Pavnashkar (2003) en su categorización de técnicas Lean, subraya su gran potencial de cara a la mejora de sistemas productivos. Dando las siguientes justificaciones:

- El análisis de la situación inicial está basado en el tratamiento de datos numéricos (tiempo), junto con el empleo de un soporte gráfico facilitando la visión de los flujos de materiales e información.
- La visión sistemática del flujo de un producto o servicio, que refleja sus ineficiencias.
- El empleo de un lenguaje común para el entendimiento de todo el equipo, la unificación de conceptos y aplicación de técnicas Lean.
- La posibilidad de que el VSM suponga un punto inicial en un plan estratégico de mejoras.
- Permite debatir sobre el flujo a través de la visualización de éste, tomando decisiones entre los diferentes actores involucrados en el proceso.
- Permite la mayor facilidad de adaptación a personas que se estén recién integrando a la empresa, al poder visualizar el VSM con todos sus detalles e información.

Por tanto, el VSM se considera una herramienta válida para lo que se desea obtener: el rediseño y optimización de procesos.

2.6 Teoría de las contracciones (*Theory Of Constraints*)

La teoría de las contracciones es un método para el comportamiento organizacional desarrollado en la década de los 80 por Eliyahu Goldratt, es un método que apoya la utilización del VSM, ya que apuntan a lo mismo, debido a que se basa en la adecuada gestión de las limitaciones de un sistema, *constraint* o cuello de botella. La limitación es aquel factor que impide al sistema la obtención de mayor beneficio (Lean Enterprise Institute, 2004).

El método asemeja los procesos que conforman un entorno productivo a una cadena y afirma que una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil. Por lo anterior, propone un sistema basado en 5 etapas para reforzar al eslabón más débil y por ende a todo el sistema. Al focalizarlo todo en un solo punto del sistema, se pueden conseguir sustanciales mejoras sin una gran cantidad de recursos y en un corto plazo de tiempo (Goldratt, 1986, 2003). Las 5 etapas son las siguientes:

1. Identificar la limitación de sistema. En el caso de proceso de adquisición, la etapa que implica más tiempo o que genera más conflicto.
2. Decidir cómo explotar dicha limitación. Mejorar la eficiencia de la limitación mediante la optimización de la programación de dicha etapa.
3. Subordinar el resto de recursos a la limitación. La programación del resto de las etapas de la cadena estará condicionada por la etapa crítica.
4. Aliviar la limitación. Realizar mejoras de eficiencia y la prevención de los conflictos que generan la restricción, esto hasta lograr eliminar los conflictos.

5. Volver a la primera etapa sin dejar que la inercia se convierta en una limitación.

A pesar de tener elementos en común, tales como una visión sistemática de la organización y la búsqueda del máximo beneficio, la Teoría de la Contracciones tiene un enfoque en las limitaciones del sistema, mientras que la Producción Ajustada se centra en la eliminación del despilfarro y en la consecución del flujo. Por tanto, la presente memoria la considera como un complemento, más que un medio para obtener resultados, debido a la diferencia de fundamentos que la hace pertenecer a otra escuela.

CAPÍTULO III Descripción de las etapas de ejecución de la investigación

3.1 Introducción

En el presente capítulo se presentará el estudio a realizar a 3 empresas constructoras pertenecientes al grupo colaborativo de Gepuc, y que posee cinco etapas principales, con toma de datos tanto en terreno como en las oficinas centrales de las constructoras a participa, tal como las muestra la imagen 3.

Cabe señalar que cada empresa constructora participa de forma voluntaria en la investigación, donde la idea principal es innovar y perfeccionar los procesos. El estudio en general se lleva a cabo de forma similar como recomiendan los autores, es decir con un grupo humano que son los actores involucrados en el flujo de adquisiciones de cada empresa (Rother et al., 1998).

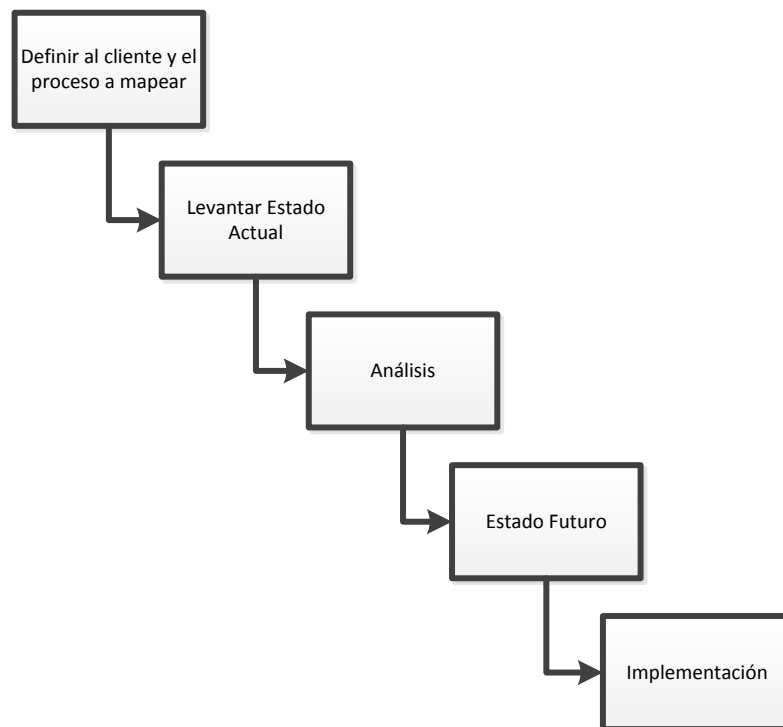


Ilustración 3, secuencia de la ejecución de la investigación.

3.2 Descripción de las etapas

3.2.1 Etapa 1: Definición del estudio y empresas a participar

El inicio de la investigación y tal como lo dice el nombre de la presente memoria, el tema a tratar, es la aplicación de la herramienta Lean, Value Stream Mapping en procesos administrativos de la construcción. Como se mencionó en el marco teórico en el mundo de la manufactura se lleva aplicando varios años esta herramienta, pero no es el caso de la construcción en el que existen pocos casos de aplicación. Es por esto que Gepuc con el afán de innovar, decide investigar en el tema con la ayuda del grupo colaborativo de empresas.

Es por lo anterior que en la reunión que se realiza mensualmente se presenta el motivo de investigación donde se les presenta la herramienta a utilizar y algunos procesos administrativos posibles de mapear a las empresas, donde ellos deben elegir. Las opciones de procesos administrativos fueron los siguientes:

- Abastecimiento.
- Procesos de contratación de personal.
- Procesos de control de calidad.

Los tres procesos anteriores son procesos considerados críticos dentro de la administración, ya que pueden crear retraso en la planificación si es que no resulta en los tiempos acordados. El que sean procesos críticos, es un aspecto que hace que los procesos sean mapeables, con la finalidad de recortar la incertidumbre que ellos puedan contar y evitar que se produzcan los retrasos inesperados u otros acontecimientos que no le agreguen valor al proceso. Con estas tres opciones se le dio a elegir a cada empresa cuál sería la más crítica o que desearían mapear. De forma casi unánime las empresas escogieron el proceso de abastecimiento como el más crítico, esto debido a que a menudo genera retrasos por la falta de materiales en obra producto de problemas en el flujo de adquisiciones.

Posterior a esto, se le solicitó a las empresas que estuvieron en dicha reunión y que tuvieran intención de participar de la investigación, se pronunciasen dentro del plazo de una semana. Frente a esto hubo respuesta positiva de 3 empresas, que por motivos de confidencialidad se llamarán:

- **Empresa A**, empresa nacional con más de 25 años de experiencia, realiza obras a lo largo de todo Chile. El tipo de proyectos que realiza son del tipo habitacional, además de centros comerciales, clínicas, universidades, edificio de oficinas y plantas industriales.

- **Empresa B**, constructora nacional con más de 26 años de experiencia. Construye obras como viviendas, clínicas, edificios educacionales, edificios de oficinas, entre otros.
- **Empresa C**, constructora e inmobiliaria nacional con más de 30 años en el mercado, que presta servicios de construcción a terceros tanto del sector privado como público, a lo largo de Chile. Los proyectos que realiza son del tipo inmobiliario especialmente, además de malls, universidades, colegios, clínicas, etc.

3.2.2 Reunión de presentación del estudio

Con las empresas a participar de la investigación ya definidas, se da paso al contacto para la primera reunión. En general esta reunión tiene una duración estimada de 1,5 horas a 2 horas. Contó con la participación del facilitador de la empresa, administradores de obra, oficina técnica, encargos de bodega y encargados de compra.

La finalidad de esta reunión es la presentación de la herramienta, mostrando en qué consiste y presentando un breve marco teórico, ejemplos realizados, etc. Además de cuáles serán los alcances de la investigación, el plan de acción para ejecutar la investigación. Por otro lado los requerimientos necesarios, es decir las personas que deben estar en cada reunión, el tiempo que demorarán éstas y los objetivos de cada una.

Frente a los requerimientos, ésta reunión tiene la finalidad de acordar los reglas del juego para las dos partes, fijar quiénes serán los participantes y la fecha de la próxima reunión.

La disponibilidad de la gente a participar varían según cada empresa por lo que a continuación se presentan los participantes por empresa:

- Constructora A: Levantamiento en obra: Administrador de la obra.
Encargado de oficina técnica.
Bodeguero.
Levantamiento en oficina central: Jefe de adquisiciones.
Encargado de compras.
Encargado de logística.
- Constructora B: Levantamiento en obra: Administrador de obra.
Jefes de Terreno (x2).
Bodeguero.
Encargado de Logística.
Levantamiento en oficina central: Jefe de adquisiciones.

- Constructora C: Levantamiento en obra: Jefe de terreno.
Encargado de Oficina Técnica.
Bodeguero.
Encargado de compras.
Encargado de Control y Gestión.
Levantamiento en oficina central: Supervisor de compras.

3.2.3 Etapa 3: Levantamiento del Estado Actual

Esta etapa consiste en el levantamiento del proceso de adquisiciones como funciona actualmente en cada empresa, esto según la información que sea entregada por las personas involucradas en el proceso. Además, se solicita algún tipo de información extra de manera de respaldar los datos entregados, como tener información de los tiempos reales de esperas, porcentajes de aprobación, como se solicita por parte de gerencia que opere el proceso, etc. Esta etapa se debe realizar dos veces por constructora, ya que se levanta el proceso realizado en obra y el proceso realizado en oficina central, debido a que todas las compras pasan por oficina central, sea para alguna aprobación o para realizar cotizaciones u otras actividades según cada empresa.

El levantamiento consiste en una reunión de 2 horas aproximadamente, en la cual se debe contar con la presencia de las personas acordadas en la primera reunión. Con el grupo de investigación conformado y junto con las personas que actúan de guía, se inicia el levantamiento del proceso, el que se realiza desde que nace una necesidad de materiales en obra, hasta que es satisfecha esta necesidad y el material está disponible para ser utilizado. Se les recuerda a los integrantes del grupo que se necesita compromiso de su parte y la honestidad en los datos que se entregan, esto es una parte muy importante, debido a que teniendo datos reales de cómo se opera hoy el proceso, se pueden realizar análisis más exactos y obtener mejores resultados, más cercanos a lo que realmente se necesita y se puede llevar a cabo según la realidad.

La presencia de una cantidad importante de las personas que pertenecen al proceso de adquisiciones es de suma relevancia, porque existen mayores opiniones respecto de cómo realmente se lleva a cabo el proceso, porque siempre se da en que no está lo suficientemente claro cómo se opera el flujo o la información que se necesita, además de que cada persona sabe con mayor precisión los tiempos que demora cada actividad, cuales son los porcentajes de los trabajos realizados buenos a la primera, etc. Respecto a la información solicitada en esta parte será los tiempos de procesos, las esperas entre procesos, los tiempos que demoran los procesos, quien realiza cada tarea, los porcentajes de retrabajos y aprobaciones, e informaciones extras.

Como es posible apreciar en la ilustración 4 el mapeado se realiza en una pizarra con la participación activa de los integrantes del grupo. La presente etapa se detallará en el capítulo 4, en la que se presentará un resumen del proceso de adquisiciones de cada empresa, además del Estado Actual respectivo, junto con el cálculo de los tiempos promedios que se demora cada proceso.

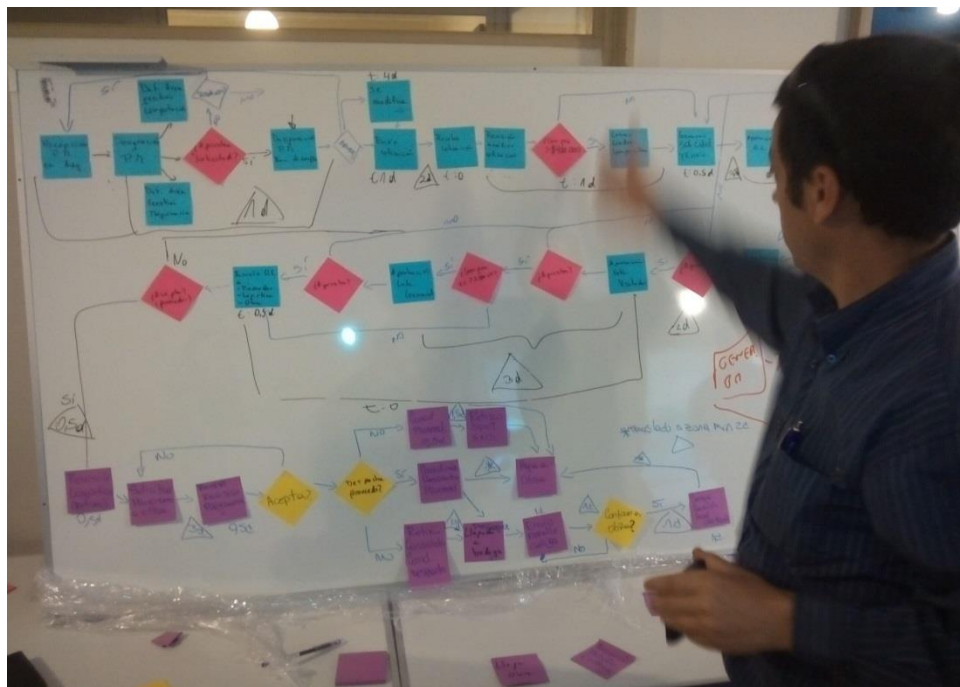


Ilustración 4, levantamiento del Estado Actual.

El cálculo de los tiempos promedios se realiza con la suma lineal de los tiempos de las actividades más la esperas entre ellas, en casos de retrabajos de debe sumar el porcentaje asociado al índice de aprobación por el tiempo que se demora en realizar nuevamente el trabajo. Algo similar se realiza cuando hay bifurcaciones se consideran el porcentaje de cada rama de la bifurcación y se considera el porcentaje asociado a la rama por el tiempo que demore este recorrido del proceso.

3.2.4 Etapa 4: Reunión 3, validación del Estado Actual y análisis

La tercera reunión con una duración estimada de un hora y media, y la presencia de los mismo actores que la reunión 2, tiene como finalidad la aprobación del Estado Actual ya pasado en limpio y el análisis del proceso mapeado.

La validación del Estado Actual tiene como finalidad confirmar que la información recibida sea la adecuada, y comparar la información entregada por obra y oficina central. Con la intención de dejar como definitiva esta información con la que se trabajará en el resto del estudio.

Por otro lado, en el análisis del Estado Actual los integrantes del grupo deben detectar cuales actividades del flujo están entregando valor al proceso y cuáles no. A partir de lo anterior se deben plantear soluciones de cómo reducir los tiempos en actividades que no entregan valor, estas ideas deben salir de los integrantes del proceso, ya que ellos son los que se encuentran presentes en el proceso y saben qué posibilidades existen de implementar los posibles cambios, junto con la búsqueda de reducir los tiempos se debe perseguir que el proceso sea mayormente fortalecido, evitando que se produzcan los retrabajos que generan los retrasos a evitar. Adicionalmente, los guías de la reunión plantean posibles mejoras, desde una vista de fuera del flujo. Esta etapa se desarrollará con mayor profundidad y detalle según cada empresa en el capítulo 5.

Ya con el Estado Actual validado y los posibles cambios planteados, se puede dar paso a presentar el Estado Futuro.

3.2.5 Etapa 4 y 5: Reunión 4, entrega del Estado Futuro y recomendaciones de implementación

La reunión 4 es la etapa final de la investigación, que tiene como duración estimada de una hora y media, donde se presentan los resultados obtenidos en el trabajo, el Estado Actual, el Estado Futuro y las recomendaciones de implementación.

El Estado Futuro se realiza a partir de las mejoras o cambios planteados en la tercera reunión. Luego de realizarle los cambios al Estado Actual se vuelve a calcular el tiempo estimado que demora el proceso, para poder apreciar las mejoras obtenidas con los cambios planteados. Un mayor desarrollo de esta etapa se tiene en el capítulo 6.

En cuanto a la implementación, cómo se realizarán cambios al flujo, habrá que presentar una forma de llevar a cabo estos cambios, para poder obtener los resultados esperados. Sin una buena implementación, los cambios planteados no se lograrán concretar en un 100%. La implementación por empresa se presenta en el capítulo 7.

Al final de la reunión, se cierra la investigación con la entrega de los VSM Actuales y Futuro, junto con un informe con el análisis y el plan de implementación.

CAPÍTULO IV Levantamiento del Estado Actual

4.1 Introducción

El cuarto capítulo detallará la etapa del levantamiento de los Estados Actuales de cada empresa. La información a entregar es el proceso que se realiza en cada empresa para la adquisición de materiales, presentado como se lleva a cabo el abastecimiento, además de evidenciar que actividades agregan valor al proceso y cuáles no, junto con esto se calcularán los tiempos promedios de ejecución del proceso completo.

La toma de datos se realizó mediante reuniones en las que participaban los actores involucrados en el flujo. No se utilizaron encuestas estructuradas, sino que con el aporte y el debate de los integrantes se logró obtener el flujo y los datos necesarios.

En general es posible observar que los procesos son diferentes, pero que muestran una estructura similar.

4.2 Levantamiento constructora A

4.2.1 Resumen del proceso de adquisiciones

El proceso de adquisiciones en la constructora A, se puede dividir en tres etapas claramente marcadas y ordenadas consecutivamente tal como se detalla a continuación:

- Creación del pedido de materiales y orden de compra.
- Flujo de aprobaciones.
- Despacho y logística.

Tal como se señala anteriormente el proceso se inicia con la creación del pedido de materiales y la orden de compra, esta etapa tiene tres posibles partidas o solicitudes de material, esto según:

- Plan de abastecimiento.
- Mantenimiento del stock crítico.
- Solicitud de terreno.

