

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**SOLUCIONES BÁSICAS PARA LA GESTIÓN DE LOGÍSTICA
DE ABASTECIMIENTO EN INFRAESTRUCTURA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

PATRICIA ROXANA COLQUE GÓMEZ

Lima- Perú

2013

DEDICATORIA

*A Dios por haberme dado
fortaleza y salud para cumplir
mis objetivos.*

*A mi madre por todo el cariño y
apoyo incondicional que
siempre me ha demostrado.*

*A mi esposo Enrique y a mis
hijos Mateo y Miranda por
darme el tiempo que les
pertenece para realizarme
profesionalmente.*

INDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I: MARCO TEORICO	
1.1 La logística y su evolución	9
1.2 La logística en empresas constructoras	11
1.3 La logística en la construcción	12
1.3.1 Subdivisión de la logística en la construcción	13
1.4 Costo total integrado	14
1.5 La gestión de la cadena del abastecimiento	15
1.6 Sistemas de gestión de producción	16
1.6.1 Just - In -Time	17
1.6.2 Lean Construction	21
1.6.3 Project Management Institute (PMI)	24
1.7 La gestión logística basado en sistemas de calidad ISO 9001:2000	25
CAPÍTULO II: ANALISIS DEL MODELO ACTUAL	
2.1 La empresa	27
2.2 Estructura actual de la empresa	27
2.3 Análisis del área de abastecimiento	28
2.3.1 Descripción del área	28
2.3.2 Grado de centralización de la empresa	28
2.3.3 Flujo de informaciones	29
2.3.4 El almacén	30
2.4 Encuesta tomada al personal logístico de la empresa	31
2.5 Análisis e interpretación de los resultados	32
2.5.1 Selección de insumos	32
2.5.2 Evaluación del desempeño de los proveedores en obra	33

CAPÍTULO III: TECNICAS Y HERRAMIENTAS PROPUESTAS	
3.1 Evaluación y selección de insumos	35
3.1.1 Tipos de insumos en la construcción	35
3.1.2 Tipo de decisiones para el abastecimiento en la construcción	36
3.1.3 Momentos para la selección de insumos en la construcción	38
3.1.4 Teoría de decisiones	42
3.1.5 Metodología propuesta para la evaluación y selección de insumos	43
3.1.6 Ejemplos de aplicación	52
3.2 Evaluación del desempeño de los proveedores	61
3.2.1 Metodología para evaluación del desempeño de los proveedores	61
3.2.2 Ejemplo de aplicación	65
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1 CONCLUSIONES	68
4.2 RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFIA	71
ANEXOS	72

RESUMEN

Este informe tiene como propósito fundamental de ayudar a mejorar la gestión de la logística del abastecimiento de selección y evaluación de los insumos; y en el control del desempeño de los proveedores.

Antes de desarrollar las propuestas se realizó una revisión bibliográfica para conocer que plantean dos metodologías de gestión de proyectos, el Lean Construction y el Project Management Institute (PMI). A partir de la revisión efectuada se concluyó que ninguna de ellas ofrece procedimientos detallados acerca de los aspectos estudiados, por lo cual las propuestas hechas por las dos metodologías de gestión fueron complementadas con otras teorías y herramientas desarrolladas por otras instituciones.

Se presenta un marco teórico para reforzar la importancia de la logística en el sector construcción, se incluye además el estudio de la cadena de abastecimiento y sistemas de entregas Just-in-Time para complementar la teoría.

Para el mejoramiento de la evaluación y selección de insumos se propone una metodología que permite tomar decisiones basadas no sólo en costos sino en criterios cualitativos. Así mismo, se ha desarrollado un catálogo de alternativas de insumos y criterios para las partidas más incidentes del rubro de estructuras.

Para el mejoramiento del control del desempeño de los proveedores se ha planteado una metodología que permita contribuir a mejorar el desempeño de los proveedores y que proporcione información para la selección de los proveedores en futuros proyectos.

Finalmente para ambas metodologías se desarrollaron ejemplos de aplicación en casos reales para un mejor entendimiento del procedimiento planteado para ambas metodologías.

LISTAS DE CUADROS

Cuadro N°1.1 Síntomas de una mala administración logística.	12
Cuadro N°1.2 Oportunidades del Just-in-Time.	17
Cuadro N°2.1 Flujo de informaciones de “La Empresa”.	29
Cuadro N°3.1 Clasificación de los insumos en la construcción.	35
Cuadro N°3.2 Partidas más incidentes en el rubro de estructuras.	45
Cuadro N°3.3 Escala fundamental de Saaty.	49
Cuadro N°3.4 Construcción escala para evaluación del desempeño.	51
Cuadro N°3.5 Ponderación de criterios por el Método de Ponderación Lineal o Scoring.	55
Cuadro N°3.6 Cálculo del puntaje.	55
Cuadro N°3.7 Homologación de evaluaciones.	55
Cuadro N°3.8 Cálculo de costos.	58
Cuadro N°3.9 Identificar y seleccionar criterios cualitativos.	59
Cuadro N°3.10 Cálculo del puntaje.	59
Cuadro N°3.11 Homologación de evaluaciones.	60
Cuadro N°3.12 Listado de criterios para evaluar el desempeño.	62
Cuadro N°3.13 Ejemplo de construcción escala de evaluación.	63
Cuadro N°3.14 Matriz para la evaluación del Desempeño (Adaptada del CII).	64
Cuadro N°3.15 Grado del desempeño.	66
Cuadro N°3.16 Evaluación del desempeño.	67

LISTAS DE FIGURAS

Figura N°1.1 Subdivisión de la logística en la construcción.	13
Figura N°1.2 Configuración de la cadena de abastecimiento en la construcción.	16
Figura N°1.3 Río de las existencias.	19
Figura N°1.4 La construcción como un sistema Push vs. Pull.	21
Figura N°1.5 El sistema del Último Planificador.	22
Figura N°1.6 Logística y calidad.	26
Figura N°2.1 Estructura organizacional de “La Empresa”.	27
Figura N°2.2 Organigrama del departamento de Logística de “La Empresa”.	28
Figura N°2.3 Área de abastecimiento centralizada.	29
Figura N°2.4 Se aprecia el almacén de “La Empresa” en desorden.	30
Figura N°2.5 Evidencia de persona no autorizada en el almacén.	31
Figura N°2.6 Encuesta realizada al personal de “La Empresa”.	31
Figura N°2.7 Selección de insumos en la etapa de construcción.	32
Figura N°2.8 Materiales utilizados en obra seleccionados en base a costos.	33
Figura N°3.1 Esquema general de un proyecto de edificación.	36
Figura N°3.2 Adaptación de la Curva de influencia en Costos del Construction Industry Institute.	39
Figura N°3.3 Esquema de decisiones antes del diseño.	40
Figura N°3.4 Esquema de decisiones durante la planificación.	41
Figura N°3.5 Pasos para la toma de decisiones.	42
Figura N°3.6 Esquema de una matriz de decisión.	43
Figura N°3.7 Metodología propuesta para la evaluación y selección de insumos.	44
Figura N°3.8 Ejemplo de cálculo de pesos usando Scoring.	47
Figura N°3.9 Ejemplo de cálculo de pesos usando Matriz de Pares.	48
Figura N°3.10 Elementos para la toma de decisiones según AHP.	49
Figura N°3.11 Matriz de comparación de Pares.	50
Figura N°3.12 Vista de uno de los módulos del proyecto.	53
Figura N°3.13 Alternativas para el mortero.	53
Figura N°3.14 Análisis cuantitativo para alternativas de morteros.	54
Figura N°3.15 Plantilla en Excel para la Evaluación de Alternativas.	56
Figura N°3.16 Operarios trabajando en la obra.	57

Figura N°3.17 Alternativas para el acero.	57
Figura N°3.18 Evaluación Cuantitativa.	58
Figura N°3.19 Plantilla en Excel para la Evaluación de Alternativas.	60
Figura N°3.20 Metodología para evaluar el desempeño de los proveedores.	61
Figura N°3.21 Vista del Proyecto.	65

LISTAS DE SIMBOLOS Y SIGLAS

AHP	: Proceso de Análisis Jerárquico
Ca	: Costo de almacenamiento y movimiento interno
Cd	: Costo del producto o servicio
CII	: Construction Industry Institute (Instituto de la Industria de la Construcción - Estados Unidos)
Cp	: Costo de procesamiento de pedidos
Cs	: Costo de stock
Ct	: Costo de transporte
ITINTEC	: Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas
JIT	: Just - In -Time
kg	: Kilogramo
LAP	: Look Ahead Planning
m	: Metro lineal
m ²	: Metro cuadrado
m ³	: Metro cúbico
PMBOK	: Project Management Body of Knowledge
PMI	: Project Management Institute
PPC	: Porcentaje de Actividades Completadas
SCM	: Supply Chain Management
TOC	: Teoría de las Restricciones
TQM	: Total Quality Management

INTRODUCCIÓN

En estos días en que existe una competitividad elevada entre las empresas constructoras y su margen de ganancia es bastante estrecho, la logística en la construcción se presenta como una forma de reducir costos de abastecimiento en la construcción y obtener una ventaja competitiva frente a las demás empresas del sector.

La logística agrupa a un conjunto de actividades de apoyo a la construcción. Su objetivo principal es el de colocar los recursos (mano de obra, materiales y equipos) en el lugar, tiempo y cantidad requerida al menor costo total. Por lo tanto, la logística es determinante para cumplir con el planeamiento de ejecución de la obra. Actualmente, en que muchas empresas del sector están aplicando sistemas de gestión de producción en sus obras, la logística cobra mucha más importancia, primero, porque muchas de las pérdidas descritas por estos sistemas están estrechamente relacionadas con una logística deficiente y segundo, porque es prácticamente imposible tener una producción generada por estos sistemas sin tener una logística que la respalde de una manera eficiente y eficaz.

Por lo tanto, es importante conocer y aplicar los nuevos enfoques de la logística en la construcción ya que estos llevan a su mejoría y a través de ellos las empresas pueden conseguir una ventaja competitiva frente a las demás empresas del sector.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 LA LOGÍSTICA Y SU EVOLUCIÓN

Los orígenes del término logística se han asociado con la actividad militar en donde se le consideraba como parte del arte militar que se encargaba del transporte y alojamiento de los soldados, así como del almacenamiento y distribución de los alimentos, municiones y armas durante las batallas.

Posteriormente ya en el siglo XX es donde se le comienza a dar más importancia al concepto de logística. Las principales etapas de evolución de la logística son:

- Gerenciamiento Fragmentado (hasta los años 50): las actividades logísticas (compras, transporte y almacenamiento) eran vistas de forma fragmentada. Las empresas no conocían el concepto de logística integral.
- Gestión Funcional (años 70): las actividades anteriormente fragmentadas son agrupadas en dos áreas (gestión de materiales y distribución física). En 1976, se define a la logística como “la integración de dos o más actividades con el propósito de planear, implementar y controlar el flujo eficiente de las materias primas, productos en proceso y productos terminados y sus informaciones desde el punto de origen hasta el punto de consumo”.
- Integración Interna (años 80): se caracteriza porque la logística comenzó a tomar un enfoque sistémico, es decir se plantea una mayor integración de las actividades de adquisición, producción y distribución. La logística se define como “el proceso de planear, implementar y controlar de manera eficaz y eficiente el flujo y almacenamiento de materias primas, productos en proceso y productos terminados y sus respectivas informaciones, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer plenamente las necesidades del cliente”.
- Integración Externa (años 90): las empresas se preocupan por conseguir una eficiencia del sistema logístico no sólo internamente sino también en sus relaciones con los proveedores y clientes. La logística es “la parte de la gestión de la cadena de abastecimiento que se encarga de la planificación, ejecución y control eficiente y eficaz del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e informaciones desde su punto de

origen hasta el punto de consumo de manera de satisfacer plenamente las necesidades del cliente”.

Actualmente se define a la logística como “la parte de la gestión de la cadena de abastecimiento que se encarga de la planificación; implementación y control del flujo directo y reverso; y almacenamiento eficaz y eficiente de bienes, servicios e informaciones, desde el punto de origen hasta el punto de consumo de manera de satisfacer plenamente las necesidades del cliente”. En esta definición se introduce el término de logística reversa o logística verde que consiste en regresar un producto desechado, ya sea por defecto o porque no se puede utilizar más, del consumidor a la fábrica con la finalidad de ser reciclados y reutilizados.

La logística se encarga de coordinar y planificar diferentes actividades con la finalidad de que el producto llegue al usuario final en el momento oportuno, en cantidades requeridas, con la calidad demandada y al mínimo costo. Entre las actividades logísticas se encuentran:

- Compras: selección de la fuente de suministro, momento y cantidad de compra.
- Transporte: planificación del transporte de las materias primas y productos terminados.
- Manejo de inventarios: políticas de almacenamiento de materias primas y productos terminados; número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.
- Flujos de información y procesamiento de pedidos.

La logística puede subdividirse en:

- Logística externa: se encarga del flujo de materias primas e insumos desde afuera para adentro de la empresa. Esta logística es responsable de la compra, recepción y almacenamientos de los materiales a ser usados en la producción.
- Logística interna: se focaliza en el movimiento de los materiales dentro de la empresa. Tienen como responsabilidad el manejo de los flujos de los materiales y gestión del inventario.

- Logística de entrega: se ocupa de distribuir los productos a los clientes. Se encarga del procesamiento de pedidos, despacho, transporte y distribución de los productos terminados.

1.2 LA LOGÍSTICA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Si bien es cierto que los parámetros con los que se trabaja en construcción son más severos en comparación a otros sectores (p.e. en una fábrica automovilística, daría igual si lloviese o no mientras que en una edificación el rendimiento de los trabajadores se reduciría o incluso el trabajo podría paralizarse totalmente). Sin embargo, el sector construcción no se conduce de una manera tan diferente como la seriada tal como lo afirmaban antiguamente, al contrario hoy en día vemos como técnicas y herramientas de gestión y producción son aplicadas también a nuestros proyectos con el objetivo de agregarle valor al producto. Ejemplos claros son el Lean Construction, técnicas just-in-time (JIT), Kanban, Total Quality Management (TQM), Teoría de las Restricciones (TOC) y recientemente el Six Sigma entre los que más destacan.

El análisis actual del sector construcción, presenta a la gran mayoría de las empresas constructoras con problemas de desperdicios generados durante el proceso constructivo, una gran parte de estas se asocia a deficiencias en la administración logística y que no se les ha dado la atención adecuada. Además, el envío de materiales a la obra rara vez es programada, cada envío se convierte en un evento imprevisto aumentando de esta manera el desorden, aproximadamente los trabajadores gastan un tercio del tiempo que pasan en obra buscando materiales. El resultado es interrupción del trabajo, incluso horas hombre extra como consecuencia de un planeamiento logístico inadecuado.

La falta de herramientas gerenciales de planeamiento y sistemas de producción no han permitido el desarrollo de la industria de la construcción, la dificultad de planeamiento de un producto complejo en un nivel adecuado detallado, lleva a las empresas a preocuparse primordialmente en la programación de actividades y en el planeamiento a nivel global de la obra (cronograma general y financiero) dejando de lado los detalles de programación que finalmente lo asume el maestro de obra, esta realidad aún se da en pequeñas empresas constructoras.

Este tipo de deficiencias influyen en la baja productividad de la mano de obra; en consecuencia, el encarecimiento de los recursos. Una serie de deficiencias fueron estudiadas por el Ing. Bertelsen en 1,993 en las investigaciones que realizó en Suecia, e identificó nueve síntomas de una mala administración logística (Cuadro N°1.1):

Cuadro N°1.1.- Síntomas de una mala administración logística.

SINTOMAS
Transporte interno excesivo de materiales
Stocks en las zonas de trabajo
Grandes pérdidas
Hurtos
Carencia de materiales
Error en las entregas
Gran cantidad de materiales devueltos a los proveedores
Ruptura de materiales
Daños en trabajos ya realizados

Fuente: Bertelsen, 1993

En nuestro país, esto trae consecuencias económicas ya que los materiales representan un porcentaje importante del costo total de la construcción, si lográramos controlar el desperdicio generado podríamos obtener mayores ganancias.

1.3 LA LOGÍSTICA EN LA CONSTRUCCIÓN

La logística es un proceso multidisciplinario aplicado a una determinada obra para garantizar el suministro, almacenamiento y distribución de los recursos en los frentes de trabajo, así mismo se encarga de la estimación de las cantidades de los recursos a usar y de la gestión de los flujos físicos de producción. Este proceso se logra mediante las actividades de planificación, ejecución y control que tienen como apoyo principal el flujo de informaciones antes y durante el proceso de producción.

1.3.1 SUBDIVISIÓN DE LA LOGÍSTICA EN LA CONSTRUCCIÓN

La logística aplicable al sector de la construcción se subdivide en: logística de abastecimiento y logística de obra (Figura N°1.1).

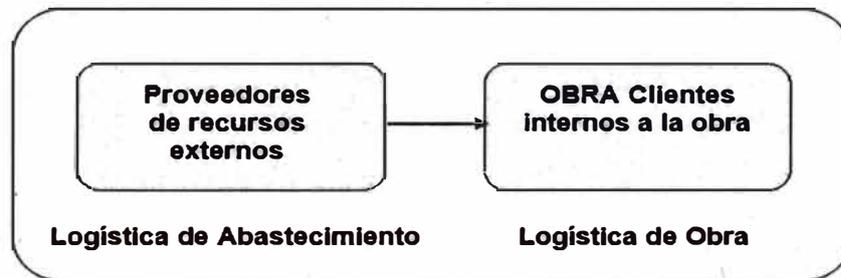


Figura N°1.1.- Subdivisión de la logística en la construcción. Fuente: Correa, 2005.

A. LOGÍSTICA DE ABASTECIMIENTO (EXTERNA)

Se encarga de la gestión, transporte y suministro del abastecimiento de recursos (mano de obra, materiales, equipos) necesarios para la producción desde la identificación de la necesidad hasta la llegada a la obra. Las principales funciones son:

- Identificación de la necesidad del producto.
- Preparación de pedidos con documentos de soporte que definan los materiales del proyecto, (verificación de la calidad).
- Calificación y selección de proveedores.
- Proceso de solicitud de cotización.
- Evaluación y aprobación de cotizaciones, negociación.
- Compra.
- Coordinación de la entrega.

B. LOGÍSTICA DE OBRA (INTERNA)

Se encarga de los flujos físicos y de informaciones necesarios para la ejecución de los procesos constructivos en la obra. Se desarrolla al interior de la empresa constructora. Entre las actividades más importantes tenemos:

- Recepción, clasificación y control de los materiales en obra.
- Transporte y manipuleo de los materiales.
- Distribución regional de la obra.

- Almacenamiento de materiales.

1.4 COSTO TOTAL INTEGRADO

Un factor clave para la gestión de las actividades logísticas es el análisis del costo total, este concepto es el resultado de la evolución de la logística a lo largo de los años y entendido como un enfoque sistémico en el cual el todo no es igual a la suma de sus partes. Es por eso que para mejorar el proceso no sólo es necesario mejorar sus partes sino entender el proceso como un todo, a través del cual la organización debería tratar de reducir el costo total.

