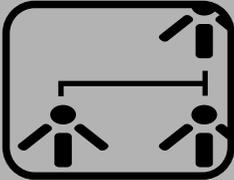


# ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN



## AUTOR

GUILLERMO MEJÍA AGUILAR  
Ingeniero Civil M Sc.  
Profesor auxiliar, Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad Industrial de Santander  
gmejia@uis.edu.co  
COLOMBIA

**Fecha de Recepción:** Julio 21 de 2007  
**Artículo de reflexión (Tipo 2)**

**Fecha de Aceptación:** Agosto 11 de 2007

## RESUMEN.

*Los sistemas de información han propiciado el desarrollo de metodologías que analizan la realidad, diseñando e implementando sistemas que buscan incrementar cada vez la productividad del procesamiento de información y mitigar la complejidad cuando se presentan estados y relaciones múltiples en la información; complejidad que reviste grandes esfuerzos de obtención, procesamiento, almacenamiento y comunicación, necesarios para garantizar el normal funcionamiento de sus procesos y una adecuada toma de decisiones. Metodologías de análisis de sistemas como, el análisis estructurado y el análisis orientado a objetos, ofrecen conceptos, herramientas y técnicas que se pueden aplicar al análisis de los presupuestos de obra. La ventaja que se podría obtener de esta aplicación, es contar con herramientas que permitan visualizar y comprender las diferentes relaciones de los elementos y recursos participantes en los procesos constructivos que sean agentes generadores de costos. El presente artículo muestra los conceptos generales de un sistema de información, las metodologías empleadas, el análisis estructurado y el análisis orientado a objetos, y propone la manera de aplicar algunos conceptos al tratamiento de los presupuestos de obra.*

## PALABRAS CLAVE

Análisis de precios unitarios  
Análisis de procesos  
Presupuestos detallados  
Análisis de costos

## ABSTRACT

Information systems methodologies improve productivity of construction activities. It manages information which mitigates complexity of construction sites when diverse both states and relations of a constructive process appear together. An information system obtain, process, store and communicate; all these activities are necessary, guarantee the normal

operation of processes and help to take major decisions. Both structured analysis and object-oriented analysis, offer concepts, tools and techniques that can be applied to budgets. These tools offer advantages which allow visualizing, jointing and understanding different relations between elements and resources of constructive processes. A constructive process involves many aspects that generate costs. This paper explains both general and main concepts of information system, its analysis methodologies as a structured analysis and the object-oriented analysis, and proposes a way to apply these concepts in estimating budgets.

## KEYWORDS

Estimating Construction Cost  
Methods of Detailed Cost Determination  
Unit-Cost Method  
Process Analysis

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de control basados en el costo, el presupuesto se convierte en una herramienta importante de información y comunicación a la vez, dando cuenta de la realidad sucedida en sus procesos constructivos, los recursos que requiere y cómo los transforma, para apoyar procesos de toma de decisiones. Garantizar la correcta interpretación de lo sucedido en obra es tarea de mucha responsabilidad, la cual se ha manejado sin la formalidad que exigen los proyectos de gran factura. Inconvenientes con la información consignada en los formatos de análisis de precios unitarios queriendo comunicar la estrategia y método constructivo, pero que no es entendida de manera correcta, y la ininteligibilidad sobre rendimientos y recursos empleados en la construcción, evidenciaron falencias en los procedimientos y metodologías de las que se disponen para analizar dichos precios unitarios. Más que justificar precios, argumentar los procedimientos a adelantar en obra, los cuales derivan en costos finalmente, es la necesidad evidenciada en la mayoría de los proyectos [7].

Si se considera el presupuesto de construcción como aquel documento producto de un sistema de información, que sirve de modelo para representar el comportamiento del costo cuando se materializa una obra facilitando su análisis, determinación, predicción y control, nos obliga a aproximarnos a los presupuestos bajo nuevos enfoques metodológicos que reflejen cada vez más cerca la realidad que se quiere representar [5].

El presupuesto como tal denota un sistema propio, diferente del sistema que quiere modelar, pero a su vez, los dos, modelo y realidad, están inmersos en un mismo entorno: la obra de construcción. El presupuesto

analizado como sistema de información tiene como objetivo fundamental asimilar, procesar, distribuir, almacenar y entregar información para responder adecuadamente con los requerimientos de su entorno, y aportar así, al logro de los objetivos del sistema que lo contiene ya que hace parte de un sistema mayor como la obra.

