



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

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE GESTIÓN DE BODEGA EN OBRAS DE
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIÓN EN ALTURA

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

BASTIAN HERNÁN MELLADO LOCH

PROFESOR GUÍA

DAREN ARELLANO PÉREZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA

GERARDO DÍAZ RÓDENAS

SANTIAGO DE CHILE

DICIEMBRE 2015

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
POR: BASTIAN MELLADO LOCH
FECHA: DICIEMBRE 2015
PROF. GUÍA: DAREN ARELLANO PÉREZ

“ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE GESTIÓN DE BODEGA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIÓN EN ALTURA”

Cumplir con los plazos de entrega de los proyectos, ajustándose al presupuesto, es uno de los mayores desafíos de la industria de la Construcción. ¿Cómo hacer frente a la productividad en obra? ¿Qué factores críticos afectan negativamente el presupuesto de la obra? Las empresas toman decisiones para innovar, invirtiendo en tecnología, incentivando a los trabajadores, buscando mano de obra especializada, etc. La filosofía Lean Construction busca conseguir un flujo de trabajo continuo a través de la planificación y una disminución de las pérdidas o tareas que no aportan valor en el proyecto.

El presente trabajo consiste en presentar el estado actual de cómo se lleva la gestión de bodegas en obras de construcción de edificación en altura de la Región Metropolitana de Chile. Se eligen casos de estudio representativos, y se efectúan visitas a terreno para analizar su funcionamiento y organización, desde la visión de los operarios y empresa constructora, a través de entrevistas personales y la visualización del trabajo in situ.

Una bodega en obras de construcción registra los ingresos y salidas de los insumos, en algunos casos puede definir stocks mínimos dependiendo de la necesidad de cada obra. Además, se le asocian a ella, muchos de los problemas de tiempos de espera por falta de materiales, herramientas y equipos por la demora en la entrega de ésta.

Se espera determinar el modelo adecuado para la edificación en altura, con una bodega centralizada o bien directamente en obra, sistemas de control que se utilizan y cómo se relacionan con la productividad y avance que se quiere alcanzar en este tipo de proyectos con los métodos constructivos actuales. Se busca generar comparaciones, diagramas de flujos e identificar factores críticos del proceso, que permitan realizar recomendaciones ad-hoc, ya que a diferencia del mundo del retail con el problema Supply Chain, el mundo de la construcción es dinámico y con más restricciones de espacio, presupuesto y tiempos.

No te detengas

*No dejes que termine el día sin haber crecido un poco,
sin haber sido feliz, sin haber aumentado tus sueños.
No te dejes vencer por el desaliento.
No permitas que nadie te quite el derecho a expresarte,
que es casi un deber.
No abandones las ansias de hacer de tu vida algo extraordinario.
No dejes de creer que las palabras
y las poesías sí pueden cambiar el mundo.
Pase lo que pase nuestra esencia está intacta.
Somos seres llenos de pasión.
La vida es desierto y oasis.
Nos derriba, nos lastima, nos enseña,
nos convierte en protagonistas de nuestra propia historia.
Aunque el viento sople en contra,
la poderosa obra continúa:
Tú puedes aportar una estrofa.
No dejes nunca de soñar,
porque en sueños es libre el hombre.
No caigas en el peor de los errores:
el silencio.
La mayoría vive en un silencio espantoso.
No te resignes.
Huye.
"Emito mis alaridos por los techos de este mundo",
dice el poeta.
Valora la belleza de las cosas simples.
Se puede hacer bella poesía sobre pequeñas cosas,
pero no podemos remar en contra de nosotros mismos.
Eso transforma la vida en un infierno.
Disfruta del pánico que te provoca
tener la vida por delante.
Vívela intensamente, sin mediocridad.
Piensa que en ti está el futuro
y encara la tarea con orgullo y sin miedo.
Aprende de quienes puedan enseñarte.
Las experiencias de quienes nos precedieron
de nuestros "poetas muertos",
te ayudan a caminar por la vida.
La sociedad de hoy somos nosotros
Los "poetas vivos".
No permitas que la vida te pase a ti sin que la vivas...*

(Walt Whitman)

Tabla de Contenido

TABLA DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. SECTOR CONSTRUCCIÓN.....	7
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. METODOLOGÍA.....	16
1.5. RESULTADOS ESPERADOS	17
2. ANTECEDENTES	18
2.1. TENDENCIAS LOGÍSTICAS A NIVEL MUNDIAL	18
2.1.1. LEAN PRODUCTION	20
2.1.2. LEAN CONSTRUCTION.....	21
2.1.3. LOGÍSTICA INVERSA	22
2.2. PLANIFICACIÓN Y ESTRATEGIA DE LA INDUSTRIA	23
2.3. PROBLEMÁTICA DE GESTIÓN DE BODEGAS	25
3. SISTEMAS DE BODEGA.....	27
3.1. PROCESOS LOGÍSTICOS DE BODEGA	27
3.1.1. ABASTECIMIENTO/COMPRA.....	28
3.1.2. RECEPCIÓN	28
3.1.3. ALMACENAJE.....	30
3.1.4. ENTREGA Y DISTRIBUCIÓN (CONSUMOS)	31
3.2. SOFTWARES DE APOYO EN ADMINISTRACIÓN Y CONTROL	32
3.2.1. ICONSTRUYE	33
3.2.2. PRESTO.....	36
3.2.3. ERP'S.....	37
3.2.4. WMS (WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM)	38
3.2.5. RFID (RADIOFREQUENCY IDENTIFICATION DATA)	38
3.2.6. 365 TRACKBOOK	39
4. ANÁLISIS DE BODEGAS DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN ALTURA	40
4.1. CASOS DE ESTUDIO Y TOMA DE DATOS.....	40
4.2. ANÁLISIS DE ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	42
4.3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO	45
4.4. ANÁLISIS DEL PROCESO DE RECEPCIÓN	55
4.5. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ALMACENAJE	61
4.6. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENTREGA Y DISTRIBUCIÓN (CONSUMOS)	65
4.6.1 REPORTES, CONTROLES DE BODEGA.....	70
4.7. PERFILES DE CARGO	72
5. CONCLUSIONES	76
6. BIBLIOGRAFÍA	80

Índice de Figuras

Figura 1: Problemas en general sector construcción.	8
Figura 2: Mapa de actores relevantes sector edificación (CDT, 2008).....	9
Figura 3: Detalle de actores relevantes sector edificación (CDT, 2008).....	10
Figura 4: Causas de pérdidas de tiempo edificación altura 2003 a 2012.	12
Figura 5: Naturaleza de tiempos que no agregan valor para edificación 2003 a 2012...	13
Figura 6: Tipo de actividades dentro de un proceso logístico (Ballou, 2004).	18
Figura 7: Proceso de planificación al interior de una obra de construcción.....	19
Figura 8: Flujo Logística Inversa	23
Figura 9: Entradas y salidas en gestión de bodega.....	26
Figura 10: Características de obras en edificación en altura.....	27
Figura 11: Procesos logísticos de bodega.	27
Figura 12: Campos de una guía de despacho.....	29
Figura 13: Softwares presentes por empresa en obras de construcción nacional.	32
Figura 14: Softwares por proceso presentes en obras de construcción nacional.....	32
Figura 15: Composición de módulos en sistema IConstruye	33
Figura 16: Funcionamiento de IConstruye	34
Figura 17: Funcionamiento de IConstruye, procesos y acciones.	34
Figura 18: Vista para un comprador en sistema iConstruye.....	35
Figura 19: Actores en aplicación 365 Trackbook (Android).....	39
Figura 20: Organigrama típico de una obra de edificación.....	42
Figura 21: Flujo de abastecimiento de Empresa A.....	47
Figura 22: Flujo de abastecimiento de Empresa B.....	48
Figura 23: Flujo de abastecimiento de Empresa C.....	50
Figura 24: Flujo de abastecimiento de Empresa D.....	51
Figura 25: Flujo de abastecimiento propuesto de las obras visitadas.	54
Figura 26: Flujo de recepción de Empresa A.	55
Figura 27: Flujo de recepción de Empresa B.	56
Figura 28: Flujo de recepción de Empresa C.	57
Figura 29: Flujo de recepción de Empresa D.	58
Figura 30: Flujo de recepción propuesto de las obras visitadas.....	60
Figura 31: Imágenes de bodega de Empresa A.....	61
Figura 32: Imágenes de bodega de Empresa B.....	62
Figura 33: Imágenes de bodega de Empresa C.....	63
Figura 34: Acciones para contar con un flujo de materiales en frentes de trabajo.	64
Figura 35: Flujo de entrega y distribución de materiales de empresa A, B y D	65
Figura 36: Flujo de entrega y distribución de materiales de empresa C.....	65
Figura 37: Vales de consumo de obras visitadas.	67
Figura 38: Entrega y distribución de materiales propuesto de las obras visitadas.	69
Figura 39: Hitos en la construcción de una obra de edificación	70
Figura 40: Administración y controles de bodega.....	71

Índice de Tablas

Tabla 1: Principios básicos de Lean Construction de un proyecto de construcción.	22
Tabla 2: Módulos Software Presto	36
Tabla 3: Casos de estudio en bodegas de edificación en altura	41
Tabla 4: Fuentes de información para estudio gestión de bodegas en edificación	41
Tabla 5: Equipo de área de bodega	43
Tabla 6: Composición de equipo de bodega en obras estudiadas.	43
Tabla 7: Características del Equipo de bodega en obras estudiadas.....	44
Tabla 8: Ejemplo de partidas y % de incidencia en el presupuesto para una obra tipo..	45
Tabla 9: Análisis del proceso de abastecimiento de las obras visitadas	46
Tabla 10: Montos de aprobación para OC en empresa C.	49
Tabla 11: Ejemplo de materiales en convenio para empresa C	49

1. Introducción

El capítulo comienza con una descripción a modo general del sector construcción y sus dificultades. Luego, se presenta el planteamiento de la problemática de gestión de bodegas en edificación en altura, los objetivos que se buscan, la metodología de cómo se aborda y los resultados esperados.

1.1. Sector construcción

Se describe al sector de la construcción en Chile, como aquél que presta servicios de edificación, tanto de obras nuevas como ampliaciones, de viviendas, oficinas y locales comerciales, etc., construcción de infraestructura productiva en general para los otros sectores económicos como la minería, la industria, el sector eléctrico, etc., construcción de infraestructura de uso público en general, tales como los edificios de la administración pública, las municipalidades, etc., y la construcción de caminos, puentes, embalses, etc. (FNE, 2010).

Los problemas que en general enfrenta la industria de la construcción son: complejidad, incoherencias en información para toma de decisiones, imprevistos difíciles de controlar, y contingencias difíciles de predecir. Problemas que llevan a errores y pérdidas, generando un aumento de costos, de plazos y una disminución de la calidad del producto entregado. Lo que se resume en los siguientes tres factores (Saldías, 2010):

1. *“La naturaleza de los proyectos:* Involucran muchos participantes, de distintas especialidades e intereses y muchas veces en conflicto. Están afectos a riesgos e incertidumbre. Muchas decisiones se basan solo en la experiencia. Los productos que genera dicho sector, son altamente heterogéneos, debido a la diversidad de las características físicas y al requerimiento de recursos empleados para su elaboración”.
2. *“Las características de la industria:* Multidisciplinaria, con muchas especialidades participando. Poca inversión en investigación y desarrollo tecnológico. Lenta para adoptar nuevas tecnologías. Es uno de los sectores que más absorbe la mano de obra menos calificada en la economía, y por lo tanto aquélla que es más vulnerable al desempleo.”
3. *“Los retos que afronta:* Normas cada vez más restrictivas (principalmente ambientales y en seguridad). Presencia constante de nuevos materiales, nuevas técnicas de trabajo y nuevas tecnologías. Presupuestos cada vez más limitados, tiempos más restringidos y con demandas de calidad mayores. Falta de recursos capacitados.”

Figura 1: Problemas en general sector construcción.



Fuente elaboración propia.

Por otra parte, los mecanismos actuales para diseñar la ejecución de los procesos son bastantes precarios. En la mayoría de los casos solamente consideran una variable del proceso, el tiempo, la cual se define como una variable determinística y no como una variable expuesta a cambios. Esto produce estimaciones de tiempo irreales que se ven reflejadas en el incumplimiento del plan inicial del proyecto, al poco tiempo de haber iniciado la obra. Variables como secuencia, logística de materiales, rendimientos, tasas de falla de maquinaria, complejidad operacional, nunca son analizadas con la debida precaución. Lo anterior determina un escenario poco confiable para tomar una decisión acertada en el diseño de las operaciones, como lo son secuencia constructiva, logística de materiales, layout del proyecto, metodologías constructivas, etc. (Dictuc, S.A., et al. 2011).

Una buena gestión busca simplificación de los proyectos, la transparencia de los procesos, apoyarse en herramientas computacionales para almacenar información confiable, precisa y oportuna, de tal forma de dar cumplimiento a los requerimientos del cliente. En este sentido muchas empresas constructoras han implementado sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001), con el objetivo de regular sus procesos, documentarlos y hacer seguimiento para una mejora continua.

Las siguientes figuras muestran como se relacionan las distintas especialidades que participan de un proyecto de edificación, donde se aprecia la fragmentación y falta de integración de la industria, desde organismos reguladores, centros tecnológicos, las empresas que prestan servicios para la concepción y construcción del proyecto hasta fabricantes y proveedores de materiales.

Figura 2: Mapa de actores relevantes sector edificación (CDT, 2008)

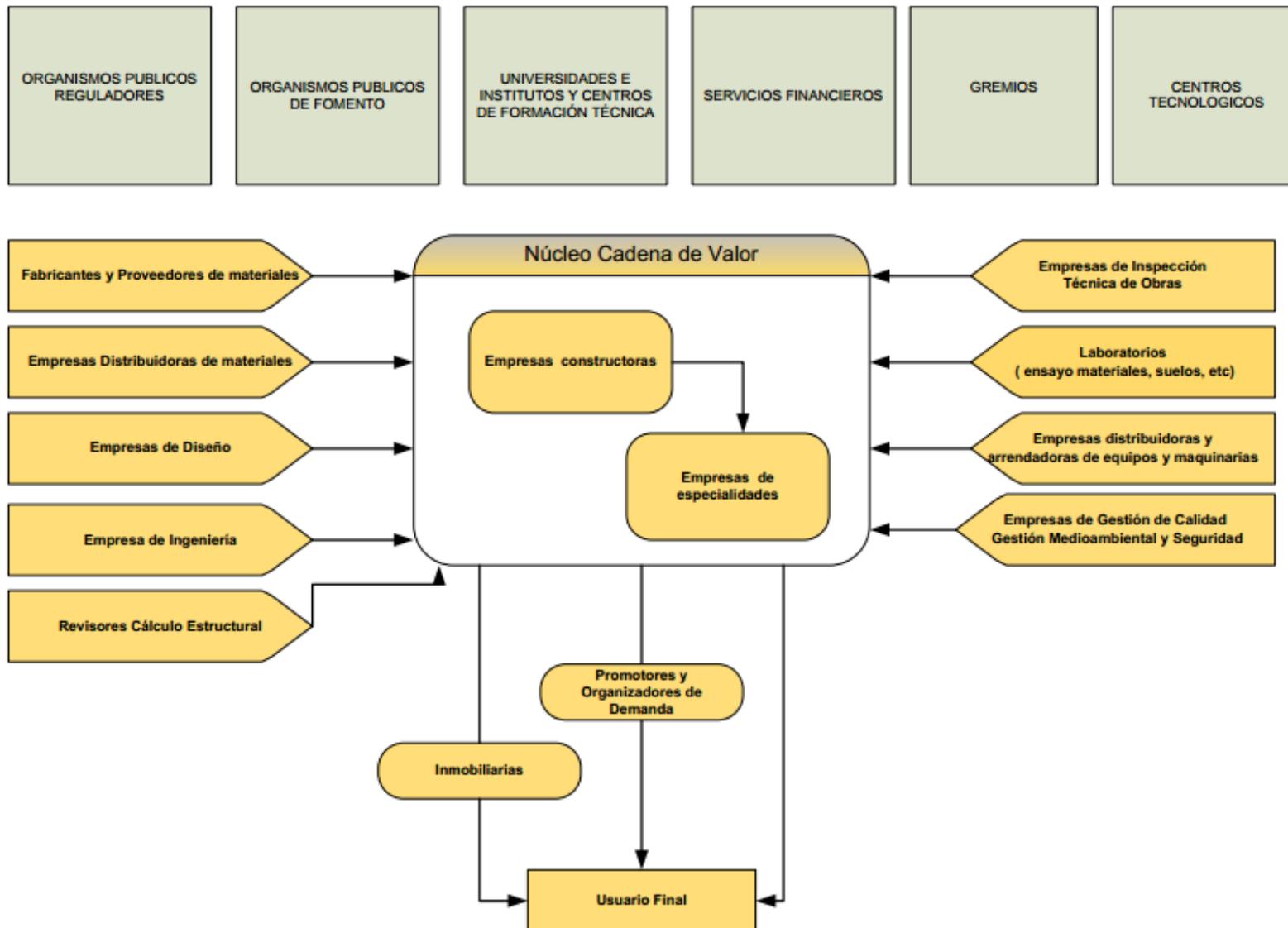
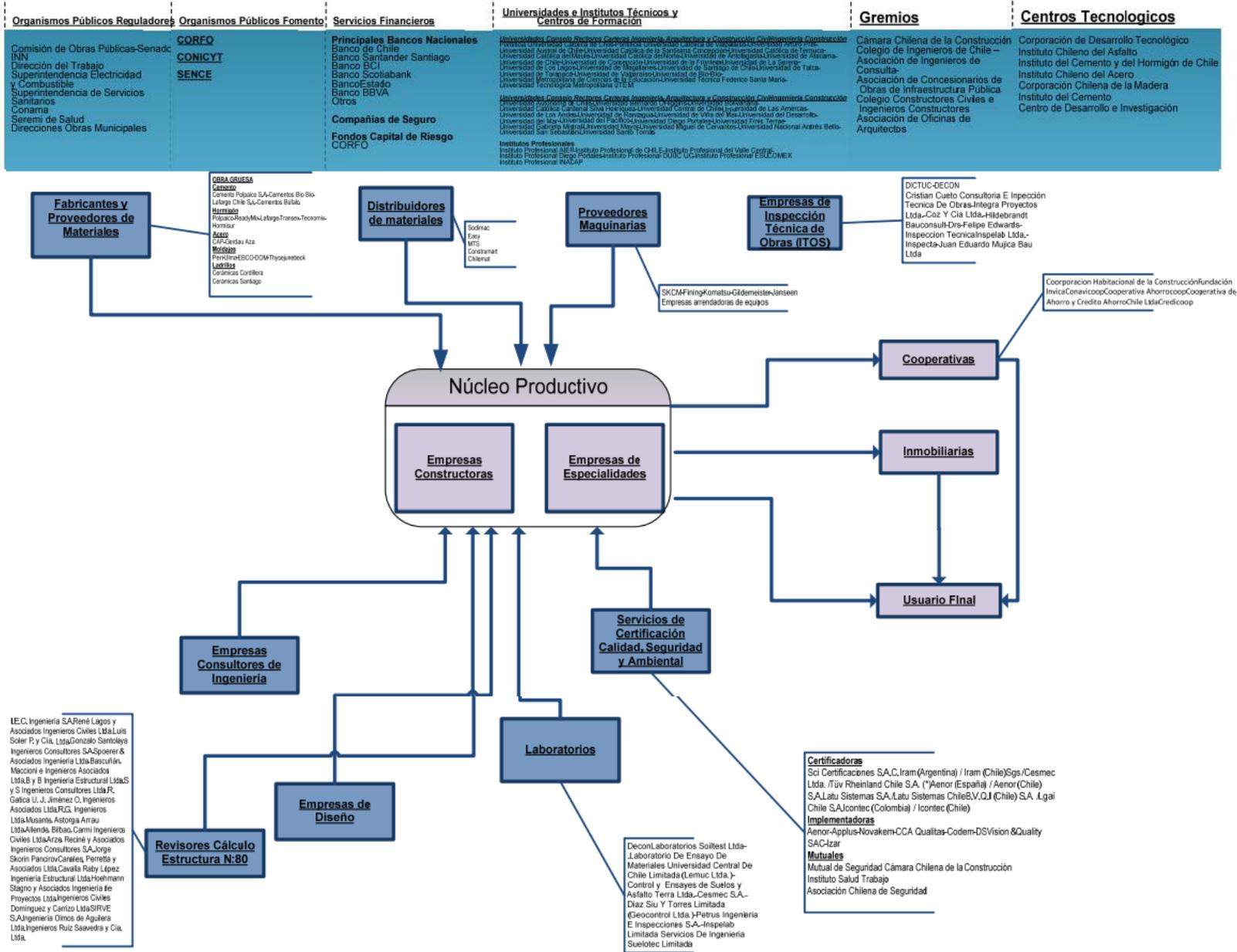


Figura 3: Detalle de actores relevantes sector edificación (CDT, 2008)



La presencia de gremios, como Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y Colegio de Ingenieros, entre otros (ver figura N°3) han aportado al desarrollo de cómo hacer las cosas, han inyectado energía en búsqueda de difusión tecnológica, gestión del conocimiento, estudios sectoriales, coordinación de grupos de interés tecnológico y transferencia tecnológica mediante seminarios, conferencias, desayunos y un sinnúmero de actividades, haciendo que esto sea un camino al desarrollo sin vuelta atrás.

Cámara Chilena de la Construcción nace en la década del 50 por un grupo de empresarios y profesionales de la construcción, formado con ocasión de las obras del Programa de Modernización y Mejoramiento de La Serena, con la idea de crear una asociación que uniera a los constructores. Algunos empresarios interesados en la creación de un organismo de carácter gremial, se propusieron crear uno que representara no sólo a los empresarios de la construcción, sino todas las actividades del sector (fabricantes, proveedores, distribuidores, urbanizadores, colegios de arquitectos, ingenieros y constructores civiles). En la búsqueda de incrementar los volúmenes de obras de construcción y mejorar su calidad en el país, se propusieron contar con una amplia representatividad y encontrar fórmulas para que los trabajadores de la construcción también se beneficiaran con la organización.

CChC en 1989 crea Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, cuya misión es promover la innovación, el desarrollo tecnológico y la productividad de las empresas del sector construcción, además de promover el desarrollo de documentación técnica, que incluye códigos de práctica, especificaciones, recomendaciones y propuestas normativas sobre aplicaciones, productos, sistemas y elementos que forman parte de la actividad sectorial. Alguna de esta documentación es generada en base a opiniones de consenso, la cual está disponible para consulta de constructores, usuarios, industriales, proveedores, contratistas, mandantes o cualquier persona relacionada con la industria de la construcción.

Ya con la información y cantidad de obras que se estaban desarrollando en el país, se empezó a cuantificar los "tiempos muertos" producidos en las obras, establecer sus causas y plantear soluciones que mejoren la administración general de las obras, con una mirada global del problema.

El servicio CALIBRE de CDT está en operación desde el año 2003, dedicada a la prestación de servicios y asesorías de optimización de procesos productivos e implementación de herramientas tecnológicas de apoyo a la gestión de proyectos y producción, en empresas de la industria de la construcción. El objetivo es entregar un análisis detallado de los factores que inciden en la productividad en Obras de Edificación en Chile de las principales partidas de obra gruesa, hormigonado, moldaje y enfierradura, así como pautas para cuantificar los recursos por proyecto.

Centro de Excelencia en Gestión de la Producción, GEPUC, comienza sus actividades en el año 2000, con servicios de asesoría y consultoría que están orientados a aplicar metodologías y sistemas basadas en la filosofía Lean Production cuyo propósito es mejorar la gestión y las tecnologías de producción de las industrias de la Minería, Ingeniería y Construcción. Por dar un ejemplo, alianza entre CChC y GEPUC para medir productividad en el sector.

1.2. Planteamiento del problema

La administración de proyectos y procesos de tomas de decisiones son basados fundamentalmente en la intuición y la experiencia. Durante las últimas dos décadas, nuevas filosofías de gestión de producción han permitido el desarrollo de estrategias más efectivas y robustas para manipular la incertidumbre y la variabilidad con el fin de cumplir plazos, costo y secuencia constructiva. Los inventarios de materiales son usualmente utilizados en los proyectos de construcción para proteger a los flujos de producción de las condiciones variables en el abastecimiento, cuyos problemas de exceso son los tiempos de proceso, tiempos de espera y pérdidas físicas (González, Alarcón, 2008).

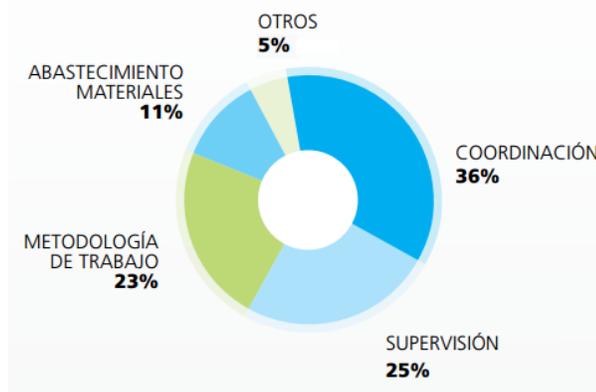
El aprovisionamiento de frentes de trabajo es un elemento a resolver en el día a día en la gestión de proyectos y este cuenta con características propias tales como:

- i) Distancia excesivas entre la bodega y el frente de trabajo,
- ii) Manejo de inventarios, y
- iii) Manejos administrativos de componente manual, a fin de mantener un aprovisionamiento continuo.