El plan de abastecimiento se crea al inicio de la obra donde se hace un estudio de la misma y se planifican las fechas en que se utilizarán los diferentes materiales necesarios. Las fechas que entrega la planificación se dan previa revisión de los antecedentes del tipo de obra a construir y los profesionales que estén a cargo, según

antecedentes previos. Dicha planificación se inicia haciendo una cubicación para tener claridad de la cantidad de material a utilizar; posteriormente a esto, una revisión de dichas cubicaciones e informaciones; luego se elabora el cuadro disponible y se suben los pedidos de materiales al soporte i-construye con las fechas en que se utilizarán los materiales señalados. Se debe mencionar que las fechas de utilización de los materiales se actualizan cada cierto tiempo con la finalidad de aumentar la exactitud del uso de dicho elementos, esto según como se vaya dando el desempeño de la obra, por si esta adelanta o retrasa sus obras, lo anterior es para evitar el excesivo acopio de material o la falta de este.

Por otro lado, el abastecimiento del stock crítico, es la mantención de una cierta cantidad de materiales de uso común en bodega, las cantidades de cada material son acordadas por la administración de cada obra, y el bodeguero es el encargado de mantener dicha cantidad de materiales, con finalidad de que al momento de necesitar un material esté a disposición, en caso de escasear él es el encargado de realizar el pedido de material.

A su vez la solicitud de terreno se va generando día a día en la obra, producto de la necesidad de algunos materiales, sean básicos o no, dentro de la construcción. Dicho pedido se hace saber al jefe de terreno, quien verifica si en bodega existe tal material, si no, este se compra. Esta forma de adquisición es la más crítica de las tres, ya que es la que generalmente puede producir retrasos en la obra. Por tal motivo es la ruta a investigar en este estudio.

Una vez detectada la necesidad y verificada la ausencia de los materiales en bodega, se realiza el pedido de materiales, el que debe ser aprobado por el administrador de obras, este fiscaliza todas las compras que se hacen. Dependiendo de la compra a realizar, existen diferentes tipos de modalidades de compra, las cuales se realizan por:

- Caja Chica.
- Obra.
- Oficina Central.

Cuando el monto de la compra es menor a \$30.000, la compra se hace por caja chica, en caso contrario se crea un cuadro disponible el que se adjunta al pedido de materiales, con esta información lista se debe decidir si se compra por obra o en oficina central, para determinar tal decisión existen dos criterios fundamentales, el primero es la existencias de precios ya acordados, tales como hormigones, volcanitas, por nombrar algunos, estos materiales tienen valores fijos, ya acordados por la constructora junto al proveedor. El segundo criterio es, cuando la solicitud de materiales tiene carácter de suma urgencia, por lo que realizando la compra por obra evita una serie de pasos, por lo que agilizan el proceso de compra.

Cuando se cumple uno de los dos criterios anteriormente mencionados se realiza la compra en obra, la que corresponde al 42,5% de las compras realizadas. Si no se tienen precios acordados se debe realizar una cotización, para luego pasar a la segunda etapa del proceso, el flujo de aprobaciones, el que en este caso de compras por obra consta de la aprobación del administrador de obra y del gerente técnico, posterior a la aprobación de este último se sigue la tercera y última etapa del proceso, la cual es común para las compras realizadas en obra y en oficina central.

La otra modalidad de compra que es diferente a las dos anteriores, es la que se realiza por medio de la oficina central, donde se recibe el pedido de materiales emitido en obra, luego el encargado de adquisiciones se encarga de designar el pedido a algunas de las áreas de compra de la empresa: compra de materiales, área de gestión computacional y área de gestión de maquinaria. Donde la primera es la que compete en este caso. Dicha área aprueba el pedido si este es claro en su información y si el pedido está dentro de lo necesario en la ejecución de la obra, en caso de ocurrir lo contrario se puede modificar el pedido o solicitar a obra que lo vuelvan a subir con la corrección correspondiente. Con la información necesaria lista se inicia la cotización, la que con lleva a una posterior revisión y creación de un cuadro comparativo sólo si la compra es mayor a \$400.000, con esta actividad se da término a la primera etapa del proceso, la creación del pedido de materiales, posterior a esto viene la segunda etapa, que corresponde a las aprobaciones de los diferentes actores.

La segunda etapa del proceso, el flujo de aprobaciones, correspondiente a la rama de compras por oficina central, tiene como finalidad revisar qué tan importante es la compra y tener un control de lo que sucede con los recursos utilizados en obra. Algunos motivos de rechazo de los pedidos de materiales son: poca claridad en la información del pedido, existencia del material solicitado en otras obras donde se encuentra en exceso, o disconformidad con el precio acordado con el proveedor. En el caso de no ocurrir inconvenientes en el flujo de aprobaciones, se sigue con la siguiente etapa, si no ocurre esto se busca la solución al rechazo volviendo a la generación del pedido de materiales.

Ya con las aprobaciones listas, tanto para compras en obra y en oficina central, se da paso a la tercera y última etapa del proceso, que corresponde al despacho y logística de los materiales. Se inicia con el envío de la orden de compra al proveedor, al área de logística de la empresa y a obra. Por parte del área de logística se hace una revisión y se le solicita a obra el programa de obra, para esta área determine y acuerde con el proveedor el proceder del despacho de los materiales. Con el programa enviado a logística, y según lo acordado con el proveedor, se procede al despacho de los materiales, los cuales pueden ser de cuatro tipos: despachados por el proveedor a bodega central o de obra, o retirados por la empresa con despacho a bodega central o a obra. Si el material es despachado a bodega central, se consolida un camión que haga el despacho a obra. Con el despacho de materiales a obra ya concretado, los

productos están listos para ser utilizados, además de ser ingresado a iconstruye a una bodega virtual, por el bodeguero.

El proceso de adquisiciones de la empresa A, recientemente detallado se puede observar gráficamente en el anexo C, en el que se presenta el Estado Actual, Análisis y Estado Futuro.

4.2.2 Estado Actual

Como ya se comentó, el Estado Actual del proceso de adquisición de materiales consta de tres subprocesos, los que son: la generación del pedido de materiales, el flujo de aprobaciones y la parte de logística.

Es posible notar que el proceso presenta pocas tareas que agreguen valor, como lo serían:

- Revisión de existencia de materiales en bodega.
- Crear cuadros comparativos de cotizaciones.
- Cotizaciones.
- Despachos de materiales.

Por otro lado están las actividades que no agregan valor, pero que son necesarias:

- Aprobaciones.

Y también están las actividades que no agregan valor y que no debieran ser necesarias:

- Revisiones que se realizan al pedido de material.
- Esperas entre actividades.

El aspecto más considerable que no agrega ningún valor al proceso, son las esperas varias que existen en el flujo, siempre involucran grandes cantidades de tiempo en que el pedido o los materiales están sin ningún movimiento, lo que hace que el flujo se estanque y sume grandes cantidades de tiempo muerto.

Como se presentó en el apartado 3.2.3, como calcular el tiempo promedio de los procesos y considerando la clasificación de las actividades del proceso entre las que agregan y no agregan valor, junto con sus tiempos asociados respectivamente. El tiempo promedio total asociado al proceso es 16,26 días con 92,54 minutos, del cual el tiempo que le entrega valor al proceso es 4,2 días con 92,5 minutos y el tiempo que no agrega valor es de 12,07 días, la distribución del tiempo es posible observarla en el gráfico 1. Con esto es posible tener un 25,8% de eficiencia en el proceso. Cabe señalar que la obtención de un takt time complica el estudio y no viene al caso de la investigación, ya que lo interesante es el tiempo de demora de una compra promedio,

es por este motivo que se trabajó en porcentaje de aprobaciones y de cantidades de compras, y no con las cantidades de compras.

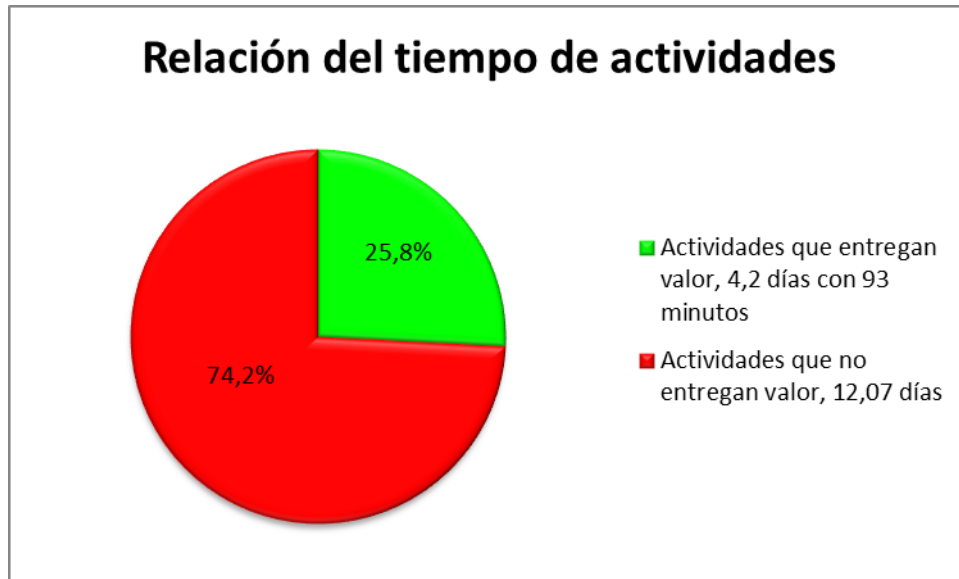


Gráfico 1, comparación de tiempos de actividades, que entregan valor y las que no, empresa A.

4.3 Levantamiento constructora B

4.3.1 Resumen del proceso de adquisiciones

El flujo de adquisiciones de la constructora B tiene al igual que la constructora A tres fases principales ordenadas de la siguiente forma:

- Solicitud de material y creación del pedido.
- Flujo de aprobaciones.
- Logística y despacho.

El proceso de adquisiciones nace con la primera etapa, la solicitud de materiales, que a su vez se inicia con la necesidad de materiales. Esta necesidad puede ser detectada mediante tres formas:

- Solicitud de materiales en terreno.
- Programa de compra.
- Solicitud de materiales críticos.

Las tres formas siguen el mismo curso, el programa de compra lo detecta cada jefe de terreno u oficina técnica, los que envían un pedido de materiales a bodega. Por otro lado la solicitud de materiales críticos nace de bodega y la solicitud de materiales en

obra se crea día a día, la que cada capataz le hace saber al jefe de terreno respectivo, el que a su vez envía un pedido de materiales a bodega.

En el caso de carecer los materiales solicitados, el pedido de materiales sigue el flujo de abastecimiento, el que sigue la primera revisión del pedido, realizada por el encargado de logística, quien verifica la información y revisa si está comprado el material solicitado. En el caso de no estar cursada la compra del material, se realiza una segunda revisión del pedido, esta vez por el administrador de obra corroborando información como verificación del material solicitado, la cantidad, marcas de productos de preferencia, etc. Una vez verificada la información el pedido es enviado a oficina central, donde nuevamente es revisado el pedido, esta vez verificando los mismos puntos que el administrador de obra, además de agregar información como cotizaciones, cuadros comparativos o modificando la información del pedido cuando es necesario. Si el pedido es aprobado por el encargado de compras en oficina central, se crea la solicitud de orden de compra y con esta se da paso a la segunda etapa del proceso, el flujo de aprobaciones.

El flujo de aprobaciones se crea con la finalidad de controlar lo que sucede en obra y que cosas y a qué valor se está comprando, por lo mismo aprueban diferentes personas que tienen diferentes cargos en la empresa, a continuación se presenta en forma secuencial los integrantes del flujo de aprobaciones, y a partir de que monto de compras tiene que aprobar la persona señalada:

- Logística de la empresa, siempre aprueba.
- Administración de obra, siempre aprueba.
- Inspección técnica de obra (ITO), aprueba cuando la compra supera \$1.000.000.
- Gerente de proyecto, aprueba cuando la compra supera \$1.000.000.
- Gerente de la empresa, aprueba cuando la compra supera \$5.000.000.

Con la segunda etapa ya completa, se da paso a la etapa de logística y despacho de los materiales. La que se inicia con el envío automático, vía iconstruye, de la orden de compra al proveedor y bodeguero, en caso que el proveedor no pertenezca a iconstruye la orden de compra se envía manualmente. Una vez confirmada la recepción de la orden de compra por parte del proveedor, se da paso al seguimiento de la orden de compra, en la cual se confirma la disposición del proveedor a vender lo solicitado, en caso contrario se estudia el motivo por el cual no desea vender y se busca una solución, en caso de no encontrar solución por el motivo que sea, se busca un nuevo proveedor.

Ya confirmada la venta del producto se da paso a la coordinación del despacho el que puede ser a bodega central o a obra, en caso de ocurrir el primer tipo de despacho, la empresa se encarga de despachar cuando obra solicite el material, el que puede ser despacho al día siguiente de la solicitud.

El proceso de adquisiciones de la empresa B, recientemente detallado se puede observar gráficamente en el anexo D, en el que se presenta el Estado Actual, Análisis y Estado Futuro.

4.3.2 Estado Actual

El proceso de adquisiciones de la constructora B es similar en la forma de funcionar a la constructora A (vista en el apartado 4.2), y por ende las actividades que agregan valor y las que no agregan valor. Con una vista superficial (ver Anexo D) en el mapeado es posible darse cuenta que casi la totalidad del tiempo del proceso es en esperas, por lo que el buscar reducirlas es una tarea de esta investigación.

Entre las actividades que agregan valor, representan una pequeña cantidad del tiempo total del proceso, ya que las esperas entre actividades son muy significativas. Las actividades que le agregan valor al proceso son:

- Solicitud de material en terreno.
- Envío de solicitud a bodega.
- Cotización de materiales.
- Envío de orden de compra al proveedor y bodega.
- Recepción de materiales.

Por otro lado, se tienen las actividades que no agregan valor al proceso, pero que son necesarias, ya sea por contrato o para mantener algún tipo de control de la obra, las actividades son:

- Revisión del pedido de administrador de obra y de oficina central.
- Aprobaciones del gerente de proyecto, ITO y gerencia.
- Análisis del rechazo del proveedor.

En tanto las actividades que no agregan valor al proceso y son evitables, son aquellas actividades que se repiten más de una vez y que además son tareas que ejecutan más de una vez la misma persona durante el proceso, lo cual se hace excesivo y redundante a la larga:

- Revisión del encargado de logística.
- Aprobaciones de logística y administración de obra.

Considerando los tiempos asociados a los retrabajos que se realizan en el proceso, debido entre otras causas, al rechazo de algunas órdenes de compra, junto con los tiempos que implican las actividades anteriormente descritas y la esperas asociadas entre actividades, se tiene un tiempo total promedio de 15,42 días con 48 minutos. Donde 12,42 días con 13 minutos representa a tiempos de actividades que no agregan valor o tiempos de espera. Mientras entre las actividades que entregan valor se tiene un

tiempo de 3 días con 35 minutos. Con los tiempos presentados anteriormente se obtiene que la eficiencia del flujo es del 19,5% del tiempo que agrega valor sobre el tiempo total, valor que se ve reflejado en el gráfico 2, el que permite comparar cuantitativamente las actividades que entregan valor y las que no.

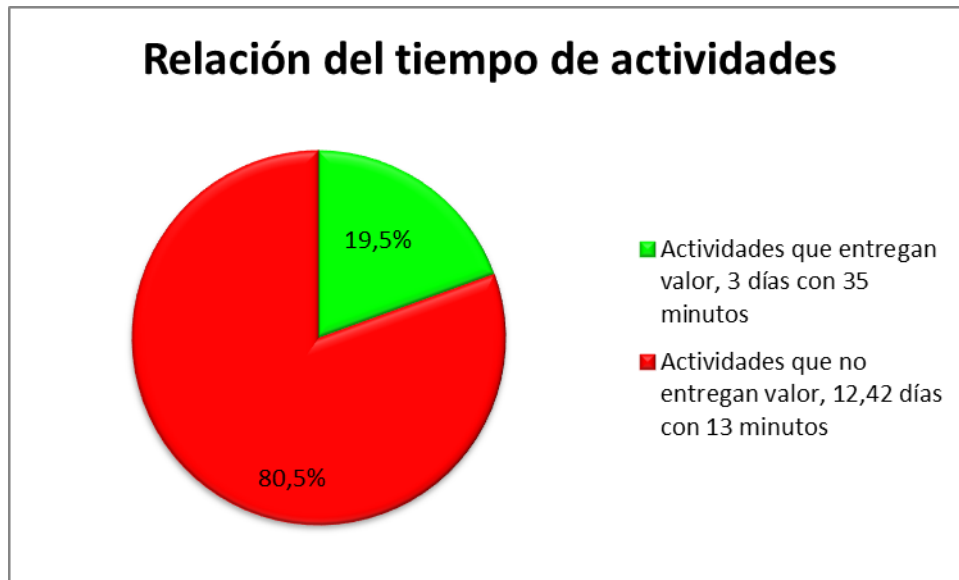


Gráfico 2, comparación de tiempos de actividades, que entregan valor y las que no, empresa B.

4.4 Levantamiento constructora C

4.4.1 Resumen del proceso de adquisiciones

El flujo de adquisiciones de la constructora C tiene algunas diferencias respecto a las otras dos constructoras vistas, hace un mayor énfasis en realizar un correcto pedido de materiales, un menor flujo de aprobaciones y área de logística que sea entregada por parte del proveedor. Cabe mencionar que la empresa tiene un soporte propio para la adquisición de productos, a diferencia de las otras dos, que utilizan iconstruye.

Lo que no cambia frente a las otras empresas investigadas, son las tres etapas que tiene el proceso de adquisiciones, es decir:

- Generación de la orden de compra.
- Flujo de aprobaciones.
- Logística y despacho de materiales.

La primera etapa del proceso se inicia con el requerimiento de materiales que surge en obra, que le hacen los capataces al jefe de terreno. Este a su vez hace la solicitud del

material a bodega, con lo que el bodeguero determina la real disponibilidad del material, en el caso que no exista el material solicitado, este pedido se va a la reunión de adquisiciones.

Dicha reunión se realiza un vez por semana, en la que se reúnen el administrador de obra, oficina técnica, jefes de terreno, encargado de compras, encargado de control y gestión y el encargado de bodega, para analizar las compras de materiales a realizar, ver el estado de los materiales ya solicitados y las compras a realizar en semanas posteriores. En la reunión cada persona expresa la solicitud de materiales en su área, como los es el caso del bodeguero de mantener el stock crítico, los jefes de terreno de comprar los materiales que se les solicitan o tendrán que ocupar, etc.