## 1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El objetivo de un sistema de información es satisfacer las necesidades de información dentro de una organización y todos sus componentes, deben interactuar entre sí para cumplir con dicho propósito. Personas que tienen relación con la información que procesa y genera; datos que adquieren valor para el sistema; procedimientos que transforman y suministran información; apoyados en tecnología para manejar la información -*tecnología de la información*, y transmitirla -*tecnología de la comunicación* [13]. El verdadero aporte a la empresa lo hace el sistema de información en su esencia, e independiente de la tecnología en que se apoye [1].

Información e interacción a través de información son conceptos esenciales de los sistemas de información pensados para apoyar los procesos de control y toma de decisiones. Los sistemas de gestión de cualquier empresa tienen implícito un sistema de información que contribuye a su funcionamiento y control; así como los sistemas naturales tienen organizado su sistema de información propio que lo auto-sostiene y controla, los sistemas humanos o artificiales deben crear, diseñar e implementar su propio sistema de información que les garantice su sostenimiento.

La comunicación e información como agregados fundamentales de un sistema de información, deben cumplir con características esenciales como: fidelidad, suficiencia, claridad, precisión y oportunidad. La primera herramienta para modelar o abstraer la realidad es mediante la intención comunicativa cifrada en información, por tanto la información debe ser útil y confiable ya que transmite conocimientos sobre el saber y el hacer; es el medio para conocer el estado de las cosas; es uno de los elementos esenciales que permite garantizar la supervivencia y prosperidad de los sistemas [3].

## 2. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Dos premisas básicas para analizar un sistema de información son [15]:

- a) un sistema de información generalmente formará parte de un sistema mayor, por tanto debemos entender su entorno y los sistemas con

los que interactúa;

b) muchos sistemas aparentemente diferentes, tienen principios y teorías comunes a todos; por medio de la analogía, podemos aproximarnos a los sistemas de información.

*Un sistema de información debe reflejar la realidad y modelar su comportamiento.* Analizar el sistema es determinar su esencia, identificar y modelar su comportamiento esencial, sin considerar la tecnología en que se pueda apoyar [15]. Una de las estrategias empleadas para reflejar y modelar esa realidad a través de un sistema de información, consiste en ir desde su visión global hacia una visión detallada [10]; ir desde el análisis de su contexto hacia el análisis detallado de cada proceso o componente básico necesario. Las actividades que describen esta estrategia son:

- definición de los procesos que satisfagan las necesidades, tanto de la visión global como de la visión detallada, enmarcados dentro del alcance del sistema;
- representación del comportamiento esencial de procesos del sistema analizado;
- identificación y definición explícita de las entradas de información, tanto las provenientes del entorno, como las requeridas al interior del sistema;
- representación de las relaciones que permitan entender en su conjunto la visión global del sistema.

Los aspectos básicos a modelar en un sistema de información son [11]:

- los datos -*sus aspectos estructurales*;
- el comportamiento -*sus aspectos dinámicos de control, secuencia y operaciones en función del tiempo*;
- la función del sistema, su aspecto funcional transformando valores e interactuando con otros sistemas.

## 2.1. ANÁLISIS ESTRUCTURADO

La metodología del análisis estructurado se interesa por la estructura y disposición relativa de la información, basándose esencialmente en entidades definidas por datos y relaciones. Las técnicas estructuradas son métodos formales de división de un sistema mayor en sistemas menores, que centran su atención en datos y procesos, analizando entradas y salidas para responder a los requerimientos de información del sistema. Una entidad es cualquier concepto real o abstracto del cual deseamos almacenar información [13].

Las técnicas se apoyan en diagramas para analizar [10],

[13], [15]:

- datos, empleando los diagramas de entidad relación;
- procesos, a través de diagramas de flujo de datos, reflejando requerimientos o solicitudes de información de los usuarios del sistema;
- el control de estados, empleando el diagrama de transición de estados<sup>1</sup>;
- el entorno del sistema, por medio del diagrama de contexto, que suministra la visión global del sistema, diagramando el flujo de datos resultado de las relaciones que sostiene con otros sistemas o entidades.