Estas características especiales hacen que existan ineficiencias que se traducen en que un 13% del total de hh trabajadas, sean perdidas porque el personal no dispone de los recursos materiales mínimos para desarrollar su labor (Cámara Chilena de la Construcción, et all., 2011).

En obras de edificación en altura, la mayor parte de venta de departamentos se realiza en blanco o en verde, con una oficina de la inmobiliaria en terreno. El apoyo de tecnología toma un rol preponderante para tener una visión del avance en tiempo real de la obra, y así, evitar generar tiempos de espera o atrasos en el inicio de partidas. Existen softwares o plataformas de trabajo específicos para procesos logísticos internos de las obras, planificación, abastecimiento o gestión de bodega, algunos de ellos son: iConstruye, Presto, Opus, Primavera, Flexline o distintos ERP como FIN 700, Solomon. (CDT, 2012).

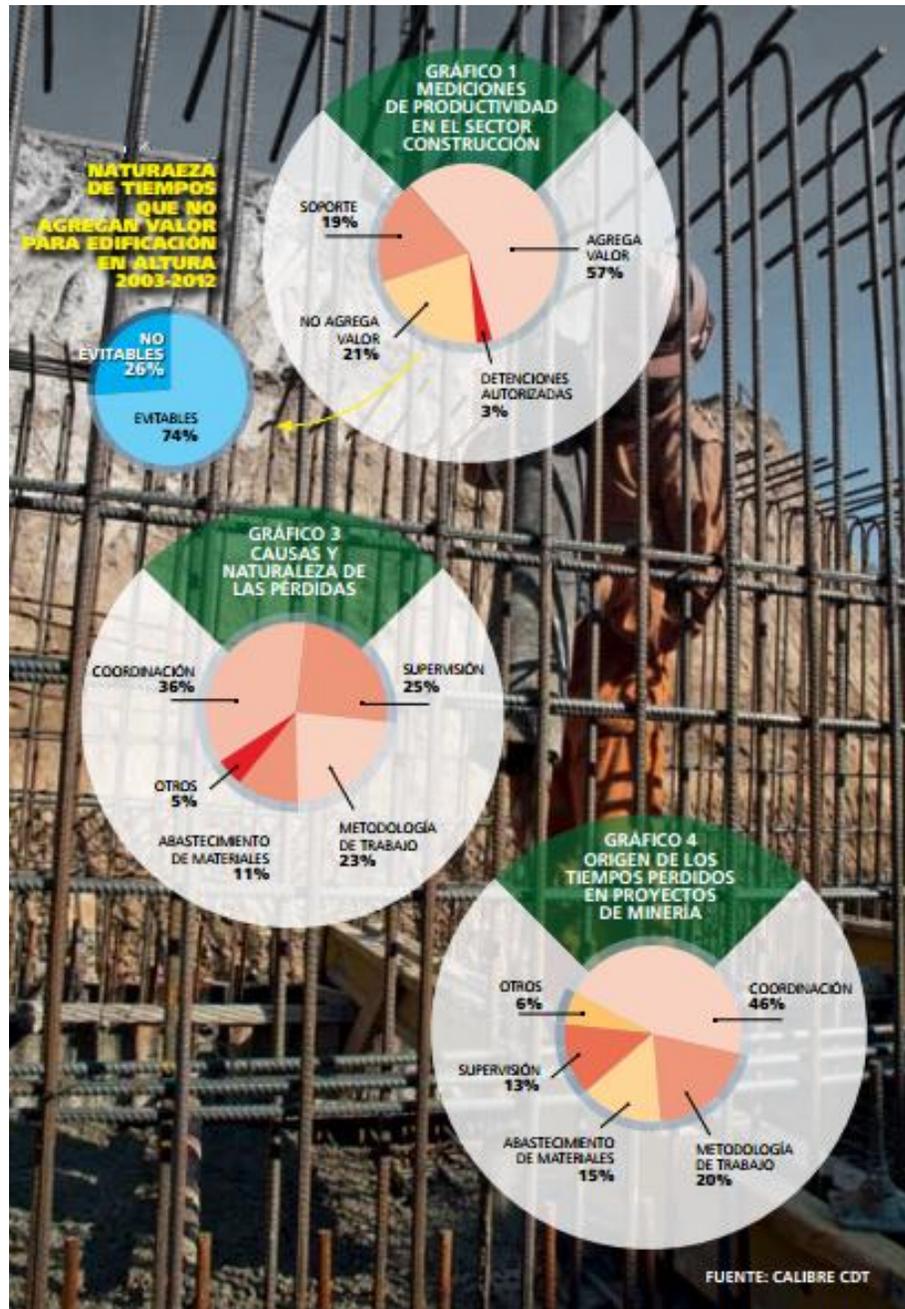
Figura 4: Causas de pérdidas de tiempo edificación altura 2003 a 2012.



Fuente Revista bit N°92, septiembre 2013.

Las causas de pérdida de tiempo en edificación en altura, están problemas de *coordinación interna* (36%); pérdidas por *metodología de trabajo* (23%), asociadas a procesos de trabajo ineficientes que pueden ser perfeccionados; y de los problemas de *abastecimiento de materiales* (11%), los cuales se deben principalmente a fallas en la distribución interna de los mismos, y en menor medida, a la falta de disponibilidad de materiales en terreno o atraso en la llegada de ellos (CDT, 2013).

Figura 5: Naturaleza de tiempos que no agregan valor para edificación 2003 a 2012.



Fuente Revista bit N°95, marzo 2014.

Varios estudios se han abordado en esta línea: gestión de materiales de construcción en sitios de proyectos (Patel, Vyas, 2011), manejo de materiales y layout (Tommelein 1994); análisis de la gestión de inventarios (Arunprakash, Nandhini, 2013), mejora en el seguimiento de los materiales para la gestión de inventarios en los proyectos de construcción (Narimah K., et all. 2012). Otros abordan directamente el problema como cadena de suministro en la construcción (Vrijhoef, Koskela, 2000), (Akintoye, et all. 2000) o lo integran con las tecnologías de información basadas en radiofrecuencia RFID (Wang, et all. 2007).

La presente memoria se centra en las actividades que realizan las bodegas: abastecimiento, recepción, almacenaje, entrega y distribución de materiales en obras de edificación en altura en Región Metropolitana. Para ello, se determinan los casos de estudio representativos en el sector edificación.

Mediante entrevistas y visualización del trabajo in situ, se obtiene la información necesaria para generar diagramas de flujos, junto con la confección de los perfiles de cargo, con el fin de obtener un análisis de la situación actual en la gestión de bodega, junto a su funcionamiento y organización.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar la situación actual en sistemas de gestión de bodega en obras de construcción de edificación en altura, mostrando su funcionamiento y organización.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar los casos de estudio de bodegas representativas de obras de edificación en altura en la Región Metropolitana de Chile.

Identificar los procesos con sus relaciones para generar diagramas de flujo, con el fin de detectar los problemas que se generan en bodega. A través de esto, se conocerá el sistema de compra interna y proceso de toma de decisiones y se verá cómo se unen estos a sistemas de información.

Reportar el uso de herramientas tecnológicas en la solución de problemas de gestión de bodega.

Detectar tareas de bajo valor agregado que se recomienda automatizar e identificar las buenas prácticas que caracterizan a una bodega tipo.

Generar recomendaciones para optimizar procesos, en la búsqueda del aumento de productividad con herramientas de control, mejoramiento de producción y manejo de la información.

1.4. Metodología

El desarrollo de este trabajo de título contempló las siguientes etapas:

Estudio de antecedentes y de las investigaciones realizadas sobre gestión de bodegas en obras de construcción de proyectos de edificación en altura y metodologías LEAN.

Determinación de criterios de segmentación de obras de edificación en altura y así los casos de estudio representativos. Como lo son: tamaño de la obra, sistema de manejo de materiales, bodega en obras o centralizada, entre otros.

Visitas periódicas a diferentes obras de distintas constructoras, que permitieron recabar información en la identificación de actores y procesos en gestión de bodega, su funcionamiento y organización, desde la visión de los operarios y la empresa, a través de entrevistas personales y visualización del trabajo in situ.

Análisis de la información obtenida, con el objetivo de conocer la situación actual en sistemas de gestión de bodega en proyectos de edificación en altura y los avances en software que están implementados para apoyar la gestión y cumplimiento de plazos planificados.

Elaboración de recomendaciones, perfiles de cargos de los que participan en el proceso, diagramas con la formulación del proceso y sus actividades asociadas.

Para generar diagramas de flujos, es necesario identificar procesos y hacer un desglose de actividades para establecer secuencialidad, desfases y simultaneidad. Así se definirá cómo interactúan y como se interrelacionan, partiendo de procesos más macros a los particulares (secuencia del proceso). A menudo el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. Este enfoque tiene las ventajas que permite coordinar diferentes áreas funcionales con un único objetivo y los alcances de estas.

Conclusiones, propuestas de optimización y recomendaciones.

1.5. Resultados esperados

El presente documento pretende dar una visión de cómo se estructura la bodega de construcción de edificación en altura, basado en casos de estudios que sirven para identificar los procesos mediante diagramas de flujo del estado actual. Esto con el fin de analizar las distintas etapas o fases y de cómo se lleva a cabo la reducción de errores de interpretación y digitación de documentos en las obras, además del uso de herramientas tecnológicas en la solución de los problemas detectados.

Todos estos antecedentes, serán la base para mostrar la gestión de bodega, como ha ido evolucionando en el tiempo junto a los roles y responsabilidades de los actores involucrados. En un lenguaje de procesos, con las asignaciones de tareas respectivas que hacen frente en la ejecución del proyecto.

Finalmente, se presenta las conclusiones de cómo se obtienen los objetivos de este estudio.

2. Antecedentes

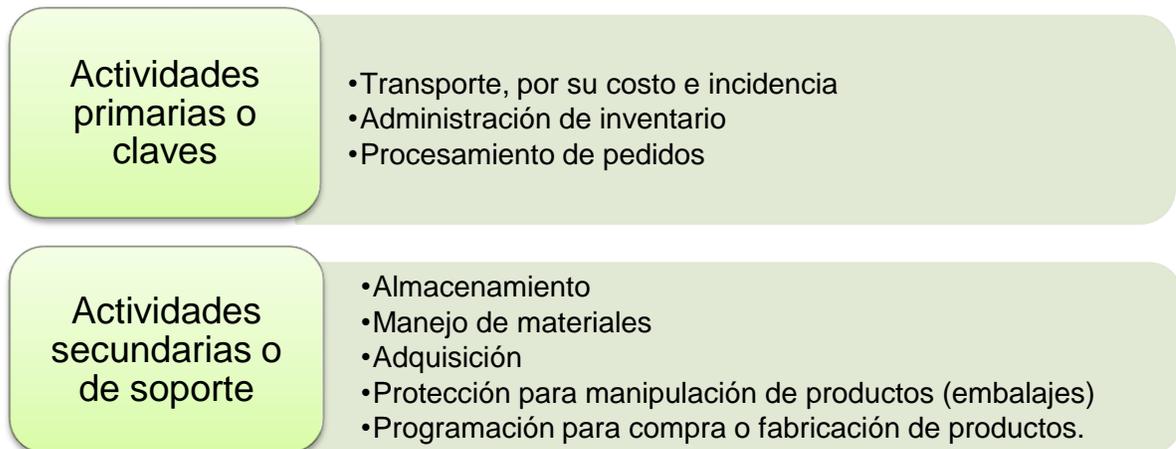
El presente capítulo aborda a modo general las tendencias en logística a nivel mundial con las variables que estudian, con el fin de comenzar a definir un enfoque basado en procesos de la gestión de materiales.

2.1. Tendencias logísticas a nivel mundial

Independiente del rubro que pertenezca, las empresas buscan la optimización de sus procesos productivos mejorando sus utilidades y perdurando en el tiempo. En este sentido la utilización de un buen sistema de logística surge como uno de los puntos clave que ayudan a concebir un proceso de producción ordenado, efectivo y con menores niveles de costos, permitiendo a la empresa mantener una posición estratégica en el mercado y afrontar de mejor manera los desafíos o cambios que se presenten.

Pues bien, el propósito de la logística, es suministrar productos y servicios a los consumidores o clientes en función de sus necesidades y requerimientos, de la forma más eficiente posible. El proceso logístico se divide en distintas actividades de acuerdo a sus características. (Ballou, 2004):

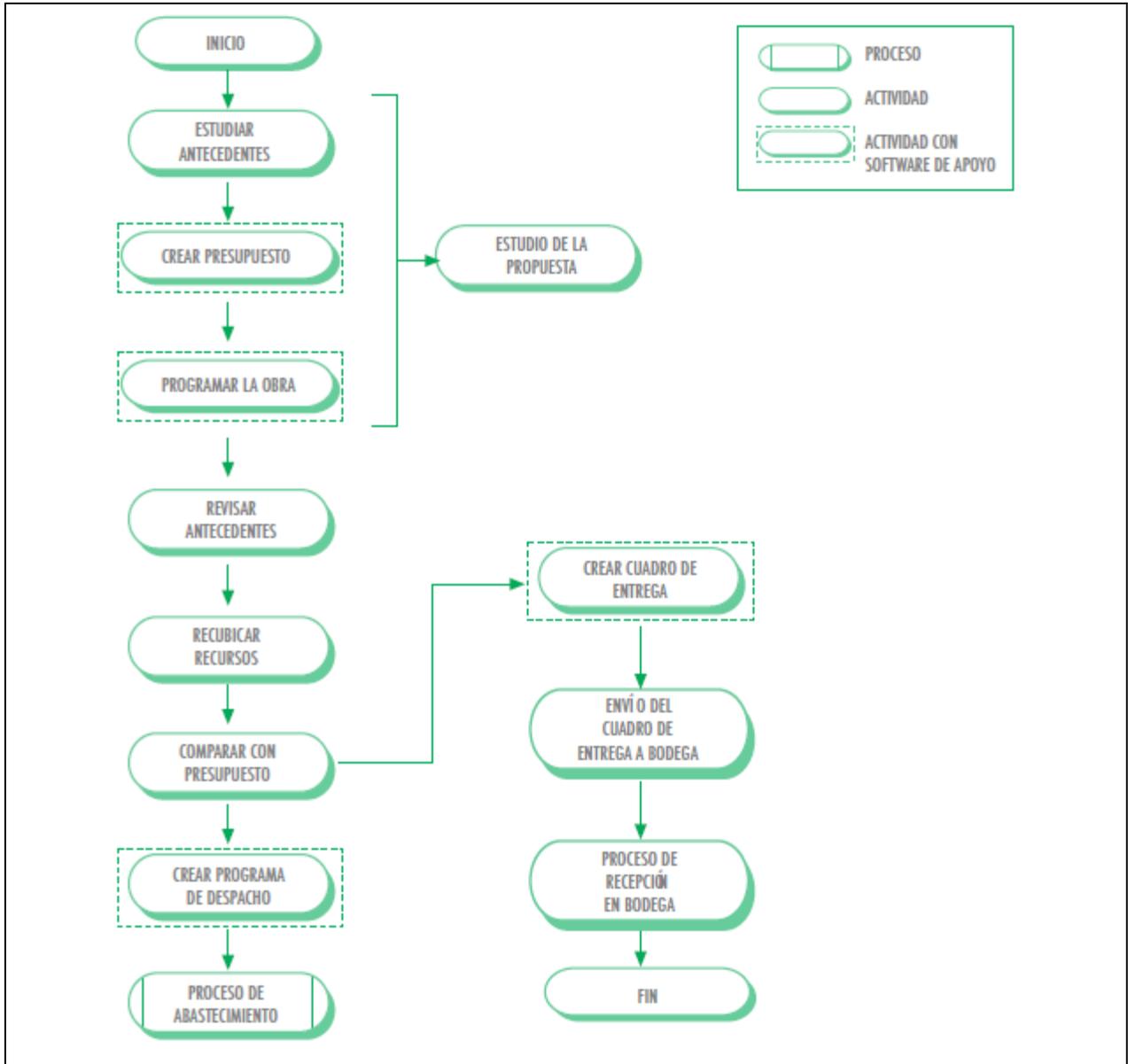
Figura 6: Tipo de actividades dentro de un proceso logístico (Ballou, 2004).



Fuente elaboración propia.

Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT, 2012) resume a través de un diagrama con las principales actividades que forman parte del proceso de planificación al interior de una obra de construcción.

Figura 7: Proceso de planificación al interior de una obra de construcción



Fuente: Manual para la Optimización de la Logística interna en obras de Construcción (CDT, 2012)

De la figura anterior, se desprenden actividades propias en gestión de bodegas, como lo son: **Abastecimiento, recepción, almacenaje, entrega y distribución (consumos)**. Estas actividades están interrelacionadas y se plantean como macro procesos abordados en capítulos siguientes.

A continuación se describen algunas de las principales tendencias y prácticas que han surgido a nivel mundial en cuanto al tratamiento de la logística.

2.1.1. Lean Production

Su objetivo principal es encontrar o desarrollar herramientas y técnicas que permitan eliminar desperdicios u operaciones que no agregan valor al producto o a los procesos en general. Esta práctica basada en la mejora continua está en constante evolución gracias a que cada vez más compañías adoptan su filosofía, invirtiendo más recursos en desarrollar nuevos principios que ayuden a reducir costos en sus operaciones. Entre estos principios resumidos en (Álvarez, 2011) destacan los siguientes:

- Su origen en la industria automovilística, en el sistema de producción de Toyota, año 1950.
- Producción en lotes pequeños y contar con el mínimo de inventario en proceso (proceso JIT).
- Mantener una cercanía geográfica de plantas de ensamblaje y producción de componentes.
- Estandarizar procesos de manera tal que se desarrollen de manera continua optimizando recursos y eliminando lo que no agrega valor (espacio, capital y personal).
- Producir solo lo necesario en base a los productos que son solicitados por el cliente final (procesos “pull”).
- Detección y solución de problemas desde su origen eliminando defectos, de manera que se satisfaga los requerimientos del cliente por su alta calidad. (Total Quality Management).
- Si los volúmenes de producción son bajos, establecer una capacidad de flexibilidad para lograr una producción ágil y con gran variedad de productos según los requerimientos del cliente.
- Establecer lazos de largo plazo con proveedores generando acuerdos que permitan compartir información y el riesgo de los costos.

2.1.2. Lean Construction.

Lean Construction es una nueva filosofía de producción para la construcción basada en Lean Production (Koskela, 2000; Ballard, 2000; Alarcón et al, 1999; Tommelein, 1998).

Se basa en un modelo de producción llamado TFV (transformación-flujo-valor), cuyo elemento central es la reinterpretación y nuevo enfoque de la forma en que se entiende la producción en construcción, modificando el conocido modelo de conversión. El modelo de conversión básicamente representa un proceso de producción donde los insumos o entradas son transformados en productos o salidas, sin darle mayor importancia a los subprocesos que producen los cambios, los que son tratados como una "caja negra". (Álvarez, 2011)

Koskela (1992) sugiere las siguientes limitaciones para el modelo de conversión:

- (i) No diferencia entre las actividades de proceso (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo (actividades que no agregan valor). Este modelo considera que todas las actividades agregan valor.
- (ii) Una de las premisas fundamentales del modelo, estima que el costo total del proceso puede reducirse minimizando los costos de cada subproceso, ignorando los efectos producidos por la interdependencia entre subprocesos, la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos.
- (iii) No existe preocupación por el impacto que produce en el producto final, la mala calidad de los recursos, la variabilidad y la incertidumbre. Propone el modelo de flujos como pilar fundamental de Lean Construction, donde se distinguen explícitamente los flujos (o actividades que no agregan valor) y las conversiones (actividades que agregan valor).

Se proponen diferentes principios y heurísticas que pretenden corregir los reparos anteriormente expuestos (Koskela, 1992, 2000), permitiendo sistematizar la aplicación del Lean Construction en distintas áreas de gestión en los proyectos de construcción.

La siguiente tabla muestra estos principios aplicables en distintas etapas del proyecto.

Tabla 1: Principios básicos de Lean Construction de un proyecto de construcción.

Etapa		Criterio	Principios	
Diseño	Planificación	Construcción	Mejorar Procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor. • Enfocar el control de los procesos al proceso completo. • Introducir el mejoramiento continuo de los procesos. • Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking).
			Reducir Pérdidas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la participación de actividades que no agregan 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.
			Valor-Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.

Fuente: Martínez, et al. 2009. Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. Revista ingeniería de construcción, 24(1), 05-32.

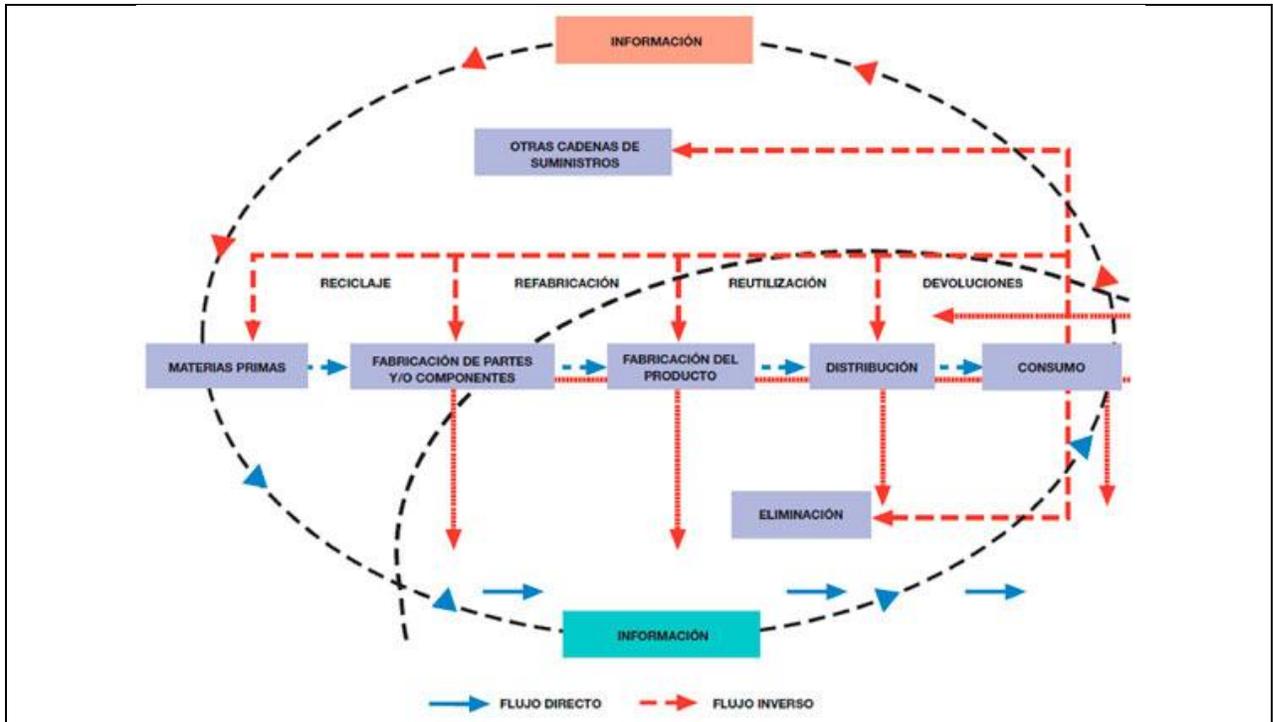
2.1.3. Logística Inversa

La logística inversa permite gestionar el retorno de recursos en la cadena de suministro del modo más eficiente y económico posible, facilitando espacios para el desarrollo de canales de recolección de residuos industriales, de equipos electrónicos, residuos derivados de la construcción, etc. Es decir, se preocupa de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, también se encarga de los procesos de retorno de sobre stock de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Por otra parte busca adelantarse al ciclo de vida del producto, para lograr darle una salida en mercados con mayor rotación. (Álvarez, 2011)

Debido a esta tendencia mundial, mediante promulgación de leyes e incentivos económicos para la protección de la salud y el medioambiente, es que la Logística inversa presenta un gran potencial de crecimiento, que permite a las compañías obtener grandes beneficios como:

- Sustituir materias primas vírgenes por la obtención de ellas a través del reciclado de residuos, generando ahorros en costos.
- Reducir la cantidad de materiales en inventario.
- Crear una imagen de marca comprometida con el medioambiente, la cual en la actualidad es un factor vital para generar la fidelización de clientes.
- Aumentar la seguridad ante robos y mantener un valor más real de los recursos inventariado.
- Encontrar una importante fuente de oportunidades e innovación.

Figura 8: Flujo Logística Inversa



Fuente: Los sistemas de distribución inversa para la recuperación de residuos: su desarrollo en España' Distribución y consumo 59. Antonio Chamorro & Sergio Rubio.

2.2. Planificación y estrategia de la industria

Cada empresa funciona a través de objetivos que se plantean para un proyecto, donde estos dan los lineamientos a seguir con sus controles respectivos. Por esta razón se observan acciones distintas, y es la dificultad de hacer un análisis y caracterización de un rubro que es variable. Es decir, la empresa para sus proyectos, diseña y desarrolla específicamente una metodología para su gestión, a través de procedimientos que cada cierto tiempo son modificados según observaciones y/o trabajos no conformes que se vayan dando.