Una vez acordados los pedidos a realizar, el encargado de compras de la obra es quien que crea las órdenes de compra, en ellas se especifica el material a comprar, a qué precio, proveedor, etc. Esta información es rescatada de la matriz de productos que posee la empresa, en ella se especifican algunos precios de materiales ya acordados entre la empresa y los proveedores. En el caso en que no haya valores de productos en la matriz, se debe realizar una cotización a diferentes proveedores. Una vez obtenidos los precios y la información necesaria de los materiales a comprar, se genera la orden de compra, si esta es mayor a \$500.000 debe estar acompañada de un cuadro comparativo con diferentes precios de proveedores.

Ya con la orden de compra ingresada junto a su respectivo cuadro comparativo, en el caso que corresponda, se da paso a la segunda etapa del proceso, el flujo de aprobaciones, el que se inicia con el administrador de obra, luego con la aprobación de oficina central del departamento de compras, si la compra supera los \$500.000 viene la aprobación del gerente de proyecto, si es mayor a \$2.000.000 se necesita la aprobación del gerente de división, con este último se finaliza el flujo de aprobaciones.

Con la última aprobación realizada, según sea el caso de la compra, se produce el envío automático de la orden de compra al proveedor y al encargado de compras de la obra, con este se da inicio a la última etapa del proceso, la logística y el despacho del material. El encargado de compras envía la orden a bodega para que el bodeguero se ponga en contacto con el proveedor, con la finalidad de hacerle un seguimiento y saber si este está en conocimiento de la orden emitida. Luego de realizado el contacto, se procede a la coordinación del despacho; el despacho debe ser realizado por el proveedor, ya que la empresa no cuenta con el servicio de logística propio o bodega central.

Luego del despacho de los materiales, este es recepcionado y aprobado, si está en las condiciones que se necesita; en caso contrario se vuelve a coordinar el despacho. Con la aprobación lista, los materiales están disponibles en bodega para el posterior uso en obra.

El proceso de adquisiciones de la empresa C, recientemente detallado se puede observar gráficamente en el anexo E, en el que se presenta el Estado Actual, Análisis y Estado Futuro.

4.4.2 Estado Actual

El presente proceso de adquisiciones, al igual que en las otras empresas posee actividades que agregan y otras que no agregan valor. Se tiene que, en comparación con las otras empresas, acá se disminuyen el número de aprobaciones y revisiones, actividades que no agregan valor al proceso, por lo que se reducen los tiempos que no agregan valor. Al igual que en los otros casos estudiados, lo más significativo son los tiempos de espera entre actividades.

En las actividades que agregan valor al proceso se pueden observar:

- Solicitud de bodega.
- Revisión de base de datos.
- Cotización.
- Generación de orden compra.
- Recepción de material.

En tanto las actividades que no agregan valor, pero son necesarias, están:

- Reunión de adquisiciones.
- Aprobaciones.
- Seguimiento del proveedor.

Por otro lado, se tienen las actividades que no entregan valor al proceso, y que se podría evitar, en este caso son más escasas, ya que el flujo en sí está simplificado, por lo que en este tipo de actividades tendríamos:

- Retrabajos producto de desaprobaciones.
- Recepción disconforme de los materiales.
- Esperas

Considerando las actividades mencionadas anteriormente y sus tiempos asociados, junto el cálculo del tiempo promedio es posible obtener un tiempo total del flujo de 10,52 días con 90 minutos, donde el tiempo en actividades que le entregan valor al proceso es de 0,4 días con 89 minutos y las actividades que no le entregan valor al flujo tiene un tiempo de 10,12 días con 1 minuto, cuyos últimos valores son presentados en el gráfico 3. Con estos tiempos se tiene que el proceso tiene un porcentaje de 3,8% de eficiencia, que sería el tiempo que le entrega valor al proceso sobre el tiempo total.



Gráfico 3, comparación de tiempos de actividades, que entregan valor y las que no, empresa C.

4.5 Resumen y comparación de los Estados Actuales en las empresas

Al revisar los Estados Actuales de las tres empresas, es posible notar que todas tienen las mismas tres etapas del proceso de adquisiciones, que son:

- Solicitud de material.
- Flujo de aprobaciones.
- Logística.

Adicional a lo anterior, hay que destacar la similitud de los procesos de las constructoras A y B, las que poseen actividades similares y un nivel de complejidad similar en el que existen muchas revisiones, aprobaciones y logística propia. Esto en contraste de un método más abreviado como el de la constructora C, en el que se cambian las revisiones por una reunión de adquisiciones y la logística se la entregan al proveedor.

Siguiendo la línea de similitudes entre empresas, el inicio de la solicitud de materiales es el mismo para las tres empresas, el que tiene tres posibles partidas como la mantención de un stock crítico en bodega, solicitudes diarias en terreno y el programa de compras. En el caso de la empresa C no se especifica en el VSM (Anexo E), pero los diferentes jefes de terreno llevan sus pedidos a la reunión de adquisiciones según sean las tres posibilidades ya expresadas.

Otra similitud que se hace notar en las tres constructoras es el flujo de aprobaciones, es posible observar que siempre se inicia con el administrador de obra, quien se hace necesario que apruebe, ya que es la única persona del flujo de aprobaciones que está

en obra y que realmente sabe lo que se necesita, se sigue con el gerente de proyecto, y se finaliza con el gerente general, son los tres cargos que están en los tres casos estudiados. Cada empresa muestra otros involucrados adicionales en las aprobaciones como: logística, departamento de adquisiciones de oficina central, por nombrar algunos. Adicional a lo anterior, es posible notar que el flujo de aprobaciones en los tres casos es un proceso que entrega un gran tiempo que no agrega valor al proceso producto de las esperas entre los aprobadores, esto presenta una gran oportunidad de mejoramiento en los tiempos del ciclo.

En tanto a las diferencias que se hacen notar entre las empresas esta la complejidad de los procesos, donde se tiene una constructora A la que posee el método más complejo, con diferentes posibilidades de compra, las que a su vez son muy contrastantes, un método de compra por obra muy expreso y otro realizado en oficina central que implica una gran cantidad de tiempo asociado al proceso de revisión que este tiene, lo que hace tratar de evitarlo por parte de los integrantes de obra. Por otro lado la constructora B un método más claro que el anterior con un solo método o posibilidad de compra, pero muy lento, producto de la gran cantidad de revisiones y aprobaciones que tienen los pedidos de material. En tanto la constructora C opta por un camino más corto, donde a partir de lo acordado en la reunión de adquisiciones se realizan los pedidos de material buenos a la primera, claro que existen casos en que la información no es lo suficientemente clara, pero se evitan las variadas revisiones de los otros flujos y rechazos por falta de claridad en los pedidos de material, donde ambos agregan gran tiempo de espera.

De lo anterior se rescata la realización de un buen pedido de materiales, donde se tenga claro qué es lo que necesitan las personas que están aguas abajo en el proceso, entregan una información clara y contundente. Con lo anterior más un chequeo o auditoria a las obras, se puede lograr lo que buscan las oficinas centrales, comprar lo que realmente se necesita y tener un cierto registro de lo que se adquiere en obra.

Otra diferencia que existe es el proceso de la logística, en las empresas A y B, al poseer sus actividades de compra centralizadas, cuentan con una bodega central a la que llegan y se despachan los materiales a obra, a medida que se necesitan o se consolida el flete. Es por esto que se necesita un departamento dedicado especialmente a la logística que coordine los despachos de las compras, además deben poseer camiones que realicen los fletes propios de la empresa, todo lo anterior en busca de buscar un mejor precio de los productos, además de evitar el acopio innecesario en obra. Por otro lado, la constructora C exige a sus proveedores que se encarguen ellos del despacho de materiales, por lo que logística propia en ese tema no tienen. Lo anterior se debe a la búsqueda de evitar problemas con el excesivo desplazamiento de los materiales.

Otro aspecto a considerar entre las empresas, son los tiempos que demoran en satisfacer la necesidad de los clientes, son los siguientes y la gráfica se presenta en el gráfico 4:

- Constructora A: 16,26 días con 93 minutos
- Constructora B: 15,42 días con 48 minutos
- Constructora C: 10,52 días con 90 minutos

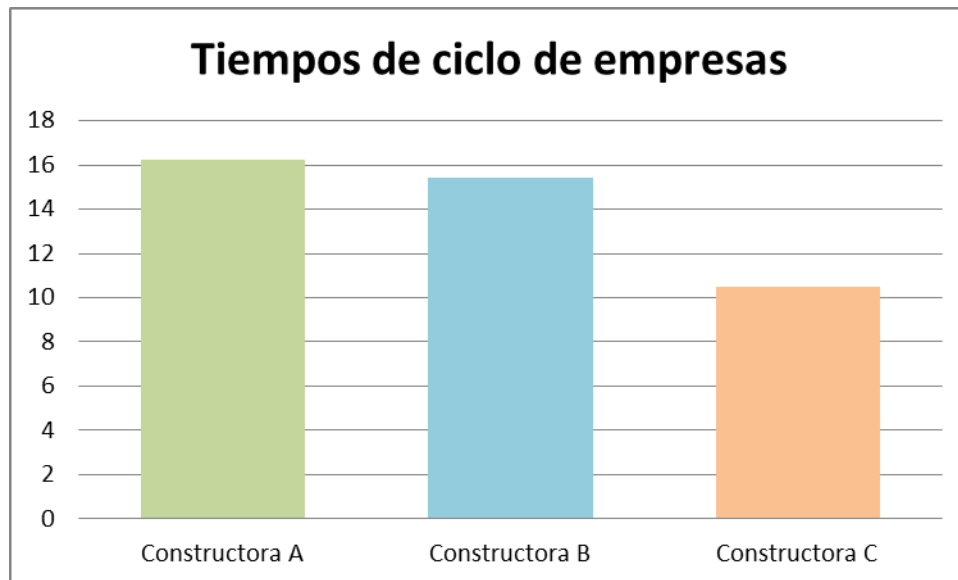


Gráfico 4, Tiempos de ciclo de las constructoras.

Al ver los tiempos y el gráfico 4, es posible notar que las constructoras A y B, que tienen un sistema similar de abastecimiento, demoran tiempos prácticamente iguales en el abastecimiento de obra. En tanto la constructora C, con un método más simple y eficiente, es posible ahorrar 6 días en cumplir el ciclo. Por lo anterior, es posible concluir en primera instancia que el método de abastecimiento de la empresa C es el que está más cercano a lo óptimo, esto a partir de los resultados que se pueden ver en los tiempos totales del proceso, además es posible ver que no tienen revisiones de los pedidos y sus índices de rechazo de los pedidos son menores. Con estos aspectos hace pensar que la constructora C es la que tiene un proceso mejor desarrollado y se ha enfocado en generar buenos pedidos de materiales, con un enfoque Lean de hacerlo bien a la primera.

Luego, en el gráfico 5 se tiene el desglose de cada constructora por las actividades que entregan valor y las que no, es posible observar la gran similitud entre las constructoras A y B, si bien sus procesos son similares tienen diferencias, pese a esto existe una similitud en las actividades que no agregan valor, esto debido a las revisiones y aprobaciones de ambos. Por otro lado, la empresa C sigue con la tendencia de tener tiempos más pequeños en relación a las otras empresas, pero llama la atención el bajo tiempo en actividades que agregan valor.

Lo anterior debe a la diversidad en sus actividades, algunos puntos a considerar son:

- Las constructoras A y B, tienen una cantidad importante de revisiones y aprobaciones, las que a la larga hacen que los tiempos utilizados sean similares, aunque la manera de operar difiera en algunos puntos.
- En la constructora C, no presenta mayor cantidad de actividades que entreguen valor y tengan una larga duración, salvo el proceso de cotizaciones que dura 2 días y que se realiza solo un 20% de los casos, representando 0,4 días del total de actividades que agregan valor. El lado opuesto son las actividades que no agregan valor como esperas y la reunión de adquisiciones que es una actividad que no entrega valor, pero necesaria, la que tiene un tiempo de espera de 3 días en promedio.

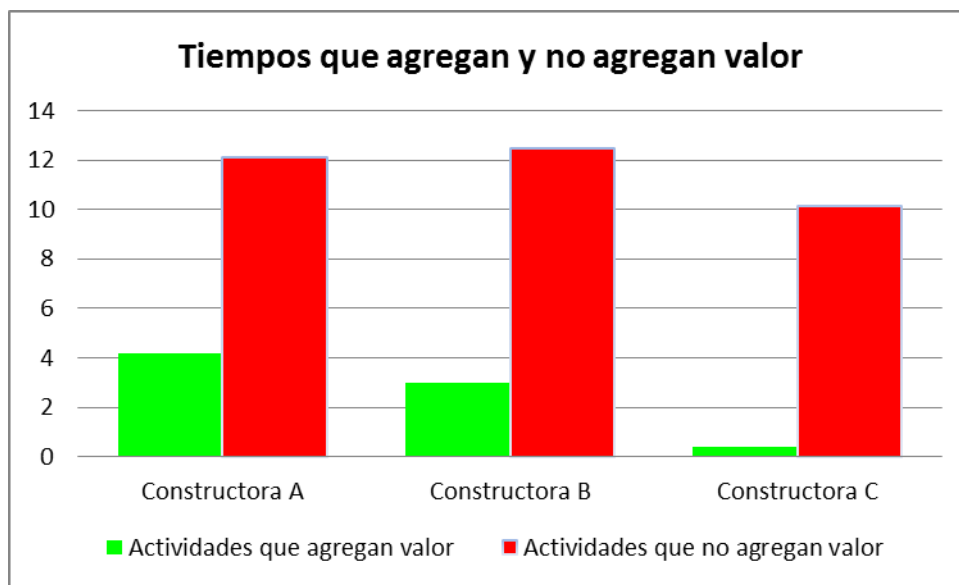


Gráfico 5, Desglose del tiempo total, en las actividades que agregan valor y las que no.

Una herramienta importante de analizar del VSM es el takt time, como se mencionó en el apartado 4.2.2 por las características del proceso a estudiar no permite obtener el takt time, ya que no es un proceso continuo en el que se estén produciendo órdenes de compra continuamente, lo que importa no es la cantidad de órdenes de compras que se realizan en un cierto periodo, sino más bien que se cumpla con la entrega del material solicitado en el periodo acordado. El no cumplimiento de esto es lo crítico en la construcción, ya que dificulta la entrega a tiempo de los trabajos a realizar.

CAPÍTULO V Análisis

5.1 Introducción

El presente capítulo tiene la finalidad de analizar cada proceso para poder rediseñarlo o buscar una nueva implementación que permita tener un ahorro de tiempo y generar un proceso más contundente, que a su vez posibilite reducir los retrasos en la entrega de materiales.

El análisis tiene como finalidad intentar eliminar las actividades que no agreguen valor al proceso, y reducir dentro de lo posible, los tiempos de las demás actividades. La idea es que no se genere un cambio drástico, sino cambios secuenciales que permitan asimilar las adaptaciones paso a paso.

5.2 Análisis constructora A

En este ítem se verán las diferentes oportunidades de mejoras, tratando de reducir los tiempos de las tareas que no entregan valor al proceso, además se discutirán algunos aspectos importantes del proceso los cuales se buscan reforzar, junto con lo anterior y como es la tónica de la herramienta, en el anexo C se muestran el VSM de análisis donde se presentan de forma gráfica todas las oportunidades de mejora que posee el proceso actual.

Tal como se menciona en el apartado del Estado Actual, el proceso consta de tres grandes subprocesos, los cuales son:

- Generación del pedido.
- Aprobaciones.
- Logística.

Haciendo un análisis de cada etapa, se tiene que la primera etapa, la de generación del pedido, posee una gran cantidad de actividades para que el pedido pueda ser creado y comenzar el flujo de aprobaciones. Con la final de reducir los tiempos de esperas entre diferentes actividades, se ven las siguientes oportunidades de mejora:

- La actividades “generación de pedido de material” y “hacer el cuadro disponible”, realizarlas al mismo tiempo, evitando la espera existente de medio día para poder hacer el cuadro disponible.
- En la rama de compras por oficina central, la actividad de “designación de pedido de material”, implica que el jefe de adquisiciones tenga que revisar todos los pedidos de materiales que se generan, saber de qué tratan, para luego poder

designar a que área de compra corresponde ya sea compra de materiales, gestión computacional o gestión de maquinaria. La actividad posee una espera de un día en promedio, si esta actividad la pudiera realizar iconstruye automáticamente o que la persona que realiza el pedido pueda incluir un código el cual identifique a que área de compra corresponde, con el cambio propuesto es posible evitar un día de espera en la designación del pedido.

- Posterior al punto anterior, se encuentran 4 días de demora entre las actividades de envío de cotizaciones (1 día), recepción de cotizaciones (2 días) y revisión y análisis de cotización (1 día). Tener en consideración esto, ya que posteriormente en el flujo de aprobaciones, las mismas personas que realizan este gran análisis tienen que volver a aprobar el pedido de materiales. Lo cual podría ser evitado.

La siguiente etapa a analizar es el flujo de aprobaciones, es la que menos valor le entrega al proceso en general, ya que posee grandes tiempos de espera entre cada aprobación, además estas no agregan valor alguno a la información del pedido, aunque se hacen necesarias para las empresas, ya que le entregan un control de lo que está sucediendo en obra. A partir de lo anterior, se ven las siguientes oportunidades de mejora en el proceso:

- Los tiempos de espera entre aprobaciones son muy altos, lo que es posible mejorar sin mucho trabajo, para ellos se solicita reducir los tiempos de espera a medio día entre aprobaciones. Lo anterior se puede lograr realizando dos aprobaciones diarias, lo que no es mucho el trabajo lo que esto puede implicar, ya que se menciona que la aprobación no dura más de 5 minutos por pedido, además hay que tener en cuenta lo importante que es la agilidad del proceso, lo que a todos los involucrados le sirve la pronta entrega de los materiales.
- En tanto a casos más específicos del flujo de aprobaciones en la rama de compras por obra, es la aprobación del gerente técnico que tienen una espera 2 días y un índice de aprobación del 80%, estas compras son de carácter urgente por lo que se realizarán igual, además los motivos de rechazos no son para evitar la compra del producto, por lo que se propone reemplazar esta aprobación por un informe semanal con todas las compras realizadas, con esto evitar la espera ya mencionada y lograr una rapidez necesaria en algunos caso críticos.
- Por otro lado, las compras realizadas en oficina central, se tienen aprobaciones en que se repiten los aprobadores, tal como se señala en la etapa anterior, después de hacer una gran análisis el departamento de compras vuelve a aprobar el pedido de materiales, por lo que se hace posible prescindir de la aprobación del departamento de compras, ya que esto se hace redundante.
- Similar al punto anterior, existen dos aprobaciones de obra, la que sigue después de la generación de orden de compra y la aprobación de obra como tal, si se dejase sólo la primera se evitaría la espera de la segunda aprobación.