Los pasos a seguir en la metodología se resumen de la siguiente manera [10]:

**Tabla 1. Procedimientos y diagramas de la metodología del análisis estructurado**

Paso - actividad	Diagrama de apoyo
Entendimiento del problema	
Definir su contexto, identificar y abstraer el sistema	Diagrama de contexto
Definir las entidades e instancias	Diagrama de entidad relación
Definir los datos y su estructura	
Definir las relaciones	Diagrama de flujo de datos
Identificar y definir el comportamiento del sistema	Diagrama de transición de estados
Validar	

## 2.2 ANÁLISIS ORIENTADO A OBJETOS

La vida se desenvuelve a través de conceptos; cada uno de ellos es una representación de la realidad, una abstracción del mundo circundante, un medio para comunicar y transmitir ideas, intenciones, emociones. La metodología orientada a objetos toma esta particularidad y desarrolla un enfoque de aproximación para abstraer y modelar dicha realidad, concibiendo la información, con base en unidades conceptuales -ya sean de algo real o abstracto-, definidas en objetos. Esta metodología se interesa por el comportamiento de dicha unidad conceptual estructurándola en datos y métodos; métodos que representan y especifican los procesos que influyen o modifican dichos datos: los conceptos de la realidad son representados por tipos de objetos definidos a través de datos y métodos, teniendo en cuenta las relaciones y eventos que cambian su estado [4].

Los objetos se identifican bajo dos dimensiones: Categorías y Objetos. La primera, tipifica instancias, define conjuntos, categorías o tipos -por ejemplo, el concepto *empleado*; la otra,

(1). Un estado es un modo observable de comportamiento. El diagrama de transición de estados representa el comportamiento en función del tiempo, ilustrando el resultado de un suceso que estimula un cambio en el sistema [15].

individualiza el concepto por ejemplo, el empleado de nombre *Juan Valdés*. Esta metodología brinda las siguientes ventajas [4]:

- Es una aproximación más cercana a la realidad, apoyada en la identificación de conceptos, elementos naturalmente presentes en el entorno donde interactúa el hombre, facilitando la inteligibilidad.
- Plantea el principio de reutilización, definiendo clases o tipos de objetos que se articulen en muchos sistemas, siendo adaptable.
- Es una metodología centrada en el comportamiento de los objetos.
- Aborda la complejidad mediante el principio de jerarquía en los objetos.
- Garantiza la integridad a la estructura de datos, ya que solo son manipulados a través de los métodos definidos dentro del objeto.

Los conceptos clave de la metodología son [4], [8], [14]:

- **Abstracción:** buscar e identificar el factor de comportamiento común de un conjunto de objetos y agruparlos por categorías.
- **Encapsulado:** protección y control que se establecen sobre los datos, ocultando la información y permitiendo modificaciones controladas. Se logra definiendo métodos, como componentes de la estructura del objeto, autorizados para modificar los datos.
- **Herencia:** fenómeno del principio de jerarquía, donde las subclases heredan propiedades de su clase superior.
- **Categoría:** tipo de objeto que reúne, generaliza y condensa varios objetos.
- **Objeto:** entidades concretas que pertenecen a una categoría.
- **Polimorfismo:** capacidad de un objeto para actuar bajo formas diferentes.

La realidad se modela bajo dos esquemas, representando [4]:

- a) el tipo de objetos y sus estructuras, enfocándose hacia la información;
- b) los eventos que le ocurren a los objetos, enfocándose hacia la comunicación, interpretando su comportamiento.

Las herramientas de apoyo para modelar la estructura de objetos son:

- identificación y definición de tipos de objetos y asociaciones;
- diagramas de descomposición funcional;

- diagramas de generalización -*diagramas de árbol*;
- diagramas de relación entre objetos -*diagramas de entidad-relación*;
- diagramas de componentes -*diagramas de causa-efecto*;

Las herramientas de apoyo para modelar el comportamiento de los objetos son:

- diagramas de flujo;
- diagramas de funciones y secuencias;
- diagramas de estados y eventos;
- diagramas de activación, de relación causa-efecto;

Los pasos aplicados la metodología orientada a objetos, se resumen de la siguiente manera [10]:

