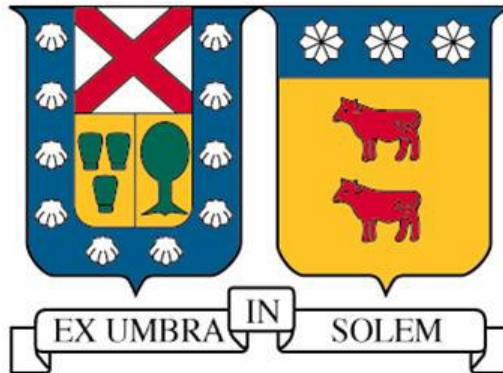


UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
SANTIAGO - CHILE



METODOLOGIA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTION
DE PROYECTOS EN LA CONSTRUCCION

JOSE ORTIZ C.

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUIA	: SR. PABLO ESCALONA C.
PROFESOR CORREFERENTE	: SR. CRISTIAN CARVALLO G.

AGOSTO, 2006

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue desarrollar una metodología para mejorar los proyectos de construcción, aplicando principios de mejoramiento de enfoques modernos de gestión de la producción resumidas en la filosofía de "Lean Production".

Se propuso una metodología que permite a las Empresas Constructoras, identificar y medir las pérdidas en Proyectos de Construcción, identificarlas y medir las causas de estas pérdidas, seleccionar las más frecuentes e importantes, estudiarlas en detalle y finalmente adoptar acciones estratégicas para reducirlas o eliminarlas. Esta metodología es fácil y barata en su aplicación, fomenta el mejoramiento continuo y motiva la participación de todo el personal.

Se concluye que el mejoramiento de la productividad y la calidad es posible mediante un método que involucre a los trabajadores en forma activa, dirigiendo su atención hacia las principales deficiencias, problemas y oportunidades de mejoramiento durante la ejecución de sus labores y para proponer soluciones mediante acciones de corrección, de mejoramiento y de innovación.

DESCRIPTORES BIBLIOGRÁFICOS

METODOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEAN PRODUCTION

PRODUCTIVIDAD

CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

AGRADECIMIENTOS

A las Empresas Constructoras, por las facilidades para realizar esta investigación.

A mis amigos por su colaboración y amistad.

Y por último, mis más profundos agradecimientos a mis padres, hermana y futura esposa, que sufren mis constantes ausencias pero que saben que este esfuerzo es para mirar y seguir hacia delante y hacia un mejor futuro.

A todos ellos mi agradecimiento, gracias por apoyarme.

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo otorgado durante mi estudios y el aliciente para seguir adelante y conseguir los logros que me he propuesto.

A mi amada por todo su amor y gran comprensión.

Un gran abrazo a todos por su paciencia y dedicación.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Antecedentes.....	7
1.2 Justificación del Tema	9
1.3 Objetivos del Trabajo.....	10
1.4 Metodología General	11
1.4.1 Etapa de Exploración.....	11
1.4.2 Etapa de Formulación.....	11
1.4.3 Etapa de Aplicación.....	14
1.4.4 Etapa de Análisis de Datos.....	14
CAPÍTULO II. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	16
2.1 La Industria de la Construcción en el Desarrollo de Chile	16
2.2 Tendencia de la Industria.....	17
2.3 Características Productivas de la Industria de la Construcción.....	17
2.4 Aspectos Generales de la Construcción.....	20
2.5 Productividad en la Construcción	24
2.5.1 Conceptos Básicos.....	24
2.5.2 Variables de la Productividad	25
2.5.3 El Ciclo de la Productividad	25
2.5.4 La Medición de la Productividad.....	26
2.5.5 Aumento de la Productividad	28
2.5.6 Productividad Aplicada a la Construcción.....	29
2.5.7 Factores que Afectan la Productividad de la Construcción.....	31
2.5.8 Tiempo Improductivo en Obras de Construcción	32
2.6 La Calidad en la Construcción	36
2.6.1 Definición de Calidad.....	38
2.6.2 Características de la Construcción con Respecto de la Calidad.....	40
2.6.3 La Calidad en el Diseño	43
2.6.4 Relación con los Proveedores	44
2.6.5 El Factor Humano en el Logro de la Calidad	44
2.6.6 Compromiso de la Gerencia con la Calidad	45
2.6.7 La Calidad y la Productividad	46
CAPÍTULO III. LEAN PRODUCTION & CONSTRUCCION LEAN	48
3.1 Origen de Lean Production.....	48
3.2 La Producción en Masa	48
3.3 Modelo de Transformación	49
3.4 Surgimiento de Lean Production.....	51
3.5 Lean Production v/s Producción en Masa	55
3.6 Resultados de Lean Producción.....	56
3.6.1 Ejecución	56
3.6.2 Disposición	58
3.6.3 Fuerza de Trabajo	59
3.6.4 Automatización.....	60
3.7 Conceptualización Lean Production	61
3.8 Formalización del Concepto de Pérdidas.....	65
3.8.1 Pérdidas por Sobreproducción.....	67
3.8.2 Pérdidas por Tiempo de Espera	67

3.8.3	Pérdidas por Transporte.....	68
3.8.4	Pérdidas por Movimiento	68
3.8.5	Pérdidas por Inventarios	69
3.8.6	Pérdidas por Operaciones.....	70
3.8.7	Pérdidas por Defectos	71
3.8.8	Pérdidas por Tiempo	72
3.8.9	Pérdida por Personas	73
3.8.10	Pérdidas por Papeleo.....	73
3.9	Eliminación de las Pérdidas	74
3.10	Distintos Enfoques del Lean Production	76
3.10.1	Just In Time	76
3.10.2	Gestión de Calidad Total	77
3.10.3	Competitividad Basada en el Tiempo	77
3.10.4	Ingeniería Concurrente.....	77
3.10.5	Benchmarking.....	78
3.11	Construcción Lean	78
3.12	Modelo Conceptual de la Nueva Filosofía de Producción	79
3.13	Principios Lean Aplicables a la Construcción	80
3.13.1	Reducir la Participación de Actividades que No Agregan Valor	81
3.13.2	Incrementar el Valor Mediante la Captura de los Requerimientos de los Clientes.....	81
3.13.3	Reducir la Variabilidad en los Procesos	82
3.13.4	Reducir el Tiempo de Ciclo.....	82
3.13.5	Simplificación.....	82
3.13.6	Aumentar la Flexibilidad	83
3.13.7	Aumentar la Transparencia de los Procesos	83
3.13.8	Enfocar el Control del Proceso de Forma Integral.....	83
3.13.9	Estructurar el Mejoramiento Continuo de los Procesos	84
3.13.10	Balance entre el Mejoramiento de la Eficiencia de las Conversiones y del Mejoramiento de los Flujos de Producción.....	84
3.13.11	Referenciar Permanentemente los Procesos (Benchmarking)	84
3.14	Producción Lean v/s Producción Convencional	85
CAPÍTULO IV. LAS PÉRDIDAS Y SUS CAUSAS.....		87
4.1	Concepto de Pérdida	87
4.2	Clasificación de Pérdidas e Identificación de sus Causas	90
4.3	Clasificación de Pérdidas según el Insumo en la Construcción.....	91
4.4	Clasificación de Causas de Pérdidas en la Construcción.....	93
4.5	Diagramas de Influencia.....	98
CAPÍTULO V. MEDICIÓN DE FRECUENCIA E IMPORTANCIA		110
5.1	Introducción	110
5.2	Metodología.....	111
5.3	Aplicación de Encuesta.....	111
5.3.1	Pérdidas más Frecuentes.....	111
5.3.2	Causas de Pérdidas más Frecuentes.....	115
5.3.3	Análisis Final Encuesta de Pérdidas	117
CAPÍTULO VI. HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN DE PÉRDIDAS		118
6.1	Introducción	118
6.2	Medidas de Desempeño para el Mejoramiento	118
6.2.1	Medición de Pérdidas.....	119

6.3	Herramientas de Medición de Pérdidas	119
6.3.1	Encuesta de Pérdidas	119
6.3.2	Encuesta de Esperas y Detenciones.....	120
6.3.3	Muestreo del Trabajo.....	120
6.3.4	Cartas Balance	121
6.3.5	Medición de Variabilidad. Sistema de Planificación	121
6.3.6	Evaluación del Desempeño de Subcontratistas	122
CAPÍTULO VII. MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ESPECÍFICO		124
7.1	Introducción	124
7.2	Aplicación de Encuesta de Esperas y Detenciones	124
7.2.1	Metodología de Aplicación	124
7.2.2	Análisis Aplicación Encuesta de Detenciones y Demoras.....	126
7.3	Aplicación de Muestreo de Trabajo	127
7.3.1	Metodología de Aplicación	127
7.4	Medición de Porcentaje de Actividades Completadas	131
7.4.1	Metodología de Aplicación	131
7.5	Aplicación de Carta de Balance.....	134
7.5.1	Metodología de Aplicación	135
7.6	Evaluación de Subcontratistas.....	140
7.6.1	Análisis	141
CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO		143
8.1	Acciones de Mejoramiento	143
CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES.....		148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		152
ANEXOS.....		154

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Industria de la Construcción es un área de actividad de gran importancia dentro del desarrollo económico de un país. Muchos están convencidos que esta actividad es un verdadero motor, que impulsa el progreso de una sociedad. Entre muchas razones que explican la gran importancia que tiene este sector Industrial dentro de la actividad económica y el desarrollo de un país, se encuentran las siguientes:

- La construcción satisface las necesidades de infraestructura de la mayoría de las actividades económicas y de la sociedad de un país, como también las necesidades de vivienda de la población.
- La construcción utiliza y consume una cantidad importante de recursos que generalmente son escasos, lo que demanda una alta inversión para la gran mayoría de las obras que se ejecutan.
- La construcción es una fuente importante de trabajo, ya que usa mano de obra en forma intensiva.
- La construcción genera una importante actividad indirecta en muchas otras áreas de la economía de un país.

Sin embargo, y paradójicamente, la Industria de la Construcción es, probablemente, una de las industrias que presenta el menor grado de desarrollo¹, tanto en el extranjero, como en Chile, aunque en este último caso, con un atraso significativo frente a las naciones más desarrolladas. Algunos especialistas han graficado esta situación caracterizando a la construcción como "una industria que resuelve los problemas del pasado razonablemente bien", que no ha aprovechado las oportunidades que brinda el desarrollo tecnológico para resolver los problemas actuales adecuadamente. Esta realidad se manifiesta en un conjunto de deficiencias y de falta de efectividad, que trae como resultado un gasto excesivo de los recursos involucrados, y a la vez limita la competitividad de las empresas en el ámbito doméstico de la construcción y las inhibe para intentar participar en los esfuerzos generales de internalización de la industria chilena.

Chile es un país que ha sufrido transformaciones de forma acelerada en su escenario productivo y económico. Como consecuencia de la apertura del mercado nacional, concesiones de servicios públicos, tratados de libre comercio, desarrollo de adecuadas políticas de exportación, además de otros factores, existe una nueva realidad y desafíos importantes en los diferentes sectores productivos del país del que el rubro de la construcción no está exento y donde la supervivencia en un mercado cada vez más exigente y competitivo genera nuevos retos. Entre estos desafíos toma connotación importante el tema de la productividad.

¹ Se refiere a la escasa utilización de tecnología para la optimización de los procesos constructivos.

Además de las transformaciones en el escenario productivo y económico, existen otros factores inductores de la competitividad actuando en el ambiente nacional, como las crecientes exigencias de los clientes internacionales y nacionales en relación a la calidad de las obras, así como la ley de protección al consumidor y las nuevas modificaciones a la ley general de construcción. En el aspecto legal, la industria de la construcción enfrenta cambios en las regulaciones en el campo de la responsabilidad de las empresas por la calidad de las construcciones.

En un entorno competitivo tan dinámico, las empresas constructoras nacionales comienzan a percibir la necesidad de comprometerse con el uso de diversas técnicas y herramientas metodológicas que ayuden a las empresas a obtener altos niveles de desempeño y calidad para responder a la demandas de sus clientes.

Algo similar ocurre con la tecnología. Los desarrollos en esta área son cada vez más rápidos y más fáciles de importar, por lo que las industrias han encontrado una nueva forma de competir.

Cada vez más se tiende a aprovechar el potencial del Recurso Humano en las organizaciones. Un personal lo suficientemente motivado, no sólo es más propenso a desarrollar su trabajo con mayor eficiencia, sino que es un valioso aporte en la solución de problemas que afecten el desempeño de las empresas, producto de que están en contacto directo con los frentes de trabajo.

La situación descrita en los párrafos anteriores, obliga a las empresas a buscar continuamente el mejoramiento de los niveles de desempeño en sus actividades. En la actualidad, no hay cabida para ningún tipo de pérdidas en las labores de producción, pues la única forma de obtener beneficios es disminuyendo continuamente los costos productivos. Usar un margen sobre el nivel de costos para generar un determinado beneficio ya no es una estrategia viable, pues el precio es una variable dada por el mercado. Esto conforma un gran desafío para la Administración de las empresas de hoy por hoy.

1.2 Justificación del Tema

Chile necesita urgentemente mejorar el desempeño de su industria que permitan mejorar la productividad, calidad y consolidar su ventaja competitiva².

Las ineficiencias del sector de construcción están llevando progresivamente al país a una situación de dependencia tecnológica de empresas extranjeras para poder responder a sus necesidades de infraestructura, lo que va en gran detrimento de la ingeniería nacional y de un sector que ha sido tradicionalmente un gran generador de empleo en nuestra economía. Los recursos de inversión en infraestructura que el país requiere para continuar creciendo deben ser utilizados con la mayor eficiencia para que sean un verdadero motor del crecimiento y efectividad que nuestra economía quiere lograr.

Al sector construcción no le es ajena la baja productividad y calidad. Las empresas constructoras y los proyectos de construcción requieren de nuevas herramientas y técnicas que reviertan esta situación y promover el uso eficiente de recursos, mejorar los métodos de producción, permitir la adquisición e implantación de tecnología y mejorar los niveles de eficiencia y efectividad en la ejecución de obras.

A nivel mundial y en especial en nuestro país³, la industria de la construcción, enfrenta una serie de problemas que la diferencian de otras actividades industriales. Se obtienen bajos niveles de productividad, calidad insuficiente y deficitarias condiciones de seguridad de los trabajadores. En especial en Chile, hay escasez en mano de obra calificada y un aumento en la competencia extranjera, por lo que es fundamental actuar en pro del mejoramiento continuo de los distintos procesos que involucren un proyecto de construcción.

Lo expuesto anteriormente, demuestra que este sector productivo enfrenta un entorno muy similar al del resto de las actividades industriales. Sin embargo, este sector en particular no se ha adaptado de la misma manera como lo han hecho otros sectores manufactureros o de servicios.

Es cierto que la construcción tiene particularidades que la diferencian de otras industrias (Producción en obra, producto único, organizaciones temporales, etc.), pero ello no impide que se empiecen a tomar medidas para mejorar y alcanzar niveles productivos de clase mundial. La situación económica actual y futura que se vislumbra de Chile y de la industria de la construcción, brindan una oportunidad única para mejorar.

² Según Informe de Macroeconomía y Construcción (MACH) preparada por la Gerencia de Estudios de la CChC, 3er trimestre año 2002.

³ Según Informe de Macroeconomía y Construcción (MACH) preparada por la Gerencia de Estudios de la CChC, 3er trimestre año 2002.

Una forma de optimizar los procesos de la industria de la construcción es mediante la aplicación de principios o metodologías de mejoramiento que permitiría mejorar su gestión e incrementar los indicadores de desempeño.

Por lo tanto la construcción debe adoptar y aplicar nuevos modelos de producción que permita cambiar la forma de concebir la producción.

Para lograr y mejorar los sistemas de producción, en este trabajo, se analizará y desarrollará el modelo de producción denominado “Lean Production” aplicado a la industria de la construcción. Este nuevo enfoque de producción, se basa en el mejoramiento continuo y corresponde a la filosofía de producción desarrollada en la industria manufacturera japonesa.

El objetivo fundamental de esta filosofía es lograr producir sólo con lo necesario en insumos de cualquier naturaleza. Cualquier exceso significa generar pérdidas de diferentes tipos que es necesario disminuir, teniendo como objetivo final la eliminación definitiva de ellas. Si bien esto quizás nunca se alcance, plantearse como meta motiva y deja ver las cosas de otra manera.

1.3 Objetivos del Trabajo

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una metodología para mejorar la gestión de proyectos de construcción, para proveer a las empresas constructoras de una herramienta alternativa de fortalecimiento de sus sistemas de producción y la integración óptima de las actividades, mediante la eliminación de desperdicios y el mejoramiento continuo de los procesos a lo largo de todo el proyecto.

Los objetivos específicos que persigue este proyecto son los siguientes:

- Estudiar la nueva filosofía de producción de Lean Production, identificando conceptos, principios de mejoramiento y, permitiendo analizar, identificar y definir los enfoques de mejoramiento de la industria manufacturera.
- Determinar el estado actual de la Industria de la Construcción, identificando los principales problemas que enfrenta y analizar la viabilidad de la aplicación de Lean Production, colocando especial énfasis en la detección de pérdidas en los procesos constructivos.
- Proponer una metodología para mejorar la gestión de proyectos de construcción, colocando especial énfasis en la detección de pérdidas en los

procesos constructivos, y la aplicación de ésta en un proyecto de construcción en particular.

- Proponer acciones para disminuir o eliminar la participación de las pérdidas más frecuentes e importantes, ya sea a nivel de las causas o a nivel de la pérdida propiamente tal, cuando ésta se manifiesta.

1.4 Metodología General

Para el desarrollo de este trabajo se utilizará la aplicación de los conceptos, fundamentos y principios conceptuales de la filosofía de producción manufacturera conocida como "Lean Production".

Esta investigación consistió de tres etapas principales: exploración, formulación y finalmente aplicación.

1.4.1 Etapa de Exploración

El trabajo fue planteado desde un principio como una investigación enmarcada en un área temática específica. Esta área es la Industria de la Construcción enfocado a las pérdidas en la producción.

Durante esta etapa la investigación estudió los enfoques de la nueva filosofía de producción de Lean Production, identificando conceptos, principios de mejoramiento permitiendo analizar, identificar y definir que enfoques de mejoramientos aplicables en la ejecución de los proyectos de construcción.

Además, esta etapa consistió en determinar el estado actual de la Industria de la Construcción. El objetivo fue describir como funciona esta actividad en la actualidad e identificar los principales problemas que enfrenta. Se pone especial énfasis en la detección de pérdidas en los procesos constructivos.

1.4.2 Etapa de Formulación

En esta etapa se establecieron los requerimientos de la metodología. Esta contempla cumplir con los objetivos en cuatro sub-etapas:

Para generar la información necesaria se usarán tres fuentes: Revisión Bibliográfica, aplicación de la experiencia del autor y entrevistas con profesionales de una empresa constructora. Esta última fuente es muy importante, ya que debido a la

contingencia del trabajo del personal, no existen espacios donde ellos se cuestionen la manera en la que están construyendo. La metodología a diseñar contempla esta carencia y crea el espacio necesario para aprovechar el enorme potencial del personal, manifestado en su capacidad y experiencia.

a. Clasificación de Pérdidas y sus Causas de Pérdidas

La gran variedad de pérdidas que se generan en los procesos productivos hace necesario establecer clasificaciones que permitan agruparlas de manera de poder obtener con mayor claridad las posibles relaciones causa-efecto que entre ellas se generan. Para esto se seguirán los siguientes pasos:

- 1° Generar una lista lo más completa posible de pérdidas en la construcción. Para tal efecto se usa la definición de pérdida dada por el Sistema de Producción Toyota (Lean Production). Los ejemplos de pérdidas se encasillan en alguna de las clasificaciones de pérdidas de la Industria Manufacturera planteada por Shingo y Plossl.
- 2° Generar las Causas para cada una de las categorías de pérdidas, tratando siempre de llegar a la causa raíz. En esta etapa será posible juzgar si las categorías de pérdidas en la manufactura se adaptan al caso de la construcción. Es posible modificar alguna o agregar nuevas.
- 3° El resultado de lo anterior es un modelo causal cualitativo, donde son útiles los diagramas Causa-Efecto. Este modelo presentará las principales causas para cada una de las categorías de pérdidas y presentará ejemplos de pérdidas para cada categoría. Este modelo sirve como base de datos para los pasos posteriores de la metodología.

Este paso contempla el uso de la herramienta Lluvia de Ideas o Brainstorming para identificar los distintos tipos de pérdidas y las causas que generan pérdidas de acuerdo a las percepciones de los involucrados en proyectos de construcción.

En la figura 1.1 se plantea el esquema de trabajo

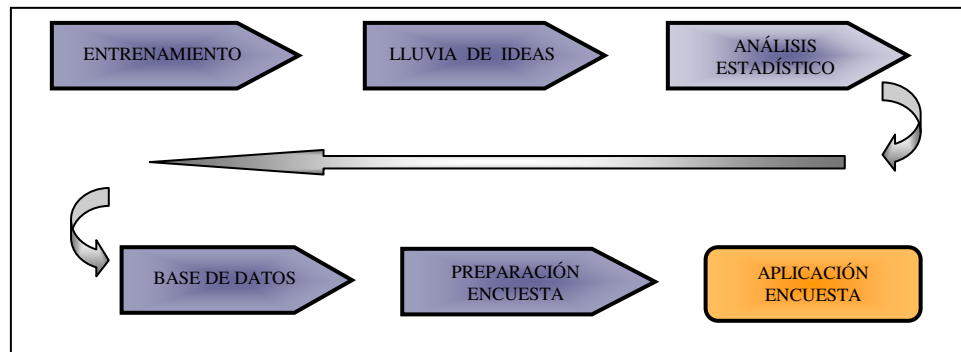


Figura 1.1 Esquema de Trabajo

La información se obtiene a partir de grupos de trabajo, integrado por miembros de distintos niveles de la organización (administradores de obra, jefes de terreno y jefes de obra), a los que se les entrega conocimientos básicos de Lean Production como valor y pérdidas.

A continuación se realizan sesiones de lluvia de ideas con el objetivo de identificar las posibles pérdidas como también las posibles causas de estas pérdidas que se encuentran presentes en obras de construcción, de acuerdo a la experiencia que los participantes tienen en su trabajo diario. Luego se analiza la información obtenida y se crea a partir de ésta una base de datos con las pérdidas u sus causas. El objetivo de esta base de datos es preparar una encuesta que sirva como herramienta aplicable para la detección de pérdidas en los proyectos de construcción.

b. Herramientas de Identificación y Reducción de Pérdidas

El objetivo de este paso es poder entregar a las empresas una serie de herramientas prácticas con el propósito de apoyar actividades para el mejoramiento continuo del desempeño. Las herramientas propuestas, las cuales alcanzarán sin lugar a dudas su máximo potencial al momento de su aplicación, tienen como objetivo identificar, medir la frecuencia con la que se manifiestan los distintos tipos de pérdidas y la frecuencia con la que las causas generan pérdidas en los proyectos de construcción.

c. Análisis Estadístico de Resultados

En base a la información obtenida, a través de los grupos de trabajos y utilizando posteriormente herramientas de análisis, se podrá establecer de manera específica las pérdidas consideradas más frecuentes e importantes, centrando la atención en la eliminación de las causas principales de los problemas, lo cual tendrá una alta repercusión en la resolución de los problemas con un mínimo recursos.

d. Proposición de Acciones de Mejoramiento

Una vez establecidas las oportunidades de mejoramiento, los esfuerzos deben concentrarse en acciones tendientes a reducir o eliminar las pérdidas más frecuentes e importantes detectadas. Para tal efecto, se usó como base los Principios de Mejoramiento de Lean Production.

Estas acciones son de carácter general y de preferencia se centran en las causas de los problemas, aunque también se acepta actuar a nivel de la pérdida cuando ésta se manifieste.

1.4.3 Etapa de Aplicación

En esta etapa se puso a prueba la metodología propuesta para estudiar el problema de las pérdidas dentro de la empresa constructora, que es sólo uno de los involucrados en un proyecto de construcción. Las interfaces con otros participantes, como los diseñadores, el mandante o los subcontratistas, donde también se generan pérdidas, quedan fuera del alcance de este estudio.

La metodología fue aplicada en primera instancia en forma global a la empresa y posteriormente fue aplicada específicamente en un proyecto de construcción, donde se utilizaron distintas herramientas para detectar las principales pérdidas en los procesos constructivos. Esto se hizo para dar mayor validez al trabajo y permitirá probar su aplicación en proyectos reales.

1.4.4 Etapa de Análisis de Datos

En esta etapa final se analizarán los datos obtenidos en la investigación realizada y se obtendrán las conclusiones finales y las recomendaciones para tratar o disminuir las pérdidas que se generan en todo proyecto de construcción.

En figura N° 1.2, se presenta las etapas de trabajo para desarrollar la metodología para reducir las pérdidas en proyectos de construcción.

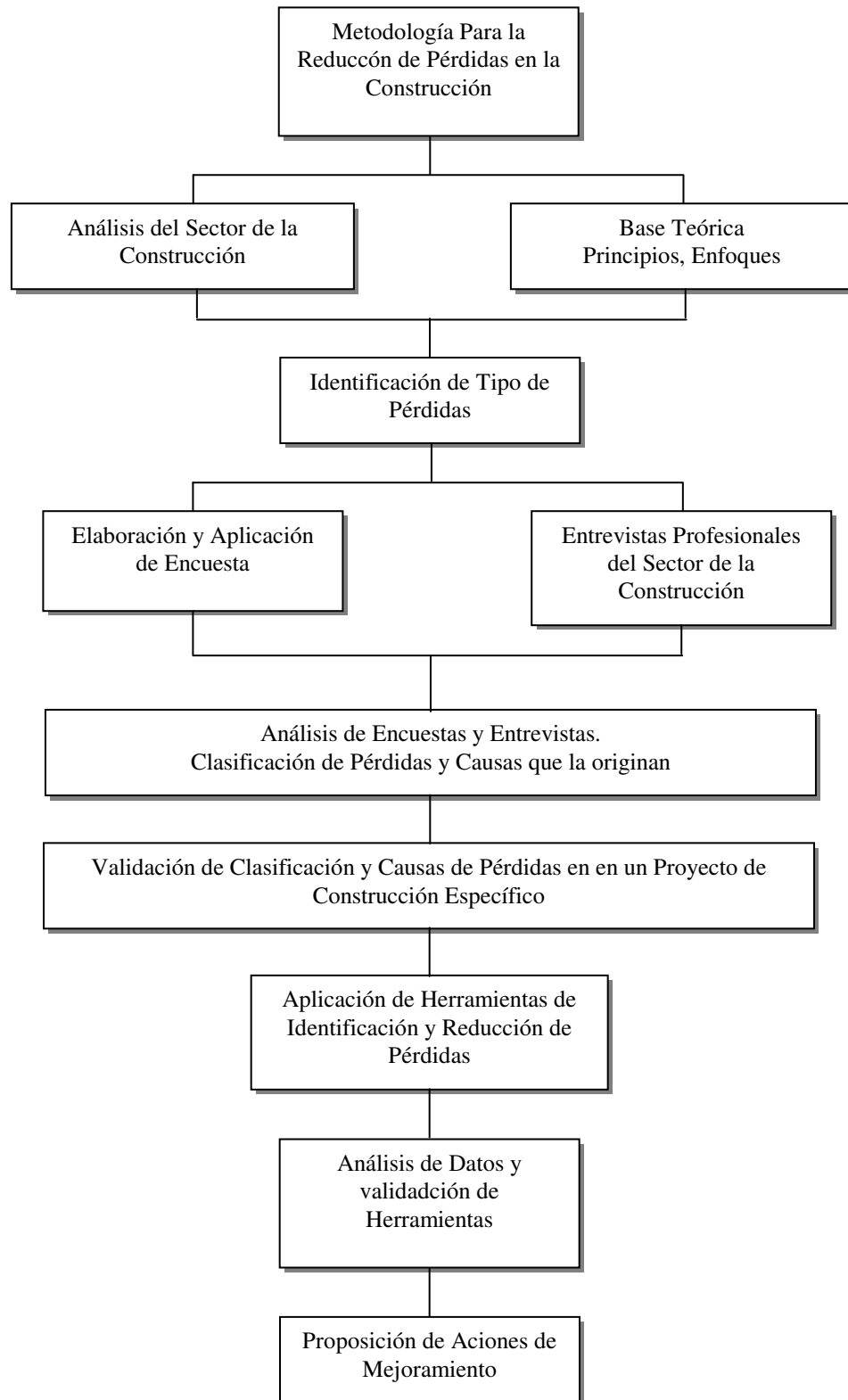


Figura 1.2 Esquema de Metodología

CAPÍTULO II. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1 La Industria de la Construcción en el Desarrollo de Chile⁴

La construcción se ha convertido en un elemento clave para el desarrollo del país, generando obras de infraestructura física necesaria para la expansión de la producción, proveer la infraestructura de uso público que hace posible movilizarla, y satisfacer la creciente demanda de viviendas que el crecimiento económico ha permitido realizar cada vez a más amplios sectores de la población.

En el período inmediatamente anterior a las reformas estructurales de la economía, a mediados de los noventa, la inversión anual en obras de construcción alcanzaba a poco más de US \$ 6.300 millones, en tanto que el año 2005 dicha inversión llegó a los US \$ 13.759 millones lo cual representa un alza de un 218%.

Sólo en los últimos 2 años se han construido obras por una inversión equivalente a US\$ 26.243 millones, con un ritmo de crecimiento anual promedio del 5,0%, lo que ha permitido generar en el período más de 600.000 nuevos puestos de trabajo en el sector, aumentar las remuneraciones reales en un 1% y recuperar fuertemente a fines del año pasado con un record de ventas inmobiliarias en el país de 47.374 unidades, 11,6% sobre las registradas el año anterior

La información disponible proyecta para el año 2006 una inversión en construcción del orden de los US\$ 14.798 millones, lo que representa un crecimiento real del 7,6%, y se proyecta para los 4 años siguientes un aumento sostenido en tasas similares a las del 2006.

La creciente participación de inversionistas extranjeros en los más variados ámbitos de la actividad económica del país, ha ido elevando paulatinamente los niveles de exigencias de calidad y los grados de sofisticación en los proyectos de infraestructura productiva privada, al mismo tiempo que el desarrollo de las comunicaciones y el progreso social y material generado por el crecimiento económico que viene registrando el país, está haciendo también de los chilenos clientes más informados y exigentes, tanto en cuanto compradores de viviendas, como usuarios de la infraestructura pública nacional.

⁴ Cámara Chilena de la Construcción. Informe de Macroeconomía y Construcción - MACH. División de Estudios Económicos. Cámara Chilena de la Construcción, 2006.

2.2 Tendencia de la Industria

En los últimos años ha aumentado el número de empresas constructoras e inmobiliarias en el país, producto del crecimiento económico de Chile⁴.

A nivel mundial, los métodos constructivos han experimentado un desarrollo. Se ha evolucionado desde las antiguas técnicas artesanales a métodos industrializados donde destacan la utilización de elementos prefabricados, la incorporación de la automatización en la Construcción y, quizás en un futuro cercano, la robótica en tareas específicas.

Respecto a la mano de obra, la remuneración sufre una pronunciada variación entre los distintos niveles jerárquicos de una organización constructora. Específicamente en Chile, existe mucha mano de obra no calificada y barata dentro del contexto nacional.

Por otro lado, la Construcción enfrenta a nivel mundial y en especial en nuestro país una serie de problemas que la diferencian de otras actividades industriales. Se obtienen bajos niveles de productividad, calidad insuficiente y condiciones de seguridad de los trabajadores. En especial en Chile, debido a la escasez de la mano de obra calificada y el aumento de la competencia extranjera, es fundamental actuar en el mejoramiento de los niveles de productividad, calidad y tecnología de la industria.

La situación que enfrenta la Industria de la Construcción en la actualidad, hace que las formas tradicionales de abordar los problemas ya no sean satisfactorias. Es necesario poner mayor énfasis en la Administración y Gestión de los proyectos de Construcción.

2.3 Características Productivas de la Industria de la Construcción⁵

La construcción presenta un conjunto de características que explican, en parte, muchos de los problemas de desarrollo que presenta, aunque no los justifican en su totalidad. Estas características únicas de esta industria son, entre otras, las siguientes:

1. **Curva de aprendizaje limitada:** la continua movilización del personal entre diferentes proyectos (y diferentes trabajos en muchos casos) de construcción, cuya duración es limitada y la creación y posterior disolución de las organizaciones que ejecutan estos proyectos, limitan en una gran proporción la capacidad de aprendizaje, tanto del personal, como de las empresas constructoras.

⁴ Serpell Bley, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1993. 292p.

Serpell Bley, Alfredo y Alarcón Cárdenas, Luis. Planificación y Control de Proyectos. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 2000. 264p

2. **Sensitiva al clima:** a diferencia de otras industrias, la construcción es afectada por el clima y el entorno natural, dada la condición de que gran parte del trabajo se realiza al aire libre, característica particular de la ejecución de este tipo de proyectos.
3. **Alto nivel de presión en el trabajo:** la construcción se caracteriza por ser una actividad que trabaja contra el tiempo, donde la presión por el cumplimiento de los plazos es muy intensa. Esta realidad limita el esfuerzo de la administración por planificar y organizar adecuadamente los trabajos y la hace proclive a una gran cantidad de errores y problemas.
4. **Presencia de incentivos negativos:** debido a la forma desintegrada en que trabajan los diferentes participantes de un proyecto de construcción y a los intereses generalmente contrapuestos de éstos, se producen varios incentivos negativos para los constructores. Normalmente, el mandante de un proyecto no demuestra gran interés por asignar los proyectos a empresas que demuestran un estándar de buena calidad, no se permite la presentación de diseños más constructibles y técnicamente superiores, los esquemas de contratación asignan todo el riesgo a los contratistas, sin un análisis de quien los puede controlar mejor, etc. La fragmentación propia de la industria no estimula las ideas innovadoras Y. en general, existe una gran resistencia al cambio.
5. **Poca capacitación y reciclaje:** el personal de la construcción no cuenta con programas de capacitación que le permita un desarrollo sostenido de su capacidad, la que se adquiere principalmente en base a la experiencia. Los profesionales y empresarios no tienen oportunidades amplias de capacitación ni tampoco existe una cultura que los estimule para ello.
6. **Relaciones antagónicas entre las partes:** a diferencia de una empresa del área industrial, en que existe un conjunto de funciones que se unen para la conceptualización, diseño y producción de un producto particular dentro de un objetivo común, en la construcción, la gran mayoría de los proyectos es realizada por diferentes entes que tienen Intereses divergentes. Por un lado está el mandante que enfatiza el costo y el tiempo de la materialización de su obra, normalmente exigiendo un alto nivel de calidad. Por otro, están los proyectistas que buscan tener una ganancia apropiada, es decir, trabajar al mínimo costo, lo que resulta en problemas de calidad de diseño y finalmente, están los contratistas que también tienen como objetivo el obtener una buena utilidad en la ejecución del proyecto. Generalmente las relaciones entre el mandante y el contratista son de carácter antagónico en estas circunstancias. Actualmente, para superar parte de estos problemas, se han propuestos nuevos esquemas de trabajo que aúnen el esfuerzo de todos con un resultado positivo para cada uno de ellos.

- 7. Planificación deficiente:** la planificación, herramienta fundamental de la administración, es una función que no es realizada en forma efectiva en la construcción. Experiencias con empresas constructoras muestran un uso inadecuado de la planificación, tanto a largo plazo, como a corto plazo. La alta presión de trabajo y la dinámica intensa de las obras de construcción lleva a los profesionales y mandos intermedios a trabajar en función de lo inmediato, enfatizándose muchas veces aspectos que no son críticos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, al no tener una clara base de comparación como debiera ser el plan de trabajo del proyecto.
- 8. Base es la experiencia:** en la construcción se valora principalmente la experiencia de los profesionales y el personal en general. Reconociendo que en esta actividad, como en muchas otras, la experiencia es importante, esta realidad lleva a una falta de motivación del personal para reciclarse y adquirir nuevos conocimientos y tecnología que podrían aportar a un mejoramiento general de la actividad. Otra consecuencia de esta situación, es el hecho de que en general se mira con desconfianza a las ideas y proposiciones de cambio e innovación que plantean profesionales jóvenes que salen de la universidad con un conocimiento de gran utilidad para las empresas constructoras, restringiendo las posibilidades de cambio existentes.
- 9. Investigación y desarrollo son muy limitados:** en la práctica en esta industria no se realiza ningún esfuerzo de investigación y desarrollo orientados a mejorar los procesos de construcción y su administración. En la gran mayoría de los casos ni siquiera se hace el esfuerzo de adaptar nuevas tecnologías que existen en el mercado debido a la incertidumbre de los resultados de su aplicación. Actualmente esta situación ha ido evolucionando y se aprecian algunos esfuerzos aislados tendientes a iniciar una acción de investigación y desarrollo en algunos temas específicos de interés general para la industria de la construcción.
- 10. Actitud mental poco favorable:** la actitud mental que se aprecia en la construcción no es, en general, favorable para mejorar la situación actual. Entre los aspectos que se relacionan con este punto están los siguientes:
- Falta de cuestionamiento de lo que se hace, los métodos de trabajo, etc.
 - Se considera que lo tradicional es eficiente, lo que nuevamente lleva a una falta de cuestionamiento.
 - Falta desafío para mejorar, lo que en la actualidad ha cambiado debido a un incremento de la competencia en el mercado.
 - Descuido de actividades de apoyo al trabajo productivo, fuente de una gran mayoría de ineficiencias y pérdidas de productividad en obras de construcción.

A pesar de los aspectos negativos descritos más arriba, la construcción es un sector pujante que presenta grandes posibilidades de desarrollo. Sin embargo, el cambio y mejoramiento de la industria es una necesidad acuciante debido a los desafíos que existen actualmente, destacándose los siguientes:

- Mercados más competitivos, con una participación activa y creciente de empresas constructoras internacionales.
- Proyectos de mayor complejidad con incorporación de tecnologías de uso poco común en nuestro país.
- Mayores requerimientos tecnológicos de parte de los mandantes o clientes.
- Exigencia de menores plazos.
- Mayor presión por reducir los costos de los proyectos.
- El creciente Impacto de la mano de obra, junto con la reducción de la oferta en el mercado labora frente a una demanda en aumento.

Para enfrentar con éxito los desafíos que la industria presenta actualmente y los que se esperan a futuro, la industria de la construcción debe ser capaz de:

- Lograr un uso eficiente de recursos.
- Mejorar la competitividad actual y futura de las empresas y proyectos de construcción.
- Administrar mejor, en especial al recurso humano en la construcción.
- Mejorar la calidad incorporando nuevas filosofías de gestión.
- Desarrollar un espíritu crítico e innovador, orientado al logro de todos los puntos anteriores.
- Aplicar Herramientas de planificación a nivel operacional.
- Utilizar Herramientas de análisis y evaluación de la gestión productiva.
- Utilizar Herramientas de control.

2.4 Aspectos Generales de la Construcción⁶

Existen diferentes tipos de proyectos de construcción, de variadas magnitudes, con la característica común de ser complejos en la administración de su ejecución debido a la gran cantidad de agentes participantes en ellos. Los proyectos se clasifican básicamente como sigue:

⁶ Serpell Bley, Alfredo. Gestión Productiva en la Construcción. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1992. 244p.

- a) **Proyectos de Edificación**: proyectos típicos que caen en esta categoría son: la construcción con fines habitacionales, educacionales, comerciales, sociales y de recreación, de salud, etc.
- b) **Proyectos de Construcción Pesada**: se caracterizan por la utilización de maquinaria y equipo pesado y son generalmente de una envergadura importante en capital. Se incluyen en esta clasificación las centrales hidroeléctricas, los túneles, puertos, aeropuertos, etc.
- c) **Proyectos de Construcción de Caminos**: son una categoría particular de los proyectos de construcción pesada. Están básicamente orientados a dar un servicio público, siendo el principal mandante, el Estado. Estos proyectos requieren generalmente de la ejecución de excavaciones, rellenos, pavimentos, obras de arte y puentes.
- d) **Proyectos de Construcción Industrial**: corresponden a proyectos que tienen un alto contenido de obras civiles y de montaje de instalaciones para la producción industrial. Se incluyen los proyectos de refinerías de petróleo, proyectos de plantas químicas, instalaciones industriales, etc.

Como se mencionó anteriormente, los proyectos de construcción involucran a varios participantes, con distintos intereses, y con diferentes responsabilidades técnicas y de gestión. Los principales son:

- **Cliente o Mandante**: Son quienes conciben, modifican y encargan los proyectos de construcción. Puede ser una persona o grupo de personas que son dueñas del capital y que generalmente seleccionan y designan los terrenos de construcción, establecen requerimientos de diseño, proveen financiamiento, gestionan parte de los permisos necesarios y administran los contratos. Pueden ser también trabajadores agrupados en sociedades de capital o funcionarios de una entidad estatal. Generalmente contratan a las empresas de diseño y a las empresas constructoras para que desarrollen el proyecto.
- **Los Projectistas**: Es el grupo profesional encargado de elaborar el diseño, y toda la documentación definida en la fase de estudio de un proyecto. Generalmente son ingenieros y arquitectos que tienen como labor traspasar las concepciones del mandante en direcciones detalladas y específicas para la construcción. Tradicionalmente las fases de diseño y construcción han sido desarrolladas por equipos sin interacción, lo que ha originado graves problemas de coordinación y constructibilidad. Por ello la tendencia es el trabajo en equipo de diseñadores y constructores.

- **Los Contratistas y Subcontratistas:** Corresponde a la entidad, habitualmente una empresa, que tiene por misión implementar y ejecutar el proyecto de construcción. Deben reunir buenas condiciones de administración, pues en ellos se delega la selección del método constructivo, el trato con proveedores, el manejo de la mano de obra y el abastecimiento de equipo y herramientas adecuadas para construir el proyecto.
- **Los Proveedores:** son la empresa a, la cual el proyecto encarga la provisión de equipos o materiales especializados. Puede ser un fabricante, que por la naturaleza de su producto entrega incorporada ingeniería de procesos. Los subcontratistas son los encargados de realizar labores específicas y especializadas dentro de la construcción del proyecto. Algunos ejemplos típicos son la colocación de puertas y ventanas en un edificio. Generalmente la negociación es con la empresa constructora.
- **Fuerza de Trabajo: Principalmente** esta formada por trabajadores, capataces y jefes de obras. Los trabajadores son los encargados de ejecutar los métodos constructivos para materializar el diseño, para lo cual se organizan individualmente o en cuadrillas dirigidas por un capataz. Lo anterior se logra utilizando insumos básicos como materiales, equipo, información y espacio. Existen diversas especialidades que dependen de la naturaleza y la etapa de la obra. Tal es el caso de jornales, carpinteros, albañiles, enfierradores, trazadores, operarios de máquinas, estucadores, concreteros, soldadores, electricistas, pintores, etc. Sin embargo, en Chile la mayor parte de la mano de obra es no calificada⁷ y se ha formado en base a la experiencia. Es importante destacar que para que el proyecto se desarrolle con éxito se requiere del esfuerzo coordinado de todas las partes. Algunas variables como la productividad, los costos y el plazo están fuera del alcance de la mano de obra, pero si tiene un rol fundamental en la fase de trabajo. Finalmente, debe señalarse que en un proyecto de construcción participan miembros de estratos socioeconómicos, culturales y religiosos muy diferentes, lo que sumado a la gran diversidad en cuanto a preparación de los involucrados da como resultado una organización muy heterogénea.

Al igual que cualquier proyecto, los de construcción se desarrollan a través de etapas, a partir de la existencia de una necesidad que es necesario satisfacer. Es posible identificar las siguientes etapas básicas:

1. Etapa de formulación del proyecto o de conceptualización, en base a los requerimientos del usuario.

⁷ Majluf Z., Viviana. Aumentos de Productividad en la Construcción, Muere el mito, Triunfa la realidad. Revista BIT N° 27 pp. 6-13, 2002.

2. Etapa de planificación preliminar y de estudio de factibilidad del proyecto. En esta etapa se definen las metas del proyecto.
3. Etapa de diseño del proyecto, con la participación de los diferentes especialistas o proyectistas.
4. Etapa de construcción. Esto incluye la ingeniería de terreno y la planificación de la construcción. Ingeniería de construcción.
5. Etapa de pruebas y ensayos, recepción y uso de la obra.

Para llevar un proyecto a buen término, es necesario administrarlo correctamente. La Figura 2.1 a continuación, ilustra los elementos básicos que participan en la administración de un proyecto.

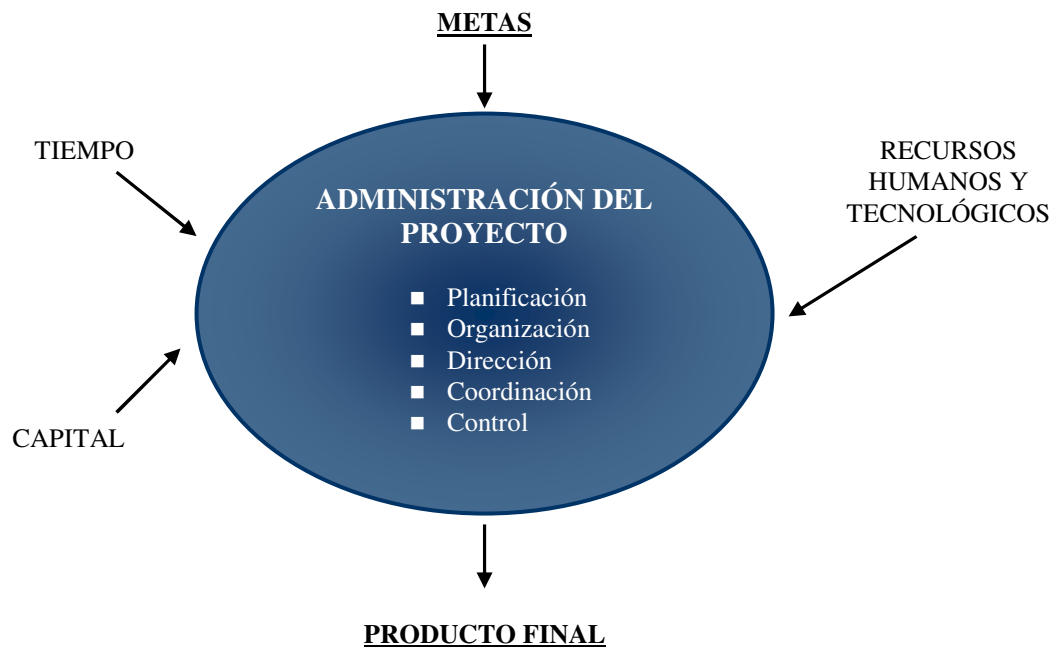


Fig. 2.1 Elementos Básicos de la Administración de un Proyecto

Un proyecto se inicia con el planteamiento de una meta u objetivo, el cual a través de la administración del proyecto se busca el Producto Final, el cual se realizará con el capital o financiamiento para este efecto, en un plazo determinado y mediante la utilización de distintos recursos, ya sea tecnológicos o humanos.

2.5 Productividad en la Construcción⁸

La productividad y su mejoramiento permanente es una de las metas principales de la administración de una empresa o proyecto de construcción, por esta razón, se revisan los principales conceptos relacionados a la productividad en la construcción, de manera de establecer un marco de referencia en relación a este parámetro de fundamental importancia.

2.5.1 Conceptos Básicos

La producción es la creación de bienes y servicios. Es la transformación de recursos en productos y/o servicios. La productividad implica la mejora del proceso productivo y la mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados (insumos) y la cantidad de bienes y servicios producidos (salidas).

Una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes, representa un aumento de productividad. Económicamente hablando, los insumos son representados por la mano de obra, materiales, terrenos, maquinaria, energía, capital, etc. Las salidas pueden agruparse en bienes o servicios que incluyen desde productos alimenticios hasta la mantención y reparación de estructuras; pero quien crea el sistema productivo y ofrece las condiciones para el proceso de conversión de insumos en productos es la administración.

La medición de la productividad es una herramienta eficaz para evaluar el crecimiento y la mejora de un nivel de trabajo de sus participantes. La productividad es además, un factor influyente en la economía de un país, ya que si los requerimientos de los insumos aumentan sin aumentar la productividad, los precios crecen; y si se logra producir más con los mismos recursos los precios bajan.

La definición del término productividad varía ligeramente según el autor, de esta forma podría expresarse como:

- La utilización eficiente de los recursos (insumos) para producir bienes y/o servicios (productos).

⁸ SPG. Productividad en la Industria de la Construcción Chilena. Revista BIT Vol. 8 N° 23 pp. 30-33, 2001.
Serpell Bley, Alfredo. Gestión Productiva en la Construcción. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1992. 244p.
Alarcón Cárdenas, Luis. Diagnóstico, Evaluación y Mejoramiento del Proceso de Planificación de Proyectos. Revista Ingeniería de Construcción N° 16 pp. 36-50, 1997.
Alarcón Cárdenas, Luis. Experiencias en el Estudio de la Productividad en la Construcción. Revista Ingeniería de Construcción N° 6 pp. 79-100, 1989.
Alarcón Cárdenas, Luis. Mejoramiento de la Gestión en Empresas Constructoras. Revista BIT Vol. 8 N° 21 pp. 56-57, 2001.

- La mejora del proceso productivo.
- Cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción. De esta forma es posible hablar de productividad del capital, de la inversión o de la materia prima según si lo que se produjo se toma en cuenta respecto al capital, a la inversión o a la cantidad de materia prima.
- Es una medida de la economía de los medios.

En general, podemos decir que:

$$\text{Productividad} = \frac{\Sigma \text{Unidades Producidas}}{\Sigma \text{Insumos Empleados}}$$

2.5.2 Variables de la Productividad

Podemos además hablar de variables que influyen en el valor final de la productividad, independientemente del rubro de la empresa en que se desea medir, y dichas variables se pueden agrupar en tres grandes grupos que son:

Mano de Obra: la mejora en la contribución de la mano de obra a la productividad es el resultado de la fuerza laboral más sana, mejor capacitada y más competente.

Capital: La inversión de capital provee de las herramientas necesarias a las empresas para transformar los insumos en productos.

Administración: La administración incluye las mejoras llevadas a cabo por medio de la tecnología y utilización del conocimiento. Un administrador de operaciones efectivo debe asegurarse que todo su equipo de trabajo utilice plena y óptimamente el conocimiento y la tecnología disponible.

2.5.3 El Ciclo de la Productividad

Una empresa que por primera vez inicia un programa formal de productividad puede comenzar por medir la productividad. Una vez que se han medido los niveles productivos, tienen que evaluarse o compararse con los valores planeados. Con base a esta evaluación, se planean metas para estos niveles de productividad tanto a corto como a largo plazo. Para lograr estas metas se deben llevar a cabo mejoras formales. Para valorar el grado en que las mejoras tendrían que llevarse a cabo el siguiente período se debe medir la productividad de nuevo.

Así continúa el ciclo durante el tiempo que opere el programa de productividad en la empresa. De esta manera el ciclo se expresa como:



Figura 2.2 Ciclo de la Productividad

Este concepto nos muestra que el mejoramiento de la productividad está precedido por la medición, evaluación y planeación, lo que indica además que cada parte es importante y que es un programa continuo una vez se pone en marcha.

2.5.4 La Medición de la Productividad

Existen numerosos beneficios o ventajas de la medición de la productividad entre los que se encuentran:

¿Para qué sirve medir la Productividad? - De forma General

1. **Indicadores económicos:** Dentro de un país, las medidas de la productividad a nivel industrial o sectorial pueden ser indicadores económicos útiles para establecer el desempeño económico de ese país. Como estas medidas identifican los mejores sectores y aquellos con fallas, las áreas que son un problema potencial se pueden detectar para examinarse con detalle.
2. **Análisis de la fuerza de trabajo:** Una vez que se cuenta con las medidas de la productividad, es posible analizar los cambios en la utilización de la fuerza de trabajo, las proyecciones, las tendencias de los costos y los efectos que los avances tecnológicos puedan tener sobre el empleo y desempleo en la industria.
3. **Análisis del desempeño de las empresas:** Por medio de las medidas de productividad se puede comparar el desempeño de las empresas individuales respecto a las del mismo sector.

4. Pronósticos de empresa y gobierno: Estas medidas también pueden ser una gran ayuda para las asociaciones de empresas y comercio al pronosticar los patrones de crecimiento del sector, las condiciones futuras, etc.
5. La medición de la productividad es una manera excelente para evaluar la habilidad de un país para ofrecer una mejora del nivel de vida de sus habitantes. Únicamente por un medio de los incrementos en la productividad puede mejorar el nivel de vida.

¿Para qué sirve medir la productividad? - A nivel de empresa

La medición y análisis de la productividad pueden ser una herramienta de gran valor tanto para la dirección de la empresa como para los trabajadores y su organización sindical.

Esta utilidad puede ser vista en varios planos, de los cuales destacamos cuatro: evaluar metas y objetivos, comparar desempeños, señalar tendencias y remunerar a los factores productivos. También nos sirve para:

1. Poder evaluar la eficiencia de la conversión de sus recursos de manera que se produzcan más bienes o servicios con una cierta cantidad de recursos consumidos.
2. Poder simplificar la planeación de recursos a través de la medición de la productividad, tanto a corto como a largo plazo.
3. Los objetivos económicos y no económicos de la organización pueden reorganizarse por prioridades a la luz de los resultados de la medición de la productividad.
4. Poder modificar en forma realista las metas de los niveles de productividad planeadas para el futuro, con base en los niveles actuales medidos.
5. Poder determinar estrategias para mejorar la productividad según la diferencia que exista entre el nivel planeado y el nivel medio de la productividad.
6. La medición de la productividad puede ayudar a la comparación de los niveles de productividad entre las empresas de una categoría específica, ya sea a nivel del sector o nacional.
7. Los valores de productividad generados después de una medida pueden ser útiles en la planeación de los niveles de utilidades de una empresa.
8. La medición crea una acción competitiva.

9. La negociación salarial colectiva se puede lograr en forma más racional una vez que se dispone de estimaciones de productividad.

2.5.5 Aumento de la Productividad

El aumento en la productividad puede manifestarse ya sea por la reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes, o un incremento de las salidas mientras los insumos permanecen constantes. Cualquiera que fuere el caso, el aumento de la productividad en las empresas se traduce en muchos beneficios, entre los que se mencionan:

- Mayores productividades en una empresa con respecto a los recursos humanos y físicos, significaran mayores ganancias.
- Generalmente una mayor productividad de la empresa se traduce en ingresos reales más altos para los empleados.
- A través de una mayor productividad se reducen costos de manufactura, por lo que disminuyen los precios que debe pagar el consumidor o aumentar las ganancias.