Se establece un estándar que define procesos, su marco de trabajo dentro del cual se administra el modelo de gestión, tareas, comunicaciones, roles y responsabilidades. Estos procedimientos de trabajo, incorpora la documentación asociada con su trazabilidad, como lo son planillas y formularios. Además de la manera que se debe almacenar los registros y los accesos, para una rápida búsqueda y control de la información.

Estas reglas, es una diferencia muy relevante de como se gestionaba en la década del 90 comparado con lo vigente, porque las empresas están reguladas bajo un sistema de calidad ya sea acreditado como lo son ISO 9001 o informal, donde estos procesos y modelos están definidos.

Por otra parte, las empresas constructoras han desarrollado sus actividades operacionales realizando una gestión de logística propia, y que a través de encuentros empresariales a través de Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) y Cámara Chilena de la Construcción (CChC) buscan aumentar la productividad realizando distintos análisis, documentado algunas prácticas del rubro, estandarizar fichas técnicas o manuales de construcción de alguna partida específica.

A nivel estratégico, existen empresas que se han diversificado y especializado en sus campos de acción, innovando en otros sectores como los son retail, habitacional, oficinas e infraestructura, entre los que destacan clínicas u hospitales, centros culturales, edificios públicos, recintos educacionales u hoteles, por nombrar algunos. O por dar otros ejemplos, en sectores más especializados como lo son montajes en el sector energía, minero e industrial, como lo hizo Constructora Delta e Ingevec. Otras mantienen su línea en edificación como Constructora Nahmias y Euroconstructora, y están las que se han separado por rubro como lo es SALFA con Novatec en Edificación o Echeverría Izquierdo Edificaciones S.A.

En edificación, existen empresas más pequeñas que mantienen un ritmo de crecimiento sostenido con tres a cinco edificaciones por año, manteniendo a su personal dándole continuidad. Empresas más grandes tienen la facilidad de crecer a una gran cantidad de obras simultáneas y reducirse al mínimo, dependiendo de las fluctuaciones de la economía (Ejemplos Ingevec, Echeverría Izquierdo, Almagro, entre otras).

En algunas empresas, los planes táctico y operacional pueden ser un mismo documento. En empresas más grandes, en cambio, el plan táctico se conserva de manera confidencial a nivel de gerencia y a los niveles inferiores de la organización sólo se le entregan los planes operacionales, mes a mes. Esto ayuda a que los planes para el mediano y largo plazo no se filtren hacia la competencia.

En la práctica, las gerencias año a año definen sus objetivos con verbos de acción (lograr, alcanzar, desarrollar) por áreas, las que van midiendo su eficacia en el tiempo en unidades de dinero, tiempo, calidad o cantidad. Con una definición realista (para no frustrar) y desafiante (para motivar), en cuanto al tiempo requerido para el logro del objetivo.

Otra arista es el manejo de información y de la documentación vigente. En cada obra se generan muchos registros, donde la trazabilidad es un valor agregado. Para una comunicación efectiva se debe contar con la misma información o plataformas integradas que sean capaces de estandarizar los entregables a oficinas centrales, para toma de decisiones. En este sentido, existen softwares de apoyo para comparar lo planificado con lo real a la fecha, con sus proyecciones a término con el fin de estar cumpliendo los presupuestos.

Un porcentaje importante del gasto de obra son los materiales, por lo que es necesario detectar desviaciones midiendo a diario los consumos de la obra, a través de un completo control de “pañol” con los ingresos y salidas de las bodegas, los cuales permitirán tener siempre actualizado los saldos de cada artículo y así reducir mermas o pérdidas, ya en el nivel operativo.

Los Indicadores que se plantean cada empresa o controles y/o seguimientos buscan tomar decisiones anticipadas. Una buena elección de herramienta tecnológica ya sea software o plataforma de trabajo, hará que administración y la obra compartan el mismo sistema, por ende la misma información.

El enfoque planteado es bastante global ya que cada empresa establece, determina y prioriza sus objetivos con acciones a seguir. Las áreas de la organización documentan y regulan su funcionamiento, a nivel táctico, a través de protocolos o procedimientos, los cuales apuntan a la mejora continua, retención del know how y a la manera de resolver dificultades encontradas (políticas en gestión de calidad ISO 9001.)

2.3. Problemática de gestión de bodegas

La evaluación y selección de insumos, mano de obra (propia o subcontratada) y equipos y herramientas (propios o en arriendo) debe ser de manera correcta y anticipada, con el fin de evitar durante la fase de construcción se generen pérdidas por re-procesos y re-diseños. El proceso de selección de los materiales implica que se resuelvan una serie de interrogantes que van desde la identificación del insumo, el origen, el tipo, hasta la marca y el proveedor. Estas decisiones enlazan distintas áreas de una empresa que son Estudio, Adquisiciones y Constructora.

La selección de materiales y herramientas a adquirir se puede realizar en diferentes etapas del proyecto, basado en las EETT de arquitectura y Especialidades. En etapas tempranas se definen los materiales que proporcionan información necesaria para el inicio de obra gruesa y posteriormente las terminaciones, en donde se concentra la mayor cantidad de materiales pero no así los más importantes en términos de peso relativo con respecto al presupuesto de obra. Por ejemplo se observa en los materiales de Hormigón y Acero una incidencia que varía entre 40% y 50% en proyectos de edificios habitacionales.

Una mejor comprensión y mayor conocimiento del comportamiento, dinámica y naturaleza de los proyectos de construcción por los distintos actores de la industria (subcontratistas, empresas constructoras, personal de terreno, proveedores, etc.), asegurará una retroalimentación y mejora continua de procesos de bodega.

En etapas de Estudio se realizan estimaciones que va disminuyendo a medida que se va avanzando en la construcción. Estas decisiones al documentarse generan gestión del conocimiento para proyectos futuros, que serán la base para futuros estudios y/o planificaciones de obra.

Es decir, cada empresa constructora debe ser capaz de prever desde cuándo se planifica un proyecto, las variables críticas en la ejecución, los recursos que se deben adquirir con anticipación, el layout de bodegas y los procesos internos para lograr los objetivos planteados. Respecto al abastecimiento, un manejo de múltiples alternativas de insumos en compras pre-asignadas o por asignar, como son acuerdos comerciales, harán el proceso de compra mucho más eficiente con mejores precios (por volumen) y menores tiempos en adquirir dichos materiales, donde solo se deben chequear las cantidades.

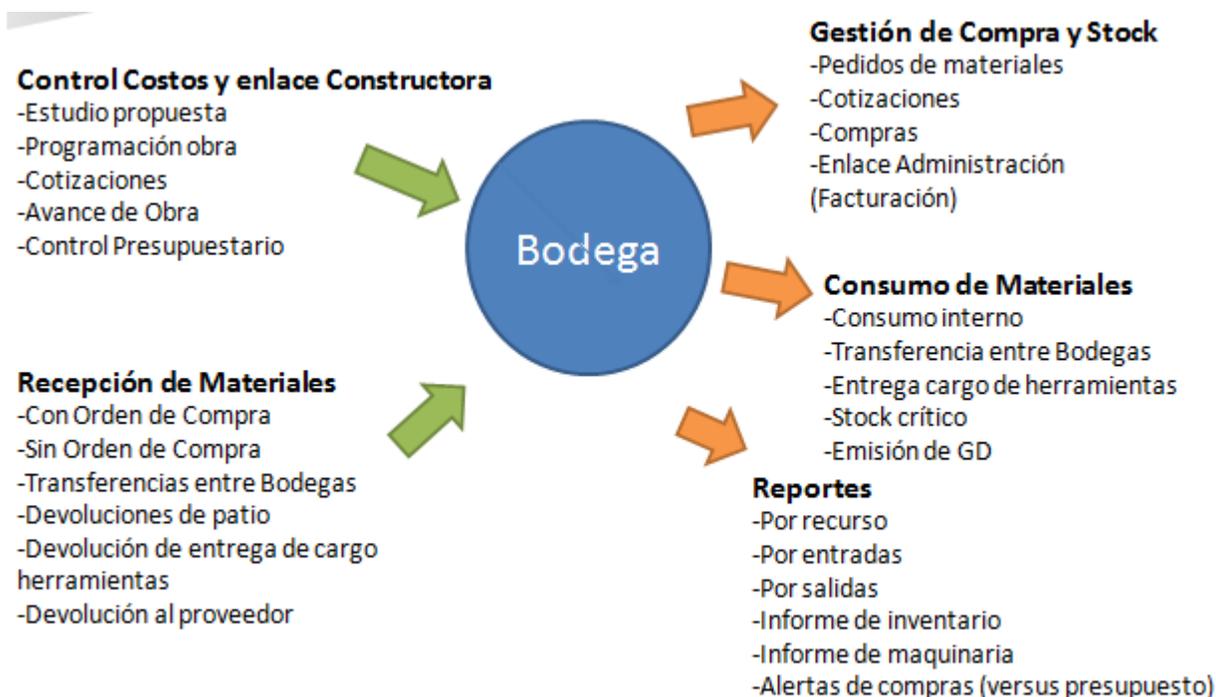
En la actualidad, se busca tomar decisiones en etapas tempranas, con el fin de disminuir el riesgo y minimizarlo. Esto mediante el enlace de Planificación y Construcción con programas de construcción 4D (BIM) y estrategias de construcción, las que documentan constructabilidad, programación y planificación. Referente a bodega, las empresas buscan tener una gama de alternativas con sus fichas técnicas asociadas a cada material respetando presupuesto, EETT y calidad.

Otra arista de la problemática general que enfrentan las obras de construcción en Chile, es que este sector absorbe mano de obra no capacitada. Donde el personal adquiere experiencia por haber trabajado en varios proyectos similares.

Respecto al suministro, lo principal es asegurar materiales y flujos de trabajo, disminuyendo y controlando las actividades que no agregan valor. Esto puede lograrse simplemente centrándose en la relación entre la obra y los proveedores directos. Deming en la década de los 80', planteaba que el trabajo con el proveedor como socio, en una relación a largo plazo de lealtad y confianza, mejoraría la calidad y disminuiría los costos de producción. Es decir, la gestión integral, busca variar la capacidad o traspasarla antes de la cadena (etapas más tempranas).

A modo de resumen, se presenta un mapeo de las tareas relacionadas a las bodegas que son la base de análisis de los ítems siguientes.

Figura 9: Entradas y salidas en gestión de bodega.



Fuente: Elaboración Propia

3. Sistemas de Bodega

El presente capítulo define los cuatro procesos logísticos con los que se analizarán las bodegas, además de una breve caracterización de las bodegas en estudio y se describen los módulos de distintos softwares de apoyo a la administración y control que se emplean en empresas constructoras a nivel nacional.

Las bodegas de obras de construcción de edificación en altura están restringidas por características propias indicadas en la siguiente figura.

Figura 10: Características de obras en edificación en altura.



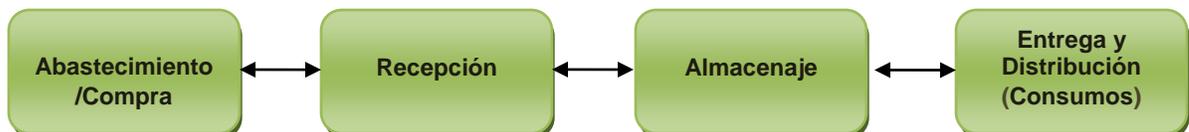
Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior ilustra las características de restricciones de acceso, insumos y almacenaje que se deben tener en cuenta en el análisis de las bodegas de edificación en altura.

3.1. Procesos logísticos de bodega

Los procesos logísticos relacionados a las bodegas, quedan determinados por 4 macro procesos, que reúnen y engloban a las actividades que desempeñan diariamente las obras.

Figura 11: Procesos logísticos de bodega.



3.1.1. Abastecimiento/Compra

Este proceso se puede analizar dependiendo del origen del requerimiento:

- Se planifica una compra utilizando antecedentes de la fase de estudio y cubicación de recursos en obra, para actividades críticas o aquellas que tienen un impacto importante en costos, plazos o calidad del proyecto. Algunas empresas trabajan con Programas de Despacho como input (cuando se hace una gran compra, para organizar el stock de recursos en terreno) y Cuadros de Entrega como output (cantidad de material a entregar por bodega al frente de trabajo).
- Se genera ante una necesidad propia del avance de obra, ya sea en materiales, herramientas y equipos que el jefe de bodega debe atender. Suelen corresponder a materiales generalmente solicitados por un supervisor o jefe de terreno.
- Cuando el stock de un material disminuye sobre su nivel definido como crítico, o según la planificación de la obra.

Las empresas le han puesto mayor atención a este proceso por los volúmenes y costos asociados a las adquisiciones que se deben realizar. Aquí se relaciona la obra propiamente tal con los departamentos de administración de la constructora, donde mediante protocolos se definen los canales de comunicación, los flujos de responsabilidades y de aprobaciones.

Algunas empresas cuentan con softwares de apoyo para realizar estas labores y además pueden utilizar economías de escala para adquirir algún insumo simultáneamente para varias obras, cuando son planificadas.

3.1.2. Recepción

Es un proceso clave cuyo objetivo es que a la obra ingrese los materiales que cumplan con los requisitos establecidos en el abastecimiento, controlando el cumplimiento en cuanto a la descripción, calidad y cantidades especificadas. Algunas empresas han documentado en protocolos las funciones del equipo de bodega, como se debe revisar los ingresos, la forma de almacenar la documentación y la manera de contabilizar las entradas de materiales ya sea en bodega o patios de acopio.

Al recepcionar un despacho se revisa que la guía efectivamente pertenezca a la obra y que contenga la información correcta respecto a la Orden de Compra, chequeando cantidades, descripción de materiales y fecha de entrega. Cada obra cuenta con un programa de abastecimiento y despacho asociados principalmente a stocks críticos, que se deben manejar. Si un proveedor despacha sin respetar el calendario o alguno de los otros aspectos mencionados, la obra tiene las facultades de rechazar el material por no contar con los espacios de almacenaje para tales volúmenes, ya que se deben preservar con sus cualidades técnicas económicas en dependencias de bodega o acopios.

Las bodegas por problemas de espacio se ven "obligados" a tener un stock acotado, teniendo en cuenta la velocidad de avance de la obra. Si existen problemas en el despacho debe ser devuelto, especificando los motivos en la Guía de Despacho.

Figura 12: Campos de una guía de despacho.

The diagram shows a 'Guía de Despacho' form from 'PEDRO PEREZ Y OTROS SA'. The form includes a header with company information, a box for 'R.U.T.' and 'N° 000050', and a table for product details. Red, blue, yellow, and green arrows point from callout boxes to specific fields on the form.

Callout 1 (Red): Fecha de emisión de la guía debe coincidir con el día de traslado.

Callout 2 (Red): Número correlativo único del proveedor. En cada GD aparecen datos y Rut del proveedor.

Callout 3 (Blue): Identificación de la obra, razón social de la empresa, Rut, giro y dirección.

Callout 4 (Yellow): Número de las unidades, peso o volumen si corresponde.

Callout 5 (Green): Detalle: nombre y/o características del producto.

Callout 6 (Red): Valor unitario. Si es solo traslado no se llena el campo, pero debe quedar claro que no constituye venta.

Fuente: Elaboración propia.

Verificados los documentos se realiza la revisión física del material, donde se chequean los requisitos del pedido, características, cantidades y calidad. Si no se cumplen los requisitos, el material es devuelto al proveedor para que éste se lo reprocese.

Una vez recepcionado el material, se debe almacenar quedando disponible para su uso o consumo. Como se señaló, es importante dejar constancia en la Guía de Despacho de cualquier situación anormal.

3.1.3. Almacenaje

El almacenaje se analiza desde la perspectiva de los acopios y requerimientos necesarios para la coordinación entre avance de la obra con la distribución, manipulación, almacenamiento y preservación de los insumos, en espacios definidos e infraestructura adecuadas dispuestas en terreno.

Se entiende que cada situación de espacio en obra es distinta entre una y otra, con su dinamismo, por los cambios de ubicación de acopios y bodega ya que utilizan horas grúa y hombre que se deben planificar y contemplar. Sobre su evolución, pequeña para el inicio de la obra, una gran bodega durante su ejecución y al término de las faenas con dependencias reducidas; pero siempre salvaguardando que el criterio de decisión de cómo almacenar los materiales será responsabilidad directa del jefe de bodega, con previa aprobación del administrador de obra.

Por razones de seguridad y de orden, cada obra debe tener diferenciadas las secciones de:

- Oficina del Jefe de Bodega
- Bodega
- Pañol
- Patio de Almacenaje
- Combustible
- Gas Licuado
- Oxígeno

Estas secciones en su diseño, deben considerar la manipulación de los materiales y las alturas máximas para facilidad, seguridad y soporte mecánico de bodegaje, como también, la protección y seguridad de los artículos propensos a robos o hurtos, con la siguiente distinción:

- Mercaderías pequeñas y costosas
- Mercaderías numerosas y grandes (separar las inflamables de las seguras)
- Mercaderías de alta, media y baja rotación
- Maquinarias y Equipos
- Mercaderías frágiles
- Mercaderías resistentes
- Mercaderías peligrosas

El orden se relaciona directamente en cuanto tiempo se gasta en acceder a dicho material, y su utilización que depende de la secuencia constructiva que se lleva. En este sentido, los pallet toman importancia, porque pueden ser rápidamente llevados a pisos superiores con grúas, manteniendo un orden y correcto acopio.

El diseño del layout de bodega, permite el fluido funcionamiento en horas de alto tráfico, ubicando rápidamente las mercaderías en estas bodegas almacenadas y con la señalización pertinente para prevenir accidentes. Asimismo, se debe contar con zonas identificadas de recepción, entrega y acopio de materiales, asegurando un control sobre los materiales en terreno.

3.1.4. Entrega y distribución (Consumos)

Al inicio de obra, el administrador define el listado de personal y subcontratistas autorizados para retirar materiales, herramientas y equipos de bodega. La entrega de materiales será contra un vale de consumo, como único documento válido para el retiro de bodega y que autoriza el descuento de stock. También es evidencia de la recepción conforme del material en cantidad y calidad. En el vale de consumo se debe verificar que la información este completa y que la firma de este, se encuentre entre los registros autorizadas para retirar materiales de bodega. De corresponder, el jefe de bodega o quien él designe, entrega los materiales para ser incorporados a la obra.

Por lo que este proceso se basa, en la necesidad de un material en el frente de trabajo durante el avance de las faenas, incluyendo su traslado desde el acopio o bodega hasta donde es requerido. Esta necesidad puede ser detectada por un supervisor, quien posee un talonario de vales, o por el trabajador quien deberá solicitar el vale a quien este supervisando su faena. En el caso de que el trabajador complete el vale, es su supervisor quien rechaza, modifica o aprueba el listado de recursos solicitados comprobando la coherencia del requerimiento. Luego validado mediante firma por el supervisor o jefe de terreno.

El transporte interno se realiza mediante grúa o elevadores de plataforma dependiendo del volumen o peso de los recursos. Por otro lado, algunas empresas organizan cuadrillas de transporte, conformadas por jornales a cargo de un supervisor que coordina el uso de maquinarias, cargadores y entre otros.

Una vez entregado el material se debe hacer la rebaja en el sistema de bodega a través de iConstruye, SAP o planillas Excel. De no realizarse después de la entrega física, los registros vale de consumo, se acumulan correspondientes a las entregas del día. El proceso de ingreso en sistema y rebaja de stock debe realizarse diariamente, por el jefe de bodega o quien designe.

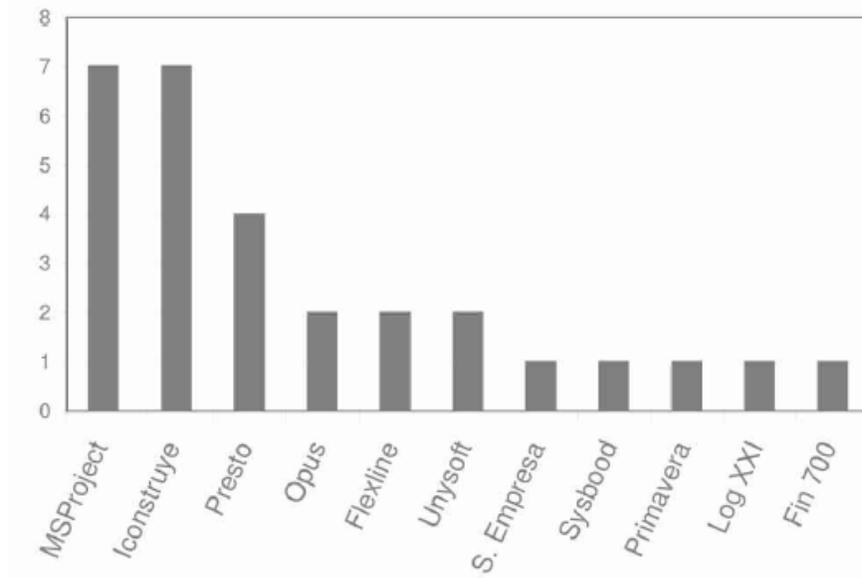
Si el registro vale de consumo está firmado por una persona NO AUTORIZADA, el jefe de bodega retiene el vale, no entregando el material y efectúa consulta al administrador de obra si la firma recibida corresponde a una nueva firma autorizada. De ser así, se deberá actualizar el registro de firmas y entregar el material con los pasos anteriormente descritos. Si la respuesta es negativa, no se entrega el material.

3.2. Softwares de apoyo en administración y control

Los softwares son herramientas informáticas de apoyo y/o plataformas de trabajo que son utilizadas por las empresas en distintos procesos logísticos. Además, en etapa de estudio de proyecto es común que los utilicen para la elaboración de presupuestos y para la Carta Gantt. Por dar ejemplos, MS Project, es utilizado en el proceso de Planificación e IConstruye, en el proceso de abastecimiento.

A continuación, se presentan dos figuras relacionadas con los softwares presentes por empresa y por proceso en el que es utilizado, los cuales fueron detectados mediante una encuesta a empresas constructoras. Algunos de estos softwares son: iConstruye, Presto, Opus, Primavera, Flexline o con distintos ERP como lo son FIN 700, Solomon. (CDT, 2012).

Figura 13: Softwares presentes por empresa en obras de construcción nacional.



Fuente: (CDT, 2012)

Figura 14: Softwares por proceso presentes en obras de construcción nacional.

SOFTWARE	PROCESO				
	PLANIFICACIÓN	ABASTECIMIENTO	RECEPCIÓN	SALIDA Y DISTRIBUCIÓN	GESTIÓN DE BODEGA
MS PROJECT					
PRESTO					
OPUS					
PRIMAVERA					
ICONSTRUYE					
FLEXLINE					
UNYSOFT					
SYSBOOD					
LOGXXI					
FIN700					
PROPIO					

Fuente: (CDT, 2012)

Estos programas son utilizados principalmente en administración y control con objetivos claros a medir, acentuándose la falta de sistemas que apoyen tecnológicamente a los procesos desarrollados en el frente de trabajo, es decir: la entrega, distribución y recepción de materiales. Por otro lado no se cuentan con metodologías para abordar simulaciones con estimaciones precisas y confiables. En las operaciones de terreno, en el día a día, se aprecia la utilización de: “Planillas Excel” o incluso “Lápiz y Papel”, Microsoft Project y Power Point.

Posteriormente, se describen algunos de estos softwares y las funcionalidades más relevantes que presentan.

3.2.1. iConstruye

iConstruye fundada hace doce años bajo el alero de Cámara Chilena de la Construcción, provee una plataforma electrónica de compra y venta en línea para el sector de la construcción, que abarca desde la identificación de las necesidades de compra hasta el pago a proveedores. Las empresas asociadas conforman una comunidad de negocios para hacer más eficiente la gestión de abastecimiento y de venta hacia las empresas del sector construcción. Cuenta con integraciones para sistemas SAP, BaAN, Solomon y Fin700 orientadas a traspasar todos los antecedentes generados en los ciclos de orden de compra y de facturación.