**Tabla 2. Procedimientos y diagramas de la metodología orientada a objetos**

Paso - actividad	Diagrama de apoyo
Identificar y comprender el problema	
Definir su contexto, identificar y abstraer el sistema	Diagrama de contexto
Definir las categorías y objetos	Diagrama de descomposición funcional
Definir los atributos: datos y métodos	Diagramas de composición y generalización
Establecer las estructuras y jerarquías	Diagramas de árbol
	Diagramas de relación causa-efecto
Definir comportamiento del sistema	Diagrama de transición de estados
Validar	Diagramas de flujo

### 3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS APLICADAS EN EL ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS DETALLADOS

Las técnicas anteriormente descritas de análisis estructurado y orientado a objetos, facilitan organizar la información pertinente a la generación de costos en los procesos constructivos que se adelantan en las obras de construcción, de manera estructurada y reutilizable. El análisis de los presupuestos, específicamente el análisis de precios unitarios de los procesos, se puede plantear bajo dimensiones:

- a) Un análisis de contexto, el cual requiere conocer el entorno del proceso e identificar factores que inciden de manera indirecta, generando costo. Estos costos se denominan costos generales e indirectos.
- b) Un análisis de comportamiento del proceso, empleando diagramas de flujo de datos, diagramas de entidad relación y, diagramas de transición de estados, para mostrar los componentes del proceso, sus relaciones y sus comportamientos. Estos costos son los denominados costos directos.

Para mostrar de manera pragmática el uso de las

herramientas de análisis, se ha tomado el proceso denominado fundición de zapatas en concreto de 3.000 psi. Este ítem, hace parte del presupuesto para un puente, el cual requiere 55 m<sup>3</sup>, preparar el concreto en obra y una torre-grúa para transporte de materiales. La información sobre las cuadrillas empleadas y los rendimientos han sido tomados de la tesis de maestría titulada "Posibles alternativas para modelar y elaborar presupuestos de obra" [5].

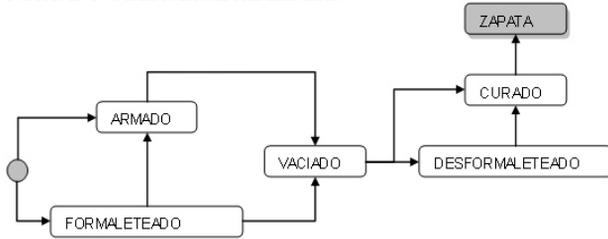
**Ítem Proceso:** Concreto 3.000 psi para zapatas  
**Cantidad:** 55 m<sup>3</sup>

**3.1 DIAGRAMAS DE ESTADO<sup>2</sup>**

Un diagrama de transición de estados representa los eventos que determinan un cambio notable y significativo del objeto, en función del tiempo [10].

El ítem concreto 3.000 para zapatas corresponde a un proceso dentro de la obra que puede tratarse como objeto, ya que hace relación a un concepto: es un concepto específico de costo, instrumento de gestión para el pago de las obras. Este proceso se puede entender a través de un diagrama de estados, donde muestre instantes que evidencien cambio significativo en la composición del costo y materialización del producto; es decir, el proceso zapata se debe entender a través de una estructura de tareas que evidencian un grado materialización progresivo dentro del proceso -*refleja la estructura desagregada de trabajo del proceso, consecuencia de los requerimientos identificados dentro del alcance del mismo*. El presupuesto, entendido como un sistema de información debe reflejar los cambios de estados del sistema -*del proceso en este caso, reflejar la realidad y modelar su comportamiento*.

**Figura 1 Diagrama de estado**



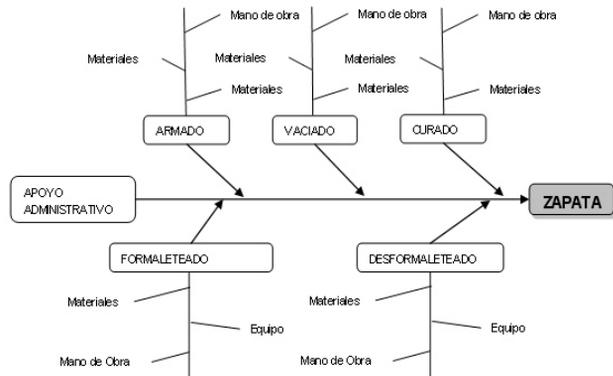
**3.2 DIAGRAMAS DE RELACIÓN CAUSA-EFECTO**

Este diagrama muestra la composición del concepto de costo zapata, modelado como objeto; análogamente, como en los sistemas, los procesos protegen los datos y los modifican, bajo este esquema se puede plantear que:

(2). Es importante anotar que los procesos deben estar bien definidos, deben tener un alcance explícito en cuanto al producto y al proceso.