El último proceso a analizar es la parte de logística. En general, y según lo visto en conjunto con integrantes de la empresa, la etapa de logística presenta pocas instancias de mejora. Junto a ello, la parte que más demora en el proceso, es la espera en la recepción del programa de materiales que envía la gente de obra al área de logística en la empresa. Por lo anterior, y con el fin de agilizar los despachos directos a la bodega de obra, es que para envíos de este tipo, tanto para el proveedor como los realizados por la constructora, se realicen sin la necesidad de contar con el programa. Por lo que quedaría con la revisión de logística y el posterior flete.

5.3 Análisis constructora B

Actualmente el tiempo promedio que se emplea para que se solicite un material y este llegue a obra es de 15,42 días con 48 minutos. Donde 12,42 días corresponden a actividades que no agregan valor. Este tiempo es el que se pretende reducir o eliminar.

El proceso de adquisiciones de la constructora B posee tres etapas al igual que las demás constructoras. Las etapas son:

- Solicitud de material y creación del pedido.
- Flujo de aprobaciones.
- Logística y despacho.

La primera etapa de solicitud de materiales, muestra una gran cantidad de revisiones y aprobaciones de varias personas para un pedido de materiales. Cada revisión y aprobación que se realiza es una actividad que no le agrega valor al proceso, además del tiempo de espera entre cada actividad lo que genera aún mayor desperdicio en el proceso. Se tiene que los pedidos de materiales se realizan una vez por semana como protocolo de oficina central, con la finalidad de organizar las compras de la empresa. Por lo anterior si se hace un cambio de todas la revisiones y algunas aprobaciones por una reunión de adquisiciones en la que se detallen todas las compras que se realicen en la obra. Las revisiones y aprobaciones que se buscan eliminar son:

- La primera revisión de solicitud, que sale de bodega.
- Revisión del administrador.
- Aprobación de logística de obra.

Con esto se podría reducir 1,5 días el tiempo total del proceso.

Adicional a lo anterior en esta etapa, se puede observar el periodo en que oficina central realiza la revisión, la que consiste en la verificación de datos y cotizaciones, disminuir este tiempo de 3 días a 2 días, sería de gran importancia en el proceso.

La siguiente etapa a analizar es el flujo de aprobaciones, en el que se revisará la posibilidad de eliminar la aprobación de logística de obra a cambio de una reunión de adquisiciones, a parte de esta observación están:

- Disminuir los tiempos de espera entre las aprobaciones a medio día, al igual que la empresa A, se ve esta posibilidad de mejora sin que implique un mayor trabajo más que revisar el portal de iconstruye dos veces al día. Logrando esto, se podría conseguir un proceso de aprobación mucho más expedito.
- Por el tipo de contrato de la obra investigada, el ITO debe realizar una aprobación cuando los montos de compra superen el \$1.000.000, el tiempo de espera de este es de 1 día con índice de aprobación del 100%, lo que hace notar una oportunidad de eliminar este día de espera, realizando la aprobación del ITO en paralelo al flujo de aprobaciones.

En tanto la última etapa a analizar es el área de logística y despacho de materiales, la que no presenta mayor complejidad, además de mencionar que al momento de recepcionar materiales en oficina central el encargado de bodega hace el ingreso de disponibilidad del material, el que puede estar en obra al día siguiente.

Finalmente, cabe mencionar que al momento de realizar la reunión de validación del Estado Actual y Análisis, el equipo, más que buscar reducir el tiempo del ciclo, se valoró la posibilidad de tener una idea para la fecha en la que se debe planificar diciendo *“Con esto, tengo claro que la planificación hay que hacerla con tres semanas de anticipación”*. Todo el análisis anterior se encuentra de forma gráfica en el Anexo D, en el que se presentan los Estados Actuales y Futuros y el Análisis de la empresa B

5.4 Análisis constructora C

Actualmente la constructora C demora en su proceso de adquisiciones un periodo de 10,42 días con 90 minutos, en promedio. Como ya se presentó en el apartado 4.5, el periodo de esta constructora es el más corto, sumado a que es la constructora que presenta el flujo menos complejo. Uno de los motivos que puede tener el menor periodo de demora en la adquisición de los materiales, puede estar asociado a que las compras no pasan por oficina central, lo que muestra una gran demora en el proceso de las otras empresas investigadas.

Revisando el Estado Actual de la constructora C, y considerando el VSM presentado en el Anexo E, donde está explicado de manera gráfica el análisis realizado a la empresa, es posible notar los dos grandes tiempos que tiene el proceso levantado:

- La espera para la reunión de adquisiciones que es de 3 días promedio, ya que se realiza una vez por semana.
- El despacho del proveedor que implica otros 3 días.

En relación a los puntos señalados, la reunión de adquisiciones al ser una actividad que no agrega valor al proceso pero es necesaria se ve como una oportunidad de mejora, ya que posee un gran periodo asociado debido a que ésta se realiza una vez por semana. Sumado a esto, existe un encargado de compras en la obra el que puede llevar el detalle de lo que sucede con los pedidos, donde este mismo podría realizar las mismas actividades que se hacen en la reunión de adquisiciones pero de forma separada con las personas que necesiten comprar materiales en la obra. Para mantener el control de parte de la administración de la obra se podría cambiar la reunión por una revisión de oficina técnica o administración de obra, la que se puede realizar una o dos veces por día disminuyendo la espera de tres días a medio. Junto con esto, en una visita a obra se señaló que por motivos de descoordinación y falta de comunicación de los integrantes de la obra, la reunión se había eliminado.

En tanto a lo que respecta la espera del despacho del proveedor que es de tres días, escapa de la posibilidad de alguna mejora de parte de la empresa.

En el caso de la empresa C, también presenta el flujo de aprobaciones, el que genera una demora sin agregar valor al proceso, por lo que el reducir los periodos de las esperas se hace fundamental al igual que el resto de las empresas. Posterior al flujo de aprobaciones se señala la emisión de la orden compra tanto al proveedor como al encargado de compras, el que a su vez envía manualmente la orden de compra al bodeguero para que este realice el seguimiento de la compra. Esta última actividad podría ser obviada, enviando automáticamente la orden de compra al proveedor, al encargado de compras y al bodeguero.

En general, este proceso de adquisiciones es el más simplificado de las tres empresas, por lo que es menos lo que se puede hacer en términos de reducir tiempos, pero tiene un plus, y es que el soporte que utilizan para realizar las compras es de propiedad de la empresa y no utilizan iconstruye, lo que permite ir acomodando el soporte según sus necesidades y a las tecnologías que van saliendo cada día. Es por esto que lo más importante de este flujo es que se puede trabajar en fortalecer el procedimiento de adquisiciones que es incluso más importante que la reducción de tiempos del ciclo, con esto se hace referencia de hacer trabajos correctos a la primera.

Revisando los procedimientos y protocolos que tiene la empresa, no presentan en ninguna parte qué tipo de descripción es necesaria para poder realizar la orden de compra, junto con ello fortalecer este tema ayuda a reducir las desaprobaciones de las ordenes compras, lo que a su vez hace que el proceso sea más sólido en ese sentido.

5.5 Resumen

Es posible ver cómo en todos los procesos fue factible buscar mejoras y reducir los tiempos que no entregaban valor al proceso, esto sin generar cambios radicales en el flujo. Junto con esto se tienen los cambios similares como los realizados a las empresas A y B en los que se buscó reducir tiempos, mientras en la empresa C se buscó fortalecer el proceso.

Se pueden ver similitudes de problemas encontrados, por ejemplo se tienen las empresas A y B, muestran el mismo inconveniente de demora en la generación de pedido de materiales el que debe ser revisado por muchas personas antes que pase al flujo de aprobaciones. En estas revisiones excesivas se ve una oportunidad de mejora.

Una similitud de las tres empresas, es el flujo de aprobaciones, el que en ningún caso entrega valor al proceso pero siempre es necesario, por tal motivo se considera que la reducción de los tiempos de espera es fundamental para que esta etapa del proceso considere menos tiempo. Se hace notar un compromiso de parte de los integrantes de las empresas por hacerlo posible y reducir los tiempos de esta etapa, ya que se debe mantener la cantidad de aprobadores, pero se puede reducir los tiempos de espera.

Todos los procesos de logística y despacho no son cambiados, ya que se encuentran resumidos a la capacidad de las empresas y de los proveedores. Por lo que se complica algún tipo de cambio al proceso.

Cabe señalar un aspecto importante obtenido en todas las empresas al momento de realizar la reunión de análisis. Los actores valoran la obtención de un tiempo promedio de su estado actual, al que ven lento en el caso de las empresas A y B, mientras en la empresa C apropiado, pero no ven tan necesario o posible modificar. Aunque lo que les complica o desean modificar, es una mayor fortaleza del sistema, es decir, que la compras de proveedores no se caiga, que el abastecimiento se logre en el tiempo planificado.

Para poder lograr esto, primero se debe formular una buena orden de compra, la que posea la información necesaria y que no genere dudas a la persona que tendrá que revisarla, para esto se debe detallar claramente lo qué se necesita, para cuándo, quién lo necesita, para qué lo necesita, exigir una foto, etc. La idea es describir y pensar qué información necesita saber la persona que está aguas abajo en el flujo, para poder tener claro lo que está solicitando el cliente.

Como comentario final, es posible tener en cuenta que el tiempo de demora en el abastecimiento no es crítico cuando existe una correcta planificación y elaboración de una correcta orden de compra. Por lo que se hace fundamental en la presente investigación fomentar que el abastecimiento se haga crítico, donde la información en todo el proceso es la pieza más importante. Por cual se trabajará en este punto para

que este se entregue de mejor manera, en una mayor cantidad y claridad, para que sirva de ayuda a los diferentes integrantes del proceso.

CAPÍTULO VI Estados Futuros

6.1 Introducción

En el presente capítulo se dan a conocer los Estados Futuros de las empresas. Los nuevos mapas fueron obtenidos a partir de los Estados Actuales presentados en el capítulo 4, con sus posteriores análisis. A continuación se aplican cambios en los procesos en los puntos señalados a mejorar en el capítulo anterior.

Con la información detallada se presentarán los cambios realizados, para luego obtener el tiempo estimado para los Estados Futuros y luego compararlos con los tiempos obtenidos actualmente, para lograr contrastar que tan beneficiosos pueden ser los cambios realizados a los procesos.

6.2 Estado Futuro constructora A

La empresa A tiene un tiempo del ciclo en el Estado Actual de 16,3 días con 92,5 minutos, el que se obtiene a partir de los tiempos levantados en los procesos y el cálculo de los tiempos promedios descrito en el apartado 3.2.3. Posterior a esto, en el análisis realizado se pudieron observar las siguientes posibilidades de mejora, las que se presentan en el Anexo C, además de presentar de forma gráfica, a continuación se hace un listado de los cambios a realizar en el proceso:

- Realizar las actividades de generación de pedido de materiales y elaboración del cuadro disponible en la misma instancia, eliminando la espera entre estas actividades, ya que no existe mayor inconveniente con realizar estas actividades al mismo tiempo.
- En las compras realizadas en obra, cambiar la aprobación del gerente técnico, por la entrega de un informe semanal de las compras hechas durante la semana, ya que el índice de aprobación del gerente es del 80% y con la finalidad de darle mayor rapidez a este tipo de compras que generalmente son de su urgencia, se reemplaza la aprobación, por la elaboración de un informe en el que se muestre las compras realizadas semanalmente.
- En las compras realizadas por oficina central, la designación de materiales que la realice automáticamente iconstruye, evitar que la designación la haga el jefe de adquisiciones, con esto ahorrar el día de espera que existe para que él haga la designación.
- Reducción de las revisiones, que cada persona revise y/o apruebe una sola vez, evitar que cada pedido de materiales pase por la misma persona más de una vez en el proceso, esto reduce la revisiones y con ello los tiempos de las esperas.

- Fomentar aprobaciones más rápidas, generando una campaña interna en la que se solicite un compromiso con el proceso de compras, en pos de aumentar la rapidez de este, reduciendo los tiempos de espera a medio día entre cada aprobación.
- En la etapa de despacho, no solicitar el programa a obra para despachos spot, ya que este tipo de despacho va directamente a obra y no es necesario contar con esta información. Lo anterior evita los tres días asociados a la espera para que se entregue este programa.
- Se agrega una actividad al final del proceso, que es la evaluación del proveedor, este punto se detallará en el resumen en el apartado 6.5.

Con la ejecución de los cambios presentados, se tiene el nuevo mapa presentado en el Anexo C, en el que el tiempo promedio calculado se reduce a 9,83 días con 80 minutos, y donde el tiempo de las actividades que no agregan valor es de 5,64 días, y el tiempo de las actividades que le agregan valor al proceso es de 4,2 días con 80 minutos. En el gráfico 6 se muestra la incidencia de los tiempos de las actividades que agregan y las que no agregan valor al proceso, en el tiempo total del ciclo.

Comparando el gráfico 6 con el gráfico 1 en el apartado 4.2.2, es posible notar que en el Estado Futuro las actividades que agregan valor tienen mayor protagonismo en el tiempo total, donde 42,7% representan este tipo de actividades en el Estado Futuro, mientras un 25,8% en el actual. A partir de lo anterior, es posible observar el descenso de 13 minutos respecto al Estado Actual en actividades que agregan valor al flujo, mientras en las actividades que no agregan valor hay un descenso de 6,43 días. La comparación de dichos tiempos con los tiempos del Estado Actual es posible ver en el gráfico 7.

Significancia de las actividades en el proceso

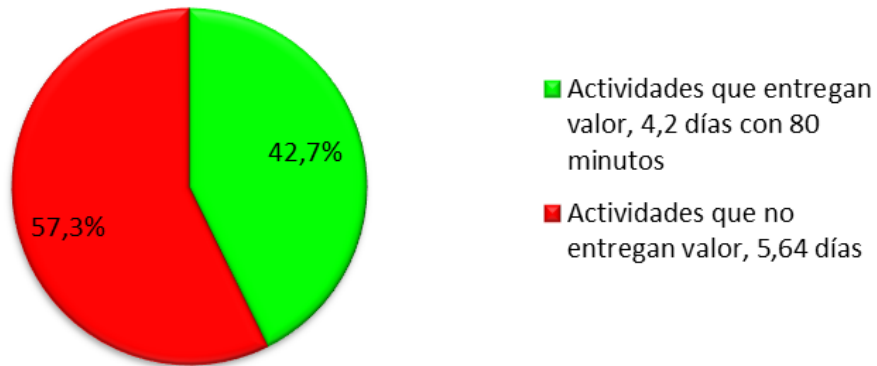


Gráfico 6, Incidencia de los tiempos de las actividades del Estado Futuro, empresa A.

Tiempo de los Estados Actual y Futuro

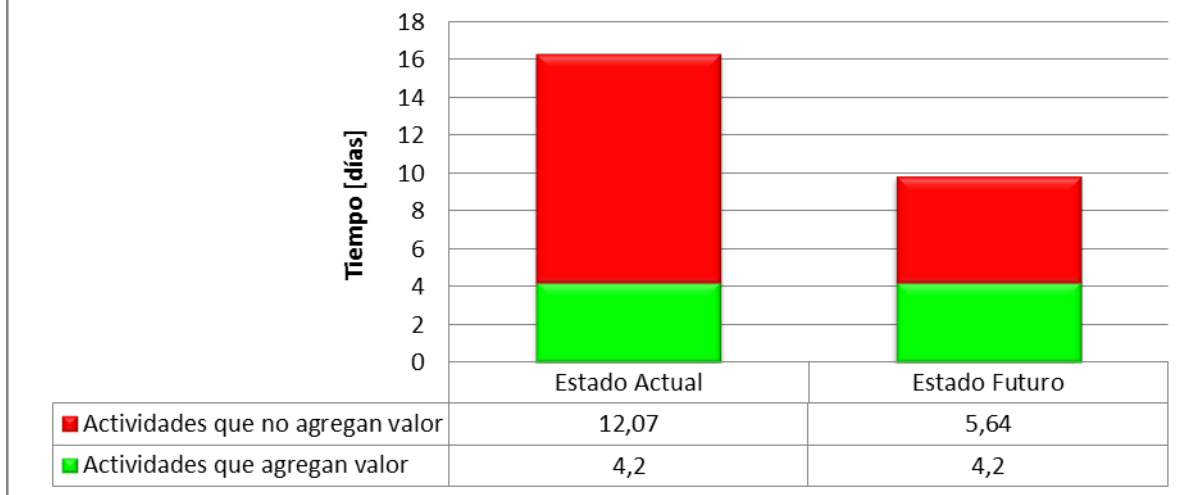


Gráfico 7, Comparación de los tiempos en los Estados, Actual y Futuro.

6.3 Estado Futuro constructora B

En capítulos anteriores ya se mencionó que la forma de adquirir materiales de la constructora B es similar al método de la A, pese a esto, los cambios realizados son distintos a la empresa vista anteriormente, esto porque cada empresa tiene sus protocolos y su filosofía propia en relación a la adquisición de materiales. A partir del análisis realizado en el apartado 5.3, los cambios realizados respecto al estado actual son:

- Creación de una reunión de adquisiciones en vez de que se hagan revisiones de los pedidos, aprobaciones por logística. La reunión se debe realizar una vez por semana, y que tenga una duración a más tardar de 1 hora.
- Realizar la aprobación del ITO en paralelo al flujo de aprobaciones, la aprobación del ITO tiene un índice de aprobación del 100%, por lo que sería posible prescindir de ella, salvo por el contrato que se tiene, por lo que se deja como una aprobación en paralelo.
- Se solicita la reducción de los tiempos de espera en el flujo de aprobaciones, se debiese crear una campaña interna en la que se promueva realizar aprobaciones de pedidos dos veces al día.
- Se crea una actividad final de evaluación del proveedor, la que tiene la finalidad saber cómo opera el proveedor, se detallará más en el apartado 6.5.

Los cambios mencionados anteriormente son observables en el mapa del Estado Futuro en el Anexo D, con dichos cambios se da paso de un ciclo con un tiempo promedio de 16,32 días con 53 minutos, a un tiempo de 10,63 días con 109 minutos, cabe señalar que el cálculo de los tiempos se hace mediante el promedio de estos, tal como se presenta en el apartado 3.2.3; donde 7,63 días y 21 minutos representan al tiempo implicado en las actividades que no agregan valor al sistema; mientras 3 días con 88 minutos es el tiempo de las actividades que agregan valor. La incidencia de ambos tiempos se puede ver en el gráfico 8, donde las actividades que no entregan valor corresponden a un 71,8% mientras las que agregan valor son de un 28,2%. Es posible notar que la incidencia de las actividades que agregan valor aumentó, manteniendo su cantidad de tiempo, lo que baja son los tiempos que no agregan valor, es posible ver esto en el gráfico 9. La reducción de los tiempos esta principalmente asociada a la realización de la reunión de adquisiciones y la reducción de los tiempos de espera, lo que hace eliminar tiempos muertos entre actividades, generando la disminución de los tiempos que no agregan valor, por consiguiente aumentar la representatividad de los tiempos que agregan valor al proceso.