El incremento de la productividad del trabajo fue tradicionalmente un objetivo perseguido por los empleadores y muchas veces resistido por los trabajadores. Estos últimos en ello un medio utilizado por los mandos superiores para intensificar su carga de trabajo, deteriorando las condiciones de trabajo y reduciendo las posibilidades de empleo, como frecuentemente ocurría.

Hoy en día, existe cierto consenso entre los empleadores y los trabajadores, acerca de la necesidad de incrementar la productividad del trabajo, acompañando este aumento con mejoras sustanciales de las remuneraciones y de las condiciones de trabajo.

El aumento de la productividad es en general el fruto de diferentes factores que la mayoría de los casos actúan simultáneamente, entre ellos:

- Tecnología
- Organización del Trabajo
- Tiempos de Trabajo
- Políticas de recursos humanos
- La correcta toma de decisiones

Un problema que se presenta dentro de los proyectos de construcción es la baja en la productividad, que en muchas ocasiones no trabajamos para mejorarla, sino que invertimos más y más.

2.5.6 Productividad Aplicada a la Construcción

Construir no es tarea fácil. Existen muchos factores relacionados con la terminación del producto. Uno de esos factores está relacionado con cuán eficientes seamos y que tan alto es nuestro desempeño dentro de nuestro trabajo para lograr que el producto sea satisfactorio para el cliente y que la persona que construye no sea la más afectada.

Hay muchos factores que afectan a la productividad en la construcción. Lo importante es conocer cuales son los más negativos, para poder actuar sobre ellos de modo de disminuir su efecto, y cuales aportan positivamente de manera de incrementarlos.

Es importante entonces, comprender que la productividad es un problema extremadamente complejo, debido a la gran cantidad y a las características de los elementos que tienen relación con ella.

Productividad es el concepto de relacionar los bienes producidos con los insumos utilizados. Cabe destacar que dentro de este concepto es necesario tomar en cuenta la eficiencia de la empresa constructora y la seguridad de buena calidad de sus productos.

Para que una empresa constructora alcance una alta productividad en el proceso de construcción, debe lograr una buena utilización de los recursos y un alto cumplimiento de las metas deseadas.

El administrador del proyecto es el encargado de lograr una organización productiva donde se brinden los recursos y capacidades que son necesarios para realizar las obras llevar a cabo la dirección, planificación y control de los recursos y de los procesos, definir como hacerlo, mantener un ambiente adecuado de trabajo y brindar toda la información que los grupos dentro del proyecto necesiten para desempeñarse adecuadamente.

Estos grupos de trabajo deben contar con una dirección adecuada y con el personal necesario para cumplir sus labores, deben estar capacitados en el trabajo que tienen que realizar y estar comprometidos para terminar de la mejor manera el proyecto.

Dentro de un proyecto de construcción se emplean principalmente tres recursos: la mano de obra, los materiales y la maquinaria. Es por esta razón que es necesario

enfocarse en las productividades de cada uno de ellos por separado, para así analizar cuál de estos factores influye de mayor manera en la productividad total de una empresa constructora en particular.

Por lo tanto, considerando los diferentes tipos de recursos, es posible hablar de:

1. Productividad de la Mano de Obra: es un factor crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo de trabajo en la construcción y del cual depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos. Por esta razón, en la construcción, productividad puede definirse como "la eficacia con que un obrero hace su trabajo, en términos de horas-hombre por unidad de trabajo".

$$\text{Productividad} = \frac{\Sigma \text{Unidades Colocada}}{\Sigma \text{HH Empleados}}$$

2. Productividad de los materiales: en la construcción es de suma importancia ya que dentro de la obra se debe tener un manejo adecuado de la utilización de ellos, evitando al máximo posibles pérdidas.

$$\text{Productividad} = \frac{\Sigma \text{Unidad Obra}}{\Sigma \text{Cantidad de Materiales}}$$

3. Productividad de la Maquinaria: este factor es esencial ya que esto es un problema que surge de la planificación del proyecto y se debe evitar las pérdidas de su utilización por los altos costos que involucra.

$$\text{Productividad} = \frac{\Sigma \text{Unidades Obra}}{\Sigma \text{Cantidad de Materiales}}$$

Por otro lado, se han definido una serie de factores que afectan de forma positiva o negativa el logro de una buena productividad. Estos factores deben ser tomados en consideración por el administrador del proyecto a fin de que los trabajadores alcancen una mejor productividad.

2.5.7 Factores que Afectan la Productividad de la Construcción

Existe una gran cantidad de factores que afectan negativamente sobre la productividad de la construcción. Los principales factores son los siguientes:

- Disponibilidad limitada de la mano de obra adecuada
- Composición y tamaño inadecuado de las cuadrillas
- Ineficiencia en la toma de decisiones
- Ubicación de la obra en un lugar de difícil acceso
- Exigencias excesivas de control de calidad
- Interrupciones no controladas
- Características de tamaño, ubicación y duración de la obra, poco motivadoras para el personal
- Uso de sobretiempo programado durante un largo período de tiempo
- Errores y omisiones en los planos y especificaciones
- Exceso de modificaciones del proyecto durante la ejecución de la obra
- Diseños muy complejos y/o incompletos
- Agrupamiento de muchos trabajadores en espacios reducidos
- Falta de una supervisión adecuada
- Reasignación de la mano de obra de tarea en tarea, impidiendo la especialización y el aprendizaje
- Ubicación inapropiada de los materiales y las bodegas en general
- Temperatura o clima adverso en la zona
- Mala o escasa iluminación cuando se necesita
- Nivel de agua subterránea muy superficial
- Falta de materiales cuando se necesitan
- Falta de equipos y herramientas cuando se necesitan
- Materiales, equipos y herramientas inadecuados
- Alta tasa de accidentes en la obra

La figura 2.3 muestra un esquema con los factores que actúan negativamente en la productividad. En la figura se aprecia que existe una gran cantidad de factores que actúan negativamente en la productividad del recurso humano y pretender actuar sobre todos ellos es imposible, más aun si esto se hace de manera no sistemática.

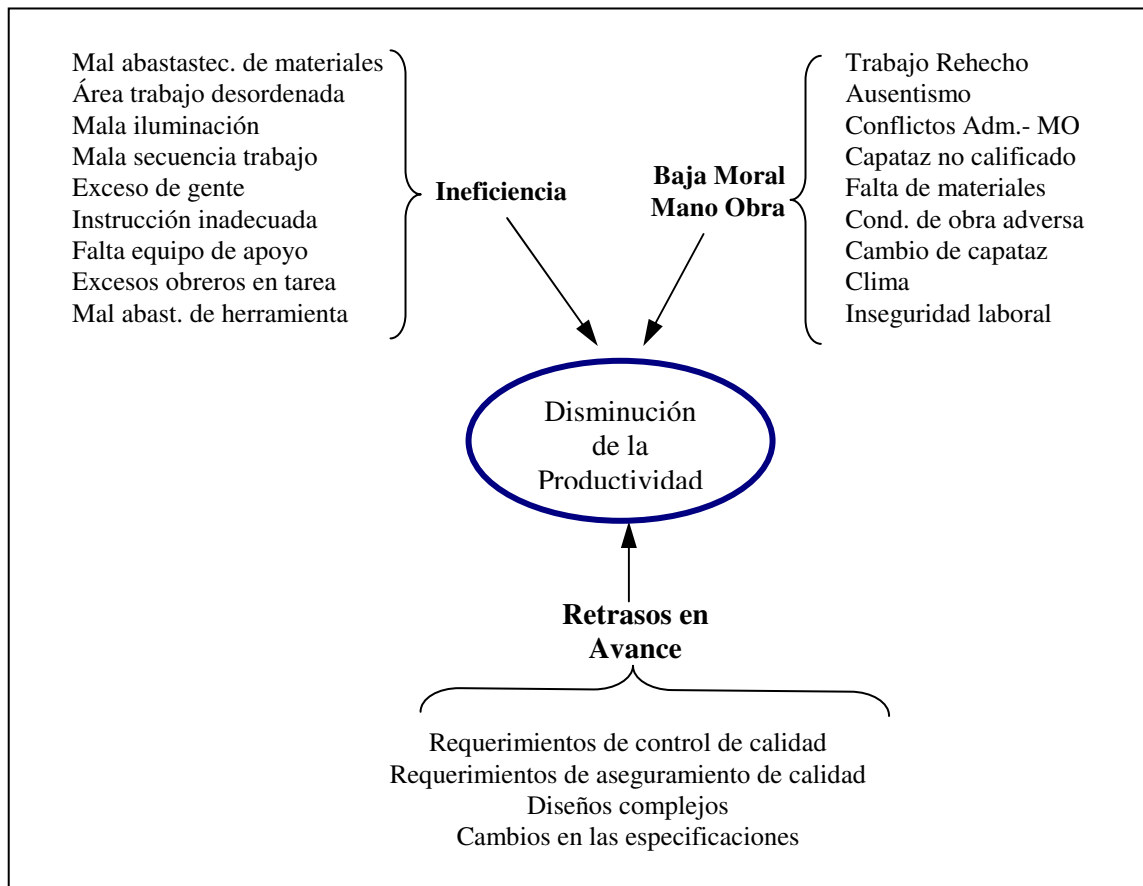


Figura 2.3 Factores que Afectan la Productividad

2.5.8 Tiempo Improductivo en Obras de Construcción

El estudio del problema de los tiempos improductivos en las obras de construcción no sólo influye en el tiempo total del trabajo sino que además incide directamente en el presupuesto e indirectamente en otras variables que condicionan el desempeño de la obra.

Para la medición del Trabajo No Contributorio (TNC) se usan dos herramientas: Muestreo General del Trabajo y Encuesta de Detención y Desviación de Horas Hombres. Se clasifica el TNC en cuatro categorías:

- Inactividad por Necesidades Fisiológicas
- Inactividad por Ineficiencia de la Administración
- Inactividad por Fuerza Mayor u otras Causas

■ Inactividad por Tiempo Ocioso

Entre las necesidades fisiológicas se encuentra beber agua, descansar, ir al baño o aseo personal. Para disminuir el efecto de esta fuente de inactividad se propone instalar una serie de elementos como baños químicos, guardarropías, comedores, etc., con el objetivo de facilitar las acciones básicas a los obreros.

Las ineficiencias de la administración incluyen espera por materiales internos y externos, espera por herramientas y equipos, espera por instrucciones, modificaciones en el trabajo, etc. Algunas soluciones que se proponen son la formación de equipos de aprovisionamiento, programar, controlar y mantener adecuadamente los equipos, mejorar el sistema de comunicación e incluir la experiencia constructiva en las fases de diseño.

El tiempo ocioso lo conforma la inactividad de la mano de obra por causas como flojera, desmotivación, estado de ánimo y la hora y el día de la semana. Sobre estos componentes se pueden lograr las mayores mejoras, mediante un control directo de la administración y los capataces sobre la mano de obra. Se debe poner énfasis en medidas motivadoras y no represivas.

El valor total del tiempo improductivo en obras de construcción alcanza el 60%. En este valor se considera además del trabajo no contributivo, el trabajo contributivo, que tampoco aporta directamente en la producción. Generalmente el 25% del presupuesto corresponde a mano de obra, por lo cual alrededor del 15% del presupuesto global de la obra se desperdicia. Las utilidades promedio de los proyectos son de 3% a 5%, por lo que es importante actuar en la disminución de este desperdicio.

El uso de los Programas de Mejoramiento de la Productividad (PMP) que en EEUU han permitido aumentar la productividad entre un 20 y un 40%. Si se considera que la Construcción aporta directamente un 6% en el PGB nacional y que la Mano de Obra representa el 25% del presupuesto de una obra, entonces una aplicación generalizada de PMP podría ahorrar un 0,6% en el PGB del país. Los PMP son programas estructurados, que facilitan el aumento de la productividad de un proyecto mediante el mejoramiento de los sistemas de información y retroalimentación, el mejoramiento de los sistemas de suministros de recursos y el mejoramiento de los métodos de construcción. Su objetivo es mejorar la productividad de la mano de obra para beneficio del proyecto de forma integral, reflejada en el avance y en el costo. Algunas acciones consideradas en la aplicación de un PMP son mejorar la interrelación de los trabajadores, mejorar la moral, disminuir los índices de ausentismo, reducir el número de accidentes, mejorar las relaciones laborales y disminuir las pérdidas de materiales.

Según estudios de la Corporación de Desarrollo Tecnológico CDT, las causas de los tiempos improductivos identificados en los proyectos de construcción se explican en cinco categorías los desperdicios:

- Traslados
- Esperas
- Trabajo inefectivo
- Trabajo Rehecho
- Trabajo lento

La razón por la cual un trabajador pierde tiempo productivo se encuentra en alguna de estas categorías. Hay muchos factores que explican cada una de estas categorías e inciden en la productividad de las distintas actividades de una obra. Estos factores interactúan de una manera muy compleja, pudiendo influir directa o indirectamente en más de una categoría.

En el siguiente esquema se clasifica las pérdidas de tiempo productivo. Dicho esquema se presenta en la figura 2.4. En él queda de manifiesto que se pierde tiempo productivo tanto cuando no se trabaja como cuando se trabaja.

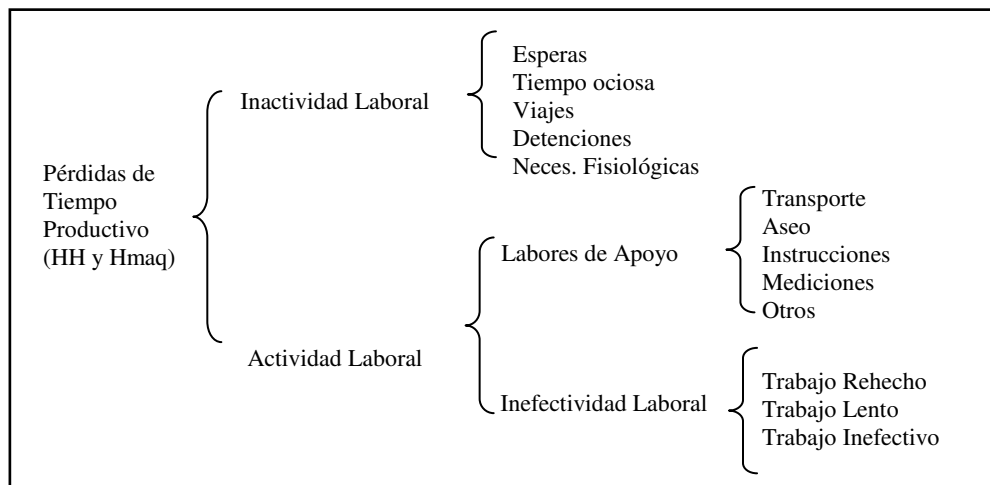


Figura 2.4 Clasificación de Pérdidas de Tiempo Productivo

Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico CDT

Las principales causas para el tiempo no productivo en la construcción se pueden clasificar en tres tipos, cada una de las cuales explica aproximadamente un tercio del tiempo improductivo total. La tabla 2.1 presenta estas causas.

Tabla 2.1 Causas para el Tiempo No Productivo en la Construcción

Factores relacionas con la industria	Factores relacionados con la Mano de Obra	Factores relacionados con la Administración
■ Unicidad de la mayoría de los proyectos ■ Lugar de construcción del proyecto ■ Clima adverso ■ Dependencia de la economía ■ Tamaño pequeño de las empresas ■ Carencia de investigación y desarrollo ■ Normas de construcción restrictivas ■ Legislación laboral y ambiental	■ Alto porcentaje del costo de la Mano de Obra ■ Variabilidad en la productividad de la Mano de Obra ■ Características de la demanda y los proveedores de la industria ■ Poco potencial para el aprendizaje del personal ■ Riesgo de accidentes para el personal ■ Reglas de los sindicatos ■ Baja motivación de los trabajadores	■ Sistemas de costos y de control deficientes ■ Deficiente planificación del proyecto ■ Deficiente planificación para medir y pronosticar la productividad

La Oficina Internacional del Trabajo⁹ plantea una distribución para el tiempo total de operación. El contenido básico de trabajo "Corresponde al tiempo que es necesario invertir, evaluado por ejemplo en Horas Hombre u Horas Máquina, para obtener un determinado resultado o llevar a cabo una operación, si no influyera ningún tipo de factor externo al trabajo, si el diseño y las especificaciones fueran perfectas, los métodos de operación fuesen perfectos y no hubiesen pérdidas provocadas por ineficiencias en la Administración o la Mano de Obra (excepto las pausas normales de descanso del trabajador). Este tiempo es el mínimo requerido para desarrollar la operación y alcanzarlo es una meta un tanto utópica.

⁹ OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. Ginebra, Organización Internacional del Trabajo, 1996. 522p.

2.6 La Calidad en la Construcción¹⁰

El concepto de la calidad ha ido cambiando y evolucionando a lo largo de la historia. En los primeros tiempos, se aseguraba la calidad por el contacto directo entre comprador (usuario) y fabricante. Con la aparición de las teorías sobre la productividad en masa, se ha producido una separación entre el productor y el consumidor, lo cual ha resentido la calidad de los productos. El logro en el incremento de la productividad, ha hecho que se separe la ejecución de la planificación, lo cual ha impedido que los obreros tengan la posibilidad de decidir sobre su trabajo y por ende, ser responsables por su calidad.

La primera respuesta de la administración para garantizar la calidad, ha sido la formación de una inspección interna, que desarrolla su labor en forma separada de la función de producción. La inspección es definida, como aquel cuerpo cuya misión esencial es determinar en cada fase de la fabricación si ésta se está llevando a cabo correctamente, comprobando que se cumplan todas las condiciones exigidas en la información, condición indispensable para que el producto terminado posea las características y calidad, previstas en un proyecto. La existencia de estos cuerpos no logró superar el problema, creando en cambio, una pérdida del sentimiento de responsabilidad de los trabajadores respecto de la calidad de los productos.

Este criterio no apunta a la satisfacción del usuario sino que, simplemente, establece como objetivo tan sólo el pasar la inspección. Por otro lado, la inspección no se preocupa realmente de mejorar la calidad, sino que se limita a "aprobar" o "rechazar" el producto ya terminado, sin determinar la causa de fallas o defectos, o evitar que éstos se produzcan. Este método normalmente lleva a tener que rehacer trabajos, lo que implica mayores costos y pérdidas en el proceso.

Finalmente, el incremento tecnológico de los últimos años y la apertura de los mercados han obligado a la industria a cambiar radicalmente el concepto de calidad. Ya no basta simplemente con la acción de tener una inspección, sino que la calidad debe ser una tarea propia de la administración. Se busca que la responsabilidad de la calidad recaiga, nuevamente, sobre los que hacen el trabajo, evitando los problemas de

¹⁰ Alexander Servat, Alberto. Aplicación de ISO 9000 y cómo Implementarlo. USA, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. 189p.
Carlos Ruiz. Metodología de Gestión para Problemas de Calidad en Obras de Construcción. Revista BIT Vol. 8 N° 21 pp. 6-10, 2001.
CDT. Certificación de Calidad. Revista BIT Vol. 8 N° 23 pp. 6-10, 2001.
Ishikawa, Kaoru. ¿Qué es el Control de Calidad?, Barcelona, Editorial Asian Productivity Organización, 1986. 209p.
Pontificia Universidad Católica de Chile. Diplomado en Gestión y Aseguramiento de la Calidad. Santiago. 2002

duplicación de esfuerzos, con la existencia de un cuerpo que está desligado de la función de producción.

En primer lugar, ha sido la industria la que ha incorporado la calidad como una función más de la administración y ha tomado en cuenta las teorías planteadas por Deming, Jurán y otros, sobre el tema de la Productividad y la Calidad. Lo que se busca ahora, no es una inspección de los productos para determinar, una vez fabricados, cuál es su "grado" de calidad, sino que el aseguramiento" y la "confirmación" de la calidad.

En la industria, se ha determinado que para lograr una buena calidad de sus productos y servicios, se debe desarrollar e implementar los siguientes pasos:

- Política de calidad: todo el conjunto de intenciones y directrices de una organización para conseguir la calidad como se expresa al nivel superior de ella.
- Administración de calidad: los aspectos de toda la función administrativa que determina e implementa la política de calidad.
- Sistema de calidad: la estructura organizacional, responsabilidades, procesos y recursos para implementar la administración de calidad.
- Aseguramiento de calidad: todas las acciones sistemáticas y planeadas, necesarias para entregar la confianza requerida de que la estructura, sistema y componente se desenvolverán en forma satisfactoria cuando esté en servicio, satisfaciendo los requerimientos establecidos.
- Control de calidad: son todas las acciones de aseguramiento de la calidad, las cuales entregan medios para controlar y medir las características de un material, estructura, o sistema con requerimientos establecidos.

Los conceptos anteriores ya han sido aplicados y desarrollados en la industria en forma exitosa. En cambio, en la construcción, desde los años 90 ha empezado una preocupación real por el tema de la calidad, más allá del concepto tradicional de inspección.

Actualmente en la construcción, se está investigando y solucionando los problemas relacionados con la productividad. Pero no se puede hablar de una empresa productiva que produzca artículos de mala calidad o, que para ser productiva, tenga que ir en contra de la calidad de sus productos. Para lograr aplicar los conceptos anteriores en la construcción, es necesario partir por buscar una definición adecuada del concepto de calidad, tomando en cuenta las diferencias existentes entre la industria y la construcción.

2.6.1 Definición de Calidad

Para lograr una definición de calidad y luego, poder aplicarla a la construcción hay que tener en cuenta que la calidad está en constante evolución, ya sea por la voluntad del productor o las exigencias del cliente, o la conjunción de ambas. Mientras más complejo sea el objeto, más difícil resulta la definición de calidad y no es la misma si se aplica a un sólo producto, a un lote, a un producto elemental, a uno que se desarrolla o a uno terminado.

Existen varias definiciones de calidad. Entre ellas se pueden plantear las siguientes, que destacan diversos aspectos del problema de la calidad:

1. No implica mérito ni se relaciona con excelencia, en un sentido ingenieril es el concepto de cumplir con requerimientos definidos, un costo y que sirva a un propósito o que satisfaga al comprador (cliente).
2. Suma de todos los elementos que caracterizan la mayor o menor aptitud global del uso de un objeto, y esta finalidad puede ser susceptible a conducir a un cierto ideal de perfección.
3. La síntesis de características de la aptitud de un producto en su empleo, y que se concibe relativa a la satisfacción del consumidor.
4. Es el grado al cual se satisfacen las necesidades del consumidor.

Las definiciones anteriores coinciden en que la satisfacción del consumidor o cliente es uno de los fines de la calidad, y que el productor cuenta con un determinado tipo de medios para responder a las expectativas del consumidor.

Se puede definir calidad, en forma preliminar, tomando algunos elementos de las definiciones anteriores, como: "el equilibrio entre las necesidades del consumidor y los medios de que dispone el fabricante". Se habla de equilibrio, ya que es necesario que se establezca un punto que sea intermedio entre lo que el consumidor requiere y las posibilidades o medios para satisfacer esos requerimientos.

Lo anterior no implica que, por carecer de los medios suficientes, los productores no puedan garantizar los requerimientos dados por el mandante, sino que es necesario llegar a un acuerdo entre las partes, que fije un nivel dado de calidad en la etapa de estudio y definición del proyecto.

En otros países como Japón, se entiende por calidad la satisfacción del cliente. Se acepta que el único que puede evaluar la calidad de un producto es el consumidor. Pero para que se puedan desarrollar sistemas que permitan el logro de una buena calidad en la construcción, es necesario, por una parte, conocer en forma objetiva las causas de una mala calidad, y por otro, las necesidades reales y los costos asociados a ella.

Por las razones anteriores es necesario una definición que sea objetiva, de manera que se pueda "medir" de alguna forma la calidad.

Se debe establecer un modelo de definición en función de los parámetros de medición que se tienen en la construcción: las normas, estándares o requisitos especiales; los costos y los plazos. Luego, se entenderá por calidad, **La Conformidad con los Requerimientos Establecidos**. Esta definición, aunque no en forma explícita, incluye el concepto de que, finalmente, es el cliente el que evalúa la calidad o la falta de ella. El objetivo de satisfacer al cliente es la meta que se debe fijar el constructor o diseñador.

La definición anterior establece el contexto en el cual se puede desarrollar el estudio de la calidad. No se pretende medir calidad mediante su definición, sino que a partir de ella, se puede establecer una base común entre los participantes en un proyecto, para determinar los requerimientos de calidad que se consideren necesarios para satisfacer las expectativas de servicio, uso, seguridad y mantención.

Esta definición plantea la necesidad de lograr un acuerdo entre los distintos participantes en un proyecto, que permita el logro de una buena calidad en los trabajos, conocidos los requerimientos y medios que se disponen para garantizar este nivel de calidad. Se debe establecer, eso sí, un nivel mínimo de calidad de manera que ésta no quede sometida a distorsiones por parte de alguno de los participantes.

Para fijar este nivel, existe un conjunto de normas, que son de conocimiento general y que entregan los medios suficientes para establecerlo. También deben ser la base del desarrollo de estándares para una obra en particular. Esto significa que la existencia de una normativa moderna y completa, es importante en la determinación de una base de entendimiento entre los requerimientos y los medios disponibles para cumplirlos.

Se pretende también, con la definición dada, evitar que el problema de la calidad se convierta en algo subjetivo. Hay que dejar de considerar a la calidad como el grado de excelencia de un trabajo. Lo que se busca es lograr los medios para garantizar y dar la confianza suficiente de que se están cumpliendo los niveles exigidos o previstos.

Otra de las razones para definir calidad como cumplimiento con los requerimientos, es que a partir de ella se pueden medir los costos que significa la calidad en un proyecto. Uno de los primeros pasos que son necesarios para determinar el nivel de calidad que se requiere en una obra es la determinación de los costos de la calidad, sean estos los relacionados con la administración de la calidad (control y aseguramiento de calidad), y los que se incurren al producirse defectos, como son los costos de rehacer trabajos.

Es necesario, entonces, que los planes de calidad de un proyecto sean desarrollados lo más temprano posible y que el mandante tenga una definición clara de los requerimientos que son necesarios para garantizar la confiabilidad de éste.

Por último, es necesario señalar que en la construcción existen dos grandes tipos de productos. Por una parte, están los proyectos que son encargados por un mandante, y por otra los de tipo inmobiliario o que se reciben por el dueño una vez construidos. En las del primer tipo, el mandante participa en forma activa en las etapas de diseño, construcción, inspección, etc., y por lo tanto, es el que fija el nivel de calidad exigido. En este caso el mandante tiene un poder que le permite asegurar un nivel de calidad que considera satisfactorio (y que como mínimo cumpla las normas establecidas), mediante la imposición al contratista de requisitos que se consideran necesarios para garantizar la calidad de la obra.

En cambio en los proyectos del segundo tipo, la participación del dueño de la obra es casi nula. No participa en las etapas de definición o construcción, sino que recibe un producto terminado. Tampoco tiene ingerencia en la determinación de los requisitos de calidad que se consideren necesarios. Por ello es necesario que pueda existir un compromiso del constructor con el cumplimiento de las normas de construcción, seguridad, serviciabilidad, etc. La definición dada permite que se establezca para los dos casos dados, un nivel de calidad, el cual debe ser cumplido.

2.6.2 Características de la Construcción con Respecto de la Calidad

Desde el término de la Segunda Guerra Mundial, se ha producido una constante revolución en los sistemas productivos. La gran destrucción causada por la guerra hizo que se necesitara de una gran cantidad de productos, conocida como Producción en Masa.

Por esta razón, la industria dio un gran énfasis a la producción masiva, pero con el gran inconveniente de que la calidad se dejó de lado respecto al número de productos fabricados. Existía un mercado asegurado, que necesitaba de una infinidad de productos distintos en gran número y en el menor tiempo posible, para la reconstrucción de lo destruido en la guerra y el desarrollo acelerado que experimentaban los países.

Lo anterior se tradujo en productos de mala calidad y en la necesidad de buscar una solución al problema. Primero se trató de obtener la información de tipo estadístico del número de productos defectuosos, pero sin determinar la causa de estos defectos.

Después se llegó a la conclusión que tener sólo una estadística de la calidad de los productos no era suficiente, sino que se requería un compromiso global con la

calidad, que incluía el detectar las causas de los problemas y sus soluciones, y enfrentar este problema como una función más de la administración y no en forma separada de ella. Así se podría lograr el aseguramiento de la calidad mediante el control de calidad y una política implementada en este sentido por la administración.

Los principios de Aseguramiento de la Calidad y Control de Calidad se han desarrollado para asegurar la calidad de los productos manufacturados en la industria.

Sólo en los últimos años, se ha tratado de incorporar estos conceptos a los proyectos de construcción, pero teniendo en cuenta, que el diseño y construcción de obras difieren en muchas formas del diseño y manufacturas de productos industriales. Algunas de estas diferencias fundamentales son:

1. Casi todos los proyectos de construcción de obras son únicos, al contrario de los industriales que, en general, son en serie.
2. El sitio de construcción es único en sus características y condiciones.
3. El ciclo de vida de un proyecto, es mucho más largo en términos relativos, que el de los productos manufacturados.
4. La movilidad de los grupos de diseño y construcción, lo que dificulta el logro de una alta eficiencia y efectividad en el proceso de producción.
5. No hay un desarrollo completo y claro de estándares precisos para la evaluación de la calidad y diseño de construcción, al contrario de los productos manufacturados.
6. En la construcción existen grandes diferencias de criterio entre los que ejecutan el diseño y los que llevan a cabo la construcción.
7. La realimentación obtenida de los procesos actuales de diseño y construcción es muy escasa, por lo que es muy difícil realizar análisis previos de fallas o problemas.
8. Los participante de un proyecto de construcción (mandante, diseñador, constructor, subcontratistas, proveedores, etc.) difieren de un proyecto a otro.

En términos resumidos, la calidad en la construcción tiene varios elementos o componentes básicos:

1. **Características de calidad:** una o más propiedades que definen la naturaleza de un elemento para propósitos de control de calidad. Las características de calidad incluyen propiedades tales como, las dimensiones, color, resistencia, temperatura, etc .
2. **Calidad de diseño:** los proyectistas reconocen que cualquier empresa humana produce resultados que no son absolutamente perfectos. Por esta razón generalmente no sólo especifican el estándar deseado para las características de un producto o elemento, sino que también indican tolerancias o rangos de variación aceptables.
En el diseño es importante reconocer el impacto que tienen las tolerancias muy estrictas o los estándares de calidad muy elevados en los costos. Una de las formas más fáciles de aumentar innecesariamente los costos de un proyecto es diseñar con estándares de calidad inapropiados para una cierta función. Esto es aplicable tanto para estándares altos de calidad como a estándares bajos. Es responsabilidad de los proyectistas de una obra especificar una calidad de diseño económica y funcional para el proyecto como un todo.
3. **Calidad de ejecución o de construcción:** corresponde al grado al cual el trabajo físico producido se ajusta a los estándares de calidad especificados.
Como en el caso anterior, existe una relación estrecha entre los estándares de calidad de la construcción, y los costos de lograr dichos estándares. Existe un balance que debe considerarse entre los costos de los procedimientos y métodos de control de calidad y el costo de los trabajos rechazados.

Todos estos elementos de la calidad de la construcción se combinan para determinar la calidad del producto final. La relación entre estos elementos se muestra en la Figura 2.5.

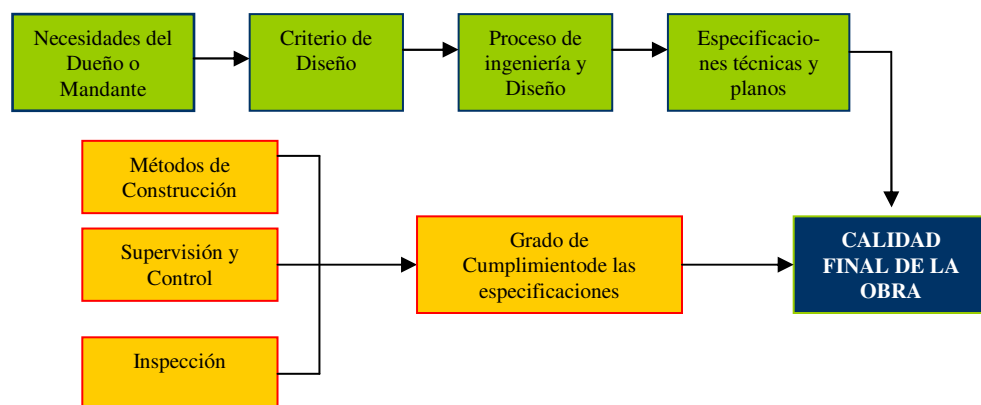


Figura 2.5 Los Elementos de la Calidad en la Construcción.

Como se muestra en la figura, las necesidades del dueño o mandante se traducen en el criterio de diseño, que es el que guía el proceso de diseño e ingeniería de proyecto que produce finalmente los planos y especificaciones técnicas del proyecto. Este flujo determina la calidad de diseño.

La calidad de la construcción es influenciada, entre otros factores, por: (1) los métodos de construcción en uso, incluyendo las habilidades de los trabajadores, la capacidad de sus herramientas y equipos y la calidad de las materias primas; (2) la supervisión que ellos reciben y los controles que se aplican para dirigir a los trabajadores de acuerdo con los planos y especificaciones; y (3) la inspección y los procedimientos de control de calidad que se aplican, el conocimiento y capacidad de los inspectores y la confiabilidad de sus métodos y herramientas para medir las características de calidad especificadas por los proyectistas. La combinación de los tres factores produce el grado de cumplimiento de las especificaciones de diseño durante la construcción.

La calidad de diseño y la calidad de la construcción determinan a su vez la calidad de la obra. En gran medida, ellos también afectan el costo de la misma.

2.6.3 La Calidad en el Diseño

La calidad debe ser controlada y asegurada desde los inicios de un proyecto. No se debe llegar a la construcción de una obra con un mal diseño y esperar que se obtenga un resultado de calidad mediante un control estricto en las etapas siguientes. Para ello los planes de aseguramiento de calidad y controles de calidad deben ser realizados en las primeras etapas del proyecto y deben cubrir los aspectos relacionados con la ingeniería, procedimientos, fabricación y construcción. Desde este punto de vista, aparece como interesante para los mandantes, la modalidad de contratar proyectos de ingeniería-construcción o de "llave en mano", o en su defecto, considerar proyectos alternativos en las ofertas presentadas por los contratistas. Estas modalidades son de uso común en Japón y Europa.

En el desarrollo de los planes de aseguramiento de calidad y controles de calidad, se deben considerar, los siguientes aspectos:

1. Definición de los requerimientos o niveles de calidad de la obra.
2. Definición del tipo de contrato.
3. Organización de las labores de terreno:
 - Rol del inspector.
 - Entrenamiento de Inspectores.
 - Estructura del sistema de información.
4. Identificación y certificación de los materiales.

5. Creación de procedimientos para planes de aseguramiento de calidad y controles de calidad.
6. Mantención de registros.
7. Inclusión de otros requisitos relevantes.

Un aspecto pocas veces considerado, pero que tiene una gran importancia en el logro de diseños adecuados y eficientes, es la utilización de normas extranjeras que probablemente fueron desarrolladas para una realidad distinta a la chilena. Por ejemplo, que se menosprecie la importancia de los fenómenos sísmicos o que no se considere la salinidad del suelo, como ocurre en la zona norte del país.

2.6.4 Relación con los Proveedores

En muchas ocasiones no se considera con la debida importancia, la relación con los proveedores. Si en la obra se reciben malos materiales, no se puede lograr una buena calidad. Por lo tanto, es necesario establecer inspecciones adecuadas para garantizar la calidad de los insumos de los proveedores. Por una parte, el contratista debe establecer los estándares y normas que deben cumplir los suministros (que reflejan las exigencias del mandante) y, por otro, el proveedor debe certificar que sus productos cumplan con estos requisitos. Una de las formas de hacerlo es a través de establecer relaciones con pocos proveedores, entablando una relación de trabajo más coordinada y exigiendo o preferir a aquellos que posean un Sistema de Gestión de la Calidad.

Es necesario que la empresa seleccione y capacite a sus proveedores, de manera que entreguen productos que tengan la calidad solicitada, sin retrasos y contratiempos y a un precio que convenga a ambos, asumiendo un compromiso con la calidad.

Como se mencionara anteriormente, la calidad de un proyecto debe ser asegurada desde un principio. Se pretende actualmente, que no se realice una inspección al producto terminado solamente, sino que se garantice su calidad durante el proceso de fabricación. Hay que plantear la idea de que cada etapa del proceso productivo es el cliente de la etapa anterior y el proveedor de la siguiente, con lo cual tiene que exigir buena calidad de sus "materias primas" y, a su vez, garantizar la calidad de sus productos.

2.6.5 El Factor Humano en el Logro de la Calidad

El cuarto paso necesario para el logro de la calidad es el relacionado con el factor humano. Son de conocimiento general, los éxitos obtenidos en productividad y calidad por la industria japonesa. Este éxito se ha basado fundamentalmente en la confianza en

que una buena calidad. es la base para una mejor productividad, y una mejor aceptación de los productos por parte de los consumidores.

Después de la destrucción causada por la guerra, los japoneses tenían una industria desmantelada y productos de muy mala calidad. Las lecciones dadas por extranjeros como Deming, Jurán y otros, fueron adecuadas a la realidad y cultura japonesa. Se dio mucha importancia al factor humano. Se capacitó al obrero y se produjo una especie de "paternalismo" entre la empresa y el trabajador. También se desarrollaron técnicas para aumentar la participación de los operarios en el proceso productivo.

Con lo anterior, se permitió a los obreros que participaran en la búsqueda de soluciones a los problemas detectados en el proceso productivo, las cuales se presentaban a la gerencia de la empresa, la que decidía sobre su implementación. De esta forma, se logró la integración del obrero en la toma de decisiones respecto a su trabajo.

Para realizar el control de la calidad, se comenzaron a enseñar técnicas apropiadas para la detección y solución de problemas. Ejemplos de estas técnicas son los diagramas de "espinas de pescado", las 7 herramientas y diagrama de Ishikawa, las que fueron enseñadas a los obreros y supervisores. Esto indica que la capacitación del personal, es un aspecto fundamental para elevar el nivel técnico y cultural. La calidad se debe sustentar en la buena ejecución de los trabajos y en la capacidad para detectar problemas, comunicarlos y darles solución.

2.6.6 Compromiso de la Gerencia con la Calidad

Otro aspecto importante relacionado con la calidad es el compromiso de la gerencia con la calidad y la productividad. No se pueden implementar tácticas y planes para su mejoramiento, sin que existan políticas y estrategias claramente establecidas por la gerencia, orientadas al aumento de la productividad y por consiguiente a una mejor calidad de los productos y servicios. Este compromiso debe ser de tal intensidad, que permita cambiar aquellos aspectos que dificultan el logro de estos objetivos, y que son principalmente la búsqueda de ganancias a corto plazo y la carencia de planes y aspiraciones de largo plazo. La construcción tiene una de sus características más negativas una gran inercia a los cambios de tipo tecnológicos y de administración. Será función fundamental de la gerencia, determinar y proponer los mecanismos para superarla y así lograr la introducción de una conciencia productiva y de calidad, en la empresa. Por otro lado, es necesario tener presente que los objetivos de aseguramiento de calidad de las distintas partes asociadas a un proyecto de construcción, generalmente difieren y muchas veces se contraponen entre si:

- a) El dueño o mandante desea maximizar la calidad de las características asociadas con la función esperada de su obra, pero sin incurrir en costos excesivos.

- b) El proyectista desea un nivel de calidad que asegure un comportamiento satisfactorio de la estructura y que acredite su reputación profesional, pero nuevamente sin incurrir en costos excesivos.
- c) El constructor, en general, trata de cumplir las especificaciones a un costo mínimo, evitando tener que rehacer partes de obra y otros problemas asociados.
- d) Instituciones externas u organismos estatales establecen estándares de calidad que no siempre están relacionados con las características funcionales del proyecto, y muchas veces con poca consideración en relación al costo involucrado.

Cada uno de estos participantes tiene que establecer los mecanismos de control de calidad necesarios para cumplir sus objetivos. Estos mecanismos, que se traducen en personas y equipos, se instalan o visitan la obra y esto produce frecuentemente algunos roces y conflictos. Algunas veces, el dueño o mandante, los proyectistas y el constructor son una misma empresa, lo cual no evita que se produzcan conflictos de intereses de las distintas partes con la parte de la organización que tiene como función el aseguramiento de calidad. Cualquiera sea el esquema, la idea es establecer un grupo autónomo, independiente y lo más objetivo posible que sea libre para aplicar los controles de calidad sin miedo a la censura por parte de los niveles más altos de la organización o proyecto.

2.6.7 La Calidad y la Productividad

La calidad de diseño y de construcción, y los procedimientos para su aseguramiento y control, pueden influenciar significativamente la productividad en obra. Algunos de los principales elementos o factores que deben controlarse, son los siguientes:

1. Aspectos relacionados con la calidad de diseño:
 - estándares excesivos
 - tolerancias excesivas
2. Aspectos relacionados con la calidad de construcción: recursos inapropiados
trabajos que deben rehacerse detenciones del trabajo actitud de control

Cuando la calidad de diseño se extrema innecesariamente, el trabajo reduce su ritmo de avance, y es normal que se produzca una gran cantidad de trabajos que hay que rehacer por este concepto o interrupciones del trabajo. Estos problemas, que ya fueron analizados anteriormente, producen efectos muy negativos en la productividad, y en la

motivación del personal que ve frustradas su posibilidad de ser productivos. Estos mismos efectos son esperables de los factores dependientes de la calidad de construcción.

CAPÍTULO III. LEAN PRODUCTION & CONSTRUCCION LEAN ¹¹

3.1 Origen de Lean Production

Después de la I Guerra Mundial, la industria manufacturera vivió la denominada “Edad de la Producción en Masa”, en virtud de la cual y gracias a los principios instaurados por Henry Ford, la manufactura mundial abandonó siglos de producción artesanal de bienes y adoptó una nueva forma de hacer las cosas. La producción en masa, que tuvo sus orígenes en la industria automotriz, permitió una reducción dramática de los costos de producción y un considerable aumento de la productividad en la fabricación de bienes, comparado con las técnicas artesanales usadas hasta entonces.

3.2 La Producción en Masa

Hasta entonces, los sistemas de producción artesanales predominantes en la industria automotriz, permitían la producción de bienes mediante el uso de mano de obra altamente especializada en principios mecánicos de diseño, operación y ensamblaje. A través de un contacto directo con el cliente donde se discutía las especificaciones exactas que debería tener el vehículo, la producción se orientaba a la obtención en baja escala de bienes únicos. Como resultado, los costos de producción eran altos y no decaían con el volumen. Por otra parte, y considerando que cada modelo realizado era un prototipo, se hacía casi imposible obtener un producto confiable y de calidad, puesto que existía poco desarrollo del modelo y escaso o nulo período de prueba del mismo. Dadas las características del sistema de producción, hasta entonces la industria carecía de un área de investigación definida, puesto que las mejoras tanto al sistema como a los productos, estaban en manos de los artesanos, quienes no contaban con los recursos suficientes para desarrollar innovaciones tecnológicas relevantes.

Con el correr del tiempo, las necesidades del mercado en la industria automotriz, hizo de éste un ámbito apropiado para la investigación y el desarrollo. A partir de 1903, Henry Ford comenzó sus esfuerzos por instaurar un modelo estándar de automóvil,

¹¹ Alarcón Cárdenas, Luis. Lean Construction, Rotterdam, Balkema Publishing, 1997, 497p.
Alarcón Cárdenas, Luis. Seminario Nuevos Enfoques de Gestión de Producción. Santiago. 2001.
Ballard, Glen. Seminario de Construcción sin Pérdidas. Santiago. 2001
Koskela, Lauri. Application of the new Production Philosophy to Construction, Stanford, Departamento de Ingeniería de la Universidad de Stanford, 1992, 75p.
Shingo, Shingeo. A study of the Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint, Cambridge, Editorial Cambridge Mass, 1989. 257p.
Womack, James. The Machine that Changed the World, Rochester, Editorial Harper Collins, 1991. 336p.

apropiado para la producción en grandes volúmenes, confiable y fácil de reparar, lo que no se había dado hasta entonces con los modelos existentes en el mercado.

De esta manera, y a través de iniciativas tales como el uso de medidas estándar en el diseño de las componentes de los vehículos que permitieran su intercambiabilidad y facilitaran el ensamblaje; innovación en los diseños de manera de simplificarlos y reducir el número de partes necesarias para la confección y facilitaran el ensamblaje, se introdujeron considerables mejoras en la industria automotriz, que originarían posteriormente la difusión de la producción en masa. Por otra parte, y a fin de hacer aún más eficiente el proceso, se montó la denominada “Línea Continua de Ensamblaje” la que proporcionaba el desplazamiento del vehículo de una estación de trabajo a otra y no del trabajador como se realizaba anteriormente.

La producción en masa, condujo la industria automotriz por más de medio siglo, y fue adoptada eventualmente en casi todas las actividades industriales de Norteamérica y Europa. Sin embargo, ciertas características de la producción en masa, tales como el alto costo de cambiar de un producto a otro, la necesidad de producir solo en altos volúmenes, el exceso de inventarios y los trabajos adicionales destinados a reparación de elementos defectuosos, hacían que las mismas técnicas otrora exitosas, frenaran los esfuerzos de la industria automotriz occidental por seguir liderando el mercado.

3.3 Modelo de Transformación

Este modelo, arraigado fuertemente en la industria desde comienzos del siglo 20, concibe la producción como una transformación. Se define como un conjunto de procesos de conversión destinados a transformar entradas de materias primas, información, equipos en bienes intermedios o terminados en productos o servicios.



Figura 3.1 Modelo de Transformación

La producción en si, se conceptualiza como una caja negra, por lo que se desconoce la forma exacta en que las actividades de conversión son llevadas a cabo. De esta manera, para influir sobre los resultados de la producción, la única alternativa es actuar sobre las entradas. En función de esto, para mejorar los resultados de una transformación, es posible realizar una mayor inversión en la tecnología que soporta el

proceso, o bien, desarrollar la transformación en grandes volúmenes, a fin de gozar de los privilegios de las economías de escala y los efectos derivados de la curva de aprendizaje.

La unidad de medición de resultados de la transformación es la productividad, que se define como la relación entre las salidas y las entradas del proceso, es decir, cuantos bienes terminados o intermedios es posible lograr con determinado número de materia prima o equipos. Esta unidad de medición, en general representa la eficiencia en el consumo de una entrada en particular, (HH, Horas máquina, m3 hormigón etc.), sin lograr mostrar un resultado global de la eficiencia del proceso.

Este modelo, se apoya teóricamente en cuatro principios fundamentales, que contribuyen a una mejor comprensión de su alcance e implementación.

Principio de Subdivisión: Este principio plantea que “Un proceso de transformación puede ser dividido en subprocesos, cada uno de los cuales corresponde también a un proceso de transformación”. El objetivo de este principio es dividir la producción en tantos subprocesos como sean necesarios, a fin de generar unidades manejables y lograr de manera eficiente el fundamento de la transformación.

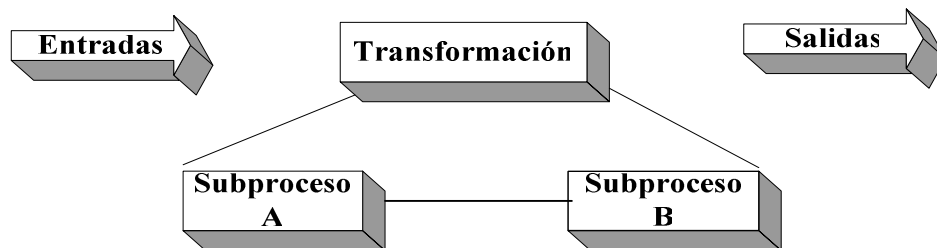


Figura 3.2 Principio de Subdivisión

Principio de Minimización de Costo: Este principio plantea que el costo total de la transformación puede ser minimizado si se reduce el costo de cada uno de los subprocesos que la componen. La esencia del principio, es que considera que cada uno de los subprocesos son independientes entre sí, por lo que al concentrar esfuerzos en reducir costos de un subproceso en particular, inmediatamente se genera un impacto positivo en el costo total (al ser el costo total la suma de los costos de cada subproceso), no existiendo efectos colaterales sobre el costo de los otros procesos, puesto que son totalmente independientes.

Principio de Valor: De acuerdo a la Figura 3.1, la producción enfocada bajo el concepto de transformación, tiene por objetivo convertir determinadas entradas en productos terminados. De acuerdo a esto, el valor que el proceso de transformación genera, es la

diferencia entre el costo (valor) de los productos terminados obtenidos como resultado de la transformación y las entradas que se usaron en su producción.

Este principio, surge de la definición económica de valor, la que plantea que el valor es la diferencia entre los costos de los insumos (materias primas, equipos, energía etc.) y el precio de venta de los bienes o servicios producidos. Así, el valor de las salidas es igual a la suma del valor de las entradas (costos) y el valor de la transformación.

3.4 Surgimiento de Lean Production

Toyota Motor Company ingresó a la industria automotriz, especializándose en la construcción de camiones militares mediante métodos artesanales. Hacia fines de 1949, había experimentado una dramática caída de sus ventas que la obligaron a reducir gran parte de su fuerza laboral. La escasa productividad de su sistema, que en 13 años había fabricado menos de la mitad de lo que una fábrica occidental realizada en un día, denotaban una imperiosa necesidad de cambiar.

En el contexto anterior, y considerando que la producción de vehículos militares por parte del gobierno había concluido, Toyota se planteó la necesidad de ingresar a la manufactura de vehículos para el uso privado, sin embargo, las condiciones del mercado japonés eran hostiles. El gobierno prohibió la inversión extranjera en la industria automotriz lo que complicaba considerablemente las expectativas de Toyota. Por otro lado se planteó la necesidad de que las empresas emergentes realizaran producción de vehículos en diferentes tamaños, a fin de prevenir el exceso de competencia doméstica y generar competencia en precios. Por su parte, las empresas del otro lado del mundo, constituían una amenaza latente para la industria local, dada su imperioso deseo de establecer operaciones en Japón. La fuerza de trabajo protestaba por condiciones laborales poco óptimas y se organizaba para exigir sus derechos.

Dada la situación y las condiciones del mercado japonés, la empresa buscó una nueva forma de hacer las cosas. En este contexto, Toyota, considerada muchas veces como “una fábrica de campesinos” paso a convertirse en una de las empresas más eficientes y de más alta calidad en la industria de los vehículos a motor. Este impresionante cambio, logrado gracias a los esfuerzos de Eiji Toyota y Taichi Ohno, es lo que se conoce como el Sistema de Producción Toyota o la Producción Lean.

En el comienzo de los esfuerzos de Toyota por mejorar, Ohno realizó un análisis del sistema de producción occidental.

En este aspecto, el primer elemento a analizar, fue la existencia de trabajo, tiempo y materiales desperdiciados en el funcionamiento normal del proceso, el que era reflejado por la clásica escena de la producción en masa:

- Extensas áreas destinadas a la reparación de vehículos defectuosos, que consumían una gran cantidad de tiempo y esfuerzo en su reparación.
- Enormes cantidades de productos terminados esperando para ser distribuidos, al igual que grandes cantidades de materiales en bodega y pilas de inventarios junto a cada estación de trabajo.
- Trabajadores realizando actividades que no incrementan el valor del producto: trasladándose de un lugar a otro, llevando herramientas, limpiando áreas de trabajo, etc.

Con el afán de repensar y mejorar el sistema de producción observado, Ohno comenzó a experimentar. Su primer paso fue reorganizar a la fuerza de trabajo, para posteriormente actuar sobre el trabajo rehecho y el inventario.

Del conjunto de especialidades observadas en la línea continua de ensamblaje: trabajadores, capataces, auxiliares, control de calidad, reparación de herramientas etc, Ohno planteó la formación de equipos multidisciplinarios, que logran agrupar todas estas especialidades. El equipo, estaría a cargo de un Líder de Equipo, el que no tenía las atribuciones de un capataz o supervisor, sino más bien sería parte del equipo y sería responsable por la coordinación y desempeño del mismo. Por otra parte, el equipo formado recibía a su cargo una adicional e innovadora tarea, cada cierto tiempo debía realizar sugerencias acerca de opciones de mejoramiento de procesos, labor que se realizaría conjuntamente con el cuerpo de ingeniería de Toyota. A través de esta iniciativa, se integraron muchas funciones de apoyo al proceso productivo, tales como la reparación de herramientas y la limpieza del área de trabajo, inspección etc, reduciéndose así la existencia de trabajadores realizando labores que no adicionan valor al producto.

Otra característica crítica de la línea de ensamblaje continua detectada por Ohno, fue la gran cantidad de productos defectuosos generados y el enorme consumo de tiempo y esfuerzo necesario para repararlos. A este respecto y considerando el origen del trabajo rehecho de las fábricas tradicionales, se observó que la práctica habitual era mantener la continuidad de la línea de producción, aún cuando se detectaran elementos defectuosos en ella. Este principio, se fundaba en que una detención de la línea se traduciría en una pérdida considerable de productividad, la que solo podía ser compensada trabajando sobre tiempo, mientras que los errores detectados podían ser reparados sin problemas una vez que el producto llegara al final de la línea; por este motivo, ningún trabajador tenía autorización para detener la producción, aún cuando existieran defectos evidentes.

Sin embargo, no era difícil notar que el principio de mantener la continuidad de la línea no traía resultados óptimos. Por este motivo, a fin de eliminar el trabajo de

reparación, se dio instrucciones de que cualquier trabajador que detectara un elemento defectuoso paralizara la línea de producción; en estos casos después de que la línea era paralizada, el equipo a cargo debería analizar las causas últimas del error detectado mediante un análisis sistemático de errores denominado “los 5 por qué”. Este análisis estimula a los trabajadores a preguntar cinco veces porque, a fin de buscar la causa de raíz de los problemas, de forma de que la solución elimine definitivamente el problema y no sólo trate sus síntomas superficiales. Un modelo del funcionamiento de la metodología que posteriormente evolucionó hacia la metodología denominada 5W 1H utilizada para analizar las condiciones actuales, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.1 Metodología Denominada 5W 1H

5W 1 H		Cuestiones
Que	¿Para qué? (Propósito)	¿Qué es esto? ¿Para qué es? ¿Qué ocurriría si se eliminase la operación? ¿Qué más debe hacerse?
Por qué	¿Por qué? (Necesidad)	¿Por qué se hace? ¿Por qué es esto necesario? ¿Por qué de este modo?
Dónde	¿Dónde? (Lugar)	¿Dónde se localiza? ¿Por qué ahí? ¿Pueden combinarse las cosas en un lugar? ¿Debe cambiarse la localización?
Cuándo	¿Cuándo? (Secuencia)	¿Cuándo se hace? ¿Por qué se hace en ese momento? ¿Cuándo es el momento más razonable para hacerlo? ¿Puede hacerse en otro momento?
Quién	¿Quién? (Operario)	¿Quién lo hace? ¿Por qué hace esta operación esta persona? ¿Requiere el trabajo cualidades especiales? ¿Hacen muchas personas el mismo trabajo?
Cómo	¿Cómo? (Operario)	¿Por qué se hace esto de este modo? ¿Es éste el mejor modo de hacerlo? ¿Puede hacerse de otro modo? ¿Cuánto cuesta?