Las compras para una construcción generalmente son realizadas en base al precio más bajo sin tomar en cuenta factores como calidad, puntualidad, etc. La estrategia utilizada en la mayoría de las empresas es “consigue el material tan barato como puedas”. En efecto, esta es una costumbre muy arraigada en la construcción en nuestro país por conseguir materiales y componentes, pero reducir los costos de una actividad logística puede aumentar los costos de otra.

Por lo tanto, es necesario hacer un análisis de costo total integrado para poder tomar decisiones correctas al momento de comprar materiales:

1. **Costo del producto o servicio (Cd):** son los costos de adquisición del producto o servicio.
2. **Costo de transporte (Ct):** Son los costos de transporte externo como los fletes.
3. **Costo de almacenamiento y movimiento interno (Ca):** Son los costos de las instalaciones donde se almacenan los componentes e incluye también los costos de la seguridad.
4. **Costo de stock (Cs):** Son los costos de capital (costos de oportunidad), costos con seguro, costos de los riesgos de almacenamiento (rupturas, robos), costo del espacio de stock.
5. **Costo de procesamiento de pedidos (Cp):** Son los costos administrativos que se generan en los procesos de adquisición y distribución incluye también los costos de información utilizados para procesarlos.

$$\text{Costo Total} = C_d + C_t + C_a + C_s + C_p$$

Por ejemplo podríamos comprar tabiques de albañilería a bajos precios, sin tener en cuenta los requerimientos de calidad y resistencia, pero durante la etapa de almacenamiento estos tabiques empiezan a sufrir rupturas (costo de stocks) lo que genera desperdicio, se tiene que hacer un nuevo pedido (costo de procesamiento de pedidos y transporte) para cubrirlo y, en consecuencia, aumenta el costo total.

Otro ejemplo se puede observar en la partida albañilería, al comprar al menor costo ladrillos que presentan irregularidades en sus lados, conlleva a que cuando se realice el tarrajeo de los muros, se utilice mayor cantidad de mortero que el presupuestado, incrementando el costo total de la partida. Los ejemplos anteriores muestran que tenemos que ser cuidadosos cuando escogemos el recurso a utilizar en la construcción y optar por la opción más favorable teniendo en cuenta el costo total buscando el equilibrio entre las partes para tomar la decisión correcta.

1.5 LA GESTIÓN DE LA CADENA DEL ABASTECIMIENTO

Anteriormente se definió a la logística como parte de la gestión de la cadena de abastecimiento, sin embargo no se ha explicado en qué consiste dicha cadena. En los siguientes párrafos se definirá este concepto.

Una cadena de abastecimiento es el conjunto de redes de organizaciones que están involucradas, a través de enlaces corriente arriba y corriente abajo, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos o servicios en las manos del cliente final.

Se define a la gestión de la cadena de abastecimiento (Supply Chain Management, SCM por sus siglas en inglés) como la práctica de un grupo de compañías e individuos trabajando colaborativamente en una red de procesos interrelacionados estructurados con el fin de satisfacer las necesidades del cliente final mientras todos los miembros de la cadena se recompensan.

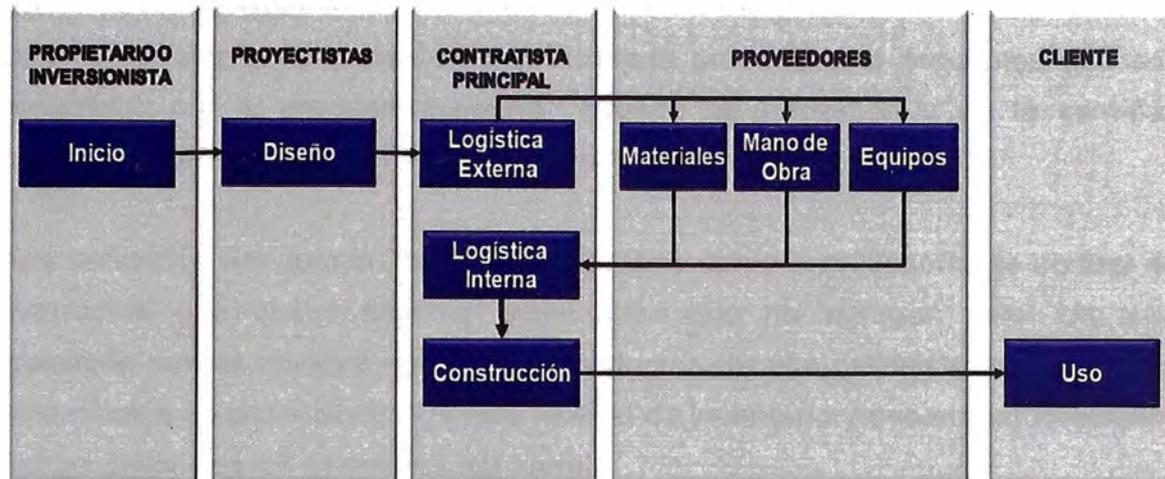


Figura N°1.2.-Configuración de la cadena de abastecimiento en la construcción de una infraestructura educativa. Fuente propia.

En la figura N°1.2, se aprecia que la cadena de abastecimiento está conformada por el propietario o inversionista, proyectistas, contratista principal, proveedores y clientes. Tradicionalmente un proyecto es enfocado considerando que las etapas de diseño y construcción se encuentran totalmente separadas. Esta manera de actuar trae muchos problemas, como por ejemplo: atrasos por diseños incorrectos, incongruencias en la información, informaciones atrasadas, cambios de último minuto, negociaciones hostiles, subcontratos no ejecutados de acuerdo a lo planeado, etc.

Todos estos problemas se pueden evitar si se enfoca la cadena de abastecimiento bajo la gestión de la cadena de abastecimiento, es decir si se entiende que todos los participantes deben estar integrados y no simplemente interrelacionados. Esto implica que los proyectistas trabajen en conjunto con los constructores y proveedores para asegurar que lo que se diseña pueda realmente construirse; y que en la medida de lo posible siempre se busque trabajar siempre con los mismos proveedores de tal manera que se involucre con la política de la empresa y aprenda lo que la empresa espera de él.

1.6 SISTEMAS DE GESTION DE PRODUCCION

A continuación se presenta dos sistemas de gestión de producción que ayudan a agregar valor al producto: el Just-in-Time y Lean Construction en el que el papel de los proveedores es muy importante.

1.6.1 JUST-IN-TIME

Es una estrategia de producción que intenta producir solo productos que son requeridos por el proceso sucesivo, cuando se necesitan y en la cantidad requerida, esto permite eliminar la necesidad de inventarios.

Otra definición del Just-in-Time es presentada como una filosofía de control de inventarios que busca eliminar actividades que no agregan valor de toda operación con el objetivo de obtener productos de alta calidad (cero defectos), altos niveles de productividad, bajos niveles de inventario y desarrollar relaciones a largo plazo con los miembros del canal.

Antes de crear el Just-in-Time, el sistema de producción Toyota se encargaba de producir todos los elementos del producto, pero vio en los proveedores una fuente potencial para delegarles parte de su trabajo, los procesos secundarios como el producir piezas fueron encomendados a sus proveedores mientras que ellos se ocupaban de tomar las partes semielaboradas para integrarlas en un solo producto, esta metodología tuvo éxito ya que la producción aumentó, se redujo desperdicios y mejoró la calidad del producto.

Los beneficios de emplear el Just-in-Time son muchos, esto se aprecia en el cuadro N°1.2.:

Cuadro N°1.2.- Oportunidades del Just-in-Time.

OPORTUNIDADES DEL JIT	Magnitud del mejoramiento %
Reducción en tiempo de producción	83 - 92
Aumento de productividad	
Mano de obra directa	5 - 50
Indirecta/ salarial	21 - 60
Reducción en costo de calidad	26 - 63
Reducción en precios de materiales comprados	6 - 45
Reducción de inventarios	
Materiales comprados	35 - 73
Obra en proceso	70 - 89
Productos terminados	0 - 90
Reducción tiempo de aislamiento	75 - 94
Reducción de espacio	39 - 80

Fuente: Hay, 2003

Los resultados obtenidos en el cuadro N°1.2., demuestran que la aplicación del Just-in-Time reduce los costos del proceso, mejora la calidad del producto mediante la eliminación del desperdicio y el uso efectivo de recursos existentes.

El Just-in-Time es una estrategia de mejora de procesos, implementada para reducir el stock del proceso y sus costos asociados. Este proceso viene activado a través de una serie de señales o Kanban, que comunican al proceso comenzar el paso siguiente. Según el Just-in-Time, se hace un nuevo pedido de stock cuando llega al nivel mínimo definido. Esto permite que el almacén ahorre espacio y costo.

➤ **OBJETIVOS**

1. Atacar los problemas fundamentales
2. Eliminar desperdicios
3. Buscar la simplicidad
4. Diseñar sistemas para identificar problemas

1. Atacar los problemas fundamentales

El primer objetivo del Just-in-Time es atacar los problemas fundamentales (máquinas o equipos poco fiables, zonas con cuello de botella, calidad deficiente, etc.) y los japoneses lo representan como “el río de las existencias” (Figura N°1.3.) El nivel del río representa las existencias (inventario) de la empresa visualizada por un barco que navega de un lado a otro. Cuando la empresa baja el nivel del río, reduce el nivel de inventario y descubre rocas, problemas. La respuesta tradicional era aumentar el inventario para cubrir los problemas. El Just-in-Time propone enfrentar y resolver los problemas cuando aparecen (las rocas deben eliminarse del río). El nivel de inventario puede reducirse gradualmente hasta encontrar otro problema y también resolverse.

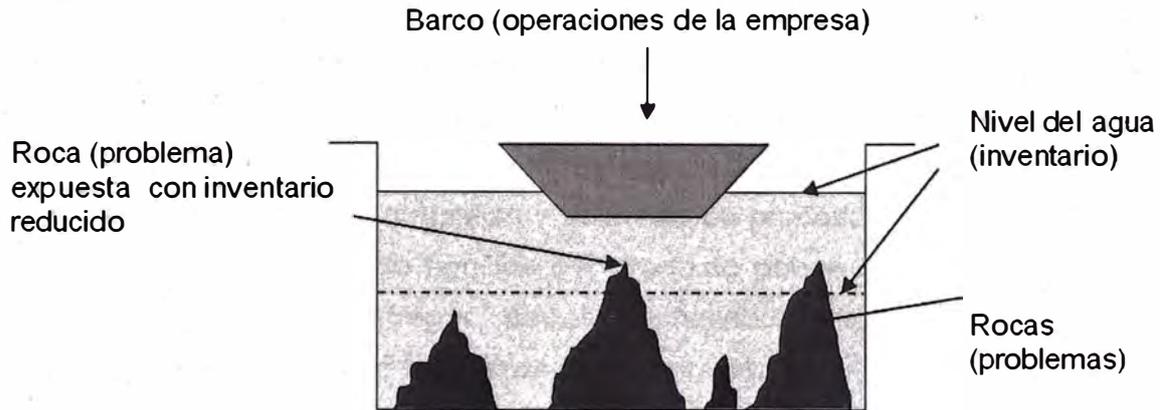


Figura N°1.3.- Río de las existencias. Fuente: Fabian, 2009.

2. Eliminar desperdicios

Todo lo que no añade valor al producto debe ser eliminado. Ejemplos de actividades que no añaden valor a los procesos son el transporte, inspección, esperas, almacenamiento. Para el caso de inspección y control de la calidad, el enfoque tradicional occidental trabaja con inspectores para examinar las piezas y si fuera posible interceptarlas, pero inspeccionarlas toma tiempo y las fallas se descubren cuando ya se han fabricado lotes enteros, lo que conlleva a reprocesarlas o a desecharlas y son soluciones igualmente caras. Just-in-Time propone eliminar las fases de inspección:

- Haciéndolo bien a la primera, obtener productos de alta calidad no necesariamente es más caro que obtenerlos de mala calidad. Es necesario esforzarse por depurar las tendencias que conllevan a la aparición de defectos.
- Delegando responsabilidades al operario para controlar el proceso y pueda realizar las correcciones necesarias.

Otra actividad que no añade valor es el almacenamiento. Su costo comprende dos aspectos, el primero referido al costo directo que implica el almacén y el riesgo a que el inventario se vuelva obsoleto. El segundo costo es que el inventario oculta los problemas (río de las existencias Figura N° 1.3.). El stock de seguridad es caro, ocupa espacio y puede volverse obsoleto. Además se incluyen costos de reclamo y devolución del pedido. Eliminar las actividades que no añaden valor reduce costos de producción, calidad, plazos y aumenta el servicio al cliente.

3. Buscar la simplicidad

A diferencia del sistema tradicional occidental que partía de la premisa que la complejidad era inevitable, Just-in-Time se enfoca en eliminar las rutas complejas del flujo de material y buscar líneas de flujo más directas. La solución es agrupar los productos en familias y pasar de un proceso a otro de forma más rápida. Incluso un grupo de familias del producto puede ser encargado a sus proveedores y ellos entregar partes semielaboradas a la cadena de abastecimiento para reducir los plazos de elaboración.

4. Establecer sistemas para identificar problemas

Cualquier sistema que identifique problemas es beneficioso, al diseñarse se debe considerar mecanismos de alerta cuando aparezca un problema. En ese momento se detiene la línea, se identifica el problema, se soluciona y se reanuda la producción. A corto plazo esto parecería imposible, pero hacer las correcciones oportunamente elimina problemas que más adelante pueden tener un gran impacto. Ejemplos de estos mecanismos son los sistemas Kanban.

El Just-in-Time se basa en la técnica Pull (jalar), método utilizado para saber cuando introducir materiales o información en un proceso productivo, todo lo contrario a la técnica Push (empujar). El modelo Pull es una producción proactiva porque quien inicia el proceso es el cliente final y se produce solo cuando lo necesita mientras que el modelo Push es una producción reactiva que busca crear demanda en el cliente final y se caracteriza por tener stocks de productos.

Los programas tradicionales de construcción se han basado siempre en la técnica Push para el abastecimiento de materiales e informaciones y están basados en la fecha de comienzo de las labores según el programa. Mientras que el Pull, suministra material e información solo cuando el proceso está en grado de hacer el trabajo.

Las técnicas Push y Pull son utilizadas también en la industria de la construcción. En el sistema Push, la producción es planeada y controlada sin ninguna preocupación por el cliente y la calidad (Figura 4) esto ha sido una realidad en los inicios de todas las industrias cuando la competencia era baja.

Cuando la demanda actual depende del cliente final desencadena todo el proceso de producción (Figura N°1.4.) esto es el sistema pull.

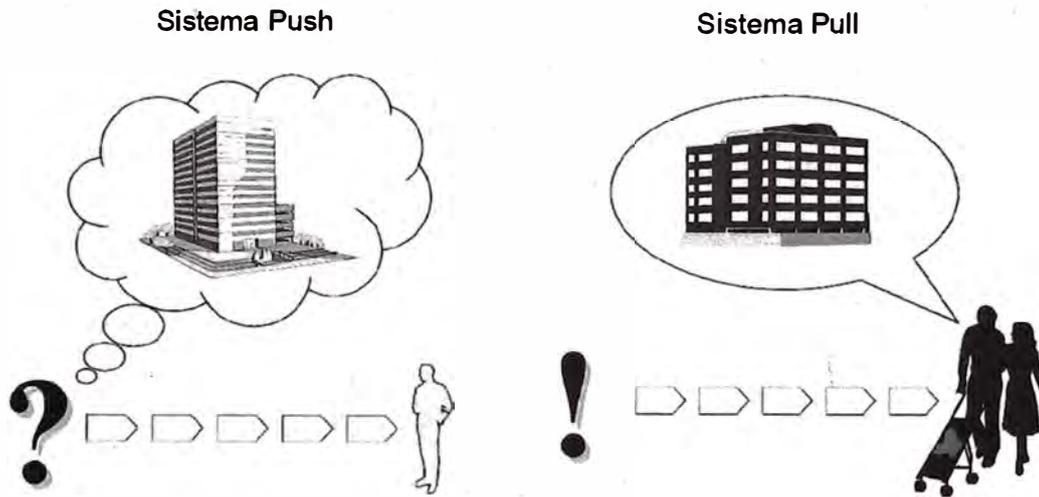


Figura N°1.4.- La construcción como un sistema Push vs. Pull. Fuente: Fabián, 2009.

1.6.2 LEAN CONSTRUCTION

Sistema de gestión de producción que evolucionó del Just-in-Time al Lean Production con aplicación directa a la construcción. Lo que diferencia al Lean Construction de las prácticas convencionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas. Otro punto fundamental es el manejo del modelo de flujos en contraposición al modelo de conversión.

El modelo de flujos de procesos permite visualizar las abundantes pérdidas identificadas por Taichi Ohno en el proceso constructivo y que el modelo de conversión no permite ver. Lean Construction apunta a eliminar las pérdidas por flujo y a optimizar los procesos de toda la construcción, buscando minimizar aquellas actividades que no agregan valor y a optimizar las que si agregan y que respaldan a otras estrategias competitivas que también añaden valor al producto edificio como la Gestión de la Cadena de Abastecimiento. La principal fuente de pérdidas en la construcción es la variabilidad, una manera de reducirla o minimizar su impacto es utilizando técnicas Lean y sus herramientas.

Para reducir la variabilidad se necesita un planeamiento de la producción a mediano y corto plazo (programación) que nos permita identificar tareas que se

ejecutarán en el futuro, así como determinar si la cantidad de trabajo disponible es suficiente para los recursos existentes.

El planeamiento de la producción se debe dar en tres niveles: el plan maestro en el que se desarrollan las estrategias de ejecución del proyecto, el Look Ahead Planning (análisis de mediano y corto plazo) y el plan semanal en el que se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades diarias.

A. El último planificador

Se refiere a la última persona que da instrucciones específicas a los trabajadores para realizar los trabajos en campo, no da instrucciones a ningún otro nivel de planificación posterior. El último planificador es el mecanismo que se encarga de transformar lo que debería ser hecho (SHOULD) en lo que se puede hacer (CAN) de tal manera que le permita formar una reserva de trabajo sobre el cual se prepararán los programas semanales. Las asignaciones de la planificación semanal son el compromiso de que el último planificador lo hará. La Figura N°1.5. resume el proceso.