La propuesta de realizar una reunión de adquisiciones permite definir las compras, ver qué se va a comprar, cuánto y en qué fecha, además se evalúa algún proveedor que alguien estime recomendar o retroalimentar en el estado en que se encuentran los materiales solicitados. Con esto se pueden eliminar algunas revisiones y aprobaciones, y así las respectivas esperas asociadas, terminando en el descenso de los tiempos que no agreguen valor.

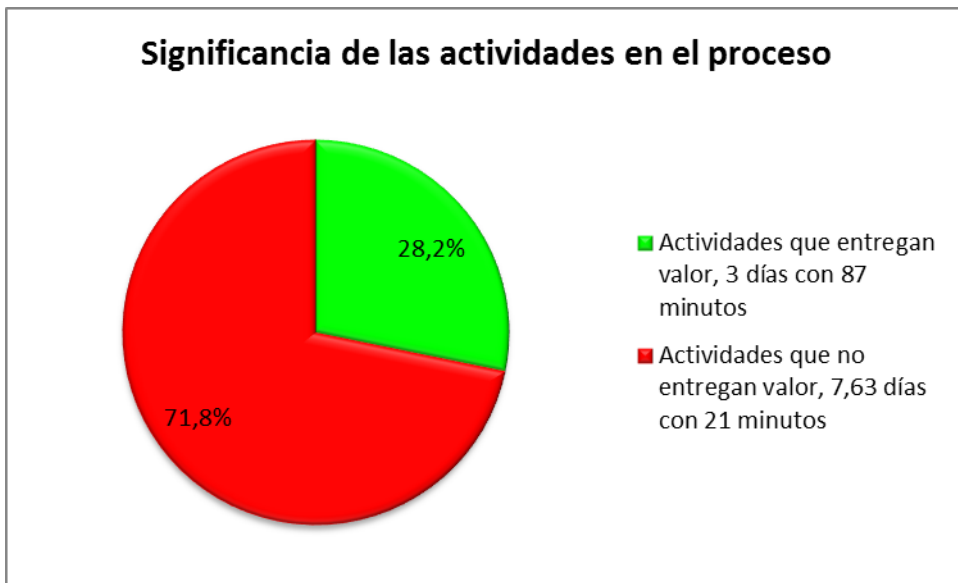


Gráfico 8, Incidencia de los tiempos de las actividades del Estado Futuro, empresa B.

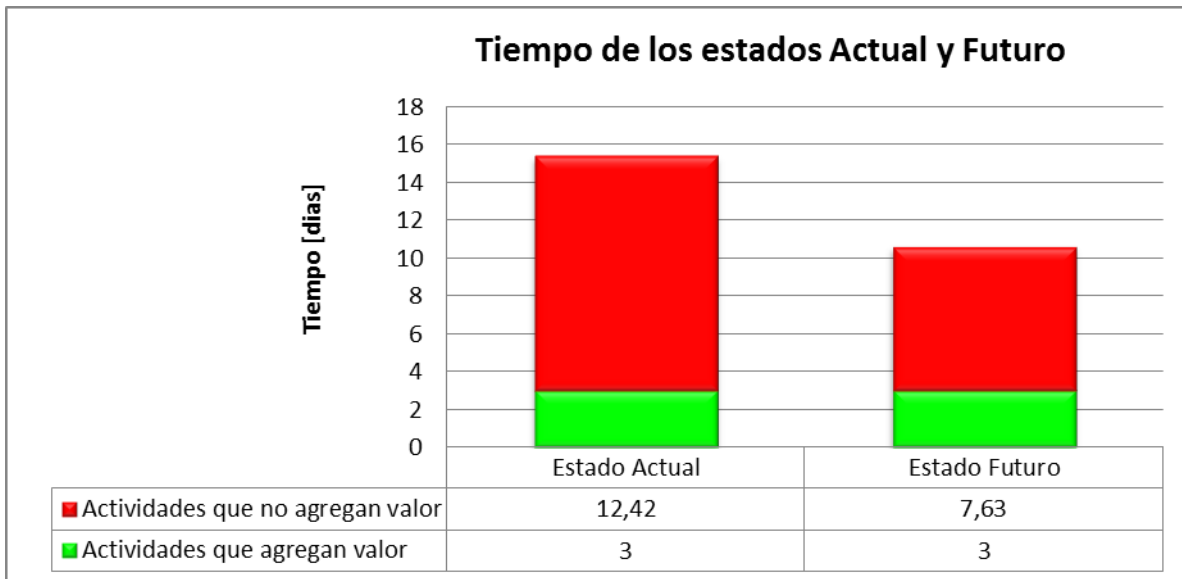


Gráfico 9, Comparación de los tiempos en los Estados, Actual y Futuro, empresa B.

6.4 Estado Futuro constructora C

Del capítulo 4 es posible rescatar que la constructora C es la que presenta el flujo más claro, simple y corto de tiempo, en relación al resto de las empresas. El tiempo promedio utilizado para realizar el proceso de adquisiciones según el Estado Actual y el cálculo del tiempo presentado en el apartado 3.2.3, es de 10,52 días y 90 minutos. Por lo anterior se hace más difícil la reducción del periodo del ciclo, ya que se encuentra resumido. Adicional a reducir los tiempos de ejecución del proceso, se intenta fortalecer el proceso que ya se presenta en el Estado Actual, buscando reducir los retrabajos generados por diferentes factores, ya sean internos o externos. Los cambios que se plantean realizar para el Estado Futuro son los siguientes:

- Eliminación de la reunión de adquisiciones, la finalidad de este punto busca evitar la espera que se produce para que se realice la reunión de adquisiciones para poder solicitar materiales. Al tener en cada obra una persona encargada de compras la persona que necesite comprar materiales que se dirija a este, el que haría la compra y cada semana haría un reporte de lo que se está comprando, para que este sea enviado a toda la administración de la obra, con finalidad de transparentar el proceso.
- Solicitación para la reducción de los tiempos de espera en el flujo de aprobaciones, al igual que el resto de las empresas, reducir los tiempos de espera entre las actividades y especialmente de las aprobaciones, se hace importante para lograr eliminar los tiempos que no le agregan valor al proceso.
- Exigir la evaluación del desempeño de los proveedores, este punto busca fortalecer el proceso, intentando eliminar la incertidumbre de cómo opera el proveedor.

Con los cambios a implementar en el Estado Futuro provocan una reducción en el tiempo promedio estimado, según los tiempos a considerar y el cálculo del tiempo promedio explicado en el apartado 3.2.3, el nuevo periodo del proceso es de 8,09 días con 100 minutos, donde las actividades que no agregan valor al proceso debiesen bajar en 2,43 días dando un tiempo de 7,69 días con 1 minuto. En cuanto al tiempo de las actividades que agregan valor tiene un leve aumento de 10 minutos, producto de la incorporación de la evaluación a los proveedores, la que no debiese demorar más de 10 minutos, con los cambios realizados se obtiene un tiempo de 0,4 días con 99 minutos, las situaciones anteriores se presentan en el gráfico 10, en el que comparan los tiempos del Estado Actual con el Futuro.

Con los cambios de los periodos de los procesos, especialmente en las actividades que no agregan valor, la incidencia de los tiempos de las actividades varía. En lo que es posible notar un aumento en la importancia en relación al tiempo de las actividades que agregan valor, los que se puede ver en el gráfico 11 donde las actividades que no

agregan valor llegan a un 95,1% del tiempo del proceso, y las actividades que agregan valor a un 4,9%, aumentando 1,1% en relación al Estado Actual.

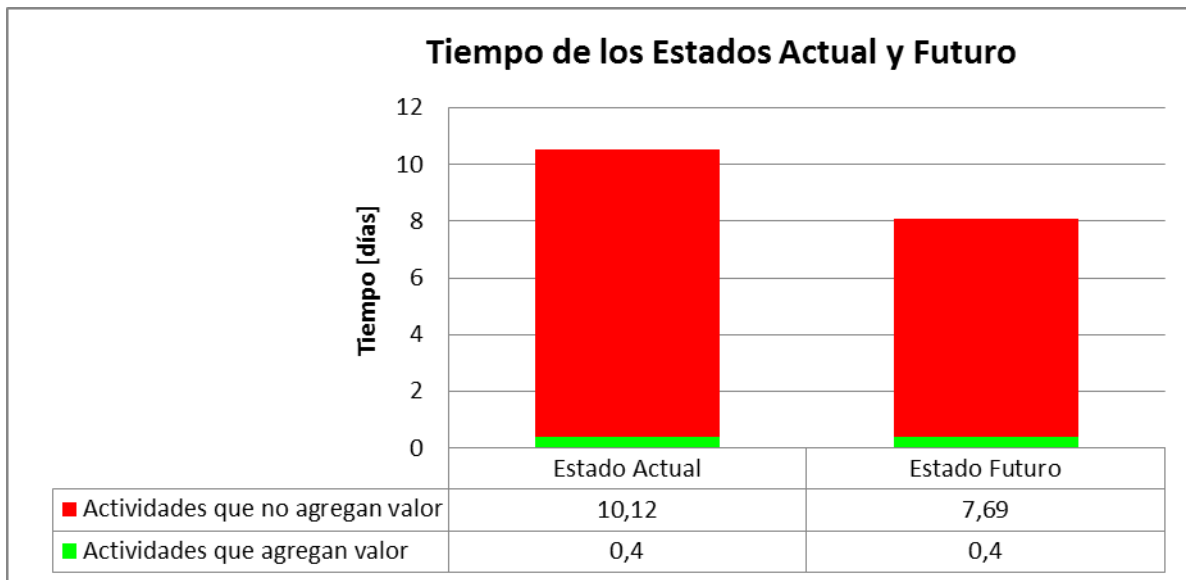


Gráfico 10, Comparación de los tiempos en los Estados, Actual y Futuro, empresa C.

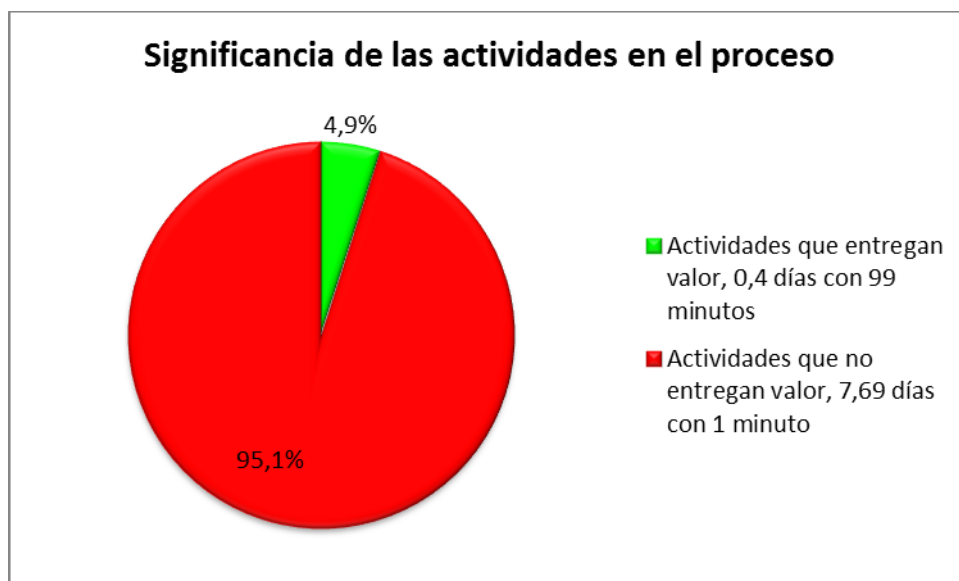


Gráfico 11, Incidencia de los tiempos de las actividades del Estado Futuro, empresa C.

6.5 Resumen

Es posible ver cómo a partir del análisis realizado a las tres empresas, se obtiene el Estado Futuro, en el que se emplean las mejoras o cambios anteriormente expuestos. Los cambios realizados a los Estados Actuales respectivos que se repiten en las tres constructoras son:

- Motivar a los integrantes de los flujos de aprobaciones y revisiones, a revisar 2 veces al día si hay órdenes de compra pendientes.
- Intentar evitar la gran cantidad de revisiones que actualmente se tienen en las empresas A y B, generando órdenes de compras correctas a la primera.
- Implantar un sistema pull, en el que cada actor del proceso de adquisiciones realice su trabajo a partir de lo que necesita el actor que esta aguas debajo de él.
- Fortalecer el sistema de compra, esto mediante evaluaciones a los proveedores con la finalidad de saber cómo actúan, saber su desempeño respecto al cumplimiento de los tiempos, su capacidad de reacción frente a las órdenes de compra, etc. Lo anterior se logra haciendo evaluaciones o encuestas después de cada compra realizada, donde serían obligatorias con la finalidad de que realmente se agregue esta información a la base de datos de compras.

Con los cambios realizados, los tiempos de cada empresa son:

- Constructora A: 9,83 días con 80 minutos.
- Constructora B: 10,63 días con 109 minutos.
- Constructora C: 8,09 días con 100 minutos.

En el gráfico 12 se presenta la evolución de las tres empresas, es decir el tiempo del Estado Actual en primera instancia y luego el Estado Futuro, y la comparación del tiempo entre las tres. Con esto es posible notar el gran descenso de las constructoras A y B, a diferencia de la C, ya que las dos primeras presentan procesos poco optimizados, con grandes demoras en esperas, designaciones, revisiones, y aprobaciones.

Adicional a lo anterior está el gráfico 13, que muestra cómo las tres empresas conservaron sus actividades y los tiempos que le agregaban valor al sistema, mientras redujeron las que no agregaban. Lo anterior era lo de esperar, ya que en el rediseño de procesos lo que se busca es eliminar las actividades que no agregan valor, y conservar las que agregan valor al proceso. La empresa A reduce alrededor de un 50% los tiempos de las actividades que no agregan valor. Por otro lado, la constructora C es la que menos reduce, ya que al tener un proceso simplificado es menos posible reducir sus tiempos.

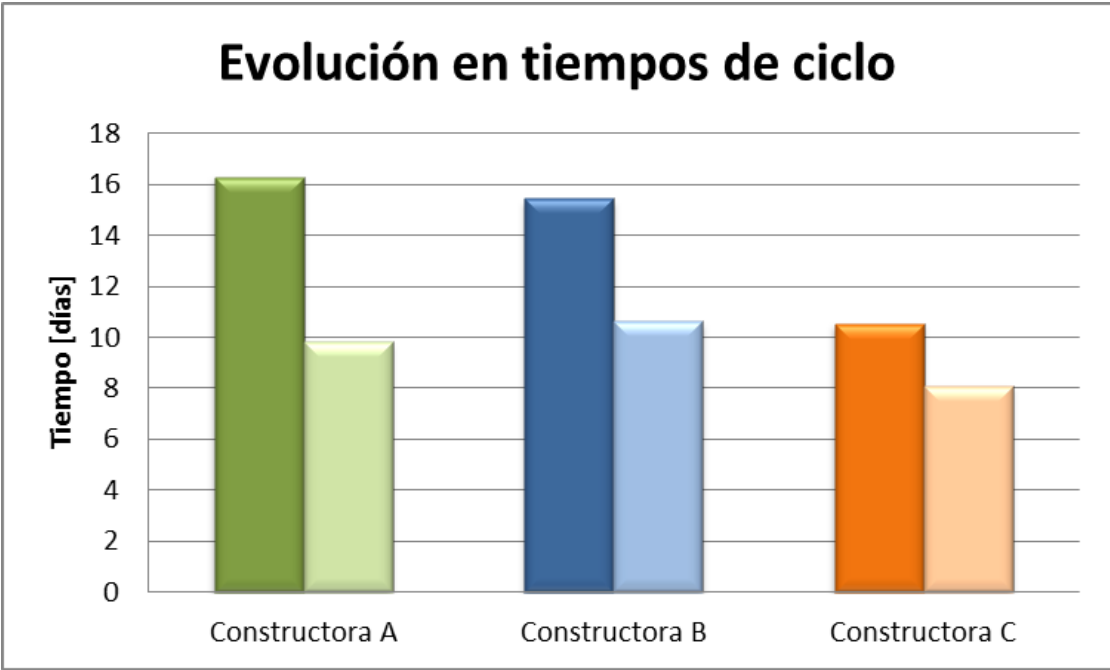


Gráfico 12, Evolución en tiempos de ciclo de las constructoras.

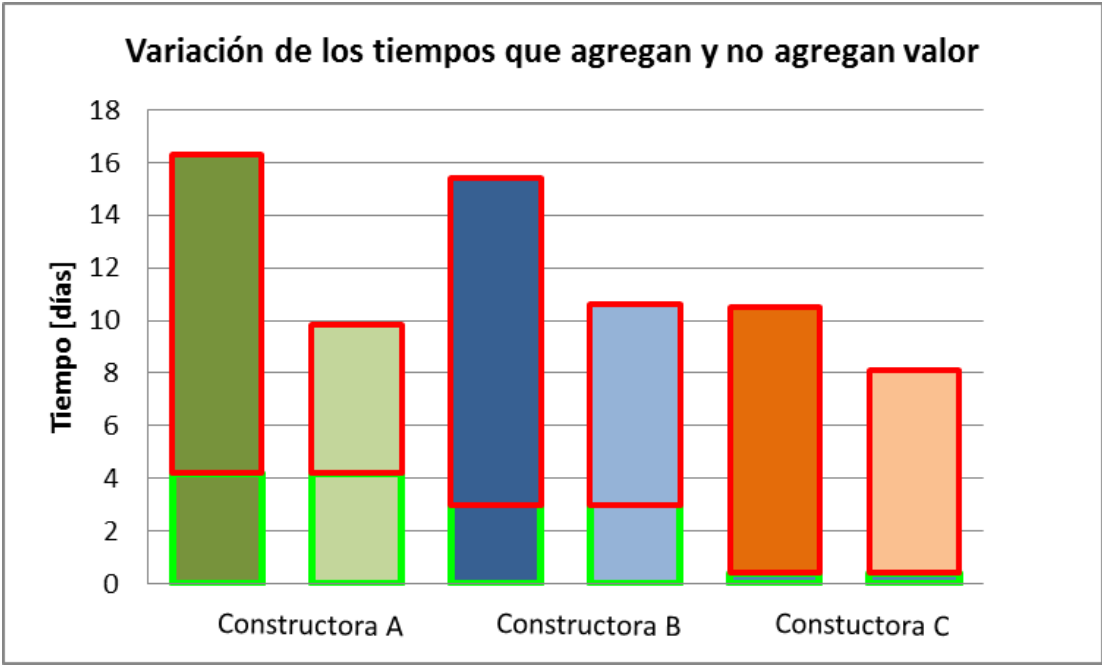


Gráfico 13, Evolución de los tiempos que no agregan valor, del Estado Actual al Estado Futuro.