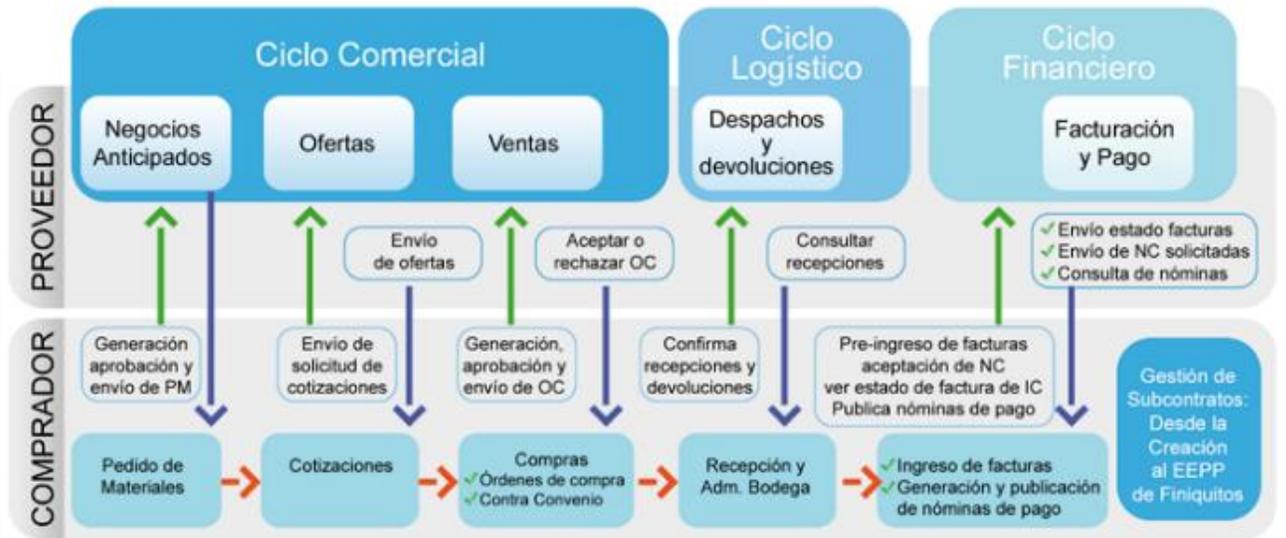
Los principales módulos son pedido de materiales, cotizaciones, seguimiento de presupuesto, compra, recepción, bodega, control de factura, administración y reportes de gestión. Usando una sola aplicación, se puede realizar un ciclo completo de adquisiciones en línea.

Figura 15: Composición de módulos en sistema IConstruye



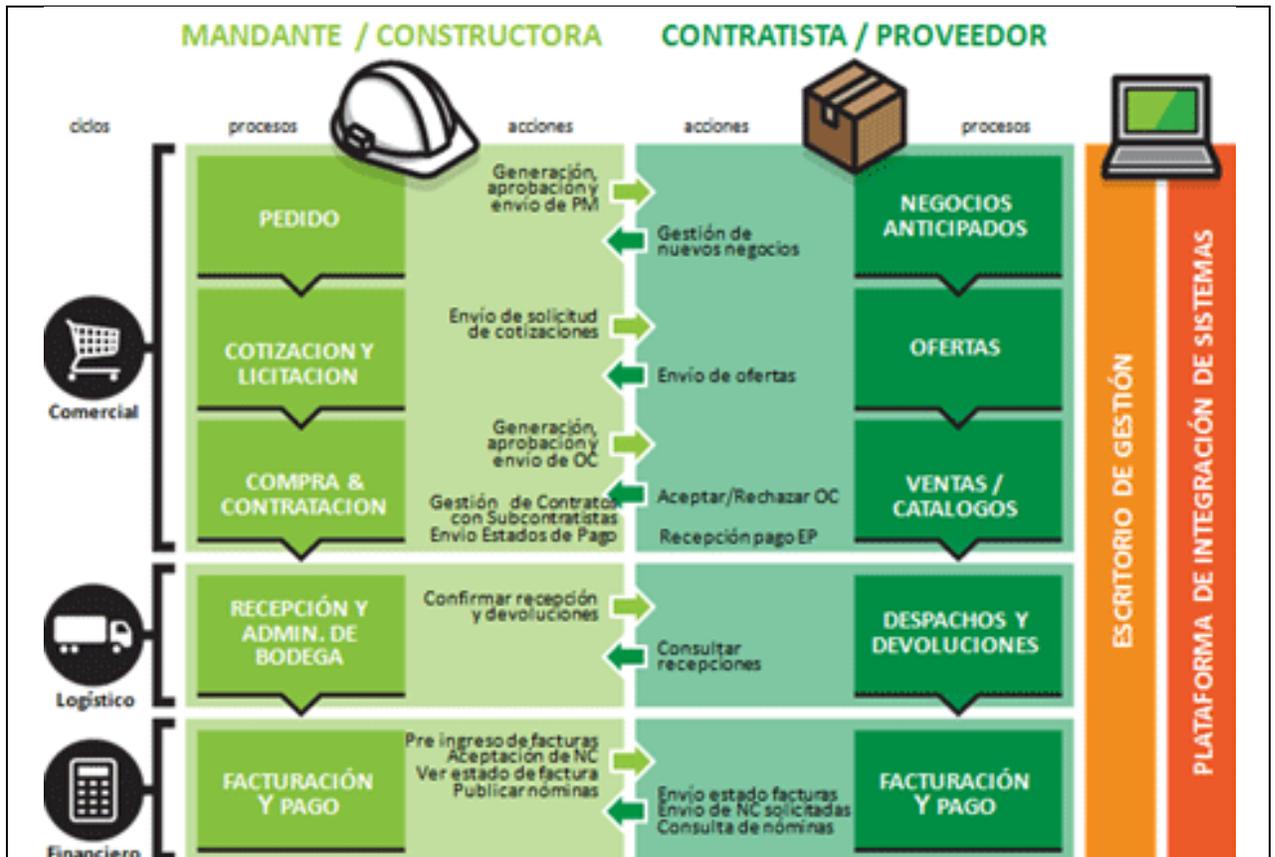
Fuente: www.iconstruye.com

Figura 16: Funcionamiento de IConstruye



Fuente: www.iconstruye.com

Figura 17: Funcionamiento de IConstruye, procesos y acciones.



Fuente: www.iconstruye.com

Figura 18: Vista para un comprador en sistema iConstruye.

The screenshot displays the iConstruye.com web application interface for a buyer. The top navigation bar includes tabs for 'Pedido Materiales', 'Compras', 'Cotizaciones', 'Bodega', 'Recepción', 'Reportes', 'Subcontratos', 'Administración', and 'Facturación'. The 'Administración' tab is selected, showing a dropdown menu with options like 'Asignar Atributos a Recursos', 'Convenio', 'Definir cuentas costo recursos', 'Definir Cuentas Costo Recursos Masivo', 'Definir Cuenta de Costo Actividad', 'Maestro materiales', 'Partidas', 'Asignar partidas', 'Asignar Partidas Masivo', 'Equivalencia Unidad', and 'Reporte Usuarios'. The 'Maestro materiales' option is highlighted. On the left, there are sections for 'Centro de Soporte', 'Capacitaciones', 'Soporte a su Cuenta', and 'Buenas Prácticas'. On the right, there are promotional banners for 'iConecta.cl', 'Proveedores 2014', 'Constructoras 2014', and 'Proveedores 2014'.

Fuente: www.iconstruye.com

3.2.2. Presto

Presto es un software de elaboración de presupuesto con varios niveles de análisis, que permite crear cotizaciones a proveedores y/o subcontratistas, controlar avances de obra, emitir estados de pago y generar una serie de reportes, según sea la necesidad. Es muy utilizado en la realización de presupuestos de edificación y obra civil por las facilidades para el trabajo multiusuario y sus múltiples sistemas de importación y exportación.

Además cuenta con un módulo de bodega, donde se controlan cantidades de ingreso, egreso, stock y entre otros.

Presto es un sistema modular que se puede implementar de varias maneras, estos módulos son los siguientes:

Tabla 2: Módulos Software Presto

Presto Presupuestos y Mediciones	Creación de presupuestos y respaldo mediante análisis precios unitarios. Respaldo de cubicaciones de partidas mediante líneas de medición. Generación de Informes.
Presto Personalización de Informes	Personalización de plantillas de informes y preparación de nuevos informes o reportes finales.
Presto Certificaciones (Gestión del Proyecto)	Estados de Pago por fase certificada. Modificaciones al presupuesto inicial mediante mediciones. Comparación de Ofertas.
Presto Lectura de Planos DWG	Cubicación de planos en formato DWG (CAD).
Presto Planificación (Temporal y Económica)	Diagrama de barras. Duraciones, precedencias y traslapes. Planificación y Presupuesto de costos para el control de la obra.
Presto Facturación y Control	Gestión de costos reales de ejecución a partir de entregas (guías de despacho), facturas y mantenimiento de gestión de proveedores, subcontratos (Bodega). Exportación a contabilidad. Costos reales por centros de costo.
Presto Contratación	Contratos, cotizaciones de proveedores y subcontratistas (órdenes de compra), cálculo de recursos y comparativo de compras.
Presto Server	Trabajo multiusuario sobre archivos de presupuestos.

Fuente: <http://www.prestosoftware.cl/>

3.2.3. ERP's

El concepto ERP está asociado a una sigla en Inglés que significa "Enterprise Resource Planning", que traducido al español: "Planeación de los Recursos de la Empresa".

Es un sistema que busca satisfacer las demandas de gestión empresarial, basada en el concepto de una solución que permita unificar la información que comparten y generan a partir de sus procesos las diferentes áreas y/o departamentos. La funcionalidad de los ERP se encuentra dividida por módulos independientes, pero con la facilidad de interactuar entre ellos. De esta forma se ahorra tiempo y se minimizan los errores, al no existir independencia entre las operaciones de la empresa, se evita la transferencia de datos o procesos diferentes en el envío de información.

En la década de los 90, el crecimiento de la industria de softwares favoreció el crecimiento de estos sistemas en cuanto al número de empresas que optaban por ellos y proporcionó una variedad de soluciones en el control y acceso a información para la toma de decisiones y mejorar la competitividad. Con el tiempo, los sistemas ERP se han transformado en una valiosa y poderosa herramienta de manejo y control, más aún con la conectividad actual que ofrece internet, ya que utilizan información veraz, exacta y actualizada en línea.

A nivel mundial encontramos los siguientes proveedores de software.

- SAP (Alemania) uno de los máximos exponentes del ERP mundial. El de mayor expansión.
- ORACLE (USA) desde 1987 desarrolla y vende aplicaciones basadas exclusivamente en su motor de base de datos. Dispone de varias aplicaciones que podrían ser consideradas dentro de esta categoría. No obstante no es un software ERP al uso. La función principal es la promoción y uso de su sistema de gestión de base de datos.
- Navision financieros de Microsoft, posiblemente uno de los más utilizados después de SAP.
- ERP locales de distintos países, diseñados a la medida que ofrecen soluciones prácticas para las necesidades de las empresas. Su principal desventaja está en la efectividad de la implantación del ERP y en la actualización del software por parte del proveedor, generándose una alta dependencia con este.

Cada fabricante tiene sus propias líneas de productos y soluciones, pero casi todos cubren las áreas financiera, recursos humanos, manufactura, cadenas de abastecimiento, servicio al cliente, rendimiento de la empresa, entre las más relevantes.

El tiempo de implementación de estos sistemas varía, puede ser de 3 a 6 meses, tomando en cuenta que el trabajo de diseño y rediseño de procesos debe hacerse al mismo tiempo. Esto es porque el mismo sistema da los lineamientos de "cómo hacer las cosas".

3.2.4. WMS (Warehouse Management System)

Los sistemas WMS (Warehouse Management System por sus siglas en ingles) o sistemas de administración de bodegas, son programas informáticos que permiten una correcta administración y gestión de los almacenes o bodegas, entregando la flexibilidad necesaria para los procesos internos en los centros de distribución como también una mayor información con los otros sistemas que utilizan las grandes empresas (ERPs, sistemas de: recepción en tienda, precios, despacho a domicilio, por nombrar algunos), en definitiva con el resto del negocio.

En el mundo existen más de 200 proveedores de WMS entre ellos se encuentran Manhattan, Red Praire, LogFire y Tecsys, de clase mundial y que tienen operaciones en Latinoamérica.

3.2.5. RFID (Radiofrequency Identification Data)

Radiofrecuencia con Información, consiste en un chip con antena cuya información se puede leer mediante la emisión de ondas de radio.

Su función principal es la de evitar los hurtos y actualmente, se utiliza para libros, prendas de vestir y otros artículos de alto precio. Las ventajas de la etiqueta inteligente respecto al tradicional código de barras son claras: menor tiempo de lectura tanto a la salida y entrada del almacén como en el punto de venta; control preciso de la localización del producto al realizarse una lectura en cada punto de la cadena logística; mayor información útil introducida en el envase: fecha de fabricación, caducidad y componentes.

RFIDs evita transcribir información de materiales de Bodega, establece el control de la información desde su llegada y salida, facilitando un seguimiento en toda la cadena.

Cuando se utilizan tecnologías de código de barra tanto en los productos, cajas, pallets y ubicaciones, se logra una mayor certeza de inventario en las bodegas, mejorando el control y productividad.

Los sistemas WMS dirigen las actividades dentro de las bodegas, centros de distribución y operadores logísticos (DHL, GoldenFrost y Loginsa, entre otros) por medio de radio frecuencia; se confirma donde realizar el picking de los productos y su ubicación, automatizando estos procesos para aumentar su productividad. Además, se pueden utilizar funcionalidades de FIFO o LIFO con la idea de minimizar mermas y dar una mejor rotación de los productos.

3.2.6. 365 Trackbook

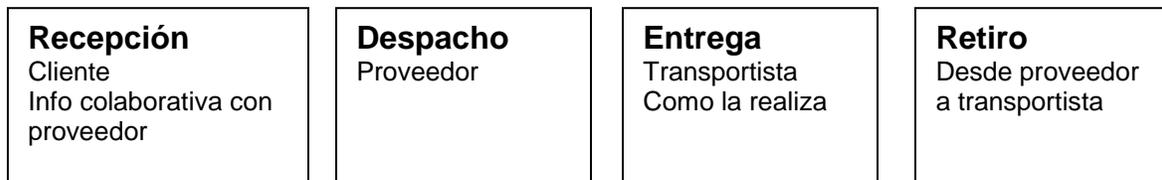
365Trackbook es un sistema de apoyo a la gestión de operaciones de las empresas. Utiliza una aplicación para Smartphones para poder registrar esos movimientos en terreno, obteniendo información confiable acerca de la localización, hora y condiciones de la transacción física.

Nace de la idea de entregar información en tiempo real de las transacciones físicas realizadas entre empresas (o por intermedio de terceros). Cuya información es relevante para facturación, pago y seguridad de que fue efectuada dicha transacción.

La información considerada fue la localización (georeferencia) y hora; Información de la contraparte: Identifica al proveedor, cliente y el transportista quien entrega el producto; Número de documento de la transacción (guía, factura o vale); Fotos: chequea el estado y condiciones.

Toda esta información es básica generarla (o registrarla) ya que es económica, comprobarla tardíamente muy caro.

Figura 19: Actores en aplicación 365 Trackbook (Android).



Las transacciones que pueden ocurrir se definen cómo Recepción, Despacho, Entrega y Retiro. En el registro de información colaboran los tres actores involucrados: Proveedor, Cliente y Transporte. Los registros que realiza cada uno de estos actores son información para el resto de ellos.

El mayor potencial de este sistema está en la colaboración, donde cada empresa entrega a su contraparte la información que requiere. Desde ahí se pueden generar eficiencias y extender la gestión de la empresa con nueva información relevante.

Todos estos registros a disposición facilitan la comprobación para la facturación, cobro, pago, gestión de operaciones, como saber Despachos por Entregar, Recepciones por Recibir, entre otra información relevante. Basado en dos conceptos:

- Internet 2.0: Cloud, Mobile, Touch, Social y Colaborativo
- Empresa Extendida: Extensión del negocio a Clientes, Proveedores y Distribución.

4. Análisis de bodegas de proyectos de edificación en altura

La combinación de distintos factores tales como: industrialización, tecnologías de construcción, métodos de diseño y planificación, junto a una profesionalización del oficio, esquemas contractuales y filosofías de gestión, generan un paradigma en la era de la edificación actual, el que se caracteriza por establecer una visión estratégica, las cuales permiten operar bajo las siguientes premisas:

- Mejorar la eficiencia y productividad en búsqueda de mayor rentabilidad
- Orientarse hacia el mejoramiento continuo
- Competitividad
- Subsistencia
- Disminución de accidentes
- Controlar riesgos

El presente capítulo aborda los procesos de gestión de bodegas los cuales se identifican y caracterizan a través de visitas efectuadas a obras de edificación, mediante un análisis de su estructura organizacional, abastecimiento, recepción, almacenaje y entrega y distribución de materiales.

4.1. Casos de estudio y toma de datos

Se tomó casos de estudio de bodegas en edificación en altura en Región Metropolitana de Chile, una muestra del rubro basado en la etapa de construcción de las obras, los que corresponde a:

- En obra gruesa
- Bodega de terminaciones
- Cierre de bodega (en entrega).

Además, se considero en el análisis las empresas que construyen en los polos inmobiliarios, que están en las comunas de San Miguel, Macul y Providencia.

La información analizada se obtuvo principalmente de observación de trabajo en visitas a obras y entrevistas a personal de la empresa. En adelante, por motivos de confidencialidad se asigna una codificación sin individualizar las obras con el fin de resguardar la información.

Tabla 3: Casos de estudio en bodegas de edificación en altura

Etapa	Empresa	Ubicación	ISO 9001
Partida – Obra gruesa	Constructora Armas Ltda	Edificio Inicio, San Nicolás 1372, San Miguel	ISO 9001:2000
Obra Gruesa - Terminaciones	RVC Ingeniería y Construcción S.A.	Edificio Arzobispo Fuenzalida Arzobispo Fuenzalida 2579, Providencia	ISO 9001:2008
Terminaciones – Cierre	Euro Constructora	Edificio Parque Oriente II, Grecia 3348, Macul.	ISO 9001:2008
Cierre	Novatec	Edificio Los Presidentes T11/T12, Av los Presidentes 8090, Peñalolén	ISO 9001:2008

Tabla 4: Fuentes de información para estudio gestión de bodegas en edificación

	Entrevistas					Información			
	Gerente Constructora	Jefe Adquisiciones	Ingeniero Administrador	Jefe Terreno	Ingeniero Oficina Técnica	Jefe de Bodega	Proced. Bodega	Proced. Compra	Info Adicional
Obra A				X		X	X	X	X
Obra B					X	X	X	X	X
Obra C	X	X	X			X	X	X	X
Obra D			X	X					X

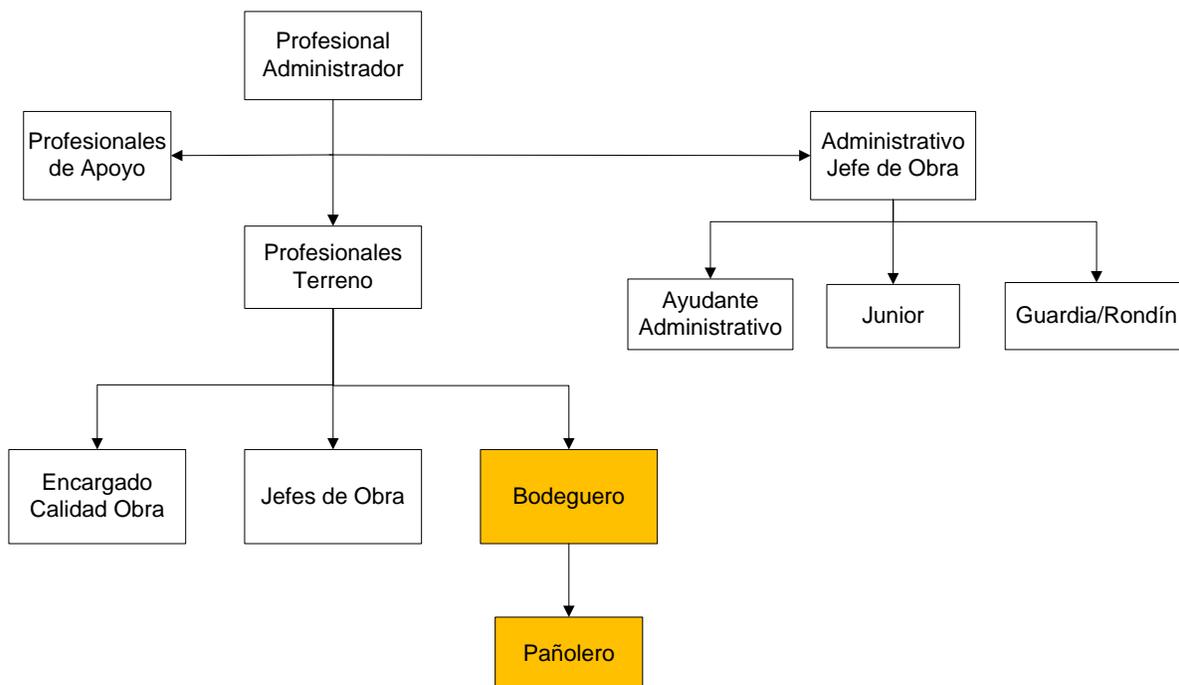
Para generar el estado anterior de cómo operaban las bodegas, se complementó la información recabada con entrevistas a personal de empresas Ingevec, LyD Constructora, RVC Corp, iConstruye, CDT y CChC.

4.2. Análisis de estructura organizacional

En la actualidad las obras de construcción cuentan con personal que se puede categorizar en tres tramos:

- i) **Obreros:** Son quienes realizan el trabajo en terreno, contratados por obra o a través de subcontratos los cuales se mueven en distintas empresas. Su nivel educacional es bajo, con estudios de enseñanza básica o media, o cuentan con una especialidad de oficio aprendida a través de la experiencia y no de algún estudio formal.
- ii) **Administrativos y personal de apoyo a la obra:** Cuentan con estudios técnicos no necesariamente relacionados con la construcción, realizando actividades establecidas por un superior según sea su cargo.
- iii) **Profesionales:** Con estudios universitarios, principalmente Ingenieros, técnicos en construcción o Constructores Civiles. Centrados en tareas de planificación y control de la obra y son los responsables de su gestión.

Figura 20: Organigrama típico de una obra de edificación.



Fuente: Elaboración propia

Del equipo de Bodega esta cae en la categoría **Administrativo o personal de apoyo a la obra**. El área de bodega: cuenta con: Jefe de bodega, ayudante de bodega, pañolero y digitador, cuyas funciones a modo general se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Equipo de área de bodega

Cargo	Función
Jefe de Bodega	Responsable del control de materiales, herramientas y equipos desde su recepción, almacenaje y consumo.
Ayudante de Bodega	Apoyo a jefe de bodega en el manejo de materiales, herramientas y equipos.
Pañolero	Entrega de Materiales contra vale de consumo. Registros de herramientas y equipos.
Digitador	Ingresa guías de despacho (GD) a sistema o planilla (input) y vales de consumo (output).

De las obras visitadas se presenta el siguiente análisis:

Tabla 6: Composición de equipo de bodega en obras estudiadas.

Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
1 Jefe de Bodega 1 Pañolero 1 Digitador 1 Cuadrilla logística (5)	1 Jefe de Bodega 2 Pañoleros 1 Digitador	1 Jefe de Bodega 1 Pañolero 1 Digitador Administrativo	1 Jefe de Bodega 1 Pañolero

Empresa A:

Jefe de Bodega reporta a una doble jefatura, depende de oficina técnica y de departamento de logística de la empresa (quien coordina a todas las bodegas de la empresa, como servicio a la obra). Jefe de bodega cuenta con estudios en logística (Técnico) en USACH.

Pañolero, enseñanza media completa y experiencia en obra. Joven con disponibilidad, experiencia en materiales, responsable y disciplinado.

Digitador, enseñanza media completa para ingreso de vales y guías de despacho.

Cuadrilla logística compuesta por 5 o más obreros o jornales a cargo del jefe de terreno, que están destinados al apoyo en la descarga en la recepción de materiales o cuando es necesario movilizar de algún acopio al frente de trabajo.

Empresa B:

Jefe de bodega reporta al administrador de obra. Perfil titulado de contabilidad, contratado por artículo 22. Tiene experiencia en empresas como ISA (3 edificios), Mena y Ovalle, y Euro.

Pañolero cuenta con experiencia en obra (no es excluyente enseñanza media).

Digitador conocimientos en materiales, sin experiencia (no es excluyente).

Empresa C:

Jefe de bodega reporta al administrador de obra. Perfil técnico con experiencia en manejo de materiales y herramientas en empresas de construcción.

Pañolero cuenta con experiencia en obra (sin enseñanza media).

Digitador conocimientos en materiales, sin experiencia (no es excluyente).

Empresa D:

Jefe de bodega reporta a oficina técnica, con experiencia en obras similares. Pañolero cuenta con experiencia en obra (sin enseñanza media).

Tabla 7: Características del Equipo de bodega en obras estudiadas.

Características	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Reportan a	Dpto Logística Oficina Técnica	Admin. Obra	Admin. Obra	Oficina Técnica
Tipo de Contrato	Planta	Planta (Art.22)	Por obra	Por obra
Estudios				
Jefe Bodega	Técnico en Logística	Técnico en Contabilidad	Técnico	Ens. Media
Pañolero	Ens. Media Completa	No excluye Ens. Media	Sin Ens. Media	Sin Ens. Media
Digitador	Ens. Media Completa	No excluye Ens. Media	No excluye Ens. Media	-

Respecto a la **estructura organizacional**, se hace notar la diferencia en labor principal del jefe de bodega y a quien le reporta. Para la empresa A, su cargo está enfocado a labores de planificación en logística siendo un apoyo en la toma de decisiones, con un rol activo y doble jefatura. Mientras que, para empresas C y D su habilidad y experiencia está basada en varias obras de similares características, con un rol más pasivo y consultivo. Para el caso de empresa B, la obra genera compras por lo que el Jefe de Bodega cuenta con estudios contables.

Jefe de Bodega se relaciona con el administrador de obra ya que es el nexo entre el abastecimiento y recepción de materiales, entregando la información necesaria para que este último realice la aprobación para el pago. Al estar bajo la supervisión de oficina técnica, se puede inferir mayor grado de participación en el flujo de trabajo, planificación y control de lo que se va a realizar.