Dentro de las mejoras que Ohno veía en el sistema de producción en masa, un aspecto crítico estaba constituido por la acumulación de inventarios, en función de la cual, era una práctica común el almacenamiento de enormes cantidades de materiales en bodega y gran número de piezas para ser ensambladas junto a cada estación de trabajo. La organización de la producción en masa, se caracterizaba además por la integración vertical de proveedores, a los cuales se les adquiría una cantidad de componentes determinados mediante contratos a corto plazo, de esta manera, el proveedor realizaba sus diseños independientemente al proceso productivo de la fábrica y no tenía opción de participar en potenciales mejoras. Como resultado, en general se trabajaba con piezas estándar adaptadas a una necesidad determinada, sin la existencia de ningún intento conjunto por diseñar los componentes de acuerdo a las necesidades específicas.

Otra deficiencia detectada es en la gestión de proveedores, según la visión crítica de Ohno, se trabajaba única y exclusivamente con el proveedor de menor costo, impidiendo el flujo de información entre proveedores, y por ende limitando el intercambio de avances en técnicas de manufactura. Respecto a la calidad de los insumos, considerando que la fábrica no conocía cabalmente las técnicas de producción del proveedor, solo era posible medir la calidad de los componentes estableciendo un nivel máximo de defectos por pieza, al producir casi todas las empresas del rubro el mismo nivel de defectos, no había un criterio definido para seleccionar a proveedores según la calidad de su producción.

En el replanteamiento de la administración de la cadena de aprovisionamiento, Toyota decidió organizar a sus proveedores en filas funcionales, asignándoles responsabilidad y participación en el proceso productivo. De esta manera, los denominados proveedores de primera línea eran llamados a formar parte integral del equipo de desarrollo de nuevos productos de Toyota, donde la empresa entregaba las especificaciones generales del elemento que necesitaba y eran ellos, participando conjuntamente con todos los demás proveedores de primera línea de distintas especialidades y el cuerpo de ingeniería de la empresa, los que definían la mejor manera de cumplir con los requerimientos planteados. Por otra parte, los denominados proveedores de segunda línea, se especializaban en la manufactura de partes o piezas de los elementos desarrollados por los proveedores de primera línea.

Como una manera de solucionar la coordinación entre los requerimientos de materiales de la fábrica y la disponibilidad por parte de los proveedores, el Sistema de Producción Toyota introdujo una nueva visión que se puede definir como uno de los pilares fundamentales de su producción, JIT. De acuerdo a lo planteado por Ohno, Justo a tiempo significa que, en un proceso continuo, las piezas adecuadas necesarias para el montaje deben incorporarse a la cadena de montaje justo en el momento en que se necesitan y sólo en la cantidad en que se necesitan, permitiendo a la empresa que pone en práctica esta filosofía, la mantención de la mantención del inventario estrictamente necesario.

Una particularidad esencial del sistema de producción Toyota, es su flexibilidad para adaptarse a los requerimientos de los clientes. Esta característica, sumada a las condiciones de mercado situaban a los automóviles y los camiones livianos como parte de la vida diaria de las personas y del desarrollo del país, permitió el rotundo éxito de Toyota y la pronta difusión de sus principios.

3.5 Lean Production v/s Producción en Masa

Uno de los principios del Sistema de Producción Toyota, es aumentar la eficacia de la producción, eliminando de forma consistente e implacable las pérdidas. Por este motivo y gracias a la identificación y eliminación de costos improductivos tales como: costos asociados a exceso de producción, pérdidas de tiempo de los trabajadores, costos de transporte, stock, productos defectuosos y, se logra mejorar la productividad, lo que se traduce en una reducción del tiempo de ciclo. Por otra parte, existe una relación directa entre reducción de inventario y tiempo de ciclo, por lo que la implementación de JIT (Just in Time) contribuye considerablemente a reducir el tiempo de procesos.

Por su parte, la producción tradicional, presenta tiempos de ciclo prolongados puesto que el sistema de producción estaba plagado de pérdidas. La organización de los trabajadores involucraba la existencia de varias especialidades, muchas de las cuales realizaban tareas meramente de apoyo al proceso (limpieza, transporte materiales, manejo de stock) y gran parte de su jornada de trabajo estaba compuesta por esperas. Estas pérdidas (Horas Hombre) definidas como la principal, tenían sus orígenes en otras pérdidas propias del sistema: Como existía gran cantidad de stock de materiales, era necesario contar con personal que lo administrara y trasladara los insumos; como cada trabajador realizaba sólo las funciones en las que se había especializado, labores de aseo, orden y control de calidad entre otras, debían ser desarrollados por personal adicional; considerando que la línea de producción debía permanecer continua, se generaba una gran cantidad de defectos, por lo que era necesario contar con trabajadores al final de la línea que se dedicaran a rehacer trabajos.

En lo que respecta a resultados de calidad, las prácticas lean respecto a la producción en masa presenta una mejora sustancial.

En este aspecto, cabe destacar que la producción en masa acostumbraba reparar los defectos al final de la línea de producción, sin importar que estos hubiesen sido detectados antes. Como consecuencia los defectos no eran previstos, su existencia era habitual y al no corregirse inmediatamente, producían un efecto en cadena que llevaba a la producción de muchas piezas defectuosas antes de corregir la falla. Por otra parte, las labores de control de calidad no se realizaban de manera integrada con el proceso.

Por su parte, y a fin de evitar los penosos resultados de calidad de la producción en masa, Toyota asignó a sus trabajadores responsabilidad directa en la calidad, puesto que tenían la misión de frenar la producción en cuanto apareciera un error, además de analizar de manera conjunta con el equipo de producción el porqué de la falla, a fin de encontrar la causa última que provoco la deficiencia y evitar su posterior repetición.

El motivo de estos resultados, se basa en dos elementos bien definidos: La producción en masa requiere extensas zonas de acopio de materiales, considerando que almacena grandes cantidades de materia prima y productos terminados. Por otro lado, y de acuerdo al punto anterior una fabrica que opera con filosofía de producción tradicional, requiere zonas espaciosas para la reparación de su gran cantidad de bienes defectuosos.

Opuestamente, Lean Production busca prevenir los defectos en su origen, por lo que no genera bienes defectuosos y por ende no requiere áreas de reparación. Por otro lado, parte de la filosofía es la minimización de inventarios, por lo que las zonas de acopio son mínimas para mantener sólo el inventario de seguridad.

En el caso de las prácticas tradicionales de producción en masa, la estrategia es producir según estimaciones de demanda e inventario disponibles y empujar los productos hacia el mercado, por lo tanto, el común producir grandes cantidades de bienes, antes de que estos sean requeridos por el mercado. Por su parte, Toyota, haciendo uso de uno de los pilares fundamentales de su sistema de producción, usa el kanban o estrategia de producción pull, en función de la cual coordina su producción con las necesidades precisas del cliente, de manera de producir sólo cuándo un cliente tira la producción.

3.6 Resultados de Lean Producción

La producción en masa es un sistema estático diseñado para alcanzar un nivel de desempeño fijo y niveles de defectos aceptables, mientras que lean production es un sistema dinámico que se acerca a cero defectos, producción flexible resolución de problemas en su origen.

3.6.1 Ejecución

Sin duda, uno de los resultados más relevantes de la nueva filosofía de producción es el aumento de productividad y las mejoras considerables de la calidad de los productos. Sin embargo, estos resultados no son productos de una acción aislada, sino son el fiel reflejo de un conjunto de acciones y las relaciones positivas entre estas.

De esta manera, es posible indicar un conjunto de factores que influyen en la productividad y calidad de las plantas que operan en un sistema lean.

Los resultados de mejora de productividad se relacionan directamente con la reducción de inventarios, puesto que el nivel de inventario mantenido -definido como el inventario de materias primas, la cantidad de bienes en proceso y la el número de bienes terminados- se traduce en la duración del tiempo de ciclo de producción. Es decir, la cantidad de inventario mantenido, en especial de los bienes en proceso está directamente relacionado con el tiempo requerido para mover los materiales desde el comienzo hasta el fin del proceso productivo. De esta manera, un inventario mínimo, como es el caso de las industrias que operan bajos los principios de lean production, es sinónimo de tiempo de ciclo corto, y por ende una mayor productividad o un menor consumo de HH en el transporte de éstos

De acuerdo a Ohno, la base de Lean Production, es atacar de manera implacable las pérdidas, por lo que es necesario, antes de la implementación de una filosofía Justo a Tiempo, identificar completamente los costos improductivos existentes, puesto que una mejora real del rendimiento sólo se logrará cuando el trabajo improductivo se elimine totalmente. Por este motivo, los resultados de productividad pueden explicarse por la continua remoción de actividades que no adicionan valor al producto, lo que se logra gracias a la participación de trabajadores y miembros de la cadena de aprovisionamiento en la detección e implementación de oportunidades de mejoramiento.

Los resultados de calidad se explican por la implantación de Políticas de Cero Defectos, en función de la cual las fallas de calidad se evitan. En este contexto, la citada instauración de JIT en las empresas que operan bajo lean production, cuentan con la ventaja de que la reducción extrema de inventario, expone los defectos en los procesos de manufactura, forzando a la administración y a los trabajadores a eliminar las variabilidades y las pérdidas en la producción Por otro lado, la metodología de análisis de defectos en su origen, denominada posteriormente 5W. permite el ataque de las fuentes de variabilidad y fallas de calidad de manera radical.

Por su parte, los resultados de productividad y calidad de la producción en masa, son rotundamente distintos. De acuerdo a la relación citada antes entre reducción de inventario y productividad, las empresas que operan bajos principios tradicionales de gestión de producción se caracterizan por la mantención de altos niveles de inventarios, lo que se traduce en un tiempo de ciclo prolongado puesto que el nivel de inventario representa el tiempo que se demora una materia prima en recorrer el proceso productivo completo y transformarse en un bien terminado. De esta manera, al tener un tiempo de ciclo mayor, como resultado de la operación de una factoría tradicional se obtiene un menor número de productos por periodo de tiempo, es decir, una menor productividad.

En lo que respecta a estructura de la organización de la mano de obra, la división del trabajo característica de la producción en masa, tiene asociada una gran cantidad de pérdidas de mano de obra y su consecuente influencia en la productividad.

Respecto a la deficiente calidad, en la producción en masa, se utilizan técnicas de control tradicional (y no de calidad total) en función del cual la calidad no se asegura sino más bien se controla al final del proceso, en el producto terminado, y no se actúa sobre las causas sino se corrigen los errores.

Tabla 3.2 Productividad y Calidad Producción Lean v/s Producción en Masa

Productividad y Calidad	Lean Production	Producción en Masa
Tiempo de Ciclo	Bajo	Alto
Control Calidad	Aseguramiento de la Calidad	Control Tradicional y Corrección de Defectos
Control de Pérdidas	Reducción Implacable	No Reducción

3.6.2 Disposición

Las empresas lean, tiene un menor espacio ocupado que las empresas tradicionales, además de un área de reparación reducida. Estas diferencias se justifican una vez más por el ataque de las pérdidas, en este caso, mediante la optimización de las instalaciones a fin de reducir pérdidas asociadas a transportes y movimientos excesivos. Por otra parte y conforme a los resultados de calidad, las áreas de reparación son mínimas considerando que los defectos se evitan.

Por su parte, la producción en masa, dada su operación a gran escala a fin de reducir costos, y su estrategia push, requiere grandes niveles de inventarios, por lo que necesita también instalaciones más espaciales provistas de zonas de acopio de materiales y productos terminados. Las áreas de reparación se justifican con la política de corrección de errores de calidad una vez que estos aparecen, de acuerdo a las técnicas de control de calidad usadas en la operación.

3.6.3 Fuerza de Trabajo

En el modelo de producción lean, los trabajadores están organizados casi totalmente en equipos multidisciplinarios, administrados por un líder que más que desempeñar funciones de capataz es un miembro más del equipo y es el responsable por el desempeño. El equipo está dotado de todas las especialidades necesarias para realizar las actividades del proceso. Este equipo característico de lean, está compuesto por trabajadores que poseen variadas habilidades, de manera que pueden trabajar autónomamente, aún cuando en ausencia de un miembro del equipo y resolver por sí mismos cualquier problema que se les presente en la producción.

Por otra parte y considerando que uno de los principios de lean production es la eliminación de pérdidas, las funciones del equipo se han estructurado de manera tal que los mismos trabajadores que desarrollan las tareas productivas han incorporado a sus funciones el desarrollo de actividades que no agregan valor al producto pero que son necesarias para su producción, evitando por tanto la contratación de personal externo para la realización de tales funciones. Para lograr esto, en un sistema de producción lean cada trabajador desempeña tres funciones: su tarea, la inspección de su tarea, y el aseguramiento de la calidad de su proceso y la definición de opciones de mejoramiento del mismo.

Esta multifuncionalidad del trabajador y su responsabilidad directa en el mejoramiento continuo, se refleja en una alta rotación del trabajo y un considerable número de sugerencias para el mejoramiento de la producción. Por otro lado, la integración de funciones en equipos multidisciplinarios e integrales, contribuye a la simplificación de la organización, por lo que el número de especialidades necesarias para el funcionamiento de esta se reduce considerablemente en comparación con la existentes en factorías tradicionales.

Finalmente, el traspaso de responsabilidad al trabajador, reflejado en actitudes como la participación en el mejoramiento de procesos, la autonomía del equipo en la resolución de problemas, la responsabilidad en la calidad de la producción y capacitación, constituyen elementos motivacionales fuertes, lo que se traduce en un menor ausentismo del existente en fábricas tradicionales. Esta motivación, obviamente, tiene además un impacto en la productividad del proceso en general

Las empresas que operan con filosofías de gestión de producción tradicional, organizan a sus trabajadores mediante principios de división del trabajo. Cada uno desarrolla una tarea en particular y repetitiva en la que se ha especializado y que representa su única contribución al proceso productivo, puesto que carece de conocimientos para realizar otras tareas. De esta manera, el trabajo en equipo y la

consecuente sinergia que este provoca, es casi inexistente. Esta misma especialización, hace que la rotación del trabajo sea casi nula, puesto que el trabajador no está capacitado para cambiar de tarea y ocupar un puesto de trabajo.

En la producción en masa no existe una base de elementos motivacionales puesto que las tareas ejecutadas son repetitivas y sistemáticas, lo que no da lugar a enriquecimiento de la tarea o rotación del trabajo; no existe cesión de autoridad hacia el trabajador en ningún aspecto; la existencia de múltiples especialidades conlleva a jornadas laborales compuestas muchas veces por largas esperas puesto que muchas funciones realizan trabajo solo de apoyo etc. Como resultado de estas medidas, la fuerza de trabajo no es estimulada en el desempeño de su trabajo, lo que se traduce directamente en tasas de ausentismo altas e indirectamente resultados de escasa calidad y productividad.

Tabla 3.3 Fuerza de Trabajo Producción Lean v/s Producción en Masa

Fuerza de Trabajo	Lean Production	Producción en Masa
Organización	En base a equipos	En base a División del Trabajo
Trabajo en Equipo	Alto	Bajo
Multifuncionalidad	Alto	Bajo
Liderazgo	Alto	Bajo
Motivación	Alta	Baja
Cesión Autoridad	Alta	Nula
Rotación del Trabajo	Alta	Baja
Capacitación	Alta	Baja

3.6.4 Automatización

En este tema, la producción en masa y la producción lean, no difiere de gran manera en el porcentaje de utilización de la automatización. Sin embargo al utilizar

producción lean se pueden alcanzar niveles de productividad superiores que en la producción tradicional.

Por lo tanto cabe señalar que no hay una relación directa entre automatización y aumento de productividad o calidad, sino más bien que lean production se basan en nuevas técnicas de producción y administración, más que una mayor inversión en tecnología .

3.7 Conceptualización Lean Production

La producción lean utiliza una serie de elementos y técnicas. Dentro de estas técnicas, destaca el trabajo en equipo, la reducción de inventarios y el mejoramiento continuo. Además la conceptualización de Lean Production se basa en cinco principios fundamentales:

- Definición específica del valor para un producto
- Identificación del Flujo del Valor para un producto específico
- Desarrollo de un flujo de producción continuo
- Estrategia de Producción Pull
- Búsqueda continua de la perfección

a. Definición del valor para un producto

En general, la especificación de los bienes que la industria produce, se definen de acuerdo a estimaciones de demanda, inventarios disponibles y experiencia de la empresa en la producción, y se destina a clientes no acostumbrados a exigir. De esta manera, principios tales como economías de escalas; estructuras organizacionales; y tecnologías, firmemente instaurados en la industria, hacen que la tendencia de la producción, se rija por premisas tales como “Esto es lo que sabemos hacer, con las instalaciones que ya tenemos. Si el cliente no responde positivamente, entonces ajustamos los precios”.

Esta práctica es lo que comúnmente se conoce como producción push, o empujar la producción hacia el cliente; se produce un bien, y se empuja hacia el mercado, obviando las necesidades puntuales del cliente y sólo considerando la satisfacción de este mediante la calidad del producto y el costo.

Esta misma tendencia es la que identifica Taiichi Ohno en la industria japonesa, donde parece primar el principio “Si lo produces, entonces puedes venderlo”. Sin embargo, esta premisa no permanecerá siendo válida por mucho tiempo, puesto que según el mismo Ohno “El mundo ya ha cambiado de una época en que la industria podía vender todo lo que producía a una sociedad opulenta en la que las necesidades materiales

se afrontaban de forma rutinaria. Ahora no podemos vender nuestros productos a no ser que nos pongamos en la mismísima piel de nuestros clientes, cada uno de los cuales tiene conceptos y gustos diversos”. Los dichos realizados por el padre del Sistema de Producción Toyota, abordan un concepto fundamental: La industria debía cambiar y adaptarse a las necesidades de los consumidores, es decir, debe orientar su producción hacia bienes de valor para el cliente.

El valor específico de un bien, puede definirse como todas aquellas características de un producto que el cliente necesita y por las que está dispuesto a pagar. Es decir, el valor de un bien está dado por su condición de resolver una necesidad específica de un cliente, en un momento específico y a un precio específico.

Es este contexto, tiene su origen el Primer Principio de Lean Production, que puede definirse como el punto de partida de esta filosofía: Definición específica del valor de un producto, desde la perspectiva del cliente.

La implementación del principio recién enunciado, plantea la redefinición del valor de un producto desde la visión del cliente, es decir, repensar si lo que la empresa considera como valor agregado de sus productos, es efectivamente lo que el cliente quiere comprar.

En suma, el concepto de valor desde la perspectiva lean, plantea que el valor de un bien está dado por las características de este que contribuyen a la satisfacción de las necesidades del comprador; por lo que sólo pueden ser especificadas por éste. En la implementación del principio, se debe primero analizar si el valor de lo producido corresponde efectivamente a las citadas necesidades del comprador, y repensar este valor desde el cliente. Por otro lado, este replanteamiento del valor, debe conseguirse mediante la interacción directa con el comprador, el trabajo conjunto con todos los participantes del proceso productivo y la colaboración directa del equipo de trabajo de la producción.

b. Identificación del Flujo del Valor

En el punto anterior, se planteó la necesidad de repensar el valor de un producto desde la perspectiva del cliente. Ahora, cuando ya se ha logrado individualizar las necesidades del cliente, es necesario producir estos bienes de la mejor forma, en el contexto de producción lean, el ideal plantea el uso de menos de la mitad de materiales, menos mano de obra y menos insumos en general.

Para lograrlo, es necesario remover del proceso productivo todas las pérdidas, es decir, “Todas aquellas actividades humanas que, involucrando el consumo de recursos no adicionan valor al producto”. Sin embargo, dada la complejidad de muchos procesos,

las estructuras organizacionales, los procedimientos y un sin número de otros aspectos propios de cada empresa, muchas veces es difícil identificar la existencia de pérdidas, siendo más complejo aún minimizar su impacto o eliminarlas.

En este contexto, aparece el segundo principio de la nueva filosofía de producción “Identificación del Flujo de Valor para un producto específico”, el que tiene por finalidad identificar la secuencia de actividades necesarias para la producción de un bien. De acuerdo a la definición de Flujo de Valor, se puede definir como todas aquellas acciones, tanto que adicionan como que no adicionan valor al producto, comúnmente necesarias para llevar un bien desde el flujo de materias primas hasta el consumidor. La aplicación del concepto de Flujo del Valor tiene por objeto individualizar, dentro del proceso productivo, las instancias donde se genera valor y donde existen pérdidas, a fin de potenciar las primeras y minimizar las últimas.

En este aspecto, del análisis del Flujo de Valor es posible identificar tres tipos de información de vital importancia en la implementación de Lean:

- Pasos del proceso productivo que contribuyen a la agregación de valor.
- Pasos que no agregan valor pero que no pueden ser eliminados por restricciones de la tecnología usada en la producción.
- Pasos innecesarios que no aportan valor a la producción.

Con la información proveniente de la aplicación del principio del flujo del valor, es posible actuar sobre las pérdidas, con su consecuente impacto en la eficiencia del proceso.

c. Flujo de Producción Continuo

En general, la industria manufacturera a lo largo del tiempo, se ha estructurado en base a funciones o departamentos, cada uno de los cuales realiza una determinada parte de la generación de valor de un producto; de esta manera, la producción se mueve de un departamento a otro a lo largo de toda la organización. Esta práctica fuertemente arraigada en la industria, se fundamenta en la creencia de que la departamentalización permite una mejor administración de las tareas y una mayor eficiencia en la ejecución de las mismas, considerando que agrupa tareas de similar naturaleza.

Sin embargo, del análisis de los resultados de esta práctica es posible notar sus deficiencias: el permanente tránsito de productos de proceso en proceso o función en función, tiene asociados esperas de los productos entre procesos, intereses asilados de cada departamento, producción defectuosa; poca coordinación entre procesos etc. A fin de lograr una producción sin pérdidas, Lean Production plantea una nueva visión del proceso productivo, que no considera productos pasando de proceso en proceso, sino

mas bien considera la producción como un flujo continuo de materiales o información, que se transforma en productos semi-terminados, los que a su vez se van transformando en bienes listos para la venta.

De acuerdo a estudios el flujo puede explicarse como: El concentrar la administración del flujo de valor para un bien o servicio específico, eliminando barreras organizacionales y aplicando todos los elementos necesarios para lograr que el valor pueda fluir continuamente, es decir, producir sin esperas, sin movimientos, sin transportes excesivos, sin interrupciones, sin fallas de calidad, sin cambios en el trabajo hecho, con las herramientas adecuadas.

d. Producción Pull

Como se planteó anteriormente, la industria hasta entonces, estaba guiada por la producción estilo push, es decir, la planificación de la producción determinada por las predicciones de demanda y por el inventario que se tiene a mano. Como resultado: exceso de inventarios, tiempos de retorno de inversión prolongados, productos que no se adaptan a las necesidades del cliente entre otros.

A fin de resolver las graves deficiencias producto de la producción push, en pro de la producción sin pérdidas surge el cuarto principio lean que sostiene la necesidad de “Diseñar, planificar y hacer exactamente lo que el cliente necesita justo cuando lo necesita y en la cantidad que lo necesita” en lo que se conoce como Sistema de Producción Pull.

El sistema de producción pull, parte del concepto de tirar la producción, es decir, cuando el cliente requiere un producto en particular, realiza su pedido, el que a su vez se transforma en una orden de producción para la manufacturera. En resumen al generarse la necesidad de un producto, por parte del cliente, se origina un flujo de información hacia atrás, es decir, el vendedor solicita el producto al distribuidor, el que a su vez lo pide al productor, el que genera la orden de fabricación en ese momento; el resultado de este sistema de tirar la producción se traduce en un industria proveedora de bienes en el momento preciso en que se necesitan y la reducción total de inventario.

e. Búsqueda Continua de la Perfección

La implementación de una filosofía lean se basa en la puesta en práctica de los cuatro principios explicados recientemente, sin embargo, existe un factor elemental de los relaciona e integra de manera tal de permitir la obtención de resultados cada vez mejores, este elemento se denomina como perfección.

Si en la puesta en marcha de una organización lean, se logró identificar el valor de un producto de acuerdo a lo que el cliente quiere (especificación del Valor para un producto en particular); se analiza el proceso productivo a fin de identificar los puntos que no agregan valor y eliminarlos, se consigue realizar una producción fluida, sin demoras, interrupciones, fallas de calidad etc. (Principio de Flujo); y se logra coordinar la producción con las necesidades reales de mercado de manera tal de producir justo lo que se necesita en el momento en que se necesita (Sistema Pull); de seguro la organización en cuestión logrará los resultados esperados del lean, es decir, la mitad de esfuerzo, la mitad de recursos, uso de la mitad de espacio etc.

Sin embargo, el Principio de Búsqueda de la Perfección plantea que la implementación de todos estos principios se realice de manera dinámica y progresiva, a fin de que no sólo logran establecerse de manera sólida en la cultura de la empresa, si no que además permitan la obtención de resultados cada vez mejores. Cómo el proceso siempre esta afecto a pérdidas, a medida que la producción se tire, las pérdidas serán cada vez mas notorias, como también todos los impedimentos al flujo continuo del valor; el trabajo en equipo y la interacción continua con el cliente, permitirán definir cada vez más precisamente el valor, al igual que mejorarán el pull y el flujo. Por este motivo, la búsqueda continua de la perfección llama al dinamismo en la implementación de lean, y la constante innovación.

3.8 Formalización del Concepto de Pérdidas

El enfoque de la nueva filosofía de producción supone un concepto ampliado de pérdida respecto a la aceptación usual a que se está acostumbrado. Según Fujio Cho de Toyota, las pérdidas son “Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales y piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

Una definición occidental, en términos similares es “Todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto”.

Aunque las dos definiciones anteriores son similares, la segunda elimina el aspecto subjetivo de la expresión "absolutamente esenciales" en la definición dada por Toyota. El concepto "agregar valor" entrega una referencia concreta.

Utilizar los "recursos mínimos absolutos, no significa reducir el personal en las épocas de decaimiento, ni tener procesos de justificación en la compra de nuevo equipo, ni centrar todos los esfuerzos en producir lo más rápido posible. Esta expresión significa acciones como las siguientes:

Un sólo proveedor, si este tiene capacidad suficiente.

- Nada de personas, equipos ni espacios dedicados a producir cosas defectuosas
- Mínimo inventario de seguridad
- Ningún tiempo de producción en exceso
- Nadie dedicado a cumplir tareas que no agregan valor.

La segunda parte de la definición es la del "valor agregado". Las únicas acciones que agregan valor son las que producen una transformación física del producto. El valor de esa transformación la juzga el cliente del producto, que puede ser un cliente interno o el consumidor final.

Actividades como contar el producto, moverlo, almacenarlo o incluso inspeccionarlo no agregan valor al producto y por lo tanto pueden considerarse pérdidas. Dicho de otra manera, pérdidas son aquellas actividades que incurriendo en costos, no agregan valor al producto.

El concepto de pérdida tiene un carácter dinámico y relativo. Dinámico porque evoluciona con el tiempo, de modo que lo que hoy no es considerado una pérdida, dentro de algunos años o meses si lo sea, por ejemplo por la incorporación de tecnología que use menos recursos. Relativo, Porque lo que se considera como pérdida en una empresa determinada, puede no serlo en otra.

Shingo y Plossl clasificaron las pérdidas que se encuentran en una actividad de producción manufacturera. Esta clasificación se hizo en base a las causas que originan las pérdidas y consiste en una lista de diez categorías.

1. Pérdidas por sobreproducción
2. Pérdidas por espera
3. Pérdidas por transporte
4. Pérdidas por movimiento
5. Pérdidas por inventarios
6. Pérdidas por operaciones
7. Pérdidas por defectos
8. Pérdidas por tiempo
9. Pérdidas por personas
10. Pérdidas por papeleo

3.8.1 Pérdidas por Sobreproducción

Corresponde al exceso de producción respecto a las necesidades inmediatas, que por diversos motivos no son utilizados provocando diversos tipos de pérdidas. Durante épocas de crecimiento en los mercados, la sobreproducción no es un problema tan serio, pero se transforma en bienes no vendidos si los mercados decrecen.

La principal causa de sobreproducción es una planificación a largo plazo y una programación desequilibrada y sin sincronización, donde se tiende a adelantar la producción y se genera exceso de inventario de materias primas, productos en proceso y terminados. En definitiva se requiere saber cuanto se va a necesitar producir en función de los requerimientos del mercado, lo que es más difícil en una planificación a largo plazo. Lo anterior se agrava si los tiempos de preparación de las líneas de montaje son muy largos, pues no hay incentivos para producir en lotes pequeños.

La sobreproducción oculta problemas básicos en los sistemas. Por ejemplo, si sólo se produjera lo necesario, entonces la mano de obra estaría sobre estimada y sería evidente su inactividad.

La Sobreproducción genera pérdida y mayor manejo de materiales, se requiere más espacio, más mano de obra, inventarios innecesarios, más control y muchas veces la sobreproducción confunde a los trabajadores respecto de que debe hacerse primero y como consecuencia puede tenerse mucho de algo innecesario y poco de lo que si se necesita.

Habitualmente existe miopía al interior de la organización respecto a este problema. En efecto, en vez de proponer disminuir los ritmos de producción, se incorpora personal extra para tratar de vender aun con importantes promociones, las existencias acumuladas.

3.8.2 Pérdidas por Tiempo de Espera

Las esperas pueden ocasionarse por diversos motivos, como interferencias, demoras, retrasos, falta de instrucciones, errores, falta de materiales, equipos o herramientas, etc. En la mayoría de los casos las esperas son atribuibles a causas ajenas al personal. La espera afecta la actividad laboral de los trabajadores, pero también a los procesos, máquinas y materiales ya que es una fuente de pérdidas de tiempo productivo.

En la manufactura es poco importante la incidencia del clima en las esperas, producto de que la producción se realiza en fábricas. Esta variable, que esta fuera del

alcance de la administración, torna una importancia fundamental en la producción en obra.

Los tiempos de preparación largos generan también esperas que dañan la aptitud de la empresa para responder ágilmente al dinamismo de la demanda.

3.8.3 Pérdidas por Transporte

La principal causa del exceso de transporte corresponde al mal diseño del layout de las plantas el cual no es organizado en función del flujo productivo y no considera la distancia entre los procesos de producción.

El movimiento excesivo de materiales significa incurrir en grandes costos y consume mucho tiempo.

En lo posible se debe lograr una sincronización entre los proveedores, subcontratistas y las diferentes etapas en el proceso, de manera que los insumos sean entregados directamente a su lugar de procesamiento y no a un lugar de almacenamiento desde donde luego deben ser transportados al proceso correspondiente. Una idea similar debe usarse en el caso de un producto intermedio, el cual debiera ser llevado directamente al siguiente proceso y no a una bodega de semielaborados.

También es posible disminuir los problemas del transporte con un área de trabajo más organizada y despejada.

Aunque una alternativa para abordar el problema del transporte en la actividad manufacturera es usar métodos de transporte cada vez más sofisticados, el transporte es siempre una actividad que no agrega valor y por lo tanto, el objetivo no es hacerlo más eficiente, sino intentar reducirlo a su mínima expresión lo que se logra con medidas como las planteadas anteriormente. Posteriormente se intenta hacer más racionales los métodos de transporte.

3.8.4 Pérdidas por Movimiento

Las pérdidas por movimiento son aquellas que se originan por cualquier actividad humana que sea innecesaria. El objetivo último perseguido es eliminar el esfuerzo humano en este tipo de actividades.

De lo anterior se desprende que moverse no es igual a trabajar. Un operario puede parecer muy ocupado buscando una herramienta, pero esa acción no agrega valor al producto. Trabajar significa permitir al proceso avanzar hasta completar su propósito y en esto no hay cabida a desperdicios, sino sólo a la eficiencia. No se trata de volver a la

cadena de montaje de Ford, sino a la adecuación lógica de las herramientas y de las máquinas que ha de controlar un trabajador y de fomentar la continua mejora de los puestos de trabajo, tanto por parte de ingeniería, como por parte de los propios trabajadores.

Los movimientos deben ser eficientes y las áreas de trabajo deben estar bien diseñadas. Dentro de este tipo de problemas se puede incorporar el que genera el movimiento excesivo de las personas que trabajan en las instalaciones. Este se puede deber a causas como información poco clara que genera viajes de aclaración, burocracia, veredas de tránsito poco claras, carencia de planificación, etc.

3.8.5 Pérdidas por Inventarios

La existencia de inventarios es para Ohno la principal fuente de pérdidas. Tradicionalmente los stocks son reconocidos como un mal necesario, y la Teoría Clásica de gestión de stocks nos plantea de forma analítica el nivel óptimo de inventarios mediante la aplicación de los sistemas de lote económico, stock óptimo, punto de pedido, etc. Para Shingo, sin embargo, los inventarios son un mal absoluto que hay que tratar de eliminar a toda costa.

Los inventarios existen por diversas razones. Los inventarios existen para desacoplar las distintas fases del área de operaciones. Lo anterior es necesario para protegerse de la incertidumbre, para aprovechar condiciones económicas ventajosas en la producción o en la compra de insumos, para cubrir cambios anticipados en la demanda o la oferta y para mantener el tránsito de los inventarios. Por otro lado, Shingo diferencia entre stock de ingeniería que resulta del desequilibrio entre los flujos de proceso, stock de control que actúa como cojín para evitar variaciones en los niveles de producción y el stock de seguridad que aumenta la tranquilidad en la empresa.

Un primer elemento de un exceso de inventarios es la sobreproducción y tiene como consecuencia mayor manipulación, más espacio, mayor control, costo adicional por intereses, trabajadores adicionales, más papeleo, existencias dañadas o pérdidas, etc.

El exceso de inventario actúa como un "colchón" que aparentemente protege de eventualidades, pero que en realidad oculta la incapacidad de la administración para actuar con flexibilidad ante cambios en las condiciones de trabajo. Implica la necesidad de manejar stocks que a veces son de un tamaño excesivo, y que requieren de grandes fondos de inversión o financiamiento. Disminuir el nivel de inventarios progresivamente permite, detectar problemas de los cuales no existía conciencia y sobre los cuales se puede actuar para eliminarlos. Una analogía conocida de este problema, asocia el nivel de agua de un estanque con el nivel de inventarios. Si se reduce el nivel de las aguas (inventarios), aparecen rocas (problemas) que ocasionan pérdidas y que antes

permanecían ocultos. Ahora que son visibles, es posible actuar sobre ellos para solucionarlos. Ver figura 3.3.

Algunas de las medidas para disminuir el nivel de inventarios son equilibrar la Producción para evitar tiempos de espera en las líneas y poner especial énfasis en la elaboración de piezas sin defectos. Además, se requiere disminuir el tamaño de los lotes de producción y por ende el tamaño de los lotes de compra, evitando la programación adelantada con respecto al programa de trabajo. Para tal efecto, es importante reducir el tiempo de preparación de las máquinas, reducir los tiempos de ciclo y el período de tiempo que transcurre entre que se ordena la producción de un bien y el momento en que este se entrega terminado. Los descuentos por cantidad comprada y las "ventajas" de producir en lotes grandes se compensan sobradamente por el ahorro en los desperdicios indicados, cuando se mantiene una relación de colaboración con los proveedores y al producir en lotes pequeños.

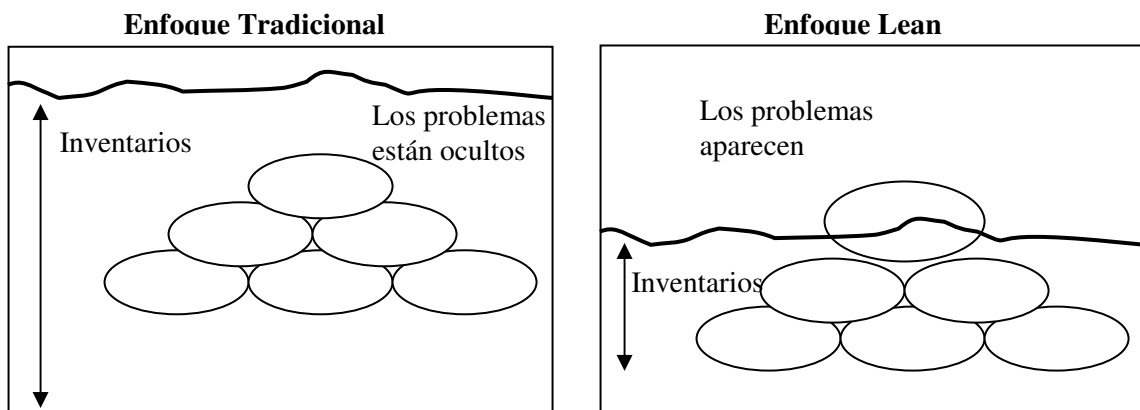


Figura 3.3 Analogía entre Estanque e Inventarios

3.8.6 Pérdidas por Operaciones

Cuando las operaciones son mal planificadas, se generan pérdidas como consumo o derroche excesivo de materiales o desgaste anormal de las herramientas. Las operaciones deficientes producen variabilidad en los resultados obtenidos, lo que se asocia directamente con carencia de la calidad en el producto. A veces implica la existencia de otras actividades dentro del proceso, las cuales no serían necesarias con una mejor planificación de las operaciones. Más aún, en algunas oportunidades las máquinas pueden ser adaptadas para que ellas mismas realicen acciones que antes debía ejecutar un operario. De esta manera se ahorra el desperdicio de tiempo que significa tener a ese operario pendiente del funcionamiento de la máquina.

Habitualmente la manufacturibilidad de los productos no es considerada en la etapa de diseño. La manera en que funciona el sistema manufacturero puede ocasionar una serie de pérdidas como una supervisión excesiva o una constante verificación del cumplimiento de las especificaciones.

En general se realizan operaciones innecesarias que complican la actividad en diferentes niveles como el diseño del producto o la tecnología en los procesos. También se generan pérdidas cuando no existe coordinación entre los distintos involucrados en la fabricación de un producto.

Una de las operaciones en las que el Sistema de Producción Toyota invirtió mas horas de estudio para disminuir el efecto perjudicial que ocasionaba, fue la operación de preparación de las líneas de montaje para la fabricación de un nuevo producto. Tradicionalmente esta actividad significaba cerrar la planta incluso por meses, para adaptar la maquinaria, organizar la planta, etc. La clave es diferenciar en la preparación dos tipos de actividades: las que pueden realizarse mientras la máquina está funcionando (son la mayoría) y las que sólo se pueden hacer con la máquina detenida. El Sistema de Producción Toyota plantea la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) que tiene como objetivo lograr que la preparación de cada tipo de máquina pueda hacerse en un minuto.

De esta manera se reduce el tamaño óptimo de los lotes de producción, lo que permite reaccionar mejor ante el dinamismo de la demanda. Además se reducen los stocks de materias primas, productos en proceso y terminados, y se reducen los tiempos productivos.

Shingo propone como medida para hacer más eficiente las operaciones conocer primero todas sus características, lo que pasa por diferenciar entre lo esencial y lo auxiliar de la operación, considerando también actividades de descanso, ya sea de las máquinas, su mantención o la fatiga de los operarios. En cada una de estas componentes se puede mejorar la eficiencia.

3.8.7 Pérdidas por Defectos

Son todas las pérdidas que se originan por que los productos fabricados en las líneas de montaje constantemente tienen una fracción defectuosa.

Las pérdidas que se ocasionan se traducen en un aumento de los costos y los plazos. Se provoca derroche de materiales, mano de obra, desgaste de maquinaria, inspección extra, tiempo de espera para las etapas siguientes, etc. Incluso la presencia de defectos da lugar a otras actividades que no agregan valor al producto, como los retoques, las reparaciones o simplemente el trabajo rehecho.

La incidencia de los defectos llega hasta el cliente final, el cual puede cobrar garantías o puede dejar de confiar en la compañía.

La principal causa de los defectos es la carencia de control en el momento de la ejecución del trabajo o incluso en el momento de la concepción del producto. Esta carencia de control se puede deber a la falta de involucramiento del personal, o a la inercia que produce saber que hay una estación de "retoques" al final de la línea de montaje. Lo que se persigue es el autocontrol complementado con la supervisión, de manera de lograr el objetivo de perfección en la fuente con cero defectos. La supervisión debe centrar sus esfuerzos en la prevención de defectos y no en la mera detección de ellos. Para tal efecto se usa el concepto de calidad en la fuente, expresado por la automatización, que consiste en dotar a las máquinas de sensores que indiquen la producción de piezas defectuosas en el momento que se fabrican, y por un total involucramiento de la mano de obra para que también actúen de esta manera

Ohno plantea que la insuficiente estandarización y racionalización dan lugar a improductividad, a inconsistencia y a irracionalidad en los procesos de producción, que al final conducen a la fabricación de productos defectuosos.

3.8.8 Pérdidas por Tiempo

Deriva de la demora excesiva en la toma de decisiones, en la solución de problemas o en el flujo de la información. Toda la inactividad que hay en el tiempo de ciclo de un proceso corresponde a pérdida de tiempo. Situaciones como la sobreproducción tienden a ocultar tiempo inactivo de los trabajadores, de hecho si no se permite que el trabajador adelante su trabajo, es evidente su inactividad.

La mayoría de los procesos y las actividades productivas están compuestas por una gran cantidad de pasos intermedios. Cuando se analiza la composición de una actividad particular se puede verificar que la gran mayoría de los pasos no agrega valor y que además consumen la mayor parte del tiempo de ciclo de esa actividad.

También se pierde tiempo productivo de los trabajadores cuando estos realizan actividades que no agregan valor, como el transporte o el aseo o cuando no hacen su trabajo con eficacia y se debe rehacer trabajo.

El Sistema de Producción Toyota supone que también hay una pérdida de tiempo de los trabajadores, cuando estos realizan una actividad como ver el funcionamiento de una máquina, que perfectamente podría realizar otra máquina. Por ello surgieron los dispositivos Pokayoke, que consisten en mecanismos anexados a la maquinaria que

pueden advertir o incluso detener la operación cuando detectan un error, logrando de paso inspeccionar en la fuente el 100% de los productos.

La pérdida de tiempo cada vez es más grave en un entorno dinámico donde se premian las respuestas ágiles.

3.8.9 Pérdida por Personas

Los trabajadores son un recurso del cual habitualmente no se aprovechan todas sus habilidades. Tal situación se ve por ejemplo cuando se usa una especialización excesiva en las operaciones, donde un trabajador puede tener como única actividad apretar una tuerca.

Cuando el trabajador se centra en una actividad muy especializada, deja de ver el objetivo global que tiene su trabajo, se desmotiva y se pierde el potencial de mejoramiento que tiene una persona que está en contacto directo con el frente de trabajo. Muchas soluciones a los problemas de las líneas de montaje pueden ser obtenidas del trabajador, si este entiende el objetivo de su trabajo y el de sus compañeros y obviamente si se le consulta al respecto.

Es fundamental el respeto por las personas, por ejemplo evitando que el trabajador realice actividades que por su sencillez podría hacer una máquina. De este modo el trabajador se motiva más con su labor.

Herramientas como el Involucramiento Total del Recurso Humano, tienen como fin aprovechar el potencial del trabajador. Uno de sus puntos contempla crear trabajadores multifuncionales, que rotan por diferentes departamentos de la empresa, de modo de evitar la especialización excesiva y facilitar la comprensión de los objetivos globales de la compañía.

3.8.10 Pérdidas por Papeleo

La burocracia que se manifiesta por ejemplo en métodos extensos para definir proveedores o para modificar el diseño del producto genera pérdidas de diferente tipo. Reportes innecesarios, viajes innecesarios, pérdida de tiempo, etc. son algunos ejemplos.

La causas a este problema pueden estar en deficiencias en la Estructura Organizacional o en el sistema de control y mediciones de rendimiento.

Algunas veces la burocracia esta relacionada con un exceso de información fluyendo entre las labores de la empresa. Esto tiene como consecuencia la existencia de información irrelevante que confunde y que es otra fuente de pérdida.

3.9 Eliminación de las Pérdidas

La actividad laboral se descompone en el trabajo propiamente tal, más una serie de pérdidas que es necesario eliminar. Las pérdidas se dividen a su vez en improductividad y trabajo que no agrega valor. Para poder eliminar las pérdidas se usan algunos conceptos básicos:

- Redes de fábricas especializadas. Este concepto, sugiere que es mejor contar con varias fábricas pequeñas y no con una sola fábrica grande donde se haga todo. De esta manera resulta más fácil la administración, es más barato, se necesita menos inversión y se alcanza mayor productividad.
- Tecnología de grupos. Se propone usar células de manufactura, donde en un área se encuentran varias etapas del proceso productivo y no usar la especialización por departamentos, donde en una área se encuentra sólo una etapa del proceso. Para tal efecto se necesita personal con habilidades multifuncionales. De esta manera se organiza el layout en tomo al producto.
- Jidoka. Este concepto corresponde a la calidad en la fuente, para lo cual cada trabajador se transforma en su propio inspector, lo que en teoría permitiría eliminar o reducir la necesidad de controlar la calidad del producto al final el proceso. Jidoka significa "detener todo cuando algo sale mal" y en efecto ante la detección de un problema, Toyota detiene la línea de producción y todo el personal se dedica a encontrar la causa del problema. Mientras tanto no se produce y por lo tanto, no se acumulan productos defectuosos. A veces el control en la fuente lo puede hacer máquinas especialmente programadas para ello (autonomización, es decir, automatización pero con un toque humano o más bien autocontrol).
- Involucramiento Integral del Recurso Humano. Para alcanzar su objetivo, JIT debe tender a alcanzar la mejora continua o replanteo constante de las metas de logro de los procesos. Esto requiere de un cambio organizacional importante con coordinación, compromiso y aptitud de los trabajadores. El trabajador debe tener aptitudes multifuncionales y se debe fomentar el trabajo en equipo de manera de implementar herramientas como los círculos de calidad

- Reducción de personal. Permite eliminar costos improductivos y no siempre se logra con mejoras tecnológicas, sino por ejemplo cambiando la secuencia de trabajo. Con menos personal hay menos espacio para ineficiencias y la componente de pérdidas del trabajo se transforma en trabajo real (suponiendo que se produce lo mismo). El paso más importante para eliminar el exceso de mano de obra es eliminar la sobreproducción y establecer medidas de control.
- Producción JIT. Se produce lo necesario, en la cantidad y en el momento necesario, para realizar las entregas también justo a tiempo. Esto se opone al concepto de stock de seguridad y considera al excedente como pérdida. Este sistema reduce los stocks, reduce los tiempos de entrega, otorga flexibilidad ante la demanda y permite descubrir problemas de calidad al exponer problemas que bajo un sistema más holgado estarían escondidos. Su implementación requiere del uso de un sistema de tarjetas "kanban" que autorizan la fabricación o el retiro de contenedores con los materiales necesarios para una determinada etapa de producción.
- Compras JIT. El sistema descrito en el párrafo anterior corresponde a un sistema de arrastre (pull) de la producción y por lo tanto termina con los proveedores. El SPT (shortest processing time) establece una relación de cooperación muy estrecha con sus proveedores, para lo cual los reduce en número, hace participar de la propiedad de los proveedores a la empresa Toyota y así crea una relación de beneficio mutuo donde es posible implementar compras de insumos justo a tiempo. Este abastecimiento debe cumplir con un nivel aceptable de calidad, entregas justo a tiempo y costo razonable.
- Carga uniforme de plantas. Consiste en estabilizar y dar continuidad al flujo de producción, reduciendo los momentos en que la producción es intensa o se encuentra decaída. Esta estabilización también considera el hecho que se produce una variedad de productos, por lo cual la producción de automóviles diferentes es intercalada. Para lograr esto se requiere conocer muy bien el tiempo de ciclo de cada producto y de este modo se puede programar el uso de recursos y producir la cantidad necesaria de cada tipo de automóvil.
- Plan maestro de producción. En vez de planificar la producción a largo plazo, se planifica a corto plazo, incluso a días, lo que facilita el equilibrio de la producción.
- Tiempos mínimos de preparación. Consiste en reducir al mínimo el tiempo necesario para adaptar el equipo de producción para la fabricación de un nuevo tipo de producto. Para ello se distingue, entre las actividades que

pueden ser realizadas con el equipo funcionando (la mayoría) y aquellas que requieren de la detención de las máquinas. La producción en masa requería de meses para adaptar la fábrica a un nuevo producto lo que hace muy rígido el sistema ante el dinamismo de la demanda. El objetivo de reducir el tiempo de preparación es poder producir en lotes pequeños para ajustarse mejor a los gustos cambiantes de los clientes.

- **Mantenimiento Productivo Total.** Es un conjunto de actitudes y medidas orientadas a transformar las máquinas existentes a las necesidades de los procesos, produciendo en forma constante, con alta calidad e involucrando a los operadores en el servicio de mantenimiento.

3.10 Distintos Enfoques del Lean Production

Esta filosofía de producción surgió como una respuesta práctica a los problemas detectados en la producción en masa de la industria automovilística estadounidense. En efecto, en Japón en la década de los '50 surgieron las primeras aproximaciones de los que hoy día se conoce como el Sistema Toyota de Producción y cuyos principales creadores fueron Toyoda, Ohno y Shingo. En un principio este sistema de producción se componía de dos herramientas de producción específicas, el Just in Time (JIT) y el Total Quality Management (TQM). Posteriormente se fueron desarrollando otras herramientas como la Competitividad Basada en el Tiempo, la Ingeniería Concurrente, el Benchmarking, etc. A continuación se presenta una breve descripción de algunos de estos enfoques.

3.10.1 Just In Time

El JIT nace como una herramienta y luego se transforma en un método de producción, que surgió como necesidad para disminuir aspectos improductivos característicos de la producción en masa, que obligaban a basar las decisiones de la empresa en la estimación de la demanda y no en la demanda actual.

Pudo implementarse a través de una política en la que Toyota estableció una relación de cooperación con sus proveedores, para lo cual pasó a dirigir parte de esas empresas, transformando a proveedores y plantas de ensamblaje en una gran máquina.

Lo anterior permitió además reducir los niveles de inventarios en la fábrica de Toyota, el tamaño de los lotes de producción, optimizar el layout de la fábrica y reducir los tiempos de preparación para los procesos. El uso de esta técnica dejó ver una serie de actividades que no agregaban valor al producto y que se denominaron bajo el término común pérdida (Ohno). La puesta en marcha de esta idea fue enormemente difícil pues

eliminaba prácticamente todas las existencias y significaba que cuando fallaba una pequeña parte del sistema de producción, todo éste se paraba.

3.10.2 Gestión de Calidad Total

La Gestión de Calidad Total persigue asegurar la calidad de un producto a los ojos del cliente, mediante el mejoramiento continuo de las etapas del proceso de producción. Ingenieros japoneses importaron los conceptos desarrollados por estudiosos norteamericanos como Deming, Juran y Feigenbaum.

En este sentido se había introducido el control de calidad estadístico para las materias primas y los productos finales. Koskela sugiere en su análisis de los enfoques de la Producción Lean, que Shingo logró tres adelantos en lo que hasta ese entonces era el control de calidad: expandir el control de calidad desde producción a todos los departamentos, expandir el control de calidad desde los trabajadores a los gerentes y expandir la noción de calidad para cubrir todas las operaciones en la compañía. A través de un proceso estadístico, se pueden encontrar errores en el proceso y mediante una investigación que lleve a la identificación y eliminación de las causas primarias que provocan el problema, se puede reducir la variabilidad en la producción y así mejorar la calidad de los procesos y el producto final.

Es importante señalar que entre los motivos para reducir, la variabilidad está el hecho que para los clientes es mejor un producto uniforme y que para la empresa, cualquier variabilidad, especialmente en la duración aumenta la cantidad de las actividades que no agregan valor.

3.10.3 Competitividad Basada en el Tiempo

Este concepto se refiere a lograr comprimir el tiempo en que se desarrollan, fabrican y distribuyen los productos de la empresa, de manera de obtener un beneficio competitivo. Según Koskela el beneficio se puede expresar como una disminución en las actividades que no se relacionan con el procesamiento, una disminución en los inventarios y una más fácil identificación de los problemas. Estos beneficios son muy similares a los que otorga JIT.

3.10.4 Ingeniería Concurrente

Consiste en realizar las actividades que conforman el diseño y la manufactura de un producto de manera simultánea, mediante la participación de los distintos involucrados en este proceso. Requiere del trabajo en equipo y sus principales objetivos son la reducción del tiempo de diseño y minimizar el número de órdenes de cambio. Algunas de las herramientas usadas son el diseño para la manufactura y el diseño para el ensamble.

3.10.5 Benchmarking

Consiste en realizar continuamente un proceso de comparación de la manera en que se desenvuelve la empresa. Esta comparación se puede hacer con otras áreas al interior de la empresa, con las empresas que son líderes en la industria donde se participa o con empresas que pertenecen a industrias que no tienen nada en común con la empresa que hace Benchmarking, pero que desarrollan eficazmente actividades parecidas. En definitiva se busca aprender de las compañías que están haciendo bien una determinada actividad.

El Benchmarking se realiza en cinco etapas: Selección del problema a estudiar, creación de un equipo de trabajo, elección de la empresa con la que ha de compararse, recogida y análisis de la información y acción de mejoramiento en la empresa.

3.11 Construcción Lean

La industria de la construcción se define, en general, como muy distinta a la industria manufacturera. La construcción diseña y construye proyectos únicos y complejos en un ambiente altamente inciertos y bajo fuertes presiones de costo y plazos.

La administración tradicional de proyectos de construcción, obedece de buena manera a la técnicas de producción en masa, en función de la cual, la ejecución de un proyecto se divide en varias partes, que se estructuran de manera lógica y se entregan a un capataz o subcontratista para su ejecución. El control tradicional de proyectos se reduce al contraste de los recursos usados con el presupuesto y la planificación, y en caso de que el proyecto se encuentre por debajo de su rendimiento estimado, las prácticas tradicionales apuntan a la inyección de recursos a fin de reducir la duración del proyecto.