- Las tareas identificadas en el diagrama de estados, tienen la capacidad de modificar los datos que componen el concepto de costo.
- La composición inicial del concepto, está dada por conceptos de costo, tratados como objetos, es decir, las tareas son objetos -*conceptos de costo estructurados*. Esto representa la estructura desagregada de trabajo del proceso.
- Cada tarea, a su vez, puede descomponerse, en una estructura desagregada de recursos.
- El diagrama permite modelar, más cerca de la realidad, teniendo en cuenta aspectos futuros como el sistema de mejoramiento y control -*la estructura de tareas mostradas son los procesos que interesan controlar y mejorar, más que los recursos mismos*.

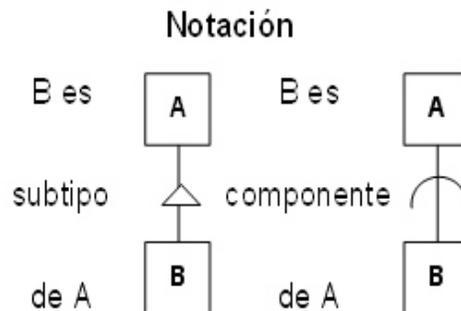
**Figura 2. Diagrama de relación causa-efecto**



**3.3 DIAGRAMAS DE COMPOSICIÓN**

Los diagramas de composición tienen una notación de acuerdo a su relación, ya sea de subtipo o componente.

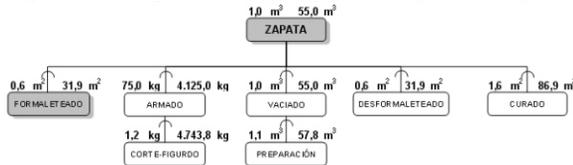
**Figura 3. Notación de relaciones entre objetos**



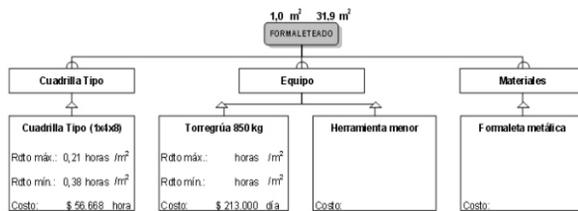
La generalización permite distinguir tipos, subtipos y supertipos [4].

Si  $A \subset B$  siempre,  
 $\wedge B \not\subset A$   
 $\Rightarrow A$  es subconjunto propio de  $B$

**Figura 4. Diagrama de composición por subtipos**



**Figura 5. Diagrama de composición por componentes**



Estos diagramas, muestran la desagregación del proceso por tareas y por recursos, identificando posiblemente tareas que no son tan evidentes como cambios de estados en el diagrama de estados. La pregunta que surge con respecto a la descomposición es ¿Hasta qué nivel se puede descomponer? Se considera que se puede descomponer hasta aquel concepto de costo que no pueda ser modificado por las condiciones de la obra y, como recomendación, se sugiere llegar hasta el nivel de tareas y estas, hasta el nivel de sus recursos. De acuerdo a esto se identifican los siguientes conceptos de costos, aquel que:

- no puede ser modificado por las condiciones internas de la obra, es decir que entra como un valor predeterminado, asemejándose a un sistema cerrado, salvo la condición de que el concepto de costo establece solo una relación con la obra: entrega su costo a la obra, pero la obra no podría modificar su valor;
- debe adaptarse a las condiciones de la obra y ajusta su comportamiento, sobre todo los recursos componentes de mano de obra y equipo, asemejándose a un sistema abierto;
- puede descomponer en conceptos de costo, actividades o tareas que tengan relación directa con la obra;
- no se puede descomponer en conceptos o actividades de significado dentro de la obra.

