

# SISTEMA INTEGRAL AUTOMATIZADO DE CONTROL DE COSTOS DE CONSTRUCCION PARA EMPRESAS MEDIANAS

Por José A. González F. y José A. Domínguez L.

## Resumen

*El control de costos es una función administrativa que no se realiza de manera adecuada e integral en las empresas constructoras pequeñas y medianas que no cuentan con departamentos especializados, perdiendo con esto la oportunidad de tener a la mano la información necesaria para la toma de decisiones oportuna en beneficio de la propia competitividad de las empresas. Este estudio tiene el objetivo de proponer a las empresas constructoras de la región una solución relativamente simple, realista y bien fundamentada como respuesta a la carencia en el medio de un sistema de costos de construcción, que sea adecuado a sus demandas y que se adapte a los procedimientos administrativos tradicionales de la región. Para lo anterior, se llevó a cabo una investigación bibliográfica para determinar el estado del arte en este tema administrativo y una investigación de campo para establecer de manera realista el estado actual del control de costos en las empresas del medio, detectar los obstáculos que impiden contar con sistemas eficientes de costos y recabar necesidades que dieran origen a los elementos para diseñar el sistema a proponer. Esta investigación de campo tomó la forma de una entrevista individual programada, para lo cual se diseñó un cuestionario y se aplicó a un número representativo de empresas constructoras afiliadas a la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC), Delegación Yucatán. Posteriormente se proporcionaron lineamientos para diseñar sistemas de costos que estuvieran conformados a las necesidades particulares de cada empresa y fundamentados en tres aspectos: las funciones que deben cumplir los sistemas de control de costos, los factores que influyen en su diseño, y la información recabada en la investigación de campo. Estos factores constituyen la delimitación a la propuesta y se refieren al tipo y tamaño de la empresa y de los proyectos, etapa del proyecto, tipo de contratación, etc. Por último, se automatizó el proceso de manejo de información y presentación de reportes de costos a través de un programa de cómputo de fácil implementación en computadoras personales y adaptado a un programa de precios unitarios comercial en la región. Este programa fue validado a través de un ejemplo.*

## 1. INTRODUCCION

Un sistema de control de costos eficaz y eficiente es aquel que proporciona información continua y sistemática a través de reportes de fácil análisis e inter-

pretación, que permitan saber si los costos se encuentran dentro de los límites establecidos en la planeación de las obras, y en su caso, proporcionen un panorama general de las tendencias y los orígenes de los sobrecostos, de tal manera que se facilite el proceso de la toma de decisiones y de las acciones correctivas, a través del período de construcción, y en el momento en que todavía puedan ser efectivas. Para realizar esto se requiere de una organización y de un sistema que sea flexible y que se adapte a las circunstancias particulares del momento de cada empresa, a la medida y posibilidades de la empresa, al tipo y tamaño del proyecto, al tipo de cliente, al tipo de contratación, etc.

Quizá porque no se le ha dado el tiempo y la dedicación necesarios, por la segura existencia de una resistencia humana inconciente y por la carencia de sistemas flexibles a la mano, adecuados a los sistemas administrativos tradicionales, se puede asegurar que la gran mayoría de las empresas constructoras regionales no cuenta con sistemas ya implementados, oportunos e integrales, que cumplan cabalmente con las funciones básicas del control de costos de construcción. Y esto, a pesar de que los constructores concuerdan en que un sistema de esta naturaleza es altamente beneficioso para sus empresas, sobre todo ahora que, por las circunstancias económicas y tratados comerciales internacionales, se requiere de mayor productividad y competitividad a nivel nacional e internacional.