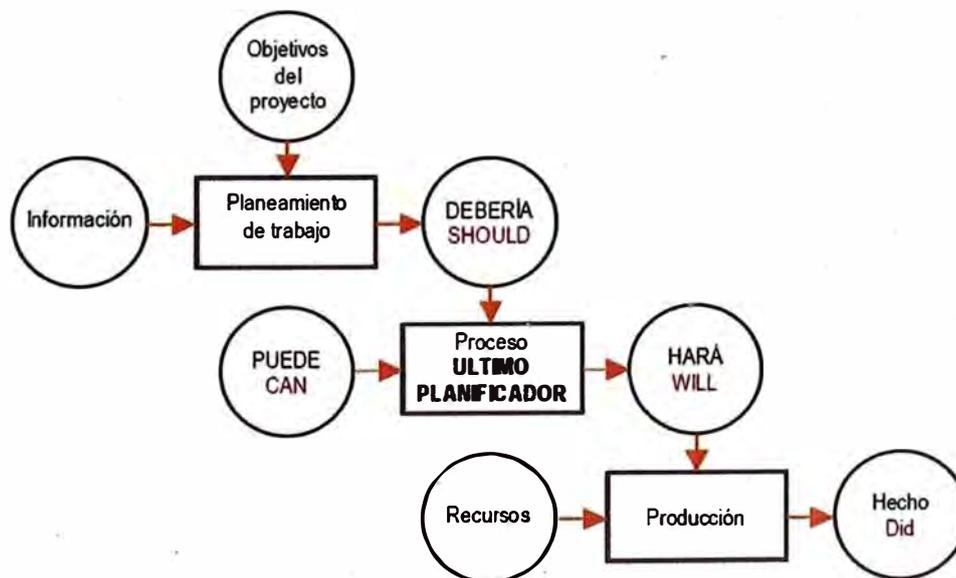


Figura N°1.5.-El sistema del Último Planificador. Fuente: Fabián, 2009.

B. Look Ahead Planning (LAP)

La Planificación Anticipada de Recursos (LAP) es un programa de asignaciones potenciales para las próximas semanas, el número de semanas pueden variar de

acuerdo a las características del proyecto y a la confiabilidad del planeamiento. Y debe partir del cronograma general de la obra para esto el plan maestro deberá estar desgregado a un nivel de detalle de tal manera que represente las asignaciones en un formato semanal.

Una vez que las actividades han sido incluidas en el LAP se procede al análisis de las restricciones, la regla es incluir en la ventana del LAP solo aquellas actividades que puedan estar listas para ser completadas según el programa. Para identificar todos los recursos se debe contar con procedimientos y formatos disponibles para hacer formalmente el análisis de las restricciones, en esta etapa es necesario tomar acciones concretas sobre las restricciones identificadas. Además, los responsables de identificar las restricciones debe ser uno de los ejecutores de la construcción y tenga la capacidad de reconocer todos los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades.

La verificación de la planificación se da a través del Porcentaje de Actividades Completadas (PPC, por sus siglas en inglés), el PPC es el número de actividades planeadas que han sido completadas dividido entre el número total de actividades planeadas nos sirve como herramienta de control. Un alto porcentaje significa un buen cumplimiento de la programación. Las causas de incumplimiento son emitidas en un Análisis de No Conformidad esto permite que las tareas posteriores puedan ser mejoradas.

Si implementamos el sistema de producción Lean junto a un buen sistema de gestión de proveedores nos permitirá agregar mayor valor al producto y de esta manera elevar el grado de competitividad de las empresas constructoras.

C. El pensamiento Lean y la relación con los proveedores

El pensamiento Lean no solo se limita al sistema de gestión de producción sino que se trata más bien de un sistema de negocios que abarca a toda la empresa. En ese sentido, la gestión de proveedores forma parte de lo que se llama la empresa extendida para incluir la obligación de participación de los proveedores en la mejora de la calidad y la productividad. Así mismo se identifican diferencias en la relación comprador-proveedor del pensamiento *Lean* y la producción tradicional; con respecto a esto se presenta un resumen:

Alianzas: En el sistema *Lean* se buscan las relaciones estables y de largo plazo con los proveedores. Se hace una gran inversión en la búsqueda de beneficios comunes, transparencia y construcción de estas relaciones entre las partes.

Reducción de la base de proveedores: como resultado de la búsqueda por alianzas se escogen uno o dos proveedores para cada tipo de familia de material.

Aprendizaje mutuo: Los proveedores están involucrados en el desarrollo de productos desde las etapas iniciales y busca la comprensión mutua de los procesos y cambio de tecnología con el objetivo de agregar valor al producto.

Esfuerzo en conjunto en la reducción de desperdicios: Se desarrollan esfuerzo conjuntos en la identificación y eliminación de desperdicios a través de cambios en el desarrollo de productos y en el perfeccionamiento de procesos de producción y logística, en general, el constructor apoya al proveedor para que utilice en su producción los principios *Lean*.

Entregas y producción *just-in-time*: En lugar de pedidos basados en programaciones, entregas poco frecuentes y grandes lotes, el pedido entre comprador y proveedor *lean* se da *Just-in-Time*, utilizando el sistema *kanban*, que solicita la entrega en lotes pequeños, conforme a lo demandado. Además, el proveedor es alentado a implantar la producción *Just-in-Time*, caso contrario los stocks serán devueltos al proveedor.

Calidad garantizada: En el sistema *Just-in-Time* la calidad es obligatoria, si un lote es rechazado, la producción será interrumpida por la casi inexistencia de stocks, será necesario que el proveedor tenga procesos que garanticen la calidad en la producción, para así eliminar la necesidad de inspección en la recepción.

1.6.3 PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI)

El PMI a través de su guía "Project Management Body of Knowledge" (PMBOK) sugiere los procesos, las áreas de conocimientos, las técnicas y las herramientas que se deben tener en cuenta para gerenciar un proyecto.

Una de las áreas de conocimiento es la denominada Gestión de las Adquisiciones del Proyecto que incluye: planificación de las compras y adquisiciones, planificación de la contratación, selección de vendedores, administración y cierre de los contratos. Las técnicas y herramientas relacionadas con la evaluación de alternativas son: análisis de fabricación directa o compra, sistemas de ponderación de criterios cualitativos y sistema de calificación de vendedores.

La metodología que se propone, en este estudio, integra y desarrolla las técnicas y herramientas de ambos enfoques; así mismo, las complementa usando otras técnicas propuestas por la Teoría de Decisiones.

1.7 LA GESTIÓN LOGÍSTICA BASADO EN SISTEMAS DE CALIDAD ISO 9001:2000

Todas las empresas son conscientes de la necesidad de ofrecer mucho más que un producto de calidad o servicio para satisfacer las expectativas de los clientes y las demandas de las empresas.

La logística, hoy por hoy se ha convertido en el nuevo paradigma para la generación de ventajas competitivas a nivel de las organizaciones, donde integrada a los sistemas de calidad ISO 9001:2000 permiten desarrollar estrategias para acceder a mercados cada vez más competitivos.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de gestión de calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan con los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

La integración de los sistemas de calidad y logísticos se fundamenta en el desarrollo de los procesos el cual ilustra las relaciones entre los diferentes procesos al interior de la organización, donde las partes interesadas juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada, enfatizando la importancia de: la comprensión y cumplimiento de los requisitos, la necesidad de considerar los procesos en términos de valor, la obtención de resultados de desempeño y la eficacia de los procesos, así como la mejora continua de los mismos, basados en los principios del sistema. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e

interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede determinarse como “Enfoque basado en procesos”.

La integración de estas herramientas, logística e ISO, mejorara sustancialmente el desempeño de la organización, en cuanto se puede evaluar y medir:

- Las salidas del sistema, definido como la relación entre las entradas (input) y las salidas (output), medidos a través de los indicadores de productividad o eficiencia del sistema.
- La velocidad de ejecución de las actividades, establecida mediante la medición del tiempo utilizado en la ejecución de las actividades de principio a fin.

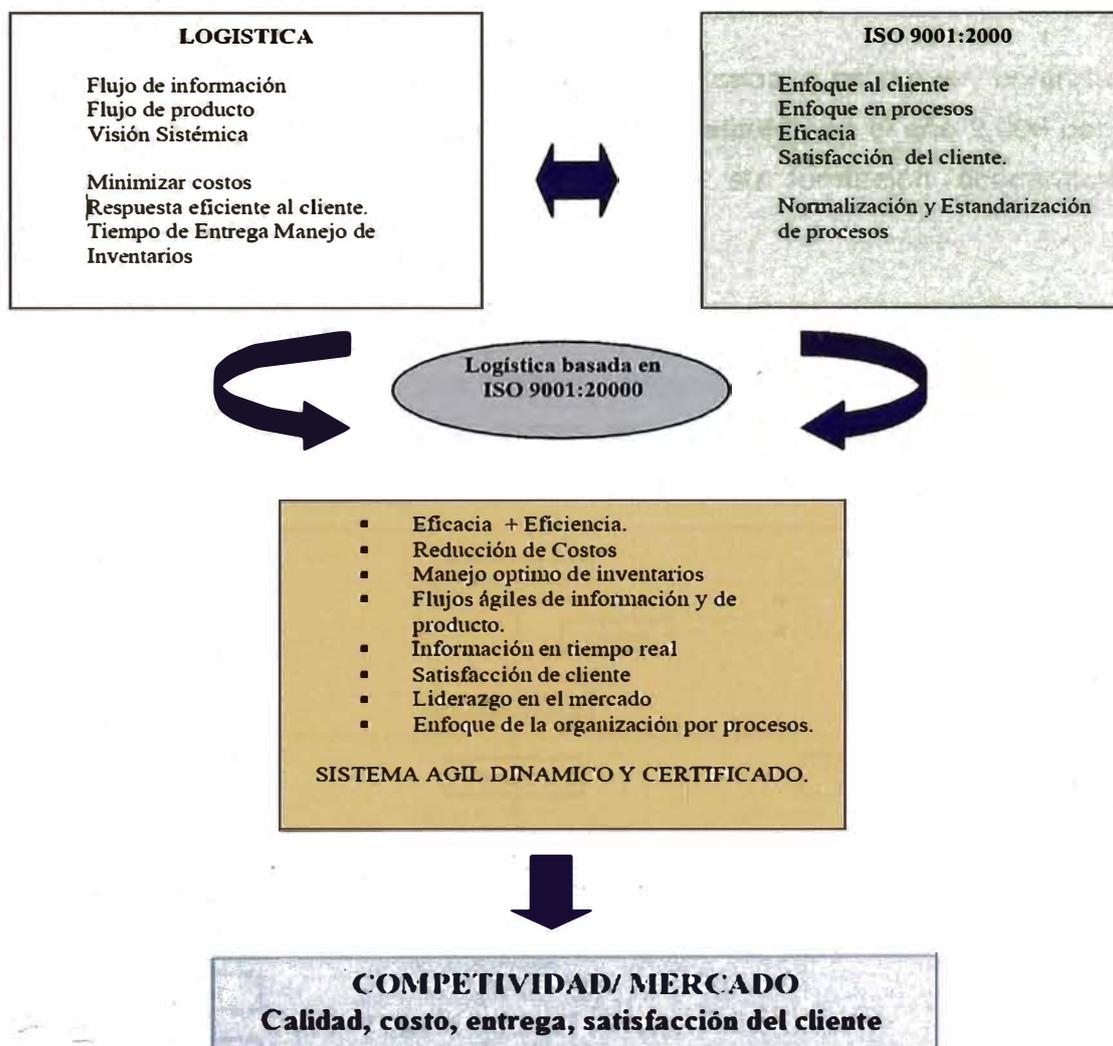


Figura N°1.6.-Logística y Calidad. Fuente: ISO 9001:2000.

CAPITULO II: ANALISIS DEL MODELO ACTUAL

En este capítulo se ha analizado el comportamiento de una empresa dedicada al rubro de la construcción que ha sido tomada como ejemplo para la elaboración de este informe en dos aspectos de la gestión del abastecimiento:

- Evaluación y selección de insumos.
- Control del desempeño de los proveedores en obra.

Esta pequeña empresa constructora se dedica a la elaboración y ejecución de proyectos de construcción de edificaciones, pistas y veredas, saneamiento, etc., y a la que en adelante nos referiremos como “La Empresa”.

2.1 LA EMPRESA

“La empresa”, es una empresa constructora dedicada a promover, contratar y ejecutar todo tipo de obras de ingeniería. Fue constituida en el año 2,006 por un grupo de profesionales con el fin de brindar su formación académica y experiencia en la actividad de la Construcción Civil.

2.2 ESTRUCTURA ACTUAL DE LA EMPRESA

El efectivo funcionamiento de una empresa depende en mucho de su adecuada estructura organizacional. La figura N°2.1, muestra la estructura organizacional de la Empresa, el cual se puede visualizar en el Anexo N°01.

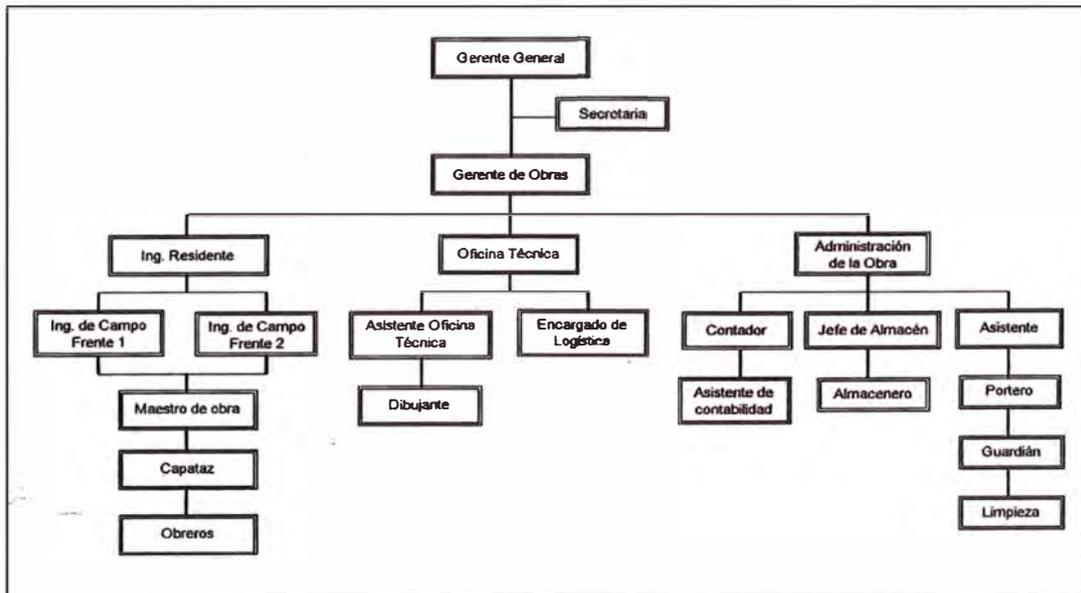


Figura N°2.1.- Estructura organizacional de “La Empresa”. Fuente propia.

2.3 ANALISIS DEL AREA DE ABASTECIMIENTO

2.3.1 DESCRIPCION DEL AREA

El área de abastecimiento es el soporte de la producción, garantizando el correcto desenvolvimiento de los procesos.

En la Oficina Técnica se encuentra el departamento de Logística, asimismo existen las personas responsables de las cotizaciones y los compradores que se encargan de llevar las compras a las distintas obras en ejecución, tal como se muestra en el organigrama del departamento de Logística de la Figura N°2.2, véase también en el Anexo N°02.

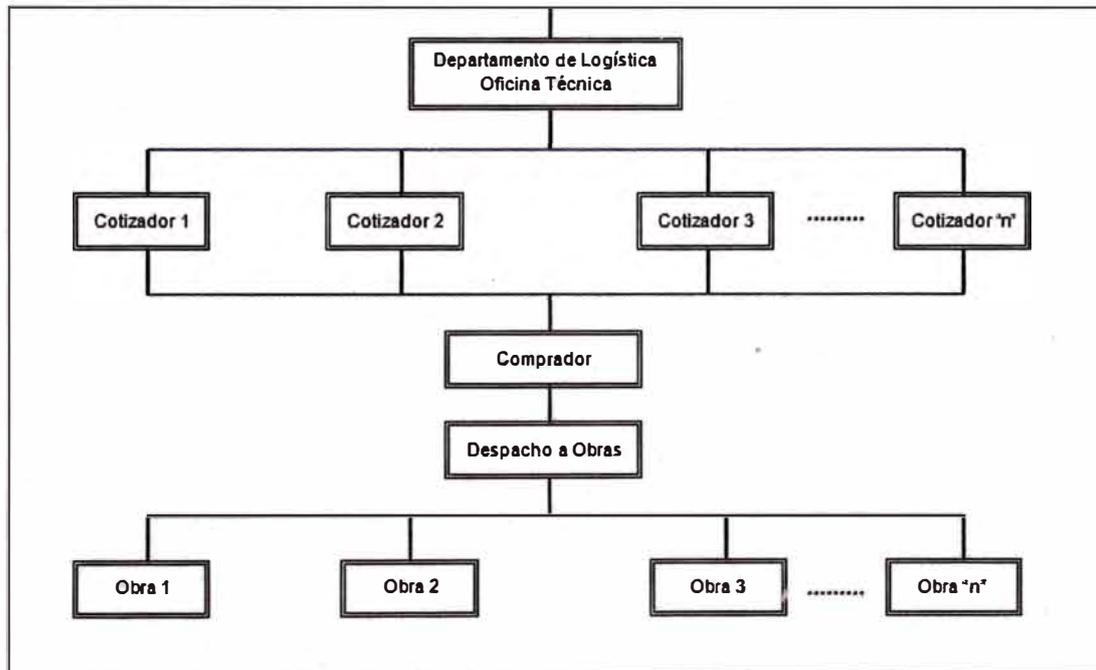


Figura N°2.2.-Organigrama del departamento de Logística de "La Empresa". Fuente propia.

2.3.2 GRADO DE CENTRALIZACION DE LA EMPRESA

Actualmente, "La Empresa" cuenta con un área de abastecimiento Centralizada, es decir existe un área de la empresa encargada de realizar todas las compras de las obras, tal como lo muestra la Figura N°2.3.