Esta descripción de la administración tradicional de un proyecto de construcción permite notar la conceptualización de la producción como una transformación y por consecuencia hace visibles los problemas típicos de la aplicación de este modelo, tales como la suboptimización de las partes, no consideración de la interdependencia entre actividades, existencia de pérdidas entre otras.

Lo anterior, sumado a los problemas típicos de la construcción, se traduce en una industria caracterizada por su baja productividad, poca seguridad, condiciones de trabajo insuficientes y deficiente calidad. Estas deficiencias de la industria, a través del tiempo han sido atacadas mediante soluciones aisladas y la adopción de técnicas de la manufactura tales como industrialización, automatización o tecnologías de la información, sin embargo, la construcción requiere de nuevas herramientas integrales que permitan mejorar su desempeño cabalmente.

Los problemas existentes en la construcción se deben fundamentalmente a la negligencia en la administración de los flujos. Esta negligencia en la administración de los flujos, se debe fundamentalmente a la conceptualización de los procesos de construcción como transformaciones, lo que conlleva a asumir las falencias típicas del modelo, tales como la no consideración de las actividades que existen entre una conversión.

A fin de mejorar el desempeño de la industria de la construcción, la definición de Construcción Lean, llama a cambiar la forma de concebir la producción y reconceptualizar ésta como un flujo.

3.12 Modelo Conceptual de la Nueva Filosofía de Producción

El modelo conceptual de Lean Production es el resultado de la síntesis y generalización de diferentes modelos sugeridos en varios campos. El modelo de producción combina tres enfoques de producción: el enfoque tradicional de conversión de materiales o información, el enfoque del Justo a Tiempo, donde existe un flujo de materiales o información y, el enfoque de Calidad, por la generación del valor en la satisfacción del requerimiento del cliente.

Esta nueva filosofía ve la labor productiva como un conjunto de conversiones y flujos. Las conversiones permiten transformar insumos en productos y cuando son realizadas con un desempeño óptimo sólo agregan valor. Los flujos, se definen como todas aquellas actividades que no provocan transformación pero que son necesarias para la producción, tales como esperas, inspecciones y movimientos, y que no son consideradas por el entonces usados modelo de transformación.

A partir de esto, surge el modelo de flujo, que ya no considera a la producción como una transformación, sino más bien como un flujo continuo de materias primas e información a través de los procesos productivos, en pro de la obtención de bienes intermedios o finales.

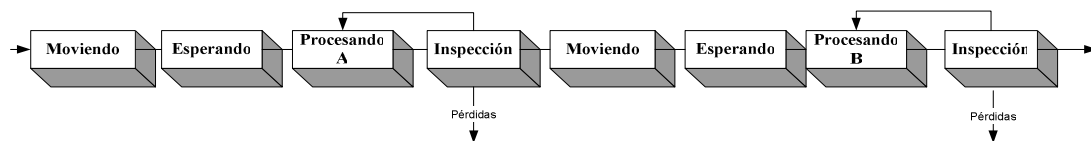


Figura 3.4 Nuevo Modelo del Proceso de Producción

En esta nueva definición considera como recurso fundamental en la producción el tiempo, lo que tiene dos implicancias: Al ser el tiempo un recurso, interesa y preocupa la cantidad de tiempo ocupada en la transformación y por otro lado, es necesario analizar como se consume el tiempo. En este contexto se puede plantear que el tiempo se usa en dos tipos de actividades: las actividades de transformación y las actividades que no provocan transformación. De acuerdo a esta visión, las actividades que no transforman no son necesarias dentro de la producción, por lo que la manera de mejorar el proceso productivo es eliminando estas y procurando mejorar la eficiencia de las actividades que si provocan transformación

De acuerdo a lo recién planteado, el modelo de flujo recién expuesto, se apoya en un principio fundamental, cual es la reducción de pérdidas, en función de este principio es posible orientar la producción y lograr los objetivos de mejoramiento de la misma. Sin embargo, en la implementación de este principio es necesario aplicar ciertas herramientas o principios, los que se describen a continuación.

3.13 Principios Lean Aplicables a la Construcción

El objetivo de la Construcción Lean es mejorar continuamente el desempeño. Para tal efecto, analiza un sistema productivo donde se diferencian las conversiones que agregan valor de los flujos que no lo hacen. Para incrementar el desempeño, se plantean un conjunto de principios de mejoramiento.

Estos principios son los siguientes:

1. Eliminar o Reducir las actividades que no agregan valor.
2. Incrementar el valor mediante la captura de los requerimientos de los clientes
3. Reducción de la variabilidad de los procesos.
4. Reducción de tiempo de ciclo.
5. Simplificación
6. Aumento de la flexibilidad de las salidas.
7. Aumento de la transparencia de los procesos.
8. Enfocar el control del proceso de forma integral
9. Estructurar el mejoramiento continuo de los procesos.
10. Balance entre el mejoramiento de la eficiencia de las conversiones y del mejoramiento de los flujos de producción.
11. Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking).

La mayoría de los enfoques que conforman Lean Production se centran en alguno de estos principios, los cuales a su vez tienen relación entre sí. Así por ejemplo, el enfoque de calidad se basa en la reducción de la variabilidad en los procesos, la

competitividad basada en el tiempo se relaciona con la reducción de los tiempos de ciclo, etc.

A continuación se explican los principios de mejoramiento.

3.13.1 Reducir la Participación de Actividades que No Agregan Valor

Como se señaló en el capítulo anterior, las actividades que no agregan valor, también conocidas como pérdidas, son aquellas que toman tiempo, recursos o espacio, pero que no agrega valor al producto del proceso. Algunos estudios donde se afirma que este tipo de actividades domina los procesos. Por ejemplo usualmente sólo entre el 3 y el 20% de los pasos agregan valor y la participación de las actividades que agregan valor en el tiempo de ciclo es despreciable, entre el 0,5 y el 5%.

Las principales causas para esta situación se deben a la manera en la que se diseña. Los involucrados en esta actividad realizan su trabajo sin un contacto conjunto con todas las otras partes, lo que hace que aumenten actividades como la inspección, el transporte y las esperas.

Otras causas son la ignorancia y la naturaleza de la producción. Por esta razón aparecen defectos, que a su vez originan actividades que no agregan valor como las reparaciones o el trabajo rehecho.

3.13.2 Incrementar el Valor Mediante la Captura de los Requerimientos de los Clientes

A fin de generar valor, este principio del modelo se basa en recopilar los requerimientos del cliente, para orientar la producción hacia lo que éste necesita y espera. Es necesario que todos los requerimientos de los clientes sean tomados en consideración, ya sea en lo que respecta a la calidad de productos, servicios o entregas, considerando que la mayor cantidad de problemas encontrados por los clientes se relaciona con la poca calidad del servicio, más que con la calidad del producto entregado.

Asegurarse que el sistema de producción, tiene la capacidad suficiente para cubrir los requerimientos de los clientes; es decir, controlar que se cuenta con el sistema capaz de diseñar producir y entregar los productos requeridos por los clientes. En este contexto, juegan un rol importante el control estadístico de la producción y la velocidad de la misma.

A fin de determinar en que medida se cumple con las expectativas del cliente, este principio plantea que es necesario medir el valor de los productos, recopilando información sobre el nivel actual de satisfacción del cliente.

3.13.3 Reducir la Variabilidad en los Procesos

Este principio, puede conceptualizarse como que la variabilidad en la producción aumenta el tiempo de ciclo y por ende la existencia de actividades que no adicionan valor al producto, por lo que debe ser evitada.

De acuerdo a lo anterior, la variabilidad tiene asociados efectos negativos sobre la producción, tales como: largos tiempos de ciclo, altos niveles de inventarios; pérdida de capacidad; salidas del proceso deficientes entre otras. Sin embargo, la variabilidad es el enemigo universal de la producción por lo que si bien no se puede eliminar del todo, debe procurarse su control mediante el uso de sistemas de control estadístico. La variabilidad existe básicamente de dos formas, como variación en el tiempo de proceso, relativa a variaciones naturales del proceso como fluctuaciones en el rendimiento de máquinas o trabajadores; y variabilidad en el flujo, asociada a las variaciones en la llegada del trabajo al sitio donde se lleva a cabo él. Las prácticas comunes para la reducción de la variabilidad, apuntan a eliminar las causas de ésta, orientando los esfuerzos hacia la mantención de equipos, minimización de las interrupciones; reducción de tiempos de instalación y mejoramiento de la calidad para eliminar el trabajo rehecho.

3.13.4 Reducir el Tiempo de Ciclo

El tiempo de ciclo de un producto puede definirse como el tiempo que requiere una materia prima para cruzar todo el flujo de producción. De acuerdo a esto, el tiempo de ciclo está compuesto del tiempo en que el material es procesado, el tiempo de espera, movimiento y el tiempo de inspección, siendo estas últimas tres actividades las que deben ser reducidas o minimizadas, puesto que no agregan valor al producto y no provocan transformación.

3.13.5 Simplificación

Este principio plantea que la complejidad de un producto o proceso aumenta los costos más allá de la suma de los costos individuales de cada paso, por lo que se debe procurar la simplificación de la producción, la que se logra mediante la eliminación de pérdidas y la reestructuración de actividades que adicionan valor.

Aproximaciones prácticas hacia la simplificación son la reducción del número de partes y piezas mediante nuevos diseños o uso de elementos prefabricados; estandarización de partes; minimización de cantidades de información y necesidad de control entre otros.

3.13.6 Aumentar la Flexibilidad

La producción enfocada como un flujo, puede lograr mejores resultados de eficiencia y satisfacción de las necesidades del cliente en la medida que el proceso sea más flexibles, es decir, pueda producir una mayor cantidad de productos diferentes; tenga capacidad de introducir nuevos productos de manera rápida; pueda producir en un volumen de producción flexible y un tiempo de entrega adaptable a las necesidades.

Este principio, se apoya en la implementación simultánea de otros, tales como compresión del tiempo de ciclo y transparencia del proceso.

3.13.7 Aumentar la Transparencia de los Procesos

El hacer un proceso productivo más observable y transparente contribuye a facilitar el control y el mejoramiento del mismo. Por este motivo, es necesario hacer que “El flujo de operaciones desde el comienzo al fin del proceso sean visibles y comprendidos por todos los empleados”, lo que puede conseguirse mediante la implementación de medidas organizacionales y físicas y el despliegue público de información (control visual).

3.13.8 Enfocar el Control del Proceso de Forma Integral

Las causas que ocasionan el control segmentado se debe a que el flujo de producción cruza diferentes unidades en una organización jerárquica o cruza a través de un margen organizacional.

Definir índices o indicadores del desempeño del proceso total, realizar el seguimiento y monitoreo del índice permitirá obtener información sobre la ocurrencia del proceso completo durante su ejecución y tomar acción correctiva una vez que se ha detectado algún problema o alguna oportunidad de mejora y prevenir la ocurrencia reiterada del mismo problema.

3.13.9 Estructurar el Mejoramiento Continuo de los Procesos

El mejoramiento continuo es un esfuerzo sistemático para eliminar las pérdidas y para aumentar el valor de una actividad. La responsabilidad de mejoramiento debe entregarse a todos los empleados, mediante la formación de grupos de trabajo que pueden formar una estructura paralela a la formal en la organización.

Para empezar se sugiere usar objetivos limitados como la eliminación de inventarios o la reducción del tiempo de ciclo, con mejoras que convengan directamente a los empleados como por ejemplo, programas de prevención de riesgos.

El mejoramiento debe compararse permanentemente con las "mejores prácticas" (Benchmarking), debe coordinarse con mecanismos de control, que permitan medirlo y monitorearlo.

3.13.10 Balance entre el Mejoramiento de la Eficiencia de las Conversiones y del Mejoramiento de los Flujos de Producción

Se requiere mejorar el tiempo entre el proceso de conversión de producción y el flujo de producción. Mejorar la eficiencia del aspecto de conversión de la producción, por sí sola, no asegura el mejoramiento del proceso total y debe estar en balance con los flujos de producción evitando cuellos de botella dentro del proceso. Esto se observa en la entrega oportuna y fluida de las entradas provenientes del proceso anterior y el suministro de las salidas hacia el proceso siguiente. El balance inadecuado entre la conversión y el flujo de producción será notorio en las colas de esperas, cuellos de botella y detenciones por esperas.

El punto central es comprender que los flujos y las conversiones están relacionados. Por ejemplo, mejores flujos requieren menor capacidad de conversión y así menor inversión, flujos mejor controlados facilitan la implementación de nuevas tecnologías de conversión, y la nueva tecnología de conversión puede entregar menor variabilidad y así mejorar los flujos.

3.13.11 Referenciar Permanentemente los Procesos (Benchmarking)

Se debe buscar la mejor manera de realizar una determinada actividad. Para tal efecto se puede mirar al interior de la organización, a la competencia o a cualquier empresa que realice actividades similares a las estudiadas. Lo que se busca con esto es el copiar con creatividad, de modo de adaptar los métodos que practiquen líderes en industrias totalmente diferentes a la de la construcción.

Los pasos a seguir en un proceso de Benchmarking son: Selección del problema a estudiar, creación de un equipo de trabajo, elección de la empresa con la que ha de compararse, recogida y análisis de la información y acción de mejoramiento en la empresa.

El valor se refiere a lo que el cliente puede percibir. El transportar materiales de un punto a otro para que estos sean procesados puede ser visto como una actividad que agrega valor. Sin embargo, el cliente no percibe, es más, le da lo mismo si el traslado fue por unos cuantos metros o si fue por varios kilómetros. Lo importante es que los materiales se encuentren en el lugar adecuado y en el momento preciso, lo que en teoría podría suceder sin la necesidad de transportarlos.

3.14 Producción Lean v/s Producción Convencional

Las principales diferencias de estas filosofías de producción están resumidas en la tabla 3.4.

La manera tradicional en que se mejora la producción tradicional es mediante la incorporación de tecnología más sofisticada, ya sea en las actividades que agregan valor (procesos), como en las que no lo hacen (almacenamiento automatizado, control computarizado de inventarios, etc.). Sin embargo, los costos en los que es necesario incurrir para mantener el desarrollo tecnológico de las actividades que no agregan valor es cada vez mayor. Las principales razones de lo anterior son las siguientes:

- Mientras mayor esfuerzo se hace por controlar actividades individuales, menos atención se presta a como ese control afecta el costo de las demás actividades.
- La especialización, inherente en el modelo de las organizaciones jerárquicas, automáticamente lleva a una expansión de actividades que no agregan valor (transporte, esperas, inspecciones).
- La sofisticación de los procesos conlleva una serie de externalidades negativas como hacer más complejo el trabajo, facilitar las perturbaciones y necesitar de especialistas para poder operar normalmente.

En la producción Lean, las actividades que no agregan valor son reconocidas específicamente y mediante el uso de la medición y la aplicación de los principios del mejoramiento del control de flujo, es posible iniciar una reducción importante de los costos de las actividades que no agregan valor. Estas actividades son mejoradas a través del mejoramiento continuo interno y un mejor uso del equipo existente, antes de considerar inversiones en nuevas tecnologías.

Aparentemente la producción Lean prescinde de la tecnología como herramienta de desarrollo. Sin embargo, lo que esta filosofía trata de transmitir es que es más fácil implantar nueva tecnología si existe producción sin pérdidas, porque se requiere menos inversión y existe un mejor control sobre los procesos. De hecho las ventajas que entrega la tecnología pueden aprovecharse mejor en un ambiente de producción Lean.

Tabla 3.4 Producción Tradicional v/s Producción Lean

	Producción Tradicional	Producción Lean
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (actividades) y todas las actividades añaden valor al producto.	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto.
Enfoque de control	Dirigido hacia el costo de las actividades.	Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos.
Enfoque de mejoramiento	Incremento de la eficiencia por medio de la adopción de nueva tecnología.	Eliminación de actividades que no agregan valor (pérdidas), mejoramiento continuo de la eficiencia de actividades que agregan valor y adopción de nueva tecnología.

CAPÍTULO IV. LAS PÉRDIDAS Y SUS CAUSAS

4.1 Concepto de Pérdida

De acuerdo al Sistema de Producción Toyota, se define como pérdidas a “Todas aquellas actividades humanas que, involucrando el consumo de recursos, no adicionan valor al producto”. Una definición más estricta plantea que pérdida es “Todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto.

La existencia de pérdidas en la producción, pueden ser clasificadas a fin de establecer relaciones causa-efecto entre ellas y orientar su minimización. Una clasificación general de es la planteada por Shigeo Shingo¹², la que considera las pérdida existentes en un proceso típico de manufactura.

- Pérdidas por Sobreproducción
- Pérdidas por Esperas
- Pérdidas por Transporte
- Pérdidas por Movimientos
- Pérdidas por Inventarios
- Pérdida por Operaciones
- Pérdidas por Defectos
- Pérdidas por Tiempo
- Pérdidas por Personas
- Pérdidas por Papeleo

Las principales características de las pérdidas más frecuentes en un proceso típico de manufactura se describen a continuación, de acuerdo a lo planteado por diversos autores.

Pérdidas por Sobreproducción: Esta pérdida está constituida por el exceso de producción generado respecto a las necesidades inmediatas y reales del mercado. La principal causa de este tipo de pérdida es una planificación a largo plazo y la falta de sincronización y equilibrio entre la producción y la demanda. Los principales efectos negativos asociados corresponden al mayor consumo de mano de obra, materias primas, control de la producción y almacenamiento de la misma, como también una menor flexibilidad de la producción para adaptarse a las necesidades cambiantes de los clientes.

¹² A study of the Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint, Cambridge, Editorial Cambridge Mass, 1989. 257p.

Pérdidas por Esperas: Las pérdidas por esperas, se define como el tiempo productivo de mano de obra, equipos o herramientas, que debe ser desperdiciado por la falta de elementos necesarios para la producción o interferencias en la misma. Las principales causas de las pérdidas por esperas es la falta de materiales, equipos, herramientas o mano de obra; la falta de instrucciones o información; errores, demoras o retrasos de insumos; interferencias entre procesos entre otras. La principal implicancia de las pérdidas por esperas, se asocia al desperdicio de tiempo productivo de recursos, y el costo económico que esto representa

Pérdidas por Transporte: En determinados casos de distribución ineficiente de Layout en plantas, las distancias que deben recorrer productos en proceso o elementos terminados para su almacenamiento o distribución pueden ser considerables, por lo que el tiempo utilizado en el transporte, constituye uno de los principales componentes del tiempo de ciclo, llegando en algunos casos a representar el 45% del tiempo total de producción. El tiempo consumido en transporte, si bien no agrega valor al producto, es estrictamente necesario para la producción, por lo que se hace necesario controlar y minimizar su duración, puesto que resta productividad a la organización al hacer más largo el tiempo de ciclo de producción.

Pérdidas por Movimientos: Se define como pérdida por movimiento, a cualquier actividad humana innecesaria en la producción. En este contexto, se definen como innecesarias tales como viajes y transporte de herramientas entre otras. El movimiento no necesario, además de reducir la productividad del proceso, tiene asociado un consumo de esfuerzo humano y tiempo productivo de la mano de obra, en actividades que no adicionan valor al producto y por ende pueden ser minimizadas.

Pérdidas por Inventarios: El exceso de inventario, a juicio de Ohno, es la principal fuente de pérdida y una de sus consecuencias más fundamentales es su capacidad para ocultar los problemas de la producción. El alto nivel de inventario que pueda mantener una organización, contribuye a proteger a esta de las variabilidades de la demanda, puesto que si ésta aumenta, se cuenta con producción suficiente para satisfacerla; sin embargo, esta supuesta protección de la variabilidad, contribuye a ocultar errores de calidad, flexibilidad y productividad de la producción, además de tener asociado un alto costo financiero y de oportunidad al comprometer a la empresa con alto volumen de sobreproducción.

Pérdida por Operaciones: La pérdida por operaciones, puede definirse como la deficiencia de procesos productivos que conlleva a una alta variabilidad en los resultados obtenidos en los mismos. En las causas de este tipo de pérdidas, se distingue principalmente el mantenimiento de equipos, cuya no existencia puede traducirse en graves problemas de calidad y pérdida de tiempo productivo tanto de la maquinaria como del operador. Por otro lado, el diseño del proceso juega un rol fundamental si se

considera que un proceso compuesto de pasos innecesarios y complejos puede desencadenar en mayor variabilidad de los resultados obtenidos.

Pérdidas por Defectos: Este tipo de pérdida se relaciona directamente con la existencia de defectos o fallas de calidad en la producción, la que tiene asociado un sinnúmero de efectos colaterales y dañinos para la organización, tales como disminución de la productividad por la necesidad de rehacer trabajos, un mayor consumo de materiales y mano de obra; aumento de actividades adicionales como correcciones, reinspecciones; y efectos directos sobre la satisfacción del cliente.

Pérdidas por Tiempo: Se define como toda inactividad existente en el tiempo de ciclo de un proceso. En este contexto, tienen cabida elementos tales como tiempo inactivo de trabajadores, pasos intermedios e innecesarios dentro de procesos; inspecciones etc.

Pérdidas por Personas: Las pérdidas por personas, se definen como el desaprovechamiento de las potencialidades del recurso humano, en función del cual, la estructura de la organización contempla puestos de trabajo excesivamente especializados que hacen que el trabajador pierda relación con el objetivo global de la producción, además de no usar la activa participación de este en el mejoramiento continuo de procesos. En este contexto, las pérdidas por personas pueden definirse como el no aprovechamiento de las capacidades humanas en su cabalidad, y su consecuente efecto negativo sobre la motivación, mejoramiento de producción, productividad e innovación.

Pérdidas por Papeleo: Las pérdidas por papeleo se definen como todas las pérdidas de recursos provocadas por la excesiva burocracia de la organización. Dentro de esta clasificación de pérdidas se encuentran sistemas de control poco eficientes, procedimientos de adquisiciones o diseño extensos entre otras.

Existen varias razones por las que una empresa debe medir las pérdidas de su proceso productivo:

- **Visibilidad:** La medición de pérdidas permite evaluar la eficiencia de un sistema productivo en la utilización de recursos, de manera tal de hacer visible el desempeño de procesos, identificar sus puntos fuertes y débiles y definir prioridades para el mejoramiento. Esencialmente, permiten la identificación de oportunidades de mejoramiento que permitan la definición de una ventaja competitiva para la empresa
- **Control:** Una empresa puede utilizar las mediciones de pérdidas como indicadores a fin de definir patrones de desempeño de sus procesos. El uso de las pérdidas como elemento de control, permite la identificación de desvíos y el muestreo de la evolución de la empresa en el tiempo.

- **Mejora:** Las pérdidas como indicadores de desempeño, permiten establecer metas de mejoramiento de procesos, partir del benchmarking con otras empresas, en cuyo caso es posible evaluar el impacto de la mejora sobre el desempeño del proceso. Medición y Análisis Tiempo de Ciclo

4.2 Clasificación de Pérdidas e Identificación de sus Causas

La gran variedad de pérdidas que se generan en los procesos productivos hace necesario establecer clasificaciones que permitan agruparlas de manera de poder obtener con mayor claridad las posibles relaciones causa efecto que entre ellas se generan.

Para llegar a la clasificación general de pérdidas y sus causas de origen, se sostuvo reuniones de trabajo con profesionales del área de la construcción y se planteó como punto de partida, para realizar dicha clasificación, las propuestas por Shingo y Plossl para el área manufacturero mencionadas en el punto anterior.

Con la información antes descrita se genera un listado con las posibles pérdidas en los procesos de construcción. A su vez, el concepto de pérdida permite generar dos clasificaciones, cuya utilidad radica en la generación de las relaciones causa-efecto, como lo indica la figura 4.1. Por otro lado, se encuentra la Clasificación de Causas de Pérdidas según el área de origen y por otro lado, la Clasificación de Pérdidas según el Insumo.



Figura 4.1 - Relación Causa - Efecto entre Tres Clasificaciones

Al relacionar las clasificaciones mencionadas anteriormente con la Clasificación General de Pérdidas, surgen los Diagramas de Influencia. Estos muestran gráficamente las relaciones causa efecto que existe entre cada una de las tres clasificaciones. Por un lado se muestran las relaciones entre las Clasificaciones de Causa de Pérdidas y la

Clasificación General de Pérdidas y por otro, las relaciones entre la Clasificación General de Pérdidas y la Clasificación de Insumo Perdido.

El diagrama de la figura 4.1, presentan en el costado izquierdo las principales causas para cada una de las categorías generales y en el costado derecho los insumos perdidos, los cuales derivan de cada categoría general.

4.3 Clasificación de Pérdidas según el Insumo en la Construcción

Al analizar los datos obtenidos en la investigación realizada se pudo apreciar que una pérdida puede ser provocada por una o más pérdidas de la Clasificación General de Pérdidas y además pueden ser clasificadas según el insumo que se pierde, de manera de tener una visión clara y objetiva del impacto que tiene un determinado problema.

Las Clasificaciones por Insumos son las siguientes:

1. Mano de Obra: Tiempo ocioso, movimiento innecesario, trabajo inventado.
2. Materiales: Daño en los materiales, consumo excesivo, robo de materiales o exceso de inventarios.
3. Tiempo: Detenciones, operaciones lentas o pérdida de continuidad operacional.
4. Equipos: Desgaste anormal de equipos y herramientas o la existencia de equipos innecesarios.
5. Dinero: Multas o las inversiones innecesarias.
6. Calidad: Trabajo rehecho, reparaciones o mala calidad del producto terminado.
7. Agilidad de Administración: Papeleo extra, necesidad o aclaraciones.

La tabla 4.1 muestra la clasificación por Insumo, indicando el origen que los generan.

Tabla 4.1 - Clasificación de Pérdidas según el Insumo

Clasificación Insumo Perdido	Origen del Insumo Perdidos
Mano de Obra	Tiempo Ocioso de M.O. Movimiento Innecesario de Gente Trabajo Innecesario Personal Extra o Sobre dotación Accidentes Subutilización de la Mano de Obra Pérdida de Habilidad en la Mano de Obra
Tiempo	Pérdida de Flexibilidad o adaptación Pérdida de Continuidad Operacional Trabajo sin Hacer Retraso de Actividades Detenciones Operaciones Lentas
Calidad	Defectos Trabajo Rehecho Reparaciones Variabilidad en los resultados Procesamiento Extra Supervisión Extra Mala Calidad del Producto Terminado Deterioro de la Imagen de la Empresa
Materiales	Consumo Excesivo de Materiales Derroche de Materiales Material Sobrante Robo de Materiales Deterioro de Materiales Reparación de Materiales Uso de Material distinto al especificado Exceso de Inventarios Espacio Adicional para bodega Manipulación excesiva de materiales Movimiento Innecesario de Materiales Errores en el Transporte de materiales Entregas Sobredimensionadas
Equipo	Desgaste anormal de Equipo y Herramientas Pérdida de Horas Máquina Equipos innecesarios

Dinero	Multas Inversiones Innecesarias en instalaciones Costo de Oportunidad de los inventarios
Agilidad de Administración	Papeleo Extra Mayor Confusión Necesidad de Aseo y Orden Extra Aclaraciones Información Extra

4.4 Clasificación de Causas de Pérdidas en la Construcción

Las potenciales causas de las pérdidas obtenidas a través de la investigación realizada se agruparon en distintas áreas para poder identificar los factores que las originan. Las categorías son las siguientes:

1. Problemas de Administración:
 - 1.1 Problemas de Planificación: Mala programación de las obras.
 - 1.2 Problemas de Control: Mal sistema de control de avance.
 - 1.3 Problemas de Organización: Organización insuficiente, funciones no claras.
 - 1.4 Problemas de Burocracia: Papeleo excesivo o un mal apoyo en tecnología.
 - 1.5 Problemas de Capacitación: Inexistencia o falta capacitación de M.O.
 - 1.6 Problemas de Motivación: Malas remuneraciones, falta de reconocimiento.
2. Problemas de Materiales: Mala calidad, exceso o falta de materiales.
3. Problemas de Equipo: Equipo obsoleto o falta de equipo.
4. Problemas de Irresponsabilidad de la Mano de Obra: Atrasos o el ausentismo.
5. Problemas de Información y Diseño:
 - 5.1 Problemas de Información: Sistema de información poco dinámico.
 - 5.2 Problemas de Diseño: Poca relación interactiva entre los proyectistas, los mandantes y los constructores de un proyecto.
6. Problemas de Mercado: Proveedores faltos de competencia y poco fiables.
7. Problemas del Tipo de Proyecto: Tamaño del proyecto, ubicación de la obra.
8. Problemas de la Naturaleza: Factores climáticos o el acceso a la obra.

En la tabla 4.2 muestra explícitamente las categorías de Causas de Pérdidas, mostrando los ejemplos que componen cada categoría.

Tabla 4.2 - Clasificación de Causas de Pérdidas según su Origen

Clasificación Causas de Pérdidas	Origen de las Causas de Perdidas
Problemas de Capacitación	Mala Capacitación de la Mano de Obra Poco Entendimiento de los Procesos Mala Capacitación de los Supervisores Inexistencia de Programas de Seguridad Mala Certificación de la Mano de Obra Falta de Especialización de la Mano de Obra Diferencias de Rendimiento entre Cuadrillas Bajo Nivel del Bodeguero Resistencia a Nuevas Tecnologías
Problemas de Planificación	Mala Programación Mala Cubicación Planificación de Partidas muy Grandes Mal Diseño de Instalación de Faenas Mal Diseño de Áreas de Trabajo Exceso de Personal Descoordinación entre Cuadrillas Descoordinación de Procesos Mala Secuencia de Trabajo Inexistencia de Cuadrillas especiales de Transporte Malos Programas de Abastecimiento No Uso de la Experiencia Anterior Falta de Producción Seriada Falta de Prefabricación Reasignación de la M.O. de Tarea en Tarea
Problemas de Control	Mal Sistema de Control Exceso de Control Falta de Control Sobre Producción Sobre Excavación Mala Limpieza y Orden del Área de Trabajo Falta de Autocontrol de la Mano de Obra

Problemas de Organización	Funciones Poco Claras Muchos Niveles Jerárquicos Autoridad y Responsabilidad Mal Definida Comportamiento de Subcontratistas Comportamiento de la Inspección Comportamiento de Topografía Malos Canales de Comunicación
Problemas de Burocracia	Papeleo Excesivo Demora Excesiva en Resolver Problemas Mal Apoyo de la Tecnología Administrativa Procedimientos Extensos. y Engorrosos Tramites en diferentes Lugares
Problemas de Materiales	Mala Calidad del Material Devolución por Material mal Especificado Material Dañado Exceso de Material Falta de Material Mal Suministro de Materiales Mala Distribución de Materiales Inexistencia de Bodegas Distribuidas Mal Horario de Funcionamiento de la Bodega Mal Uso de Materiales
Problemas de Motivación de la M.O.	Alta Rotación Fatiga de la Mano de Obra Medición y Observación Constante de la M.O. Poco liderazgo de los Capataces Poco Respeto por la Mano de Obra Insignificancia de la M.O. ante el Proyecto Desconocimiento de Recursos Humanos Malas Condiciones Laborales Sobretiempo (Horas Extras) Mala Remuneración Falta de Reconocimiento Nula Perspectiva de Carrera en la Empresa
Problemas de Diseño	Problemas de Comunicación entre Diseño y Construcción Mal Suministro de Especificaciones y Planos Poca Estandarización de Especificaciones Descoordinación en la Revisión de Planos Mala Interpretación del Diseño Cambios, Errores y Omisiones en el Diseño Diseño Complejo Poca Constructibilidad

Problemas de la Naturaleza	Clima Adverso Condiciones de Suelo Inesperadas Ecología e Impacto Ambiental Difícil Acceso a la Obra
Problemas de Irresponsabilidad de la M.O.	Descuido de la M. de O. en la Producción Ausentismo Atrasos Accidentes por Acciones Inseguras Sacar la Vuelta, Tiempo Ocioso Alcohol y Drogas Hora del Día, Día de la Semana
Problemas de Equipo	Inexistencia de Pañoles de Herramientas Falta de Equipo y Herramientas Medio de Transporte Inadecuado El Equipo hace Entregas Sobredimensionadas Equipo permanentemente en Uso Equipo Dañado El Equipo trabaja a Sub-Capacidad Mal Uso de Equipo y Herramientas Equipo Provoca Daños Mala Calidad del Equipo, ej. Moldaje se Abre Tecnología Inadecuada Equipo Obsoleto Falta Estandarización del Equipo Mucha Variedad de Repuestos
Problemas de Información	Carencia de Sistema de Información Dinámico Falta de Información Información Defectuosa Información Atrasada Información Poco Clara Necesidad de Aclaraciones Demora Excesiva en Enviar o Recibir Información
Problemas de Mercado	Escasa Capacid. del M° para enfrentar Crecimiento Ineficiencia del Mercado de Proveedores Descuentos por Tamaño del Pedido Materiales Difíciles de Obtener Incertidumbre Proveedores Distantes Grandes Lapsos entre Pedido y Entrega

	Poca Disponibilidad de Repuestos Sobre Compra Precio de la Tecnología Disponibilidad de Mano de Obra Formación Académica de los Profesionales
Problemas del Tipo de Proyecto	Huelgas Permisos Municipales Juicios Normas de Construcción Limitaciones del Terreno No Existe la Instancia para Capacitar Interrupciones No Controladas Cambios en las Regulaciones Coordinación entre Participantes del Proyecto Problemas de Financiamiento

Finalmente, se agrupan las causas de pérdidas mencionadas anteriormente, de manera de permitir una mejor conceptualización y entendimiento que permita identificar las áreas más deficitarias. La clasificación de causas de pérdidas se muestra a continuación en la figura 4.2 y se subdivide en tres áreas o fuentes de pérdida como son Administración, Uso de Recursos e Información.

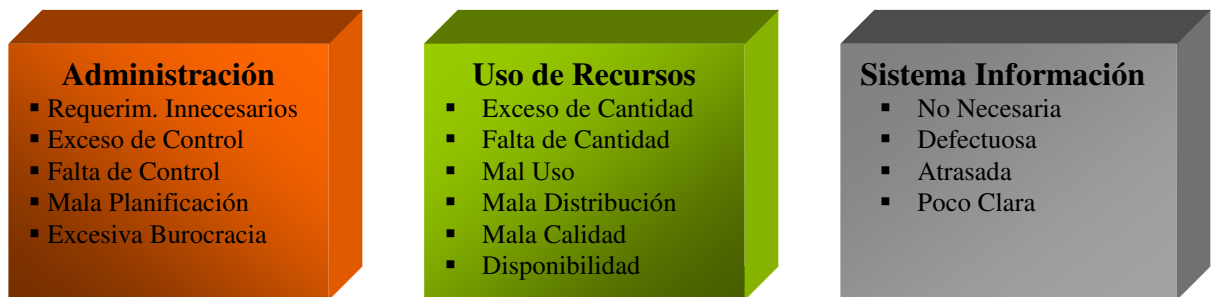


Figura 4.2 - Fuentes de Pérdidas

4.5 Diagramas de Influencia

El Objetivo de los Diagramas de Influencia es relacionar las clasificaciones establecidas anteriormente con la Clasificación General de Pérdidas. Estos muestran gráficamente las relaciones causa-efecto que existen entre los componentes de cada una de las tres clasificaciones. Por un lado se muestran las relaciones entre la Clasificación de Causas de Pérdidas y la Clasificación General de Pérdidas y por otro, las relaciones entre la Clasificación General de Pérdidas y la Clasificación por Insumo. La figura 4.3 esquematiza esta situación.



Figura 4.3 - Esquema para Clasificaciones de Pérdidas

El resultado de estas relaciones causa-efecto son los Diagramas de Influencia. Estos diagramas presentan en el costado izquierdo las principales causas para cada una de las categorías generales y en el costado derecho las potenciales pérdidas que produce cada una de las categorías generales.

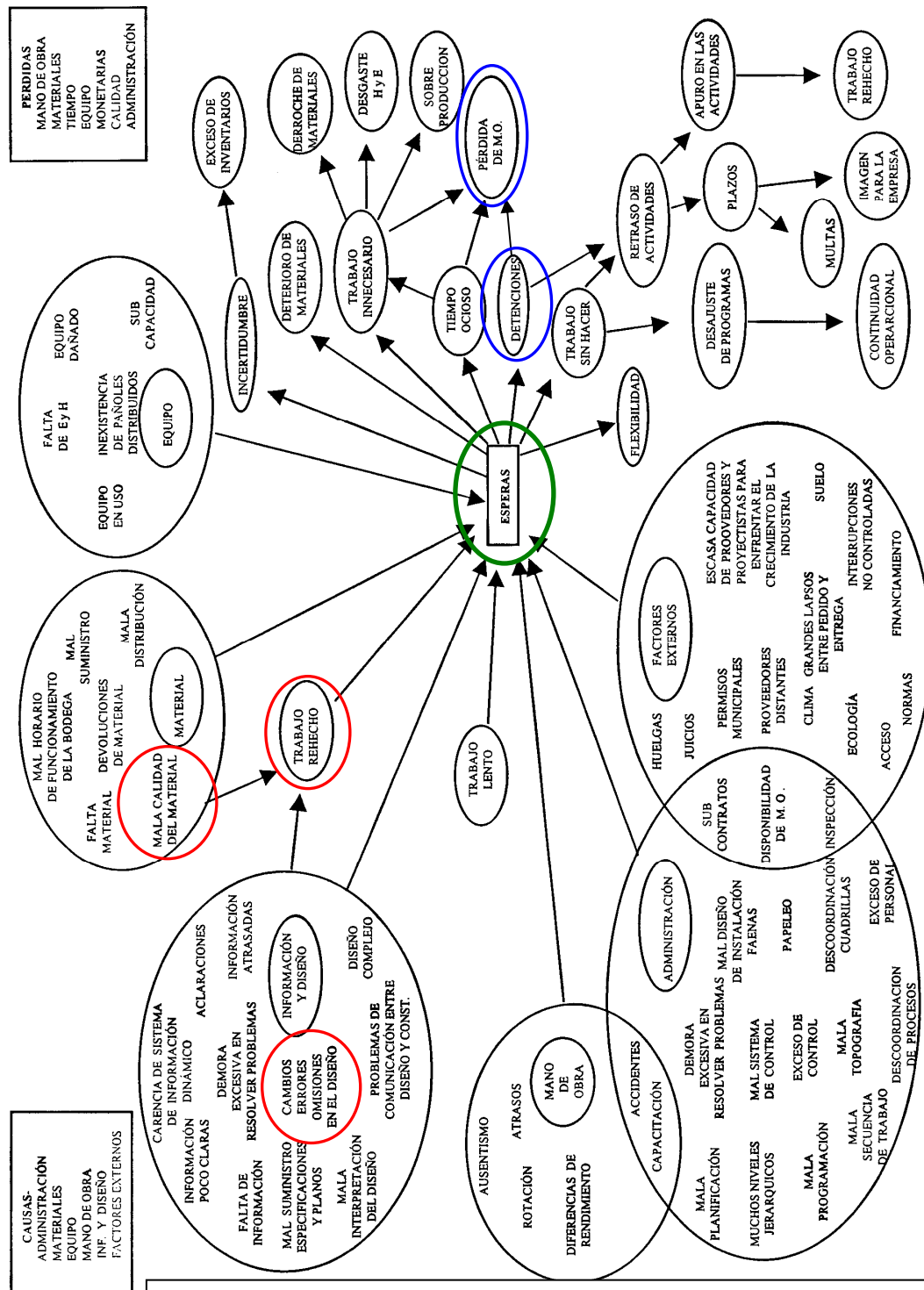
Los participantes en proyectos de Construcción no siempre tienen claro el mecanismo a través del cual aparecen problemas característicos en la gestión de las empresas constructoras. Por esta razón, la utilidad de los Diagramas de Influencia es entregar un mecanismo gráfico, que permite comprender esquemáticamente las posibles relaciones del tipo causa-efecto que se observan en un proyecto de construcción típico,

así como sus impactos posteriores. Contrastar los Diagramas de Influencia con la situación particular de un proyecto, puede servir como una acción de chequeo o verificación preliminar de esa obra específica.

Las figuras 4.4 a 4.13 se esquematizan los Diagramas de Influencia para cada una de las diez categorías de la Clasificación General de Pérdidas.

1. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Esperas
2. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Sobreproducción
3. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Transporte
4. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Movimiento
5. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Inventarios
6. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Operaciones
7. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Defectos
8. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Tiempo
9. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Personas
10. Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Papeleo

Figura 4.4 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Esperas



Interpretación: Las Esperas, se pueden producir debido a una causa que puede ser “Cambios, Errores u Omisiones en el Proyecto”, lo cual conlleva a Rehacer trabajo. A su vez estas productos de las Esperas se producirá una Detención en el proceso o ritmo productivo lo cual genera que se pierda Insumo que puede ser Mano de Obra, la cual debe rehacer trabajo y no sigue generando avance.

Figura 4.5 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Sobreproducción

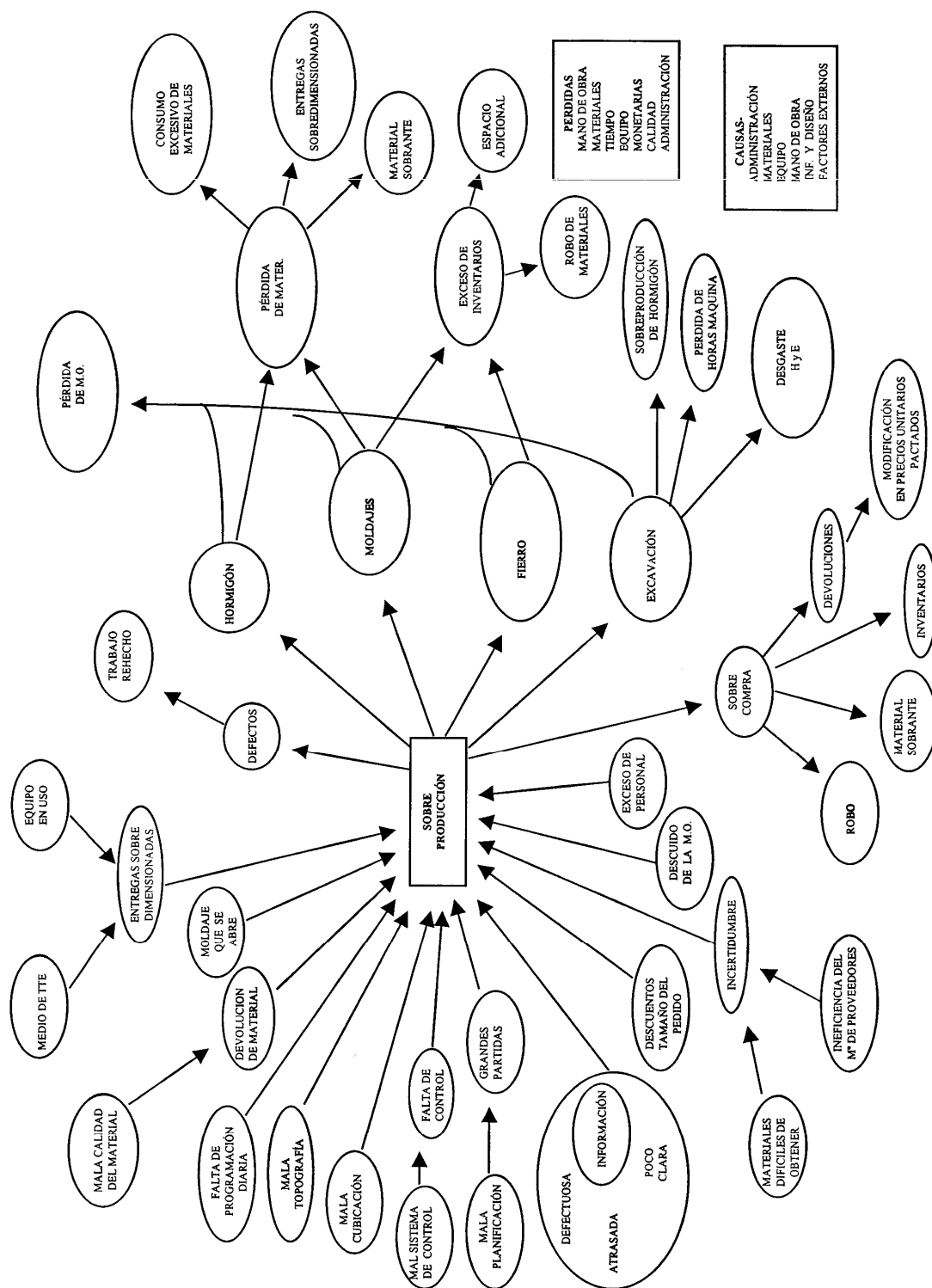


Figura 4.6 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Transporte

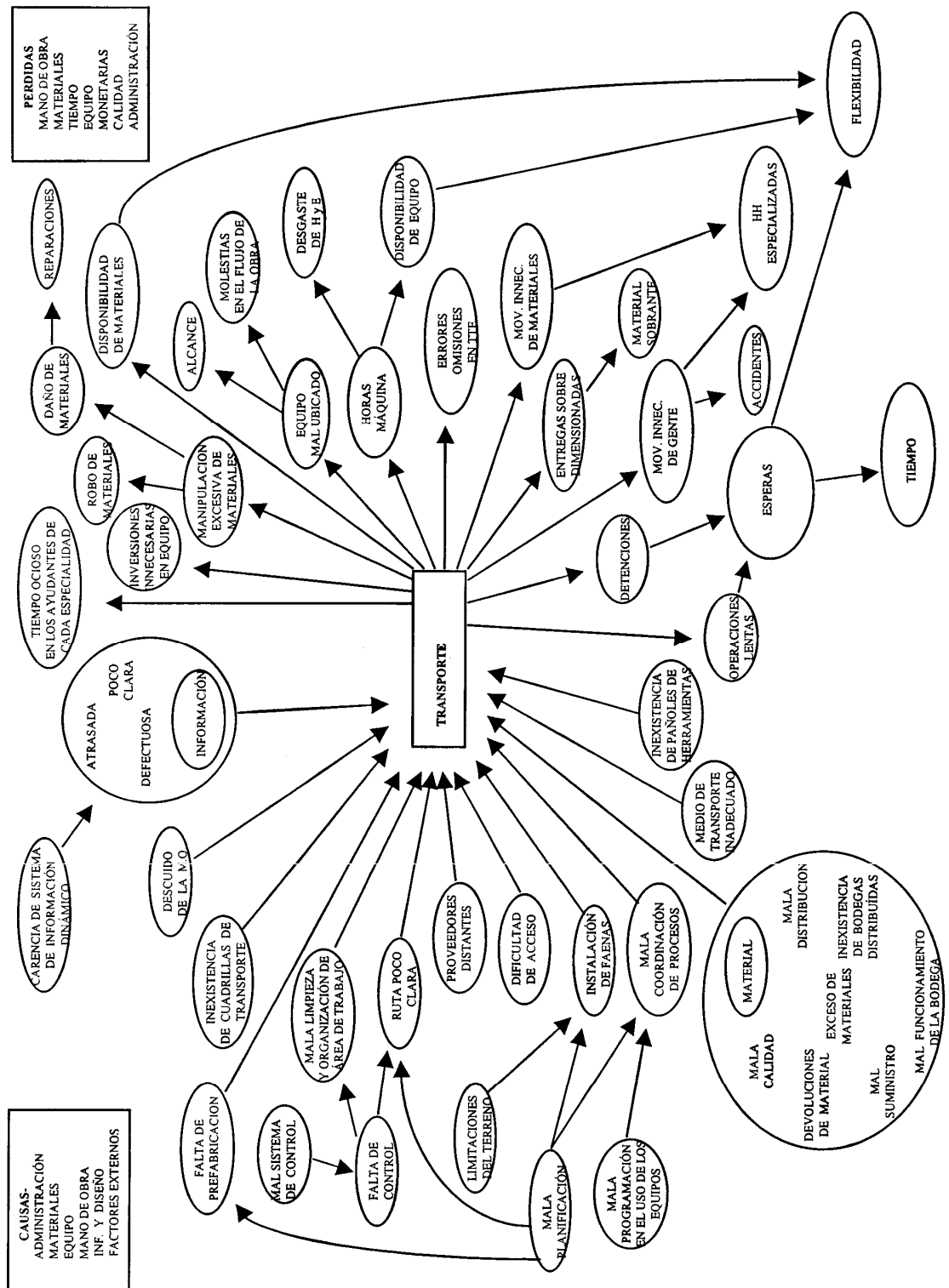


Figura 4.7 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Movimiento

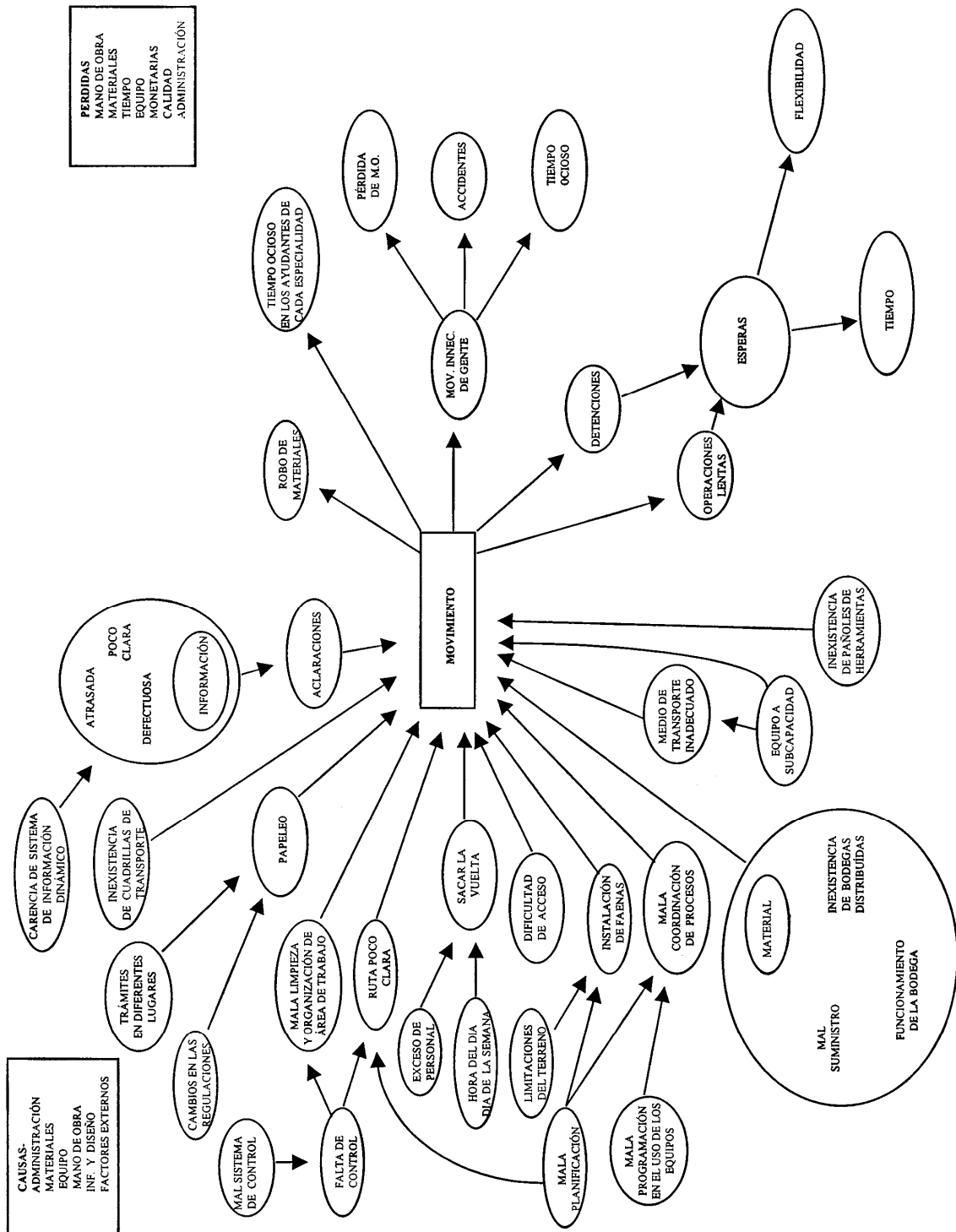


Figura 4.8 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Inventarios

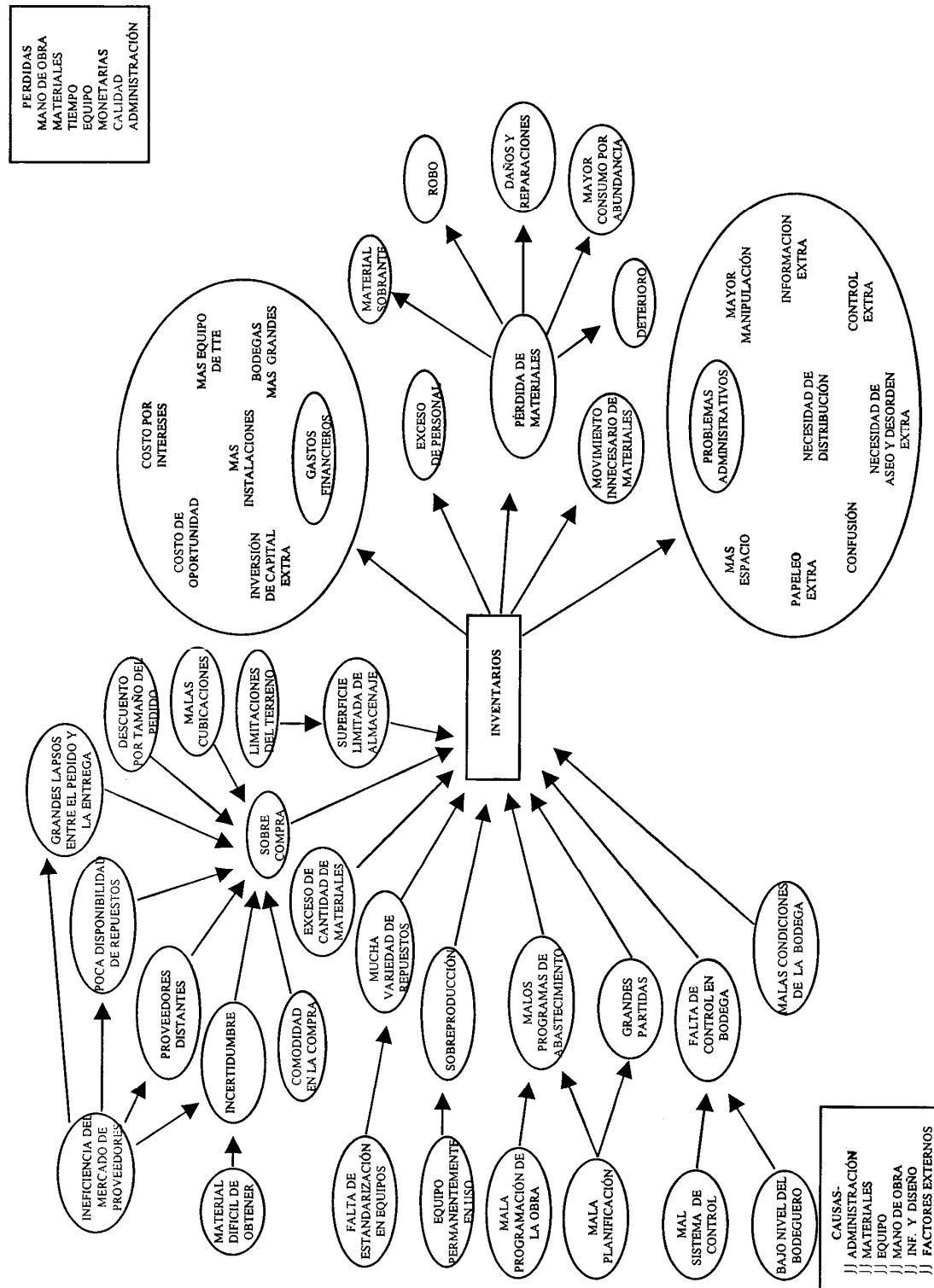
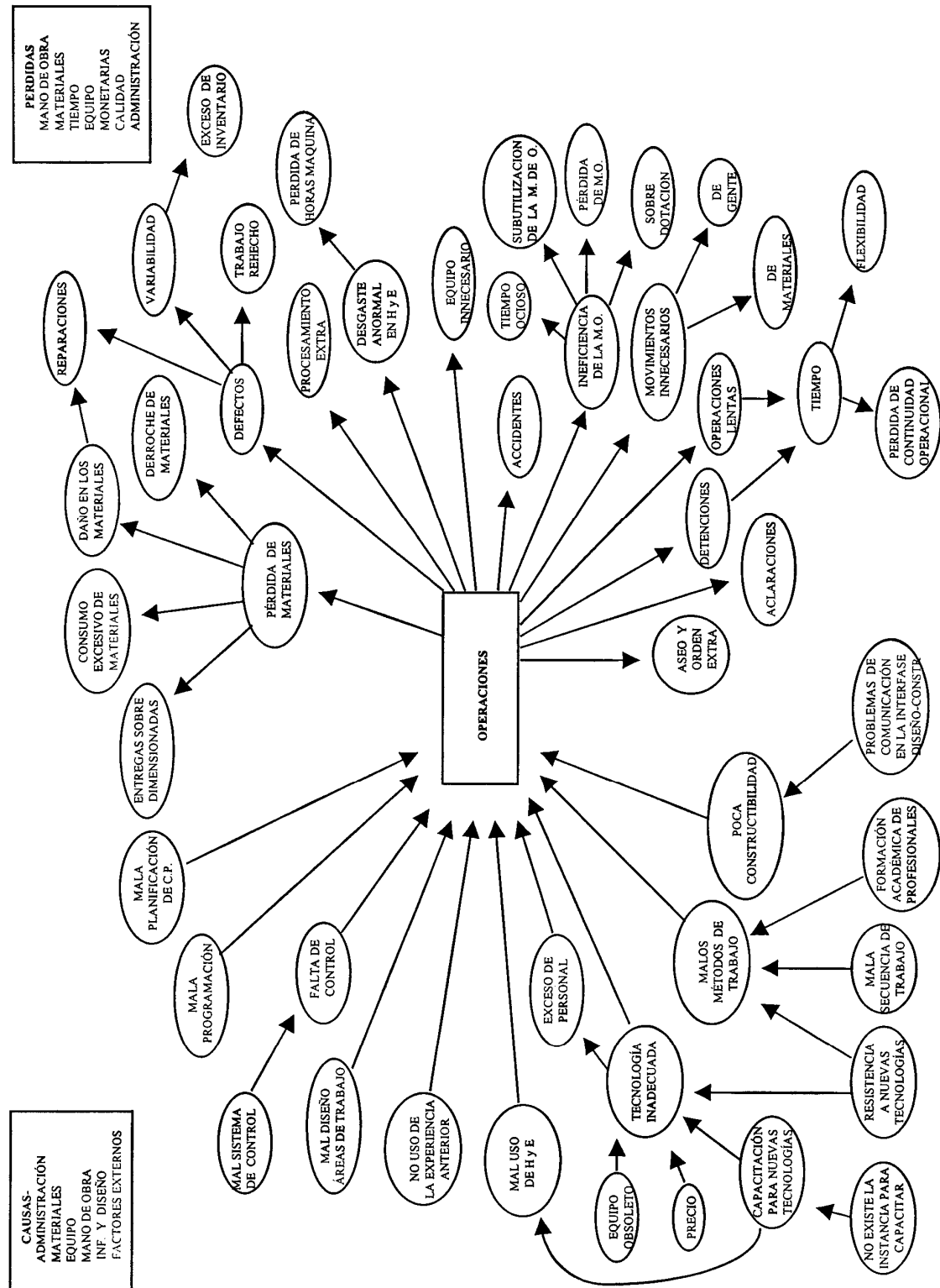