Debido a la carencia de un sistema adecuado de control de costos, se corre el riesgo de que cuando existan desviaciones de lo planeado y programado se emitan pronósticos y se implementen acciones correctivas con la misma falta de calidad y efectividad que el control llevado. Así pues, el presente estudio tuvo como objetivo central llenar en lo posible el vacío mencionado en beneficio directo de los constructores, pues al contar ellos con un sistema de control de costos de construcción, podrán tener un efectivo control de sus egresos por concepto de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, subcontratos e indirectos y, dado el caso de haber discrepancias con lo planeado, podrán saber de dónde provienen éstas. Con estos elementos el empresario tendrá las herramientas para tomar acciones correctivas acertadas y bien fundamentadas, las cuales redundarán positivamente en la economía de sus empresas. Además, un sistema de control de costos bien implementado debe ser una valiosa fuente de información estadística para el mejor desarrollo de futuras obras.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Investigación Bibliográfica

Se realizó una investigación bibliográfica para determinar lo escrito sobre la práctica del control de costos en dos países: México y Estados Unidos. Algunos aspectos muy importantes que se determinaron para este trabajo, son las funciones básicas que todo sistema de control de costos debe cumplir, y a los cuales se apegó paso a paso el diseño del sistema propuesto:

#### a. Planeación de los costos.

Definir al principio de la obra, con el grado de detalle que se considere necesario, los costos que se van a presentar durante la construcción de la obra. También se deben definir los parámetros que servirán para calificar el estado financiero de la obra. Para esto se realiza la estructura de desglose de los trabajos (EDT) y se concluye con la propuesta de un catálogo de cuentas.

#### b. Establecer los mecanismos de recopilación y registro de información.

Esto es, seleccionar o diseñar las cédulas (“formatos”) a través de las cuales se va a hacer el levantamiento en obra de los datos o información histórica que se va generando con el avance de un proyecto. Se necesita estimar la cantidad de cédulas que se van a utilizar y hacerlas llegar a los encargados de realizar esta tarea, por lo que también se requiere designar a las personas que van a ser las responsables de que la información se recopile y se haga llegar oportunamente a los encargados de procesarla y analizarla. Todo esto de manera tal, que pueda conocerse con precisión aceptable el estado de la obra en cualquier momento. Para esto también es necesario establecer el período de control para la obra.

#### c. Establecer mecanismos para analizar la información.

Seleccionar qué métodos van a emplearse para hacer los cálculos, de manera que se pueda hacer la comparación de los logros obtenidos y los planeados, así como detectar las tendencias y realizar los pronósticos de acuerdo al comportamiento de los costos. Para esto, se definirán cuántos tipos de reportes van a emplearse y qué información contendrá cada uno de ellos.

Un reporte gráfico logrado a través del trazo inicial de la envolvente tiempo-costo y el trazo continuo comparativo de la curva de “Comportamiento integrado costo-programa”, como se ve en la figura 1, es muy conveniente porque proporciona un panorama general de las tendencias de los costos totales del proyecto. En esta curva se integran los parámetros efectivos para controlar el costo, el tiempo y el comportamiento del proyecto.

#### d. Establecer los mecanismos para implementar las acciones correctivas.

Una vez que se han detectado resultados negativos, es necesario determinar las acciones correctivas, ha-

cerlas del conocimiento de las personas encargadas de aplicarlas, y vigilar su correcta aplicación.

e. Conservar funcional y optimizado el sistema durante todo el desarrollo de la obra.

Son muchos los factores que inciden en el diseño de un sistema de control de costos, todos ellos ligados de alguna manera al proyecto, por lo que si alguno de ellos varía en mayor o menor grado, indudablemente alterará el sistema requerido. Entonces el encargado de coordinar el control de los costos deberá estar muy pendiente de cualquier cambio en el medio ambiente en el que se desarrolla el proyecto, e inyectarle al sistema lo necesario para mantenerlo optimizado y funcional.

### 2.2. Investigación de Campo

Para que el resultado del presente trabajo fuera una eficaz respuesta a las necesidades de un determinado grupo, en este caso los constructores de la región, se hizo indispensable conocer con precisión esas necesidades y requerimientos. Lo anterior se puede lograr si se cuenta con una fuente de información confiable de datos primarios, los que por definición son más precisos, actuales, disponibles y relevantes que los datos de fuentes secundarias, para este tipo específico de investigación. Como los datos son generados por el investigador, tienen la ventaja de ser controlados y adaptados en la forma más adecuada y precisa para la toma de decisiones que se requiere realizar en el momento de diseñar un sistema como el propuesto.

El método seleccionado como fuente de datos primarios fue el de la “encuesta” mediante la técnica de la “entrevista personal programada”, la cual se puede definir como una entrevista cara a cara, en donde el entrevistador pregunta al entrevistado y recibe de éste las respuestas pertinentes a las hipótesis de la investigación.