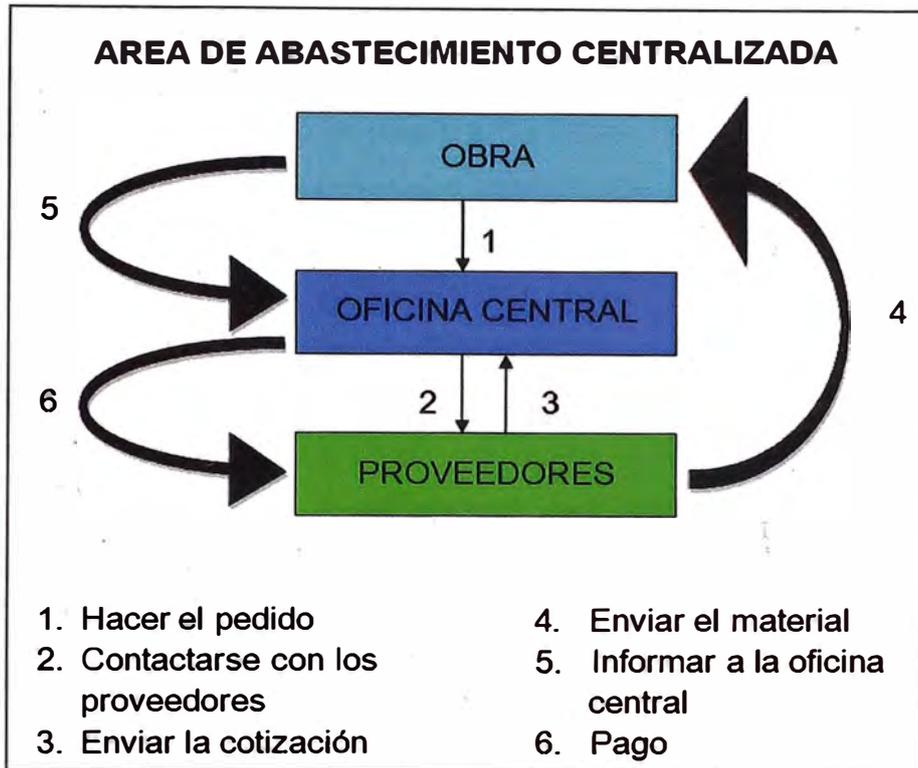
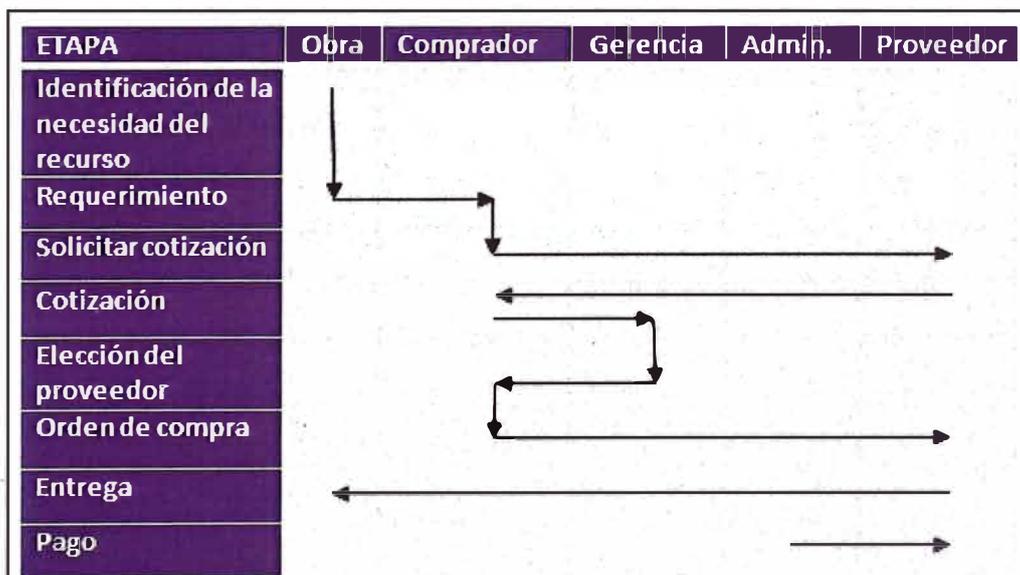


Figura N°2.3.-Área de abastecimiento centralizada. Fuente propia.

2.3.3 FLUJO DE INFORMACIONES

En el cuadro N°2.1., se muestra el flujo de información para la adquisición de materiales en “La Empresa” actualmente.

Cuadro N°2.1- Flujo de informaciones de “La Empresa”.



Fuente propia.

2.3.4 EL ALMACEN

En el almacén se encuentran todos los materiales que llegan a la obra los que se llevarán a cada frente cuando se requiera. La oficina de almacén es la encargada de llevar a cabo estas funciones. Cabe resaltar que, la mayoría de pedidos de materiales son efectuados a mano, directamente por el usuario. No existe un método sistematizado ni un software para clasificarlos, controlarlos y hacerles seguimiento. No existe codificación de inventarios ni tampoco un orden en los andamios, donde se encuentran mezclados materiales nuevos y usados indistintamente. En la figura N°2.4 se puede apreciar las condiciones de almacenamiento, las cuales se encuentran muy lejanas de lo que se puede considerar el óptimo.



Figura N°2.4.-Se aprecia el almacén de "La Empresa" en desorden.Fuente propia.

El control del personal que ingresa al almacén no está normado, por lo cual cualquier persona puede ingresar. Esto puede producir sustracciones o pérdidas de materiales que no son registrados, originándose un desfase en el cierre del almacén. Como ejemplo de lo mencionado se muestra en la figura N°2.5 a una persona de otra área retirando una pieza mecánica sin ninguna autorización.



Figura N°2.5.- Evidencia de persona no autorizada en el almacén. Fuente propia.

2.4 ENCUESTA TOMADA AL PERSONAL LOGÍSTICO DE LA EMPRESA

A continuación se presenta una encuesta conformada por 7 preguntas que abarcaban los temas de selección de insumos y la evaluación del desempeño de los proveedores, dicha encuesta fue realizada a los ingenieros y personal logístico de la empresa. Véase también en el Anexo N° 03.

Fecha: / / 2012

ENCUESTA N°__

DATOS GENERALES
Nombre de la empresa _____

SELECCION DE INSUMOS

A. ¿En qué etapa selecciona los insumos que se usarán durante la construcción? Se puede marcar más de una alternativa.
Diseño Presupuesto Construcción

B. ¿En base a qué criterios selecciona los insumos?
Costos Costos y criterios cualitativos

C. ¿Tiene una metodología formal para evaluar y seleccionar los insumos?
Sí No

D. Explique qué metodología emplea

EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE PROVEEDORES EN OBRA

A. ¿Evalúa el desempeño de sus proveedores?
Sí No

B. ¿Qué metodología empleada para evaluar a los proveedores?

C. ¿Para qué emplea la información obtenida de la evaluación?
Control del cumplimiento del contrato
Retroalimentación para selección en futuros proyectos
Todas las anteriores

Figura N°2.6.-Encuesta realizada al personal de "La Empresa". Fuente Propia.

2.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de recepcionar las encuestas y compararlas, se analizó e interpretó los resultados de cada pregunta hecha a los encuestados eligiendo las respuestas con mayor porcentaje de incidencia.

2.5.1 SELECCIÓN DE INSUMOS

A. ¿En qué etapa selecciona los insumos que se usarán durante la construcción?

En todas las obras se ha hecho la selección de insumos durante la etapa de construcción, siempre se han tomado decisiones durante esta etapa. Se deja la selección de insumos para el último momento, es decir son transferidas al personal de obra que en ese momento se encuentran ejecutando la obra, lo cual muchas veces genera retrasos y por ende mayores costos. En la etapa de Construcción, la mayoría de los recursos deberían estar ya definidos.

En la figura N°2.7, se presentan algunas alternativas de tipos de ladrillos que se pueden usar en muros de tabiquería y sus pesos por m²; se puede apreciar que el peso que éstos pueden agregar, puede variar desde 49.5 kg/m² hasta 179kg/m². Este peso tendrá una fuerte influencia en el comportamiento sísmico del módulo de dos pisos, y por lo tanto, es fundamental seleccionar el tipo de ladrillo a usar antes de iniciar el cálculo estructural, es decir en la fase de la Definición del Diseño.

LADRILLOS		
INSUMO		PESO (KG/M2)
Ladrillo Arcilla Tubular		49.5
Ladrillo Arcilla Hueco		128
Ladrillo Silico Calcáreo		140
Ladrillo Concreto		179

módulo de 2 pisos



Figura N°2.7.-Selección de insumos en la etapa de construcción.Fuente propia.

B. ¿En base a qué criterios selecciona los insumos?

Se selecciona los insumos teniendo en cuenta mayormente los costos que los criterios cualitativos. Por lo tanto se puede señalar que la empresa reconoce que es importante evaluar sus alternativas de insumos no sólo haciendo análisis de costos sino usando otro de tipo de criterios que no son monetarios como es la calidad de los materiales a usar en obra.



Figura N°2.8.-Materiales utilizados en obra seleccionados en base a costos.Fuente propia.

C. ¿Tiene una metodología formal para evaluar y seleccionar los insumos?

Como conclusión general se puede señalar que la empresa si posee un procedimiento formal que ayuda a evaluar y seleccionar las alternativas, considerando tanto criterios cuantitativos como cualitativos.

D. Explique qué metodología emplea

La empresa indica que usa una evaluación intuitiva, es decir, si bien toman en cuenta los costos y otro tipo de criterios, al final toman sus decisiones en base a sentimientos, es decir selecciona al proveedor porque este es un amigo o algún conocido.

2.5.2 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS PROVEEDORES EN OBRA

A. ¿Evalúa el desempeño de sus proveedores?

En la empresa si se realiza una evaluación de sus proveedores durante la obra. Para la mayoría de las empresas constructoras es importante realizar un control de los proveedores.

B. ¿Qué metodología emplea para evaluar a los proveedores?

Se realiza un control del plazo de entrega y también se controlan costos. Sin embargo, dichos controles no son registrados en una base de datos sino que simplemente son observaciones verbales que se le hacen a los proveedores.

C. ¿Para qué emplea la información obtenida de la evaluación?

La información obtenida es usada para el control del cumplimiento y para la selección del proveedor para futuros proyectos. Esto quiere decir que la información obtenida no sólo servirá para el control del proyecto actual sino que también puede ser utilizada como fuente de retroalimentación para futuros proyectos.

Se puede establecer que cualquier mejora que se haga tanto en la selección de insumos como en la evaluación de proveedores será de mucha utilidad para las empresas constructoras debido a que es importante trabajar sobre esos dos aspectos; sin embargo, la mayoría de los casos demuestra que no son enfocados de la mejor manera. Por lo tanto se propondrán metodologías que ayuden a evitar prácticas incorrectas, es decir que mejoren la situación actual.

CAPITULO III: TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PROPUESTAS

El propósito fundamental de este capítulo es proponer una serie de métodos, técnicas y herramientas que ayudarán a mejorar la gestión de la logística externa en dos aspectos:

- Evaluación y selección de insumos.
- Control del desempeño de los proveedores en obra.

3.1 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE INSUMOS

La evaluación y selección de insumos es muy importante debido a que si se hace de manera correcta y anticipada evitará futuros conflictos que puedan presentarse durante la construcción del proyecto.

Por lo tanto, en esta sección se incide en que la definición de los insumos debe hacerse durante las etapas de diseño y planificación. Para contribuir a este fin se presenta un listado de alternativas, los criterios para dichas alternativas y una metodología que ayudarán en la selección de los materiales, mano de obra, equipos y herramientas.

3.1.1 TIPOS DE INSUMOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Para desarrollar cualquier proyecto de construcción se necesitan de materiales, mano de obra, equipos y herramientas que deben combinarse para conformar los diferentes elementos del proyecto. Estos son los recursos básicos y por lo general son provistos por empresas externas, especialmente en el caso de materiales, equipos y herramientas. Los recursos se subdividen en insumos, cuyos costos al unirse definen los costos unitarios de cada partida del presupuesto y por lo tanto el costo directo de un proyecto.

Cuadro N°3.1-Clasificación de los insumos en la construcción.

CLASIFICACION DE LOS INSUMOS			
MATERIALES		MANO DE OBRA	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
FORMA Y DIMENSIONES	NIVEL DE PERSONALIZACION		
• Materias Primas	• Made-to-stock	• Propia	• Existentes
• Materiales Semielaborados	• Made-to-order	• Subcontratada (Mano de obra)	• Comprados
• Elemento Simple	• Engineered-to-order	• Subcontratada (Todo costo)	• Alquilados

Fuente propia.

3.1.2 TIPO DE DECISIONES PARA EL ABASTECIMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN

La interrogante ¿qué abastecer? no sólo implica definir el tipo de insumo sino también cuál será su origen. Por ejemplo: no sólo basta con establecer que necesito un concreto de 210 kg/cm² para las losas sino que se debe definir si se fabricará en obra o se comprará (concreto premezclado). Por lo tanto, las decisiones en la logística también abarcan la resolución de las siguientes interrogantes: ¿el material a emplear se fabricará en la obra o se comprará hecho?, ¿la mano de obra será propia o subcontratada?, ¿el equipo se comprará o alquilará? Este tipo de interrogantes se les conoce respectivamente como la decisión de comprar o fabricar, decisión de emplear mano de obra propia o subcontrato y la decisión de comprar o alquilar equipos.

En el siguiente esquema general se presenta la conformación de un proyecto de edificación, es decir está compuesto por un sistema estructural, a su vez el sistema se divide en rubros, éstos están integrados por partidas y finalmente las partidas están conformadas por los recursos. A partir del nivel de recursos es donde se deben tomar múltiples decisiones para definir exactamente los insumos a usar.

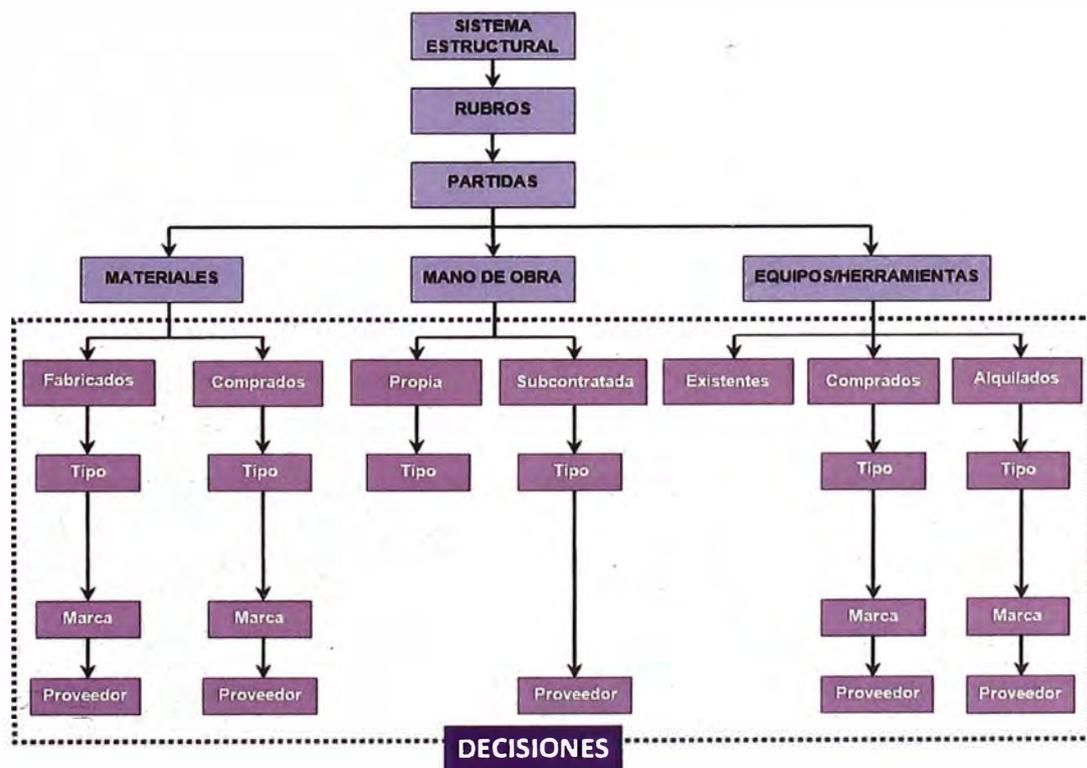


Figura N°3.1- Esquema general de un proyecto de edificación. Fuente propia.

A. DECISIÓN DE FABRICACIÓN O COMPRA DE MATERIALES

Implica determinar si la empresa va a producir internamente con sus propios recursos los materiales; o si los va a comprar de un proveedor.

Muchas veces esta decisión se toma considerando varios factores entre los cuales se tiene: el espacio que se necesita para almacenar las materias primas para la fabricación del producto, la cantidad recursos necesarios para fabricar los productos, el plazo de entrega, etc.

Alguna de las ventajas que tiene el fabricar son, que el producto se obtiene en el momento que se desee, generalmente el costo es menor, etc. Las ventajas que se tienen a favor de la compra son la eliminación del tiempo y recursos invertidos en la fabricación de los productos, permite a las empresas concentrarse en la ejecución de otras actividades, etc.

B. DECISIÓN DE EMPLEAR MANO DE OBRA PROPIA O SUBCONTRATAR

Al ser cada obra de construcción única, la especialización de la mano de obra es mucho más difícil lo que ocasiona que existan muchas actividades con las cuales los obreros no están muy bien familiarizados. Esto hace que muchas veces las empresas constructoras decidan subcontratar mano de obra especializada para asegurar que las actividades se ejecuten de manera satisfactoria y con un menor costo.

Muchas veces los proyectos de construcción se realizan en diferentes lugares del país. Para una empresa constructora con varias obras es más difícil controlar al personal; y muy costoso trasladar a los obreros y equipos por lo que muchas veces se opta por subcontratar.

La subcontratación tiene diversas ventajas como permitir a la empresa focalizarse en las actividades que son su núcleo central o que dominan más, obtener menores costos y tiempos. Sin embargo, también tiene aspectos negativos como la calidad del producto final que puede ser deficiente si la selección del subcontratista no es la correcta y está basada únicamente en el menor precio.

C. DECISIÓN DE ALQUILAR O COMPRAR EQUIPOS

Los equipos son recursos fundamentales para el desarrollo de las obras de construcción ya que existen muchas actividades que son difíciles o imposibles de realizar manualmente, por ejemplo: la excavación masiva, la preparación de grandes volúmenes de concreto, etc. Por lo tanto la decisión de alquilar o comprar es un tema obligatorio para el planeamiento de cualquier proyecto de construcción.

La conveniencia de comprar o alquilar depende de varios factores como los recursos financieros con los que cuenta la empresa, la disponibilidad de la oferta en el mercado, la frecuencia del uso que se le vaya a dar al equipo, etc.

La opción de compra permite que el equipo esté disponible en el momento que se necesite por lo que no se tiene que depender de un proveedor; sin embargo, siempre hay que preocuparse en que tenga una ocupación permanente. En cambio, el alquiler hace que se tenga el equipo para lo que exactamente se necesita por lo que no nos debemos preocupar de darle uso todo el tiempo ya que se puede devolver. Asimismo siempre se tiene la posibilidad de alquilar un equipo más moderno.

En cualquiera de los tres tipos de decisiones se deben considerar tanto las ventajas como desventajas que ofrecen ambas alternativas y que variarán dependiendo del caso a evaluar.

3.1.3 MOMENTOS PARA LA SELECCIÓN DE INSUMOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Tal como lo menciona el Lean Construction, los insumos deben definirse desde el inicio del proyecto, es decir debería emerger desde la etapa de diseño de tal manera que se aproveche los conocimientos de los proveedores y con ayuda de estos se establezcan exactamente las características del producto a ejecutar.

Lo anterior ayudará a preveer con anticipación qué insumos se van a necesitar de tal manera que se minimicen las decisiones de último momento que generan atrasos; reprocesos y mayores costos para el proyecto. Se denominan decisiones de último momento a las que se toman durante la etapa de construcción; sin embargo, en la práctica no pueden ser completamente evitadas

por la ocurrencia de factores externos como por ejemplo: la subida de precio o falta de stock de un insumo.

Por este motivo se propone en este informe tres etapas donde se deben tomar decisiones para la definir los insumos, la primera corresponde a antes del diseño, la segunda durante planificación y la última que debe minimizarse, durante la construcción.



Figura N°3.2-Adaptación de la Curva de influencia en Costos del Construction Industry Institute.
Fuente propia.