Figura 4.9 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Operaciones



PERDIDAS
 MANO DE OBRA
 MATERIALES
 TIEMPO
 EQUIPO
 MONETARIAS
 CALIDAD
 ADMINISTRACIÓN

DEFECTOS

CAUSAS:
 ADMINISTRACIÓN
 MATERIALES
 EQUIPO
 MANO DE OBRA
 INF. Y DISEÑO
 FACTORES EXTERNOS

MANO DE OBRA
 ALTA ROTACIÓN
 DESMOTIVACIÓN DE LA M.O.
 MALAS CONDICIONES LABORALES
 SOBRE TIEMPO
 MALA CAPACITACIÓN
 FALTA DE ESPECIALIZACIÓN DE LA M.O.
 ALCOHOL DROGAS
 MAL USO DE MATERIALES
 MATERIAL DAÑADO
 BAJA CALIDAD DE MATERIALES
 CLIMA ADVERSO
 CONDICIONES DEL SUELO
 MAL USO DE EQUIPO
 MALA CALIDAD DEL EQUIPO
 EL EQUIPO PROVOCA DAÑOS

MATERIALES
 DESGASTE H.Y.E.
 PÉRDIDA DE M.O.
 SOBRE TIEMPO
 SOBRE DOTACIÓN
 DETENCIONES
 FLEXIBILIDAD
 RETRASO EN LAS ACTIVIDADES
 PÉRDIDA DE HORAS DE MAQUINA
 ASEO Y ORDEN EXTRA
 PÉRDIDA DE MATERIALES
 EXCESO DE INVENTARIOS
 MALA CALIDAD DEL PRODUCTO ENTREGADO
 MULTAS
 MALA CALIDAD DEL EQUIPO

TRABAJO REHECHO
 USO DE MATERIALNO ESPECIFICADO
 VARIABILIDAD
 REPARACIONES
 SUPERVISIÓN EXTRA
 DESCOORDINACIÓN DE PROCESOS
 DESCOORDINACIÓN ENTRE CUADRIAS
 MALA PROGRAMACIÓN
 FALTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS PROCESOS
 FALTA DE PRODUCCIÓN SERIADA
 FALTA DE PREFABRICACIÓN
 FALTA DE PLANIFICACIÓN
 MAL SISTEMA DE CONTROL
 FALTA DE AUTOCONTROL
 MALA TOPOGRAFIA
 MALA CAPACITACIÓN DE LOS SUPERVISORES
 COMPORTAMIENTO DE INSPECCIÓN
 COMPORTAMIENTO SUB CONTRATOS
 CARENIA DE SISTEMA DE INFORMACIÓN DINAMICO
 INFORMACIÓN ATRASADA
 SOBRE PRODUCCION
 DESCOORDINACIÓN CON LAS REVISIONES DE PLANOS
 INFORMACIÓN POCO CLARA
 INFORMACIÓN DEFECTUOSA
 POCA ESTANDARIZACIÓN DE ESPECIFICACIONES
 PROBLEMAS DE COMUNICACIÓN ENTRE DISEÑO Y CONST.
 DISEÑO COMPLEJO
 MALA INTERPRETACIÓN EN EL DISEÑO Y PLANOS
 ERRORES
 MAL SUMINISTRO
 CAMBIOS

DEFECTOS

MANO DE OBRA
 ALTA ROTACIÓN
 DESMOTIVACIÓN DE LA M.O.
 MALAS CONDICIONES LABORALES
 SOBRE TIEMPO
 MALA CAPACITACIÓN
 FALTA DE ESPECIALIZACIÓN DE LA M.O.
 ALCOHOL DROGAS
 MAL USO DE MATERIALES
 MATERIAL DAÑADO
 BAJA CALIDAD DE MATERIALES
 CLIMA ADVERSO
 CONDICIONES DEL SUELO
 MAL USO DE EQUIPO
 MALA CALIDAD DEL EQUIPO
 EL EQUIPO PROVOCA DAÑOS

MATERIALES
 DESGASTE H.Y.E.
 PÉRDIDA DE M.O.
 SOBRE TIEMPO
 SOBRE DOTACIÓN
 DETENCIONES
 FLEXIBILIDAD
 RETRASO EN LAS ACTIVIDADES
 PÉRDIDA DE HORAS DE MAQUINA
 ASEO Y ORDEN EXTRA
 PÉRDIDA DE MATERIALES
 EXCESO DE INVENTARIOS
 MALA CALIDAD DEL PRODUCTO ENTREGADO
 MULTAS
 MALA CALIDAD DEL EQUIPO

TRABAJO REHECHO
 USO DE MATERIALNO ESPECIFICADO
 VARIABILIDAD
 REPARACIONES
 SUPERVISIÓN EXTRA
 DESCOORDINACIÓN DE PROCESOS
 DESCOORDINACIÓN ENTRE CUADRIAS
 MALA PROGRAMACIÓN
 FALTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS PROCESOS
 FALTA DE PRODUCCIÓN SERIADA
 FALTA DE PREFABRICACIÓN
 FALTA DE PLANIFICACIÓN
 MAL SISTEMA DE CONTROL
 FALTA DE AUTOCONTROL
 MALA TOPOGRAFIA
 MALA CAPACITACIÓN DE LOS SUPERVISORES
 COMPORTAMIENTO DE INSPECCIÓN
 COMPORTAMIENTO SUB CONTRATOS
 CARENIA DE SISTEMA DE INFORMACIÓN DINAMICO
 INFORMACIÓN ATRASADA
 SOBRE PRODUCCION
 DESCOORDINACIÓN CON LAS REVISIONES DE PLANOS
 INFORMACIÓN POCO CLARA
 INFORMACIÓN DEFECTUOSA
 POCA ESTANDARIZACIÓN DE ESPECIFICACIONES
 PROBLEMAS DE COMUNICACIÓN ENTRE DISEÑO Y CONST.
 DISEÑO COMPLEJO
 MALA INTERPRETACIÓN EN EL DISEÑO Y PLANOS
 ERRORES
 MAL SUMINISTRO
 CAMBIOS

DEFECTOS

[illegible]

Figura 4.12 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Personas

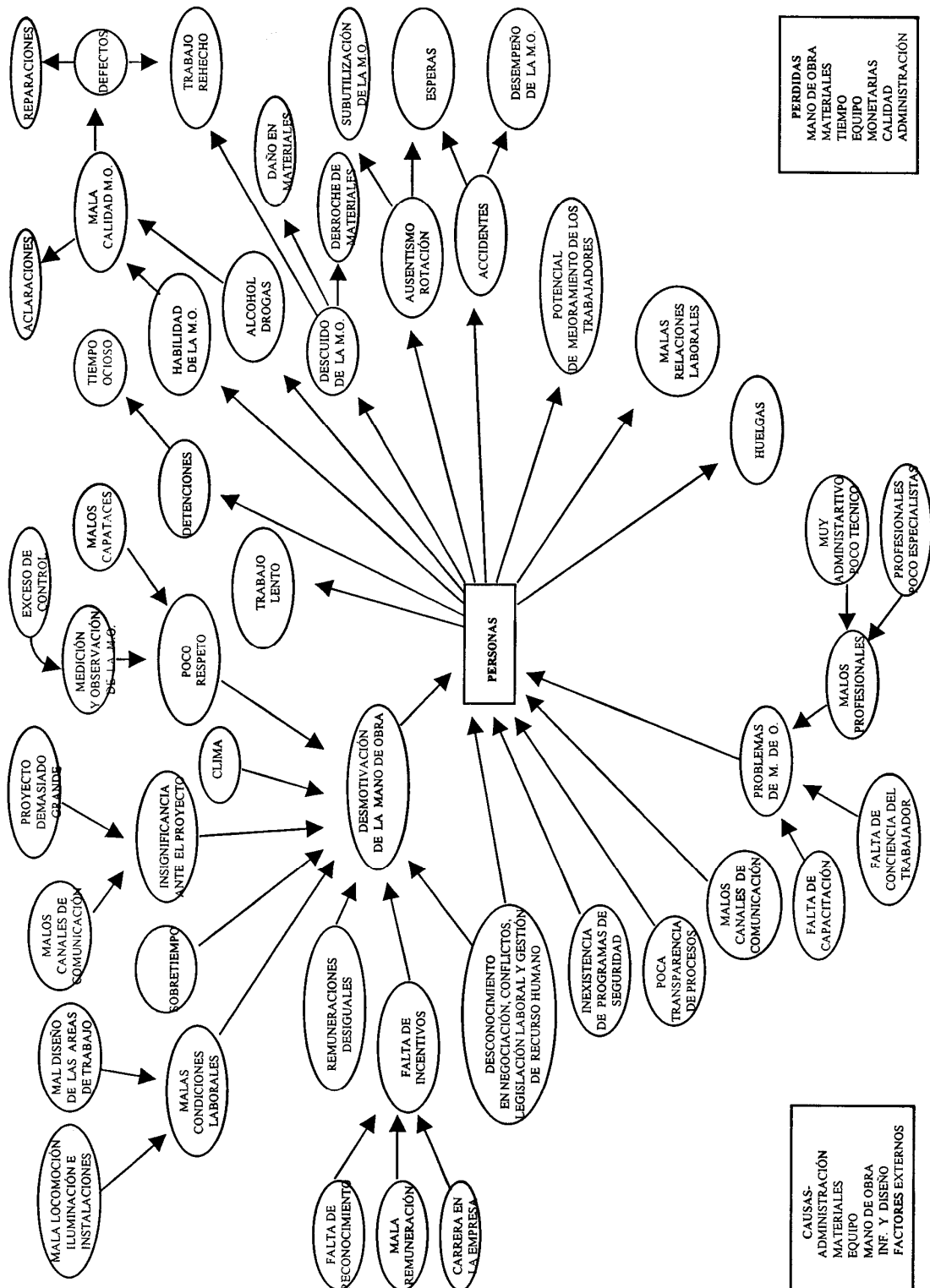
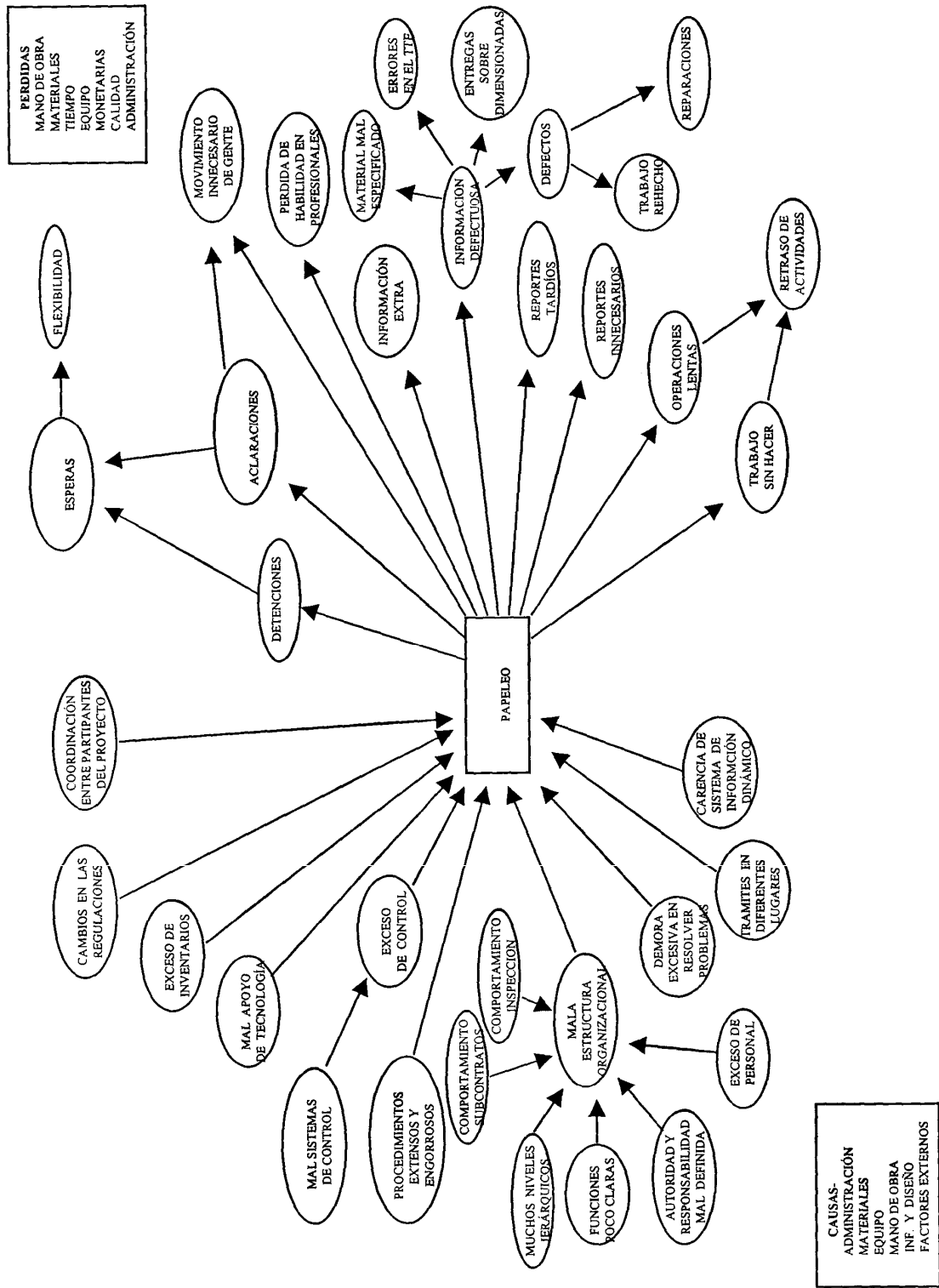


Figura 4.13 - Diagrama de Influencia para las Pérdidas por Papeleo



CAPÍTULO V. MEDICIÓN DE FRECUENCIA E IMPORTANCIA

5.1 Introducción

En el capítulo anterior, el análisis se centró en el concepto de Pérdida que enfrenta una Empresa Constructora en la ejecución de los Proyecto de Construcción, en base al estudio de la Industria Manufacturera desarrollado por la Filosofía de Producción Lean, presentando una clasificación de las Pérdidas según el insumo que se pierde. Simultáneamente fueron clasificados los problemas de administración que actúan como Causas de Pérdidas.

Finalmente las dos clasificaciones mencionadas fueron relacionadas con una tercera Clasificación General de Pérdidas que nació en la Industria Manufacturera. La relación entre las clasificaciones se basó en establecer interacciones causa-efecto entre ellas, lo que dio como resultado los Diagramas de Influencia presentados en el capítulo anterior.

La Información recolectada hasta este punto, permitió crear una base de datos con los principales problemas de administración de un proyecto, relacionando las causas que los provocan con los impactos que ellos generan. El paso siguiente, y el objetivo de este capítulo, es priorizar esos problemas y así poder identificar aquellos que tienen un efecto mayor en los resultados del proyecto para centrar en ellos los esfuerzos de mejoramiento.

Específicamente, se pretende identificar las pérdidas más frecuentes e importantes, así como las causas de pérdidas más frecuentes. El grado de frecuencia es un indicador de la existencia de un determinado problema y la importancia indica el grado de incidencia en el desempeño del proyecto. De esa forma se puede continuar con la investigación, es decir, estudiar en detalle las pérdidas más frecuentes e importantes, medirlas y proponer mejoras para disminuir su participación.

La herramineta utilizada para medir la frecuencia es una Encuesta de Detección de Pérdidas, la cual fue aplicada a Profesionales con amplia experiencia en Administración de Proyectos de Construcción de distintas empresas constructoras nacionales e internacionales. Los encuestados responden según su experiencia, cuales son las pérdidas, las causas y la importancia de las pérdidas más frecuentes en proyectos de construcción.

5.2 Metodología

Se considera el uso de una encuesta antes señalada, cuya herramienta se desarrolló con la finalidad de conocer en forma sistemática la percepción de los encuestados sobre las principales pérdidas y la frecuencia de las causas en un proyecto de construcción. Esta identificación es más bien de carácter subjetivo, pero tiene la ventaja de orientar los esfuerzos de mejoramiento hacia las pérdidas más representativas e incitar a la participación de los trabajadores en el mejoramiento de procesos. La encuesta permite establecer un ranking de las principales pérdidas existentes en la organización, además de indagar la causalidad de las mismas.

La encuesta consta de dos partes, la primera consiste en identificar la frecuencia en que se presentan diversas causas de pérdidas y la segunda contempla identificar las distintas pérdidas con la posible fuente que las genera.

La aplicación de esta metodología comienza con la selección de grupos de trabajo formados por miembros del proyecto de construcción, a los que se les entrega un breve entrenamiento en conceptos como valor y pérdidas. A continuación se realizan sesiones de "lluvia de ideas" con el objetivo de identificar pérdidas y sus causas, de acuerdo a la experiencia que los participantes tienen en su trabajo diario. Luego se prepara la encuesta a partir de la base de datos disponible. En su diseño pueden tomar parte los miembros de los grupos de trabajo. Posteriormente la encuesta es aplicada. Finalmente, se hace un análisis estadístico de la información utilizando herramientas como diagramas de pareto.

5.3 Aplicación de Encuesta

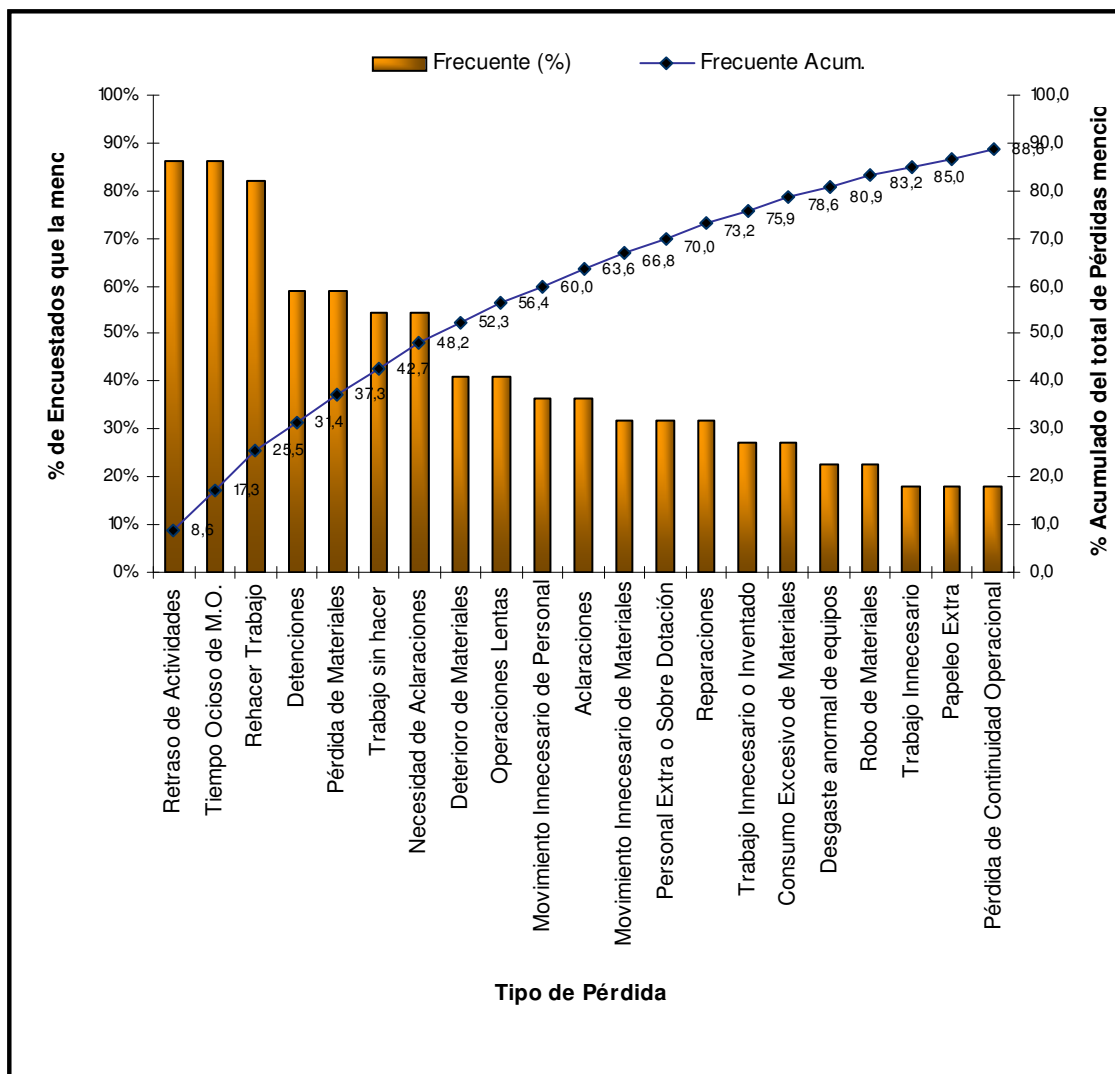
La muestra la componen 110 profesionales, todos con basta experiencia en Administración de Proyectos de Construcción.

La encuesta utilizada se encuentra en anexos. La parte destinada a obtener las pérdidas más frecuentes está en el Anexo A y la destinada a encontrar las fuentes de las causas de pérdidas más frecuentes esta en el Anexo B.

5.3.1 Pérdidas más Frecuentes

La figura 5.1 muestra el resultado de la encuesta con las pérdidas más frecuentes según el parecer de los encuestados y el porcentaje acumulado sobre el total de respuestas.

Figura 5.1 Gráfico de Frecuencia de Pérdidas - Muestra Total



Procesando los datos de la encuesta realizada a los 110 encuestados, se puede apreciar que las pérdidas, según la Clasificación General de Pérdidas, que se dan con mayor frecuencia en un proyecto de construcción típico son los siguientes:

1. **Pérdidas por Sobreproducción:** La pérdidas más común de este tipo es el Retraso de Actividades y la Pérdida de Materiales con un con una frecuencia del 86% y 59% respectivamente. También se mencionan otras pérdidas pero con menor frecuencia como el Personal Extra o Sobre Dotación (32%) y el Movimiento Innecesario de Personal (36 %) y Materiales (32%).
2. **Pérdidas por Esperas:** Las pérdidas con mayor mención fueron el Tiempo Ocioso de la M.O. (86%), las Detenciones con un 59%, el Trabajo sin Hacer

(55 %) y la Necesidad de Aclaraciones (55 %). Dentro de las menos votadas por este tipo de pérdidas son los Accidentes con un 9%.

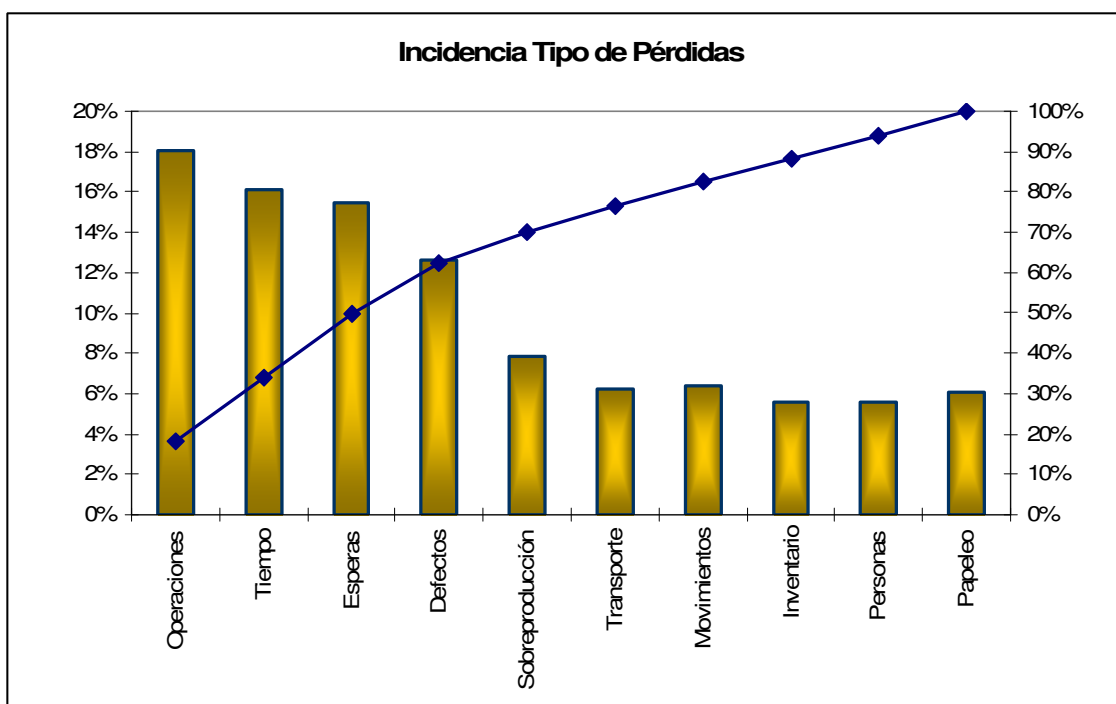
3. **Pérdidas por Transporte:** Las pérdidas por Deterioro de Materiales y el Movimiento Excesivo de Materiales fueron las más frecuentes con un 41% y 32% respectivamente. Con un menor porcentaje de votación están las Pérdidas de Horas Máquinas (14%) y las Entregas Sobredimensionadas que no tuvieron votaciones.
4. **Pérdidas por Movimientos:** El Tiempo Ocioso de M.O. es la mayor pérdida por este concepto (86%) seguida por las Detenciones con un (59%). Con una menor votación estuvieron las pérdidas de Operaciones Lenta (41%) y el Movimiento Innecesario de Personal (36%).
5. **Pérdidas por Inventarios:** Las pérdidas más incidentes son la Pérdida de Materiales con un 59% y el Deterioro de Materiales con un 41%. Por otro lado el Exceso de Inventarios, el Material Sobrante y los Requerimientos Excesivos de Espacio no se consideran como pérdidas frecuentes. Los porcentajes de frecuencias de éstas últimas son 5%, 0% y 0% respectivamente.
6. **Pérdidas por Operaciones:** La pérdida más frecuente son las Detenciones (59%), Movimiento Innecesario de Personal (36%), Movimiento Innecesario de Materiales (32%) y el Desgaste Anormal de los Equipos (23%). Sin embargo, la Pérdida de Continuidad Operacional y el Procesamiento Extra no son consideradas como pérdidas frecuentes con un 18% y 9% respectivamente.
7. **Pérdidas por Defectos:** Las tres mayores pérdidas mencionadas son el Retraso de Actividades (86%), el Rehacer Trabajo (82%) y las Detenciones (59%). Por otro lado, fueron considerados varios problemas relacionados con los materiales empleados en el proyecto. El principal es la pérdida de materiales, que es la cuarta pérdida más frecuente. Es importante destacar que las Pérdidas de Materiales tienen mucha relación con las pérdidas por trabajo rehecho y reparaciones.
8. **Pérdidas por Tiempo:** Las pérdidas más frecuentes son el Retraso de Actividades (86%), Tiempo Ociosos de la M.O. (86%), Rehacer Trabajo (82%). Las pérdidas menos votadas son el Procesamiento Extra (9%) y la Reparación de Materiales (5%).
9. **Pérdidas por Personas:** El Tiempo Ocioso de la M.O. es la pérdida con mayor frecuencia (86%). También son consideradas importantes las

Detenciones (59%) y la pérdida por Trabajo Lento (41%). Sin embargo la Pérdida de Habilidad de la M.O. (5%) y los Accidentes (9%) no son consideradas importantes.

10. **Pérdidas por Papeleo:** Este tipo de pérdidas no son consideradas importantes para los encuestados asignando una frecuencia al Papeleo Extra del 18% y a la Información Extra un 14%.

La figura 5.2 muestra las incidencias, según la Clasificación General de los tipos de Pérdidas, de acuerdo al resultado obtenido a través de la encuesta realizadas a profesionales del área de la construcción, donde se refleja que las principales se deben a Pérdidas Operacionales, Tiempo, Esperas y por Defectos.

Figura 5.2 Incidencia de Tipos de Pérdidas, según Encuestados



5.3.2 Causas de Pérdidas más Frecuentes

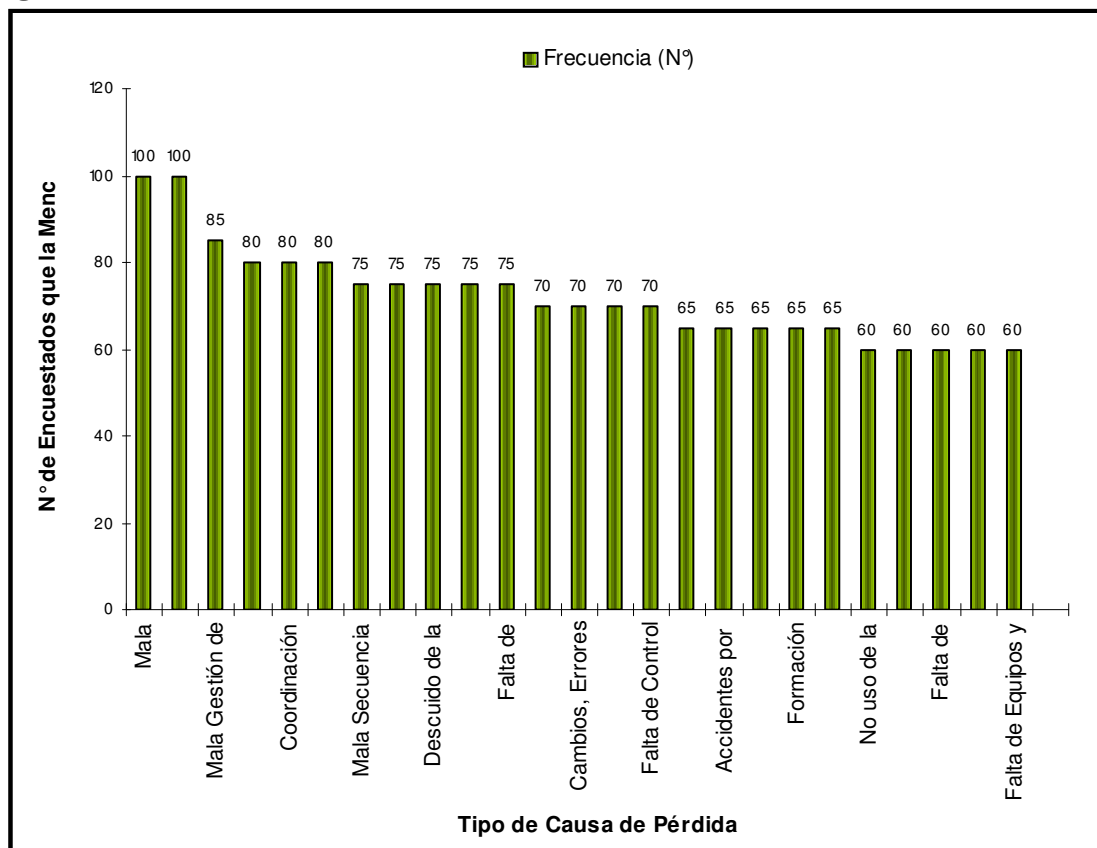
La figura N° 5.3 muestra un resumen con las causas de pérdidas que fueron encontradas más frecuentes según la percepción del total de los encuestados. Se muestran las veinte más nombradas dentro de un total de aproximadamente 125 tipos de potenciales causas de pérdidas. Estos gráficos muestran una menor variabilidad, producto de que en este análisis hay un mayor número de tipos de causas que generan las pérdidas. Los problemas más mencionados por los encuestados son los siguientes:

1. **Problemas de Planificación:** La Mala Planificación es la principal causa de pérdida de este tipo. Debido a esta mala planificación conlleva a tener malos programas de abastecimiento que no se ajustan a la realidad de las actividades. Además, al no tener la claridad de lo que puede ser hecho y lo que se hará genera un exceso de personal lo que se traduce en cuadrillas de trabajo numerosas y deficientes. En resumen sino existe una buena planificación no se tiene el control del proyecto.
2. **Problemas de Control:** El principal problema detectado, según la respuestas de los encuestados, es la Falta de Autocontrol de la M.O., posiblemente originado por un Mal Sistema de Control y no como generalmente se piensa por una falta de control.
3. **Problemas de Organización, Tipo de Proyecto, Burocracia e Información:** Al parecer la principal causa que origina estos problemas es la Falta de Comunicación. Según los encuestado la falta de comunicación se debe a los Malos Canales de Comunicación. Esto trae como consecuencia una Demora en resolver los problemas, información atrasada o falta de ésta. Esto se origina, además, por Carecer de un Sistema de Información Dinámico.
4. **Problemas de Equipo:** Las causas mas votadas que originan este tipo de problemas estan los Equipos Dañados, el Mal uso de herramientas y equipos y los Equipos Obsoletos. Las causas Equipo Permanentemente en Uso y la Tecnología Inadecuada de éstos no se mencionan.
5. **Problemas de la Mano de Obra:** Una de las principales causas que originan las pérdidas es la falta de capacitación a todo nivel, tanto en los supervisores como en los obreros. Según los encuestados es porque no existe la instancia para capacitar. En el caso de los supervisores se refleja en el poco liderazgo y el descuido de la M.O. en la producción. En el caso de los obreros la principal causa es Sacar la Vuelta, producto que al igual que los supervisores ven la nula perspectiva de carrera en la empresa y a la alta rotación que existe en la M.O. Los encuestados no mencionan o atañen gran importancia como causas de pérdidas el alcohol, las drogas, el poco respeto por la M.O., las remuneraciones desiguales y malas

condiciones laborales. Tampoco a causas de pérdidas a la formación académica de los profesionales.

6. **Problemas de Diseño:** La mayoría e los encuestados menciona como principal causa de pérdida los Cambio, Errores y Omisiones en el diseño, como también a los problemas de comunicación entre Diseño y Construcción, lo que de alguna forma impacta a la planificación del proyecto y al normal desarrollo del sistema de producción.
7. **Problemas de Mercado:** La deficiencia de los proveedores son las causantes de las pérdidas por este concepto. Según los encuestados esto se debe a los grandes lapsos entre los pedidos y entregas
8. **Problemas de la Naturaleza:** De los problemas causados por la naturaleza el de mayor frecuencia fue el clima adverso, relativamente incontrolables para la empresa. Otros problemas como huelgas, dificultades con las normas de construcción, problemas de financiamiento, problemas de impacto ambiental prácticamente no fueron mencionados.

Figura 5.3 Gráfico de Frecuencia de Causas de Pérdidas más Frecuentes



5.3.3 Análisis Final Encuesta de Pérdidas

El estudio recién presentado permite identificar cuales son las pérdidas y las causas de pérdidas consideradas como más frecuentes en las administración de un proyecto de construcción típico.

La herramienta utilizada fue una Encuesta de Detección de Pérdidas, la que permite que cada criterio sea evaluado de manera independiente.

Los resultados se basan en la percepción de los encuestados. Si bien es cierto la muestra la conforma gente con experiencia en este tema, la cual tendería a culpar a la mano de obra por la presencia de pérdidas de distinta índole, no obstante, los encuestados reconocen la incidencia de su administración en la ocurrencia de problemas.

Independiente de algún sesgo que puedan tener las respuestas a la encuesta, es de suma importancia conocer la percepción de los administradores de proyectos respecto al problema de las pérdidas. En la mayoría de los casos, sus decisiones se basan justamente en estas percepciones.

En el capítulo siguiente, a través de mediciones específicas y más objetivas, se estudiara un proyecto específico de construcción, para así poder determinar en que grado se manifiesta un determinado problema. Para ello se usarán herramientas y se utilizarán indicadores de desempeño específicos para su medición.

CAPÍTULO VI. HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN DE PÉRDIDAS

6.1 Introducción

La medición de desempeño de una empresa, se define como la evaluación de los resultados obtenidos por ésta en el desarrollo de sus funciones, a fin de comprobar la eficacia de la estrategia adoptada. Los resultados de esta medición, permiten evaluar la productividad de la organización en el mercado e identificar sus principales vías de mejoramiento.

Los sistemas de mediciones de desempeño actualmente en uso, se estructuran en base a ciertos parámetros básicos de evaluación, que son: costos, plazos, productividad y rentabilidad. Este conjunto de elementos entrega sólo una visión parcial del desempeño del proyecto en un momento determinado; por esta razón, estas mediciones, definidas como tradicionales, no entregan información suficiente para el análisis del desempeño, puesto que miden sólo resultados finales y no desempeño de procesos, lo que limita en gran manera la posibilidad de tomar acciones correctivas y procurar el mejoramiento continuo de la organización. Por otra parte, el alcance de las mediciones tradicionales no involucra la perspectiva del cliente, puesto que en general la satisfacción de este no se incluye dentro de los parámetro evaluados, los que se obtienen comúnmente sólo de información contable.

6.2 Medidas de Desempeño para el Mejoramiento

De acuerdo a lo discutido en la sección anterior, una de las principales deficiencias de los indicadores de desempeño actualmente en uso, es su capacidad de medir resultados finales, sin dejar abierta la opción para la definición oportuna de acciones correctivas. Por otro lado y de acuerdo a la Teoría de Lean Production se requiere de la definición de nuevos sistemas de medición que permitan el mejoramiento de la organización.

En función de estos dos aspectos, surge la principal característica de las Medidas de Desempeño para el Mejoramiento que se define como la capacidad para medir procesos intermedios y no sólo de resultados finales. Este concepto, unido a la nueva filosofía de producción, define que el mejoramiento de la organización es posible en la medida que se evalúen y analicen los siguientes aspectos:

- Medición de Pérdidas
- Medición del Valor
- Medición de Variabilidad

6.2.1 Medición de Pérdidas

Existen varias razones por las que una empresa debe medir las pérdidas de su proceso productivo:

- **Visibilidad:** La medición de pérdidas permite evaluar la eficiencia de un sistema productivo en la utilización de recursos, de manera tal de hacer visible el desempeño de procesos, identificar sus puntos fuertes y débiles y definir prioridades para el mejoramiento. Esencialmente, permiten la identificación de oportunidades de mejoramiento que permitan la definición de una ventaja competitiva para la empresa.
- **Control:** Una empresa puede utilizar las mediciones de pérdidas como indicadores a fin de definir patrones de desempeño de sus procesos. El uso de las pérdidas como elemento de control, permite la identificación de desvíos y el muestreo de la evolución de la empresa en el tiempo.
- **Mejora:** Las pérdidas como indicadores de desempeño, permiten establecer metas de mejoramiento de procesos, partir del benchmarking con otras empresas, en cuyo caso es posible evaluar el impacto de la mejora sobre el desempeño del proceso.

6.3 Herramientas de Medición de Pérdidas

En general, tanto las categorías de pérdidas como gran parte de sus causas, son invisibles dentro de los sistemas de control tradicional, por lo que pueden llegar a causar grandes estragos en el desempeño de la empresa. Para evitar estos efectos negativos asociados a la existencia de pérdidas, se hace necesario el uso de herramientas de identificación y reducción, que permitan no sólo hacer éstas visibles, sino además eliminar o minimizar su impacto.

6.3.1 Encuesta de Pérdidas

Esta herramienta fue aplicada en el capítulo anterior, tiene por finalidad permitir conocer en forma sistemática la percepción de los participantes en un proceso sobre las principales pérdidas a los que este está sujeto. Esta identificación es más bien de carácter subjetivo, pero tiene la ventaja de orientar los esfuerzos de mejoramiento hacia las pérdidas más representativas e incitar a la participación de los trabajadores en el mejoramiento de procesos. La encuesta permite establecer un ranking de las principales pérdidas existentes en la organización, además de indagar la causalidad de las mismas.

6.3.2 Encuesta de Esperas y Detenciones

Esta herramienta permite identificar con precisión las fuentes más frecuentes de interrupciones dentro de un proceso, y la incidencia de cada una de ellas en términos de recursos desperdiciados para distintas actividades de la obra. La herramienta se estructura en base a una planilla de registro a ser completada por los supervisores o capataces, en ella se identifican una serie de posibles categorías de pérdidas y el supervisor debe establecer la cantidad de pérdidas de tiempo que se generaron en una jornada laboral y registrarlas de acuerdo a las categorías individualizadas.

El procesamiento de los datos obtenidos de la encuesta, obedece básicamente a dos gráficos:

1. Esperas y Detenciones: Este resultado se representa a través de un gráfico de Pareto en el cual se resumen las categorías con mayor cantidad de horas-hombre perdidas durante el estudio.
2. Evolución Diaria de las Esperas y Detenciones: Adicionalmente, es posible obtener de la encuesta una representación gráfica de la evolución de las pérdidas detectadas, a fin de detectar si se trata de problemas puntuales o es constante y además de evaluar la efectividad de las acciones correctivas implementadas.

6.3.3 Muestreo del Trabajo

Esta herramienta se define como un método de medición del nivel de actividad de un proyecto u operación, cuyo objetivo general es la determinación estadística de la forma en que el tiempo de trabajo está siendo utilizado por el personal y los equipos.

El Muestreo del Trabajo es utilizado para medir el porcentaje de tiempo que la mano de obra y los equipos se ocupan en ciertas categorías predeterminadas de actividades, las que corresponden a:

- **Trabajo Productivo:** Aquel que aporta en forma directa a una unidad de producción.
- **Trabajo Contributorio:** Aquel que debe realizarse para que pueda ejecutarse el Trabajo Productivo.
- **Trabajo No Contributorio:** Cualquier actividad que no corresponda a las categorías anteriores.

6.3.4 Cartas Balance

La técnica de la Carta de Balance es una herramienta que ha sido empleado por muchos años en la Ingeniería Industrial, para estudiar la eficiencia de las combinaciones hombre-máquina. El objetivo general es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más adecuada.

En este contexto, las Cartas de Balance permiten resolver la necesidad de describir formalmente el proceso de una operación de construcción, de una manera detallada; además, permite comentar el método usado y determinar la cantidad de obreros más adecuada para una cuadrilla. También, con la utilización de esta herramienta, se consigue importante información para un análisis de rendimientos.

La técnica de análisis ofrece, como muy pocas, una respuesta inmediatamente posterior a la primera ejecución de una operación, entregando herramientas básicas para optimizar la ejecución de las operaciones más importantes de una faena, es decir, mejorar la eficiencia del grupo de trabajo que materializa las actividades a través de reasignación de tarea entre sus miembros y/o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

6.3.5 Medición de Variabilidad. Sistema de Planificación

La Reducción de la Variabilidad en la producción aumenta el tiempo de ciclo y por ende la existencia de actividades que no adicionan valor al producto, por lo que debe ser evitada. Lo anterior plantea que la variabilidad se traduce en efectos negativos sobre la producción, tales como tiempos de ciclo prologados, altos niveles de inventarios; pérdida de capacidad; salidas del proceso deficientes entre otras. De esta manera, la medición de variabilidad se hace imprescindible a la hora de estabilizar el ambiente de trabajo para la instauración de mejoras.

El sistema de planificación a utilizado se denominó PAC (Porcentaje de Actividades Completadas) que es una herramienta para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos y por ende, asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación.

El PAC es sistema de control de producción en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, subcontratistas, entre otros actores. Con el fin de lograr compromisos en la planificación.

El concepto de planificación no debe ser entendido simplemente como la utilización de un programa computacional para organizar las actividades del proyecto. La planificación debe determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué. En este sentido, y con el fin de implementar un sistema de planificación que incorpore los puntos antes mencionados (por lo general ampliamente aceptados, pero pocas veces implementados), que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Este incremento de la confiabilidad se realiza tomando acciones principalmente en dos niveles: planificación intermedia (Planificación Lookahead) y planificación semanal.

La medición de Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) es un indicador claro de la variabilidad de un proceso productivo, puesto que mide la cantidad de actividades efectivamente desarrolladas en función del número de actividades planificadas. A través de este indicador, es posible dimensionar por una parte lo estable del ambiente de trabajo y por otra la calidad de la planificación, puesto que un PAC bajo se relaciona con una planificación poco consecuente, mientras que un PAC muy variable identifica la falta de control sobre el número de actividades desarrolladas.

En Anexo G, se detalla en extenso las bases de este sistema de planificación empleado.

6.3.6 Evaluación del Desempeño de Subcontratistas

Los subcontratos nacen de la necesidad de externalizar todas aquellas tareas, actividades o proyectos, que no forman parte de las competencias centrales de la organización, con el fin de optimizar los recursos económicos y hacer más eficientes los procesos a través de la selección del más adecuado para realizar dicha tarea, actividad o proyecto. Por este motivo es fundamental tener una base sólida para seleccionar al más competente y a su vez incorporar su trabajo al trabajo de la organización para asegurar los intereses de la empresa.

En la realidad sin embargo, esta externalización se lleva a cabo en su mayoría en base a una selección por precio y se asume que las distintas opciones (empresas postulantes) cumplen con los requisitos necesarios para la eficiente ejecución de la obra. Esto es lo que se ha probado equívoco y se ha querido revocar a través de la implementación de un sistema más acabado que examine a los postulantes de una manera más detallada y que permita reducir la incertidumbre de antemano respecto a si cumplirá con los plazos acordados, los costos presupuestados, la calidad esperada y trabajará con la seguridad necesaria.

El objetivo de la evaluación es incorporar al subcontratista como parte de la empresa creando relaciones de largo plazo con los subcontratos más eficientes. Esto

genera mayor compromiso por parte de los subcontratistas, lo que conlleva a un trabajo más eficiente, y se produce un mayor involucramiento por parte de éstos para armonizar el trabajo con el resto de los integrantes del proyecto, lo que reduce tensiones y en forma global ayuda a asegurar los intereses de la empresa (cumplimiento de plazos, cumplimiento de costos, aseguramiento de calidad y seguridad) junto con mejorar los desempeños de ésta misma.

La metodología de evaluación contempla un completo set de actividades, que aseguran el éxito de la implementación.

1. Sistema de precalificación y evaluación de subcontratistas
 - Desarrollo de una metodología de precalificación junto con la empresa
 - Desarrollo de modelos de comparación entre subcontratistas
 - Establecimiento de una metodología de evaluación acorde a los requerimientos de la empresa
2. Gestión en obra y desarrollo de una relación corporativa
 - Implementación de reuniones periódicas en obra
 - Desarrollo de una evaluación subjetiva
 - Incorporación de métrica de evaluación
 - Incorporación de indicadores al sistema de evaluación de subcontratos para la gestión en obra
 - Desarrollo de una relación colaborativa con el subcontratista

La Tabla N° 6.1 muestra un el tipo de herramienta de medicioón a utilizar dependiendo del tipo de pérdida a estudiar.

HERRAMIENTA DE MEDICION	OBJETIVO
Encuesta de Pérdidas	Clasificación de las Principales Pérdidas y Sus Causas
Encuesta de Esperas y Detenciones	Fuentes de Pérdidas
Muestreo del Trabajo	Nivel de Actividad de la Mano de Obra
Cartas de Balance	Eficiencia Método Constructivo
Sistema de Planificación	Medición de Variabilidad
Evaluación del Desempeño de Subcontratistas	Evaluación Subcontratistas

CAPÍTULO VII. MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ESPECÍFICO

7.1 Introducción

El proyecto de construcción estudiado es de tipo industrial, correspondiente a la Construcción de 6 galpones de entre 5.500 a 12.500 m².

La organización de la obra es la típica usada por la empresa para un proyecto de esta naturaleza, incluyendo tres profesionales, dos jefes de obra y seis capataces.

Las principales herramientas utilizadas para la medición de las pérdidas en el proyecto son básicamente las mencionadas en el punto anterior.

7.2 Aplicación de Encuesta de Esperas y Detenciones

La encuesta consiste en una planilla (Ver Anexo E), la cual es completada por los capataces al finalizar el día de trabajo. El formato presenta una serie de categorías predefinidas, con la posibilidad de agregar otras no existentes; al final del día, el trabajador debe identificar las pérdidas de tiempo debido a detenciones, es decir, asociar una causa específica a las horas-hombres perdidas en el día.

7.2.1 Metodología de Aplicación

- 1) La herramienta se aplicó durante 5 días consecutivos
- 2) Se aplicó en forma global a la obra.
- 3) Se entregó y explicó a cada capataz un instructivo (Ver Anexo F), de cómo contestar la encuesta. Se estableció claramente que es una herramienta para detectar las causas de los problemas en los trabajos, para posteriormente mejorarlos contando con el compromiso de todos, y no para encontrar culpables.
- 4) Junto a lo anterior se entrega una copia de la encuesta a cada capataz designado.
- 5) Para lograr una adecuada aplicación de la encuesta, al finalizar el primer y tercer día de medición, se verificó en terreno el llenado de registros para comprobar que se estuviera realizando de buena forma y para responder cualquier consulta.

- 6) La tabla 6.1 muestra el procesamiento de los datos, que se realizó en base a una planilla de resultados en donde se asocia a cada categoría de demoras la cantidad de horas perdidas y el número de trabajadores involucrados. Posteriormente, a través de un gráfico de pareto (Figura 6.1) se visualiza claramente cual es la mayor causa de pérdida encontrada en el período de medición.