Para obras de mayor volumen es necesario incorporar pañoleros adicionales para la entrega de materiales (en etapa de terminaciones) o apoyarse en una cuadrilla logística para el traslado de materiales. El traslado de materiales es generar actividades de soporte que no agregan valor ya que no transforman pero son necesarias.

4.3. Análisis del proceso de Abastecimiento

El proceso de compra ha ido evolucionando hasta obtener un mayor control desde oficina central, por la búsqueda constante de las empresas de mantenerse en el mercado y de proyectos más rentables.

En la década de los 90' pasa de generarse las compras en obras y emisión de OC manuales en oficina, a lo actual, donde hay montos de aprobación definidos por gerencia, tiempos de respuesta a la solicitud de materiales, todo centralizado en el departamento de adquisiciones y/o administración de la constructora.

Toma importancia el proceso de envío de la orden de compra (constructora) y de despacho (proveedor) ya que es el medio de agilizar la entrega y posterior recepción del material.

Se debe tener en cuenta, que del proceso de planificación se tiene el listado de materiales a utilizar con su presupuesto asociado. Controlar el proceso de abastecimiento en especial los costos, es revisar que otros materiales no tomen mayor porcentaje de incidencia en el presupuesto final.

Tabla 8: Ejemplo de partidas y % de incidencia en el presupuesto para una obra tipo.

MATERIAL	UNID	% Incidencia	% Acumulado
ENFIERRADURA A63-42H	KG	28,02%	28,02%
HORMIGÓN	M3	27,01%	55,03%
KIT MARCO Y PUERTA	UN	7,70%	62,73%
KIT COCINA	UN	3,91%	66,64%
VOLCANITA	M2	3,03%	69,67%
CERAMICA	M2	2,52%	72,20%
ARTEFACTOS SANITARIOS	UN	2,48%	74,68%
PINO BRUTO	PG	1,87%	76,55%
YESO CORRIENTE (30KG)	SACO	1,43%	77,98%
PLACA CARPINTERA 1.22X2.44X18 MM ESTRUCTURAL	PL	1,31%	79,29%
GRIFERIA	UN	1,29%	80,58%
MORTERO ESTUCO EXTERIOR (45 KGS.)	SC	1,22%	81,80%
MORTERO PARA SOBRELOSA R=20MPA	M3	1,14%	82,94%
MONTANTE ECONÓMICO	TR	0,95%	83,89%
PORCELANATO	M2	0,94%	84,83%
GUARDAPOLVO ENCHAPADO 3/4" x 4"	MT	0,87%	85,70%
PAPEL VINILICO	M2	0,82%	86,52%
KIT MARCO Y PUERTA DE CLOSET	UN	0,82%	87,35%
ENCHAPE DE LADRILLO 24*5.5*2	M2	0,66%	88,00%
RODILLO ESPONJA	UN	0,64%	88,64%
DESMOLDANTE MADERA ADICIEM TAMBOR 200 LTS	TB	0,60%	89,24%
AISLANGLOSS	M2	0,56%	89,80%
CERRADURAS	UN	0,55%	90,35%

Fuente: Proyecto de Construcción de Edificios, CI6501-1 Otoño 2015. FCFM UChile

De las obras visitadas se desprende lo siguiente:

Tabla 9: Análisis del proceso de abastecimiento de las obras visitadas

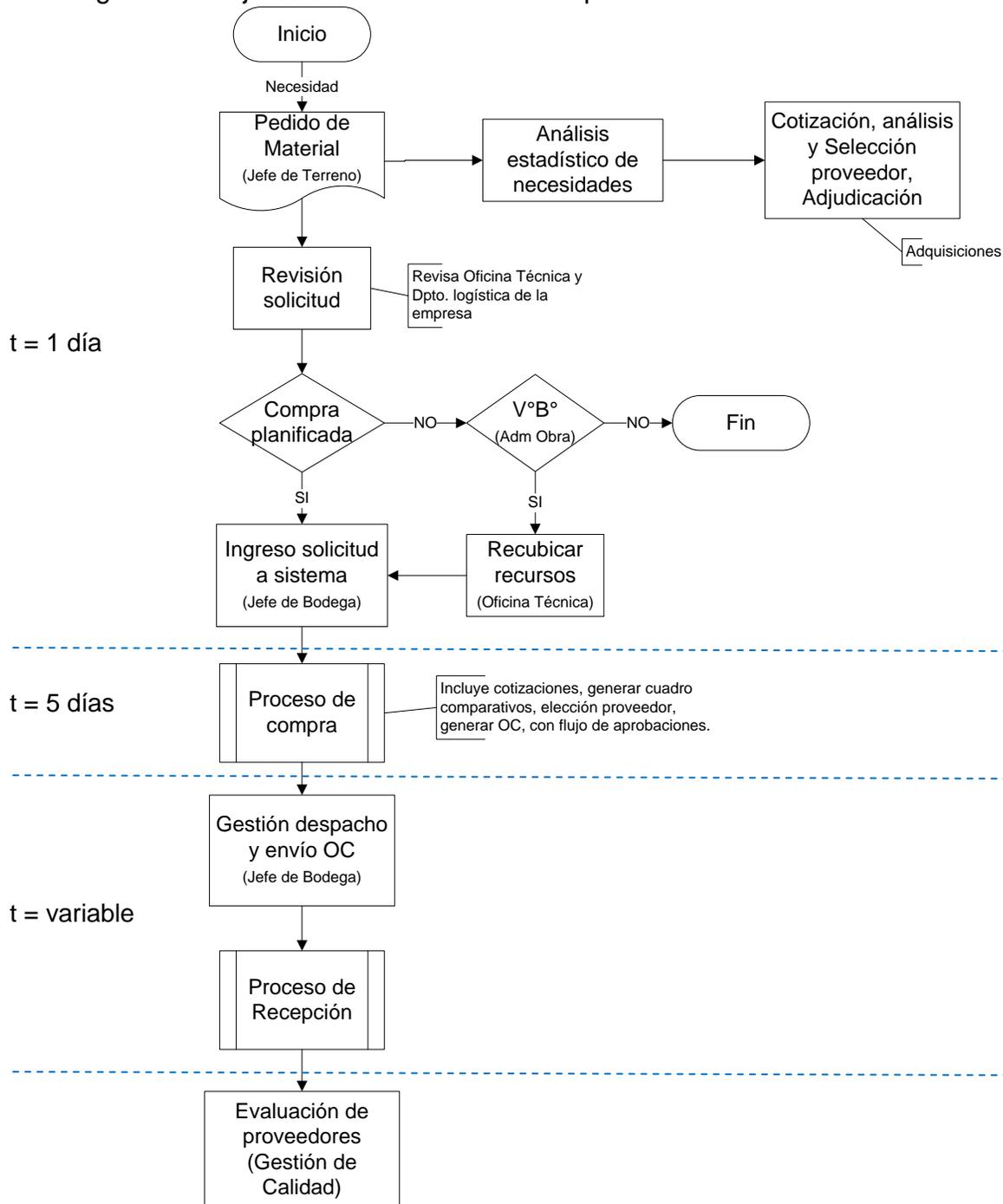
Características	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Pedido de Materiales	Jefe de Terreno en reunión planificación	Jefe de Terreno	Jefe de Terreno	Jefe de Terreno Oficina Técnica
Inventario	Actualizado	Desactualizado - vales de consumos	Actualizado	Desactualizado - vales de consumos
Stock Crítico	SI	SI	SI	No informado
Software	SAP Planilla Excel	iConstruye	iConstruye	iConstruye
Quien Cotiza	Adquisiciones	Proveedores a través de iConstruye	Adquisiciones Jefe de Bodega	Adquisiciones
Quien Compra	Adquisiciones	Bodega Obra	Adquisiciones Bodega Obra	Adquisiciones Bodega Obra
Multa Pedidos urgentes (*)	1 UF/material	NO	0,5 UF/material	NO
Máx. días en generar OC	5	2	3	Sin definición
Convenios	SI	NO. Convenios solo OG	SI	No informado
Monto mín. solo V°B° Adm. Obra	0,5 millones	1,5 millones	0,5 millones	No informado

(*) La multa por pedidos urgentes se carga a la obra que genera la solicitud y se hace traspaso interno al departamento de adquisiciones (constructora).

Fuente: Elaboración propia.

Empresa A: Jefe de Terreno define partidas críticas. Cada semana Jefe de Bodega envía planilla stock crítico e inventario (Excel), donde se definen compras que se realizan solo en un día a la semana (día asignado a la obra). Tiempos de respuesta oficina central: 5 días en cotizar y generar OC. En software SAP se tiene pre cargado base de datos de materiales con códigos, para trabajar en planilla maestro de materiales (listado precio-proveedor). Pedidos urgentes cobro adicional 1 UF/material.

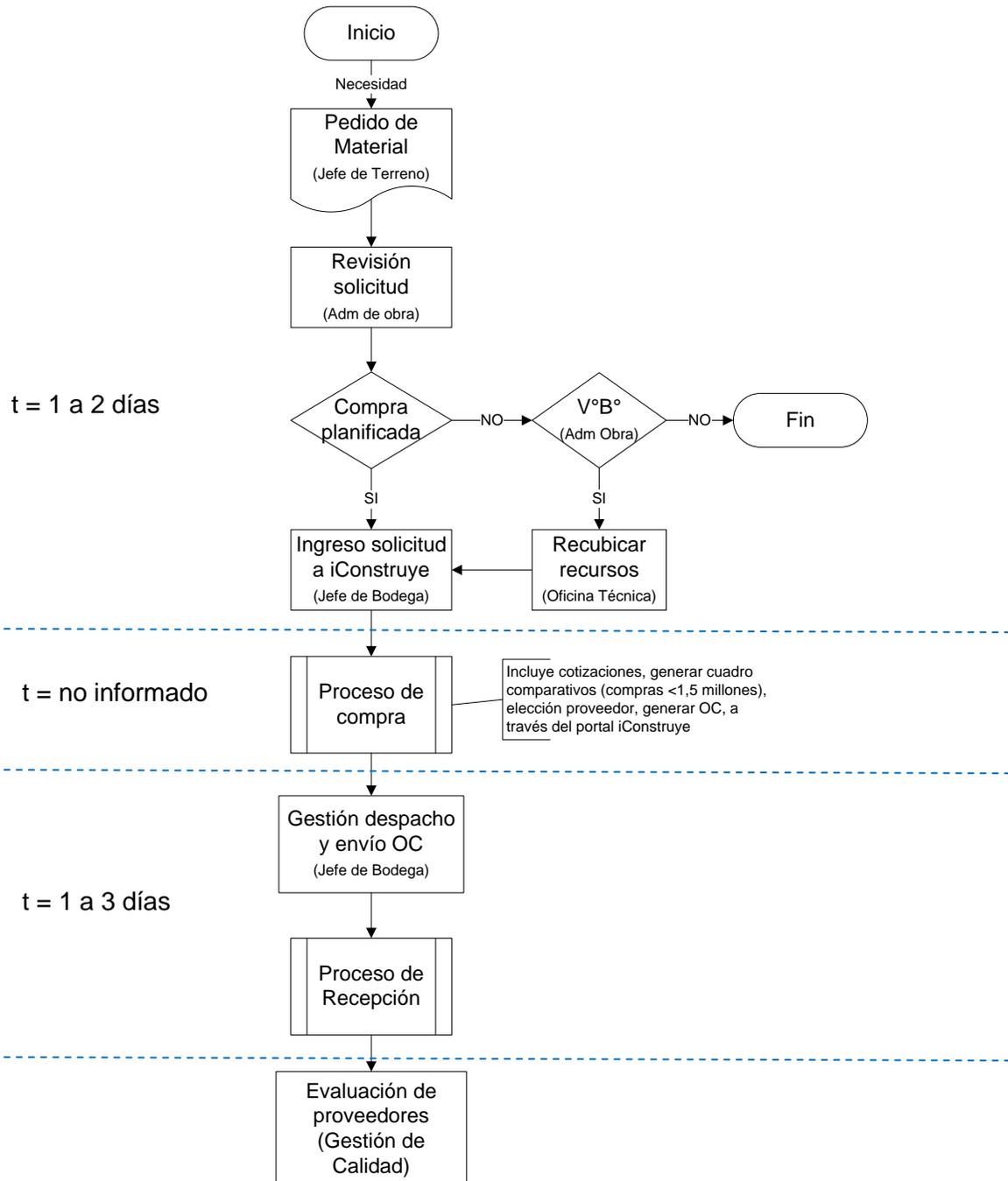
Figura 21: Flujo de abastecimiento de Empresa A.



Fuente: Elaboración propia.

Empresa B: Jefe de Terreno centraliza pedidos, donde Jefe de Bodega lo sube al portal iConstruye (V°B° administrador de obra y alerta de pedido aprobado electrónicamente). Proveedores cotizan a través del portal iConstruye. Se generan cuadros comparativos para compras sobre 1,5 millones. Utilizan stock crítico definido en iConstruye, el cual se define dependiendo del avance. Esto genera una alerta en el mail cuando está bajo el límite definido.

Figura 22: Flujo de abastecimiento de Empresa B.



Fuente: Elaboración propia.

Empresa C: Jefe de Terreno centraliza pedidos, donde Jefe de Bodega verifica si en el inventario se encuentran los materiales solicitados, en caso de no contar con ellos, se realizará el proceso de compra. Si el monto de la compra es menor a \$500.000 (IVA incluido), Jefe de Bodega genera la respectiva orden de compra en iConstruye, para aprobación del Administrador de Obra. Compras sobre \$500.000 (IVA incluido) subgerencia de Adquisiciones emite OC y entra al flujo de aprobación de la siguiente tabla:

Tabla 10: Montos de aprobación para OC en empresa C.

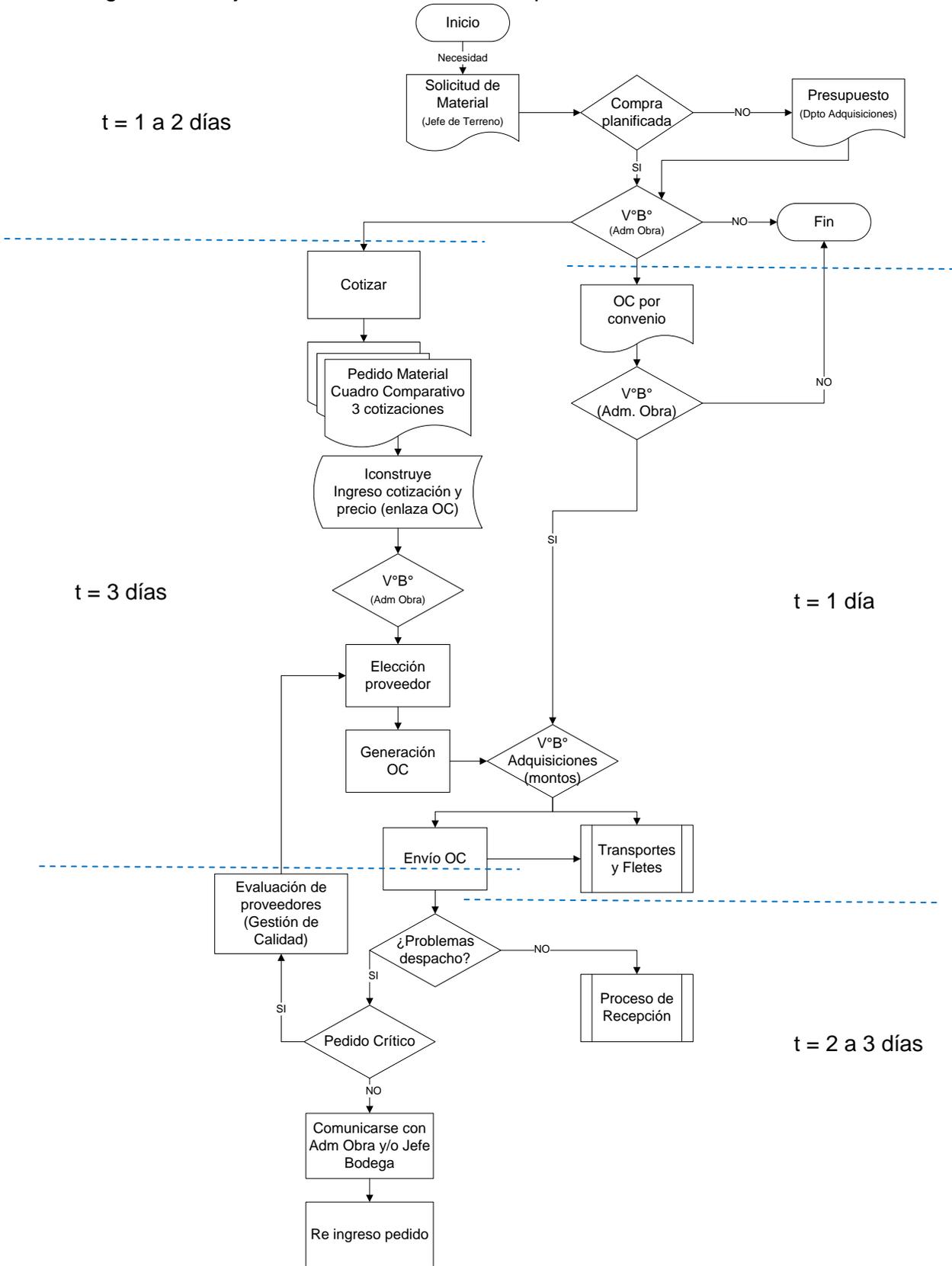
<\$1.000.000 Subgerencia Adquisiciones.
>\$1.000.000 Gerente de Obra.
>\$10.000.000 Gerente de Operaciones
>\$20.000.000 Gerente Construcción

El plazo máximo de emisión de OC es 3 días hábiles para pedidos regulares y de 1 día hábil para pedidos urgentes. La obra no está autorizada para realizar compras a un mismo proveedor en un mismo día, por montos que sumen o sean mayores a \$500.000 (IVA incluido). Adquisiciones realiza OC de materiales incidentes entre el 80% a 90% del presupuesto. Mantienen convenios con precios fijos que se revisan cada 6 meses o variación del mercado.

Tabla 11: Ejemplo de materiales en convenio para empresa C

CONVENIOS OBRA GRUESA		
Hormigones	Cemento	EEPP
Acero Construcción	Perfiles Tabiques	Siliconas y Adhesivos
Terciado Films	Clavos y Alambre	Fletes
Terciado Estructural	Adhesivo Cerámicos y Porcelanatos	Polietileno
Baños Químicos	Otros Adhesivos	Separadores Plástico
Placa Yeso Cartón	Aditivos, desmoldantes, otros	Fibro cemento
Aislantes	Aditivos Industrial	Pintura
Yeso	Desmoldantes	Ascensores
Isomur	Morteros	Maderas
CONVENIOS OBRA TERMINACIONES		
Ascensores	Molduras	Cubiertas Cocina
Puertas y Molduras	Artefactos Sanitarios	Quincallería
Kit de Cocina	Alfombra	Tinas
Porcelanatos y Cerámicos	Lavaplatos	Papel
Piso fotolaminado	Griferías	Calefont

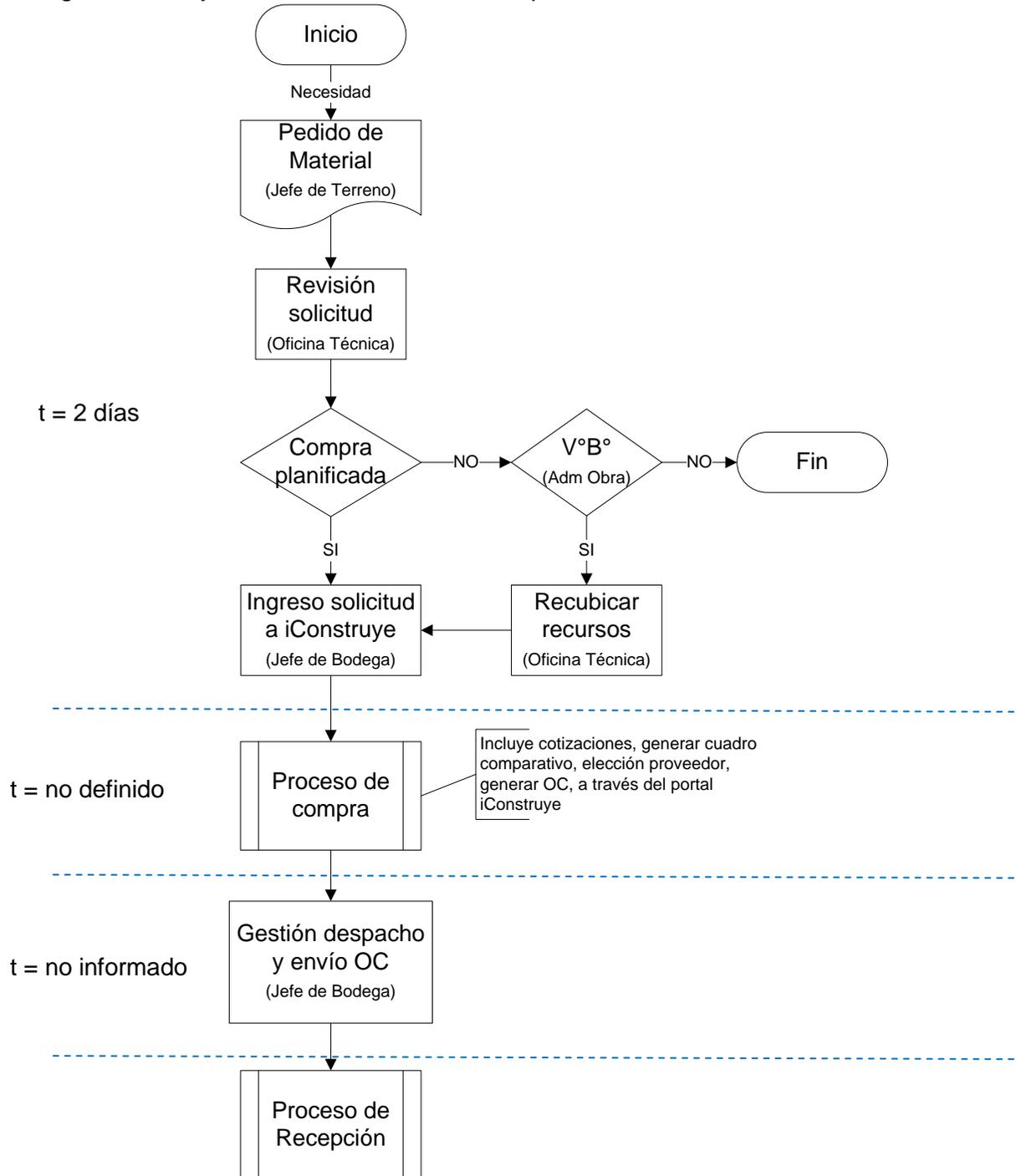
Figura 23: Flujo de abastecimiento de Empresa C.



Fuente: Procedimiento de bodega Empresa C.

Empresa D: Jefe de Terreno centraliza pedidos de materiales, donde Jefe de Bodega realiza compras menores en portal iConstruye. Adquisiciones realiza compras de materiales que tienen 80% de incidencia en el presupuesto. No existen multas por generar pedidos urgentes, y tampoco definición de plazo en tramitación de OC. Oficina Técnica coordina las compras necesarias dependiendo del avance que se quiera alcanzar, cumpliendo las restricciones de espacio de la obra.

Figura 24: Flujo de abastecimiento de Empresa D.



Fuente: Elaboración propia.

Respecto al **abastecimiento**, las empresas centralizan las adquisiciones para un mejor control, con el fin de evitar a toda costa acuerdos con proveedores/subcontratos para obtener recompensas personales, ya sea en dinero, obsequios, servicios u otros. Se unifican criterios y condiciones para que la selección de proveedores sea en base al precio, calidad, plazos y especificaciones de la empresa, eligiéndose a los que ofrecen la oferta más conveniente. Es decir, estandarizando las condiciones de compra, previo a la necesidad.

Materiales de requerimiento urgente se toma como prioridad emitiéndose OC a lo más en 24 horas por parte de adquisiciones; en otros casos jefe de bodega realiza cotizaciones y cuadros comparativos (materiales menores) siempre apoyado desde oficina central. Tendencia de la industria a tener un control del abastecimiento desde Adquisiciones, para materiales incidentes entre el 80 a 90% del presupuesto.