Se presentan dos conceptos de costo cuando se descompone por funciones, es decir, cuando la descomposición es orientada hacia sus actividades, el costo:

- a) del proceso en análisis y,
- b) de cada tarea en la que se desagrega.

Igualmente, se presentan tres conceptos de costo cuando se desagrega por recursos, cuando la descomposición es orientada hacia los recursos: materiales, equipos y mano de obra. La obra, en este caso, puede modificar estos conceptos, según sus condiciones particulares:

- los materiales pueden ser afectados por las condiciones de la obra en el manejo del desperdicio; en cuanto a los consumos por unidad de obra, tienden a estandarizarse;
- la mano de obra se afecta en su rendimiento debido a las condiciones de la obra, ya que dependen de las características particulares del tipo de obra, de la estrategia y método constructivo, de la administración y ambiente en que se desenvuelve la obra;
- el equipo se afecta en su rendimiento, ya que depende directamente del rendimiento de la mano de obra y de las condiciones administrativas de la misma.

**3.4 DIAGRAMAS ENTIDAD RELACIÓN**

Estos diagramas pueden ser de apoyo también, en la programación diaria del equipo estableciendo el programa de ocupación, ya que no se tiene la cultura administrativa en obra, de registrar estadísticamente el rendimiento de equipos con base en estudios de trabajo o productividad, para identificar tiempos muertos y no laborales dentro del rendimiento.

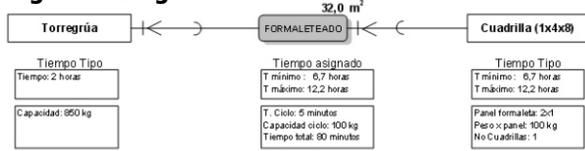
**Tabla 3. Notación de relación de cardinalidad entre objetos**

Entidad	Relación	Entidad	Mínimo	Máximo
A	—○—	B	Cero	Uno
	—  —		Uno	Uno
	—○—<		Cero	Muchos
	— —<		Uno	Muchos
	—<—<		Muchos	Muchos

Como los rendimientos del equipo pueden o no condicionar la productividad de la mano de obra, es necesario hacer diagramas de entidad-relación para estimar dichos rendimientos y asignar el equipo

requerido.

**Figura 6. Diagrama entidad - relación**



Este diagrama da cuenta que la torre-grúa demanda un tiempo tipo<sup>3</sup> de 2 horas de acuerdo a la relación de formaletear, y la tarea formaleteado, con una cuadrilla tipo (1x4x8) demanda un tiempo mínimo de 6,7 horas y un tiempo máximo de 12,2 horas, además que se asume que la torre-grúa puede estar atendiendo a más de una actividad o tarea en la obra. La relación formaletear requiere un tiempo asumido para establecer las duraciones dentro del proceso de análisis. El diagrama permitiría evaluar si, es más rentable asignar una cuadrilla a transportar la formaleta y no emplear la torre-grúa o, si la productividad del equipo queda supeditado al tiempo que demanda la cuadrilla de la tarea

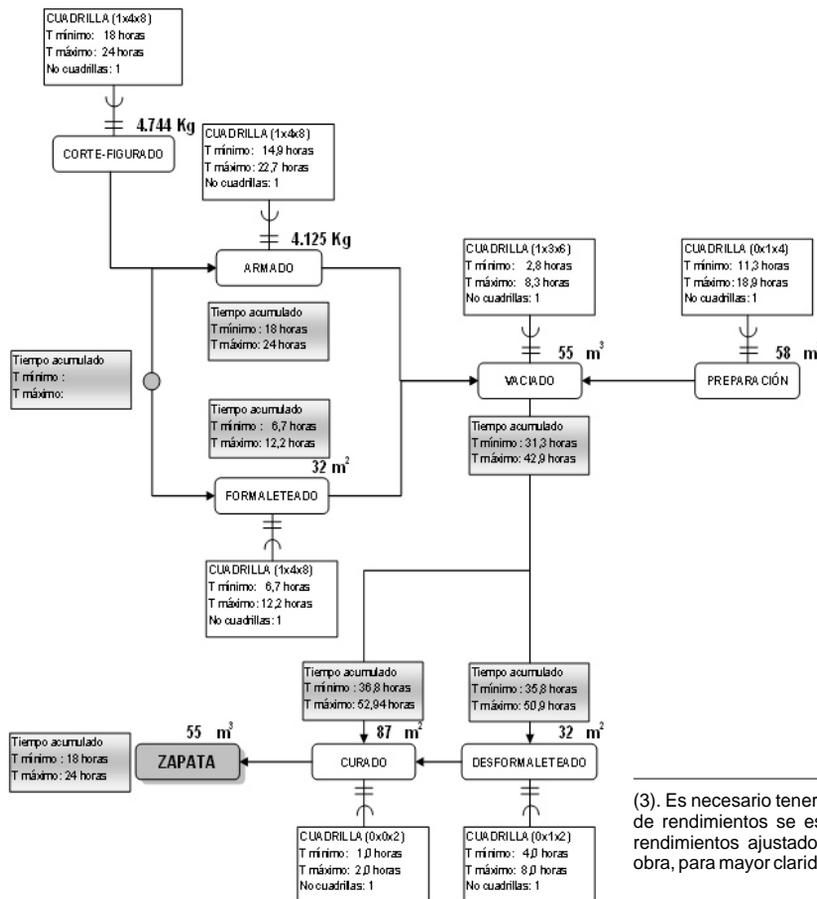
relacionada.