En la figura N°3.2 se muestra que a medida que transcurre el tiempo es más difícil influenciar en el costo del proyecto por lo tanto es de suma importancia que los insumos sean definidos en las etapas tempranas como las de diseño y planeamiento. En cambio las definiciones durante la construcción influirán de manera significativa ocasionando muchas veces mayores costos al proyecto.

A. DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE INSUMOS ANTES DEL DISEÑO

Consiste en elegir aquellos insumos que influyen en el diseño del proyecto y por lo tanto en los planos del mismo. Este tipo de decisiones están relacionadas principalmente con la elección de los tipos de materiales a usar ya que son éstos

los que influyen en la ingeniería de detalle del producto más no así la mano de obra o los equipos.

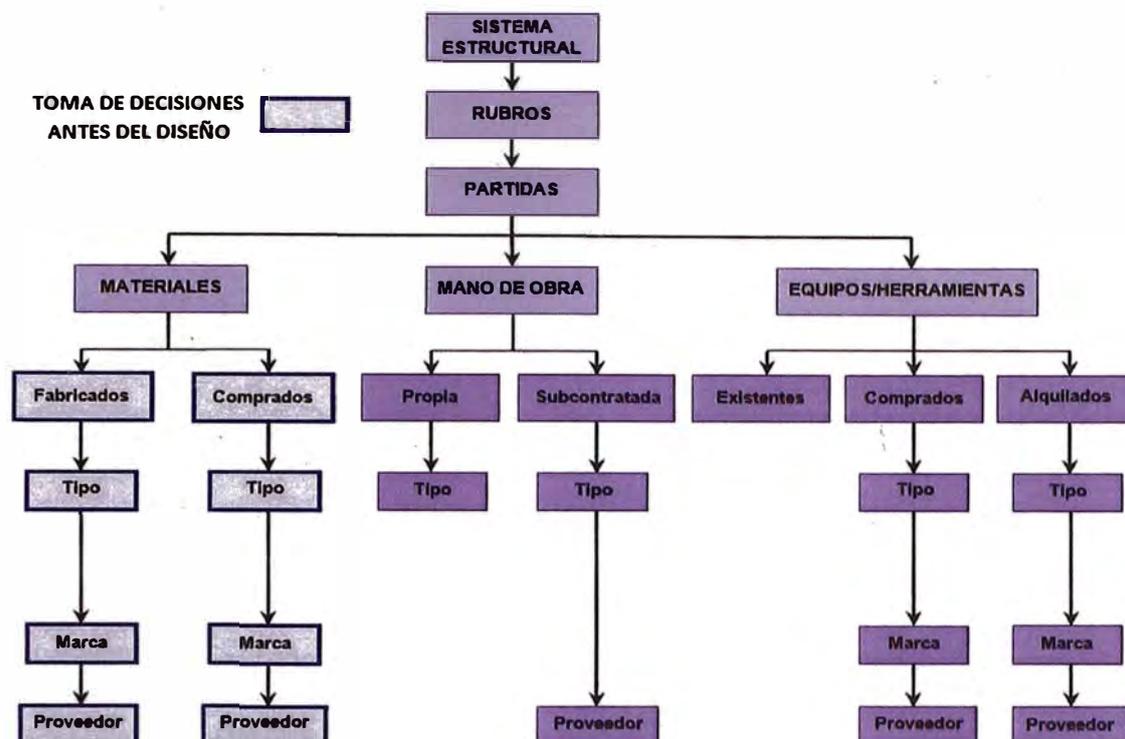


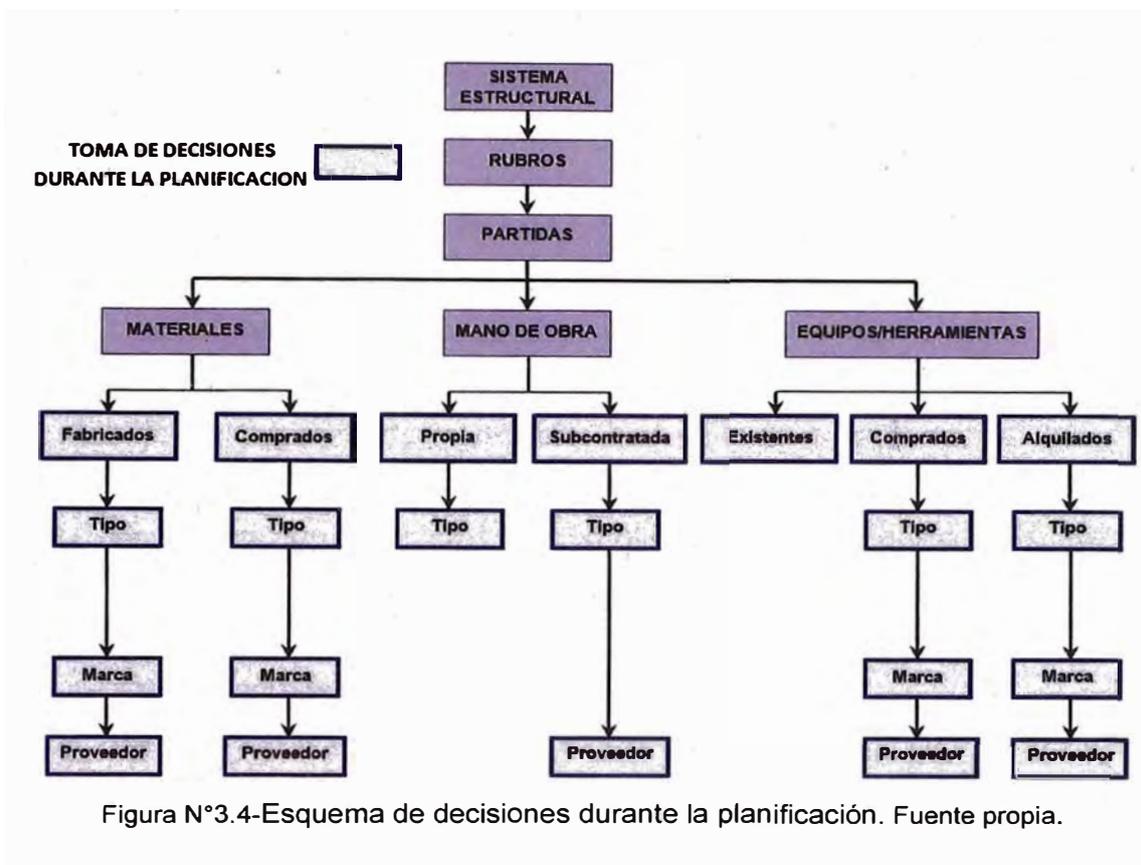
Figura N°3.3-Esquema de decisiones antes del diseño. Fuente propia.

Básicamente los materiales que afectan al diseño de un producto son: ladrillos, viguetas y acero. Al tener varias opciones de ladrillos también se tendrán diferentes anchos lo cual afectará las áreas de los ambientes y además los pesos que se agreguen a la estructura serán diferentes. En el caso de las viguetas se debe considerar si se harán prefabricadas o se hará un aligerado convencional debido a que el diseño estructural cambiará de acuerdo con la elección hecha. Asimismo, se debe definir si se comprarán mallas electrosoldadas o se harán en obra puesto que sus esfuerzos de fluencia son distintos. Por lo tanto todos estos materiales deben ser considerados como datos de entrada para el diseño.

B. DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE INSUMOS DURANTE LA PLANIFICACIÓN

Son el tipo de decisiones necesarias para definir un presupuesto, aquí sí se decide sobre los tres tipos de insumos (materiales, mano de obra y equipos) los

cuales nos determinan los costos unitarios de las partidas y algunos parámetros para la programación.



El objetivo de este tipo de decisión es definir exactamente todos los insumos de la partida y asegurarnos que los proveedores que se escojan sean finalmente con los que se trabaje durante la obra. En otras palabras asegurarnos de fijar con exactitud y claridad el presupuesto para que pueda ser cumplido en la ejecución del proyecto. Por lo tanto se debe precisar qué materiales, mano de obra y equipos/herramientas se emplearán.

C. DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE INSUMOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Anteriormente se habló acerca de las decisiones durante esta etapa y se mencionó que deberían ser hechas sólo cuando se producen factores externos que hacen que no se pueda cumplir con el presupuesto tal como las subidas de precios, falta de stock, etc.

Durante esta etapa los tipos de decisiones a tomar abarcan los tres tipos de insumos y al igual que en la sección anterior cubren decisiones que van desde el origen del insumo hasta la elección del proveedor.

3.1.4 TEORÍA DE DECISIONES

La teoría de decisiones trata sobre el estudio de los procesos que hay que efectuar para la de toma de decisiones. Consiste en saber escoger gracias a conocimientos, habilidades técnicas adquiridas o a la experiencia entre varias alternativas para satisfacer las metas contenidas en una estrategia.

El proceso de toma de decisiones está conformado por un conjunto de pasos:

- A. Establecer las alternativas: plantear una lista de posibles alternativas.
- B. Determinar los criterios de evaluación: identificar los criterios que son importantes o relevantes para la toma de decisión. La elección de los criterios depende de la persona que se está encargando de hacer la evaluación y deberían ser escogidos en función de las expectativas que se espera que cumplan las alternativas de tal manera que se evite la selección en base al sentimiento.
- C. Evaluar las alternativas: evaluar cada alternativa con respecto a los criterios propuestos.
- D. Elegir la mejor alternativa: se escoge la alternativa que cumpla mejor con los criterios.
- E. Ejecutar y evaluar la alternativa: se debe poner en práctica la solución y evaluar los resultados con respecto a los objetivos planteados. Esto servirá para conocer si se solucionó el problema y poder corregir las decisiones.

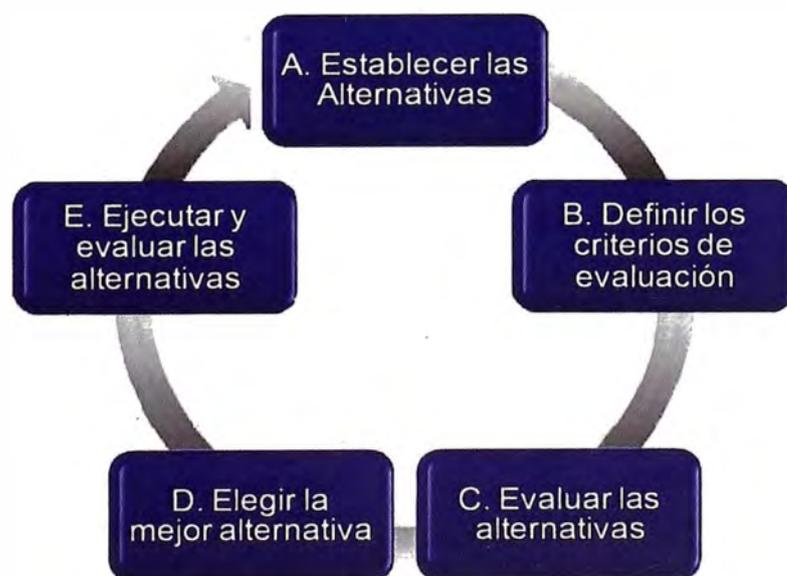


Figura N°3.5-Pasos para la toma de decisiones. Fuente propia.

La elección del mejor insumo en la construcción, es decir el que mejor se adecúe a las necesidades del proyecto, no se debe basar únicamente en criterios como el precio del producto sino que también se deben considerar otros criterios como tiempo de entrega, adaptabilidad del producto, calidad del servicio, periodo de garantía, disponibilidad, etc. Por lo tanto es un problema de decisión que tiene múltiples criterios o en otras palabras es un tipo de problema de decisión multicriterio, que implica escoger la mejor alternativa de entre un número finito de alternativas las cuales han sido previamente medidas con respecto a dos o más criterios relevantes. Los elementos que conforman un problema de decisión multicriterio son:

- **Alternativas:** número finito de alternativas identificadas.
- **Criterios:** que permiten evaluar a las alternativas mediante la asignación de pesos que reflejan importancia que el decisor le da a cada criterio.
- **Matriz de decisión:** que está definida por los criterios en las columnas y por las alternativas en las filas. Cada intersección de una fila con la columna representa la valoración que le da el decisor a la alternativa con respecto al criterio.

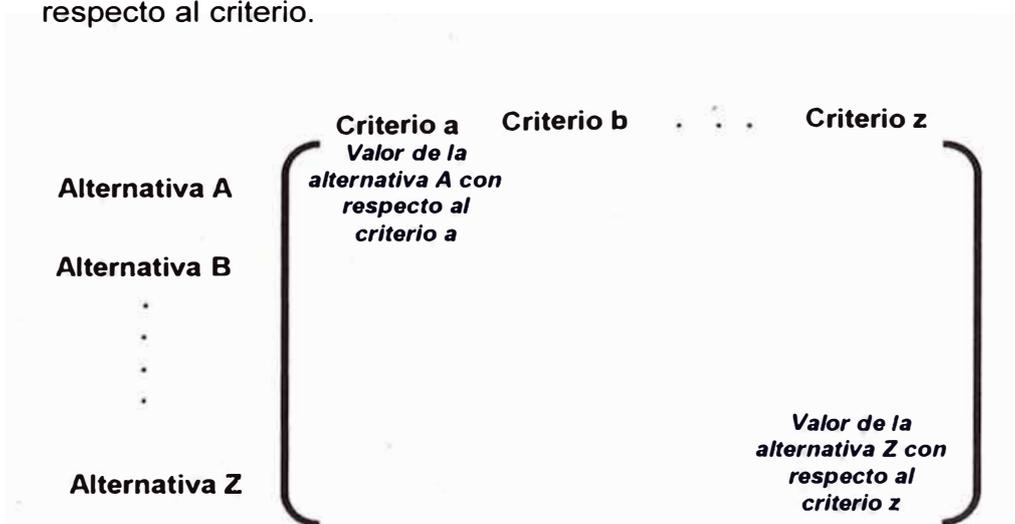


Figura N°3.6- Esquema de una matriz de decisión. Fuente propia.

3.1.5 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE INSUMOS

La metodología propuesta ofrece dos importantes ventajas: permite considerar en la evaluación de las alternativas a los criterios cualitativos evitando la toma de decisión en base a una “simple intuición” y además integran en las evaluaciones

tanto a los criterios cualitativos como a los cuantitativos. Las tres partes fundamentales del método propuesto son:

- **Evaluación cuantitativa:** consiste en analizar datos o hechos mediante operaciones matemáticas. Para esta parte se evaluarán las alternativas usando costos directos como indirectos.
- **Evaluación cualitativa:** se basa principalmente en las experiencias y conocimientos que el decisor tiene acerca del tema en evaluación, muchas veces esta evaluación es hecha sin un procedimiento adecuado. Por lo tanto se propone un método de evaluación multicriterio que servirá de apoyo al decisor en el análisis de los criterios cualitativos.
- **Evaluación Integral:** como su nombre lo dice consiste en integrar los resultados de ambas evaluaciones previa homologación de las mismas. El procedimiento consiste en sumar los resultados homologados de las evaluaciones y la alternativa con el mayor puntaje es la elegida.

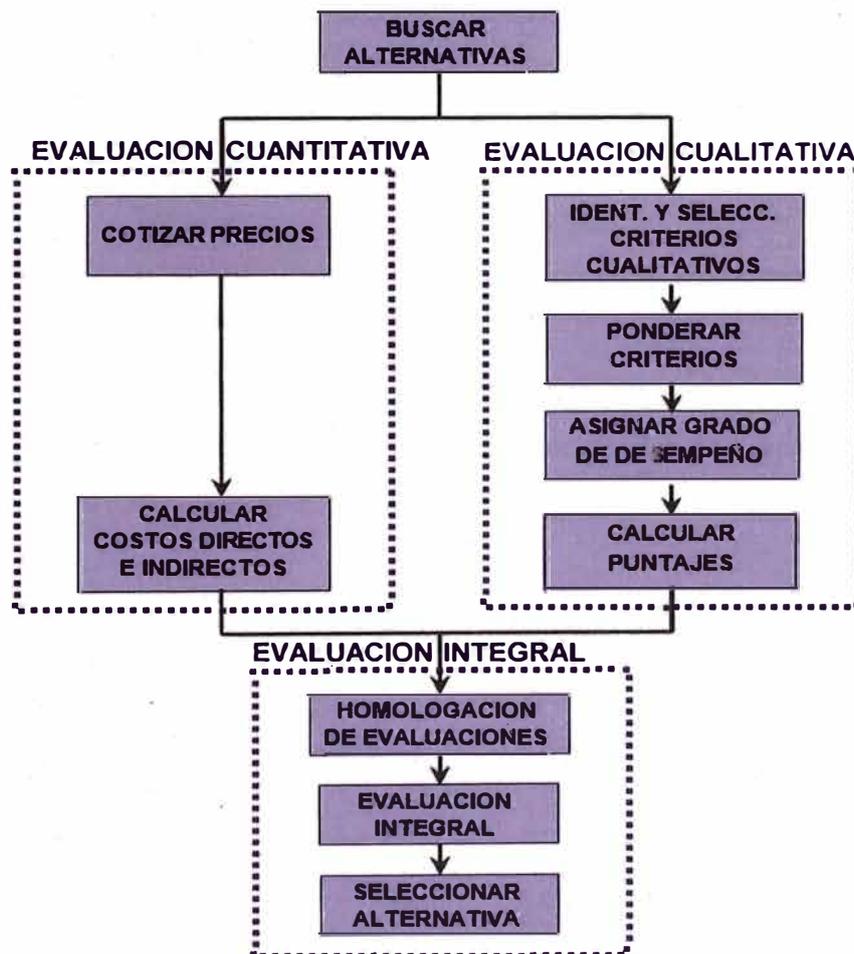


Figura N°3.7.- Metodología propuesta para la evaluación y selección de insumos. Fuente propia.

A. BUSCAR ALTERNATIVAS

La búsqueda de alternativas implica investigar los diferentes productos o servicios que nos ofrece el mercado con la finalidad de tomar decisiones basadas en múltiples alternativas. La información necesaria se puede encontrar generalmente en páginas web, catálogos o contactándose con los mismos proveedores.

En esta parte se desarrollaron un listado de alternativas para las partidas más incidentes del rubro de estructuras de un proyecto de edificación que dominan un mayor porcentaje del presupuesto. En base a éstas se proponen una serie de criterios a tomar en cuenta para elegir la mejor alternativa.

Cuadro N°3.2-Partidas más incidentes en el rubro de estructuras.

ITEM	PARTIDAS SELECCIONADAS
1	Acero
2	Encofrado columnas y placas
3	Encofrado losa
4	Concreto columnas y placas
5	Concreto vigas y losa aligerada
6	Ladrillos losa aligerada
7	Muros portantes de albañilería
8	Tabiquería de albañilería
9	Tarrajeo interior y exterior

Fuente Propia.

Tal como se puede observar las partidas más incidentes son acero, encofrado, concreto, ladrillos losa aligerada, tabiquería de albañilería y tarrajeo.

En el Anexo N° 04 se presentan algunas de las alternativas de insumos que se encuentran en el mercado para las partidas seleccionadas. Este listado puede ser utilizado como una base de datos sobre el cual escoger las alternativas a evaluar y además adicionar y complementar las alternativas requeridas.