Para este caso, la meta específica fue la de recabar con la mayor exactitud posible las demandas, opiniones y experiencias de los constructores regionales. Se consideró necesario elaborar un plan de preguntas con el fin de llevar de la mejor manera las entrevistas, para lo cual se diseñó un cuestionario, que sirviera como guía. Esto se conoce como “entrevista estructurada”. Para la elaboración del cuestionario se tomaron en cuenta los criterios que Tamayo (1980) describe en su libro “El Proceso de la Investigación Científica”. En lo general, las preguntas se estructuraron y ordenaron secuencialmente de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Identificar a la empresa.
- Establecer el estado actual del control de los costos de construcción en las empresas del medio.
- Detectar las causas de la carencia de un adecuado sistema de control de costos y plantear posibles soluciones.
- Recabar elementos para el diseño del sistema a proponer.

El padrón de empresas afiliadas a la Delegación Yucatán de la CNIC se tomó como el universo para realizar

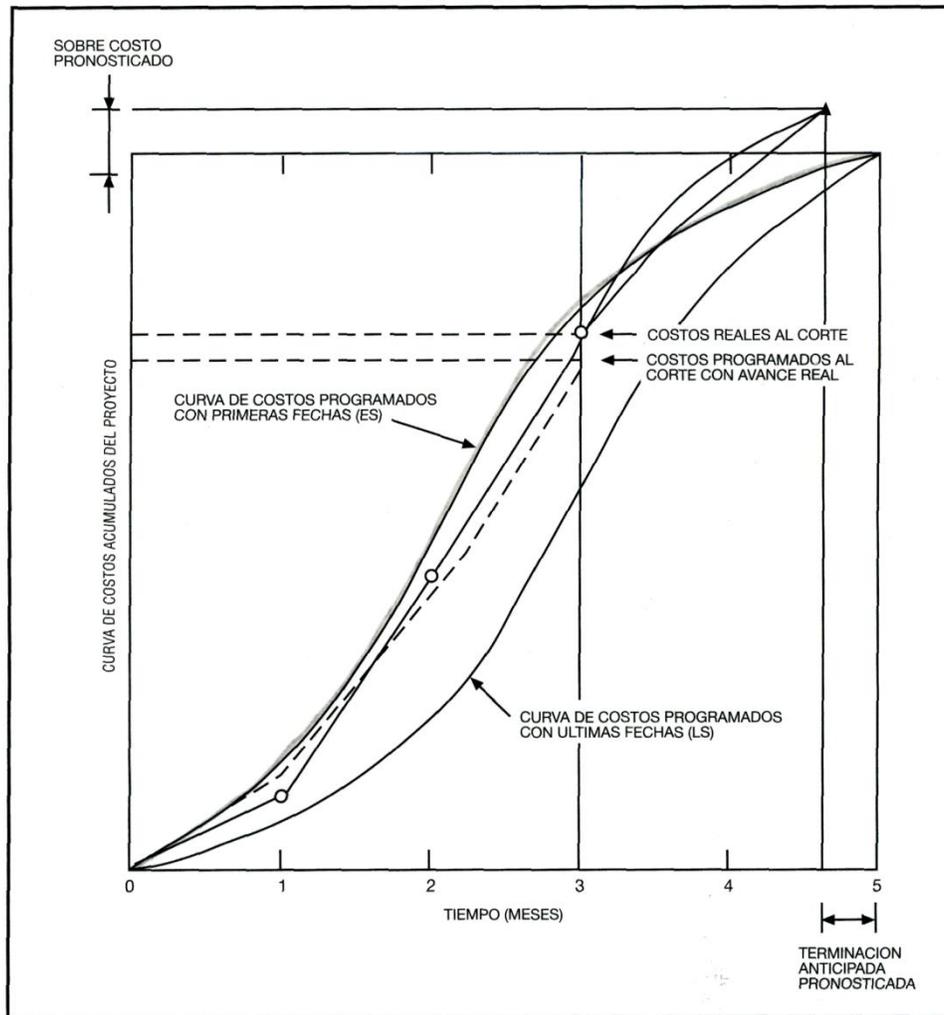


Figura 1. Curva de comportamiento integrado costo-programa

las entrevistas. De este organismo se obtuvo importante información acerca de sus afiliados: razón social, dirección, teléfono y nombre del representante.