Capítulo VIII Plan de implementación

7.1 Introducción

En el presente capítulo se dará a conocer la última etapa de la investigación de VSM, que es la implementación del estudio, en el cual por alcances de la presente investigación se harán solo recomendaciones para poder obtener los tiempos deseados, cada empresa se hará cargo de la implementación de los cambios.

Como se menciona anteriormente una correcta implementación es de suma importancia para lograr los tiempos proyectados para el Estado Futuro, ya que los cambios propuestos modifican el funcionamiento actual del proceso y se debe tener claro la nueva forma de actuar en el proceso. Se presentará recomendaciones generales para las tres empresas cuando los cambios se realicen en todas las empresas y se agregarán situaciones específicas a cada empresa cuando corresponda.

Cabe mencionar que el compromiso de los integrantes de la empresa son una necesidad al momento de realizar mejoras en los diferentes procesos, además de la intención de mejorar y de hacer un correcto trabajo para poder cumplir con todas las metas propuestas en los capítulos anteriores.

7.2 Plan de implementación común en las empresas

Se comenzará con las recomendaciones más generales, como la reducción de tiempos en esperas de aprobaciones. Como se ha mencionado anteriormente, estas esperas hacen muy lento el proceso de adquisiciones, además de agregar tiempo a actividades que no agregan valor al proceso, por lo cual se recomienda que la revisión de aprobaciones se realice dos veces diarias, por parte de los actores involucrados en este flujo. Estas revisiones se realizan una vez en la mañana y otra en la tarde, cuando se logra lo solicitado y hace más fluido el flujo de aprobaciones, ya que las esperas entre cada aprobación son de máximo medio día. Con fijar estas revisiones el proceso de adquisiciones se encamina a lograr tiempos estandarizados en el abastecimiento de materiales, esto permite realizar una planificación más confiable del proceso, debido a que se pueden considerar tiempos fijos. A cada actor del proceso se le debe mencionar o recordar el tiempo que involucra realizar una aprobación de una orden de compra, la que no quita más de 5 minutos, según lo expresado por los propios entrevistados, junto con lo anterior hay que considerar lo importante que es tener las obras al día, lo que es algo que desean y necesitan tener las personas involucradas en el proceso de adquisiciones y un aspecto para que esto suceda es tener los materiales necesarios a tiempo en obra.

Si lo anterior da buenos resultados es posible apuntar a algo más ambicioso aún: ordenar el flujo de aprobaciones, es decir el primer encargado de aprobar, generalmente administrador de obra, apruebe a primera hora; el segundo a la hora siguiente, y así sucesivamente. Con esto el flujo de aprobaciones podría tardar medio o un día. Este puede ser considerado un rediseño futuro al lograr las mejoras propuestas inicialmente.

Con la finalidad de fortalecer el proceso de adquisiciones, se recomienda crear una actividad extra al proceso actual, esta es una evaluación al proveedor al finalizar la compra, esto mediante la utilización de los soportes que se tienen, en este caso iconstruye en las empresas A y B, y un sistema propio en la empresa C. Esta evaluación para la facilidad y rapidez de su utilización, debiese contar con preguntas con alternativas y comentarios finales. La información a solicitar debe contener como mínimo preguntas como si ¿se tienen o no facturas impagas?, mantener un registro de los pagos realizados al proveedor, si la compra fue exitosa, si el proveedor cumplió con los plazos solicitados, y si no cumplió cuál fue el desfase, cumplió con los horarios, y si no cumplió cuál fue el desfase, etc. Con una base de información respecto a experiencias anteriores, se puede visualizar cómo será el comportamiento del proveedor y poder programar una fecha deseada, además de tener en claro si el proveedor podrá cumplir el compromiso en la fecha deseada. La idea es que la actividad sea con carácter de obligatorio, esto se puede lograr exigiendo realizar la evaluación antes de hacer cualquier otra actividades en el soporte de compras, inhabilitando al comprador a realizar otras actividades ya sean compras, aprobaciones, etc. Con lo anterior se obliga al comprador a hacer la evaluación para poder realizar otras compras necesarias en obra.

Se ha hablado de tiempo, pero no de reducción de retrabajos, se espera que con los cambios realizados se logre reducir el porcentaje de retrabajos o rechazos de órdenes de compra, con esto la disminución del tiempo total promedio. Es por esto que implantar sistema pull sea hace necesario.

Iniciar la implementación de dicho sistema explicando la aplicación y filosofía de un sistema pull y cómo implementarlo, además de crear un protocolo respectivo a cómo crear órdenes de compra cumpliendo con los detalles necesarios y agregando la mayor cantidad de información (necesaria) que la actual, evitando rechazos por falta de información o confusión de esta, ejemplos de información adicional podría ser: ¿para qué se necesita?, ¿cuándo se necesita?, ¿quién lo pide?, etc. Además, y dentro de lo posible, adjuntar imágenes, para tener una mayor claridad en el pedido de materiales. Se apunta a modificar cómo se realizan los pedidos de materiales, agregan mayor detalles y claridad en lo que se pide.

Otro motivo de rechazo de órdenes de compras es porque existe el material solicitado disponible en otras obras y que no se ocupará. Es por esto que la persona que rechaza

debe solicitar la utilización de dicho material como una primera instancia y luego solicitar más en caso de ser necesario como una segunda instancia. Es por esto que se propone la creación de una “bodega virtual” en la que se detallen los materiales que no se utilizarán y están en bodega ya sea en obra u oficina central, junto con esto, se debe tener un mínimo de información como la cantidad disponible, el lugar donde se encuentra y el estado. Con esta información establecida, lo que se propone es que al momento de crear la orden de compra o pedido de materiales, junto con los pasos realizados como revisión de la matriz, cotización, etc., se revise la bodega virtual en la que exista el detalle de algún material que sea factible solicitar.

Aprovechando la tecnología que se tiene hoy, además de la común utilización de smartphones, se propone crear una aplicación relacionada al proceso de adquisiciones, que permita hacer pedidos de materiales, realizar aprobaciones y poder realizar un seguimiento de las órdenes creadas. De la aplicación se espera que cada usuario tenga una sesión, en la que aparezca en forma de notificación cuándo una persona tiene que revisar o aprobar una orden de compra. También debería emitir notificaciones al crear la orden de compra y a medida que el pedido va pasando por las diferentes etapas. Con esto es posible tener información en directo de la etapa en que se encuentra la orden compra. Todo esto permitiría la retroalimentación que de momento los entrevistados mencionan como necesaria en el proceso de las órdenes de compra.

Cerrando las recomendaciones generales se debe señalar que muchos problemas que nacen a partir del abastecimiento o del mal abastecimiento, parten de una deficiente planificación. Tal como se menciona en el apartado 5.3 con los tiempos obtenidos permite visualizar el tiempo necesario para tener el material en obra, por lo cual la planificación debe tener se debe hacer a esa cantidad de tiempo.

7.3 Aplicaciones específicas según cada empresa

Empresa A:

Es el flujo más complejo de las tres empresas estudiadas, debido a que se poseen mecanismos de adquisiciones diametralmente opuestos, uno muy liberal y rápido, mientras otro muy supervisado y lento. El método de compra por oficina central presenta una cantidad importante de revisiones y aprobaciones, de las cuales tienen que aprobar órdenes de compras personas que ya realizaron alguna revisión. Por esto, se necesita hacer más óptimo este flujo eliminando algunas revisiones y aprobaciones.

Adicional a lo anterior, una mayor utilización de iconstruye, como la designación automática de los pedidos según el departamento de la empresa, hace más eficiente el flujo y libera de trabajo al jefe del departamento de adquisiciones. En el caso en que iconstruye no realice este tipo de acción, se puede remplazar por agregar algún tipo de

código en el nombre del pedido, en el que se detalle el tipo de compra que es y para que departamento corresponde la compra. Con esto cada departamento se hace responsable de la compra según sea su código, en el caso que tenga un código y la compra no se deba realizar en ese departamento, se comunica al departamento que debiese realizar dicha compra.

Por otro lado las compras por obra, generalmente son compras que se realizan por precios convenidos o por materiales que se deben tener prontamente en obra, a partir de este último punto y con la finalidad de entregarle mayor rapidez a la adquisición de materiales críticos, se recomienda cambiar la aprobación del gerente técnico por un informe semanal con las compras realizadas cada semana, con esto se evita la espera de la aprobación del gerente, además de mantenerlo informado de las compras que se llevan a cabo.

Empresa B:

La creación de una reunión de adquisiciones se busca ordenar las compras a realizar. Para lograr la realización se debe designar un coordinador el cual la dirija y fije las personas que deban asistir. La reunión debe ser fijada para un día y horario específico, para poder planificar la semana a partir de este compromiso semanal. Se hablará sobre los pedidos a realizar, los estados de los otros pedidos, y la revisión del plan de abastecimiento que se creó al inicio de la obra. Con esta reunión se pretende reducir las variadas revisiones y algunas aprobaciones existentes en el Estado Actual.

Otro punto a considerar es la aprobación del ITO, esta actividad no tiene incidencia en el flujo ya que posee un 100% de aprobación, es por esto que cuando se inicie el flujo de aprobaciones se inicie la aprobación del ITO de forma paralela, claro está que para que se envíe la orden de compra, debe estar la aprobación del ITO y del último evaluador de la orden de compra.

Empresa C

El punto a implementar en esta empresa adicional a los detallados en el apartado 7.2, es la eliminación de la reunión de adquisiciones, y que cada actor que necesite algún tipo de material se lo comunique al encargado de compras, el que debe tener total claridad de lo que se le solicita para poder crear la orden de compra con toda la información necesaria y evitar rechazos por falta de esta o que sea poco clara. El mismo encargado de compras, con la finalidad de mantener informados a la administración de la obra de lo que se está comprando, debe crear un reporte semanal en el que se detalle la información que se entrega en la reunión de adquisiciones tales como lo que se está comprando, en qué estado están las compras solicitadas.

Capítulo IX Conclusiones

A lo largo de la investigación es posible notar como que el VSM es una buena herramienta en rediseño de procesos, ya que involucra una evaluación del proceso con los mismos actores que llevan a cabo el ciclo día a día. Esto se logra con su participación activa en los levantamientos del Estado Actual y el Análisis.

Uno de los aspectos más importantes del VSM, es su posibilidad de visualizar el proceso en forma gráfica, esto permite un mayor entendimiento de los procesos, que muchas veces no era claro para todos los actores que integraban el flujo. Visualizando el proceso, es más fácil notar qué actividades no están agregan valor al sistema, qué actividades están siendo redundantes y cómo se pueden revertir estas situaciones.

En las tres empresas estudiadas se pudieron lograr mejoras en los tiempos, además de fortalecer el proceso mediante campañas pro órdenes de compras correctas y una mayor utilización de los soportes computacionales.

En el análisis realizado y tal como señalan Womack y Jones (1990), se puede notar la existencia de pérdidas en el flujo, tales como esperas, movimientos excesivos, cambios en el trabajo realizado, etc. Adicional a lo que mencionan los autores, están los desperdicios comunes en la cualquier actividad productiva y que se dan en este proceso: transporte de información, esperas varias, información defectuosa, etapas que no son necesarios, bienes que no cubren las necesidades del cliente y servicios que no cubren necesidades del cliente (Ohno, 1993; Womack, 1996). Las mejoras a realizar entregan una reducción de los tiempos en los procesos de adquisición de materiales de las empresas en las siguientes cantidades:

- Empresa A: 6,43 días con 13 minutos, menos.
- Empresa B: 4,80 días menos y 60 minutos más.
- Empresa C: 2,43 días menos y 10 minutos más.

Con esto se logra el objetivo principal de la investigación: la optimización de la productividad en el proceso administrativo de adquisición de materiales mediante el uso de Value Stream Mapping, ya que mediante la presentación de los procesos de forma gráfica se lograron observar los puntos en que se puede mejorar el proceso, analizar que se puede hacer con estos puntos y ver qué cambios son viables de realizar. El éxito final de la investigación está en manos de las empresas y la implementación de las mejoras recomendadas, ya que sin esto la investigación queda sólo en el papel.

Para lo anterior, se tiene una recomendación para la implementación de los cambios, ya que sin la respectiva implementación no se logrará los tiempos del Estado Futuro. Con la recomendación de implementación se logra el otro objetivo de la investigación, la aplicación de la metodología en las empresas colaborantes de la investigación.

La investigación se enfocó en la reducción de tiempos y en el fortalecimiento del proceso, pero hay que señalar que en el sistema de adquisiciones su proceso crítico no es la producción de órdenes de compra, sino que el cumplimiento de los plazos establecidos por la planificación de la necesidad de los materiales a comprar. Por lo que no se hace necesario implantar un sistema productivo continuo, pero se solicita fijar tiempos en las aprobaciones con la finalidad de estandarizar el periodo que demora el abastecimiento de productos. A medida que avanzó la investigación fue posible concluir que lo importante del abastecimiento no es la reducción de tiempo en el proceso, sino que el tener los materiales en obra en la fecha necesaria, esto se logra principalmente con una correcta planificación, la que muchas veces no es realizada de forma correcta o se “olvidan” algunos materiales que se transforman en críticos, esto es posible evitar, primero con una planificación correcta y segundo con proceso de adquisiciones que no se produzcan retrabajos, ya que el que se caigan los procesos de compra puede generar retraso en el abastecimiento de los materiales.

Es posible concluir que la implementación de VSM al proceso de adquisiciones no se logra aplicar en su estado más purista, ya que no se logran cumplir algunos aspectos como implantar un flujo continuo u obtener el takt time del proceso (Rother et al., 1998). Lo anterior debido a que el proceso no es un proceso continuo. Si bien la aplicación no es la más purista se logra el objetivo fundamental de la herramienta, rediseñar el proceso y poder implantar un sistema pull.

El estandarizar y lograr que el flujo no se caiga (el término caiga se hace referencia a que se produzcan retrabajos o el abastecimiento falle, y demore más del tiempo necesario) es el aspecto más importante que buscó la presente investigación, ya que según lo expresado por los diferentes actores de las tres empresas investigadas, lo crítico del abastecimiento es cuando una compra se cae o se demora más del tiempo planificado, ya que esto genera retrasos en la obra. Así, se busca lograr evitar con las evaluaciones a los proveedores y estandarizar el tiempo de esperas en el flujo de aprobaciones.

Otro punto a señalar y a estudiar, es el real beneficio que puede tener o no, la logística propia de las empresas. Esto genera un mayor retraso, además de los costos asociados que posee un departamento de logística. Los VSM entregan los actores involucrados y los tiempos que ocupan cada uno en realizar sus trabajos, con esto y con los sueldos de la personas que trabajan en los departamentos de la empresa es posible tener un valor aproximado de cuál es el valor de adquirir un determinado producto y el valor que tiene la logística del producto. Este es un tema que escapa de lo estudiado en la presente memoria, pero queda planteado, como un aspecto a considerar en estudios futuros.

Respecto a las conclusiones y opiniones que se puedan realizar a cada empresa son las siguientes:

Constructora A:

Esta empresa al momento del inicio de la investigación ya estaban intentado aplicar VSM, pero lo que se tenía era un diagrama de flujo de como debiera funcionar el proceso de adquisiciones. Al momento de realizar el levantamiento y en la etapa de Análisis, cuando se muestran los tiempos asociados al proceso, fue posible aclarar cómo les funcionaba el proceso en la empresa, mostrando extrañeza por los grandes tiempos presentados que demora el proceso. Con esto se muestra que el VSM como técnica gráfica da buenos resultados, se muestra y ordena lo que se tiene, logrando dejar en evidencia las falencias de los procesos.

Respecto al sistema de adquisiciones es posible decir que al tener dos sistemas tan opuestos no se logra cumplir el objetivos de ninguno de los cabalmente, ya que al tener un sistema tan liberal es claro que los integrantes de la obra se van a inclinar a realizar las compras por este medio, lo que no es el deseo de parte de gerencia que ocurra.

Constructora B:

Por otro lado a diferencia de lo que sucede en la empresa A, el tener sólo una modalidad de compra, por oficina central en este caso, simplifica o genera mayor facilidad en la planificación de las compras a realizar, ya que el tiempo asociado a cualquier compra es relativamente estándar independiente del tipo de compra que sea, ya que sigue el mismo curso que cualquier compra. En este caso la creación de una reunión de adquisiciones disminuye la cantidad de revisiones a realizar, ya que todo se ve y revisa en dicha reunión.

De forma general, los resultados son positivos en la empresa, los integrantes en obra se muestran conformes con los tiempos asociados al abastecimiento de materiales. Aunque según los protocolos de la empresa se señala que para compras menores en Santiago el proceso completo debe ser de 4 días, mientras que compras mayores debe ser de una semana, lo que claramente no se está cumpliendo.

Constructora C:

Es la constructora que muestra el proceso más claro y simple, se pueden mejorar algunos tiempos y eliminar la reunión de adquisiciones, lo último es posible debido a que se tiene un encargado de compras en la obra, el que puede realizar las labores de la reunión de adquisiciones.

Tomando una comparación de las tres empresas estudiadas, la constructora C es la que tiene el proceso más óptimo y simple de adquisición de materiales, por lo que se puede decir que es un método a seguir o aproximarse, donde cada empresa lo puede acomodar según sus propios protocolos, ya sea con compras realizadas en oficina central o que tener la posibilidad de logística propia, etc. Luego, buscando un modelo más óptimo y general aplicable a cualquier empresa, debiera ser un proceso que tenga

un solo camino a seguir, es decir realizar las compras en obra u oficina central, en ambos casos realizar una reunión de adquisiciones, la que permita revisar las compras a realizar durante la semana, luego seguir con el flujo de aprobaciones y la etapa del despacho del producto.

Con los detalles entregados a lo largo de la investigación, cabe señalar la importancia de una correcta información, ya que además de tener una buena comunicación entre las personas integrantes de la empresa. Es un aspecto de suma importancia para lograr los objetivos planteados, en específico, el proceso de adquisiciones, ya que el tráfico de información es lo que se realiza en todo el ciclo salvo en despacho de los materiales.

Con los tiempos obtenidos y un mayor fortalecimiento del proceso, es posible decir que el VSM es aplicable en la administración de la construcción, quizás no en su estado más purista, pero es posible lograr un mejoramiento en los procesos. Por otro lado, en el caso en que no se lograsen mejoras, está el levantamiento del proceso y la obtención de los tiempos asociados al ciclo. La construcción es un rubro que implica gran movilidad de personas y estos dos datos pueden servir para una mayor rapidez en el entendimiento del funcionamiento actual de la empresa.