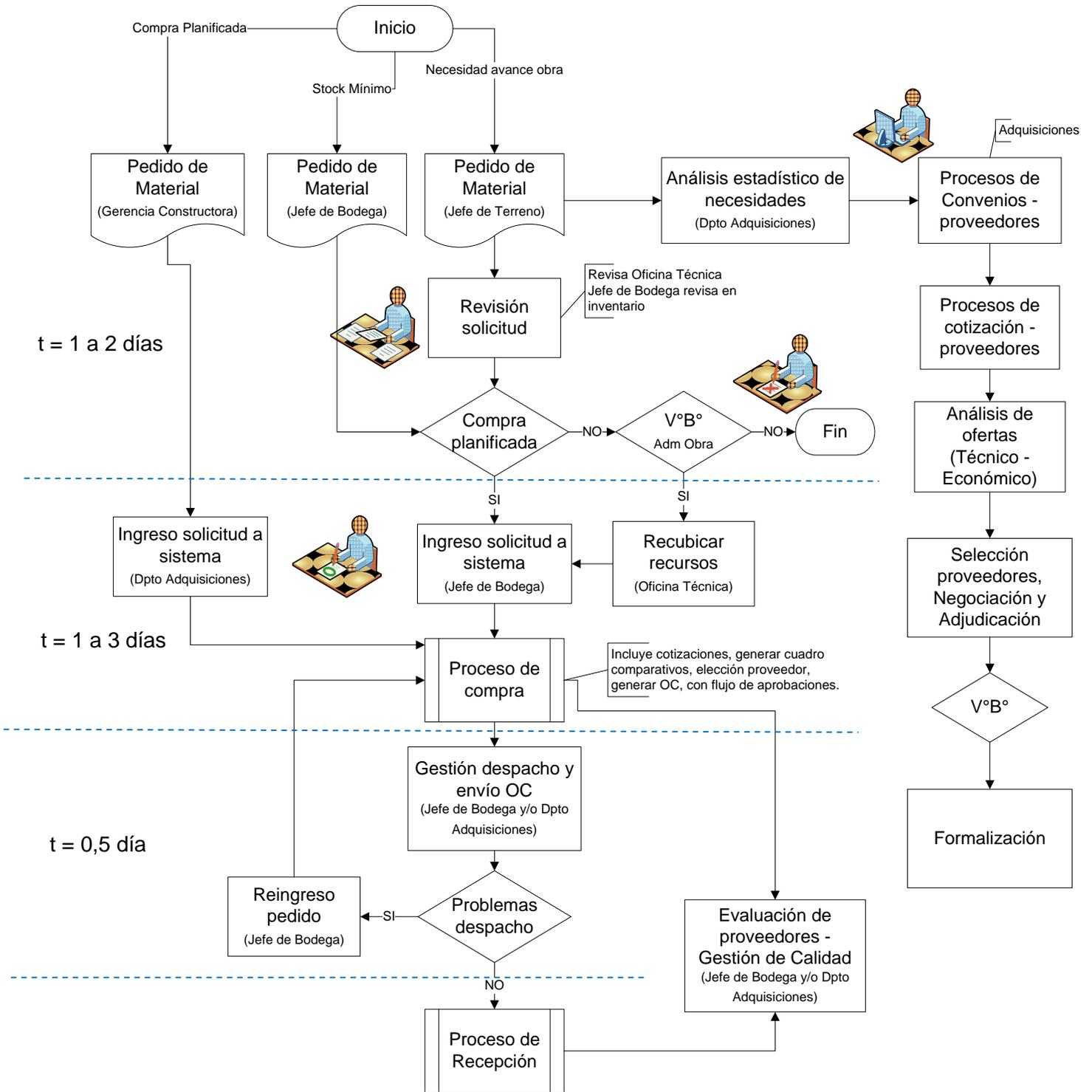
La diferencia entre las obras radica como utilizan el software de apoyo y el orden alcanzado en los procesos de planificación. Por ejemplo empresa A, solo realiza compras un solo día en la semana aprovechando los convenios en partidas estratégicas o críticas. Los convenios son acuerdos por cantidades y precio, del cual se llega mediante un análisis técnico económico entre distintos departamentos (Calidad, Adquisiciones, Inmobiliaria y Constructora).

Las siguientes observaciones son la base del flujo de abastecimiento propuesto de las obras visitadas. Que inicia con un pedido de materiales llegando a la recepción, y como se enlaza para generar convenios. La evaluación de proveedores no se enlazó a ninguna actividad en particular ya que es transversal a todo el proceso.

- Cuando la obra está en ejecución, el Jefe de Terreno es el encargado de recopilar las necesidades de materiales, servicios, herramientas y equipos, de acuerdo al programa de trabajo y antecedentes técnicos de la obra. Esta solicitud se hace en formulario de pedido de material en el que se indican las cantidades de los materiales y/o equipos, unidades de medida, las descripciones (en forma clara), la actividad en que se ocupará y las fechas requeridas en obra.
- Jefe de Oficina Técnica revisa y verifica dicha solicitud (cantidades, unidades de medida y las imputaciones sean las correctas), y de ser necesario completa algún campo que falte. Para posteriormente aprobar y solicitar VºBº a Administrador de Obra, quien puede aprobar o rechazar dicha solicitud.
- En caso de aprobación, se solicita a Jefe de Bodega el ingreso de la solicitud de material, equipo u herramientas a sistema: iConstruye, SAP o afín, para que un ejecutivo de adquisiciones (Constructora) atienda dicho requerimiento. Solo se aprecia en Empresa B, que el jefe de bodega compraba a través de iConstruye solicitando cotizaciones a proveedores y haciendo los cuadros comparativos ya que la tendencia, es la centralización desde oficina central. Para el caso de equipos o herramientas se debe atender como gestión de compra o arriendo de estos.

- En caso de rechazo de la solicitud de materiales, esta no es firmada y se informa al solicitante el(los) motivo(s) de tal rechazo, aclarando con él las líneas en cuestión. Una vez aclaradas se vuelve al flujo de aprobación. Una buena práctica para un pedido interno rechazado, es que no podrá ser enmendado, por lo que toda modificación se redacta nuevamente antes de continuar con el flujo de aprobación.
- Los pedidos de materiales se coordinan con antelación con los profesionales de obra, para mantener el ritmo de avance (flujo de trabajo), manteniendo un stock reducido (programa bisemanal). Si un material no se considero en obra, es necesario re cubicar los recursos y documentar según indique el propio sistema de gestión de la calidad de la empresa.

Figura 25: Flujo de abastecimiento propuesto de las obras visitadas.



Fuente: Elaboración propia.

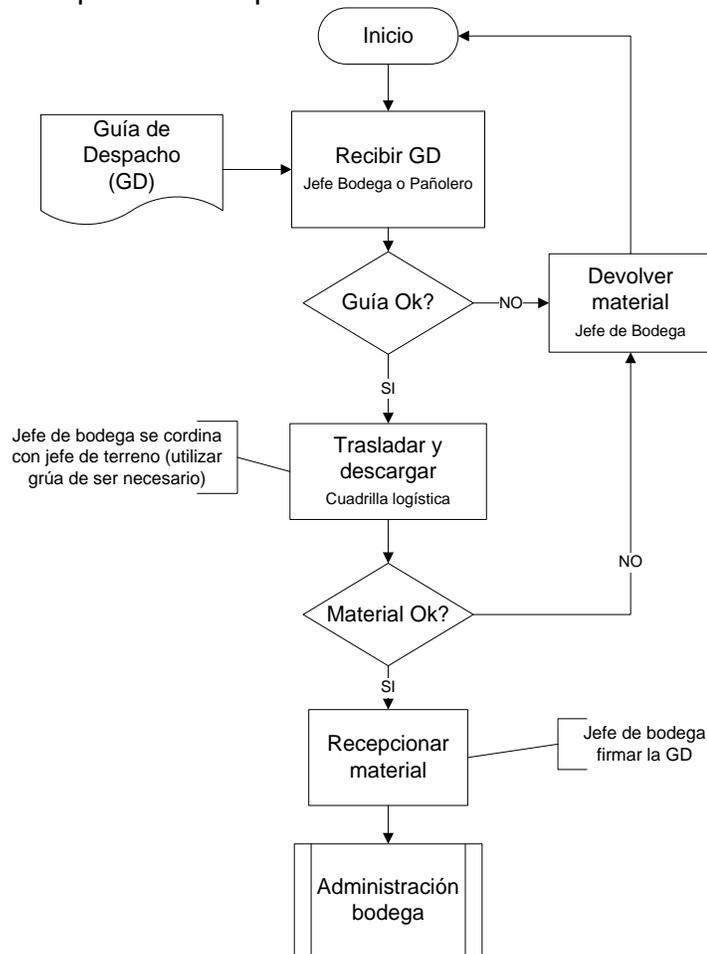
4.4. Análisis del proceso de Recepción

La Recepción es una actividad que se desarrolla de manera similar, que inicia cuando el proveedor despacha productos a obra. En este proceso es vital controlar los recursos que son recibidos, procurando que ingresen en buen estado y cumpliendo con los requisitos establecidos en la compra, para posteriormente ubicarlos de acuerdo a criterios definidos o según materialidad.

De las obras visitadas se desprende lo siguiente:

Empresa A: Jefe de Bodega coordina despachos de OC generadas por adquisiciones. Al recibir materiales, revisa guía de despacho (cantidades, especificaciones y estado) contrastando contra OC (previamente archivadas). Puede recibir jefe de bodega o pañolero, los cuales cuentan con calendario de despacho de materiales (elaborado por oficina técnica). No se reciben facturas en obra, solo guías de despacho. Tiempos de ingreso de guías de despacho menor a 24 hr en módulo materiales SAP. Las guías no se escanean solo archivadas. Con Jefe de Terreno se coordina el traslado de materiales mayores a acopios, o a bodega apoyados con cuadrilla logística.

Figura 26: Flujo de recepción de Empresa A.

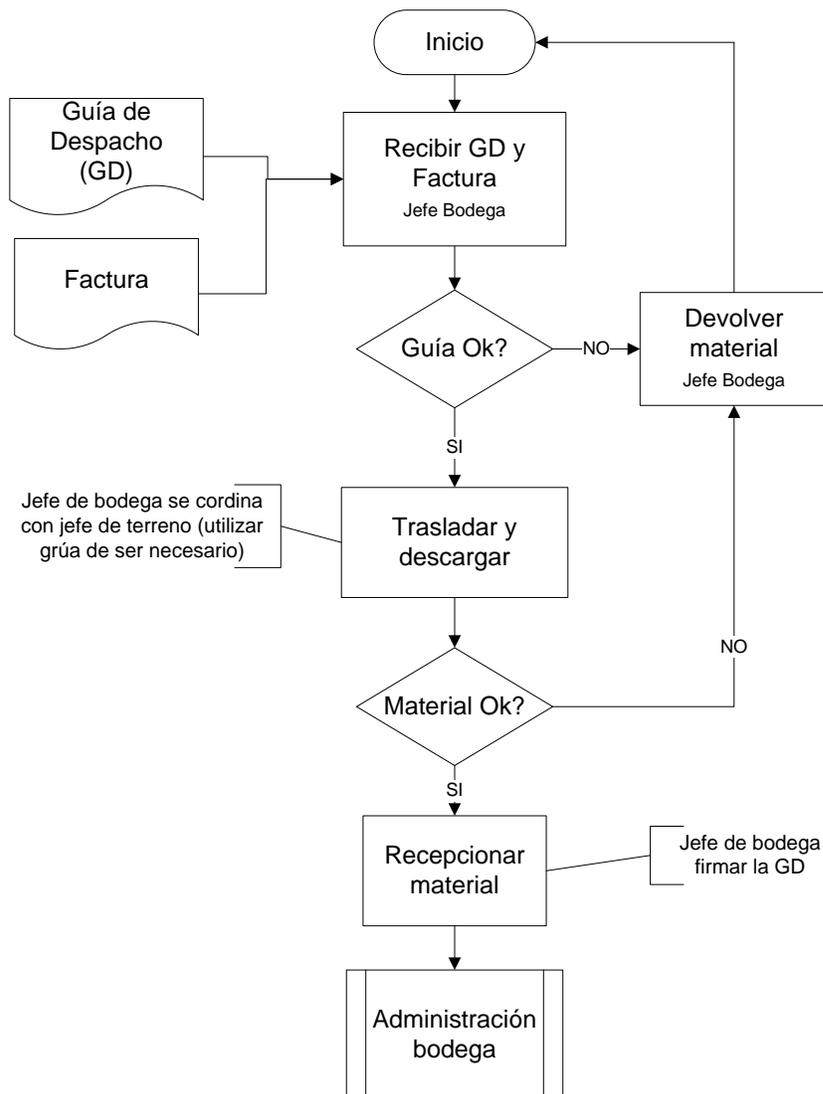


Fuente: Elaboración propia.

Empresa B: Jefe de Bodega al recibir materiales, revisa guía de despacho (cantidades, especificaciones y estado) contrastando contra OC (previamente archivadas). La obra recibe facturas donde se anexan a GD y OC. Una vez a la semana se envía archivador con pack (factura, GD, y OC) a oficina central, donde esta devuelve fotocopias de respaldo.

Materiales costosos en repisas con llave (grifería). Problemas en despacho, Jefe de Bodega se comunica directamente con proveedores. Edificio cuenta con locales comerciales en primer piso, los que son utilizados como bodega. Se trasladan materiales mayores a pisos superiores inmediatamente acopios ya sea con montacarga o grúa de ser necesario.

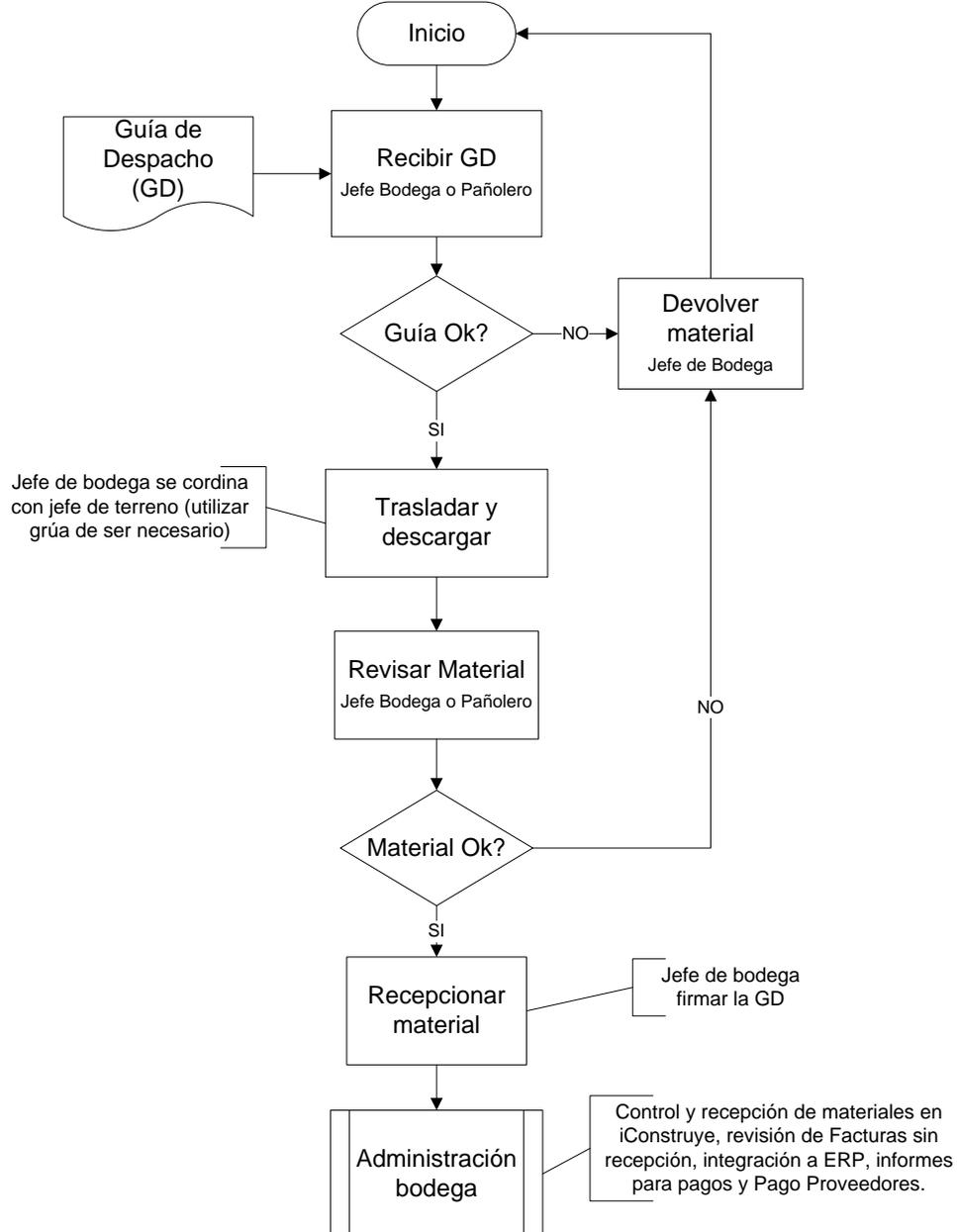
Figura 27: Flujo de recepción de Empresa B.



Fuente: Elaboración propia.

Empresa C: Jefe de Bodega coordina despachos de OC generadas por adquisiciones. Puede recibir jefe de bodega o pañolero, los cuales cuentan con calendario de despacho de materiales (elaborado por oficina técnica). Se revisa guía de despacho (cantidades, especificaciones y estado) contra OC (previamente archivadas). Una vez recibido el material en obra se ingresa número de GD, fecha, cantidades de material e imagen de esta en iConstruye (plazo 24h), y plataforma entrega un número de nota de recepción de orden de compra, que sirve para aprobar factura por parte de administrador de obra (2 veces por semana mínimo). Los ingresos de GD aumentan inventario (modulo bodega iConstruye).

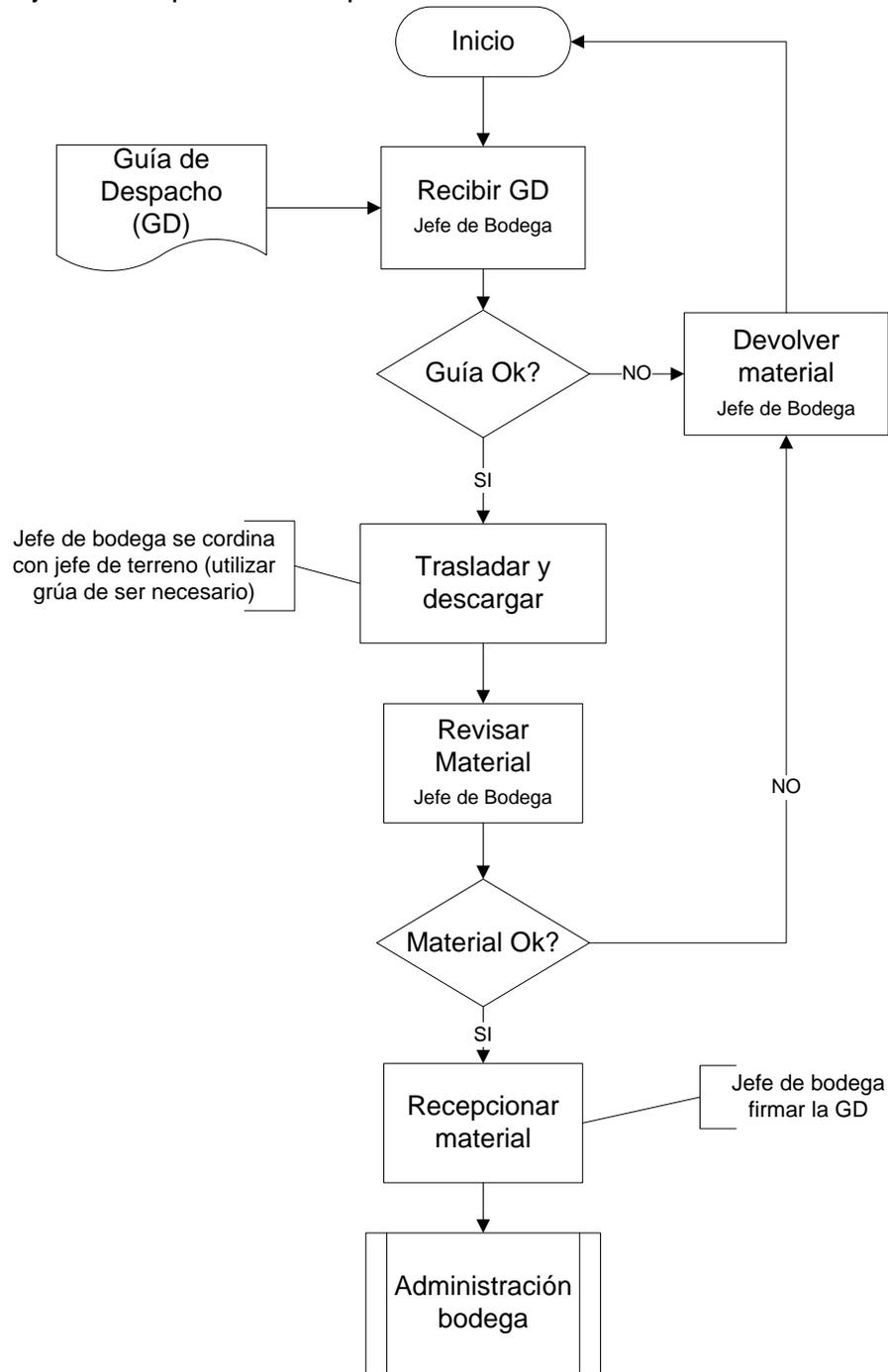
Figura 28: Flujo de recepción de Empresa C.



Fuente: Elaboración propia.

Empresa D: Jefe de Bodega al recibir materiales, revisa guía de despacho (cantidades, especificaciones y estado) contrastando contra OC (previamente archivadas). La obra cuenta con muy poco espacio físico, por lo que el calendario de despacho tiene mayor cantidad de fechas (mayor frecuencia) respecto a las otras obras analizadas. Se agrega material ingresado a inventario de iConstruye.

Figura 29: Flujo de recepción de Empresa D.



Fuente: Elaboración propia.

De las obras visitadas se apreció las siguientes prácticas:

- Recepción de materiales por guardia de la obra.
- Guías de despacho acopiadas en escritorios, que en algunos casos se extraviaron.
- Jefe de bodega revisa materiales cuando estos fueron trasladados al frente de trabajo y no al momento de recepción.
- No ingreso de materiales de GD a sistema utilizado por la empresa, lo que con lleva a no tener información actualizada del stock.

Dado lo anterior se recomienda, el siguiente procedimiento.

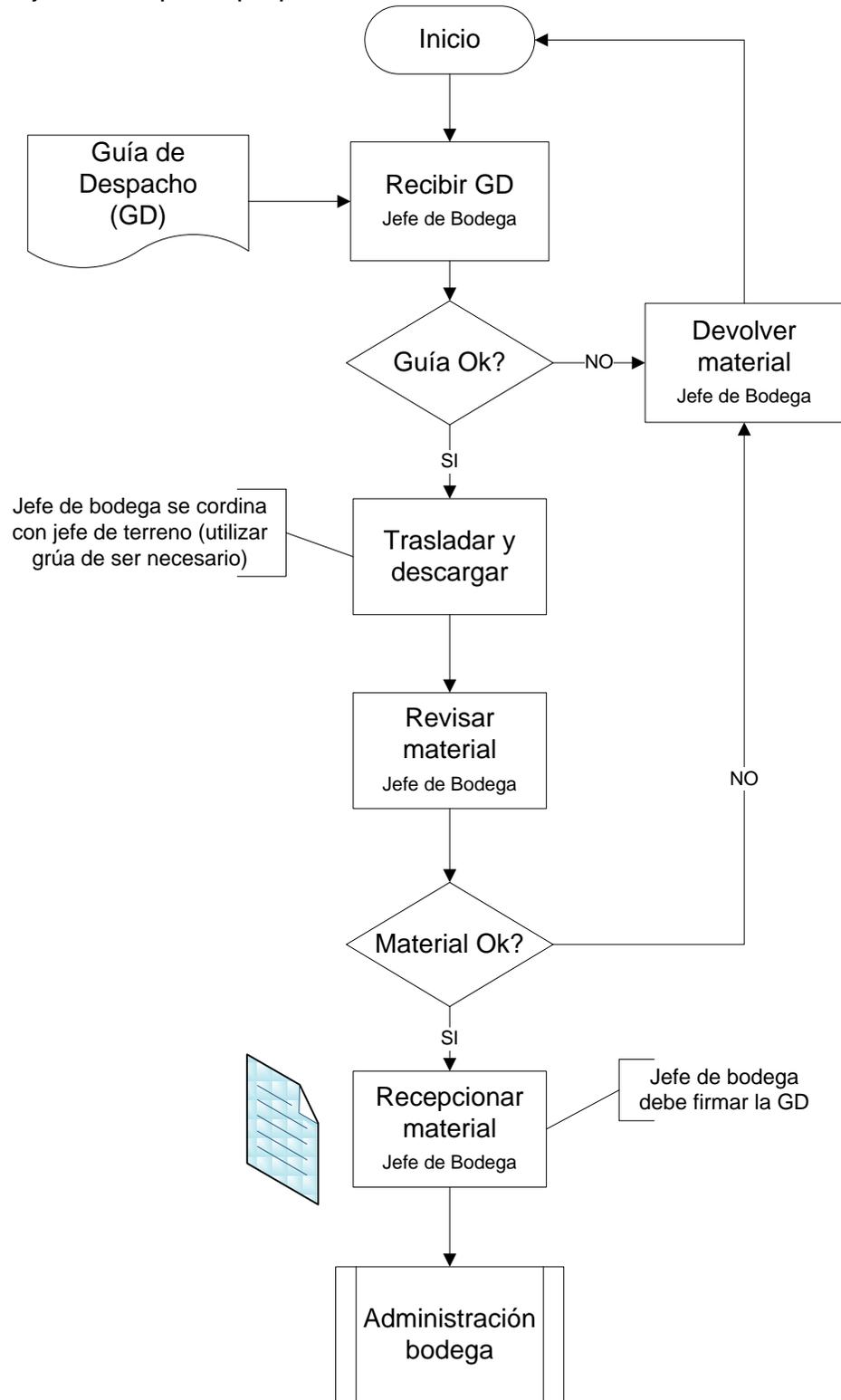
Cuando un material, equipo o herramienta llega a obra, el jefe de bodega o a quien designe, es responsable de solicitar la guía de despacho al transportista o despachador para verificar los siguientes datos:

- Los materiales recibidos correspondan efectivamente a la obra.
- Orden de compra para los materiales o número de pedido en cantidad y descripción para equipos y herramientas, indicado en la guía de despacho. En caso de que la guía de despacho no indique la orden de compra o número de pedido, la deberá buscar en sistema iConstruye, SAP u otro
- Material corresponda en cantidad, calidad y especificación técnicas (inspección visual y física del estado del material recibido). En caso de existir diferencias reportarlas en la guía de despacho y solo se hará recepción del material previa aprobación del jefe de bodega con autorización del administrador de obra. Si este último, rechaza el pedido por no cumplimiento, se devuelve la mercadería al proveedor.