B. EVALUACIÓN CUANTITATIVA

1. Cotizar Precios

Como su nombre lo dice se refiere a solicitar a los proveedores los precios de las alternativas a evaluar.

2. Evaluar Costos Directos e Indirectos

Implica analizar los costos directos e indirectos que pueda tener la alternativa. Por ejemplo, si se analiza la compra de los equipos los costos no sólo deben incluir el precio del equipo sino también el costo de operación, mantenimiento, depreciación, etc. En el caso de equipos como por ejemplo retroexcavadoras o grúas torre se deberían evaluar sus costos usando indicadores económicos como el TIR y VAN.

C. EVALUACIÓN CUALITATIVA

1. Identificar y Seleccionar Criterios Cualitativos

Los criterios cualitativos son aquellos que no se pueden cuantificar en términos monetarios pero que son igualmente de importantes para la toma de decisiones. Entre los que se tiene están: calidad, plazo de entrega, servicio post-venta, etc.

Como parte del desarrollo de este informe, en el Anexo N° 05 se plantea una serie de criterios cualitativos a las partidas seleccionadas anteriormente que facilitará el proceso de toma de decisiones. Estos criterios servirán como una especie de catálogo para que el decisor sepa que criterios se deben considerar en cada caso; sin embargo, los criterios no deben limitarse a los presentados puesto que pueden agregarse otros de acuerdo a lo que el decisor considere necesario. Las celdas sombreadas indican los criterios que se deben tomar en cuenta para la evaluación de las alternativas.

2. Ponderar Criterios

Consiste en valorar la importancia relativa que tienen los criterios antes los ojos del decisor. Para realizar esta ponderación se han propuesto usar tres métodos multicriterios:

- a) Método de Ponderación Lineal o Scoring
- b) Método de Comparación de Pares
- c) Proceso de Análisis Jerárquico o Analytical Hierarchy Process (AHP).

Cabe resaltar que estos métodos también pueden servir para definir el grado, desempeño y para evaluar las alternativas; sin embargo, para la metodología propuesta, sólo se están considerando en la determinación de los pesos de los

critérios. A continuación se hará una breve descripción del procedimiento de cada método:

a) Método de Ponderación Lineal o del Scoring:

Es uno de los métodos de decisión multicriterio más utilizado que permite identificar de manera rápida la mejor alternativa. El objetivo es calcular el score o puntaje para cada alternativa para lo cual se siguen los siguientes pasos:

- **Asignación de importancia para cada criterio:**
El decisor asigna directamente el peso para cada criterio usando una escala que más le convenga. La escala más común es la que va del 1 al 5, es decir de poca importancia a mayor importancia.
- **Cálculo de los pesos de los criterios:**
Una vez asignado la importancia a cada criterio lo que queda es calcular los pesos y simplemente es dividir la importancia del criterio entre la suma de todas las importancias.

1	2	3	4	5
Menor		----->	Mayor importancia	

CRITERIO	IMPORTANCIA	PESO
A	1	0.10
B	4	0.30
C	5	0.40
D	3	0.20
Σ		1.0

Figura N°3.8.-Ejemplo de cálculo de pesos usando Scoring. Fuente Propia.

b) Método de Comparación de Pares:

- **Comparación de criterios:**
Los criterios son colocados en una matriz donde sólo será necesario completar las casillas que se encuentran encima de la diagonal debido a que los que están debajo son el espejo de los de arriba.

Se van comparando criterio contra criterio y se responde: ¿cuál criterio es más importante? En cada casilla se colocará el criterio o una letra representativa del criterio más importante; o también se pueden colocar ambos criterios si son igualmente importantes.

- Cálculo de los pesos de los criterios:

Una vez completada la matriz se calcula la frecuencia en que se repite cada criterio y la suma total de todas las frecuencias. Posteriormente el peso es la división entre la frecuencia de cada criterio y la suma de las frecuencias.

	Criterio A	Criterio B	Criterio C	Criterio D
Criterio A		Criterio A	Criterio C	Criterio D
Criterio B			Criterio B	Criterio B
Criterio C				Criterio D
Criterio D				

CRITERIO	IMPORTANCIA	PESO
A	1	0.20
B	2	0.30
C	1	0.20
D	2	0.30
	Σ 6	1.0

Figura N°3.9.-Ejemplo de cálculo de pesos usando Matriz de Pares. Fuente Propia.

c) Proceso de Análisis Jerárquico (AHP):

El AHP mediante un modelo jerárquico se trata de descomponer un problema y luego unir las soluciones de todos los sub-problemas en una conclusión. La solución se obtiene mediante el establecimiento de prioridades entre las partes del problema para lo cual se usa una escala que representa en números los juicios del decisor. Se puede dividir en los siguientes pasos:

- Construcción de la Jerarquía:

Un paso fundamental es la estructuración de la jerarquía del problema debido a que tiene una influencia significativa en el resultado final. Una jerarquía está compuesta por objetivos y criterios. La jerarquía va en orden descendente donde en la parte superior se encuentra el objetivo, en el intermedio los criterios y en el inferior pueden ir hasta sub-criterios si fuera necesario.



Figura N°3.10.-Elementos para la toma de decisiones según AHP. Fuente Propia.

- Comparación y emisión de juicios sobre criterios:
El siguiente paso son los juicios y las comparaciones, es decir el proceso de priorización de los elementos que componen la jerarquía del problema.

Un juicio es hecho sobre un par de elementos con respecto a una propiedad que tienen en común y lo que se estima es cuánto más importante, preferible o dominante es un elemento sobre el otro para lo cual se usa la escala Fundamental del AHP.

En este paso se comparan los criterios con respecto al objetivo planteado para determinar la importancia de cada uno. Cuando se comparan dos elementos el decisor debe responder dos preguntas: ¿Cuál de los elementos es más importante con respecto a una propiedad y cuánto más? Para resolver esta última pregunta se usa la escala fundamental de Saaty la cual va de 1 a 9.

Cuadro N°3.3- Escala fundamental de Saaty.

GRADO DE IMPORTANCIA		DEFINICIÓN
NUMERICO	VERBAL	
1	Igual importancia	Dos elementos contribuyen de igual forma
3	Moderada importancia	Experiencia y juicio favorecen moderadamente un elemento sobre el otro
5	Fuerte importancia	Experiencia y juicio favorecen fuertemente un elemento sobre el otro
7	Muy fuerte importancia	Experiencia y juicio favorecen muy fuertemente un elemento sobre el otro
9	Extrema importancia	Experiencia y juicio favorecen extremadamente un elemento sobre el otro. Prácticamente uno excluye al otro
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando los números anteriores no expresan adecuadamente la importancia
Para la reciprocidad se usan los valores inversos de los números anteriores		

Fuente: Saaty, 1994.

El resultado de estas comparaciones se coloca en una matriz denominada “Matriz de Comparación de Pares” que tiene como propiedades la identidad y reciprocidad. La primera se refiere a que en la diagonal de la matriz el valor siempre será 1 debido a que el elemento siempre es igual de importante que sí mismo. La segunda propiedad hace referencia a que los valores debajo de la diagonal son los inversos a los que se encuentran encima con lo cual sólo basta llenar un lado de la diagonal.

	Elemento 1	Elemento 2	...	...	Elemento n
Elemento 1	1	<i>Importancia del elemento 1 con respecto al elemento 2</i>	...	...	<i>Importancia del elemento 1 con respecto al elemento n</i>
Elemento 2	<i>Importancia del elemento 2 con respecto al elemento 1</i>	1	...	...	<i>Importancia del elemento 2 con respecto al elemento n</i>
...	...	...	1	...	...
...	...	...	...	1	...
Elemento n	<i>Importancia del elemento n con respecto al elemento 1</i>	<i>Importancia del elemento n con respecto al elemento 2</i>	...	...	1

Figura N°3.11.- Matriz de comparación de Pares. Saaty, 1994.

Una vez completada la matriz se calculan los pesos o importancias que tienen los criterios con respecto al objetivo, las celdas en blanco deberán ser completadas por el decisor.

Para obtener el peso en una matriz primero se debe normalizar todos los valores de cada columna con lo cual se obtiene una matriz normalizada posteriormente se calcula el promedio de cada fila en la matriz.

3. Asignar el Grado de Desempeño

Consiste en establecer una escala verbal del desempeño, luego el decisor le da un equivalente numérico y por último se calculan sus pesos. Las escalas usadas son variables dependiendo del grado de fineza que el decisor quiera dar como respuesta.

Cuadro N°3.4- Construcción escala para evaluación del desempeño.

ESCALA VERBAL	ESCALA NUMÉRICA
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Fuente propia.

Una vez que se tienen los pesos de la escala del desempeño, se le asigna un nivel de desempeño a cada alternativa con respecto a cada criterio.

4. Calcular el Puntaje

Consiste en determinar cual es el puntaje que obtiene cada alternativa, para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$S_j = \sum w_i r_{ij}$$

Donde: S_j = puntaje de la alternativa j

w_i = peso de cada criterio i

r_{ij} = evaluación de la alternativa j con respecto a cada criterio i

D. EVALUACIÓN INTEGRAL

1. Homologación de evaluaciones

Los resultados obtenidos de la evaluación cuantitativa y cualitativa están en unidades diferentes, el primero está expresado en moneda y el segundo en puntaje. Por lo tanto es necesario homologar o normalizar los resultados de tal manera que se tengan en las mismas unidades, para esto tenemos dos opciones:

- Pasar el resultado cualitativo a moneda: se tendría que estimar los costos de los criterios para cada alternativa lo cual es difícil.
- Pasar el resultado cuantitativo a puntaje: es mucho más fácil porque existen métodos para poder realizarlo. Esta opción es la que se va a emplear.

Por lo tanto se pasaran los costos a puntajes para lo cual se usará la propuesta de Shapira y Goldemberg (2005) que consiste en el cálculo de una incidencia inversa que refleja la tendencia que tienen las personas a favorecer las alternativas con menor costo por lo que a mayor costo menor será el puntaje.

$$\text{Punt. Normalizado}_n = \frac{1/\text{Costo}_n}{1/\text{Costo}_1 + 1/\text{Costo}_2 \dots + 1/\text{Costo}_n}$$

En cuanto a los resultados de la evaluación cualitativa estos se homologarán mediante el cálculo de sus incidencias directas.

$$\text{Punt. Normalizado}_n = \frac{\text{Puntaje}_n}{\text{Puntaje}_1 + \text{Puntaje}_2 \dots + \text{Puntaje}_n}$$

2. Evaluación Integral

Este es el último paso que nos determinará que alternativa es la más conveniente y simplemente consiste en sumar los puntajes de la evaluación cualitativa y el puntaje homologado de la evaluación cuantitativa. La alternativa con el mayor puntaje es la que se deberá escoger.

3.1.6 EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Esta parte del informe se centra en la aplicación del método de decisión propuesto para dos casos reales, el primero corresponde a la elección de la mejor opción para trabajar con el mortero y el segundo a la elección de la mejor opción para trabajar con acero.

A. ANÁLISIS DE DECISIÓN SOBRE LA ELECCION DEL MORTERO:

El caso de estudio se desarrolla en un terreno de 9,973.68 m², ubicado en el distrito de Ventanilla. Este proyecto consiste la construcción de una Institución Educativa que consta de nueve módulos de aulas de 2 pisos, interconectados por corredores, puentes y veredas de tránsito.

Debido a la cantidad de muros de albañilería confinada del proyecto, se planteó la idea de comprar mortero pre dosificado para la colocación de ladrillos y usarlo en todos los módulos y cerco perimétrico del proyecto.



Figura N°3.12.-Vista de uno de los módulos del proyecto. Fuente propia.

Por tal motivo para resolver este problema se tenía que tomar una decisión: Decidir entre comprar los agregados para preparar el mortero en obra o comprar mortero predosificado.

A continuación se desarrollará la metodología propuesta para la toma de decisiones tal como se planteó en la sección 3.1.5.

1. Buscar Alternativas:

Las alternativas obtenidas para este ejemplo son: Mortero hecho en obra y Mortero Predosificado.

ALTERNATIVAS	
Mortero hecho en obra	Mortero Predosificado

Figura N°3.13.- Alternativas para el mortero. Fuente propia.

2. Evaluación Cuantitativa:

a. Cotizar precios:

Se refiere a solicitar a los proveedores los precios de las alternativas a evaluar, para esto necesitamos cotizar los precios del material y asignar los rendimientos de cada uno y determinar el costo de mano de obra, con lo cual se calcula el costo total.

b. Calcular costos directos e indirectos:

Implica analizar los costos directos e indirectos que pueda tener la alternativa, de esta forma obtenemos un resultado económico, en el que obviamente el más favorable será el que cueste menos.

		Mortero hecho en obra				Mortero Predosificado			
									
		Und	Cant.	Costo	Total	Und	Cant.	Costo	Total
COSTOS	Cemento	bol	0.40	17.30	6.92	-	-	-	-
	Material Ar. Gruesa	m3	0.06	37.00	2.22	-	-	-	-
	Mortero Pred.	-	-	-	-	bol	2.00	7.90	15.80
	M. de Obra Peón	hh	0.22	14.66	3.23	-	-	-	-
Total (S/.xm2)		12.37				15.80			

Figura N°3.14.- Análisis cuantitativo para alternativas de morteros. Fuente propia.

3. Evaluación Cualitativa:

a. Identificar y seleccionar criterios cualitativos:

Para realizar este análisis es necesario establecer los criterios que influirán en la toma de decisiones, si los criterios son muchos, es recomendable escoger los más importantes.

b. Ponderar criterios:

Para este informe se ha trabajado con la metodología: Ponderación Lineal o Scoring. Esta metodología permite asignar directamente la importancia para cada criterio, se recomienda una escala de importancia del 1 al 5.

Cuadro N°3.5- Ponderación de criterios por el Método de Ponderación Lineal o Scoring.

Criterios Cualitativos	Importancia
Dosificación precisa	4
Espacio Ocupado	3
Limpieza	2
Control uso material	3

Fuente propia.

c. Asignar grado de desempeño:

Se recomienda usar una escala de desempeño de 1 a 3 (Malo, Regular, Bueno).

d. Calcular el puntaje:

La suma de los productos de cada uno de los pesos por su correspondiente desempeño nos da un puntaje total para cada alternativa.

Cuadro N°3.6- Cálculo del puntaje.

Criterios Cualitativos	Import.	Peso	Mortero hecho en Obra	Mortero Predosificado
			DESEMPEÑO	DESEMPEÑO
Dosificación precisa	4	0.33	1	3
Espacio Ocupado	3	0.25	2	3
Limpieza	2	0.17	1	2
Control uso material	3	0.25	2	3
	12	1.00	1.50	2.83

Fuente propia.

4. Evaluación Integral:

a. Homologación de evaluaciones:

Cuadro N°3.7- Homologación de evaluaciones.

	ALTERNATIVAS	
	Mortero hecho en obra	Mortero Predosificado
Eval. Cuantitativa	S/. 12.37xm ²	S/. 15.80xm ²
Normaliz. Inv.	$\frac{1}{\frac{1}{12.37} + \frac{1}{15.80}} = 0.56$	$\frac{1}{\frac{1}{15.80} + \frac{1}{12.37}} = 0.44$
Eval. Cualitativa	1.50	2.83
Normaliz. Dir.	$\frac{1.50}{1.50 + 2.83} = 0.35$	$\frac{2.83}{1.50 + 2.83} = 0.65$
Evaluación Final	0.91	1.09

Fuente propia.

b. Evaluación integral:

Consiste en sumar los puntajes de la evaluación cualitativa y el puntaje homologado de la evaluación cuantitativa. La alternativa con el mayor puntaje es la que se deberá escoger.

c. Seleccionar las alternativas:

Para hacer la evaluación de las alternativas más sistematizada se creó una plantilla en Excel donde se presentan las evaluaciones cualitativas, cuantitativas y el resultado final.

De esta forma la suma de ambas evaluaciones normalizadas nos indica que la mejor alternativa es el Mortero Predosificado con un puntaje de 1.09.

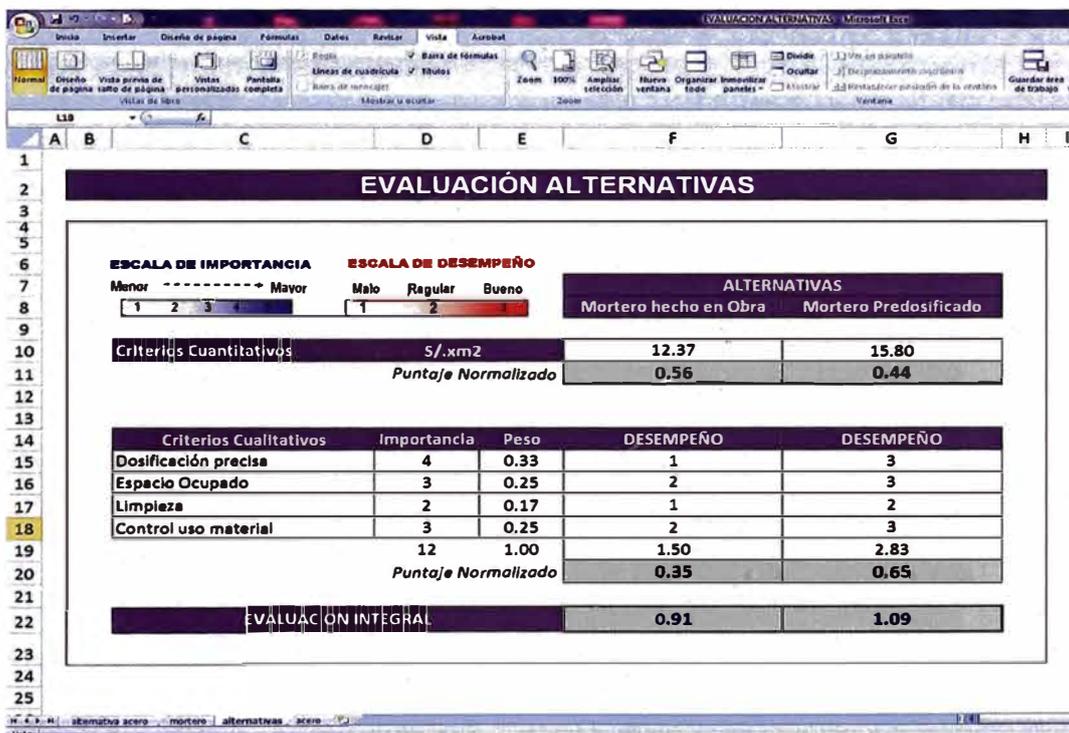


Figura N°3.15.-Plantilla en Excel para la Evaluación de Alternativas. Fuente propia.

B. ANÁLISIS DE DECISIÓN SOBRE LA FORMA DE TRABAJO DEL ACERO

Para resolver este problema se tenía que escoger entre dos alternativas: usar Acero Pre-Habilitado o Acero Habilitado en Obra (varillas 9 m). En ambos casos se dispuso que sea el mismo proveedor y la mano de obra sería subcontratada.



Figura N°3.16.-Operarios trabajando en la obra. Fuente propia.