A partir de la investigación realizada quedan propuestos otros temas de investigación. El primero que se puede realizar y que es una consecuencia directa de la presente investigación es la medición del impacto que se logró producir con la implementación de los cambios, tales como la medición de los tiempos o la medición del porcentaje de rechazo de órdenes de compra. Otra investigación posible de realizar es el estudio del costo que significa realizar una orden de compra, ya que se tienen los tiempos que invierte cada integrante del proceso, si se asocia al sueldo de la persona además de otros costos que se puedan ver implicados en el proceso se puede obtener el valor asociado a la generación de una orden compra, como primera instancia es posible ver que un proceso con mayor cantidad de actividades implica un mayor costo para la empresa, debido a las horas hombre (HH) invertidas en el proceso.

Bibliografía

ALARCÓN CARDENAS, LUIS FERNANDO (1997). "Lean Construction". Balkema Publishers, Rotterdam, The Netherlands.

ALARCÓN CARDENAS, LUIS FERNANDO (2001). "Identificación y Reducción de Pérdidas en la Construcción: Herramientas y Procedimientos". Programa de Excelencia en Gestión de Producción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

CHIN, S., YOON, S.W., JUNG, S.O., KIM, Y.S., KIM, C.D., CHOI, Y.K., CHUN, J.Y. AND LIM, H.C. (2004) " An analysis of the life – cycle curtain wall process through supply chain management", Proceedings XII Conference on Lean Construction (IGLC-12), 3-5 August, Copenhagen, Dinamarca.

CHOPRA, S. and MEINDL, P. (2001) "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation", Prentice-Hall, Inc., New Jersey 07458, pp 5.

COSTA, H. SILVA, V. (2013). "Redesigning administrative procedures using Value Stream Mapping: A Case Study" Fortaleza, Brazil.

ELFVING, J., TOMMELEIN, I. and BALLARD, G. (2004) "Improving the delivery process for engineered – to – order products – Lessons learned from power distribution equipment", Proceedings XII Conference on Lean Construction (IGLC-12), 3-5 August, Copenhagen, Dinamarca.

GOLDRATT, E.M. (1999) "Theory of Constraints", Institute of Management Accounts, United States of America.

HANFIELD, R. and NICHOLS, E. (1998) "Managing a global supply chain partnership: Logistics Information Management", Volume 11 Number 6, pp 349-354.

HINES, P. and RICH, N. (1997) "The seven value stream mapping tools. International Journal of Operations and Production Management". Vol. 17, pp 46-64.

HUANG, C., YI, J. and RUSSELL, J. (2004) "Time study on two-echelon supply chain for steel framing construction by using networking simulation model", Proceedings XII Conference on Lean Construction (IGLC-12), 3-5 August, Copenhagen, Dinamarca.

KOSKELA, LAURI (1992) "Application of the New Production Philosophy to Construction". Report No. 72, CIFE, Dept. of Civil Engineering, Stanford University, CA., USA.

LIKER, J., (2004) "The Toyota Way" Mc Graw Hill, USA..

LOPEZ SALAS, LUIS ARMANDO (1997). "Producción sin pérdidas en la construcción". Tesis Escuela de Ingeniería, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

MÖLLER, M. and BEJDER, E. (2004). "Resource basins – a strategic challenge for the building Industry", Proceedings XII Conference on Lean Construction (IGLC-12), 3-5 August, Copenhagen, Dinamarca.

OHNO, T. (1993) "El sistema de producción de Toyota", Barcelona, España, Ediciones Gestión 2000.

PAVNASKAR, S.J., GERSHENSON, J.K. and JAMBEKAR, A.B., (2003) "Classification scheme for Lean manufacturing tools", International Journal of Production research, Vol. 41, N° 13, pp. 3075-3090.

ROTHER, M. and SHOOK, J. (1998), "Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda", Massachusetts, EEUU, Lean Enterprise Intitute.

INGLES OLIVARES, MARCOS ALDO (2003). "Estructuración de procedimientos de trabajo según el sistema conocido como Lean Construction, en empresas chilenas". Tesis Escuela de Ingeniería, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

SERPELL, ALFREDO (1991). "Características de la Industria de la Construcción", Revista Ingeniería de Construcción, N°11 Julio-Diciembre 1991, Santiago, Chile.

SERRANO, I., (2007) "Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el diseño de Sistemas Productivos" Tesis Doctoral, Universitat de Girona, Gerona, España.

VRIJHOEF, R., KOSKELA, L. and HOWELL, G., (2001) "Understanding Construction Supply Chains: An Alternative Interpretation", Proceedings IX Conference on Lean Construction (IGLC-9), Singapur, China.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. and ROOS D. (1990), "La máquina que cambió al mundo", Madrid, España, Mc Graw Hill.

WOMACK, J.P. and JONES, D.T., (1996) "Lean Thinking. Banish waste and create wealth in your corporation", Londres, Reino Unido, Touchstone books.

WOMACK, J.P., WOMACK, J. and JONES, D.T., (2002) "Seeing the Whole: Mapping the extended Value Stream", Massachusetts, EEUU, Lean Enterprise Institute.

REFERENCIAS WEB

www.construyendoexcelencia.cl

www.iglc.net

construccionlean.wordpress.com

www.lean.org

www.leanconstruction.org

Anexos

- A.- Simbología de Value Stream Mapping.**
- B.- Ejemplos de Value Stream Mapping.**
- C.- VSM empresa A.**
- D.- VSM empresa B.**
- E.- VSM empresa C.**

Anexo A

En la tabla 2 se presentan los iconos utilizados.

Tabla 2, Iconos de VSM

Iconos	Representa	Notas
	Cliente	Es quien solicita el pedido y a quien hay que entregárselo.
	Actividad realizada en obra	Actividades que son ejecutadas por el personal que se encuentra en obra.
	Actividad realizada en oficina central	Actividades que son ejecutadas por el personal que se encuentra en oficina central.
	Actividad realizada por el proveedor	Actividades que son ejecutadas por proveedor
	Actividad realizada por logística	Actividades que son ejecutadas por el personal que de logística de la empresa.
	Caja de datos	Caja con datos a considerar, tales como: tiempo del proceso, tiempo del ciclo, demanda, notas, etc.
	Espera	Tiempos involucrados entre las actividades
	Decisión	Pregunta o decisión a tomar, la cual tiene dos respuestas, sí o no. Posee la información del porcentaje de aprobaciones cuando corresponde.
	Oportunidad detectada	Oportunidad de mejora que este en el proceso. Icono utiliza en el análisis.
	Flujo de información	Señala el movimiento de información en el flujo.
	Flujo de materiales	Señala el movimiento de materiales existente.

Anexo B

Las ilustraciones 8 y 9, presentan los Estado Actual y Futuro del funcionamiento de una empresa de perfiles de acero, lo importante a observar en las imágenes son los siguientes puntos, cabe señalar que la simbología puede variar con la utilizada:

- Los VSM tienen la división de una parte de flujo de información que corresponde al lado izquierdo de la imagen (o superior, si se tiene la hoja horizontal). Un flujo de materiales que es posible notar en la parte derecha, y la consideración del tiempo y si este entrega valor o no al proceso.
- El Estado Futuro presenta cambios respecto al Estado Actual, reduciendo los tiempos de espera (en rojo) uniendo varias actividades con la finalidad de reducir tiempos de espera. Finalmente se lograr reducir tiempos tanto que no agregan valor, cómo los que sí entregan valor (en verde).

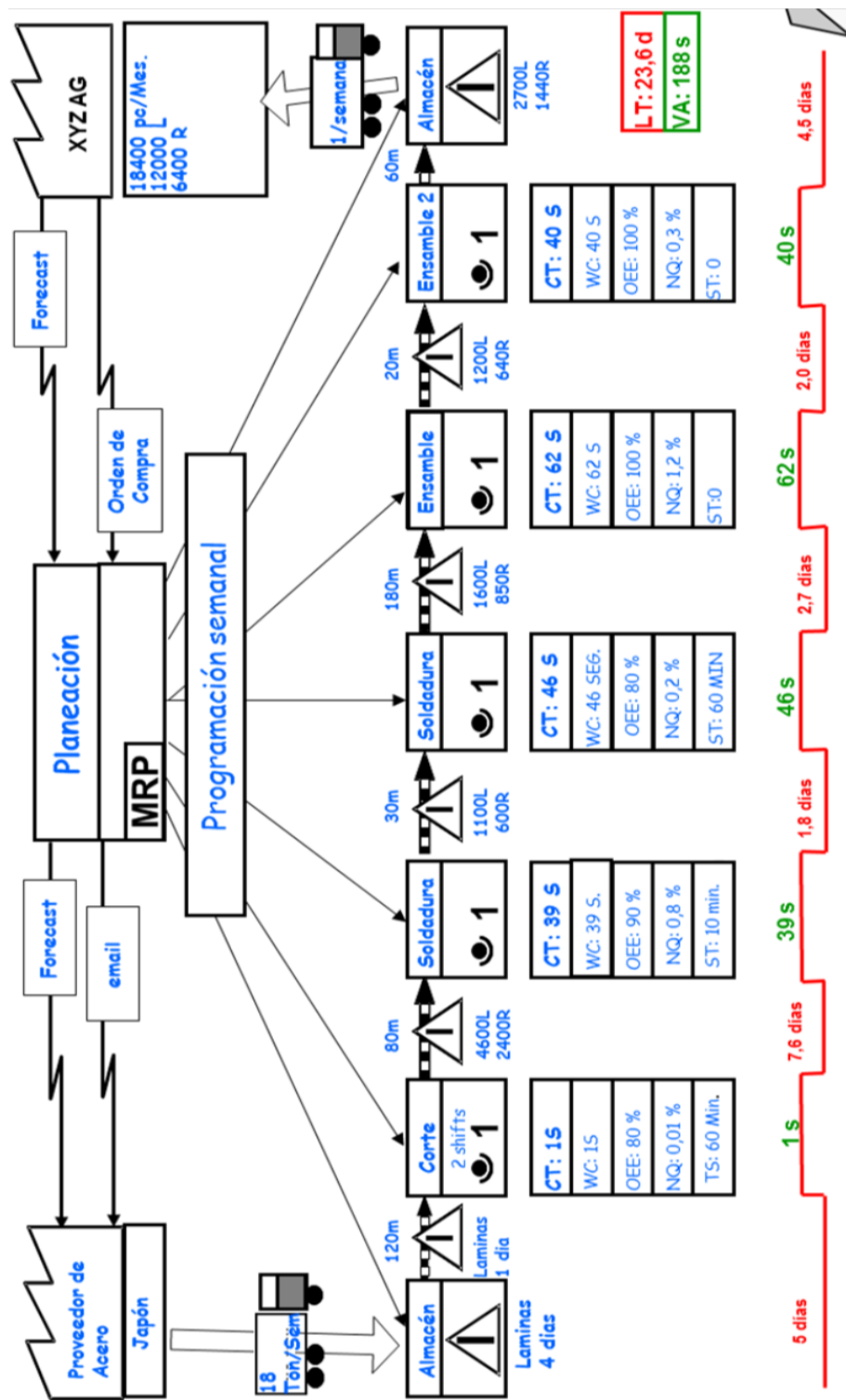


Ilustración 5, Ejemplo de VSM de un Estado Actual.

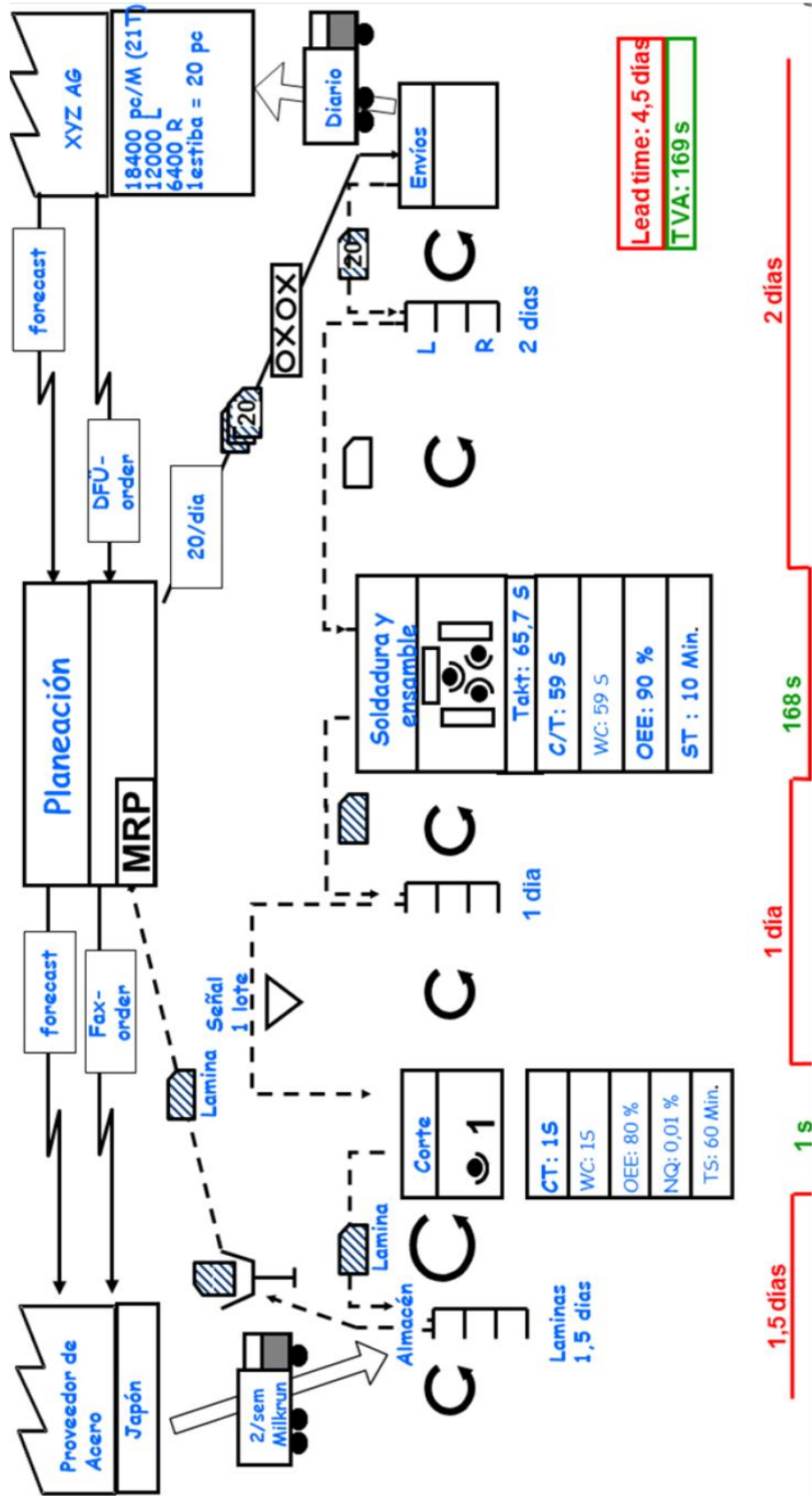


Ilustración 6, Ejemplo de VSM de Estado Futuro.

Anexo C

En este anexo se encuentran el VSM de la empresa A, como los siguientes mapas:

- Estado Actual.
- Análisis.
- Estado Futuro.

Estado Actual

CLIENTE

CLIENTE

PROCESO

Espera

Flujo de información

Decisión

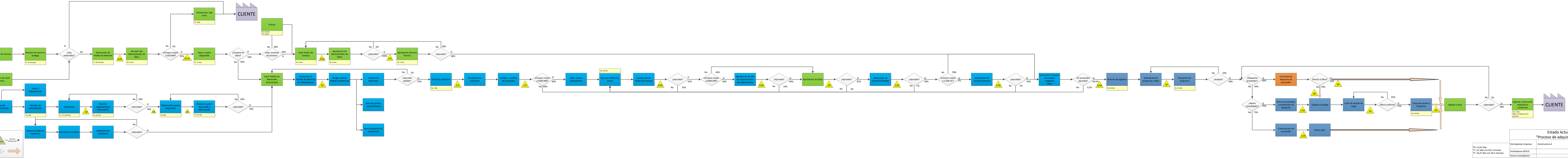
CC: Correcto y Completo

TP: Tiempo de Proceso

TC: Tiempo de Ciclo

D: Demanda

%CC: Correcto y Completo



Estado Actual

“Proceso de adquisiciones”

Participantes Empresa

Facilitadores GEPLUC

Fecha Consolidación

Construtora A

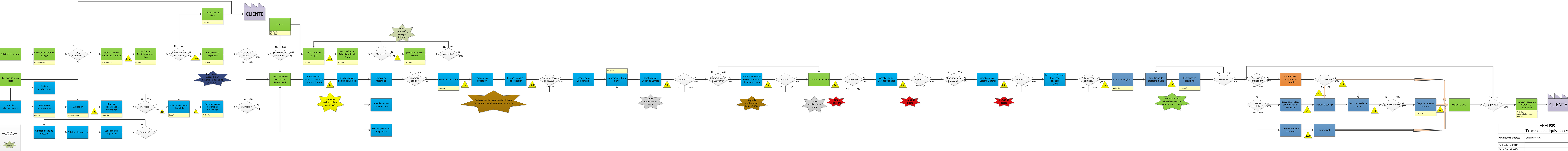
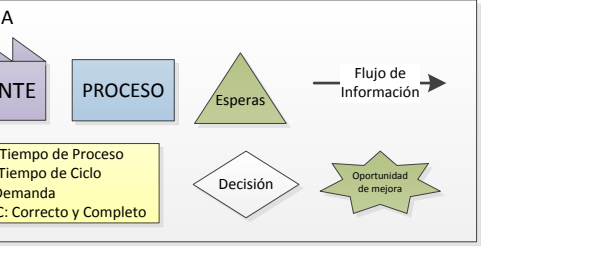
TD: 12,07 días

TL: 4,2 días con 92,5 minutos

TT: 16,27 días con 92,5 minutos

Análisis

CLIENTE

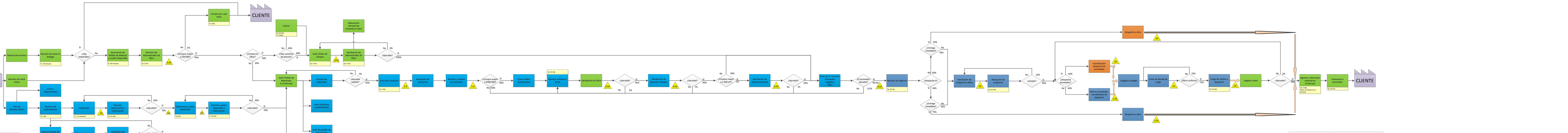
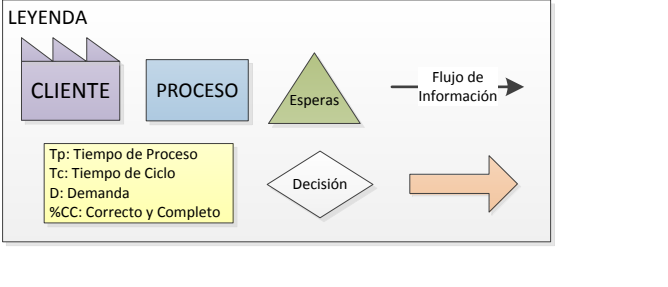


ANÁLISIS
"Proceso de adquisiciones"

Participantes Empresa	Constructora A
Facilitadores	GEPUC
Fecha Consolidación	

Estado Futuro

CLIENTE



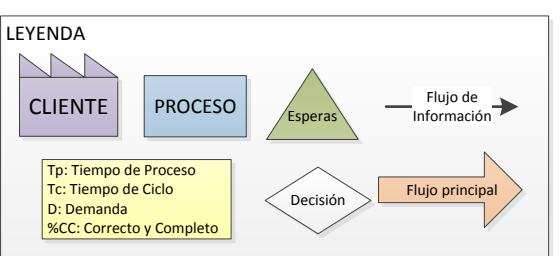
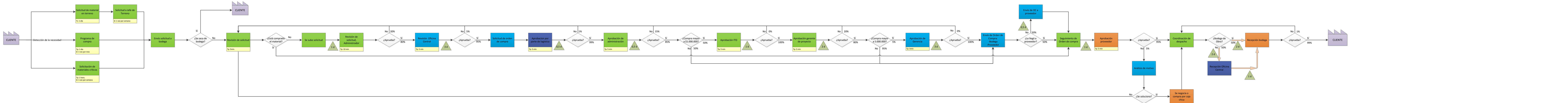
Estado Futuro "Proceso de adquisiciones"	
Participantes Empresa	Constructora A
Facilitadores GEPUC	
Fecha Consolidación	

TD: 5,64 días
TL: 4,2 días con 80 minutos
TT: 9,83 días con 80 minutos

Anexo D

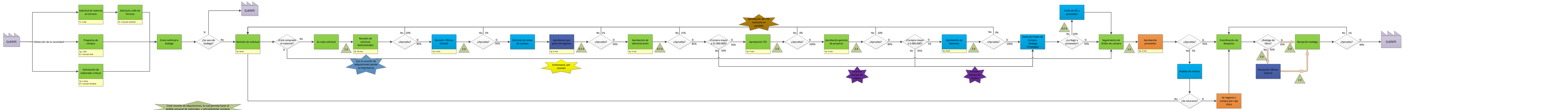
En este anexo se encuentran el VSM de la empresa B, como los siguientes mapas:

- Estado Actual.
- Análisis.
- Estado Futuro.