Tabla 7.1 Encuesta de Detenciones y Demoras. Resumen de Horas-Hombre Perdidas en 5 Días

PROBLEMAS QUE CAUSAN INTERRUPCIONES	Horas Hombres					TOTAL HH	%
	26-Jun	27-Jun	28-Jun	1-Jul	2-Jul		
RECURSOS							
Esperando por Materiales (Interno)	6,0	-	-	-	6,0	12,00	4 %
Esperando por Materiales (Externo)	10,3	12,0	11,7	8,0	14,0	56,00	19 %
Esperando por Equipos	10,2	-	8,0	-	-	18,20	6 %
Esperando por Cambio de Equipo	-	-	-	-	-	0,00	0 %
Esperando por Herramientas	-	-	-	7,0	-	7,00	2 %
Esperando por Mano de Obra	-	-	-	-	-	0,00	0 %
INFORMACION							
Esperas por Atrasos en la Información	4,9					4,90	2 %
Esperas por Falta de la Información	6,0	8,0	4,8	10,3	22,4	51,50	17 %
Espera por Instrucciones	1,0	-	-	-	-	1,00	0 %
PLANIFICACION							
Esperas por Falta de Programa	2,0	-	1,3	-	-	3,30	1 %
Detenciones por Falta de Coordinación Interna	-	5,0	2,5	7,3	-	14,80	5 %
Detenciones Falta Coordin.con Cliente	3,2	-	-	-	8,8	12,00	4 %
Esperando por Cancha	-	-	-	-	-	0,00	0 %
SERVICIOS							
Esperas en Bodega y Pañol	-	-	-	-	-	0,00	0 %
Espera por Falta de Medio de Transporte	-	-	10,3	-	-	10,30	3 %
CALIDAD Y SEGURIDAD							
Esperas por Inspección	20,3	-	10,5	7,5	-	38,30	13 %
Rehacer Trabajo por Cambios de Diseño (Cliente)	-	22,0	-	-	12,0	34,00	11 %
Rehacer Trabajo por Error en Procedim.	-	-	-	-	-	0,00	0 %
Rehacer Trabajo por Error en Ejecución	-	-	21,0	-	-	21,00	7 %
Esperas por Elemento de Seguridad	-	-	-	-	-	0,00	0 %
Esperas por Procedimientos de Seguridad	-	-	-	-	-	0,00	0 %
OTROS							
Accidente en Obra	-	16,7	-	-	-	16,70	6 %
Totales Horas-Hombre Pérdidas / Día	63,9	63,7	70,1	40,1	63,2	301	100 %

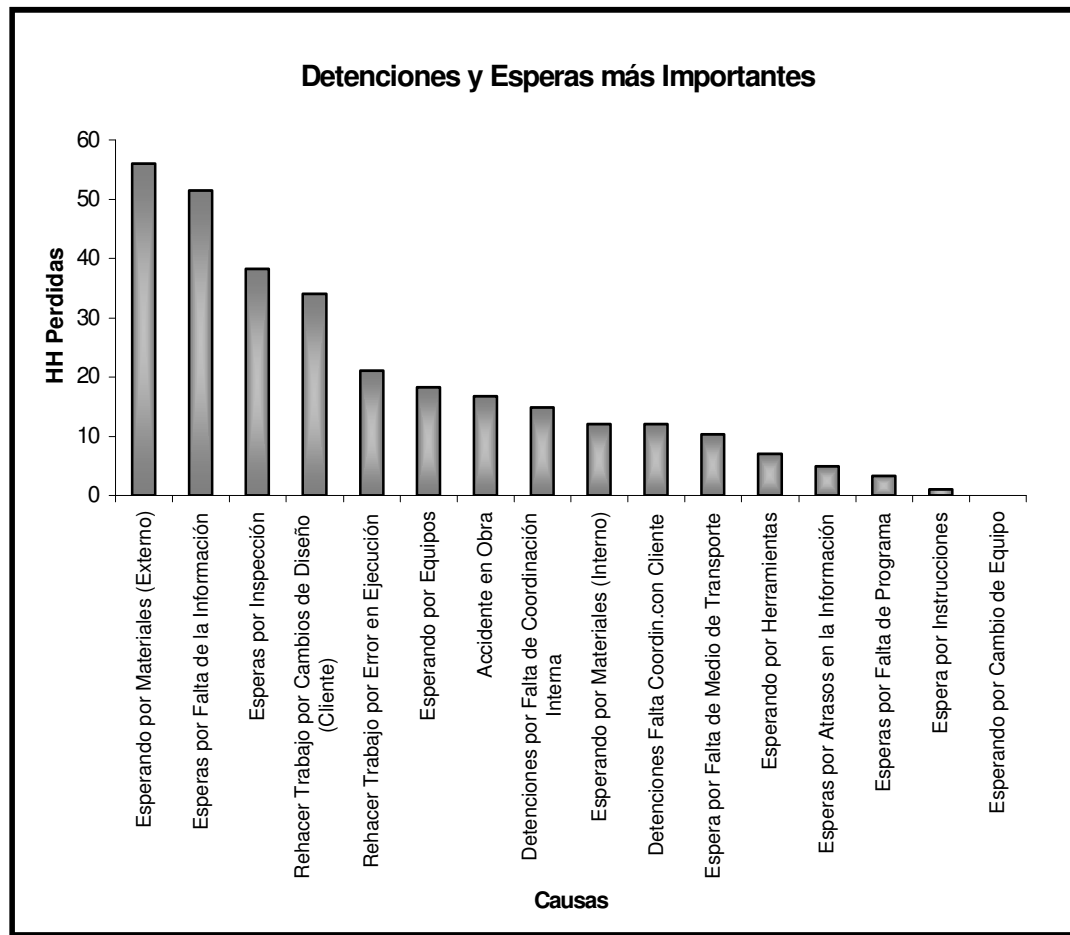


Figura 7.1 Gráfico de Detenciones y Espera más Importantes. HH Perdidas en 5 Días

7.2.2 Análisis Aplicación Encuesta de Detenciones y Demoras

De los resultados obtenidos, se observa durante 5 días de medición un total de 301 HH perdidas, correspondiente al 16% de las Horas Hombres totales, que la principal causa o fuente de pérdida la Espera por Materiales Externos. Este problema es originado por el proveedor de hormigones premezclados, debido a que cada camión solicitado llega con un promedio de 30 minutos atrasado, originando no sólo una pérdida en horas hombre, sino también en un retraso de actividades.

Otra fuente importante de pérdidas es la Espera por falta de Información, debido al estado incompleto del proyecto. Esto además ocasiona atrasos en las actividades, realizar trabajos innecesarios y en definitiva una deficiente utilización de los recursos.

Sin duda, esta herramienta es de gran utilidad en la gestión de administración de un proyecto de construcción, permitiendo evaluar cuantitativamente las pérdidas causadas y, además, dirigir las medidas de mejoramiento hacia aquellas fuentes problemáticas, actuando con una base segura de información.

7.3 Aplicación de Muestreo de Trabajo

El objetivo de este muestreo es dar a la administración una medida del nivel general de actividad de la obra.

Para realizar el proceso de Toma de Datos, se usó el método de recorrido, siendo más apropiado para obras de gran extensión, que no son posibles de abarcar en su totalidad desde una sola posición. El segundo método es el que generalmente se utiliza cuando se analiza una operación o un conjunto limitado de ellas, o un área específica de una obra.

La idea de la medición es que en instantes predeterminados aleatoriamente, el observador registre las actividades de la mano. Es importante que al registrar lo observado, el observador lo haga de acuerdo a lo que aprecie en forma instantánea al mirar. Las actividades o acciones inmediatamente precedentes o siguientes deben ser descartadas totalmente del registro.

7.3.1 Metodología de Aplicación

1. Primero se nominó al muestrador, al cual se le explicó brevemente los conceptos, alcance y objetivos buscados con esta herramienta.
2. Posteriormente se hace entrega de un instructivo, en el cual se explica cómo llenar el formulario (Ver Anexo H).
3. Para lograr una adecuada aplicación de la herramienta, se supervisó en obra en determinadas oportunidades su realización y a la vez para responder inquietudes y además para demostrar un interés en los objetivos buscados por la técnica.
4. La frecuencia de observación se realizó aproximadamente cada 15 minutos.

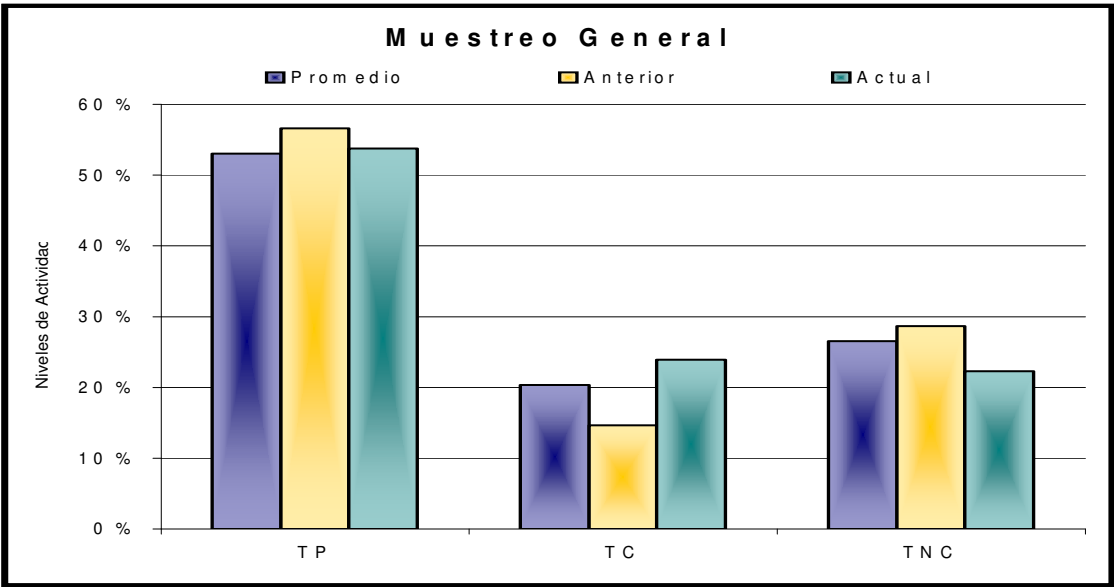
5. Posteriormente se obtienen los resultados en base a las mediciones obtenidas.

En tabla 6.2 se resumen los resultados de las distintas categorías Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC), Trabajo No Contributorio (TNC) y en gráfico 6.2 se visualiza el resultado acumulado, el anterior y el actual de estas categorías.

Tabla 7.2 Resultados Observados de TP, TC y TNC Durante 15 Días

Fecha	N° Mediciones	TP	TC	TNC
17-Jun-02	441	46 %	27 %	27 %
18-Jun-02	511	47 %	32 %	21 %
19-Jun-02	501	44 %	21 %	35 %
20-Jun-02	401	49 %	14 %	37 %
21-Jun-02	484	48 %	16 %	36 %
24-Jun-02	393	56 %	17 %	27 %
25-Jun-02	436	51 %	35 %	13 %
26-Jun-02	411	59 %	21 %	20 %
27-Jun-02	484	56 %	17 %	27 %
28-Jun-02	438	54 %	16 %	30 %
01-Jul-02	403	74 %	18 %	8 %
02-Jul-02	422	52 %	24 %	24 %
03-Jul-02	394	48 %	8 %	44 %
04-Jul-02	505	57 %	15 %	29 %
05-Jul-02	480	54 %	24 %	22 %

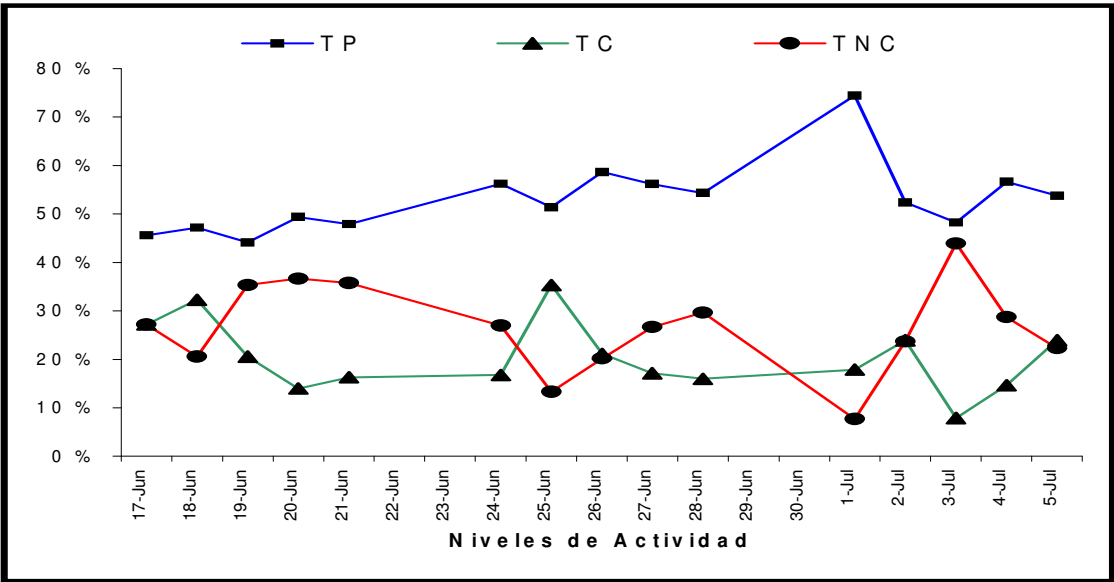
Figura 7.2 Resultado Acumulado, Anterior y Actual de las Categorías TP, TC y TNC Durante 15 Días



TP: Trabajo Productivo - TC: Trabajo Contributorio - TNC: Trabajo No Contributorio

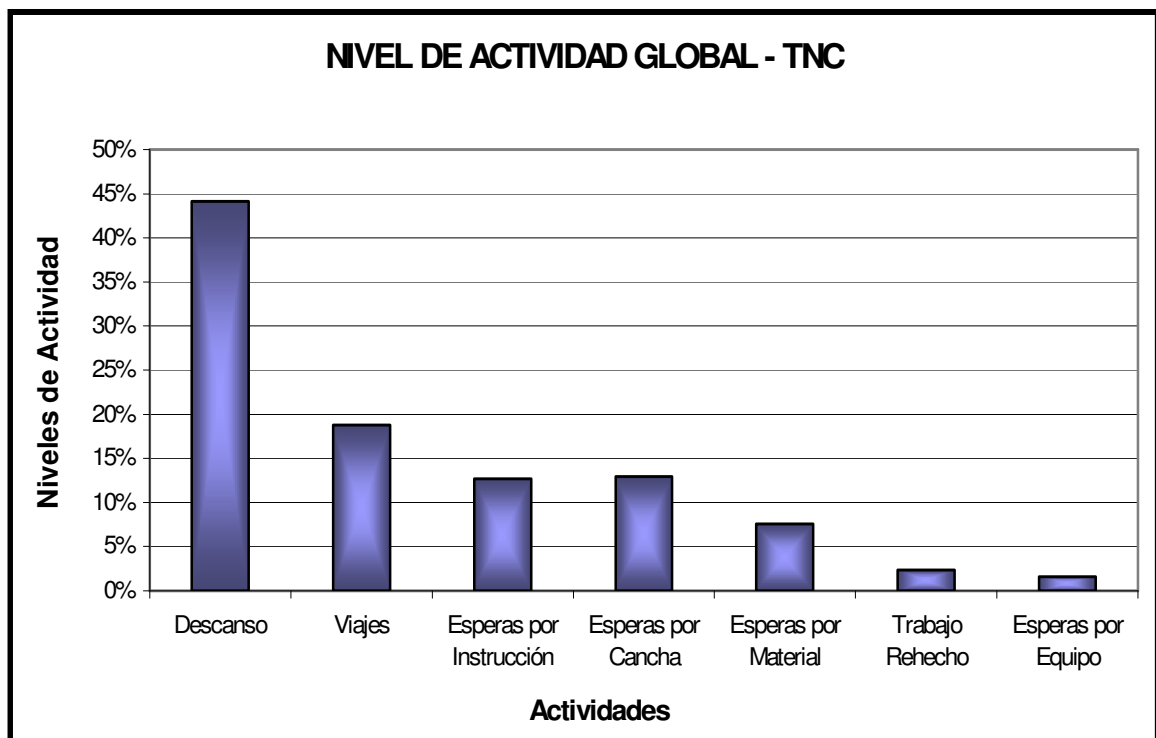
En figura 7.3, se detecta la evolución de las categorías. Este gráfico es de gran importancia a la hora de detectar problemas generales y evaluar planes de mejoramiento.

Figura 7.3 Evolución de las Categorías TP, TC y TNC Durante 15 Días



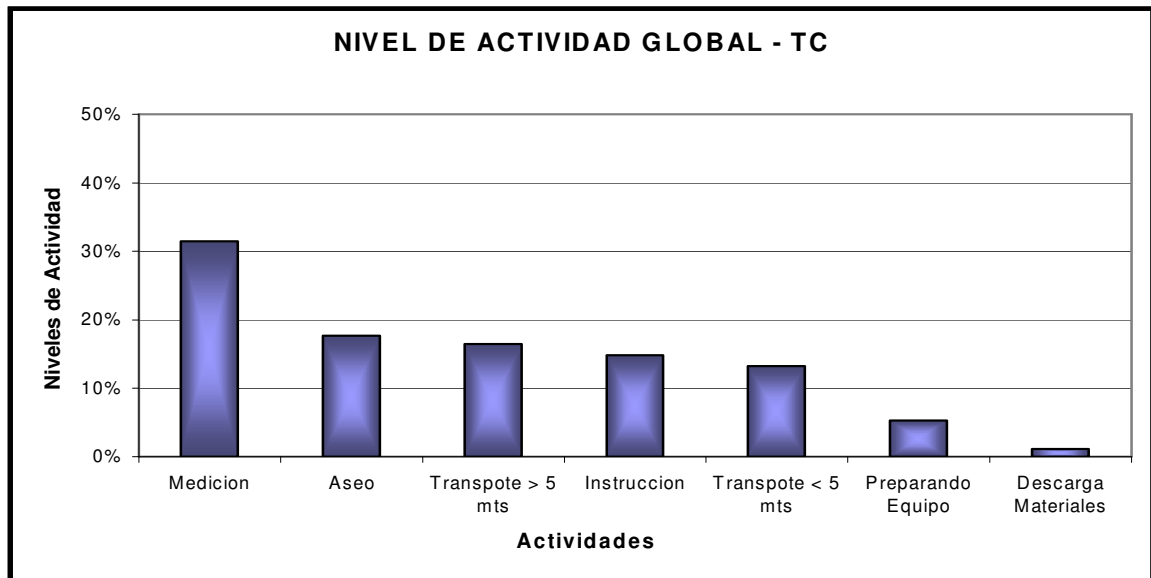
Al analizar la información, se determina que el nivel de actividad productivo global de la obra es del 52 %. En tanto el trabajo contributorio promedio es del 20% y el trabajo no contributorio es del 28%, dichos indicadores están lejos de lo recomendado como niveles satisfactorio (TP: 60%, TC: 25%, TNC: 15%). Lo importante de esta información es detectar las actividades que no contribuyen para reducirlas o eliminarlas.

Figura 7.4 Categorías del Trabajo No Contributorio



En la figura 7.4, se muestra la categoría que contribuyen el trabajo no contributorio, donde las principales categorías que la componen es el descanso y los viajes de la mano de obra, con un 44% y 19% respectivamente. Estas pérdidas lo más probable que se originen por las espera de instrucciones, espera de cancha y las espera de material. Este se corrobora con los resultados obtenidos en la encuesta de detenciones de horas-hombre, donde la principal fuente de pérdida era la espera de material externo, lo que originaba a su vez descanso de la mano de obra y la espera de cancha.

Figura 7.5 Categorías del Trabajo Contributorio



En la figura 7.5, se muestra la categoría que contribuyen el trabajo contributorio, donde destacan las Mediciones con un 31%, el Aseo con un 18% y el Transporte mayor a 5 mts. con un 16%.

Esta herramienta permite identificar en forma clara y precisa las causas que provocan los problemas de productividad, lo que permite a su vez actuar eficazmente sobre ellas.

7.4 Medición de Porcentaje de Actividades Completadas

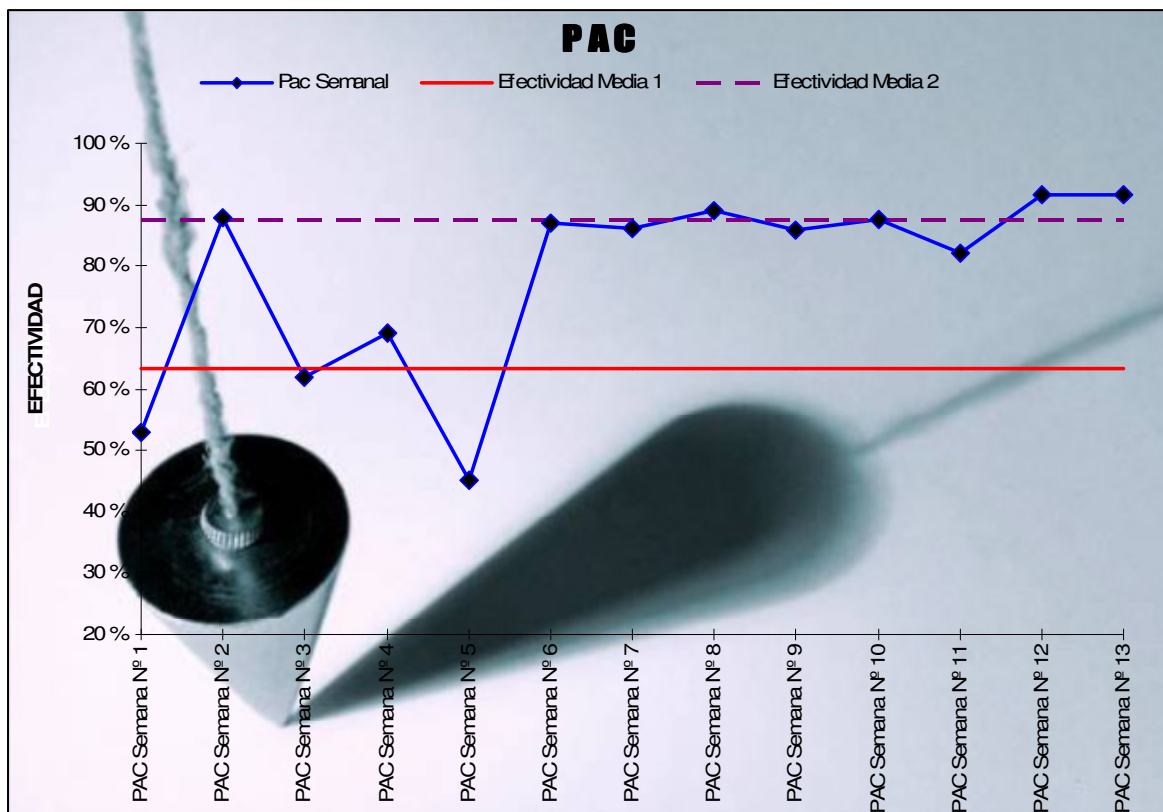
La medición de Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) se realizó en la etapa de obra gruesa del proyecto, donde se evaluarón 13 semanas, identificando las causas de no cumplimiento de las tareas y además se tomaron acciones de mejoramiento.

7.4.1 Metodología de Aplicación

1. A partir del programa maestro del proyecto, se elaboró en conjunto con el administrador de obra, una planificación semanal de actividades a desarrollar.

2. Al comienzo de la semana siguiente se evaluaron las actividad de la de la planificación semanal, para verificar si se cumplieron en su totalidad. A las actividades se les asignó como respuesta un si o no. No se da crédito a las asignaciones a la planificación de trabajo semanal que permanezcan incompletas al final de la semana, aún cuando estén en proceso. La razón para esto es que sólo el trabajo completado se puede dejar de tomar en cuenta por las unidades de producción que siguen trabajando en el lugar.
3. Cuando una asignación o tarea no era completada al finalizar la semana en que fue planificada, se buscaron las razones por las que el plan falla. El objetivo es aprender de estas fallas y prevenir fallas futuras en la planificación.

Figura 7.6 Gráfico de Efectividad de la Planificación: PAC



En figura 7.6 se muestra la evolución del PAC. Entre la semana 1 y la semana 5 se muestra una gran variabilidad, con efectividad media del 63% y con un rango de variación de un 45%, lo que demuestra una gran incertidumbre al flujo de trabajo y como posible resultado futuro un importante incremento en la duración del proyecto acarreando costos de retrasos.

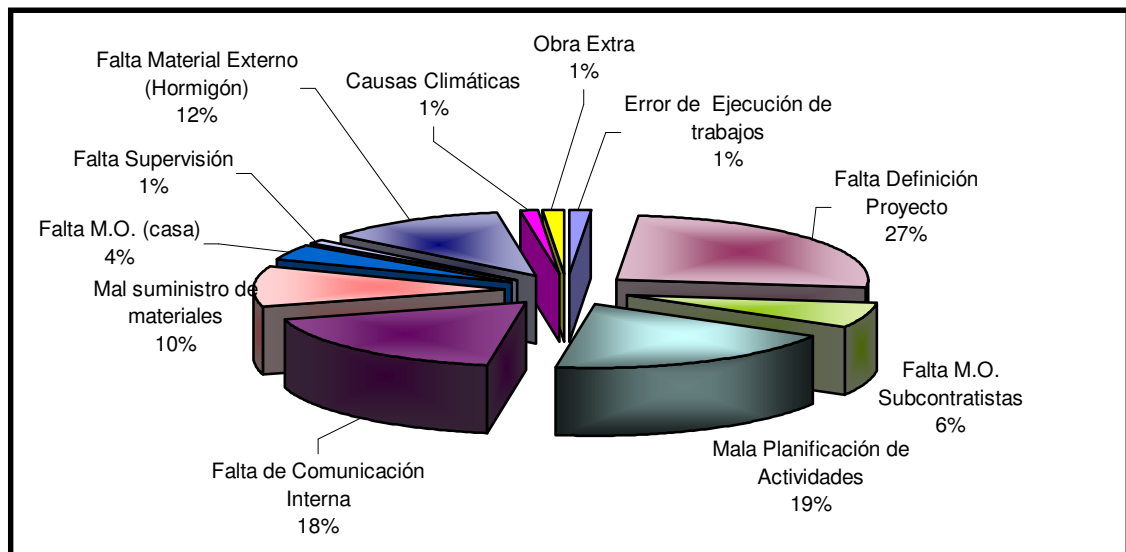
A raíz de la gran variabilidad detectada y el análisis de las causas de no cumplimiento, y luego de la toma de acciones de mejoramiento para solucionar estos problemas lo cual constituyó en una gran mejora para el desarrollo normal del proyecto.

Las acciones fueron las siguientes:

1. Cambio de Proveedor de hormigones
2. Realizar una mejor planificación preparando trabajo con antelación, como analizar los recursos a utilizar en las próximas semanas, y de esta forma asegurar que lo que debe ser hecho se hará.
3. Establecer reuniones semanales de coordinación con los mandos medios de la obra, motivando al personal y a la vez mejorar los canales de información.
4. Establecer reuniones con los proyectistas de cada especialidad para revisar los proyectos de manera de aclarar y generar la información oportuna a los detalles encontrados.

Luego de estas acciones se puede apreciar en el gráfico N° 7.6, que la efectividad media de la planificación aumentó a un 88% y la variabilidad de ésta prácticamente desapareció.

Figura 7.7 Causas de No Cumplimiento



La principal causa de no cumplimiento detectada en las 5 primeras semanas fue la Falta de Material Externo, específicamente de suministro de hormigón, lo cual aparte de causar retrasos en el proyecto existía una pérdida de la mano de obra ociosa esperando la llegada de este material y los costos que esto implica.

Otro causa importante de no cumplimiento era la mala planificación de actividades, la que se acrecentaba por una falta de definición del proyecto y una falta de comunicación entre los responsables, al interior de la obra.

7.5 Aplicación de Carta de Balance

La Carta de Balance fue aplicada al proceso de hormigonado de fundaciones, describiendo formalmente el proceso, de una manera detallada, permitiendo determinar el método usado y determinar la cantidad de obreros de la cuadrilla. También, con la utilización de esta herramienta, se consigue importante información para un análisis de rendimientos.

La encuesta se aplicó en dos etapas del proceso de hormigonado. La primera es para tener la visión de la efectividad y eficacia del método empleado, y posterior a su análisis, se aplicó nuevamente para evaluar el resultado de acciones de mejoras implantadas.

7.5.1 Metodología de Aplicación

1. Se determinó el proceso a evaluar: Hormigonado de fundaciones.
2. Se procedió a muestrear la operación y determinar las condiciones reales de trabajo de los recursos.
3. Procesar la información, concluir y discutir resultados. Determinar mejoras necesarias para el procedimiento.

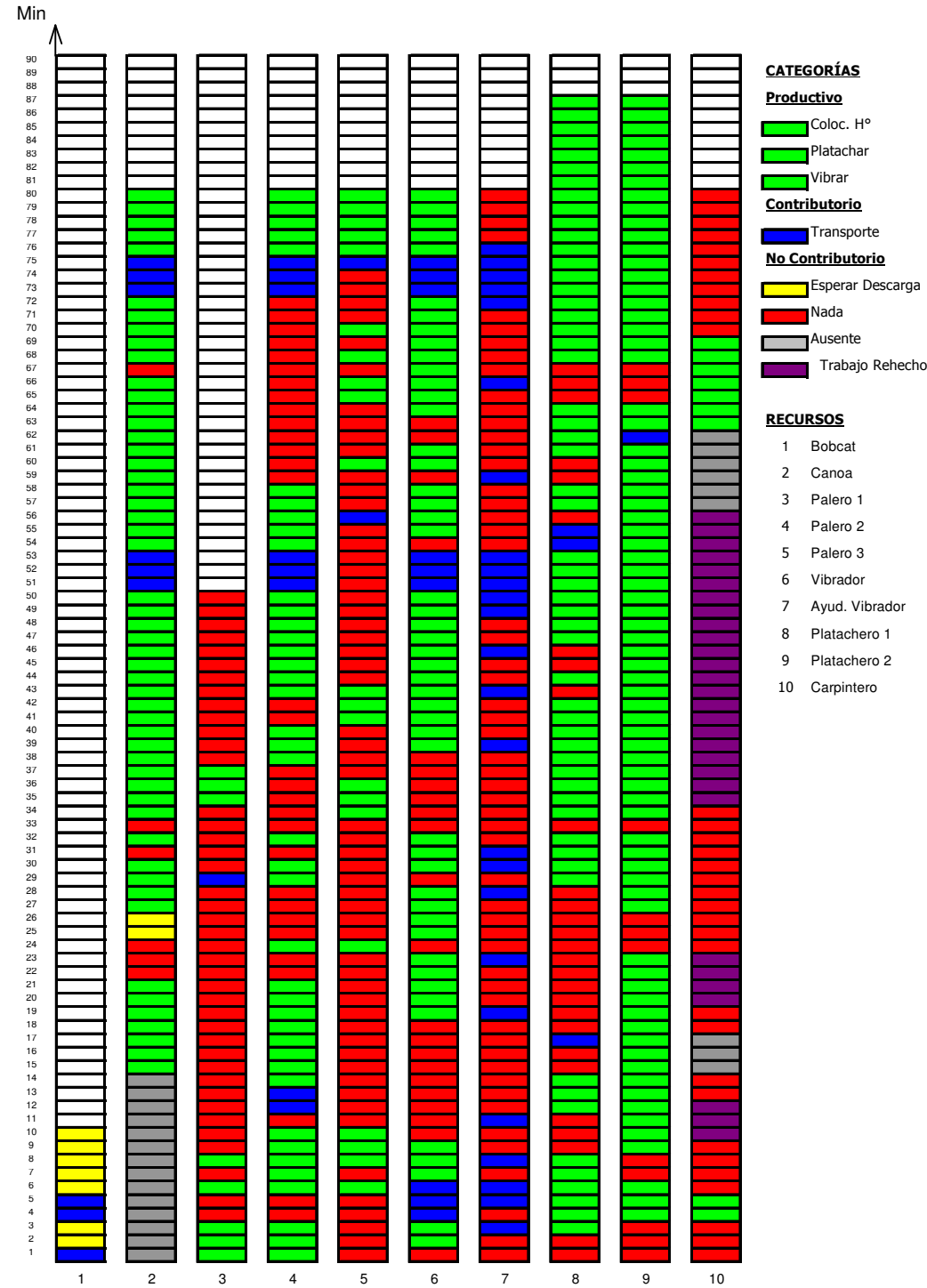
Los resultados obtenidos de los procesos se representan en la siguiente forma:

1. Carta de Balance: Los resultados de la toma de datos se visualizan en un gráfico esquemático de las tareas que cumple cada recurso durante un período de tiempo. El proceso inicial se representa en la Figura 7.8 y el proceso modificado en la Figura 7.9.
2. Niveles de actividad y Participación de los recursos en la cuadrilla: Además de realizar la Carta de Balance, los resultados se procesan en la tabla 7.3, en donde se definen:

- Coeficiente de Participación:
$$\frac{\text{Tiempo que el recurso está presente}}{\text{Tiempo total de la actividad}}$$
- Nivel de Actividad Real:
$$\frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja} \times 100}{\text{Tiempo que el recurso está presente}}$$
- Nivel de Actividad Relativo:
$$\frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja} \times 100}{\text{Tiempo total de la actividad}}$$

3. Indicadores de Desempeño: En tabla 7.4 se muestran los indicadores de avance, recursos utilizados, productividad, velocidad y niveles de actividad de la mano de obra del proceso inicial y mejorado.
4. Distribución de Operaciones: En figura 7.8 se desglosan y se aprecia la variación de las operaciones en el proceso inicial y mejorado.

Figura 7.8 Carta de Balance Inicial. Proceso de Hormigonado

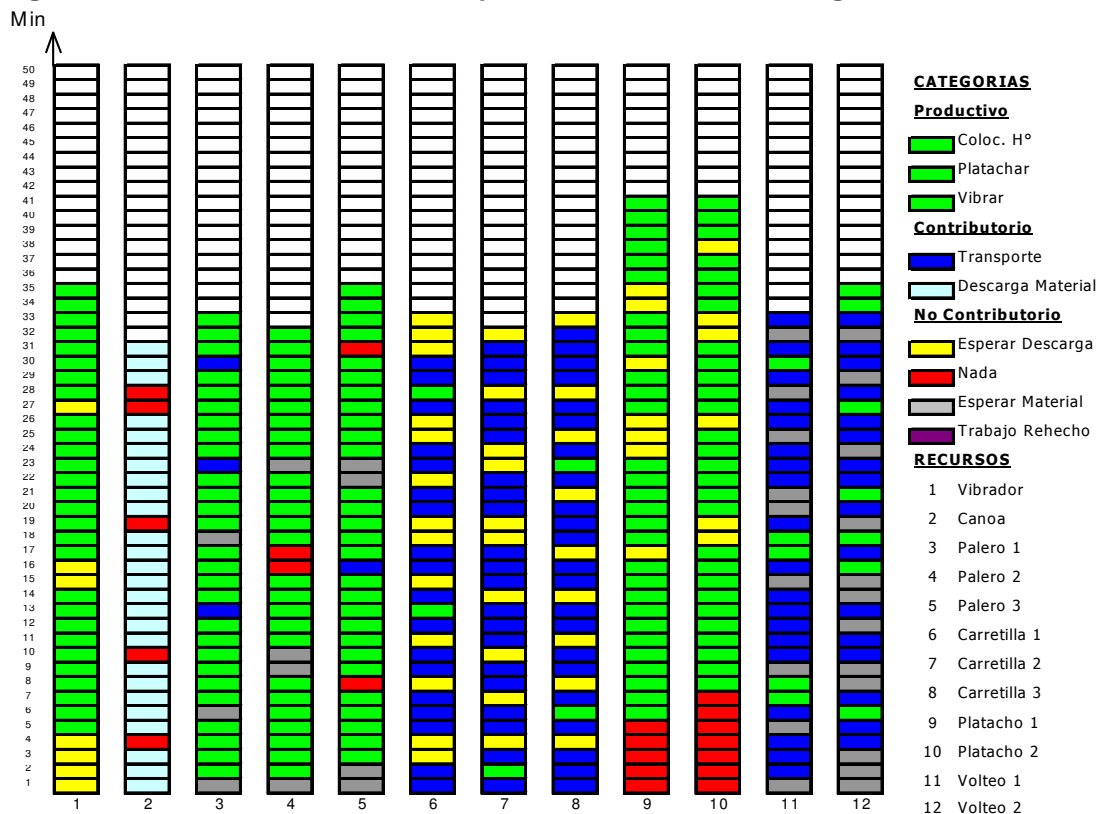


En la figura N° 7.8, en el eje de las abscisas los números indica el tipo de trabajador que participa en la cuadrilla, y en el eje de las ordenadas el tiempo que participa en el proceso en estudio. Los recuadros de colores indican el tipo de trabajo que ejecuta para determinar el tipo de contribución de su trabajo en Productivo, Contributorio ó No contributorio.

En la figura, cuando empiezan a aparecer los recuadros en blanco, indican que el trabajador termina su labor en la cuadrilla.

En el estudio realizado en el proceso inicial de hormigonado se puede apreciar un alto nivel de trabajo improductivo, de acuerdo a la figura 7.8, estos corresponden al palero 1, palero 3, carpintero y el ayudante del vibrador con un nivel de actividad real del tiempo que está presente de un 18%, 29% 13% y 31% respectivamente. También en el proceso participa un Bobcat con un nivel de actividad relativo del 3% con relación al tiempo total de la actividad, lo que demuestra que no existe una metodología clara de trabajo. Otros problemas detectados era la falta de mano de obra especializada para el vibrado del hormigón, herramientas defectuosas (vibrador) y un mal sistema de control de los supervisores.

Figura 7.9 Carta de Balance Mejorada. Proceso de Hormigonado



Una vez analizados los datos de la 1ra carta de balance realizada (Figura N° 7.8), se cambia el método del proceso (Ver Figura N° 7.9) el cual el transporte del material se hace a través de carretillas por este motivo se agregan 2 personas que ayudan a voltear las carretillas, se elimina el ayudante del vibrador, desempeñando esta función puntual un palero y se elimina el carpintero que generalmente esta de punto fijo en el proceso por si falla algo.

Realizado estos cambios, se aprecia en la figura 7.9 y 7.10, que se reduce drásticamente los trabajos improductivos aumentando los productivos. Esto se refleja además en la tabla 7.3 donde el promedio del nivel de actividad real de los recursos bordea 80% y que anteriormente no alcanzaba el 50%

En la tabla 7.4 se muestra una serie de indicadores de desempeño, de ambos métodos de trabajo, observando que las mejoras implantadas fueron exitosas aumentando la productividad del proceso en un 56%.

Tabla 7.3 Niveles de Actividad y Participación de los Recursos en la Cuadrilla

PROCESO HORMIGONADO INICIAL				PROCESO HORMIGONADO MODIFICADO			
	Nivel Actividad Real (%)	Coeficiente Participación	Nivel Actividad Relativo (%)		Nivel Actividad Real (%)	Coeficiente Participación	Nivel Actividad Relativo (%)
Vibrador	73%	92%	67%	Vibrador	80%	85%	68%
Canoa	88%	77%	68%	Canoa	84%	76%	63%
Palero 1	18%	57%	10%	Palero 1	91%	80%	73%
Palero 2	61%	92%	56%	Palero 2	81%	78%	63%
Palero 3	29%	92%	26%	Palero 3	83%	85%	71%
Carpintero	13%	82%	10%	Carretillero 1	61%	80%	49%
Ay. Vibrador	31%	92%	29%	Carretillero 2	69%	78%	54%
Bobcat	30%	11%	3%	Carretillero 3	73%	80%	59%
Platachero 1	68%	100%	68%	Platachero 1	71%	100%	71%
Platachero 2	86%	100%	86%	Platachero 2	68%	100%	68%
				Volteo 1	73%	80%	59%

Tabla 7.4 Indicadores de Desempeño de Proceso de Hormigonado

PROCESO DE HORMIGONADO INICIAL

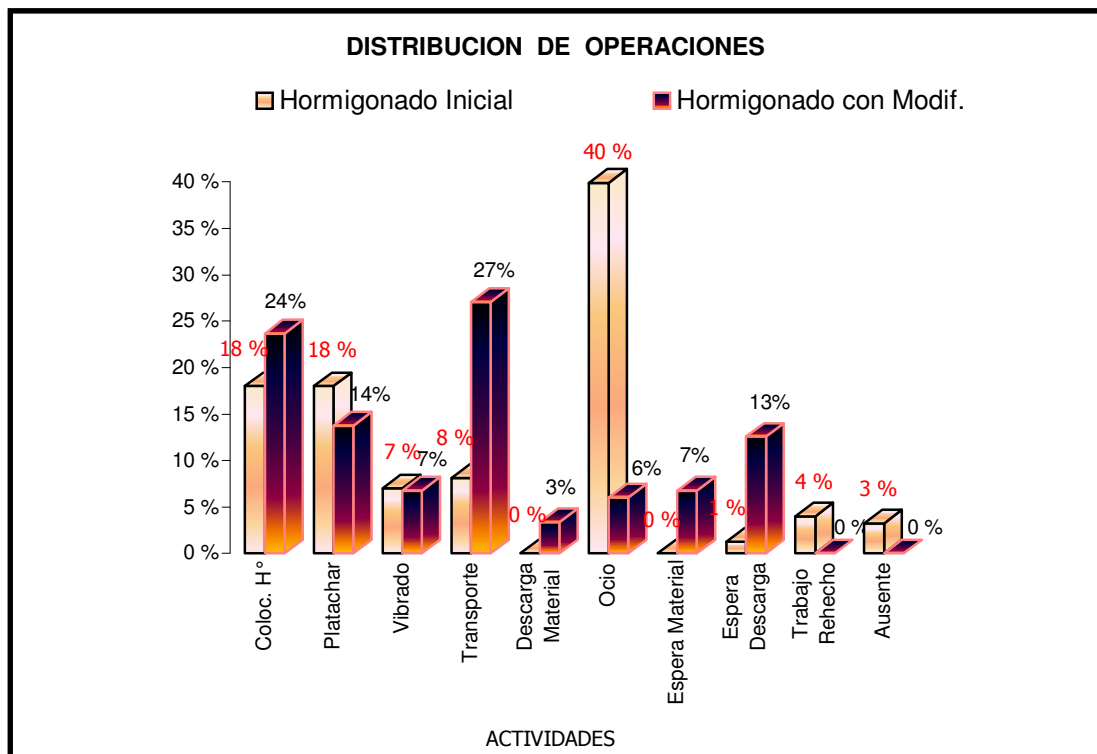
TIEMPO Hr	RECURSOS HH	AVANCE M3	RENDIMIENTO HH/M3	PRODUCT. M3/HH	VELOCIDAD M3/Hora	PERDIDA HH	TP	TC	TNC
1,42	12,78	7,0	1,83	0,55	4,93	6,26	43 %	8 %	49 %

PROCESO DE HORMIGONADO MEJORADO

TIEMPO Hr	RECURSOS HH	AVANCE M3	RENDIMIENTO HH/M3	PRODUCT. M3/HH	VELOCIDAD M3/Hora	PERDIDA HH	TP	TC	TNC
0,68	8,16	7,0	1,17	0,86	10,29	1,88	48 %	29 %	23 %

Aumento de Productividad = 56,4 %

Figura 7.10 Distribución de Operaciones. Proceso de Hormigonado



La técnica de la Carta de Balance es una de las más recomendadas para estructurar las relaciones entre los recursos componentes de las cuadrillas y especialmente para la mano de obra. Para ello se deben ejecutar de buena forma las observaciones, respetando las condiciones de su uso. Además, para que la herramienta tenga éxito, se debe realizar un adecuado estudio de los resultados, con el objetivo de realizar los planes de mejoramiento indicados.

Cabe destacar el hecho de que las cuadrillas comienzan a funcionar en estado de régimen cuando ya se ha avanzado demasiado en la obra. Aprovechando esta técnica de análisis en cada actividad, se podrá reducir el período de transición al estado de régimen, en tanto se preestablezcan las condiciones que favorecen la ritmicidad y funcionamiento óptimo de las cuadrillas.

7.6 Evaluación de Subcontratistas

Para la evaluación de los subcontratistas se eligieron en conjunto con la empresa 7 parámetros a evaluar:

- Calidad
- Plazo
- Supervisión
- Compromiso con la obra
- Seguridad e Higiene
- Procedimientos Administrativos
- PAC (% actividades completadas)

En las evaluaciones las realizaban los distintos estamentos jerárquicos de la obra, es decir, jefe de terreno, capataces, jefe de obra, experto de seguridad, administrativo y administrador de la obra.

La evaluación era simple y se representaba en forma esquemática con caritas de colores que representaban Bueno, Regular o Malo. Esta evaluación era pública para toda la obra lo cual ayudaba y contribuía a que los subcontratistas mejoraran continuamente.

En figura N° 7.11, se muestra ejemplo de panel de evaluación.

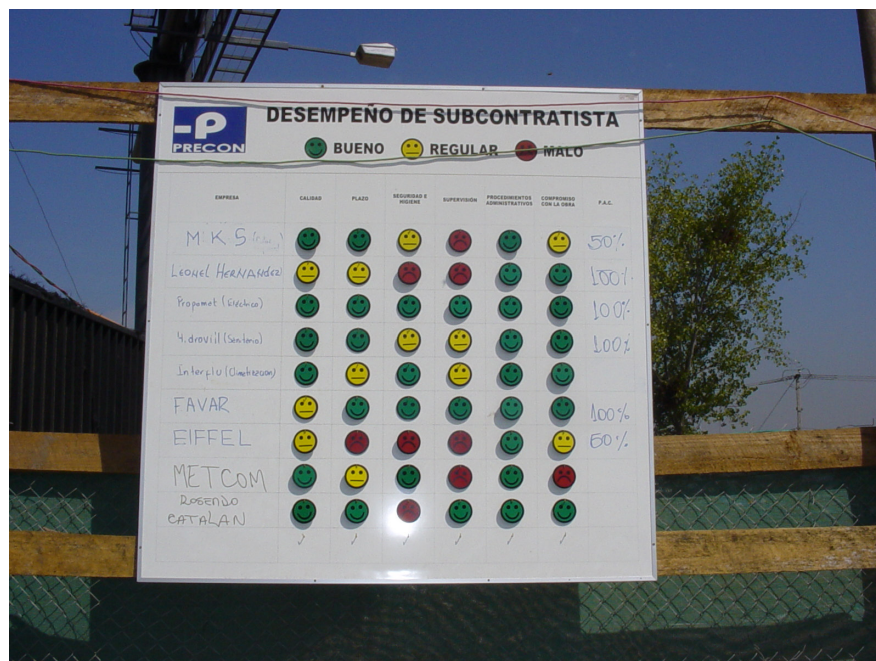


Figura N° 7.11 Panel de Evaluación Subcontratistas

7.6.1 Análisis

El resultado de la implementación de esta herramienta fue un gran éxito reduciendo de manera notable las causas de no conformidad, incorporando además, una serie de beneficios adicionales que se señalan a continuación:

- Aumento de Proactividad
- Permite llevar un registro Histórico
- Aumento de relación beneficio/costo
- Disminución de la incertidumbre en cuanto al desempeño del subcontratista
- Aumento de Control
- Disminución de Causas No Cumplimiento vinculadas a Subcontratos
- Permite tomar medidas de corrección a tiempo
- Inducir al Subcontrato en las nuevas estrategias de gestión

En figura N° 7.12, se muestra la evolución del desempeño de los subcontratistas, destacándose que en el tiempo se aprende de los errores pasados y logrando una calificación “Buena” a medida que transcurre el proyecto, por lo cual la aplicación de esta herramienta cumple con los objetivos propuestos iniciales.

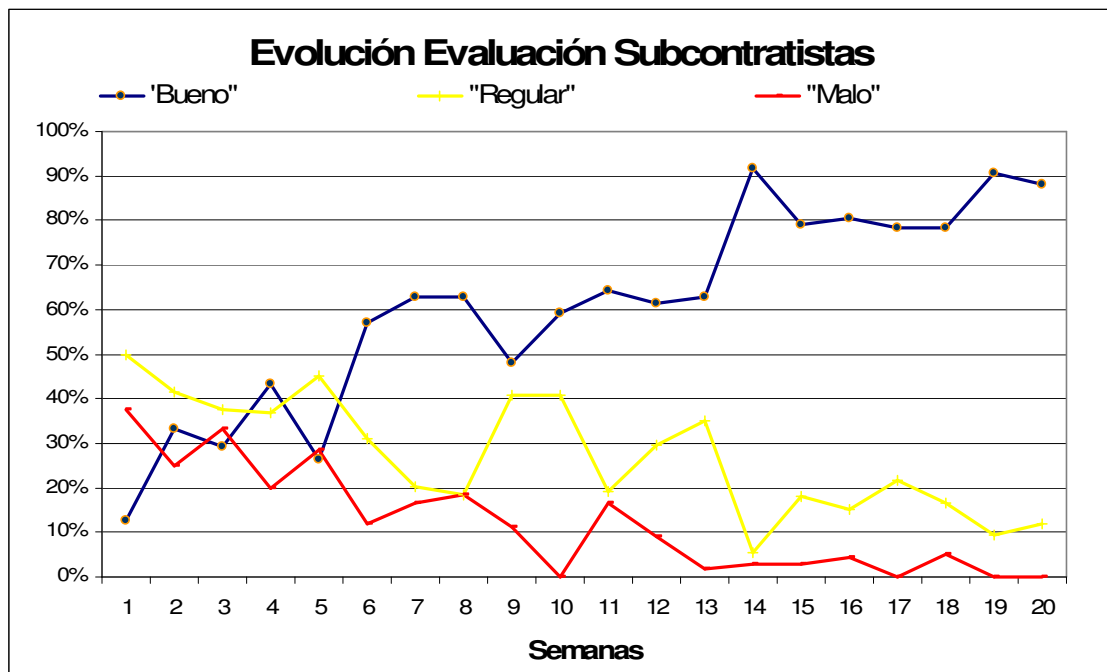


Figura N° 7.12 Evolución del Desempeño de Subcontratistas

CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO

El objetivo de este capítulo es presentar acciones para mejorar gradualmente y eliminar paulatinamente las pérdidas a la cual se ve enfrentada la administración del proyecto. De esta manera se contribuye a mejorar el desempeño del proyecto, pues se intenta mejorar la productividad de los procesos y la calidad del producto final.

8.1 Acciones de Mejoramiento

La metodología propuesta permitió detectar las pérdidas en los procesos como también permitió detectar que es posible mejorar la forma de enfrentar los problemas de calidad de los procesos.

A continuación se presentan diversas acciones a aplicar, para enfrentar el problema de las pérdidas y aumentar el nivel de productividad en los proyectos de construcción.

1. En primer lugar es necesario crear una organización compatible con la eliminación sistemática de las pérdidas. Para ello es necesario crear un comité de mejoramiento a cargo de las actividades relacionadas con la calidad y productividad en el proyecto. Debe ser representativo de todos los niveles jerárquicos y debe contar con los recursos necesarios, incluyendo personal capacitado y apoyo de los mandos altos del proyecto. Este comité debe definir sus funciones, autoridad y responsabilidad. Su primer objetivo es transmitir la importancia del mejoramiento de los procesos a toda la organización, poniendo énfasis en que se trata de una variable tan importante como los plazos.

Para esto el comité de mejoramiento debe definir, documentar y distribuir claramente las políticas y objetivos de mejoramiento a alcanzar en el proyecto, así como los procedimientos generales relacionados con el control y el aseguramiento de la calidad. Además, debe definir y establecer un adecuado sistema de comunicación entre los distintos niveles de la jerarquía de la organización, de manera de establecer comunicación vertical en ambos sentidos, pero también permitiendo la comunicación horizontal como una manera más efectiva en la toma de algunas decisiones. De esta manera se da un primer paso para incentivar la participación de todo el personal en la solución de los problemas relacionados con la calidad de los procesos y los productos terminados.

2. Para eliminar las pérdidas, se debe contar con un esfuerzo de mejoramiento estructurado, en el que este comprometido y se sienta responsable toda la

organización y en conjunto basados en su experiencia, capacidad y compromiso, se propongan ideas y a partir de éstas se tomen acciones de mejoramiento.

3. Estructurar claramente los procesos y actividades, definiendo cada uno de los pasos que los componen e identificando los puntos donde puede ejercerse el control, tratando que este sea preventivo y no de mera detección de defectos. Puede ser útil el uso de herramientas como el mapeo de procesos, que permite esquematizar todos los pasos de una actividad.
4. Conocer claramente los requerimientos de calidad para el producto de los procesos y actividades. Para ello es necesario definir los estándares de calidad del producto terminado y es necesario tener reuniones con los arquitectos y calculistas del proyecto. Los estándares de calidad también deben considerar los requerimientos de los clientes internos de los procesos. Para ello se necesita establecer relaciones del tipo cliente-proveedor, donde cada proceso comience con una actividad de control sobre las entradas necesarias para ejecutar los procesos. Estas entradas la componen, la información, los materiales, etc. y su control se ejerce en función de los estándares o especificaciones de entrada que norman los productos de los proveedores del proceso.
En el proceso propiamente tal se realiza la transformación de las entradas en el producto de salida. Este producto puede ser final o un insumo más para los procesos siguientes en la cadena productiva. Por esta razón se debe ejercer otra actividad de control al producto de salida, para verificar que se ajuste a lo solicitado. Ese control se hace en base a estándares o especificaciones de salida y se obtienen producto del diálogo entre el cliente y los responsables del proceso. La figura 8.1 esquematiza estas ideas.