1. Buscar Alternativas:

Las alternativas obtenidas para este ejemplo son: Acero Pre-Habilitado y Acero Habilitado en Obra.

ALTERNATIVAS	
Acero Pre-Habilitado	Acero Habilitado en Obra

Figura N°3.17.- Alternativas para el acero. Fuente propia.

2. Evaluación Cuantitativa:

a. Cotizar precios:

Los precios obtenidos para las alternativas son: S/. 3.76 x kg. para el acero pre-habilitado y S/. 3.38 x kg. para acero en varillas de 9 m.

ALTERNATIVAS		
	Acero Pre-Habilitado	Acero Habilitado en Obra
		
Costo (S/.x kg)	3.76	3.38
Condiciones de pago	50% y 50% contra entrega	dependerá del proveedor
Tiempo de entrega	de acuerdo a programación	dependerá del proveedor
Asesoría al cliente	Planos de detalle e instalación	Ninguna

Figura N°3.18.-Evaluación Cuantitativa. Fuente propia.

b. Calcular costos directos e indirectos:

Para el ejemplo se ha hecho un análisis a nivel de costo unitario, es decir se ha considerado 7% de desperdicio para el acero habilitado y los costos de los subcontratos de mano de obra. Los costos obtenidos son: S/.4.21 xkg para acero pre-habilitado y S/. 4.27 xkg para acero en varillas.

Cuadro N°3.8-Cálculo de costos.

	Insumo	Und.	Cant.	Precio	Parcial	Subtotal	Total
Acero Pre-Habilitado	<u>Materiales</u>						4.21
	Fierro en Varillas	Kg	1.00	3.76	3.76	3.76	
	<u>Mano de obra</u>						
	Subcontrato colocación	Kg	1.00	0.45	0.45	0.45	
Acero Habilitado en Obra	<u>Materiales</u>						4.27
	Fierro en Varillas	Kg	1.07	3.38	3.62	3.62	
	<u>Mano de obra</u>						
	Subcontrato habilitación y colocación	Kg	1.00	0.65	0.65	0.65	

Fuente propia.

3. Evaluación Cualitativa:

a. Identificar y seleccionar criterios cualitativos:

La selección de criterios fue hecha en base a la tabla propuesta en la sección 3.1.5 teniendo en cuenta la información proporcionada por el proveedor así como las necesidades del cliente.

Cuadro N°3.9- Identificar y seleccionar criterios cualitativos.

CRITERIOS CUALITATIVOS	Acero Pre-Habilitado	Acero Habilitado en Obra
Tiempo de entrega	De acuerdo a programación	Se obtiene en cualquier momento debido a que se puede comprar a distribuidores
Facilidad de búsqueda	Más lento si es que las piezas no están ordenadas en obra	Más rápido, sólo hay que buscar el diámetro de la varilla
Asesoría al cliente	Planos de detalle e instalación	Ninguna
Espacio ocupado	Mayor espacio para almacenar	Menor espacio para almacenar
Control del uso del material	Hoja de Detalle y Planos ayudan a controlar el inventario y consumo del acero	No hay control adecuado
Calidad	Se asegura la calidad del doblado y dimensiones	No se asegura el doblado y dimensiones

Fuente propia.

b. Ponderar criterios, asignar grado de desempeño y calcular el puntaje:

La suma de los productos de cada uno de los pesos por su correspondiente desempeño nos da un puntaje total para cada alternativa.

Cuadro N°3.10- Cálculo del puntaje.

Criterios Cualitativos	Import.	Peso	Acero Pre-habilitado	Acero Habilit. en Obra
			DESEMPEÑO	DESEMPEÑO
Tiempo de entrega	4	0.22	2	3
Facilidad de búsqueda	3	0.17	2	3
Asesoría al cliente	2	0.11	3	1
Espacio ocupado	3	0.17	3	3
Control del uso del mat.	3	0.17	3	1
Calidad	3	0.17	3	2
	18	1.00	2.61	2.28

Fuente propia.

4. Evaluación Integral:

a. Homologación de evaluaciones:

Se pasan los costos a puntajes que consiste en normalizar inversamente los costos. Por otro lado, los resultados de la evaluación cualitativa se normalizaran pero de manera directa.

Cuadro N°3.11- Homologación de evaluaciones.

	ALTERNATIVAS	
	Acero Pre-Habilitado	Acero Habilitado en Obra
Eval. Cuantitativa	S/. 4.21xkg	S/. 4.27xkg
Normaliz. Inv.	$\frac{1}{\frac{1}{4.21} + \frac{1}{4.27}} = 0.50$	$\frac{1}{\frac{1}{4.21} + \frac{1}{4.27}} = 0.49$
Eval. Cualitativa	2.43	2.16
Normaliz. Dir.	$\frac{2.43}{2.43 + 2.16} = 0.52$	$\frac{2.16}{2.43 + 2.16} = 0.47$
Evaluación Final	0.90	1.10

Fuente propia.

b. Evaluación Integral:

La alternativa con el mayor puntaje es la que se deberá escoger.

c. Seleccionar las Alternativas:

De acuerdo a la plantilla en Excel se presenta el resultado final.

ESCALA DE IMPORTANCIA		ESCALA DE DESEMPEÑO		ALTERNATIVAS	
Menor	Mayor	Malo	Bueno	Acero Pre-Habilitado	Acero Habilitado en Obra
1	4	1	4	4.21	4.27
Criterios Cuantitativos				S/. xkg	
Puntaje Normalizado				0.50	0.50
Criterios Cualitativos	Importancia	Peso	DESEMPEÑO	DESEMPEÑO	
Tiempo de entrega	4	0.22	2	3	
Facilidad de búsqueda	3	0.17	2	3	
Asesoría al cliente	2	0.11	3	1	
Espacio ocupado	3	0.17	3	3	
Control del uso del material	3	0.17	3	1	
Calidad	3	0.17	3	2	
Puntaje Normalizado			2.61	2.28	
EVALUACIÓN INTEGRAL				1.04	0.96

Figura N°3.19.-Plantilla en Excel para la Evaluación de Alternativas. Fuente propia.

De esta forma la suma de ambas evaluaciones normalizadas nos indica que la mejor alternativa es el Acero Pre-Habilitado con un puntaje de 1.04.

3.2. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS PROVEEDORES

Es vital que se seleccionen proveedores y subcontratistas adecuados para lograr un buen desempeño del proyecto. Por lo tanto se plantea un método de obtención de información de proveedores y subcontratistas, dicha información puede ser usada en futuros procesos de selección permitiendo que se tomen decisiones mejor sustentadas.

3.2.1 MÉTODOLÓGÍA PARA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS PROVEEDORES

El procedimiento consiste de las siguientes etapas: definir el proveedor a evaluar, definir los criterios, obtener la información de la obra, ponderar los criterios, definir grado de desempeño y evaluar el desempeño del proveedor. A continuación se presenta un gráfico con un resumen de las etapas propuestas:

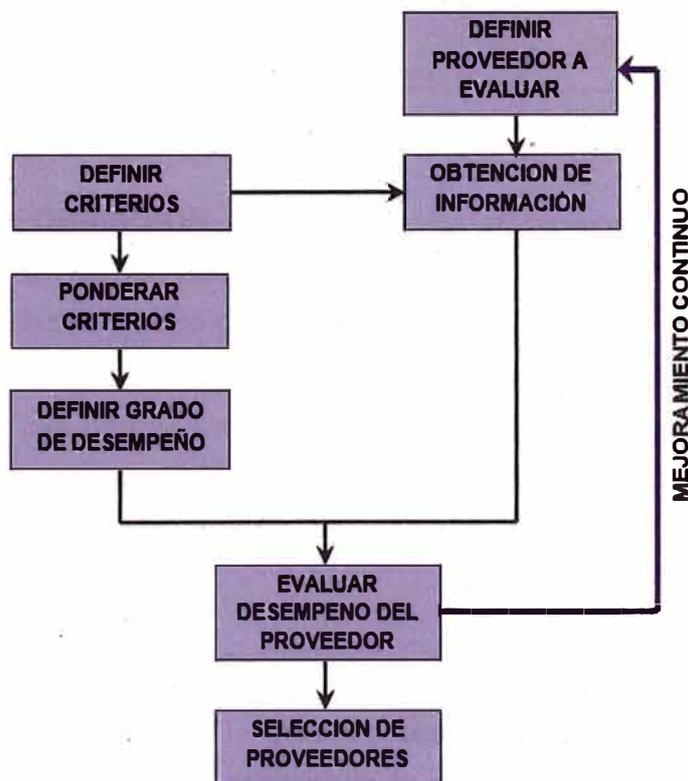


Figura N°3.20.-Metodología para evaluar el desempeño de los proveedores. Fuente propia.

A. DEFINIR CRITERIOS

En primer lugar se deben seleccionar los criterios que se van a usar para evaluar al proveedor. Para facilitar esta tarea se ha propuesto un catálogo de criterios que han sido recopilados a partir de la revisión bibliográfica hecha sobre el tema. Así mismo, se presentan algunas maneras de medir tales criterios.

Cuadro N°3.12-Listado de criterios para evaluar el desempeño.

CRITERIOS	EXPLICACIÓN	MEDICIÓN
Tiempo de entrega	Cumplimiento con las fechas pactadas	Diferencia entre la fecha real y la fecha pactada
Duración.	Duración del trabajo	Diferencia entre la duración real y pactada
Cantidad	Cumplimiento con la entrega de cantidad pactada	Diferencia entre la cantidad real y la cantidad pactada
Calidad	Cumplimiento con las especificaciones de calidad pactadas en la orden o contrato	Cantidad rechazada/Cantidad total entregada x 100
Seguridad	Prácticas seguras para evitar riesgos	N° de incidentes
Acciones correctivas	Respuesta a los reclamos y cumplimiento con las garantías	N° de reclamos sin atender
Flexibilidad	Capacidad de responder a las necesidades y cambios	N° de respuestas a los cambios
Funcionalidad	Correcto funcionamiento del producto	N° de errores en el funcionamiento
Asesoría	Capacidad para orientar al cliente	-

Fuente propia.

B. OBTENER INFORMACIÓN

Una vez que se han establecido los criterios y la forma de medirlos se procede a obtener la información de los proveedores. La medición del desempeño, en el caso de los proveedores de productos, es cada vez que lleven el producto a la obra; y para el caso de proveedores de servicios (subcontratistas), la medición puede ser semanalmente. En este último caso es conveniente hacerlo de esta manera para poder indicarles a los proveedores sus puntos débiles para que puedan corregirlos.

C. PONDERAR CRITERIOS

Al igual que en la metodología anterior aquí también es importante que la persona que está evaluando establezca la importancia de cada uno de los criterios para lo cual se usa el método de Ponderación Lineal o Scoring, es decir se usa una escala que va del 1 al 5.

D. DEFINIR EL GRADO DE DESEMPEÑO

Una vez seleccionado los criterios de evaluación y la manera de medirlos, se pasa a establecer las escalas de evaluación que permitirán clasificar el desempeño del proveedor para un determinado criterio. A continuación se presenta un ejemplo de una escala de evaluación para el criterio tiempo de entrega.

Cuadro N°3.13- Ejemplo de construcción escala de evaluación.

CRITERIO	ESCALA	DESEMPEÑO
Tiempo de entrega	Entrega a tiempo	Bueno
	Entrega con retraso de 1 a 2 semanas	Regular
	Entrega con retraso mayor a 2 semanas	Malo

Fuente propia.

Cabe mencionar que las escalas de evaluación deben ser definidas por la empresa de acuerdo al producto o servicio a evaluar.

E. EVALUAR EL DESEMPEÑO:

Después de haber obtenido la información necesaria para la evaluación del desempeño del proveedor es necesario procesar dicha información, para ello se ha adaptado la Matriz de Evaluación de la Efectividad del Diseño (Design Effectiveness Evaluation Matrix) que fue desarrollada por el Instituto de la Industria de la Construcción (CII) en 1986. Dicha matriz es usada para evaluar la efectividad durante el proceso de diseño en los proyectos.

La matriz tiene cuatro componentes principales: los criterios, los pesos de los criterios, grados de desempeño e índice de desempeño. La ventaja principal de esta matriz es que permite trabajar cuantitativamente con la información cualitativa.

Cuadro N°3.14-Matriz para la evaluación del Desempeño (Adaptada del CII).

CRITERIOS	IMPORT	POND	DESEMPEÑO		
			Bueno	Regular	Malo
			3	2	1
I. Tiempo de entrega Cumplimiento con las fechas pactadas					
II. Duración Cumplimiento del tiempo pactado en el contrato para la duración del trabajo					
III. Cantidad Cumplimiento con la entrega de la cantidad pactada.					
IV. Calidad Cumplimiento con los estándares o niveles de calidad					
V. Seguridad Prácticas seguras para evitar riesgos					
VI. Acciones correctivas Capacidad de respuesta a reclamos y cumplimiento de garantías					
VII. Flexibilidad Capacidad de responder a necesidades y cambios					
VIII. Funcionalidad Desempeño en el funcionamiento del producto					
IX. Asesoría Capacidad para orientar al cliente					
PUNTAJES PARCIALES					
INDICE DE DESEMPEÑO					

Fuente propia.

El índice de desempeño es simplemente la suma de los puntajes parciales. Finalmente para saber cuál es el desempeño del proveedor es necesario clasificar el índice obtenido en bueno, malo o regular puesto que esta escala es la que se ha usado para evaluar a los proveedores. Por lo tanto la clasificación que se plantea es la siguiente:

- Bueno: mayor a 2
- Regular: mayor a 1 y menor o igual a 2
- Malo: menor o igual a 1

Cabe resaltar que esta clasificación dependerá de la escala que se use para evaluar el desempeño de los proveedores.

3.2.2 EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para aclarar la metodología propuesta se presenta un ejemplo de aplicación para un proveedor de concreto premezclado para las losas de una obra ubicada en el distrito de Ventanilla. Para este ejemplo se ha evaluado el desempeño del proveedor para cinco fechas distintas.

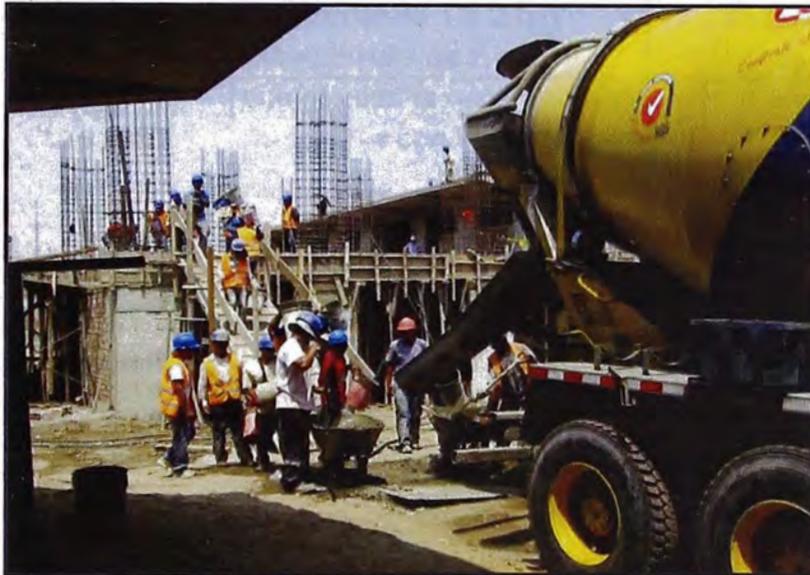


Figura N°3.21.- Vista del Proyecto. Fuente propia.

A. Definir criterios

Se escogió como criterios de evaluación, el tiempo de entrega, cantidad y calidad. Asimismo se establecieron unas escalas de evaluación para cada uno de los criterios.

B. Obtener la información

A partir de los criterios seleccionados se hizo un seguimiento al proveedor con el fin de obtener la información acerca de su desempeño con respecto a dichos criterios.

C. Ponderar criterios

Esta parte se hizo usando una escala del 1 al 5, donde 1 representa que el criterio es poco importante y 5 que es muy importante.

D. Definir grado de desempeño

Para la definición del grado de desempeño se estableció la escala de evaluación así como el desempeño que le corresponde a cada nivel de la escala.

Cuadro N°3.15- Grado del desempeño.

CRITERIO	ESCALA	DESEMPEÑO
Tiempo de entrega	entrega a tiempo demora entre 2 a 4 horas demora mayor a 4 horas	Bueno Regular Malo
Cantidad	cantidad solicitada faltaron entre 1 a 2 m3 faltaron más de 2 m3	Bueno Regular Malo
Calidad	cumple con la resistencia no cumple con la resistencia	Bueno Malo

Fuente propia.

E. Evaluar Desempeño

A continuación se presenta los resultados obtenidos para las cinco fechas en las cuales se evaluó al proveedor de concreto premezclado. De acuerdo a la clasificación presentada del índice de desempeño se puede observar que la mayoría de veces el desempeño del proveedor ha sido **bueno** con excepción del 01 de setiembre cuyo desempeño fue **regular**. Si se observa más detenidamente nos podemos dar cuenta que de los tres aspectos evaluados el proveedor tiene una deficiencia en cuanto al tiempo de entrega. Esta información se debería guardar como una base de datos para usarla en futuros procesos de selección cuando se incluya a dicho proveedor como una alternativa de concreto premezclado.

Cuadro N°3.16-Evaluación del desempeño.

CRITERIOS	IMPORT	POND	Fecha: 13/08/2012			Fecha: 01/09/2012			Fecha: 15/09/2012			Fecha: 21/09/2012			Fecha: 28/09/2012		
			DESEMPEÑO			DESEMPEÑO			DESEMPEÑO			DESEMPEÑO			DESEMPEÑO		
			Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
I. Tiempo de entrega Cumplimiento con las fechas pactadas	5	38%	X					X		X		X			X		
II. Duración Cumplimiento del tiempo pactado en el contrato para la duración del trabajo																	
III. Cantidad Cumplimiento con la entrega de la cantidad pactada.	4	31%	X			X			X			X			X		
IV. Calidad Cumplimiento con los estándares o niveles de calidad	4	31%	X			X			X			X			X		
V. Seguridad Prácticas seguras para evitar riesgos																	
VI. Acciones correctivas Capacidad de respuesta a reclamos y cumplimiento de garantías																	
VII. Flexibilidad Capacidad de responder a necesidades y cambios																	
VIII. Funcionalidad Desempeño en el funcionamiento del producto																	
IX. Asesoría Capacidad para orientar al cliente																	
	13	100%															
	PUNTAJES PARCIALES		3			1.85		0.38	1.85	0.77		3			3		
	INDICE DE DESEMPEÑO		3			2.23			2.62			3			3		

Fuente propia

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Para definir exactamente un insumo, se deben tomar múltiples decisiones lo cual indica que la definición del abastecimiento no es un proceso sencillo sino más bien complejo.
- Las decisiones de abastecimiento antes de la planificación tienen dos propósitos: determinación de los costos unitarios de las partidas para elaborar un presupuesto y dar algunos parámetros para la programación. En este caso, se tienen que decidir sobre los tres tipos de recursos (materiales, mano de obra y equipos) por lo cual el rango de decisión es mucho más amplio que en el diseño. El objetivo principal, es evitar que la elaboración de presupuestos se haga sin analizar cuáles serán los requerimientos que exactamente utilizarán en la obra.
- La teoría de decisiones ofrece un marco general de pasos a seguir con el objetivo de elegir entre varias alternativas aquella que satisfaga los objetivos planteados. Los pasos son: búsqueda de alternativas, determinación de los criterios, evaluación y selección de las alternativas.
- Uno de los aportes de este informe ha sido desarrollar un catálogo de alternativas para las partidas más incidentes del rubro de estructuras que facilitará la búsqueda de las alternativas.
- Los criterios que se deben usar para evaluar las alternativas son de dos tipos: cualitativos y cuantitativos, siendo estos últimos los más difíciles de determinar.
- Para la evaluación y selección de insumos se ha planteado una metodología que consta de tres partes fundamentales: evaluación cuantitativa, evaluación cualitativa y la evaluación integral. Esta metodología ofrece dos importantes ventajas; en primer lugar permite evaluar las alternativas usando criterios cualitativos y en segundo lugar

integra los resultados de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas en una evaluación final.