Si no cumple la revisión en cantidad, especificaciones técnicas y calidad del material, requisitos establecidos por la obra (solicitante), los materiales son devueltos al proveedor, teniendo la posibilidad de aceptar parte del pedido que cumpla con las especificaciones para posteriormente gestionar la reposición de estos. Pues bien, ya recepcionado físicamente el material, herramienta o equipo, el jefe de bodega o quien designe, firma y registra la fecha, hora y timbra la guía de despacho del proveedor o despachador, confirmando la recepción en cantidad, calidad y especificación técnicas con los detalles anteriormente mencionados.

El jefe de bodega tiene como responsabilidad el proceso de descarga y almacenaje del material, herramienta o equipo recibido tomando en cuenta las características propias de cada uno y a los procedimientos de cada compañía. Posteriormente se recomienda en un plazo menor a 24 horas, ingresar al sistema iConstruye, SAP u otro el número de guía de despacho con la que se recepcionó y las cantidades, con los códigos correspondientes y su centro de costo asociado por partida. De esta manera los recursos quedan disponibles para la entrega y distribución.

Figura 30: Flujo de recepción propuesto de las obras visitadas.



Fuente: Elaboración propia.

4.5. Análisis del proceso de Almacenaje

Se analizó el almacenaje como antecedente, en el capítulo 3., abordando la manipulación, almacenamiento y preservación de materiales en bodega (caso ideal).

De las obras visitadas se desprende lo siguiente:

Empresa A: Oficina jefe de bodega aprox de 6 x 4m, cuenta con computador de torre, internet, teléfono fijo con salida a celular, radio para comunicarse con supervisores en terreno, silla, escritorio, impresora, pizarra y mueble para archivadores. No hubo movimiento de bodega en el proyecto, ya que el proyecto se dividió en varias etapas. Gran bodega, con espacios separados para combustibles, materiales peligrosos, con patios de acopio sobre pallets.

Figura 31: Imágenes de bodega de Empresa A



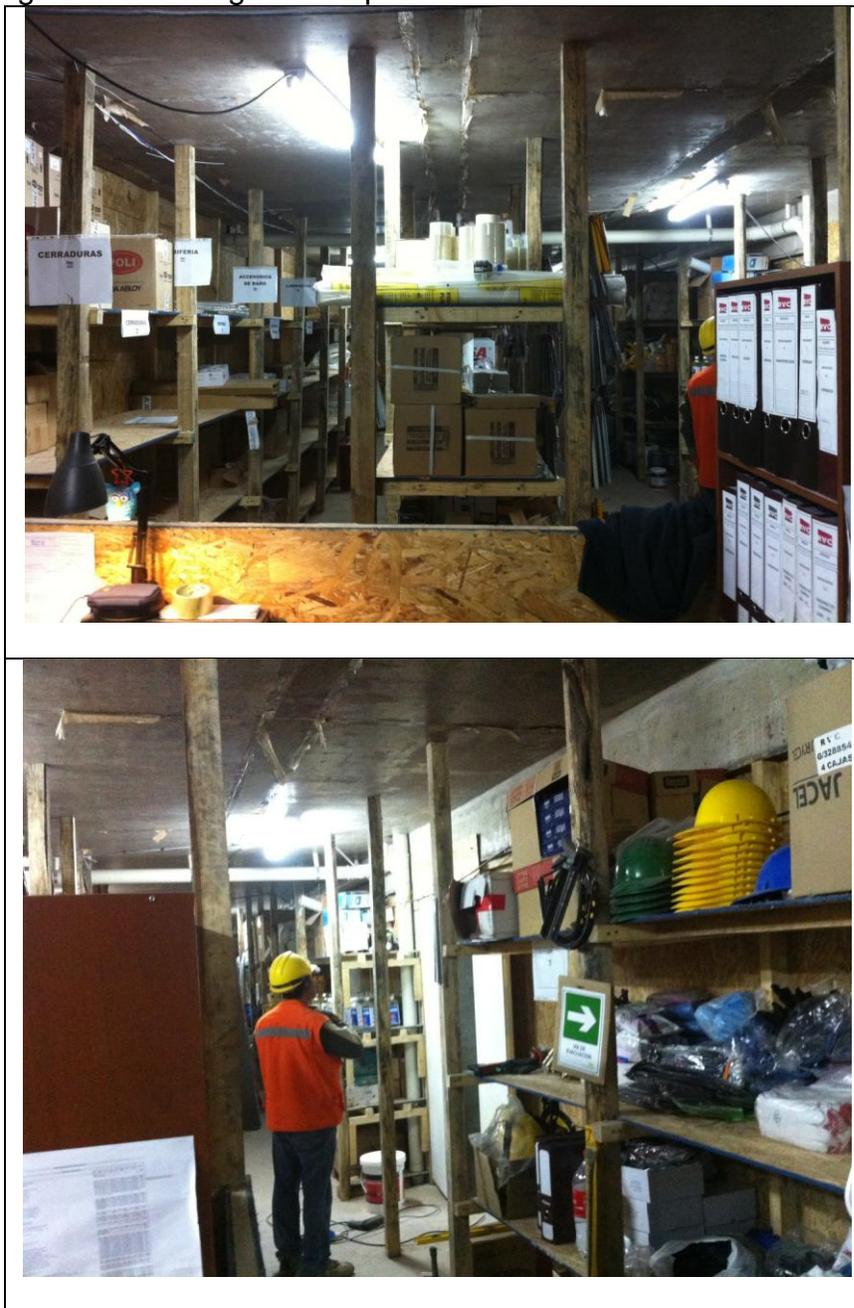
Empresa B: Oficina jefe de bodega cuenta con computador de torre, internet, teléfono fijo sin salida a celular, radio para comunicarse con supervisores en terreno, silla, escritorio, multifuncional, pizarra y mueble para archivadores. En la obra se hicieron dos movimientos de bodega, a subterráneos y galerías que dan exterior del edificio. Cuenta con pañol de sacos, bodega adicional y bodega de combustibles. Materiales costosos en repisas con llave (grifería). Búsqueda de materiales no es rápida, desorden en el almacenaje, además Jefe de Bodega no tiene control visual de los materiales porque su oficina es de una galería distinta que no está conectada al lugar de bodegaje.

Figura 32: Imágenes de bodega de Empresa B



Empresa C: Oficina jefe de bodega cuenta con computador de torre, internet, teléfono fijo sin salida a celular, radio para comunicarse con supervisores en terreno, silla, escritorio, multifuncional, pizarra y mueble para archivadores. Bodega se mantuvo en el segundo subterráneo concentrando un 1/3 aprox de la planta de estacionamiento y además de los acopios repartidos en distintos pisos de la obra. Pasillos señalizados de los materiales almacenados, con gran separación entre rack's, se mantiene un orden visual

Figura 33: Imágenes de bodega de Empresa C



Empresa D: Oficina jefe de bodega cuenta con un container oficina mientras entra en régimen la obra. Cuenta con computador, teléfono y radio. No se permitió fotografiar la bodega. Descripción vaga, debido a que obra estaba en excavaciones y fundaciones. Compras para cierres e instalación de faena.

De lo visto en las obras, no se apreciaron características físicas y geométricas comunes en las bodegas visitadas, pero coinciden en los movimientos de las instalaciones a medida que avanza la obra y la utilización de los subterráneos para almacenar mercadería costosa y delicada que requiere supervisión en todo momento.

Cuando la obra está en régimen se manifiesta el problema de la insuficiencia de espacio disponible (por ejemplo, la superficie total, la forma, el acceso, la proximidad). Cada obra lo resuelve particularmente, pero perfectamente puede ser abordado en etapas de planificación como una variable estandarizada por la empresa. Conocer las características del material (por ejemplo, tamaño de la unidad, el peso, voluminosidad, embalaje), servirían para imponer requisitos específicos de manejo, protección y gestión para así evitar y reducir el riesgo de daño de material en los traslados o la pérdida de estos, ya que tener desorden en acopios, hace que se consuman más materiales de lo debido, por lo que hay un costo oculto en materiales residuos que no son reciclados y simplemente se botan. Esto es fácil de detectar si se lleva el control de diferencias de lo consumido con lo cubicado, ya que en toda obra mantener el orden es una tarea a resolver durante toda la ejecución.

Una de las condiciones que siempre debe estar presente es la identificación de restricciones respecto a los avances y almacenaje (acceso a bodega y acopios). En terreno siempre se apreció la bodega como un almacén estático al cual los trabajadores se acercan a pedir materiales. Se plantea la idea usar un centro de distribución dinámico el cual movilice los materiales al lugar de uso, por ejemplo, estos idealmente podrían estar en su destino fuera de los pisos o departamentos para instalarse de inmediato con el fin de disminuir la probabilidad de incurrir en daños. Esto se logra mediante una sincronización de flujos de materiales en frentes de trabajo mediante las siguientes acciones:

Figura 34: Acciones para contar con un flujo de materiales en frentes de trabajo.

Participar de reuniones de planificación de avance.

Definir actividades que requieran cuadrillas de traslado de materiales.

Mantener al día en plataforma o planilla control, los ingresos de materiales (GD) y las salidas (vales de consumo). Gestión de recursos críticos.

Parcelar despachos, en tiempo y/o en cantidad (unidades más pequeñas, ejemplo pallet).

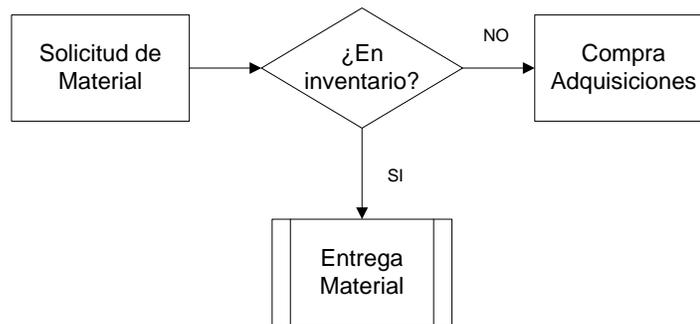
Fuente: Elaboración propia.

4.6. Análisis del proceso de Entrega y distribución (consumos)

Este proceso se relaciona con la entrega y traslado de los pedidos internos de materiales, equipos y herramientas, desde su lugar de almacenamiento hasta el frente de trabajo dependiendo de las necesidades que se generen por el avance de la obra.

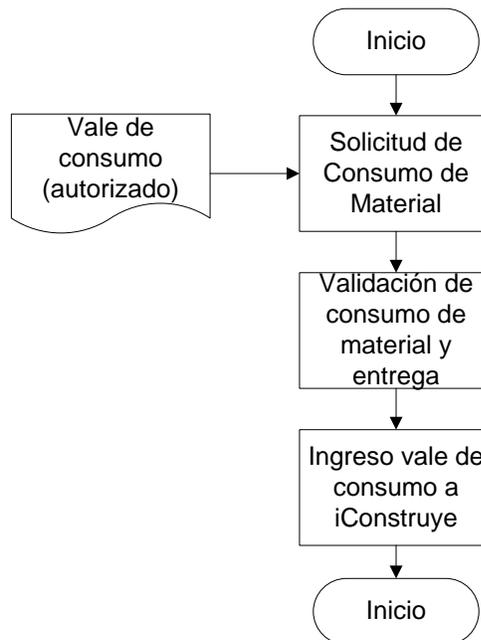
De lo visto en las obras, no se aprecia que sea abordada la entrega y distribución de materiales, mediante flujos de procesos en los procedimientos de trabajo. Son descritas a grandes rasgos sin darle mayor atención a la re emisión de vales o los subprocesos que esta conlleva.

Figura 35: Flujo de entrega y distribución de materiales de empresa A, B y D



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36: Flujo de entrega y distribución de materiales de empresa C.



Fuente: Elaboración propia.

Dado lo anterior se recomienda, el siguiente procedimiento.

El proceso inicia cuando se detecta la necesidad de material en terreno, solicitando a un supervisor o capataz un vale consumo. Dicho documento es auditable por lo que debe estar codificado en el sistema de gestión de la calidad y debe tener firma de autorización. El supervisor debe velar porque el pedido sea acorde al trabajo que se está desarrollando, teniendo la posibilidad de aprobar, rechazar o modificar tal solicitud, para luego validar mediante firma.

Como buena práctica, las bodegas de dos empresas, contaban con un documento donde están los integrantes autorizados con sus firmas respectivas, para reconocimiento de autorización de pedidos de insumos. El jefe de bodega es el encargado de mantener actualizado dicho registro, publicando las copias necesarias en bodegas y pañoles.

El vale consumo es presentado en bodega, donde está la posibilidad de que el trabajador pueda trasladar directamente el material o coordinar una cuadrilla de traslado o grúa para el izaje a pisos superiores. En este punto toma relevancia la coordinación que se logre en las reuniones de programación, previendo estas actividades como parte de las labores del día a día y analizando las causas de no cumplimiento para tomar acciones correctivas o preventivas según sea el caso.

El jefe de bodega revisa que el vale esté correctamente emitido, sin borrones, legible y que cuente con firmas autorizadas, además de chequear el stock disponible. En algunas empresas, utilizan cuadros de entrega ya que es una manera rápida de ir chequeando lo solicitado con lo originalmente planificado. En caso de que solo sea posible entregar una porción de los materiales, se deben comunicar las razones y analizar las acciones a seguir. Finalmente, los materiales son entregados en el frente de trabajo con la coordinación de jefe de terreno para el traslado mediante una cuadrilla o izaje con grúa a pisos superiores.

También se deben considerar los traspasos entre bodegas (con guías de despacho) y las devoluciones de materiales no utilizados a bodega al término de la jornada.

Las siguientes figuras reflejan un vale consumo tipo con los errores comunes que hacen difícil el proceso de rebajar stock y el chequeo de consumos por destino. Los campos del vale consumo son:

- Fecha
- Quién autoriza
- Cantidad, unidad de medición y detalle de pedido de material
- Destino (piso, departamento)
- Asociado a una partida o centro de costo del material

Figura 37: Vales de consumo de obras visitadas.

[Redacted] Nº 003370

VALE DE SALIDA DE BODEGA VALE POR ENTREGA

FECHA 25/9/14 [Redacted] HERRAMIENTAS

NOMBRE Y FORMA DE QUIEN AUTORIZA Donde Roberto ELEMENTOS A CARGO

DESCRIPCION DEL RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PARTIDA	DESTINO	V° B°
<u>Alambre</u>	<u>kg</u>	<u>105</u>			
<u>Puntas de alambre</u>	<u>kg</u>	<u>100</u>			
<u>Alambre</u>					

[Redacted] Nº 002793

VALE DE SALIDA DE BODEGA VALE POR ENTREGA

FECHA 02/10/2014 HERRAMIENTAS

NOMBRE Y FORMA DE QUIEN AUTORIZA INGENIERO MASIAS ELEMENTOS A CARGO

DESCRIPCION DEL RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PARTIDA	DESTINO	V° B°
<u>Alambres 4"</u>		<u>350</u>		<u>Alambres 4"</u>	<u>1/1</u>
		<u>300</u>			

[Redacted] **Vale Consumo de Materiales** Nº 17160

Nombre de la obra [Redacted] Nº Piso: 12

Fecha: 23 DICIEMBRE 2014 Departamento: 1219

Sírvase a entregar los siguientes materiales al Sr. F. PARRA

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	DESTINO	CUENTA DE COSTO
<u>1</u>	<u>kg</u>	<u>alambres simple</u>		
		<u>deposición</u>		

Este vale no sirve para comprar en el comercio; exclusivo uso interno

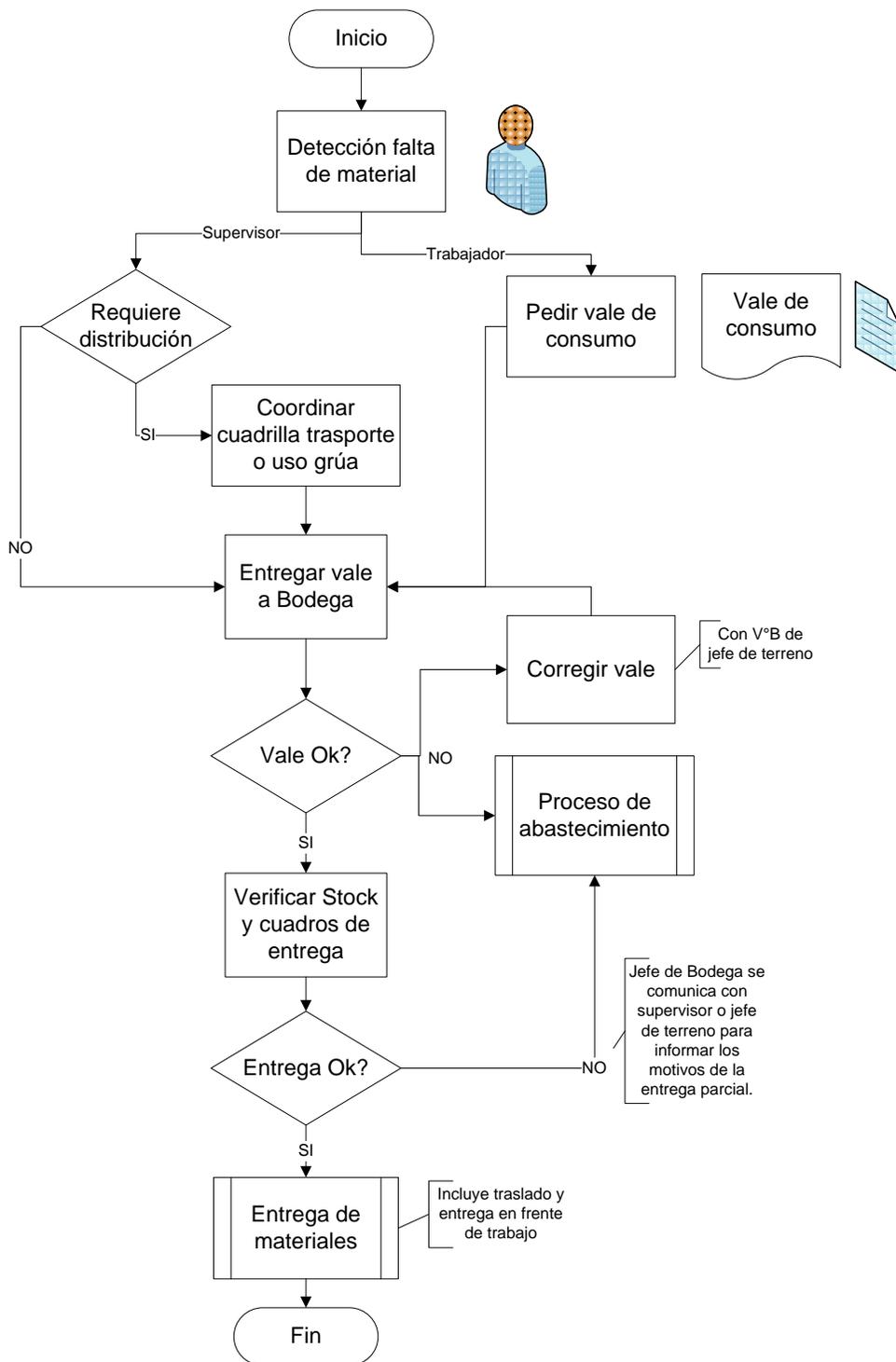
Ya en la etapa de construcción, el manejo de registros es vital. Un mal manejo de esta, como lo son los errores de digitación, puede causar un efecto en cadena, comprometiendo los recursos para el cierre de la obra o simplemente no cumpliendo con compromisos adquiridos en entregas de hitos o de pagos. Por esta razón no se debe permitir vales consumos ilegibles o con mal asignación de destino, ya que aunque los tiempos de espera en un comienzo sean elevados, se podrá obtener mucha información de la obra (mermas, sobre stocks y rendimientos de materiales).

En resumen, respecto a los consumos las bodegas deben aprovechar la información que se tiene día a día de la obra, para:

- Control absoluto del stock.
- Disminuir diferencias de inventario, es decir, consistencia en sistema versus materiales físicos de bodega (inventario en línea y no solo para auditorías)
- Optimizar los espacios y los recursos, referente a movimientos de materiales en obra.
- Ordenar el flujo de trabajo, donde la bodega colabora en reuniones de planificación según ritmos de avance.
- Disminuir los errores de entrada, almacenaje y salida de productos.
- Control de caducidad de productos y del personal a cargo.
- Mantener en todo momento la trazabilidad de los productos.
- Mejorar los tiempos de respuesta.
- Buscar la mínima digitación de datos.

También las bodegas están a cargo de la entrega de herramientas y en terreno se controla en una lista en papel o planilla Excel. Idealmente, todos los equipos deben retornar a bodega a final del día, de no ser así cada cierre de semana se hace un cuadro de equipos y el administrador verá si los descuenta de las liquidaciones a quien lo solicitó o la obra asume el costo de la pérdida.

Figura 38: Entrega y distribución de materiales propuesto de las obras visitadas.



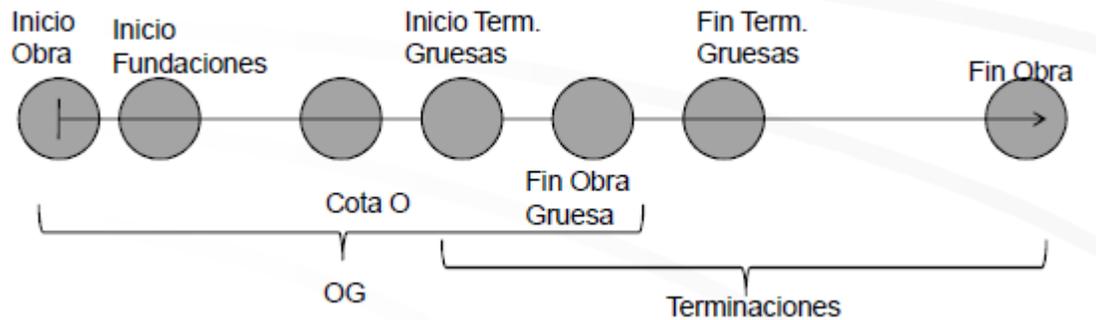
Fuente: Elaboración propia.

4.6.1 Reportes, controles de bodega

A modo general, las empresas en el rubro de edificación, llevan sus controles de manera periódica con tres variables principales: lo planificado (caso base, estático), a la fecha (lo que se mide) y lo proyectado a término (curva dinámica).

La oficina técnica determina curvas de mano de obra, de costos, rendimientos, materiales, entre otros, que serán los input para la obra. Además se definen hitos, que son fechas importantes ya que se asocia a una actividad determinada que se quiere alcanzar.

Figura 39: Hitos en la construcción de una obra de edificación



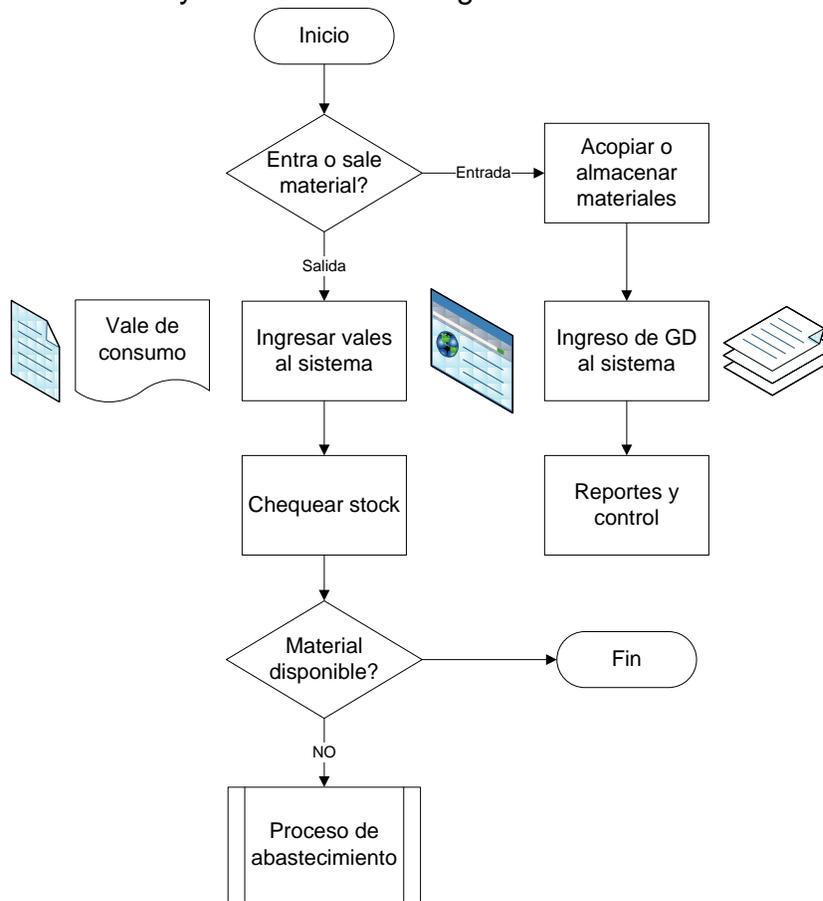
Fuente: Proyecto de Construcción de Edificios, CI6501-1 Otoño 2015. FCFM UChile

De las reuniones de planificación, nacen las tareas que debe asumir el jefe de bodega que van en la línea de herramientas de control, mejoramiento de producción y manejo de la información.