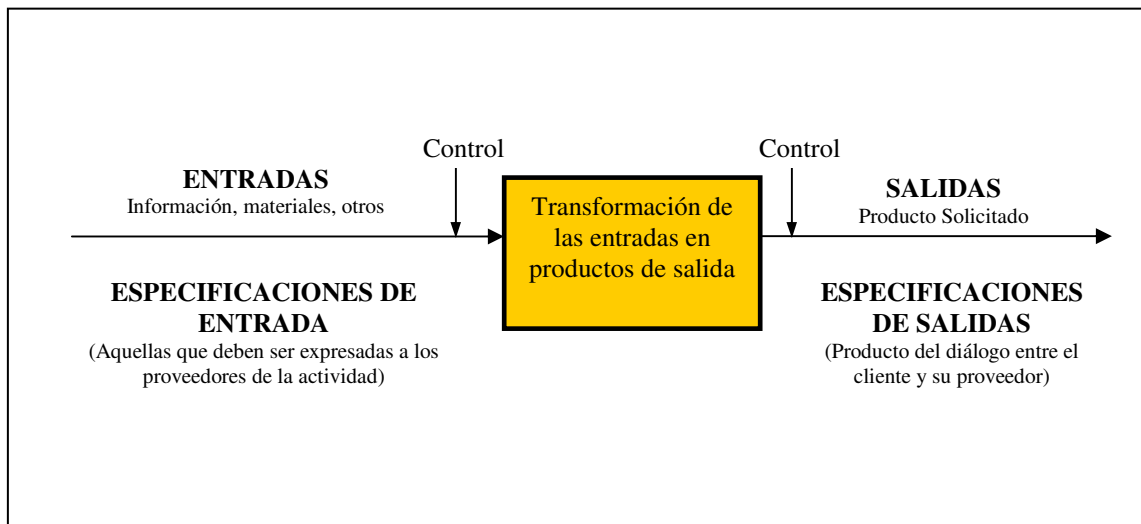


Figura 8.1 - Mecanismos de Relación Cliente - Proveedor

5. Crear procedimientos específicos para elaborar un plan de inspección y ensayo de la obra, el que define ¿qué?, ¿por qué?, ¿cómo?, ¿cuándo? y ¿quién? debe medir o controlar el cumplimiento de las especificaciones. Los procedimientos utilizados en los procesos de ejecución deben documentarse, de manera que en ellos se incluya las instrucciones del sistema de calidad que les correspondan a estos procesos, de acuerdo a los niveles de calidad que les exige el proyecto. Se deben documentar las medidas de control y de coordinación entre las secuencias que conforman los procesos de ejecución.
6. Es necesario llevar registro de las variaciones especiales, problemas, detenciones producidas en los procesos. Esto puede complementarse con herramientas de control estadístico que midan la variabilidad, busquen sus causas de raíz y creen el espacio donde pueda discutirse la forma de eliminar la desviación.
El registro sistemático es una fuente de información sobre el tiempo, la cantidad y tipo de recursos empleados en alcanzar los estándares de calidad especificados, así como de los costos asociados a rehacer o reparar los trabajos. El detalle por escrito del control ejercido sobre los procesos de ejecución, indicando incumplimiento y deficiencias, permite establecer las causas de los problemas que afectan la calidad de los procesos y así orientar las acciones de mejoramiento. El registro del control debe alcanzar hasta la etapa de post-venta, incluyendo los reclamos y sus causas. Esto puede obtenerse a través de una encuesta.
7. Para que el sistema de control presentado sea efectivo, se necesita mejorar el nivel de capacitación y motivación de los supervisores. En este sentido se debe implantar un programa de capacitación a capataces y jefes de obra, que aborde el problema de la baja productividad y el control de calidad de manera directa y práctica. Esto requiere establecer claramente cuales son las necesidades de capacitación y entrenamiento del personal en materias relacionadas. Se debe enfatizar la solución de problemas del trabajo en equipo, la comunicación y la relación interpersonal, así como el estudio de métodos estadísticos rudimentarios para medir tópicos relacionados a la calidad del proyecto.
Para realizar planes de capacitación se debe tener en cuenta lo siguiente:
 - La capacitación no sólo debe centrarse en los conceptos técnicos. También debe poner énfasis en el desarrollo del comportamiento humano del personal.
 - La administración y los mandos altos del proyecto deben participar activamente en la capacitación del personal.

- La capacitación impartida debe ser específica a las funciones que desarrolla el personal capacitado. Las materias tratadas y los ejemplos entregados deben ser relevantes para ese particular tipo de trabajo.
 - El seguimiento del esfuerzo de capacitación es un requisito fundamental para su éxito. Este seguimiento debe estar incluido en el plan de capacitación y en los requerimientos del trabajo de cada individuo.
 - La administración del proyecto debe demostrar su compromiso con el esfuerzo en capacitación a través de la participación y el soporte constante.
 - Los esfuerzos de capacitación no deben disminuir durante una situación de crisis.
 - Los métodos y técnicas de trabajos desarrolladas durante las sesiones de capacitación deben ser implementadas y probadas lo más pronto posible.
 - El esfuerzo de capacitación debe seguir un plan específico, y su implementación y efectividad debe ser desarrollada cuidadosamente. Debe iniciarse en grupos pilotos de personas, de tamaño reducido y elegidos cuidadosamente por el grupo planificador del programa de capacitación. Lo aprendido con los grupos pilotos puede luego ser aplicado con seguridad al resto del personal.
8. Se debe poner énfasis en hacer transparentes a toda la organización los procesos productivos que se desarrollan en el proyecto, de manera que se comprenda globalmente qué y porque debe controlarse. Algunas maneras para hacer transparentes los procesos son hacerlos directamente observables a través de medios físicos, realizando mediciones y publicando los resultados en lugares visibles, etc.
 9. Fomentar la responsabilidad y compromiso de cada uno de los miembros de la organización en alcanzar los objetivos requeridos, lo que sin duda representa un cambio en la actitud tradicional del personal común de la construcción.
 10. Se debe poner énfasis en evaluar y calificar al personal externo (subcontratos), de manera de no comprometer la productividad y calidad de los trabajos a realizar.
 11. Se debe evaluar a los proveedores del proyecto. La calidad de los procesos y del producto terminado depende en gran medida de la calidad de los materiales empleados y de que estos lleguen en la cantidad y en el momento preciso y a un precio conveniente para las dos partes. Para ello, el contratista debe establecer estándares y normas a los materiales, para lo cual el proveedor debe certificar que

los productos que entrega cumplen con estos requisitos. Para alcanzar esta situación, se recomienda establecer relaciones de largo plazo con pocos proveedores, para así llevar un trabajo más coordinado, en un clima de cooperación y confianza mutua.

12. La creación de estructuras organizacionales comprometidas, que fomenten la comunicación, el trabajo equipo y la capacitación, es una gran fuente de motivación para el personal. Algunas medidas de motivación complementarias en van desde el simple reconocimiento a la posibilidad que los mandos medios del proyecto puedan desarrollar una carrera en la empresa.
13. Paralelamente, se recomienda la creación de mecanismos de incentivo monetario por calidad en las obras, que no descuiden la productividad de las mismas. Estos incentivos podrían ser incorporados en los tratos como un bono adicional si se obtienen los niveles de calidad requeridos por las especificaciones. De esta manera puede disminuirse el efecto del descuido de la mano de obra, la falta de autocontrol de las cuadrillas y mal comportamiento de los subcontratos, todas causas importantes de los niveles de trabajo rehecho y reparaciones.
14. Se recomienda mejorar la programación de las obras para lo cual es necesario conocer todos los pasos que forman una actividad, para poder programarla evitando descoordinaciones, pérdida de continuidad operacional, esperas, trabajos rehechos, tiempo ocioso de la mano de obra, etc.
15. Finalmente, intercambiar los logros entre los distintos proyectos de una empresa. Esta recomendación está dirigida a intercambiar la experiencia durante la ejecución de los proyectos, para mejorar la competitividad de la empresa y reducir además, la competitividad interna entre los administradores de proyectos de una misma empresa. Una acción posible para este objeto es la organización de seminarios o reuniones ampliadas de trabajo donde se expongan los logros y fracasos de cada uno de los proyectos y se intercambien experiencias en el desarrollo de mejoramiento. También se puede editar un informativo de la empresa donde se comuniquen todas las actividades de la organización, nuevas técnicas y herramientas, y las características de los procesos antes y después de las mejoras.

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES

Hoy en día, la industria de la Construcción se ha visto sometida, en los últimos años a fuertes presiones para mejorar su desempeño. Las nuevas condiciones de competitividad, la complejidad de los proyectos y los menores plazos de construcción, hacen imprescindibles una modernización de la industria de la construcción y el mejoramiento del desempeño, para lo cual se requiere de cambios en la forma de gestionar los proyectos de construcción, adoptando nuevas metodologías que ayude a eliminar aquellas actividades que no agregan valor a los procesos y al producto final.

Basándose en los conceptos de Producción Lean, este proyecto de investigación se planteó como objetivo principal estudiar el problema de aquellas actividades que no agregan valor, para lo cual se desarrolló una metodología, a través de encuestas, entrevistas con profesionales del área y la aplicación de distintas herramientas de identificación de pérdidas, permitiendo a la industria y a las empresas en particular conocer, cuantificar y mejorar sistemáticamente su estado frente a este problema.

Al aplicar la metodología es posible identificar y clasificar los principales tipos, causas y frecuencia de pérdidas en una empresa y en un proyecto específico de construcción. Además, permite que la productividad y la calidad puedan ser incrementadas simultáneamente mediante la detección y la reducción de actividades que no agregan valor al producto y que esto se logre involucrando activamente al personal ejecutor en la detección y mejoramiento de los problemas.

Esta metodología permite actuar de manera rápida, frente a las oportunidades de mejoramiento encontradas, tomando las acciones necesarias para reducir o eliminar la participación de las pérdidas más frecuentes e importantes.

La metodología propuesta también permite detectar, y afrontar de mejor forma los problemas de calidad de los procesos. En efecto, el análisis y medición de los procesos refleja los problemas respecto a la calidad, permitiendo tomar acciones correctivas y preventivas a futuro. Para esto es vital contar con un procedimiento de mejoramiento de la calidad estructurado, en el que esté comprometido y se sienta responsable toda la organización y que, por lo tanto, aumente las probabilidades de proponer iguales o mejores acciones de mejoramiento.

A mi juicio, al aplicar la metodología en el proyecto de construcción, se apreció la falta de procedimientos e instructivos de trabajo, la inexistencia de una política clara y definida para enfrentar los problemas de calidad, el poco involucramiento de la organización sobre todo de los mandos medios y obreros en mejoramiento los procesos, la inexistencia de un control sistemático de los trabajos en terreno, la mala y escasa supervisión de los procesos desaprovechándose el potencial de prevención, la falta de

competencia laboral de los supervisores directos de las obras, funciones poco claras con niveles de autoridad y responsabilidad mal definidos, la mala capacitación de la mano de obra que explica gran parte de los problemas de trabajo rehecho y reparaciones, la falta de cultura de medición para compararse el nivel de desempeño de cada proceso.

Esta investigación, entrega una herramienta a la administración del proyecto para mejorar su capacidad de ejecución y de gestionar los recursos humanos, físicos y materiales, en la búsqueda de mejorar los procesos productivos

La metodología propuesta integra herramientas eficaces y efectivas para el mejoramiento de procesos productivos en proyectos de construcción presentando las siguientes ventajas:

- Permite mejora de productividad mediante la adopción de mejores métodos de trabajo, eliminando las actividades que no agregan valor, reduciendo las esperas innecesarias, las demoras previsibles y el uso adecuado de los recursos. Ayuda a superar la creencia que la única manera de reducir costos es mediante la fabricación de elementos en serie.
- Permite mejorar la calidad, por el uso eficiente de los recursos y la integración del personal operacional en el trabajo realizado. Fomenta el análisis crítico y causal para la identificación de problemas y el planteamiento de soluciones.
- Favorece la gestión del cuadro responsable del proyecto, desde el administrador del proyecto hasta jefes de obra y capataces, proporcionando indicadores del desempeño como un elemento que permite determinar el desarrollo de los parámetros de productividad y, calidad seleccionados y la toma de decisiones para su acción correctiva.
- Identifica la existencia de pérdidas en construcción cuando éstas no son evidentes dentro de la actividad constructiva. Desarrolla y fortalece una capacidad de autocritica del trabajo realizado.
- Provee de una herramienta que permite la toma de acciones correctivas tan pronto como se identifica variaciones de los estándares establecidos y como una medida preventiva para el futuro.
- Fomenta la participación de equipos interdisciplinarios para la ejecución de un mismo proceso.

- Rescata nuevos elementos de medición del desempeño para su aplicación en los procesos productivos y administrativos de la gestión de proyectos, posibilitando el seguimiento y autocontrol del trabajo realizado.
- Transmite a todo el grupo de trabajo el concepto de pérdida y valor de las actividades, los cuales no siempre están claros al analizar las labores cotidianas.
- Permite identificar y clasificar las pérdidas que afectan a un proyecto.
- Permite identificar y clasificar las causas de pérdidas presentes en el proyecto.
- Permite comparar la situación actual del proyecto con los problemas potenciales que podrían afectar a un proyecto típico de construcción.
- Permite identificar las prioridades de mejoramiento, centrando los esfuerzos en los problemas con mayor potencial de reducción de pérdidas.
- Analiza en detalle y con mayor objetividad las pérdidas más frecuentes e importantes.
- Entrega un espacio de discusión donde pueden obtenerse acciones destinadas a reducir la presencia de las pérdidas más frecuentes e importantes.
- Crea mecanismos de comunicación en ambas direcciones entre los niveles jerárquicos.
- Motiva a gran parte del personal a participar del proceso de mejoramiento y analizar críticamente su labor y la de los demás.
- Incorpora el Mejoramiento Continuo de los procesos.
- Tiene un carácter general, por lo que puede ser aplicada en todo tipo de proyectos. Es barata y fácil de administrar. La mayoría de la información requerida se obtiene rápidamente.
- Es una herramienta aplicable en el sector de la construcción y son simples y baratas.

Las principales desventajas de la metodología son:

- La reticencia de algunos profesionales a dar validez a los resultados obtenidos mediante las percepciones de los participantes en el proyecto. La subjetividad de esos datos los motiva a pensar que están alejados de la realidad.
- Efectivamente existe un sesgo en los resultados, pues estos se basan en percepciones, pero es más probable que estos estén cerca y no lejos de la realidad. Lo contrario sería desconfiar en demasía de la capacidad, experiencia y agudeza de los profesionales, así como de la experiencia de los jefes de obra y capataces. Conocer las percepciones del personal es algo muy valioso en sí, pues la mayoría de las decisiones que se toman en los distintos niveles de la estructura, están influenciados justamente por esas percepciones, independientemente de si son erradas o no.

Como recomendación para el mejoramiento de la productividad y la calidad de los procesos de construcción es necesario mejorar la eficiencia y efectividad de las actividades realizadas por el personal operacional y que forman parte del proceso constructivo, mejorando el uso de los principales recursos del proyecto con la participación activa de los trabajadores y el apoyo de la dirección del proyecto.

También, es recomendable definir e implantar un programa de mejoramiento de los procesos ya que puede traer una serie de beneficios, entre estos se cuentan mejoras en el nivel técnico del personal ejecutor, lo que impacta en la calidad final del producto o elemento realizado; mejoras en el nivel comunicacional, facilitando la gestión del personal y, la realización de las actividades necesarias del proyecto; mejoras en el nivel de vida en el trabajo, a través de las mejoras en las condiciones en el trabajo durante la realización de las actividades, y mejoras en la satisfacción laboral por medio de una mayor participación de los trabajadores en la búsqueda de soluciones para realizar el trabajo de forma mas eficiente y de mejor calidad.

Los principios de mejoramiento, conceptos y herramientas entregados y desarrollado en esta metodología, pueden ser aplicados sin dificultad y a bajo costo en cualquier empresa, identificando y eliminando las actividades que no agregan valor o pérdidas que se producen en los procesos productivos, mejorando la gestión de los proyectos, obteniendo amplias oportunidades de mejoramiento y poder consolidar una ventaja competitiva en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón Cárdenas, Luis. Lean Construction. Rotterdam, Balkema Publishing, 1997. 497p.

_____ Seminario Nuevos Enfoques de Gestión de Producción. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001.

_____ Diagnóstico, Evaluación y Mejoramiento del Proceso de Planificación de Proyectos. Revista Ingeniería de Construcción (16): 36-50, 1997.

_____ Experiencias en el Estudio de la Productividad en la Construcción. Revista Ingeniería de Construcción (6): 79-100, 1989.

_____ Mejoramiento de la Gestión en Empresas Constructoras. Revista BIT 8 (21): 56-57, 2001.

Alexander Servat, Alberto. Aplicación de ISO 9000 y Cómo Implementarlo. México, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. 189p.

Arraigada S., Gustavo. Administración Integral de Proyectos. Santiago, Ediciones del Colegio de Ingenieros de Chile, 1988. 674p.

Ballard, Glen. Seminario de Construcción sin Pérdidas. Santiago, Cámara Chilena de la Construcción, 2001.

Cámara Chilena de la Construcción. Indicadores Sector de la Construcción. Santiago, División de Estudios Económicos Cámara Chilena de la Construcción, 2002. 10p.

Carlos Ruiz. Metodología de Gestión para Problemas de Calidad en Obras de Construcción. Revista BIT 8 (21): 6-10, 2001.

CDT. Certificación de Calidad. Revista BIT 8 (23): 6-10, 2001.

Ishikawa, Kaoru. ¿Qué es el Control de Calidad?. Barcelona, Editorial Asian Productivity Organización, 1986. 209p.

Koskela, Lauri. Application of the New Production Philosophy to Construction. Stanford, Departamento de Ingeniería de la Universidad de Stanford, 1992. 75p.

Oglesby Clarkson, Parker Henry y Howell Gregory. Productivity Improvement in Construction. New York, McGraw-Hill, 1989. 588p.

OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. Ginebra, Organización Internacional del Trabajo, 1996. 522p.

Pontificia Universidad Católica de Chile. Diplomado en Gestión y Aseguramiento de la Calidad. Santiago, 2002.

Serpell Bley, Alfredo. Gestión Productiva en la Construcción. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1992. 244p.

_____ Administración de Operaciones de Construcción. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1993. 292p.

_____ y Alarcón Cárdenas, Luis. Planificación y Control de Proyectos. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 2000. 264p

Shingo, Shingeo. A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Cambridge, Editorial Cambridge Mass, 1989. 257p.

SPG. Productividad en la Industria de la Construcción Chilena. Revista BIT 8 (23): 30-33, 2001.

Womack, James. The Machine that Changed the World. Rochester, Editorial Harper Collins, 1991. 336p.

ANEXOS

ANEXO A

ENCUESTA DE FRECUENCIA DE PÉRDIDAS

Encuesta de Frecuencia de Pérdidas

I. En las siguientes tablas se muestran un listado de distintos tipos de pérdidas.

Indique, según su percepción cuales son las 10 pérdidas más frecuentes en un proyecto típico de construcción.

		Más Frecuentes
1	Trabajo sin hacer	
2	Rehacer Trabajo	
3	Trabajo Innecesario	
4	Detenciones	
5	Pérdida de Materiales	
6	Deterioro de Materiales	
7	Movimiento Innecesario de Personal	
8	Movimiento Innecesario de Materiales	
9	Exceso de Vigilancia	
10	Supervisión Extra	
11	Requerimientos excesivos de espacio	
12	Retraso de Actividades	
13	Procesamiento Extra	
14	Necesidad de Aclaraciones	
15	Desgaste anormal de equipos	
16	Tiempo Ocioso de M.O.	
17	Accidentes	
18	Trabajo Innecesario o Inventado	
19	Consumo Excesivo de Materiales	
20	Personal Extra o Sobre Dotación	
21	Papeleo Extra	

		Más Frecuentes
22	Necesidad de Aseo y Orden Extra	
23	Aclaraciones	
24	Información Extra	
25	Pérdida de Horas Máquinas	
26	Pérdida de Habilidad en la Mano de Obra	
27	Reparaciones	
28	Robo de Materiales	
29	Daño en los Equipos de Transporte	
30	Manipulación Excesiva de Materiales	
31	Reparación de Materiales	
32	Exceso de Inventarios	
33	Errores en el Transporte de Materiales	
34	Pérdida de Continuidad Operacional	
35	Subutilización de la Mano de Obra	
36	Operaciones Lentas	
37	Variailidad en los Resultados	
38	Material Sobrante	
39	Uso de Material Distinto al Especificado	
40	Entregas Sobredimensionadas	
41	Pérdida de Flexibilidad o Adaptación	

ANEXO B

ENCUESTA DE FRECUENCIA DE LAS CAUSAS DE PÉRDIDAS

Encuesta de Frecuencia de las Causas de Pérdidas

II. Clasifique según su frecuencia las siguientes Fuentes de Pérdidas

		Frecuente	Ocasional	Rara Vez	Nunca
a) Problemas de Planificación					
1	Mala Programación				
2	Mala Cubicación				
3	Mala Topografía				
4	Planificación de Partidas muy grandes				
5	Mal Diseño de Instalación de Faenas				
6	Mal Diseño de áreas de Trabajo				
7	Tamaño de las Cuadrillas muy Numeroso				
8	Exceso de Personal				
9	Descoordinación entre cuadrillas				
10	Descoordinación de Procesos				
11	Mala Secuencia de Trabajos				
12	Inexistencia de Cuadrillas especiales de Transporte				
13	Malos Programas de Abastecimiento				
14	No uso de la Experiencia Anterior				
15	Dificultad en el Acceso a la Obra				
16	Falta de Producción Seriada				
17	Falta de Prefabricación				
18	Reasignación de la M.O. de tarea en tarea				

b) Problemas de Control					
19	Mal Sistema de Control				
20	Exceso de Control en la Producción				
21	Falta de Control en la Producción				
22	Falta de Control de la Bodega				
23	Rutas y veredas poco claras				
24	Sobre Producción				
25	Sobre Excavación				
26	Mala Limpieza y Orden del Área de Trabajo				
27	Falta de Autocontrol de la Mano de Obra				

c) Problemas de Organización

28	Funciones Poco Claras				
29	Muchos Niveles Jerárquicos				
30	Autoridad y Responsabilidad Mal Definida				
31	Mal Comportamiento de Subcontratistas				
32	Mal Comportamiento de la Inspección				
33	Malos Canales de Comunicación				
34	Falta de Comunicación				

d) Problemas de Burocracia

35	Papeleo Excesivo				
36	Demora Excesiva en Resolver Problemas				
37	Mal apoyo de Tecnología				
38	Procedimientos Extensos y Engorrosos				
39	Trámite en Diferentes Lugares				

e) Problemas de Equipos

40	Inexistencia de Paños de Herramientas				
41	Falta de Equipos y Herramientas				
42	Medio de Transporte mal diseñado				
43	El equipo hace entregas sobredimensionadas				
44	Equipo permanentemente en Uso				
45	Equipo Dañado				
46	El equipo trabaja a Sub Capacidad				
47	Mal uso de Equipos y Herramientas				
48	Equipo Provoca Daños				
49	Mala Calidad del equipo				
50	Tecnología Inadecuada				
51	Equipo Obsoleto				
52	Falta Estandarización del equipo				
53	Mucha Variedad de Repuestos				

f) Problemas de la Mano de Obra

54	Descuido de la Mano de Obra en la Producción				
55	Ausentismo				
56	Atrasos				
57	Accidentes por Acciones Inseguras				
58	Sacar la Vuelta				
59	Alcohol y Drogas				
60	Hora del día, Día de la Semana				

g) Problemas de Capacitación

61	Mala Capacitación de la Mano de Obra				
62	Poca disponibilidad de Mano de Obra Capacitada				
63	Poco entendimiento de los Procesos				
64	Mala capacitación de los Supervisores				
65	Inexistencia de Programas de Seguridad				
66	Mala certificación de la Mano de Obra				
67	Falta de especialización de la Mano de Obra				
68	Diferencias de Rendimientos				
69	Bajo Nivel del Bodeguero				
70	Resistencias a Nuevas Tecnologías				
71	Formación Académica de los Profesionales				

h) Problemas de Información

72	Carencia de Sistema de Información Dinámico				
73	Falta de Información				
74	Información Defectuosas				
75	Información Atrasada				
76	Información Poco Clara				
77	Necesidad de Aclaraciones				
78	Demora excesiva en enviar o recibir información				

i) Problemas de Motivación de la Mano de Obra

79	Alta Rotación				
80	Fatiga de la Mano de Obra				
81	Medición y Observación constante de la Mano de Obra				
82	Poco liderazgo de los Capataces				
83	Poco respeto por la Mano de Obra				
84	Insignificancia de la Mano de Obra ante el proyecto				
85	Desconocimiento de Recursos Humanos				
86	Malas Condiciones Laborales				
87	Sobretiempo, Horas Extras				
88	Remuneraciones Desiguales				
89	Falta de Reconocimiento				
90	Mala Remuneración				
91	Nula Perspectiva de Carrera en la Empresa				

j) Problemas de Diseño

92	Problemas de Comunicación entre Diseño y Construcción				
93	Mal suministro de Especificaciones y Planos				
94	Poca estandarización de Especificaciones				
95	Descoordinación en la Revisión de Planos				
96	Mala Interpretación del Diseño				
97	Cambios, Errores y Omisiones en el diseño				
98	Diseño Complejo				
99	Poca Constructibilidad				

k) Problemas del Mercado

100	Escasa capacidad del mercado para enfrentar Crecimiento				
101	Ineficiencia del Mercado de Proveedores				
102	Descuentos por Tamaño del Pedido				
103	Materiales difíciles de obtener				
104	Incertidumbre				
105	Proveedores Distantes				
106	Grandes lapsos entre pedido y entrega				
107	Poca disponibilidad de Recursos				
108	Sobre Compra				
109	Precio de la Tecnología				

l) Problemas del Tipo de Proyecto

110	Huelgas				
111	Permisos Municipales				
112	Juicios				
113	Normas de Construcción				
114	Comportamiento de los Subcontratistas				
115	Disponibilidad de Mano de Obra				
116	Comportamiento de la Inspección				
117	Limitaciones del Terreno				
118	No existe la instancia para capacitar				
119	Interrucciones No Controladas				
120	Cambios en las regulaciones				
121	Coordinación entre participantes del proyecto				
122	Problemas de Financiamiento				

m) Problemas de la Naturaleza

123	Clima Adverso				
124	Condiciones de Suelo Inesperadas				
125	Ecología e Impacto Ambiental				
126	Difícil Acceso a la Obra				

ANEXO C

RESULTADOS DE ENCUESTA DE FRECUENCIA DE PÉRDIDAS

Resultados de Encuesta de Frecuencia de Pérdidas

- I. En las siguientes tablas se muestran un listado de distintos tipos de pérdidas.
Indique, según su percepción cuales son las 10 pérdidas más frecuentes en un proyecto típico de construcción.

		Frecuente N°	Frecuente %	Frecuencia Absoluta	Frecuente Acumulada
13	Retraso de Actividades	95	86%	8,6	8,6
17	Tiempo Ocioso de M.O.	95	86%	8,6	17,3
2	Rehacer Trabajo	90	82%	8,2	25,5
5	Detenciones	65	59%	5,9	31,4
6	Pérdida de Materiales	65	59%	5,9	37,3
1	Trabajo sin hacer	60	55%	5,5	42,7
15	Necesidad de Aclaraciones	60	55%	5,5	48,2
7	Deterioro de Materiales	45	41%	4,1	52,3
44	Operaciones Lentas	45	41%	4,1	56,4
8	Movimiento Innecesario de Personal	40	36%	3,6	60,0
25	Aclaraciones	40	36%	3,6	63,6
9	Movimiento Innecesario de Materiales	35	32%	3,2	66,8
21	Personal Extra o Sobre Dotación	35	32%	3,2	70,0
30	Reparaciones	35	32%	3,2	73,2
19	Trabajo Innecesario o Inventado	30	27%	2,7	75,9
20	Consumo Excesivo de Materiales	30	27%	2,7	78,6
16	Desgaste anormal de equipos	25	23%	2,3	80,9
33	Robo de Materiales	25	23%	2,3	83,2
3	Trabajo Innecesario	20	18%	1,8	85,0
23	Papeleo Extra	20	18%	1,8	86,8
42	Pérdida de Continuidad Operacional	20	18%	1,8	88,6
26	Información Extra	15	14%	1,4	90,0
28	Pérdida de Horas Máquinas	15	14%	1,4	91,4
35	Manipulación Excesiva de Materiales	15	14%	1,4	92,7
39	Errores en el Transporte de Materiales	15	14%	1,4	94,1
11	Supervisión Extra	10	9%	0,9	95,0
14	Procesamiento Extra	10	9%	0,9	95,9
18	Accidentes	10	9%	0,9	96,8
10	Exceso de Vigilancia	5	5%	0,5	97,3
24	Necesidad de Aseo y Orden Extra	5	5%	0,5	97,7
29	Pérdida de Habilidad en la Mano de Obra	5	5%	0,5	98,2
34	Daño en los Equipos de Transporte	5	5%	0,5	98,6
36	Reparación de Materiales	5	5%	0,5	99,1
38	Exceso de Inventarios	5	5%	0,5	99,5
43	Subutilización de la Mano de Obra	5	5%	0,5	100,0
12	Requerimientos excesivos de espacio	0	0%	-	100,0
45	Varialidad en los Resultados	0	0%	-	100,0
46	Material Sobrante	0	0%	-	100,0
47	Uso de Material Distinto al Especificado	0	0%	-	100,0
48	Entregas Sobredimensionadas	0	0%	-	100,0
49	Pérdida de Flexibilidad o Adaptación	0	0%	-	100,0

ANEXO D

RESULTADOS DE ENCUESTA DE FRECUENCIA DE LAS CAUSAS DE PÉRDIDAS

Resultados de Encuesta de Frecuencia de las Causas de Pérdidas

II. Clasifique según su frecuencia las siguientes Fuentes de Pérdidas

		TOTAL							
		Frecuente		Ocasional		Rara Vez		Nunca	
a) Problemas de Planificación									
1	Mala Programación	14	64%	7	32%	1	5%	0	0%
2	Mala Cubicación	1	5%	5	23%	15	68%	1	5%
3	Mala Topografía	0	0%	1	5%	18	82%	3	14%
4	Planificación de Partidas muy grandes	0	0%	7	32%	13	59%	2	9%
5	Mal Diseño de Instalación de Faenas	2	9%	8	36%	11	50%	1	5%
6	Mal Diseño de áreas de Trabajo	1	5%	7	32%	8	36%	6	27%
7	Tamaño de las Cuadrillas muy Numeroso	15	68%	5	23%	2	9%	0	0%
8	Exceso de Personal	9	41%	9	41%	4	18%	0	0%
9	Descoordinación entre cuadrillas	4	18%	12	55%	4	18%	2	9%
10	Descoordinación de Procesos	3	14%	8	36%	8	36%	3	14%
11	Mala Secuencia de Trabajos	3	14%	14	64%	0	0%	5	23%
12	Inexistencia de Cuadrillas especiales de Transporte	7	32%	6	27%	3	14%	6	27%
13	Malos Programas de Abastecimiento	14	64%	7	32%	1	5%	0	0%
14	No uso de la Experiencia Anterior	0	0%	3	14%	10	45%	9	41%
15	Dificultad en el Acceso a la Obra	0	0%	1	5%	13	59%	8	36%
16	Falta de Producción Seriada	10	45%	10	45%	2	9%	0	0%
17	Falta de Prefabricación	14	64%	8	36%	0	0%	0	0%
18	Reasignación de la M.O. de tarea en tarea	7	32%	11	50%	4	18%	0	0%
b) Problemas de Control									
19	Mal Sistema de Control	12	55%	8	36%	2	9%	0	0%
20	Exceso de Control en la Producción	0	0%	4	18%	12	55%	6	27%
21	Falta de Control en la Producción	5	23%	14	64%	1	5%	2	9%
22	Falta de Control de la Bodega	6	27%	13	59%	3	14%	0	0%
23	Rutas y veredas poco claras	0	0%	4	18%	18	82%	0	0%
24	Sobre Producción	0	0%	0	0%	15	68%	7	32%
25	Sobre Excavación	6	27%	4	18%	8	36%	4	18%
26	Mala Limpieza y Orden del Área de Trabajo	0	0%	10	45%	12	55%	0	0%
27	Falta de Autocontrol de la Mano de Obra	20	91%	2	9%	0	0%	0	0%
c) Problemas de Organización									
28	Funciones Poco Claras	4	18%	12	55%	6	27%	0	0%
29	Muchos Niveles Jerárquicos	3	14%	11	50%	5	23%	3	14%
30	Autoridad y Responsabilidad Mal Definida	8	36%	13	59%	1	5%	0	0%
31	Mal Comportamiento de Subcontratistas	4	18%	14	64%	4	18%	0	0%
32	Mal Comportamiento de la Inspección	4	18%	4	18%	14	64%	0	0%
33	Malos Canales de Comunicación	12	55%	8	36%	2	9%	0	0%
34	Falta de Comunicación	12	55%	7	32%	3	14%	0	0%

d) Problemas de Burocracia

35	Papeleo Excesivo	8	36%	10	45%	2	9%	2	9%
36	Demora Excesivo en Resolver Problemas	9	41%	9	41%	4	18%	0	0%
37	Mal apoyo de Tecnología	1	5%	18	82%	3	14%	0	0%
38	Procedimientos Extensos y Engorrosos	3	14%	4	18%	13	59%	2	9%
39	Trámite en Diferentes Lugares	4	18%	0	0%	10	45%	8	36%

e) Problemas de Equipos

40	Inexistencia de Paños de Herramientas	6	27%	3	14%	3	14%	10	45%
41	Falta de Equipos y Herramientas	6	27%	13	59%	3	14%	0	0%
42	Medio de Transporte mal diseñado	0	0%	14	64%	1	5%	7	32%
43	El equipo hace entregas sobredimensionadas	0	0%	3	14%	15	68%	4	18%
44	Equipo permanentemente en Uso	0	0%	8	36%	10	45%	4	18%
45	Equipo Dañado	9	41%	9	41%	4	18%	0	0%
46	El equipo trabaja a Sub Capacidad	4	18%	7	32%	11	50%	0	0%
47	Mal uso de Equipos y Herramientas	9	41%	9	41%	2	9%	2	9%
48	Equipo Provoca Daños	4	18%	11	50%	5	23%	2	9%
49	Mala Calidad del equipo	5	23%	12	55%	4	18%	1	5%
50	Tecnología Inadecuada	0	0%	13	59%	4	18%	5	23%
51	Equipo Obsoleto	8	36%	7	32%	6	27%	1	5%
52	Falta Estandarización del equipo	7	32%	9	41%	2	9%	4	18%
53	Mucha Variedad de Repuestos	0	0%	0	0%	9	41%	13	59%

f) Problemas de la Mano de Obra

54	Descuido de la Mano de Obra en la Producción	13	59%	9	41%	0	0%	0	0%
55	Ausentismo	3	14%	9	41%	9	41%	1	5%
56	Atrasos	1	5%	10	45%	11	50%	0	0%
57	Accidentes por Acciones Inseguras	6	27%	7	32%	8	36%	1	5%
58	Sacar la Vuelta	17	77%	5	23%	0	0%	0	0%
59	Alcohol y Drogas	0	0%	3	14%	16	73%	3	14%
60	Hora del día, Día de la Semana	0	0%	7	32%	11	50%	4	18%

g) Problemas de Capacitación

61	Mala Capacitación de la Mano de Obra	6	27%	11	50%	5	23%	0	0%
62	Poca disponibilidad de Mano de Obra Capacitada	10	45%	5	23%	3	14%	4	18%
63	Poco entendimiento de los Procesos	5	23%	5	23%	12	55%	0	0%
64	Mala capacitación de los Supervisores	20	91%	2	9%	0	0%	0	0%
65	Inexistencia de Programas de Seguridad	0	0%	0	0%	2	9%	20	91%
66	Mala certificación de la Mano de Obra	7	32%	13	59%	2	9%	0	0%
67	Falta de especialización de la Mano de Obra	16	73%	6	27%	0	0%	0	0%
68	Diferencias de Rendimientos	2	9%	16	73%	4	18%	0	0%
69	Bajo Nivel del Bodeguero	7	32%	5	23%	9	41%	1	5%
70	Resistencias a Nuevas Tecnologías	5	23%	11	50%	5	23%	1	5%
71	Formación Académica de los Profesionales	0	0%	3	14%	12	55%	7	32%

h) Problemas de Información

72	Carencia de Sistema de Información Dinámico	13	59%	9	41%	0	0%	0	0%
73	Falta de Información	12	55%	7	32%	3	14%	0	0%
74	Información Defectuosa	10	45%	9	41%	3	14%	0	0%
75	Información Atrasada	15	68%	6	27%	1	5%	0	0%
76	Información Poco Clara	8	36%	11	50%	3	14%	0	0%
77	Necesidad de Aclaraciones	5	23%	14	64%	3	14%	0	0%
78	Demora excesiva en enviar o recibir información	15	68%	4	18%	3	14%	0	0%

i) Problemas de Motivación de la Mano de Obra

79	Alta Rotación	13	59%	9	41%	0	0%	0	0%
80	Fatiga de la Mano de Obra	6	27%	12	55%	3	14%	1	5%
81	Medición y Observación constante de la Mano de Obra	15	68%	7	32%	0	0%	0	0%
82	Poco liderazgo de los Capataces	16	73%	6	27%	0	0%	0	0%
83	Poco respeto por la Mano de Obra	3	14%	6	27%	11	50%	2	9%
84	Insignificancia de la Mano de Obra ante el proyecto	1	5%	10	45%	9	41%	2	9%
85	Desconocimiento de Recursos Humanos	7	32%	9	41%	6	27%	0	0%
86	Malas Condiciones Laborales	3	14%	4	18%	13	59%	2	9%
87	Sobretiempo, Horas Extras	5	23%	9	41%	3	14%	5	23%
88	Remuneraciones Desiguales	3	14%	9	41%	8	36%	2	9%
89	Falta de Reconocimiento	9	41%	8	36%	5	23%	0	0%
90	Mala Remuneración	14	64%	8	36%	0	0%	0	0%
91	Nula Perspectiva de Carrera en la Empresa	15	68%	5	23%	0	0%	2	9%

j) Problemas de Diseño

92	Problemas de Comunicación entre Diseño y Construcción	12	55%	9	41%	1	5%	0	0%
93	Mal suministro de Especificaciones y Planos	6	27%	4	18%	11	50%	1	5%
94	Poca estandarización de Especificaciones	6	27%	11	50%	5	23%	0	0%
95	Descoordinación en la Revisión de Planos	2	9%	11	50%	9	41%	0	0%
96	Mala Interpretación del Diseño	4	18%	3	14%	15	68%	0	0%
97	Cambios, Errores y Omisiones en el diseño	12	55%	9	41%	1	5%	0	0%
98	Diseño Complejo	0	0%	6	27%	14	64%	2	9%
99	Poca Constructibilidad	0	0%	1	5%	21	95%	0	0%

k) Problemas del Mercado

100	Escasa capacidad del mercado para enfrentar Crecimiento	0	0%	5	23%	14	64%	3	14%
101	Ineficiencia del Mercado de Proveedores	13	59%	9	41%	0	0%	0	0%
102	Descuentos por Tamaño del Pedido	0	0%	5	23%	15	68%	2	9%
103	Materiales difíciles de obtener	0	0%	6	27%	16	73%	0	0%
104	Incertidumbre	2	9%	8	36%	12	55%	0	0%
105	Proveedores Distantes	0	0%	3	14%	17	77%	2	9%
106	Grandes lapsos entre pedido y entrega	11	50%	6	27%	5	23%	0	0%
107	Poca disponibilidad de Recursos	3	14%	4	18%	15	68%	0	0%
108	Sobre Compra	0	0%	3	14%	19	86%	0	0%
109	Precio de la Tecnología	2	9%	13	59%	7	32%	0	0%

l) Problemas del Tipo de Proyecto

110	Huelgas	0	0%	0	0%	6	27%	16	73%
111	Permisos Municipales	0	0%	2	9%	15	68%	5	23%
112	Juicios	3	14%	0	0%	7	32%	12	55%
113	Normas de Construcción	0	0%	2	9%	13	59%	7	32%
114	Comportamiento de los Subcontratistas	4	18%	13	59%	5	23%	0	0%
115	Disponibilidad de Mano de Obra	0	0%	8	36%	14	64%	0	0%
116	Comportamiento de la Inspección	4	18%	6	27%	12	55%	0	0%
117	Limitaciones del Terreno	0	0%	7	32%	15	68%	0	0%
118	No existe la instancia para capacitar	13	59%	8	36%	1	5%	0	0%
119	Interrucciones No Controladas	0	0%	15	68%	7	32%	0	0%
120	Cambios en las regulaciones	0	0%	0	0%	19	86%	3	14%
121	Coordinación entre participantes del proyecto	2	9%	13	59%	7	32%	0	0%
122	Problemas de Financiamiento	3	14%	2	9%	13	59%	4	18%

m) Problemas de la Naturaleza

123	Clima Adverso	16	73%	5	23%	1	5%	0	0%
124	Condiciones de Suelo Inesperadas	3	14%	13	59%	6	27%	0	0%
125	Ecología e Impacto Ambiental	0	0%	6	27%	16	73%	0	0%
126	Difícil Acceso a la Obra	0	0%	2	9%	17	77%	3	14%

ANEXO E

ENCUESTA DE DETENCIONES Y DEMORAS DE HH

Encuesta de Detenciones y Demoras de HH

Obra: _____

Tiempo de Encuesta: _____

Días Trabajados = _____

Nº Trabajadores = _____

PROBLEMAS QUE CAUSAN INTERRUPCIONES	HH PERDIDAS		
	Nº Horas	Nº Trabajad.	HH Perdidas
RECURSOS			
Esperando por Materiales (Interno)			
Esperando por Materiales (Externo)			
Esperando por Equipos			
Esperando por Cambio de Equipo			
Esperando por Herramientas			
Esperando por Mano de Obra			
INFORMACION			
Esperas por Atrasos en la Información			
Esperas por Falta de la Información			
Espera por Instrucciones			
PLANIFICACION			
Esperas por Falta de Programa			
Detenciones por Falta de Coordinación Interna			
Detenciones por Falta de Coordinación con el Cliente			
Esperando por Cancha			
SERVICIOS			
Esperas en Bodega y Pañol			
Espera por Falta de Medio de Transporte			
CALIDAD Y SEGURIDAD			
Esperas por Inspección			
Rehacer Trabajo por Cambios de Diseño (Cliente)			
Rehacer Trabajo por Error en Procedimiento			
Rehacer Trabajo por Error en Ejecución			
Esperas por Falta de Elemento de Seguridad			
Esperas por Falta de Procedimientos de Seguridad			
OTROS			
Descarga o Carga de Materiales			
Cambio de Prioridad de faenas			

Total HH Periodo

ANEXO F

INSTRUCTIVO DE ENCUESTA DE DETENCIONES Y DEMORAS DE HH

INSTRUCTIVO ENCUESTA DE DETENCIONES Y DEMORAS DE HH

1. La encuesta debe ser llenada a lo largo del día o al finalizar éste por todos los capataces y supervisores de cuadrilla designados.
2. El capataz debe llenar los datos que se solicitan en la parte superior de la encuesta, estos son: Fecha (día), N° de obreros y Actividad. Además, al reverso de cada encuesta, debe anotar el número de gente que compone su cuadrilla, distinguiendo claramente entre maestros y ayudantes.
3. El capataz debe indicar la causa que ocasionó la detención o demora (primera columna), el número de minutos perdidos (segunda columna) y el número de trabajadores que estaban presentes y que por tanto fueron afectados por el problema. En caso de que la causa de la detención no se encuentre en la encuesta entregada, puede ser agregada bajo el ítem denominados "OTROS".
4. Cualquier información adicional puede entregarse en el espacio destinado a "COMENTARIOS".
5. La duración de la encuesta es de 5 días consecutivos, por lo que una persona de la obra que identifique a todos los capataces debe ser la encargada de repartir los formularios en la mañana y recogerlos al final del día.

ANEXO G

SISTEMA DE PLANIFICACIÓN - PAC

SISTEMA DE PLANIFICACIÓN – PAC Ó EL ÚLTIMO PLANIFICADOR

1. Introducción

El sistema del Último Planificador es una herramienta para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos y por ende, asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación dentro.

El Último Planificador es un sistema de control de producción en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, subcontratistas, entre otros actores. Con el fin de lograr compromisos en la planificación.

El concepto de planificación no debe ser entendido simplemente como la utilización de un programa computacional para organizar las actividades del proyecto. La planificación debe determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué. En este sentido, y con el fin de implementar un sistema de planificación que incorpore los puntos antes mencionados (por lo general ampliamente aceptados, pero pocas veces implementados), el sistema del Último Planificador que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Este incremento de la confiabilidad se realiza tomando acciones principalmente en dos niveles: planificación intermedia (Planificación Lookahead) y planificación semanal.

La orientación de la planificación utilizada así como las técnicas de control empleadas, reducen las pérdidas principales a través de mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo. El punto de partida es incrementar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo a nivel de la producción misma. Los sistemas de gestión tradicionales, al carecer de un sistema que permita predecir con cierta exactitud el flujo de trabajo, por lo general diseñan cuadrillas que deben adoptar un esquema de flexibilidad para mantenerlos ocupados. Desafortunadamente, la aplicación de la flexibilidad en un punto de trabajo, requiere de flexibilidad en toda la línea de producción. Por lo tanto, los sistemas de gestión de producción actuales inyectan incertidumbre en el flujo de trabajo y por consiguiente pérdidas.

Un flujo de trabajo predecible, en cualquier punto de la producción hará posible que se reduzca la variación de los requerimientos de recursos, así disminuir el rediseño de las operaciones siguientes.

En los esquemas convencionales de manejo de obra en construcción, se invierte mucho tiempo y dinero en generar presupuestos y planificaciones de obra. El esfuerzo de planificación inicial se convierte durante la ejecución de la construcción en un esfuerzo de control. Todo funcionaría bien si viviésemos en un mundo perfecto. La planificación se suele desviar de los planes originales prácticamente el primer día de la obra, causando una reacción en cadena que genera la necesidad de replanificar gran parte del proyecto. Al ir reduciendo las holguras dentro de la planificación general, se va generando una presión mayor por terminar más rápido. Esto hace que las cosas se pongan, por lo general, aún peor. Los costos de mano de obra y equipo

suben radicalmente. En estos casos se usa una gran cantidad de recursos, a una eficiencia muy baja, para lograr terminar la obra en los plazos establecidos.

Como respuesta a la costumbre de planificar y controlar los proyectos de forma global, se han desarrollado una serie de metodologías para resolver el problema de la falta de confiabilidad de las planificaciones en forma diferente. En principio, el enfoque para resolver el problema, es la planificación de horizontes de tiempo más cortos, y por tanto más predecibles, más confiables.

Podemos comenzar el desarrollo del nuevo sistema respondiendo la siguiente pregunta que el lector se debe estar formulando. ¿Quién es el último planificador?

El Ultimo Planificador es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción. El Ultimo Planificador típicamente es responsable de la capacidad de las unidades de producción, de sus rendimientos y de la calidad de sus productos. El Ultimo Planificador en la etapa de diseño puede ser el diseñador líder, en la etapa general de construcción puede ser el ingeniero del proyecto, en una construcción específica puede ser el jefe de obra o el capataz a cargo.

En primer lugar analizaremos el concepto de variabilidad en la construcción. Por ejemplo, si la tasa de progreso de una actividad a menudo es medida por medio de un simple número, digamos, "Planeamos montar 80 toneladas de componentes de acero por día". Incluso aunque todas las actividades puedan planearse para marchar al mismo paso, cada tasa de producción en forma aislada es insuficiente para medir la velocidad de producción como un todo. El simple número solamente representa un promedio y la actual producción variará con alguna desviación estándar, por ejemplo, debido a la variación en tamaño y peso de los componentes, facilidad que la instalación alcance y acceda a su ubicación final, tolerancias de fabricación y elevación, etc. Esta desviación estándar representa lo que se ha pasado a denominar "variabilidad". Ausencia de variabilidad significa producción confiable (Tommelein et. al. 1998).

La planificación y el control son dos herramientas esenciales para la construcción. Estas herramientas son realizadas por diferentes personas, en sitios diferentes dentro de la organización y durante varias veces en la vida del proyecto. Una buena planificación debe ser enfocada hacia los objetivos globales y sus restricciones.

Últimamente, alguien (individuo o grupo) decide el trabajo físico y específico que será ejecutado mañana. Este tipo de planes han sido llamados "asignaciones". La persona o grupo de personas que realiza asignaciones es llamado "El último planificador".

2. Debería – Puedo- Se hará – Hecho

Los últimos planificadores dicen lo que SE HARÁ, que debe ser el resultado de un proceso de planificación que DEBERÍA ser ejecutado, en contraste con lo que PUEDE ser ejecutado. A continuación se presenta en la figura 1 el funcionamiento básico del sistema.

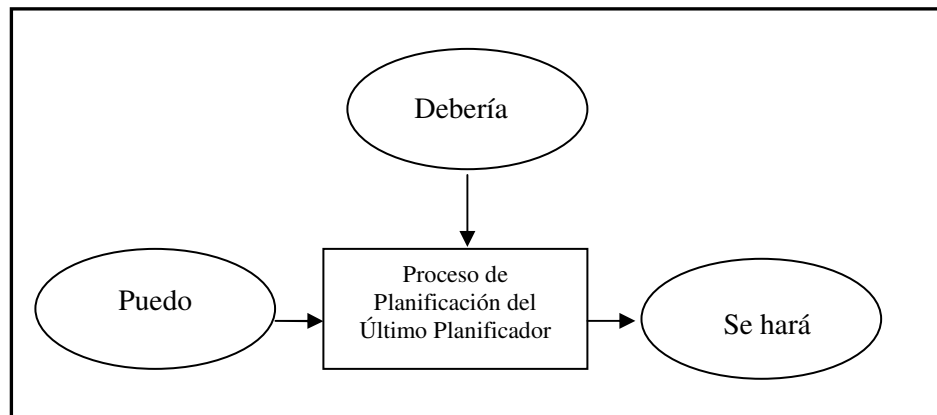


Figura 1 Formación de asignaciones dentro del sistema del Último Planificador

Lamentablemente, el rendimiento del Último Planificador a veces es evaluado como si no pudiera haber ninguna diferencia posible entre DEBER y PODER. "¿Qué haremos la semana que viene?", "Sin embargo, ¿está en el programa semanal?" o "¿Es una tarea que nos apremia?". Cualquier supervisor de las actividades programadas considera estas actividades como si su responsabilidad sea la de ejercer presión sobre sus subordinados a pesar de cualquier tipo de obstáculo.

Asumiendo que es necesario vencer obstáculos, la entrega errática de recursos tales como la información de entrada y el impredecible término de alguna tarea que necesitamos terminada para la iniciación de otra, invalida la ecuación supuesta de HARÉ con DEBERÍA, y rápidamente causa el abandono de la planificación que habíamos realizado. Caemos entonces en planificaciones tentativas que pocas veces cumplimos.

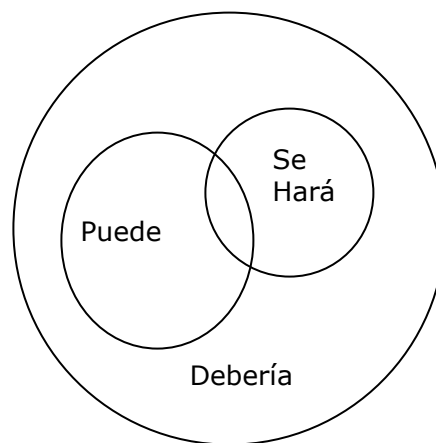


Figura 2 Interacción de actividades planificadas. En la mayoría de los proyectos lo que puede y lo que se hará son ambos subconjuntos de lo que debería hacerse. Si el plan (se hará) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse, el resultado será la intersección de ambos conjuntos.

El fracaso de controlar activamente en el nivel de unidad de producción (los trabajadores por ejemplo) aumenta la incertidumbre y priva a los trabajadores de la planificación como una herramienta para proyectarse hacia el futuro. Es necesario cambiar el foco del control, desde los trabajadores en sí, a los flujos de trabajo que los une. El sistema de control de producción del “Último Planificador” es una filosofía, reglas y procedimientos para lograrlo.

En cuanto a los procedimientos, el sistema tiene dos componentes: la unidad de control de producción y el control de flujos de trabajo. El trabajo del primero es hacer progresivamente mejores asignaciones a los trabajadores directos mediante el aprendizaje continuo y las acciones correctivas. La función de control de flujo de trabajo es quizás evidente de su nombre, se refiere a que debemos hacer que el trabajo fluya activamente a través de las unidades de producción para lograr objetivos más alcanzables.

3 Control de la Unidad de Producción

Un punto clave en el funcionamiento de un Sistema de Planificación en el nivel de unidad de producción es su calidad de salida; esto es la calidad de los planes producidos por el Último Planificador. Las siguientes son algunas de las características críticas de una asignación:

- Que la asignación esté bien definida.
- Seleccionar la secuencia correcta de trabajo.
- Seleccionar la cantidad correcta de trabajo.
- El trabajo seleccionado sea práctico para la cadena completa; esto es, puede ser hecho (en el tiempo deseado).

“Bien definido” significa que está descrito suficientemente para que cualquier actividad pueda ser preparada y su terminación inequívocamente determinada. “La secuencia correcta” es aquella secuencia compatible con la lógica interna del trabajo propiamente tal, compromisos del proyecto, objetivos, y estrategias de ejecución. “La cantidad correcta” es aquella cantidad que los planificadores juzgan de sus unidades de producción capaz de completar después de la revisión de costos del presupuesto y después de examinar el trabajo específico que puede ser realizado. “Práctico” significa que todo el trabajo previamente necesario está hecho y todos los recursos requeridos están disponibles.

El porcentaje de actividades completadas (PAC) es el número de actividades planificadas Completadas dividido por el número total de actividades planificadas, expresadas como porcentaje. El PAC se transforma en un patrón estándar para el control ejercido sobre la unidad de producción, derivado de un conjunto sumamente complejo de directrices: programas del proyecto, estrategias de ejecución, presupuestos, etc. Los proyectos de altos estándares de calidad, presentarán entonces mayores PAC, los que corresponden a realizar mejores trabajos con los recursos dados, detrás de un gran nivel de productividad.

El Porcentaje de Actividades Completadas mide principalmente el grado de compromiso del primer supervisor de la planificación. El análisis de no cumplimiento de la planificación puede conducir a encontrar las causas de origen de la no conformidad. La medición del rendimiento en el nivel del último planificador no significa que sólo hagamos cambios en ese nivel. Las causas de un plan fallido pueden ser encontradas en cualquier nivel de

organización, proceso o función. El análisis del PAC puede ser un foco poderoso para iniciativas que tiendan a acortar la brecha entre un buen y un mal programa. El análisis de las causas de no-cumplimiento de la planificación que se realizan semanalmente, es el corazón del proceso de mejoramiento continuo y aprendizaje que se genera a partir de la implementación de un nuevo modelo de Planificación.

La primera medida necesaria para el mejoramiento es la identificación de las causas de no-cumplimiento, por los supervisores, Ingenieros residentes o los constructores, directamente responsables de la ejecución del plan. Los motivos podrían ser:

- Órdenes o información defectuosa proporcionada al Último Planificador; por ejemplo el sistema de información incorrectamente indicó que el trabajo previamente necesario estaba terminado.
- Fracaso en aplicar criterios de calidad de asignaciones; por ejemplo planificar demasiado trabajo.
- Fracaso en coordinación de recursos compartidos; por ejemplo carencia de una grúa en el momento preciso.
- Cambio de prioridad; por ejemplo los trabajadores fueron asignados temporalmente a una tarea "incendio".¹¹
- Error de diseño o error de alguna especificación descubierta en el intento de realizar una actividad planificada.

Esto proporciona los datos necesarios iniciales para el análisis y la mejora del PAC, y por consiguiente para mejorar el rendimiento del proyecto.