- La literatura presenta innumerables métodos y herramientas que pueden ser empleados para las evaluaciones cualitativas; sin embargo, siendo conscientes de que uno de los fines de este informe es proponer soluciones que puedan ser fácilmente aplicadas en el ejercicio profesional; se utilizó para los ejemplos de aplicación el Método del Scoring.
- En este informe se reconoce la importancia de realizar un monitoreo del desempeño los proveedores como medio para asegurar el cumplimiento de la calidad, costo, tiempo y alcance. Por lo tanto se ha planteado un procedimiento que consta de tres pasos: definición de criterios y escalas de evaluación; obtención de información del campo y evaluación del desempeño. Este procedimiento puede tener dos objetivos: ayudar a mejorar el desempeño de los proveedores durante el proyecto y nos proporciona información importante que se debe considerar para la selección de proveedores en futuros proyectos.
- Al igual que en la toma de decisiones, se ha propuesto una serie de criterios que ayudarán en la evaluación del desempeño. Asimismo estos criterios no son limitantes sino que pueden modificarse de acuerdo a las necesidades de la empresa.
- Para la evaluación del desempeño se ha adaptado la Matriz de la Evaluación de la Efectividad del Diseño desarrollada por el Instituto de la Industria de la Construcción. La ventaja fundamental que ofrece esta matriz es la de trabajar cuantitativamente los criterios cualitativos.
- Finalmente se concluye que ambas metodologías propuestas son complementarias que contribuirán a desterrar la práctica arraigada de escoger a los proveedores únicamente basándose en el menor precio. La metodología para evaluar el desempeño de los proveedores ofrecerá información valiosa para ser usada en la selección de los proveedores para futuros proyectos.

3.2 RECOMENDACIONES

- Es importante resaltar que las decisiones de abastecimiento abarcan las etapas de diseño, planificación y construcción. El abastecimiento debe definirse en las dos primeras etapas de tal manera que se minimicen las decisiones de “última hora” durante la construcción. Esto evitará retrasos y mayores costos para el proyecto.
- Las decisiones durante la construcción, como ya se comentó, deberían minimizarse y sólo se deben hacer cuando hayan factores externos que nos obliguen a hacerlos como por ejemplo: subidas de precios intempestivas, falta de stock, etc.
- Para ayudar al decisor se ha elaborado un catálogo con criterios cualitativos para el catálogo de alternativas desarrolladas. Cabe resaltar que estos criterios son una base para el decisor pudiendo agregarse otros de acuerdo a lo que se considere necesario.
- El grado de dificultad de los tres métodos escogidos es variable siendo el Scoring el más fácil, la Matriz de Pares medianamente difícil y el AHP el más difícil por lo cual es lógico que se haya utilizado el primero; sin embargo, es importante acotar que no se deberían descartar los otros dos métodos. La mayoría de los profesionales no está acostumbrado a hacer este tipo de evaluaciones por lo que se recomienda empezar usando el Método del Scoring, posteriormente cuando se cree un hábito o costumbre se podría pasar a usar el AHP que si bien es el más complejo también ofrece un análisis más fino y seguro.
- La metodología propuesta además puede ser utilizado como un documento de sustento técnico para justificar las decisiones tomadas, el cual puede ser revisado y corregido para enmendar una elección mal tomada.

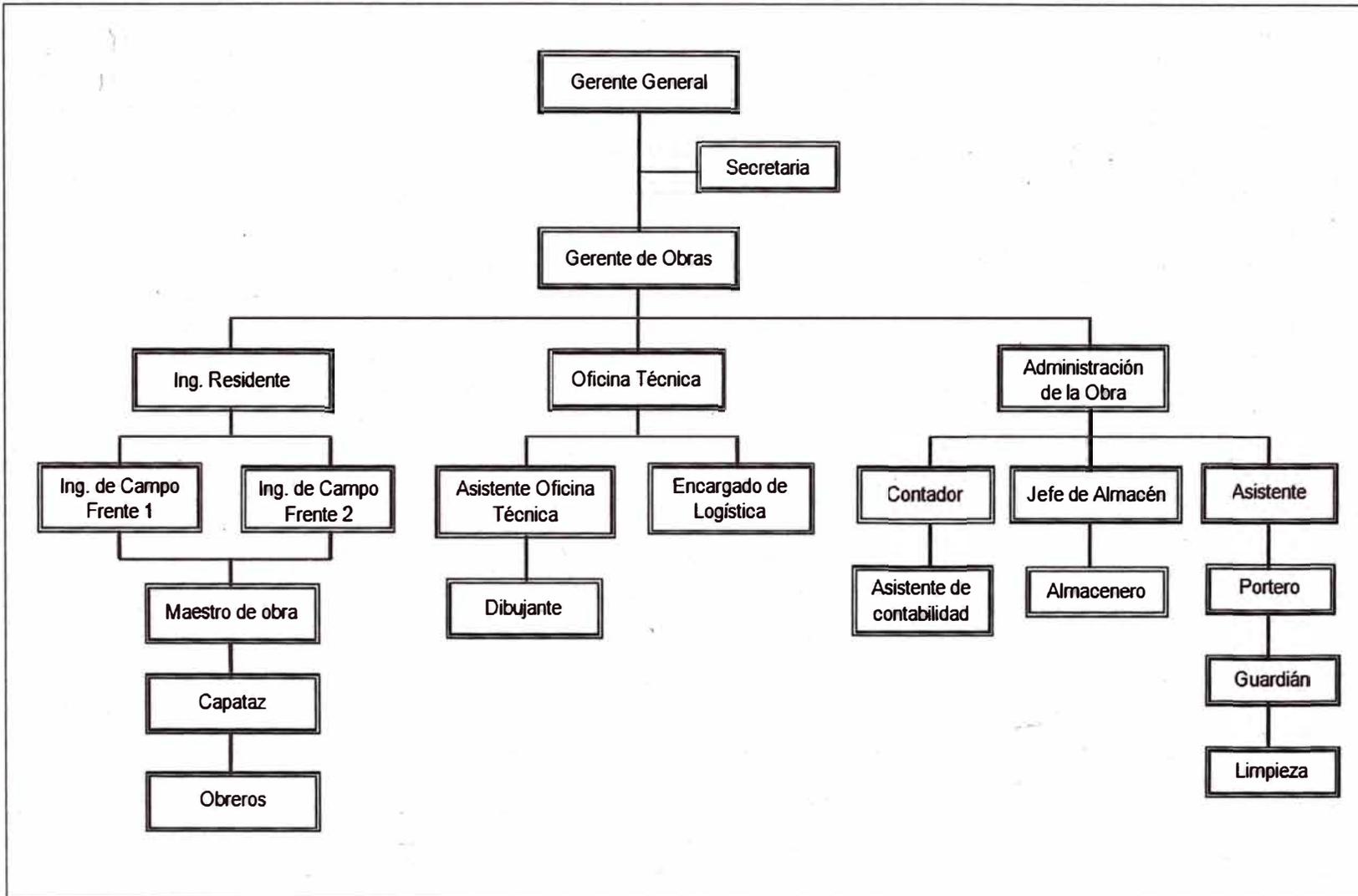
BIBLIOGRAFIA

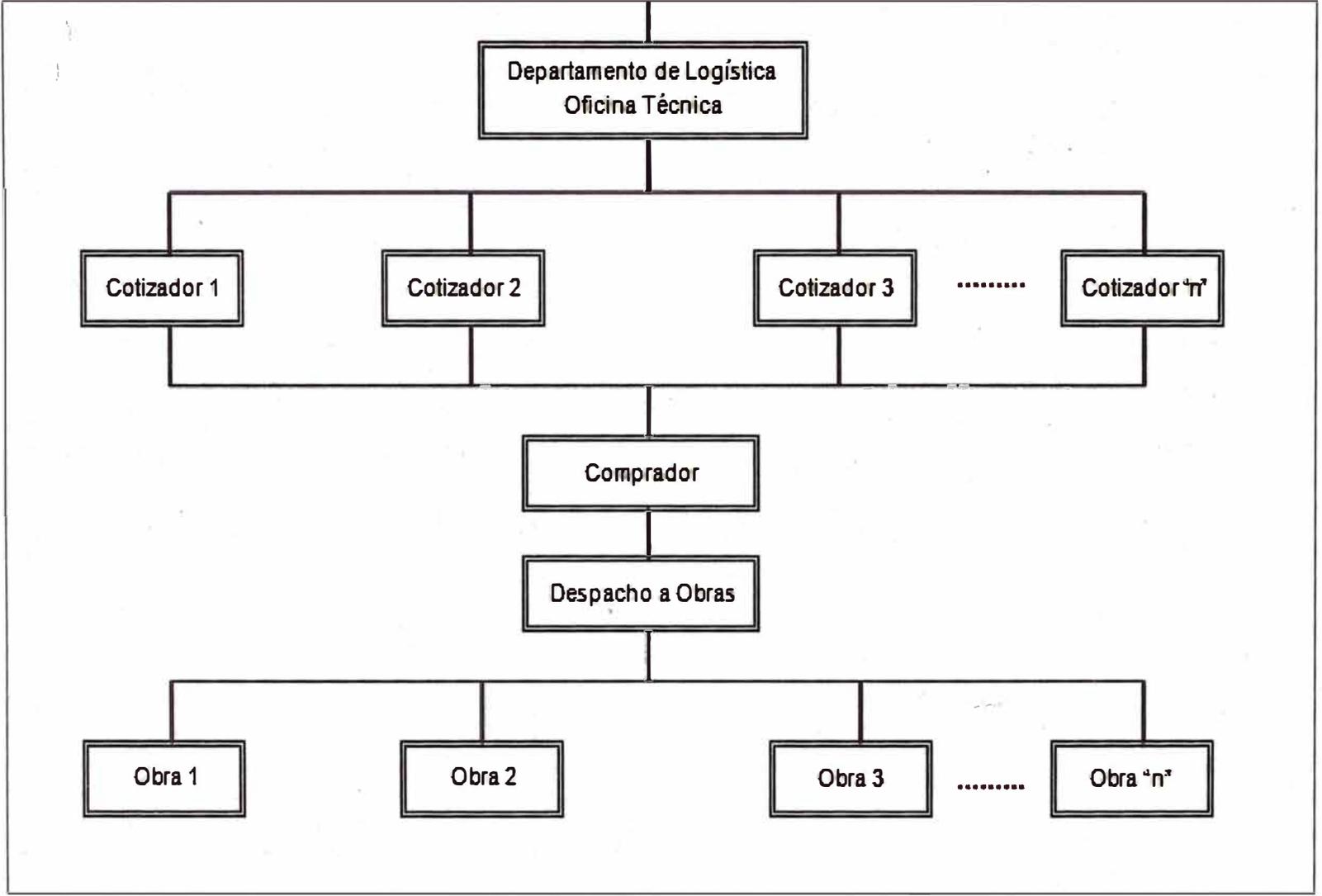
- ARCE, Pablo; “Identificación de los Principales Problemas en la Logística de Abastecimiento de las Empresas Constructoras Bogotanas y Propuesta de Mejoras”. Tesis para optar Título Profesional, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia, 2009.
- CORREA DE ARAUJO, Paulo; “Propuestas Logísticas para el Abastecimiento de Estructuras Metálicas utilizando Herramientas Lean”. Tesis doctoral para optar Título de Máster, Universidad del Estado de Río de Janeiro. Río de Janeiro, Brasil, 2005.
- FABIAN, Marco; “La Importancia del Desarrollo y Desenvolvimiento de los Proveedores y sus Productos para el Progreso de la Industria de la Construcción de Edificaciones”. Tesis para optar Título Profesional Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú, 2009.
- FERNANDINI, Luis; “Propuesta de mejora de la gestión logística de una empresa constructora de carreteras”. Tesis para optar Título Profesional Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú, 2007.
- LLAMAZARES, Francisco; “Los Métodos de decisión multicriterio y su aplicación al análisis del desarrollo local”. Primera Edición, 2011.
- NORMA INTERNACIONAL ISO 9001, Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos.
- VILLAGARCIA, Sofía; Apuntes de clases del curso: Logística en la Construcción, Diplomado en Gerencia de la Construcción XXIII. Escuela de Postgrado, Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2012.

REFERENCIAS DE INTERNET

- http://www.bertelsen.org/strategisk_r%E5dgivning_aps/pdf/Just-In-Time%20Logistics%20in%20the%20Supply%20of%20Building%20Materials.pdf

ANEXO Nº 01
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE "LA EMPRESA"





ANEXO N° 03

ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL DE "LA EMPRESA"

ENCUESTA N° ___

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa _____

SELECCIÓN DE INSUMOS

A. ¿En qué etapa selecciona los insumos que se usarán durante la construcción? Se puede marcar más de una alternativa.

Diseño Presupuesto Construcción

B. ¿En base a qué criterios selecciona los insumos?

Costos Costos y criterios cualitativos

C. ¿Tiene una metodología formal para evaluar y seleccionar los insumos?

Sí No

D. Explique qué metodología emplea

EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE PROVEEDORES EN OBRA

A. ¿Evalúa el desempeño de sus proveedores?

Sí No

B. ¿Qué metodología empleada para evaluar a los proveedores?

C. ¿Para qué emplea la información obtenida de la evaluación?

Control del cumplimiento del contrato

Retroalimentación para selección en futuros proyectos

Todas las anteriores

ANEXO N° 04

LISTADO DE ALTERNATIVAS DE INSUMOS PARA CADA UNA DE LAS PARTIDAS SELECCIONADAS

ITEM	PARTIDA	RECURSO	ALTERNATIVAS	
1	Acero	Material	Acero	Convencional con varillas de 9 m Piezas de acero pre-habilitado Mallas electrosoldadas ($f_c=5,200 \text{ kg/cm}^2$)
			Alambre	Alambre N° 16 Alambre N° 18
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
				Equipos y Herramientas	Corte	Con arco de sierra Cizalla manual Cizalla eléctrica Cizalla de banco Disco de corte Cortadora eléctrica de varilla
		Doblado	Con tubo y trampa Dobladora manual Dobladora electromecánica	
		Transporte	Polea Winche doble balde Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil Grúa torre Grúa movible	
		Amarre	Tortol Bichiroque Alicate Clincha Máquina eléctrica de amarre japonesa	

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
2	Encofrado Columnas y Placas	Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Forma	Encofrado de Madera Encofrado de Acero Encofrado de Aluminio Encofrado Mixto
			Transporte	Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil Grúa torre Grúa movible
			Colocación	Con alambre N° 8 Con tirantes y grampas

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
3	Encofrado Losa	Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Forma	Encofrado de Madera Encofrado de Acero Encofrado de Aluminio Encofrado Mixto
			Transporte	Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil Grúa torre Grúa movible
			Colocación	Con alambre N° 8

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
4	Concreto Columnas y Placas	Material	Concreto	Preparado en obra Predosificado en bolsa Premezclado convencional Premezclado con aditivo
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Mezclado	Mezcladora de trompo Hormigonera ligera Mezcladora de tolva Autohormigonera Planta dosificadora móvil Planta dosificadora estacionaria
			Transporte	Buggy Chute (en sótanos) Winche doble balde Faja transportadora Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil Torre concretera Bomba con pluma de distribución Bomba estacionaria Grúa torre Grúa movible
			Vibrado	Vibrador gasolinero Vibrador eléctrico Vibrador de contacto
Acabado	Frotacho			

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS	
5	Concreto Vigas y Losa Aligerada	Material	Concreto	Preparado en obra Predosificado en bolsa Premezclado convencional Premezclado con aditivo	
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo	
		Equipos y Herramientas	Mezclado		Mezcladora de trompo Hormigonera ligera Mezcladora de tolva Autohormigonera Planta dosificadora móvil Planta dosificadora estacionaria
			Transporte		Buggy Chute (en sótanos) Winche doble balde Faja transportadora Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil Torre concretera Bomba con pluma de distribución Bomba estacionaria Grúa torre Grúa movable
			Vibrado		Vibrador gasolinero Vibrador eléctrico Vibrador de contacto Regla vibradora
			Acabado		Frotacho Alisadora de aspa

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
6	Ladrillo Losa	Material	Ladrillo	Arcilla Hueco Tecnopor
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Transporte	Winche doble balde Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil Grúa torre Grúa movable

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
7	Muros Portantes de Albañilería	Material	Ladrillo	Arcilla Hueco Concreto Sílico calcáreo
			Mortero	Hecho en obra Predosificado en bolsa Premezclado
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Mezclado	Mezcladora de trompo Hormigonera ligera Batidores de batea Taladro para amasar mortero
			Transporte	Buggy Carrito ladrillero Winche doble balde Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil
			Colocación	Escaniplo Escantillón, nivel y plomada

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
8	Tabiquería de Albañilería	Material	Ladrillo	Arcilla Tubular Arcilla Hueco Concreto Sílico calcáreo
			Mortero	Hecho en obra Predosificado en bolsa Premezclado
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo
				En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Mezclado	Mezcladora de trompo Hormigonera ligera Batidores de batea Taladro para amasar mortero
				Transporte	Buggy Carrito ladrillero Winche doble balde Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil
Colocación	Escaniplo Escantillón, nivel y plomada			

ITEM	PARTIDA	RECURSO		ALTERNATIVAS
9	Tarrajeo Interior y Exterior	Material	Mortero	Hecho en obra Predosificado en bolsa Premezclado
		Mano de obra	Obreros	En planilla con rendimiento mínimo En planilla con tareo En planilla con tareo mas plus Subcontrato de mano de obra Subcontrato a todo costo
		Equipos y Herramientas	Mezclado	Mezcladora de trompo Hormigonera ligera Batidores de batea Taladro para amasar mortero
			Transporte	Buggy Carrito ladrillero Winche doble balde Elevador de plataforma Montacarga Plataforma elevadora sobre monomástil Plataforma elevadora sobre bimástil
Colocación	Gunitadora por vía seca Gunitadora por vía húmeda Andamio Convencional Andamio Colgante Eléctrico Andamio Multidireccional			