**3.5 DIAGRAMAS DE FLUJO**

Los diagramas de flujo pueden apoyar para visualizar el tiempo que demanda cada tarea y el proceso en general; además permiten diseñar la utilización de las cuadrillas y equipos y establecer el programa de ocupación. El manejo de los rendimientos de la mano de obra son rangos de tiempos, es decir, la variabilidad como una característica del desempeño [2], [9], [12].

La figura 7, muestra las tareas requeridas en el proceso constructivo de la zapata y cómo cada tarea, dependiendo de las cuadrillas que tengan asignadas, condicionan el rendimiento del proceso global. La relación de las tareas con su componente de mano de obra, se ha planteado como una relación uno a uno, en el momento que el planificador decida asignar más cuadrillas para mejorar el tiempo del proceso en general, debe establecer una relación de uno a varios. Si tomáramos todo el contexto de la obra, podemos inferir que la cuadrilla (1x4x8), debe optimizarse, reasignando labores para mejorar la productividad del proceso.

**Figura 7. Diagrama de flujo integrado**



(3). Es necesario tener en cuenta que en los estudios de rendimientos se establecen rendimientos tipo y rendimientos ajustados a las condiciones de cada obra, para mayor claridad consúltese [6].

Este diagrama permite verificar el tiempo de ocupación estimado para la torre-grúa con respecto a los rendimientos de las tareas atendidas, para decidir si, el rendimiento de la torre condiciona el rendimiento de las cuadrillas o, viceversa. Estos diagramas deben evaluarse a la par con los diagramas de entidad relación o, tratar de integrar todos en un mismo diagrama. Finalmente, evaluando todo el proceso, si se decidiera emplear la torre-grúa para todas las tareas, se debe verificar que los días requeridos por la torre-grúa coincidan con el tiempo asumido para la totalidad de las zapatas, para asignar su costo respectivo.

#### 4. COMENTARIOS

A manera de discusión queda el interrogante si, al plantear el enfoque sistémico dentro de la metodología que facilita entender los presupuestos de obra, ¿será posible, de manera análoga estudiar y aplicar metodologías pertenecientes a otras disciplinas o campos de desempeño profesional, que aporten a la construcción de un modelo teórico relevante para los presupuestos?

#### 5. CONCLUSIONES

El presupuesto detallado se puede definir como un sistema abstracto, producto de los sistemas de información de costos establecidos en los proyectos, que sirve de modelo para representar el comportamiento del costo cuando se materializa un proyecto, facilitando el conocimiento, determinación, análisis, predicción y control de dicho comportamiento.

Los presupuestos detallados a través de los APU's o de las herramientas con que cuentan, deben comunicar e informar sobre las actividades y procesos que deban ocurrir para materializar el proyecto. Un sistema de información debe reflejar la realidad y modelar su comportamiento, reuniendo características esenciales como: fidelidad, suficiencia, claridad, precisión y oportunidad.