4. Control de los flujos de trabajo

Analizaremos ahora el control de los flujos de trabajo; esto es, el trabajo provocado por el movimiento de unidades de producción dentro de una secuencia y tamaño deseado. El control coordina la ejecución del trabajo dentro de las unidades de producción tales como el movimiento de cuadrillas de construcción.

4.1 Lookahead Planning

En la planificación jerárquica, el proceso Lookahead o planificación Intermedia, cumple la función de controlar los flujos de trabajo. La planificación Lookahead es común en las actuales prácticas, pero típicamente desempeña la función de resaltar lo que DEBERÍA HACER en un futuro cercano. En contraste, el proceso de planificación Lookahead en el sistema del "Último Planificador", tiene múltiples funciones que se encuentran a continuación: Las funciones del proceso Lookahead son las siguientes:

- Formar la secuencia del flujo de trabajo y su calcular su costo.
- Proponer el flujo de trabajo y su capacidad.

¹¹ Los profesionales encargados de la ejecución de las obras de construcción son comúnmente llamados "apagadores de incendios" cuando se presentan atrasos, en actividades que generan un retraso global en la obra.

- Descomponer las actividades del programa Maestro en paquetes de programas y operaciones de trabajo de más fácil manejo.
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- Poner al día y revisar los programas del nivel superior.

Las funciones antes mencionadas deben ser cumplidas por ciertos procesos específicos:

- Definición de actividades.
- Análisis de restricciones.
- Arrastrar el trabajo desde las unidades de producción superiores.
- Balancear la carga con la capacidad.

Las ventanas Lookahead se basan en un grupo potencial de asignaciones para las siguientes 3 a 12 semanas. El número de semanas sobre el cual se extiende esta planificación Intermedia es decidido basado en las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y el tiempo de respuesta en la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Además, la planificación Lookahead no es fácil de determinar del programa maestro. De hecho, es frecuentemente beneficioso formar un equipo que este haciendo el trabajo de proyectar colectivamente el programa maestro para la próxima fase del proyecto.

Antes de entrar a la ventana de tiempo de la planificación Lookahead, el programa maestro de actividades es dividido en niveles de detalles (WBS) apropiados para la asignación del plan de trabajo semanal, en el cual típicamente se rinden múltiples asignaciones para cada actividad.

Luego cada asignación esta sujeta a un análisis de restricciones para determinar lo que debe ser hecho de tal forma que la actividad quede lista para ser ejecutada. La regla general es permitir dentro de la ventana Lookahead, sólo aquellas actividades que pueden ser realizables, para completar el programa. Si el planificador no esta seguro de que las restricciones pueden ser removidas, las potenciales asignaciones serán retardadas. En la figura 3, se presenta el proceso de planificación Lookahead.

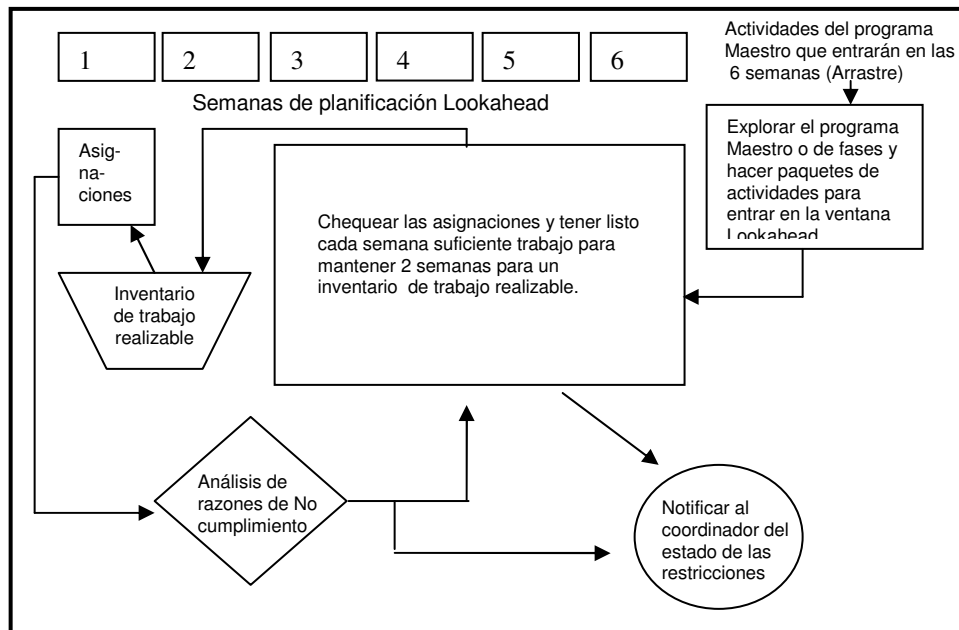


Figura 3: Preparación de actividades en la planificación Lookahead

Las asignaciones potenciales entran a la ventana Lookahead en la sexta semana del programa de ejecución del ejemplo. Luego se mueven hacia delante, semana a semana, hasta que les este permitido ingresar al ITE (Inventario de Trabajo Ejecutable), sólo si todas las restricciones han sido removidas y se encuentran en una secuencia apropiada de ejecución. Si el planificador percibe una restricción en una de estas actividades, no podrá dejarla avanzar hacia delante. El objetivo es mantener un inventario que sea ejecutable.¹²

Los planes de trabajo semanal son formados desde el ITE, mejorando así la productividad de quienes reciben estas asignaciones e incrementando la confiabilidad del flujo de trabajo para la siguiente unidad de producción.

4.2 Análisis de restricciones

Una vez que las asignaciones son identificadas e ingresadas en la planificación Lookahead, estarán sujetas al análisis de restricciones. Estas restricciones pueden ser: contrato, diseño, materiales, prerrequisitos de trabajo, espacio, equipos, mano de obra, otros. Además de las restricciones nombradas, pueden existir otras que sean apropiadas para un proyecto en particular: permisos, inspecciones y aprobaciones, etc.

La función principal del análisis de restricciones es analizar por qué una actividad no puede ser ejecutada, es estudiar cuales son las restricciones que impiden realizar la actividad; lo

¹² Los inventarios de trabajo realizable pueden parecer contradictorios a los objetivos del justo a tiempo. Para clarificar, todos los inventarios de cualquier tipo deben ser reducidos al mínimo, pero tal como hay variabilidad en el flujo de materiales y de información, poner protección a la producción es necesario para absorber esa variabilidad. La reducción de variabilidad permite la reducción de los inventarios para proteger la producción (Por ejemplo, el inventario de trabajo realizable).

anterior complementado con una estrategia que permita liberar a la actividad de sus restricciones para ser ejecutada según lo planificado.

Un Análisis de Restricciones requiere de buenos proveedores y servicios para administrar activamente la producción y entrega, y proporcionar una coordinación adecuada y oportuna ante los problemas que se generen, esperando con suficiente “tiempo de respuesta” para planificar a su alrededor.

4.3 Sistema de arrastre

El sistema de Arrastre es un método para introducir la información y recursos en un proceso productivo. En contraposición a este método está el sistema de Empuje que esta basado en entregar objetivos o datos de realización.

La construcción ha sido tradicionalmente un sistema de empuje, buscando causar la intersección en el futuro de acciones interdependientes.

Por el contrario, el sistema de arrastre, permite introducir información y recursos en el proceso de producción, solo si el proceso es capaz de hacer el trabajo. En este sentido, en el sistema del Ultimo Planificador, conforma asignaciones con criterios de calidad, lo que constituye un chequeo de capacidad, secuencia, legitimidad, etc. Además, haciendo buenas asignaciones del proceso de planificación Lookahead, constituye explícitamente una técnica tipo. Por lo tanto el sistema del Ultimo Planificador es un tipo de sistema de Arrastre. A continuación las figuras 4 y 5 enmarca las diferencias de los sistemas de Arrastre y Empuje en la planificación tradicional y en el sistema del Ultimo Planificador.

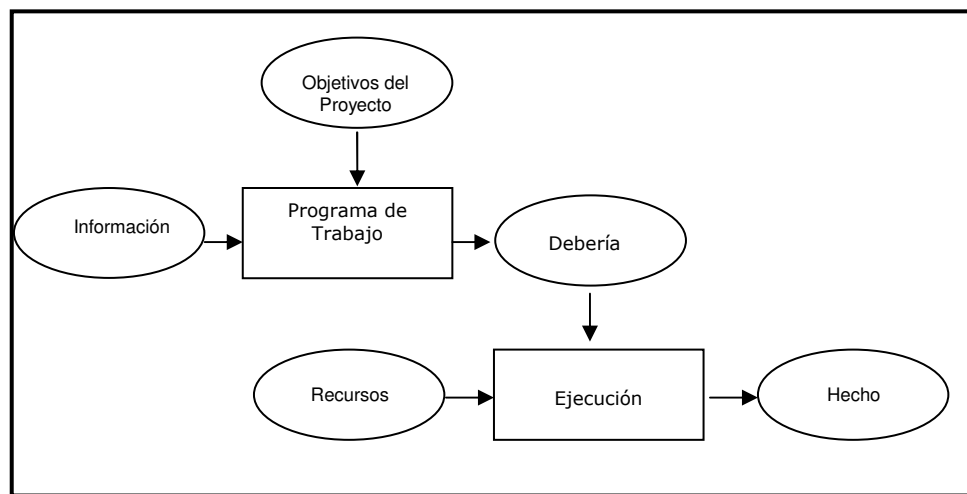


**Figura 4: Sistema de Planificación Tradicional por empuje de actividades
(Por pronósticos)**

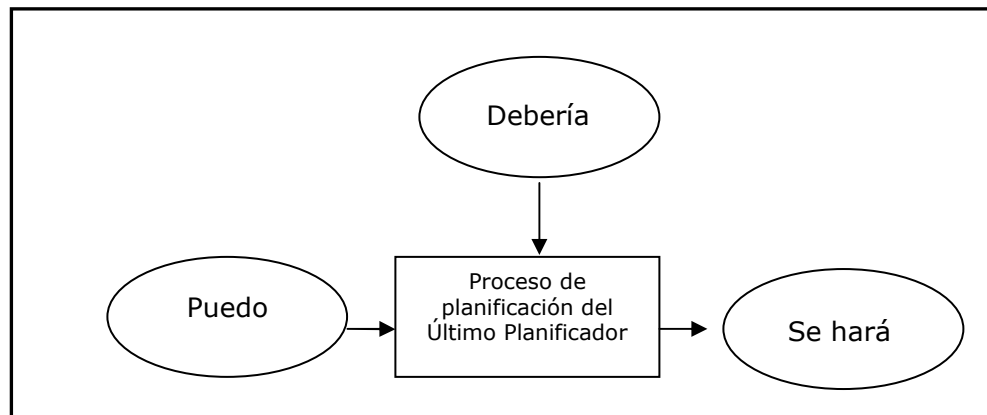


Figura 5: Sistema del Último Planificador: Un Sistema de Arrastre

4.4 Equilibrio entre carga y capacidad

El equilibrio de carga y capacidad dentro de un sistema de planificación es crítica para la productividad de las unidades de producción por las que el trabajo fluye en el sistema de producción, y es también crítico para el tiempo del ciclo.

Con sus otras funciones, el proceso Lookahead, como se supone, mantiene un inventario de asignaciones realizables para cada unidad de producción. De ser así se requiere la estimación de la carga de todas las partes del plan que realizará cada unidad de producción y las capacidades de cada una para lograr la finalización del trabajo. Los métodos convencionales calculan una cantidad para cada unidad de producción, basados en los mejores promedios de datos históricos, como por ejemplo las horas de trabajo para modular y colocar un metro cuadrado de moldaje, pero cargados de una gran cantidad de pérdidas.

Nos cabe hacer las siguientes preguntas: Cuándo estimamos la carga y la capacidad, ¿asumimos la utilización del 30 % o el 60 % de los recursos?, ¿Qué suposiciones fueron hechas sobre la variación alrededor del promedio? ¿Podemos esperar que las cantidades de unidades reales sean reducidas a la mitad con respecto a lo planificado? Claramente necesitamos muchos más datos exactos que los típicamente disponibles.

Independientemente de la exactitud de carga y estimaciones de capacidad, el planificador todavía debe hacer algunos ajustes. O sea, comúnmente, la carga puede sufrir un cambio para equilibrar la capacidad, la capacidad puede ser modificada para emparejar la carga o una combinación de las dos. Considerando las ventajas de mantener una mano de obra estable y evitar cambios frecuentes, la preferencia es a menudo adaptar la carga a la capacidad. Sin embargo, no será el caso cuando haya apremios, hitos previstos o fechas finales.

La carga puede ser modificada para emparejar la capacidad debido a un retardo o una aceleración en el flujo de trabajo. El arrastre ayuda a equilibrar la carga pues las unidades de producción pueden solicitar lo que necesitan o aumentar la cantidad de sus requerimientos y la cantidad de ellos.

4.5 El sistema del Último Planificador como un todo

El último planificador agrega componentes de control al sistema convencional. El Último Planificador es un mecanismo que nos muestra la real transformación de lo que DEBERÍA ser HECHO en lo que PUEDE ser HECHO, así formando un inventario de trabajo realizable, para ser incluidos en los planes de trabajo semanal. La inclusión de asignaciones en los planes de trabajos semanales son un compromiso de los últimos planificadores (supervisores, grupo de jefes, etc.) de lo que ellos en realidad HARÁN.

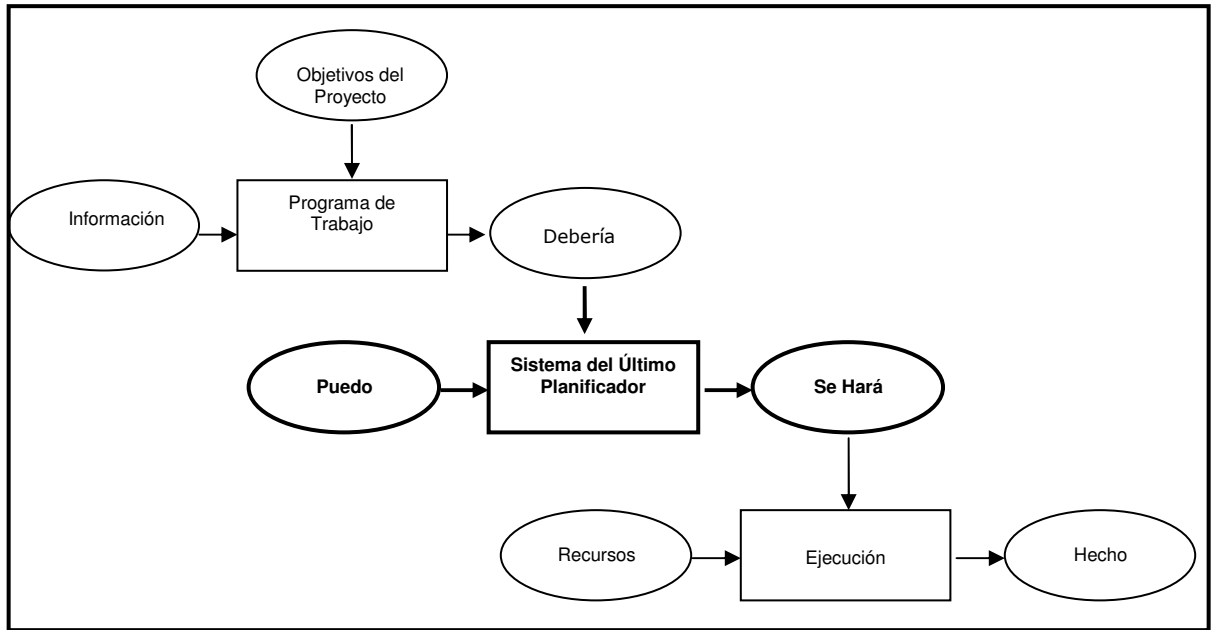


Figura N° 6: Sistema del Último Planificador

5 Componentes del Sistema del Último Planificador.

5.1 Programa Maestro

El programa maestro genera el presupuesto y el programa del proyecto. Proporciona un mapa de coordinación de actividades que lleva a la realización de éste. Esta etapa es de vital importancia para que el sistema Ultimo Planificador proporcione los beneficios esperados. El programa maestro o planificación inicial debe ser desarrollado con información que represente el verdadero desempeño que posee la empresa en obra, sólo de esta manera se podrá dar validez al sistema Ultimo Planificador, ya que se estarán supervisando tareas que, en la realidad, representan la forma en que trabaja la empresa.

5.2 Planificación Lookahead

El proceso de planificación Lookahead es el segundo nivel en la jerarquía del sistema de planificación. Resalta las actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.

Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo. Luego, para poder cumplir las funciones de la planificación Lookahead, existen determinados procesos específicos. A continuación se explicarán cada uno de los procesos específicos que permiten desarrollar una adecuada planificación Lookahead.

5.2.1 Definición del intervalo de tiempo de la Planificación Lookahead

Recordemos que el número de semanas sobre el cual se extiende la PL es escogido de acuerdo a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos. Estos períodos de respuesta deben ser identificados durante la planificación inicial para cada actividad incluida en el programa maestro. Empresas nacionales que están implementando estos nuevos procesos de planificación, han sistematizados sus procesos de planificación Lookahead a intervalos de cuatro semanas para poder comparar de una mejor forma sus resultados.

5.2.2 Definición de las actividades de la Planificación Lookahead

Para preparar la Planificación Lookahead explotaremos las actividades del programa maestro que estén contenidas dentro del intervalo definido, siempre y cuando el nivel de detalle de programación inicial sea bajo. Lo anterior es de vital importancia, ya que obtendremos en la PL un nivel de detalle que nos permitirá clarificar de mejor forma las restricciones que nos impiden realizar una determinada tarea.

Lo que obtendremos en la planificación Lookahead es un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse. Una restricción es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción involucra requisitos previos o recursos. Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la Planificación Lookahead, se procede a realizar el análisis de las restricciones.

5.2.3 Análisis de Restricciones

Una vez que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis de restricciones. Veremos en la tabla 1, una simple construcción de un análisis de restricciones para el proceso Lookahead, las que pueden ser de diseño, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos y además una categoría ampliable para otras restricciones. Las cuales podrían incluir permisos, inspecciones, aprobaciones, etc. Las restricciones de diseño prácticamente pueden ser extraídas de la definición del modelo de actividad: la claridad de las directrices (el nivel de exactitud requerida), el trabajo previamente necesario (datos, evaluaciones, modelos), y recursos técnicos para la ejecución.

Selección de asignaciones: Estado de Restricciones
Unidad de Producción

Actividad	Diseño	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Pre-Requisitos
A	Si	No	Si	Si	Si
B	No	Si	Si	Si	No
C	Si	No	Si	Si	Si
D	Si	No	No	Si	No
E	Si	Si	Si	Si	Si
F	Si	No	Si	Si	No

Tabla 1: Ejemplo de un estado de Asignaciones (Inventario de trabajo realizable)

Hay que dejar en claro que el Análisis de Restricciones no sólo involucra poner un “Si” o un “No”, ya que detrás de eso existen dos procesos claves para poder liberar las restricciones, éstos son: Revisión de las restricciones y Preparación de las restricciones.

a) Revisión

Consiste en determinar el estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. El concepto de “Revisión” es la primera oportunidad que se presenta en el sistema para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se esta tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento de ejecutarlas, no podrían realizarse por tener restricciones que lo impiden. La figura 7, muestra que la labor del proceso de revisión es filtrar por última vez la información que entrar en la Planificación Lookahead.

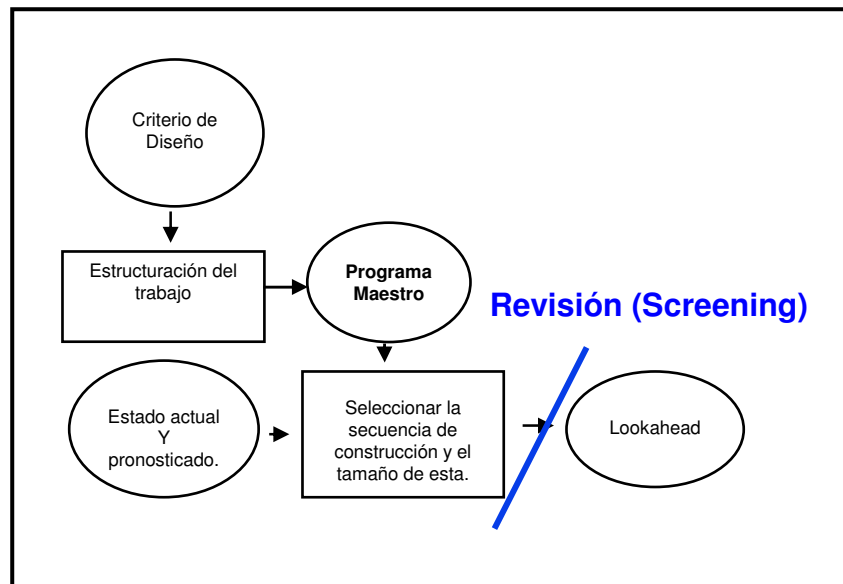


FIGURA 7: REVISIÓN DE ACTIVIDADES ANTES DEL PROGRAMA LOOKAHEAD.

La revisión se hace primero cuando las actividades son consideradas para entrar a la planificación Lookahead, basados en los distintos tiempos de respuesta de los proveedores de cada una de las restricciones que son necesarios para visualizar una futura liberación. Esto se repite en cada ciclo de planificación, cuando el planificador actualiza la planificación Lookahead y se adelanta para la próxima semana. Posteriormente vienen revisiones de las restricciones de las tareas que se encuentran dentro del intervalo de planificación intermedia, la cual tiene como objetivo determinar el estado en que se encuentran éstas.

b) Preparación de Restricciones

Este término se refiere a tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así estén dispuestas para comenzar en el momento fijado. El planificador puede remover las restricciones de una tarea para dejarla lista para ser asignada. Esta acción se conoce como “preparación”. La preparación es un proceso que tiene 3 pasos:

Confirmar el “tiempo de respuesta”: el remover una restricción de una actividad comienza por determinar quién es el último involucrado en liberar la última restricción faltante de esa actividad y determinar cual es el tiempo de respuesta más probable para comenzar la siguiente actividad. Este tiempo de respuesta debe ser más corto que la ventana Lookahead o la tarea no será admitida en este programa. Sin embargo, eventos imprevistos siempre pueden presentarse, por lo que el contacto con los proveedores es un elemento fundamental en el proceso de preparación. La confirmación de los tiempos de respuesta es parte del proceso de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación intermedia.

Arrastrar: El segundo paso del proceso de preparación es conocido como arrastre, que significa pedirle al proveedor certeza sobre las necesidades para completar con prontitud la actividad que comienza.

Apresurar: Si el período de respuesta anticipado es demasiado largo, entonces puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlos.

La idea fundamental es liberar a la tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto estamos en condiciones de crear un listado de tareas que tiene alta probabilidad de ser cumplido, el inventario de trabajo ejecutable ITE.

5.2.4 Inventario de trabajo ejecutable (ITE)

El inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas las tareas que poseen alta probabilidad de ejecutarse, es decir, está conformado por las tareas de la planificación Lookahead que tienen liberadas sus restricciones. De esta manera se crea un inventario de tareas que sabemos que pueden ser ejecutadas.

Dentro del Inventario de Trabajo Ejecutable puede existir el siguiente tipo de actividad:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.

- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador)

Si una actividad del Plan de Trabajo Semanal no es capaz de ser ejecutada o si se ejecutan algunas actividades antes de lo esperado, el inventario de Trabajos Ejecutables proveerá otras actividades, con lo que las cuadrillas de producción no quedarán ociosas, o lo que sería peor, no terminarán realizando tareas al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que más tarde generen trabajos más costosos o de mayor dificultad. Las actividades listas para ejecutar deben cumplir los mismos criterios de calidad que las asignaciones de la semana.

Luego de haber creado el inventario de trabajo ejecutable, estamos en condiciones de crear un Plan de Trabajo Semanal (PTS), que no es más que seleccionar un conjunto de actividades del ITE que se realizarán en la semana siguiente.

5.3 Planificación de trabajo semanal

La planificación semanal presenta el mayor nivel de detalle antes de ejecutar un trabajo. Debe ser realizada por administradores de obra, supervisores de terreno, capataces y otras personas que supervisan directamente la ejecución del trabajo.

La gestión de proyectos tradicional aborda la planificación semanal definiendo actividades y un programa de trabajo, antes de comenzar, en términos de lo que DEBE ser ejecutado. Las actividades son identificadas, se estima su duración y se organizan secuencialmente para cumplir de la mejor forma los objetivos del proyecto. Se realiza el trabajo, diseñando cuadrillas, que son encomendadas por la administración para hacer lo que el programa señala DEBE ser ejecutado, sin considerar si PUEDE realmente hacerse en un intervalo de tiempo específico. Los recursos se asumen disponibles cuando se necesiten, lo que debe presumiblemente garantizar la ejecución de lo programado.

Después que el programa ha sido determinado y el trabajo está en progreso, se reúnen los recursos: materiales y mano de obra, y se termina adaptándolos al programa de la mejor manera posible. Este sistema de trabajo se puede observar gráficamente en la figura 8.

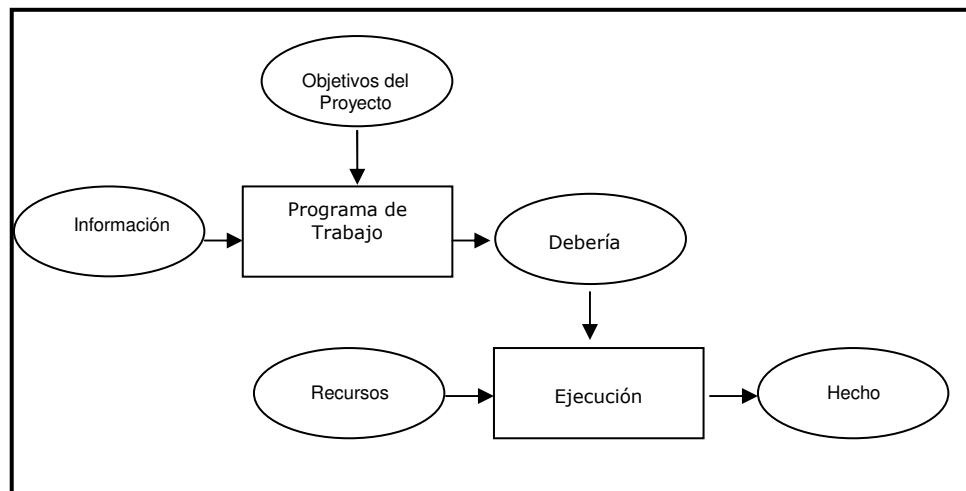


Figura 8: Sistema de planificación tradicional por empuje de actividades

5.3.1 Formación del Plan de Trabajo Semanal

Como mencionamos anteriormente, el Plan de Trabajo Semanal es una selección de tareas que se encuentran dentro del ITE. Escoger que trabajo será ejecutado en la próxima semana desde lo que sabemos puede ser ejecutado (ITE), recibe el nombre de “asignaciones de calidad”. Sólo asignaciones de calidad pueden ser ejecutadas en el plan de trabajo semanal, lo que protege el flujo de producción de incertidumbres, lo que apunta a crear un flujo confiable de trabajo para la unidad de producción que ejecutará el plan de trabajo semanal.

Los planes de trabajo semanal son efectivos cuando las asignaciones cumplen los cinco criterios de calidad:

Definición: ¿Las asignaciones son suficientemente específicas para que pueda recolectarse el tipo y cantidad correcta de información o materiales? ¿El trabajo puede coordinarse con otras disciplinas? ¿Es posible afirmar al final de la semana si la asignación ha sido terminada?

Consistencia: ¿Son todas las asignaciones ejecutables? ¿Entendemos lo que se requiere? ¿Tenemos lo que necesitamos de otros? ¿Tenemos todos los materiales disponibles? ¿Está completo el plan anterior? ¿Están los trabajos pre-requeridos completados? Debemos tener en cuenta además, que algún trabajo que debió estar listo la semana anterior será terminado durante la actual semana, por lo que es necesario coordinarse con otras especialidades que trabajarán en la misma área. No obstante, debemos hacer el esfuerzo de terminar el trabajo en la semana en que se planificó.

Secuencia: ¿La selección de asignaciones fue hecha en base a la secuencia provista por la red CPM inicial, en orden de prioridad y constructibilidad? ¿Son el resultado de estas asignaciones esperadas por alguien más? ¿Existen asignaciones adicionales consideradas de baja prioridad identificadas en el inventario de trabajos ejecutables, es decir, existen tareas de calidad para suplir a otras en caso de fallar la productividad o de exceder las expectativas?

Tamaño: ¿Los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal de las unidades de producción antes de comenzar el período de ejecución?

Retroalimentación o aprendizaje: Para las asignaciones que no son completadas en la semana ¿Existe una identificación de las causas de no cumplimiento y de las acciones correctivas?

En la figura 9 vemos un plan de trabajo semanal de actividades, en donde sólo se deben incluir asignaciones de calidad, que realmente vamos a ejecutar.

Ítem	Descripción de la Actividad	Responsable	% Completado		Logrado		Análisis del No-cumplimiento
			Planificado	Real	SI	NO	
1	A	A. Pérez	80	60		X	Razón A
2	B	D. González	100	100	X		
3	C	A. Pérez	40	20		X	Razón B
4	D	D. González	20	20		X	Razón C
5	E	A. Pérez	100	100	X		
6	F	D. González	100	100	X		
			# actividades Completadas		9		
			% de cumplimiento (PAC)		60%		

Figura 9: Ejemplo de un programa semanal de actividades

El sistema del último planificador necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Esta medición, que es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del Porcentaje de Actividades Completadas. El PAC evalúa hasta que punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente. Es decir, compara lo que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación (Figura 10).

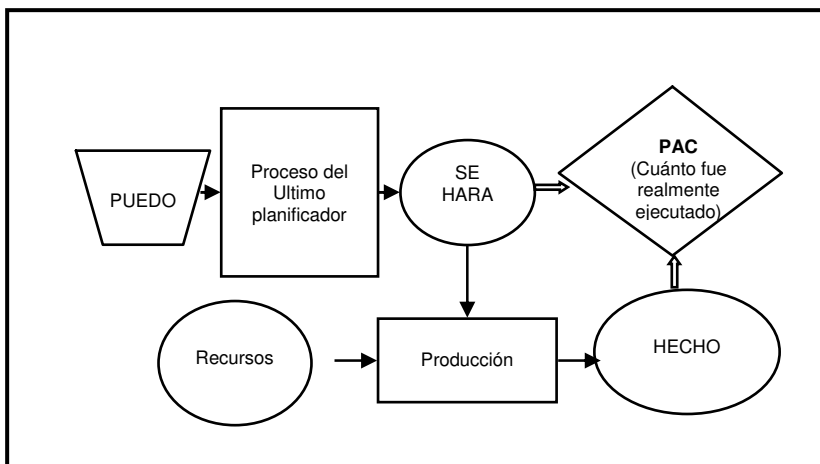


FIGURA 10: MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ULTIMO PLANIFICADOR.

En la figura 11 veremos una visión global del sistema del Último Planificador con sus distintos elementos.

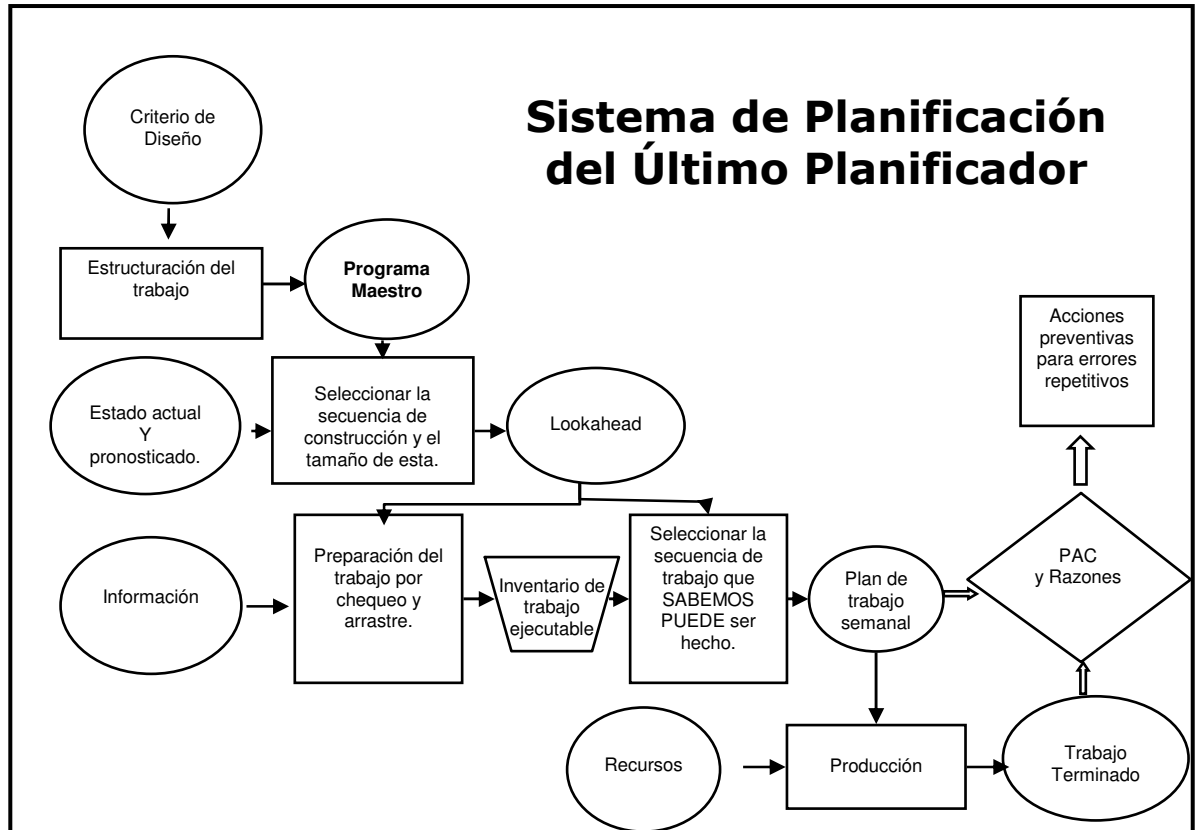


Figura 11: Sistema del Último Planificador como un Todo.

6.0 Reunión de Planificación Semanal

La planificación del trabajo semanal se debe desarrollar preferentemente durante una reunión en la semana anterior. En esta reunión deben participar todos los involucrados relacionados con prerequisites, recursos compartidos, directrices u otras limitaciones potenciales. Los propósitos de la reunión son los siguientes:

- Revisar y aprender del PAC de la semana anterior.
- Analizar las causas de no cumplimiento.
- Tomar acciones para mitigar las causas de no cumplimiento.
- Realizar un paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto.
- Determinar las actividades que entran en la planificación Lookahead, analizando y responsabilizando las restricciones de cada tarea ingresada.
- Realizar un adecuado análisis de las restricciones (revisión y preparación).
- Determinar el ITE para la próxima semana.
- Formular el plan de trabajo para la semana siguiente.
- Determinar la preparación necesaria a desarrollar en la semana en curso.

Para cumplir los propósitos de la reunión existe información que debe llevar el coordinador del sistema de control y el último planificador.

El último planificador:

- Lleva a la reunión su PAC y causas de no cumplimiento, adicionalmente entrega una primera opinión de las causas de no cumplimiento.
- La información del estado del trabajo.
- Lista tentativa de las tareas para la próxima semana
- Una revisión del estado de restricciones de las tareas que se le asignaron dentro de la ventana Lookahead.
- Listado de las tareas que entrarán en el proceso Lookahead, además de la planificación Lookahead de la semana anterior.

Coordinador:

- Lleva programa Maestro y la planificación Lookahead.
- Lleva una comparación entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto, con el objetivo de marcar claramente las directrices del funcionamiento de cada unidad productiva.
- Actualiza y lleva el ITE.

La reunión debe seguir una determinada estructura. Sólo de esta forma se asegurará que se cumplan los propósitos de la reunión. A continuación se señala una estructura que resume la secuencia básica a tratar en la reunión:

Estructura de la reunión

- Se parte analizando el PAC de la semana anterior, las causas de no cumplimiento, tomando acciones correctivas inmediatamente si es posible.
- Se analiza el cumplimiento de las tareas pendientes de la semana anterior.
- Se realiza el paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto, aclarando las responsabilidades de todos los involucrados.
- Se analiza el análisis de restricciones para las tareas que entran en la semana siguiente.
- Se crea el ITE con las actividades que poseen todas sus restricciones liberadas, más las tareas remanentes de la semana anterior.
- Con la planificación Lookahead de la semana anterior y teniendo en cuenta el ITE preparado de la semana siguiente, cada último planificador entrega las tareas para la semana siguiente y se discute la que en definitiva se realizará, analizando secuencia, responsables, carga de trabajo (si son capaces de ejecutarlo) y si el trabajo seleccionado es adecuado.
- El coordinador se compromete a entregar al siguiente día el programa semanal a cada último planificador.
- Además se discute el estado de las otras actividades dentro de la planificación Lookahead en relación a sus restricciones (se discute con cada responsable), lo anterior con el objetivo de poder liberarlas en lo posible con dos semanas de anticipación o para dar soluciones que faciliten esta liberación.
- Luego, y teniendo presente las tareas que cada último planificador entrega como tentativas para ingresar a la planificación Lookahead, se verifican las que realmente entrarán a la planificación Lookahead contrastándolas con el programa Maestro.

- Posteriormente se asignan los responsables de liberar las restricciones de las nuevas tareas ingresadas a la planificación Lookahead.
- Teniendo la nueva planificación Lookahead, el coordinador la entregará a más tardar al día siguiente a cada último planificador.
- Por último se destaca el “compromiso” que asume cada “último planificador” haciendo referencia que es la instancia más importante de la reunión.

En cada reunión semanal debemos discutir abiertamente la planificación Lookahead, el inventario de trabajo ejecutable y la planificación semanal, sin imponer órdenes por parte del coordinador, esto hará que los últimos planificadores se sientan partícipes dentro de la planificación de la obra.

6.1 RESUMEN EJECUTIVO DE UNA BUENA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN SEMANAL

Asistentes

- Administrador de Obra
- Facilitador, Jefe de terreno o Encargado de Planificación
- Supervisión y capataces
- Representante de la Of. Técnica
- Subcontratistas
- Adquisiciones (Bodeguero)

Revisión de la semana anterior

- Controlar el cumplimiento de las actividades
- Calcular el PAC
- Determinar las causas de No cumplimiento
- Tomar acciones correctivas para las causas de No cumplimiento
- Definir actividades pendientes
- Tomar acciones correctivas para recuperar atrasos, principalmente con las actividades críticas

Preparación de Programa semanal

- Revisar el estado de restricciones del Plan Lookahead anterior
- Definir el nuevo Inventario de trabajo ejecutable
- Contrastar el inventario con el programa propuesto por el ultimo planificador
- Definir el programa semanal, adquiriendo compromisos y dejando actividades en espera por si existe algún inconveniente con las planificadas (Buffers)

Actualización del Plan Lookahead

- Presentación del nuevo plan Lookahead por parte del planificador de la obra
- Revisar el estado de restricciones del nuevo Plan Lookahead
- Definir un responsable para la liberación de restricciones, definiendo las acciones para esto.

Documentos e información que deben traer los asistentes

Planificador o Facilitador de la reunión

- Programa Maestro
- Plan Lookahead antiguo
- Plan Lookahead nuevo tentativo
- Posterior a la reunión entrega el plan Lookahead definitivo a los asistentes
- Posterior a la reunión entrega el plan Semanal definitivo a los asistentes

Ultimo Planificador

- PAC
- Causas de no cumplimiento
- Propuestas de Soluciones a causas de no cumplimiento
- Información del estado de trabajo
- Estado de liberación de restricciones bajo su responsabilidad
- Plan de trabajo tentativo
- Plan intermedio anterior

7.0 ESTRATEGIA DE UNA METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR

Para analizar más a fondo el sistema del Ultimo Planificador, revisaremos la metodología de implementación del sistema en muchas empresas constructoras chilenas. Nos concentraremos en conocer cuales son los pasos para una exitosa puesta en práctica.

Las fases, inicialmente propuestas, en la implementación del sistema del Ultimo Planificador se complementaran con 2 fases claves: capacitación y desarrollo de iniciativas que promuevan el uso del sistema. Nos centraremos a analizar estas dos fases que son fundamentales para el éxito de cualquier iniciativa de mejoramiento en cualquier sector productivo, pues las restantes ya fueron analizadas anteriormente (Figura 12).

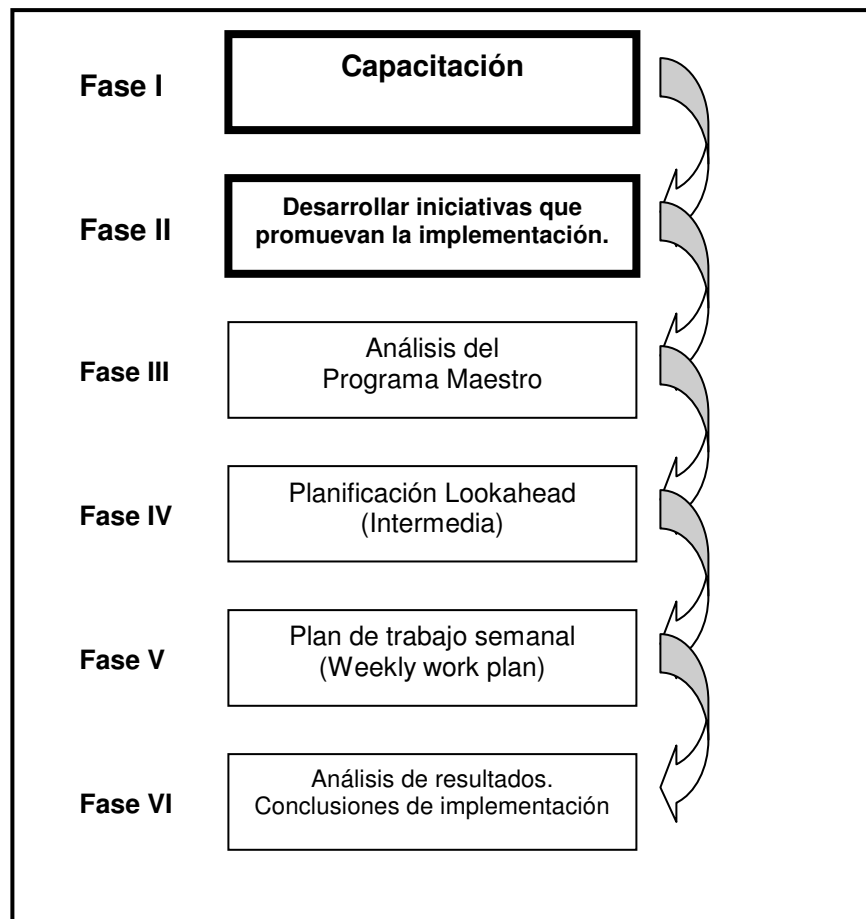


Figura 12: Fases de una estrategia de implementación del sistema del Último Planificador y sus dos fases claves.

7.1 Capacitación

Uno de los factores críticos en la implementación del sistema del Último Planificador es la capacitación, la cual proporciona los conocimientos necesarios que permiten que el personal de cualquier proyecto realice buenas prácticas. La capacitación es un proceso fundamental para producir un cambio en la visión de los agentes en el proceso. La figura 13 propone los contenidos a revisar de cada taller o sesión de entrenamiento y las acciones que deben ser coordinadas por los encargados de la implementación (Entrenadores y miembros de la gerencia).

Investigadores nacionales proponen un plan de 6 a 8 semanas de capacitación en tres talleres en donde se proponen los contenidos de cada sesión, sus tareas y los impactos que puedan provocar en la puesta en práctica.

Taller N°	Contenidos	Tareas	Impactos	Semana N°
1 (4 hrs)	• Diferencias entre el foco tradicional y el Last Planner. • Impactos de la variabilidad • Descripción del sistema del Ultimo Planificador • Discusión acerca de barreras. • Medición del PAC¹³. • Importancia de las reuniones semanales • Análisis de las causas de no cumplimiento	• Desarrollo de reuniones • Consolidación del programa maestro • Medir el PAC • Registrar las causas de no cumplimiento • Seleccionar un indicador de desempeño	• Cambios de visión • Incorporar nuevos actores en el proceso de planificación	1
2 (3-4 hrs)	• Análisis de la información recogida • Revisión de los conceptos • Discusión de las barreras	• Consolidar las tareas iniciales • Inculcar procesos LookAhead	• Disminución de la variabilidad • Mejor protección de la producción • Mas promesas confiables	3 a 5
3 (3-4 hrs)	• Estudio de la reunión de planificación • Análisis de las causas de no cumplimiento	• Correlacionar la información y los indicadores • Tomar acciones contra las razones de falla	• Eliminar las practicas negativas del sistema • Eliminar casi todas las barreras • Comenzar el mejoramiento continuo • Incrementar la productividad	6 a 8

Figura 13: Acciones detalladas de capacitación y sus posibles impactos.

¹³ Recordemos que PAT significa: Porcentaje de actividades terminadas. En la literatura existente encontraremos nombres como PPC (Percent Plan Complete) o PAC (Porcentaje de actividades Completadas).

7.2 Desarrollar iniciativas que promuevan la implementación.

Este trabajo presenta una metodología que ha sido desarrollada por un grupo de empresas constructoras chilenas para seleccionar que tipos de incentivos se pudieran ocupar para promover y aumentar las acciones que llevan a la utilización de nuevas acciones de mejoramiento de la gestión dentro de sus organizaciones.

La implementación de metodologías “Lean” dentro de la organización, requiere de niveles de compromisos y participación. Para obtener estos compromisos, es fundamental la investigación de los motivos y factores que resultan críticos en la puesta en marcha de estrategias de implementación. Las etapas desarrolladas en esta metodología son las siguientes:

Etapas 1: Identificar un sistema de incentivos, como una estrategia que facilite su implementación.

- Los jefes del proyecto o los líderes de cada especialidad son claves, para generar el compromiso con el fin de quitar de barreras para promover la implementación.
- Es fundamental para los participantes en el proceso tener un conocimiento suficiente de los conceptos “Lean” y el plan de puesta en marcha.
- Debemos definir las funciones de cada participante, sus responsabilidades y niveles de autoridad de los jefes de proyecto y/o profesionales cuya participación sea crítica.

Etapas 2: “Provocar en las empresas un cambio en la forma de ver las cosas”

- La interacción directa entre los involucrados en la producción mediante reuniones periódicas de trabajo en donde se presenten todos los conceptos y experiencias relacionadas con el tema.

Etapas 3: “Diagnóstico dentro de las empresas”

- Básicamente se basa en la identificación y análisis de los factores que pueden afectar la implementación. Una vez identificados deben ser filtrados, pues no todos estos factores pueden contar con el tiempo necesario para su análisis o no son necesariamente críticos (Figura 14).



Figura 14: Algunos factores que pueden afectar la implementación.

- La búsqueda de incentivos para el personal, en la necesidad de motivación para la puesta en práctica, deben ser buscado justamente dentro de la organización. Encuestas a los involucrados pueden ser de mucha utilidad para buscar el incentivo más indicado dentro de los recursos disponibles por la empresa. Algunas de los incentivos existentes dentro de las organizaciones pueden ser las mostradas la figura 14.

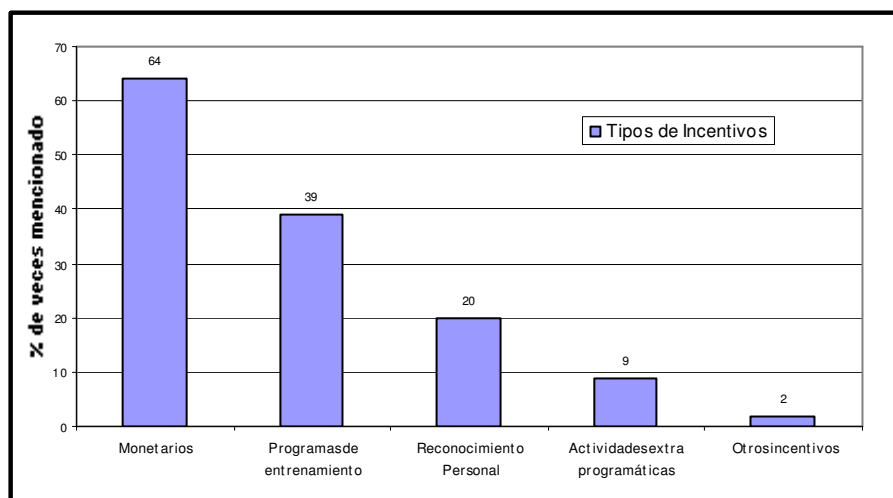


Figura 14: Tipos de iniciativas existentes dentro de las empresas

Etapas 4: “Análisis de resultados”

- Identificar los incentivos para alcanzar una alta motivación dentro de la organización. Mediante encuestas al personal involucrado, también se pueden obtener estos elementos que pueden ser: el reconocimiento del personal, una efectiva participación, el

entrenamiento para mejorar el trabajo en progreso, premios económicos o estabilidad laboral.

- Por otra parte, si bien un compromiso de la gerencia puede ser observado en términos de la participación en el programa de mejoramiento así como la creación de condiciones para la participación del personal en ello, la existencia de una persona que conduzca el proyecto de mejoramiento claramente es fundamental. Los resultados en empresas chilenas muestran que hay un 40 % de los involucrados en la planificación, claramente no identifican al líder que debe motivar la puesta en práctica del proyecto (Alarcón & Seguel, 2002). Por ello es crucial que la gerencia identifique claramente al líder en este proceso de mejoramiento.
- El nivel de información que se maneja en lo que concierne al progreso del proyecto de mejoramiento (conocimientos, dificultades) también tiene una influencia significativa sobre el comportamiento y la actitud de las personas que pertenecen a la organización. Sin embargo, en empresas chilenas, el 55 % de los involucrados se declara inconsciente del progreso del proyecto para la empresa, y además, el 33 % no había recibido ningún tipo de información antes de su puesta en marcha en cuanto al proyecto, metodología y alcance (Alarcón y Seguel, 2002).

Etapas 5: “Cambios y futuras acciones”

- Tomar las acciones de mejoramiento basado en el diagnóstico realizado en las fases anteriores.
- Junto con la activa participación de la gerencia de la empresa y los líderes de implementación, monitorear y controlar las acciones y sus impactos.

7.3 OTRAS RECOMENDACIONES

- Cronología de Reuniones

La cronología de las reuniones deberá ser semana a semana y pasará a formar parte fundamental para la implementación del sistema. Es necesario que se deje establecido el día y hora de la reunión en la semana y respetar estos acuerdos como una forma de trabajo permanente.

- Secuencia de Implementación

Se recomienda realizar una secuencia de implementación evolutiva, es decir ir implementando partes del sistema hasta llegar a su implementación total. A continuación se da un ejemplo de una secuencia de implementación (Alarcón 2000):

- Mes 1 :
 - Formación del trabajo semanal
 - Medición del PAC
 - Análisis de las causa de no cumplimiento y toma de acciones
- Mes 2 :
 - Creación del Plan Lookahead
 - Revisión y análisis de restricciones.
- Mes 3 :
 - Implementar algún indicador de desempeño de procesos que de validez al PAC y medir la variabilidad del indicador.
 - Afinar conceptos de revisión y asignaciones de calidad.

8.0 Resumen

Como resumen, repasaremos la estructura jerárquica del sistema del “Último Planificador”.

Luego del programa Maestro, en segundo nivel, está el proceso de planificación Intermedia o Lookahead Planning, sucedido por el plan de trabajo semanal en último nivel (Weekly Work Plan).

La planificación intermedia (proceso Lookahead) es una expansión del programa maestro, que genera un programa de trabajo que, pensamos, puede ser ejecutado usando información del estado actual del proyecto y pronósticos sobre la disponibilidad de recursos. Como es sabido, el programa Maestro cubre todas las actividades del proyecto, desde el comienzo hasta el término. En cambio, la planificación Lookahead abarca intervalos de sólo 4 a 12 semanas, según la complejidad del proyecto, en el futuro con relación a la fecha de la planificación porque la incertidumbre sobre lo que vendrá después deja sin sentido un mayor detalle.

El plan de trabajo semanal es la planificación que presenta el mayor nivel de detalle antes de realizar una actividad. Escoger que trabajo será ejecutado en la próxima semana desde lo que sabemos puede ser hecho, recibe el nombre de asignaciones de calidad. Sólo asignaciones de calidad pueden entrar en un inventario de trabajo ejecutable y posteriormente al plan de trabajo semanal, lo que protege el flujo de producción de incertidumbres, lo que apunta a crear un flujo confiable de trabajo.

ANEXO H

INSTRUCTIVO MEDICIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

INSTRUCTIVO MUESTREO DEL TRABAJO

1. Comprender muy bien los objetivos y las categorías TP, TC, TNC a usar. Además tener claro el número de obreros o equipos a su cargo para llenar el formulario, y acordar los días en que se realizaran futuras mediciones.
2. El formulario que se adjunta más abajo, debe ser llenado a lo largo del día por cada uno de los muestreadores designados.
3. El muestreador debe llenar los datos que se solicitan en la parte superior del formulario, estos son: Obra, Hora, Fecha y Muestreador.
4. El muestreador debe anotar en la primera columna el N° de personas que componen la cuadrilla observada y una sigla de identificación.
5. Al registrar lo observado, es necesario que el muestreador lo haga de acuerdo a lo que él aprecie en forma instantánea y no las acciones siguientes. Deben realizarse a lo menos 384 observaciones.
6. Cualquier información adicional puede entregarse en el espacio destinado a "OBSERVACIONES".

Medición Niveles de Actividad M.O.

Fecha : _____

	Trabajo Productivo
Jornales	
Ayudante	
Carpintero	
Albañil	
Sanitario	
Electrico	
Fierro	
Pintores	
Otros	

	Trabajo Contributorio						
	Instruccion	Transp. < 5 mt	Transp. > 5 mt	Aseo	Medicion	Prepar. Equipo	Descarga Mater.
Jornales							
Ayudante							
Carpintero							
Albañil							
Sanitario							
Electrico							
Fierro							
Pintores							
Otros							

	Trabajo No Contributorio						
	Viajes	Descanso	Trabajo Rehecho	Esperar Material	Esperar Equipo	Esperar Cancha	Esperar Instrucc.
Jornales							
Ayudante							
Carpintero							
Albañil							
Sanitario							
Electrico							
Fierro							
Pintores							
Otros							