Al ingresar un nuevo material a obra aumenta su stock y a través de vales de consumo hacen el rebaje a este insumo a través del portal iConstruye o sistema que utilice la empresa. Los vales de consumo tienen un campo que es destino del material, para contrarrestarlo con el cuadro de entrega. Es decir, que al contar con las entradas (guías de despacho) y las salidas (vales de consumos) y el destino de los materiales se puede retroalimentar el proceso con las discrepancias entre las cantidades estimadas, entregadas, y necesarias. Los softwares de apoyo, en este sentido son una herramienta fundamental en el manejo de información y generación de reportes para toma de decisiones.

No se aprecia en las visitas que se detalle este proceso en sí, y menos que sea abordado en los procedimientos de trabajo en flujos. Solo se nombra que diariamente se descuenta material a través de vales consumo o ingresos con guías de despacho. Tampoco se aprecia que se trabaje con inventarios valorizados para ver movimientos contables en un período de tiempo. Pero dependiendo de cuan riguroso sea el sistema de gestión se pueden generar inventarios al azar de algunos materiales cada 3 meses, para compararlos con el stock que se lleva en un sistema o planillas de control.

Figura 40: Administración y controles de bodega



Fuente: Elaboración propia.

De no contar con material disponible, como se aprecia en la figura anterior, se llega al proceso de abastecimiento al detectarse un quiebre de stock. También, el jefe de bodega en iConstruye o sistema afín, mediante alarmas vía mail puede detectar % menores al stock crítico de un material para abastecerse.

Uno de los entregables es la generación de cobro arriendo y/o servicios de equipos, que contempla el cobro mensual por concepto de arriendo, pérdida o traspaso de equipos de bodega central a la obra o apoyo en revisión de los estado de pago cursados por los proveedores de equipos y herramientas. El Jefe de Bodega es el encargado de llevar un control de los arriendos, que cuenta con un registro de cada equipo, a quien fue entregado, las fechas, destino (o uso), mantenciones y devoluciones. Esta información se puede mantener en planilla de stock de inventario de arriendos o a definir según procedimiento de calidad.

A nivel más estratégico, se pueden tomar elementos como diferenciadores de cómo se gestionan y administran las bodegas de materiales. Se debe entender, que la bodega no es la simplificación de un pañol de herramientas y materiales básicos, ya que cuenta con recursos que generan pérdidas económicas y atrasos (capital inmovilizado).

Empresa A: Cada 3 meses se realiza auditoría Interna donde se toman 40 ítems del inventario y se cuentan físicamente (al azar).

En régimen aproximadamente 150 vales de consumo al día. Se controla por piso y por departamentos los materiales consumidos.

Empresa B: Oficina técnica realiza cubicaciones por piso y por departamento. Los consumos de los materiales se cuadran por piso, por departamento y material (cada uno tiene un centro de costo).

Oficina central audita mes a mes, material por material.

Jefe de bodega evalúa a los proveedores cada 6 meses: criterios calidad, plazo, si cumplen con lo cotizado y despacho.

Empresa C: Administrador de obra lleva control de gastos por material (cada uno de ellos es una cuenta). Los vales de consumo tienen el campo destino (piso y departamento) pero no es utilizado por mal llenado de los capataces, con lo cual es difícil detectar sobreconsumos o re trabajos, ya que depende mucho de la exactitud de las cubicaciones.

Empresa D: Reportes se obtienen de portal iConstruye, apoyado y supervisado por oficina técnica.

4.7. Perfiles de cargo

De las obras visitadas se resumen a modo de propuesta las principales funciones y responsabilidades de los cargos relacionados del área de bodega, la educación requerida, la formación y experiencia. Complementando lo analizado en el ítem 4.2.

	Cargo: Jefe de bodega	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generar las solicitudes de material en sistema: iConstruye, SAP o afín según requerimientos de Jefe de Terreno. 2. Solicitar traslado o arriendo de equipos o herramientas a Constructora. 3. Gestiona la coordinación de despachos o retiros de material con los proveedores. 4. Recepcionar los materiales en obra verificando que corresponda en cantidad, fecha de entrega, estado o calidad y especificación técnicas (inspección visual y física del estado del material recibido). 5. Mantener archivadores con información de ingresos (guías de despacho con órdenes de compra y firma de recepción) y de las salidas (guías de despacho o vales de consumo). 6. Llevar el control de consumo de materiales por piso, evaluando las mermas que se puedan generar en cada piso para su registro y reporte al oficina técnica o profesional de Obra. 7. Confeccionar mapa de ubicación de los materiales dentro y fuera de la bodega, especificando y comprobando el número y tipo de materiales acopiados, manteniendo un estricto control de acceso a la bodega para evitar mermas o desorden. 8. Controlar las herramientas, equipos y/o maquinarias en la obra y su programa de mantención. 	<p>Educación: Técnico Profesional y/o carrera afín.</p> <hr/> <p>Formación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento en administración de bodega. • Conocimiento técnico de materiales y mercado de proveedores, equipos, herramientas y maquinarias de construcción. • Conocimientos iConstruye, SAP o ERP, • Conocimientos Microsoft, Nivel Medio. <hr/> <p>Experiencia: al menos 2 años en cargo de similares responsabilidades.</p>
	Cargo: Pañolero Dependencias Jerárquicas: Jefe de Bodega	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apoyo a jefe de bodega en el manejo de materiales, herramientas y equipos. 2. Entrega de materiales contra entrega de vale de consumo, verificando que vale sea legible, tenga asignado el destino, partida y firma valida de quien autoriza. 3. Mantener orden en acopios y bodega. 4. Registrar herramientas o equipos a cargo. 5. Apoyo en el programa de mantención de equipos. 	<p>Educación: Enseñanza Media completa (deseable).</p> <hr/> <p>Formación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de materiales, equipos, herramientas y maquinarias de construcción. • Conocimientos Microsoft, Nivel básico. <hr/> <p>Experiencia: al menos 2 años en cargo de similares responsabilidades.</p>

Nº	Cargo	Funciones y responsabilidades	Perfil de Cargo
	<p>Cargo: Jefe de Adquisiciones</p> <p>Dependencias Jerárquicas: Gerente Constructora</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Responsable del funcionamiento y operación en gestión de compras. Identificar procesos claves como por ejemplo: estadísticas de compras, mejoras al proceso, retroalimentación constante en cambios de mercado y evaluación de proveedores. 2. Chequear por plataforma utilizada, las solicitudes o pedidos de materiales y control en emisión de Órdenes de Compra. 3. Hacer paquetes con las obras que se encuentren en ejecución en ese momento para lograr ahorros respecto a los precios de propuesta. 4. Mantener una base de datos de Proveedores, asegurando cumplimiento de plazos de entrega, manteniendo operación con líneas de crédito. 5. Liderar y Confeccionar el programa de adquisiciones (previo programa Obras), identificando insumos críticos (Importados). 6. Analizar productos utilizados con mayor rotación, con el fin de generar convenios y/o acuerdos comerciales (licitaciones) 7. Recibir y analizar de forma técnico-comercial todas las ofertas. 	<p>Educación: Profesional Universitario, Técnico Profesional y/o carrera afín.</p> <p>Formación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos de Gestión de Obras de Construcción. • Experiencia en Compras de Materiales de Construcción • Conocimiento técnico de materiales y mercado de proveedores. • Conocimientos iConstruye, SAP o ERP, • Conocimientos Microsoft, Nivel Medio. <p>Experiencia: 3 a 5 años (Profesional con experiencia en Abastecimiento)</p>
	<p>Cargo: Asistente de Adquisiciones</p> <p>Dependencias Jerárquicas: Jefe de Adquisiciones</p> <p>Subrogancia: Jefe de Adquisiciones</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Confección de órdenes de compras de pedidos de materiales y liberación de pedidos según procedimiento. 2. Apoyo a cada Jefe de Bodega de obras. Con retroalimentación frecuente del procedimiento establecido 3. Cotizar productos solicitados por obras que no estén en convenio. 4. Realizar cuadros comparativos de precios unitarios y por volumen. 5. Revisar cotización con precios en cada zona de construcción (Logística y Fletes). 6. Realizar seguimientos en cumplimiento, despachos y problema de calidad de materiales según órdenes de compra. Resolviendo dudas o problemáticas del día a día de las obras asignadas 7. Apoyar con información de proveedores a áreas relacionadas. 	<p>Educación: Estudios técnicos y/o carrera a fin.</p> <p>Formación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos de gestión de Obras de Construcción. • Conocimiento de materiales y equipos. • Excel intermedio: Practica con ayuda. • IConstruye: Practica con autonomía <p>Experiencia: 2 años en áreas de Adquisiciones.</p>

Cargo: Digitador Dependencias Jerárquicas: Jefe de Bodega	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresos de vales de consumo y guías de despacho a sistema iConstruye, SAP o ERP. 2. Apoyo a jefe de bodega y pañolero en el manejo de materiales, herramientas y equipos. 3. Mantener archivadores con los vales de consumo y guías de despacho. 4. Ayudar en la generación de reportes, según solicite jefe de bodega. 	Educación: Enseñanza media completa o Técnico con carrera afín.
		Formación: • Conocimientos iConstruye, SAP o ERP (deseable) • Conocimientos Microsoft, Nivel Medio.
		Experiencia: No requiere experiencia previa.

5. Conclusiones

El presente trabajo de Título muestra una visión basado en procesos, de cómo se estructura la bodega de construcción de edificación en altura, haciendo un benchmark, para mostrar la evolución en la gestión de esta y el cómo se relacionan los procesos, con sus flujos y actividades.

El análisis expuesto se basa en 4 casos de estudio que representan los polos inmobiliarios de la Región Metropolitana, además abarca constructoras con un amplio espectro respecto al volumen de proyectos simultáneos que éstas operan. Dado lo anterior se concluye que el trabajo analiza una muestra representativa de las bodegas del rubro.

Respecto a la bodega y su enlace a la obras de edificación, a medida que avanza la obra surgen desviaciones respecto a lo planificado. Algunos de estos problemas y/o tareas de bajo valor agregado detectado en las visitas son:

Nivel Interno Obra

- Discrepancias entre las cantidades de material estimadas, entregadas, y necesarias (planificación).
- Manipulación en el traslado de materiales sin imponer requisitos específicos de manejo, protección y gestión, al no considerar las características del material. Por ejemplo: tamaño de la unidad, el peso, voluminosidad, embalaje.
- Insuficiencia de espacio disponible (por ejemplo, la superficie total, la forma, el acceso, la proximidad entre frente de trabajo y acopio).
- Daños y pérdidas de materiales durante la ejecución de los trabajos.
- Dificultad en el control de materiales en obra: en general ya que no se cuenta con los medios necesarios para una adecuada administración de los acopios.
- Dinamismo de bodega y acopios, según avance de la obra (cambios de ubicación).

Nivel Interno Empresa

- Cambios de diseño en Arquitectura e Ingeniería, influyen directamente en las estimaciones de los materiales, afectando la disponibilidad y gestión de estos.
- Calidad de los materiales: no contar con un estándar de medición de calidad de los materiales, origina que las fallas sean detectados en forma tardía y no en etapas tempranas, por ejemplo antes de tomar la decisión con visitas técnicas.
- Desactualización y deficiencias en la información de los sistemas del proyecto, origina descoordinación entre proveedores, constructora en obra y oficina central (aprobaciones de gestión de abastecimiento y de despacho).
- Un adecuado sistema de información permite trabajar en forma integrada y online, con información actualizada e instantánea del inventario y existencias de los materiales.

Nivel Externo (Proveedor):

- No cumplimiento de las fechas de las entregas.
- Falta de disponibilidad de materiales y sustitutos.

El análisis de la administración de bodega, abarca y comprende las actividades relacionadas con los procesos de **abastecimiento/compras, recepción, almacenaje, entrega y distribución**. Respecto a esto, se aborda los sistemas informáticos de apoyo, procedimientos de control y reportes requeridos para una mejor administración y un control riguroso sobre el uso de recursos.

Respecto a la estructura organizacional, los perfiles de cargo requeridos muestran una tendencia a la profesionalización en los recursos humanos y especialización de los subcontratos. Los procesos de acreditación ISO9001 o sistemas de gestión propios de cada empresa, han regulado los procedimientos de trabajo y los cargos estableciendo las competencias necesarias del personal, la que se asemeja bastante en el rubro. Un ejemplo de esto es el cargo de jefe de bodega, para el cual se exigen estudios específicos para que tengan noción de la importancia y repercusión de la información que ellos generan y procesan.

Sin embargo, lo que se ha mantenido en el tiempo es la figura piramidal jerárquica en que la responsabilidad recae en el profesional administrador, quien concentra las decisiones y la dirección, y al cual se le sobredemanda en tiempo para otras actividades adicionales generando retrasos en autorizaciones y/o decisiones tardías. Dado lo anterior se recomienda, que la oficina técnica junto al profesional de terreno se ocupen del avance y materiales necesarios para ello, mientras que el administrador queda liberado de hacer labores operativas y con ello destina más tiempo a la administración de obra.

Sobre el **abastecimiento** se debe hacer el cálculo de recursos y programación de actividades de manera anticipada, ya que este proceso puede convertirse en crítico debido a la influencia de variables propias de la empresa, proveedores o distribuidores. Se observó que la industria apunta al *Just in Time*, con condiciones más restrictivas y controladas impuestas al proveedor. Entre las que destacan, entregas calendarizadas de materiales, convenios en partidas definidas y fletes programados. Desde Adquisiciones se emite pedidos de materiales en una sola gran OC, con un programa de despacho asociado. Lo anterior se observa como una buena práctica que centraliza el control respecto a presupuesto, calidad, plazos y especificaciones de la empresa que se ven reflejados en la rentabilidad esperada de la obra, evitando además malas prácticas como obsequios o compensaciones económicas a personal de obra en toma de decisiones.

Respecto al flujo propuesto, se estima entre 2,5 a 5,5 días el proceso completo de compra donde se identifican tres canales de inicio ya descritos en ítem 3.1.1. La ventaja de este flujo es el orden y/o secuencia de las etapas necesarias, evitando el re trabajo de aprobaciones (V°B° Administrador de Obra, por ejemplo). Las empresas estudiadas en sus flujos no cuentan con tiempos de proceso y el nivel de detalle presentado.

El proceso de **recepción** está estandarizado en las empresas en un procedimiento en el que se detallan las distintas funciones del equipo de bodega, los protocolos para revisar y almacenar los materiales, y también para el manejo de documentos. Sin embargo, en la práctica se observan malas prácticas que, en general, generan desajustes en el sistema de inventario, para lo cual se propone seguir el protocolo detallado en el ítem 4.4.

Para el proceso de **entrega y distribución** hacia el frente de trabajo, se observó que no existe un patrón o una definición anticipada del layout de bodegas o de acopios (**almacenaje**), ya que generalmente esto se decide cuando se inicia la obra o en su ejecución, y depende básicamente de la experiencia del profesional a cargo, como lo es la identificación de restricciones respecto a los avances y almacenaje (acceso a bodega y acopios). Planificar adecuadamente este proceso, puede permitir a la empresa disminuir considerablemente las horas hombre y de equipos de izaje por traslado así como las pérdidas de material en terreno, ya sea por mal uso o robos.

Se propone dar herramientas al jefe de bodega para que tome un rol activo y de este modo se pase de un almacén estático, al cual los trabajadores se acercan a pedir materiales, a la idea de generar un centro de distribución dinámico el cual movilice y anticipe los materiales de inventario al frente de trabajo. Esto mediante capacitación en logística y/o gestión de materiales, además se aprovecha este recurso humano que tiene una alta rotación en las empresas del rubro.

En términos sistémicos, la bodega es algo que no está resuelto ya que cada proyecto es único, y la logística se puede abordar y definir de distintas maneras. Contar con herramientas tecnológicas para el control de compras fue uno de los primeros pasos para recopilar información y analizarla en la década de los 90. Años atrás la única manera que los proveedores consultaran sobre los pagos era a través de vía telefónica. En la actualidad, plataformas o softwares juegan un rol importante y han sido un aporte en tal proceso, debido a que es donde se almacena la información acerca de las facturas, órdenes de compra y documentos de despacho recibidos. En años 2014 y 2015, la incorporación de factura electrónica ordenó aún más los procesos contables de proveedores y constructoras.

Para otras actividades, dichas herramientas requieren constante digitación de información (ejemplo vales de consumo) para estar en línea o con información actualizada (SAP e iConstruye). De no realizarse tal actividad, genera un desfase en la información que puede provocar toma de decisiones tardías ya que se trabajaría con inventarios desactualizados. Sin embargo, se destaca el cambio de mentalidad y madurez de la industria, ya que con los años se ha aprendido a medir y disminuir las pérdidas en los proyectos apoyándose en estos softwares, ERP o plataformas de trabajo mediante el análisis de detenciones, mediciones de tiempos productivos en las obras y planificación en base a rendimiento de obras incorporando la herramienta de calidad de mejora continua.

Las operaciones de construcción son muy dinámicas y quizás esto mismo hace que la simplificación a través de una carta Gantt y secuencia constructiva (utilizando inclusive esquemas) sea más fácil de seguir y revisar en comparación a reportes extraídos de sistemas robustos. Para ello deben seguir siguientes reglas cardinales (imperativos):

- **Mantener un stock acotado:** Se recomienda que no se acopie más del material a usarse en dos semanas. Con el fin de reducción de inventarios, comprar sólo lo necesario o parcelar despachos, buscando niveles óptimos de materiales para la operación de la empresa. Dado que el sobre stock tiene un profundo efecto en la rentabilidad.
- **Adecuado orden de los acopios:** Los materiales de mayor volumen deben venir en pallets o paquetes para ser apilados. Se debe coordinar la descarga de forma que se ajuste a la secuencia de construcción.
- **Coordinar los pedidos:** Se debe definir un programa de despacho con los canales de comunicación del proveedor. Las fechas deben estar dadas según ritmos de avance, para así mantener un stock reducido en terreno.
- **Verificar los pedidos:** Se debe validar que los materiales entregados correspondan a los solicitados.
- **Evitar el desarme de pallets o paquetes:** Para mantener el orden, el acceso a estos y no generar mermas.

El indicador natural es que la bodega como proceso logístico, tiene la función de entregar un producto solicitado en el lugar, tiempo y condiciones deseadas. Con el fin de evitar, el exceso de material y atrasos en el programa de construcción originados por la falta o la no oportuna disponibilidad de estos, generados de la gestión de materiales.

6. Bibliografía

Alarcón L., et al. 1999. Playing Games: Evaluating the Impact of Lean Production Strategies on Project Cost and Schedule. In Proceedings of 7th Annual Conference of International Group for Lean Construction, University of Berkeley, California, U.S.A. pp 263-274.

Álvarez R. 2011. Gestión de Bodegas en Obras Sigdo Koppers S.A. Trabajo para optar al título de Ingeniero Civil Industrial mención Informática, Temuco Chile. Universidad de la Frontera. 96 pp.

Alvear, T., Ronda, C. 2005 Sistemas de Información para el Control de Gestión, Un apoyo a la gestión empresarial. Seminario para optar al título de Ingeniero en Información y Control de Gestión. Santiago de Chile. Universidad de Chile. 162 pp.

Akintoye, A., et all. 2000. A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry. European Journal of Purchasing and Supply Management, vol. 6, no 3, p 159-168.

Arunprakash N, Nandhini N. 2013. Study on stock management practices in construction companies. Research Journal of Management Sciences. Vol. 2(4), India. pp 7-13.

Ballard G. 2000. The Last Planner System of Production Control. Ph D Dissertation, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, U.K

Ballou, R. H. 2004. Logística: Administración de la cadena de suministro. 5ta Edición. Pearson Educación, México. 816 pp.

Cámara Chilena de la Construcción, et all. 2011. Optimización de la logística interna de obras de construcción mediante tecnología wi fi. Proyecto de innovación I+D Aplicada con financiamiento de INNOVA Chile – Corporación de Fomento de la Producción, CORFO. Santiago, Chile. 257 pp.

Capó-Vicedo J., et all. 2007. La Gestión del conocimiento en la cadena de suministro. Análisis de la influencia del contexto organizativo. Revista Información Tecnológica. Vol 18 (1), pp 127-135.

Clarke, R., Goldstein, H. 2003. Reducing theft at construction sites: Lessons from a problem-oriented project. Washington, DC: US Department of Justice, Office of Community Oriented Policing Services.

Construction Best Management Practices Field Manual. 2008. DOT, Highways Division. State of Hawaii.

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT. 2013. Informe Técnico: Análisis de productividad en obras de edificación en Chile. Santiago, Chile. 28 pp.

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT. 2012. Manual para la Optimización de la Logística interna en obras de Construcción.

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT. 2008. Informe Final, Estudio de Competitividad del Sector Construcción. Santiago, Chile. 109 pp.

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT. 2011. Seminario Herramientas de apoyo a la gestión y logística para el sector Construcción

- a. Diagnóstico sectorial y presentación proyecto Codificación Global Construcción, Carlos López.
- b. Beneficios y aplicaciones del sistema global de codificación en la industria de la construcción, Óscar Hidalgo.
- c. Herramientas de apoyo a la logística y gestión de obras, Francisco Sepúlveda.

Dictuc, S.A., et al. 2011. Simulación y optimización de alto impacto en procesos de construcción. Concurso Nacional de proyectos de innovación e interés público FDI. Santiago, Chile. 282 pp.

Donyavi, S., Flanagan, R. 2009. The impact of effective material management on construction site performance for small and medium sized construction enterprises. In Proceedings of the 25 th Annual ARCOM Conference, Nottingham, Inglaterra, pp 11-20.

EN-ISO, U.N.E. 9001: 2008. Requisitos para la gestión de la calidad. 27.pp

Fiscalía Nacional Económica, FNE. 2010. Informe Final. Análisis de competencia del sector de la construcción chileno y sus procesos de licitaciones públicas de contratos de obras: Estructura, Agentes y Prácticas. Santiago, Chile. 148 pp.

González, V., Alarcón, L. 2008. Estrategias de buffering en construcción estado del arte, investigación actual en Chile y la agenda futura. 2do Encuentro Latino-Americano de Gestión y Economía en la Construcción. Santiago, Chile. pp 162-175

González, M. 2012. Análisis del impacto de la productividad de diferentes proyectos de construcción a través de la implementación del sistema Last Planner evaluado mediante un sistema basado en indicadores. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Santiago de Chile, Universidad de Chile. 109 pp.

Koskela, L. 2000. An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction. PhD Dissertation, VTT Building Technology, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.

Lundberg, E., Beliveau, Y. 1989. Automated lay-down yard control system - ALYC. Journal of construction engineering and management, ASCE, New York, Volume 115, Issue 4, pp 535-544.

Material Logistics Plan Good Practice Guidance. 2007. Wrap. Waste Minimisation in Construction. 62 pp.

Narimah K., et all. 2012. Improving on site materials tracking for inventory management in Construction Projects. Proceedings International Conference of Technology Management, Business and Entrepreneurship

Rosenbaum, S. 2012. Aplicación de Mapeo de Cadenas de Valor para la Detección de Pérdidas Productivas y Medioambientales en la Construcción: Estudio de Caso en Obra "Clínica Universidad de Los Andes. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Santiago de Chile, Universidad de Chile. 133 pp.

Saldías, R. 2010. Estimación de los Beneficios de Realizar una Coordinación Digital de Proyectos con Tecnologías BIM. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Santiago de Chile, Universidad de Chile. 146 pp.

Spillane, J., et all. 2011. Challenges of UK/Irish contractors regarding material management and logistics in confined site construction. International Journal of Construction Supply Chain Management, vol. 1(1), pp 25-42.

Patel, K., Vyas, C. 2011. Construction Materials on project sites. In National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology. Gujarat, India. 5 pp.

Tommelein I. 1994. Materials handling and site layout control. In Proceedings of the 11th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Brighton, Inglaterra. pp. 297-304

Vrijhoef, R., Koskela, L. 2000. The four roles of supply chain management in construction. European Journal of Purchasing and Supply Management, vol. 6, no 3, p 169-178

Wang, L., et all. 2007. Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction. Advanced Engineering Informatics, vol. 21, no 4, p. 377-390.