Las metodologías de análisis de sistemas nos pueden brindar posibilidades para analizar los presupuestos detallados a través de sus conceptos y herramientas de diagramado, ayudándonos a representar las relaciones y características de información que deban manejarse.

#### 6. RECOMENDACIONES

Los presupuestos son un medio de comunicación e información de gran impacto en los proyectos; su importancia radica esencialmente en que, los presupuestos como información de costos, constituyen argumentos importantes para la toma de decisiones de

los proyectos, decisiones trascendentales como: emprender un proyecto, darle continuidad, tomar los correctivos necesarios para su mejoramiento y poder alcanzar los objetivos propuestos, abandonar una opción o alternativa.

Esta importancia amerita investigar sobre las metodologías que ayuden en la elaboración y análisis de los presupuestos y se sugiere:

- Estudiar a los presupuestos entendidos como sistemas.
- Estudiar a los presupuestos como un modelo que representa la realidad de una obra.
- Estudiar a los presupuestos como medio de información y comunicación.
- Profundizar sobre los aportes que las metodologías de análisis de sistemas puedan hacer al análisis de los presupuestos de obra.
- Encontrar herramientas de simulación y modelado que aporten a la comprensión de los procesos constructivos en las obras.

Estos lineamientos constituyen frentes de investigación que, de realizarse, permitirán establecer con precisión las bondades e inconvenientes presentes en cada uno de ellos.

#### 7. REFERENCIAS

- [1] Andréu, Rafael, et. al. *Estrategia y Sistemas de Información*. 2ª ed. Madrid: McGraw Hill. 1996. pp. 36.
- [2] Hernández C. Triny Carolina. "Apoyo en el estudio sobre la medición de productividad y rendimientos, consumo de materiales, mano de obra y equipos utilizados para la ejecución de actividades, basado en el análisis por precios unitarios" Trabajo de Grado, modalidad práctica empresarial. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2007.
- [3] Loaiza, Álvarez Roger. "De la Información a la Informática" Medellín: Politécnico Colombiano "Jaime Isaza Cadavid" 1991. pp. 12.
- [4] Martin, James. "Principles of object-oriented Analysis and Design" New Jersey: Prentice Hall. 1993. pp. 17-18, 31-36, 19, 61-65.
- [5] Mejía A. Guillermo. "Posibles alternativas para modelar y elaborar presupuestos de obra". Tesis de Maestría. Bogotá: Universidad de los Andes. 2003. pp. 5679.
- [6] Mejía A. Guillermo, Hernández T Carolina. "Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra" (Bucaramanga, 2007)
- [7] Meneses, C. Paola Andrea, Pedroza, N. Carol Nataly. "Sistematización de la información de costos y presupuestos del proyecto Sistema Integrado de

- Transporte Masivo de Bucaramanga Metrolínea” Trabajo de Grado, modalidad práctica empresarial. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006. pp. 78-92.
- [8] Morales L., Angel; Segovia P., Francisco J. “Programación orientada a objetos”. Madrid: Paraninfo. 1993. pp. 32-37.
- [9] Otero L., Gabriel Santiago. “Asistencia Técnico-Administrativa para el Soporte del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001 en Obras de Ruitoque Condominio, Urbanas S.A”. Trabajo de Grado, modalidad práctica empresarial. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2005.
- [10] Pressman, Roger S. “Ingeniería del Software: un enfoque práctico” 5ª ed. Madrid: MacGraw Hill. 2002. pp. 167, 363, 364, 200-201, 363, 209.
- [11] Rumbaugh, James, et. al. “Modelado y diseño orientado a objetos”. Madrid: Prentice Hall. 1996. pp. 39.
- [12] Torres R. Luz Ángela. “Análisis comparativo de mano de obra entre subcontrato y administración -su influencia en la productividad” Trabajo de Grado, modalidad práctica empresarial. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006.
- [13] Whitten, Jeffrey L., et al “Análisis y Diseño de Sistemas de Información” 3ª ed. Madrid: Irwin. 1996. pp. 39-72, 321, 152-155.
- [14] Winblad, Ann L. et al “Software orientado a objetos” Delaware: Addison Wesley / Diaz de Santos. 1993. pp. 38.
- [15] Yourdon, Edward (1989). “Análisis Estructurado Moderno” México: Prentice Hall. 1993. pp. 11, 17, 371-386, 209.