Estado Actual "Proceso de adquisiciones"	
TD: 12,42 días con 13 minutos	Participantes Empresa
TL: 3 días con 35 minutos	Facilitadores GEPUC
TT: 15,42 días con 48 minutos	Fecha Consolidación
	Constructora B

Análisis



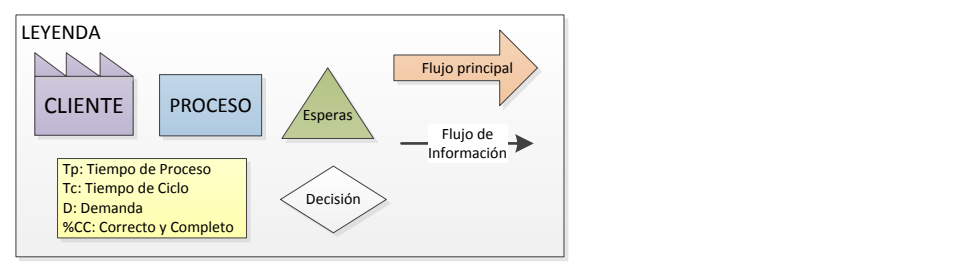
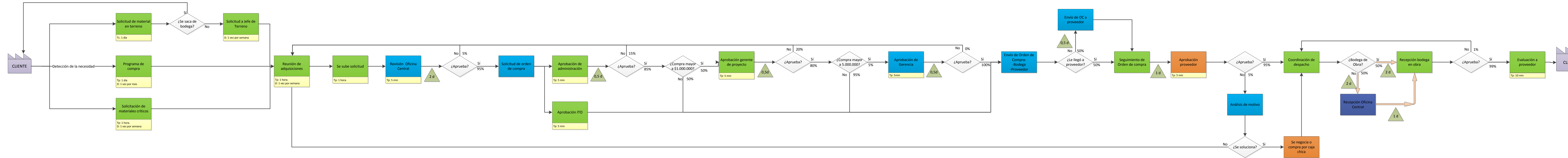
LEYENDA

- CLIENTE
- PROCESO
- Esperas
- Flujo principal
- Tp: Tiempo de Proceso
- Tc: Tiempo de Ciclo
- D: Demanda
- CCC: Correcto y Completo
- Decisión
- Flujo de Información

Crear reunión de adquisiciones, la cual permita hacer el pedido semanal de materiales, y retroalimentar compras anteriores

Análisis "Proceso de adquisiciones"	
Participantes Empresa	Constructora B
Facilitadores	GEPUC
Fecha Consolidación	

Estado Futuro



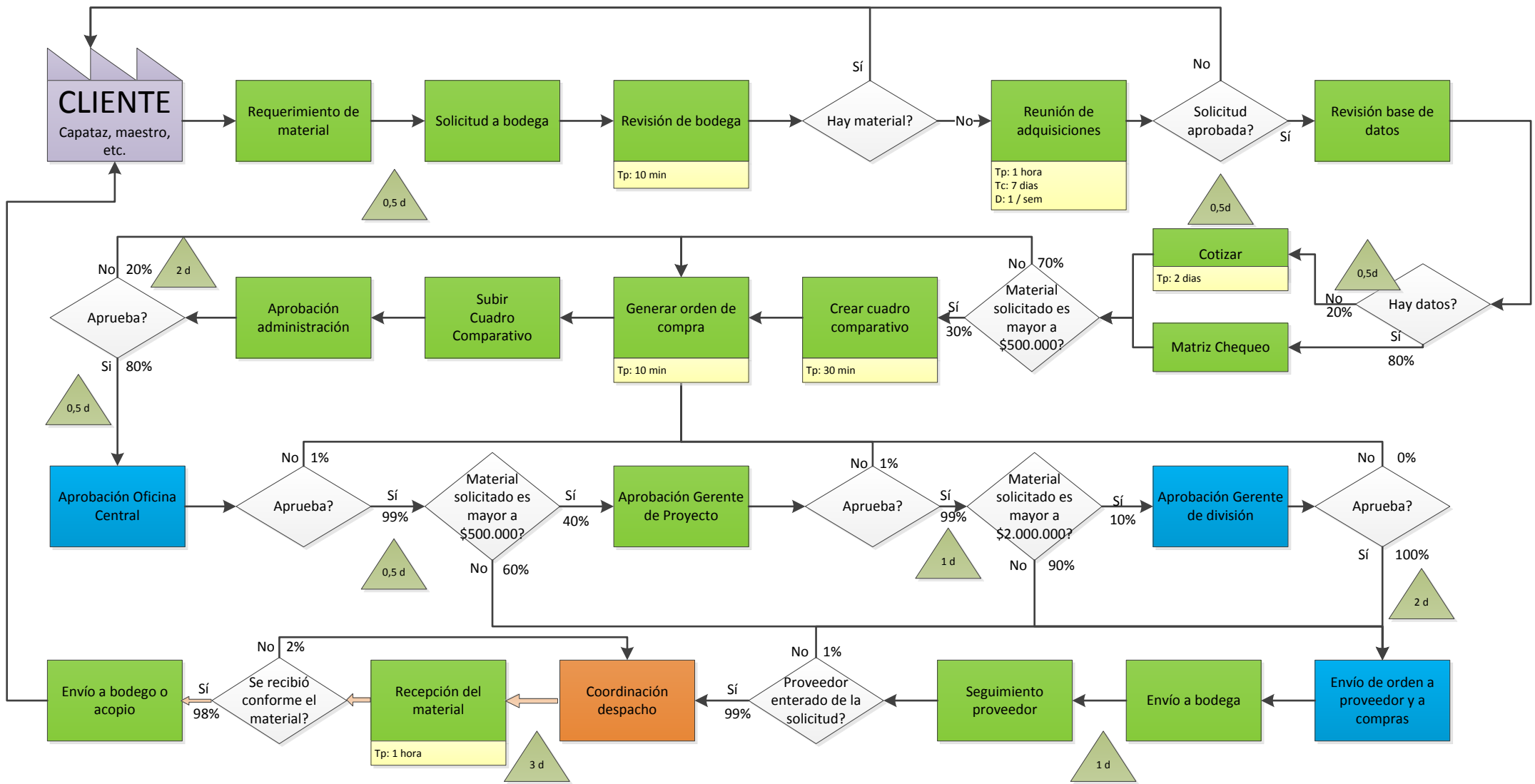
Estado Futuro "Proceso de adquisiciones"	
Participantes Empresa	Constructora B
Facilitadores GEPUC	
Fecha Consolidación	

TD: 7,63 días con 21 minutos
 TL: 3 días con 88 minutos
 TT: 10,63 días con 109 minutos

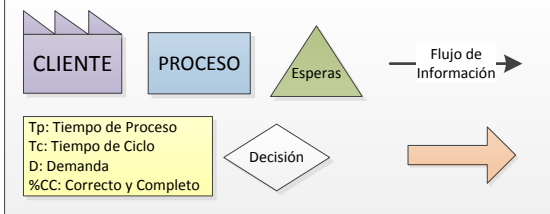
Anexo E

En este anexo se encuentran el VSM de la empresa C, como los siguientes mapas:

- Estado Actual.
- Análisis.
- Estado Futuro.



LEYENDA



TD: 10,12 días con 1 minuto
 TL: 0,4 días con 89 minutos
 TT: 10,52 días con 90 minutos

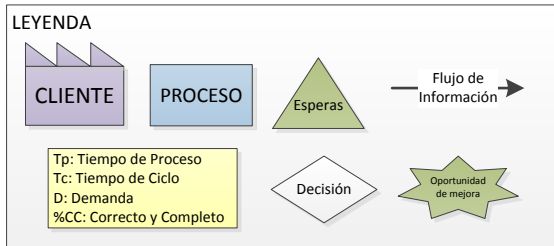
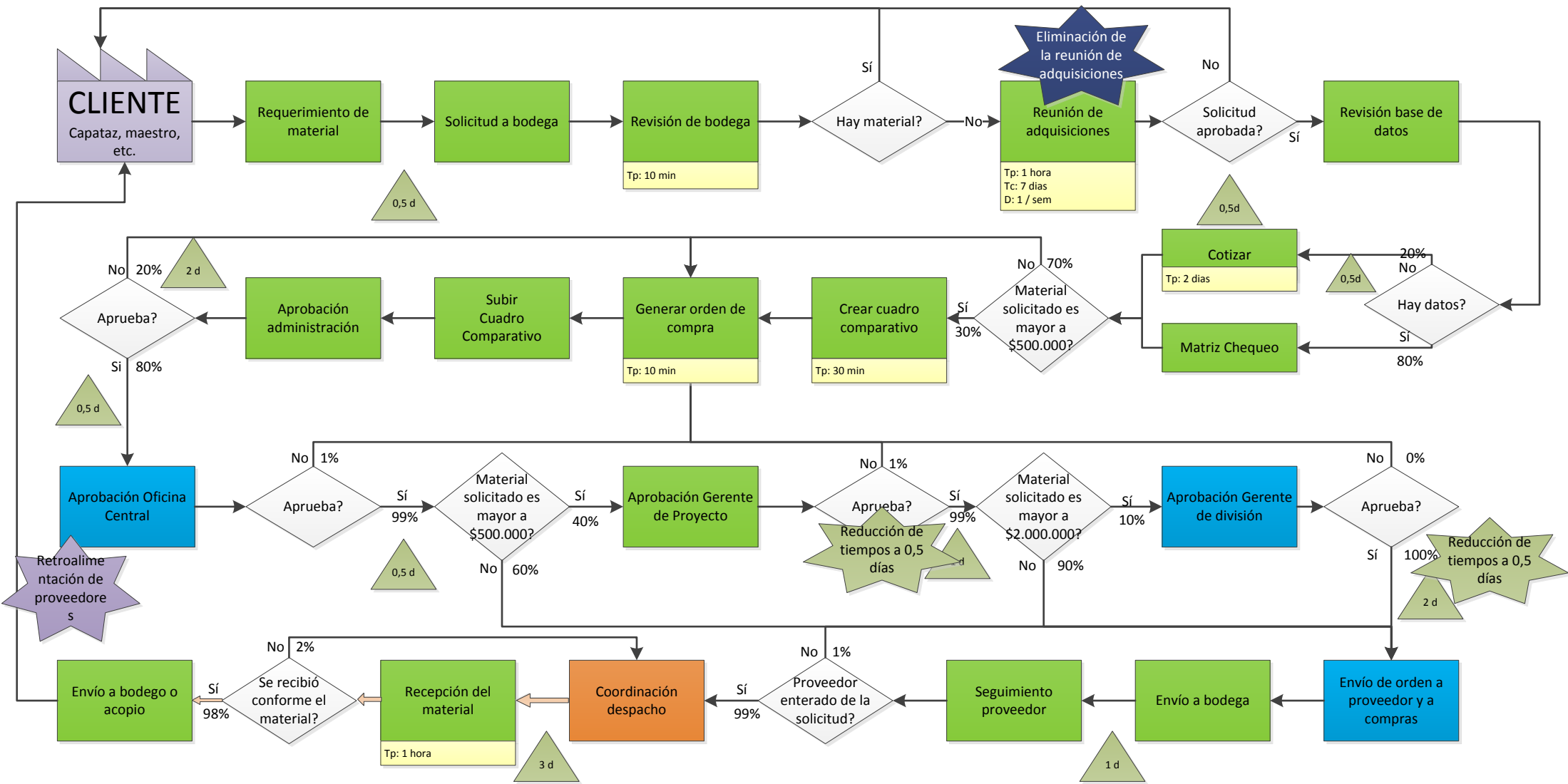
ESTADO ACTUAL
“Proceso de adquisiciones”

Participantes Empresa

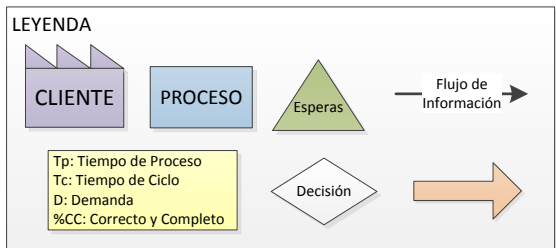
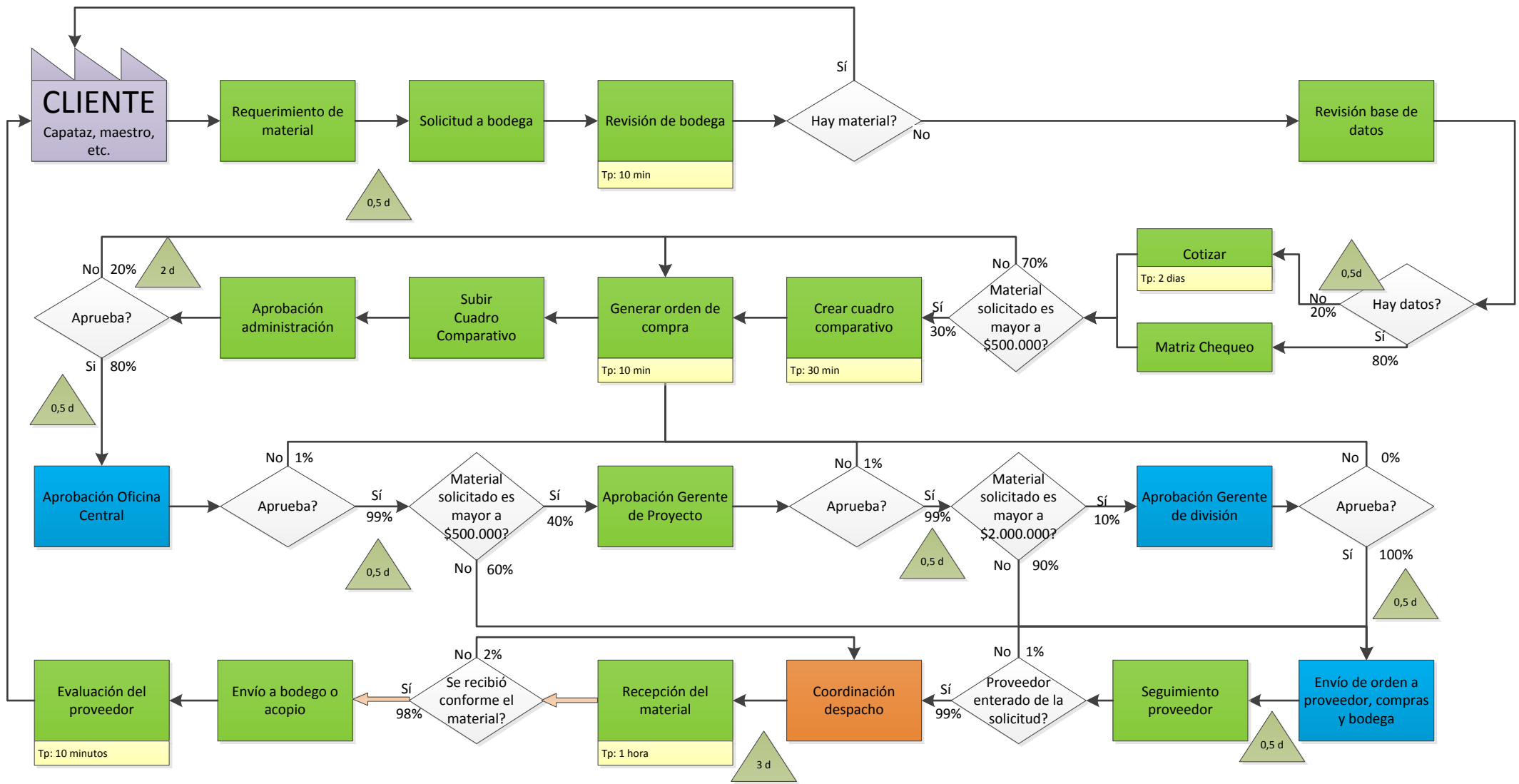
Constructora C

Facilitadores GEPUC

Fecha Consolidación



ANÁLISIS "Proceso de adquisiciones"	
Participantes Empresa	Constructora C
Facilitadores GEPUC	
Fecha Consolidación	



ESTADO FUTURO "Proceso de adquisiciones"	
Participantes Empresa	Constructora C
Facilitadores GEPUC	
Fecha Consolidación	

TD: 7,69 días con 1 minuto
 TL: 0,4 días con 99 minutos
 TT: 8,09 días con 100 minutos