Adicionalmente, se requirió calcular el tamaño de la muestra representativa, es decir, el número de empresas dentro del padrón de la CNIC cuyos directivos deberían ser entrevistados. Para lo anterior, haciendo uso de la teoría elemental del muestreo, se utilizó la siguiente expresión:

$$n_o = \frac{t^2 P Q}{d^2}$$

donde :

$n_o$  = tamaño de la muestra

$t$  = abscisa de la curva normal tipificada para el porcentaje de error deseado

$P$  = porcentaje de la población en la clase C (es un dato supuesto, siendo en este caso el porcentaje de empresas que se supone cuentan con un sistema de control de costos).

$Q$  =  $100 - P$  (en porcentaje)

$d$  = porcentaje de error permisible o aceptable

Para verificar si es necesario realizar una corrección por población finita (c.p.f.) se calcula  $n_o/N$ , donde  $N$  = tamaño de la población (número total de empresas constructoras de tamaño medio en el estado). Si este coeficiente no es despreciable entonces:

$$n = \frac{n_o}{1 + n_o/N}$$

con lo que se obtiene el tamaño definitivo de la muestra. En este caso, siendo  $P = 10\%$ ,  $d = 8\%$ , entonces  $t = 1.75$  y se tiene:

$$n_o = \frac{t^2 P Q}{d^2} = \frac{(1.75)^2 * 10.00 * 90.00}{(8.00)^2} = 43.06$$

y verificando la c.p.f. con  $N = 300$  empresas (según el padrón de socios de la CNIC), entonces:

$n_o / N = 43.06 / 300 = 0.1435$ , y como no es despreciable, se realiza la c.p.f., así:

$$n = \frac{n_o}{1 + n_o / N} = \frac{43.06}{1 + (43.06 / 300)} = 37.60$$

De la misma manera se realizó el cálculo para otros porcentajes de error probable y se observó que se ganaba muy poca aproximación (1%), teniendo en cambio que realizar un número mucho mayor de entrevistas. Tomando en cuenta el tiempo de ejecución de esta parte del estudio, el uso que se daría a los resultados y lo razonable del 8% como error permisible, se consideró a 38 empresas como un número adecuado.

Antes de la aplicación definitiva del cuestionario y para estar seguros de su validez y comparabilidad, se probó por medio de un estudio piloto aplicado a siete empresas, lo cual redundó en cambios al mismo para mejorarlo. Finalmente se procedió a realizar la encuesta a las 38 empresas, según un programa previamente determinado.

### 2.3. Diseño del Sistema

Se abordó el problema a través del método de la simulación, es decir, la creación de un modelo matemático que simulara la realidad y en el que se pudiera realizar cualquier número de experimentos, produciendo siempre los mismos resultados. Es una simulación de tipo prescriptivo, porque ya sabemos con cierto grado de certeza lo que queremos lograr (Namakforoosh, 1990).

El diseño de este sistema se fundamentó básicamente en tres aspectos: a) las funciones que debe cumplir un sistema de control de costos, de acuerdo a como se explicó en los resultados de la investigación bibliográfica, b) los factores que influyen en su diseño y que constituyeron los alcances y limitaciones de la presente propuesta, y c) la información recabada en la investigación de campo, para que pudiera ser una respuesta realista a las demandas de los constructores de la región.

De acuerdo al inciso b) anterior, se determinaron los siguientes alcances en concordancia con las situaciones más típicas de las empresas regionales:

- Fase del proyecto que se atiende: **Etapa constructiva.**
- Tipo y tamaño de proyecto: **Edificación y obras de infraestructura de tamaño medio.**

- Tipo de contrato: **Por precios unitarios.**
- Enfoque del sistema que se propone: **Punto de vista del contratista.**
- Organización de la empresa constructora: **Empresa mediana.**

Como en todo proceso de manejo de información, el control de los costos requiere de entradas de datos confiables y un procedimiento adecuado, para poder lograr una salida de información útil. Es necesario conocer, además de la lógica general del sistema, la forma en que fluye la información desde su entrada hasta su salida.

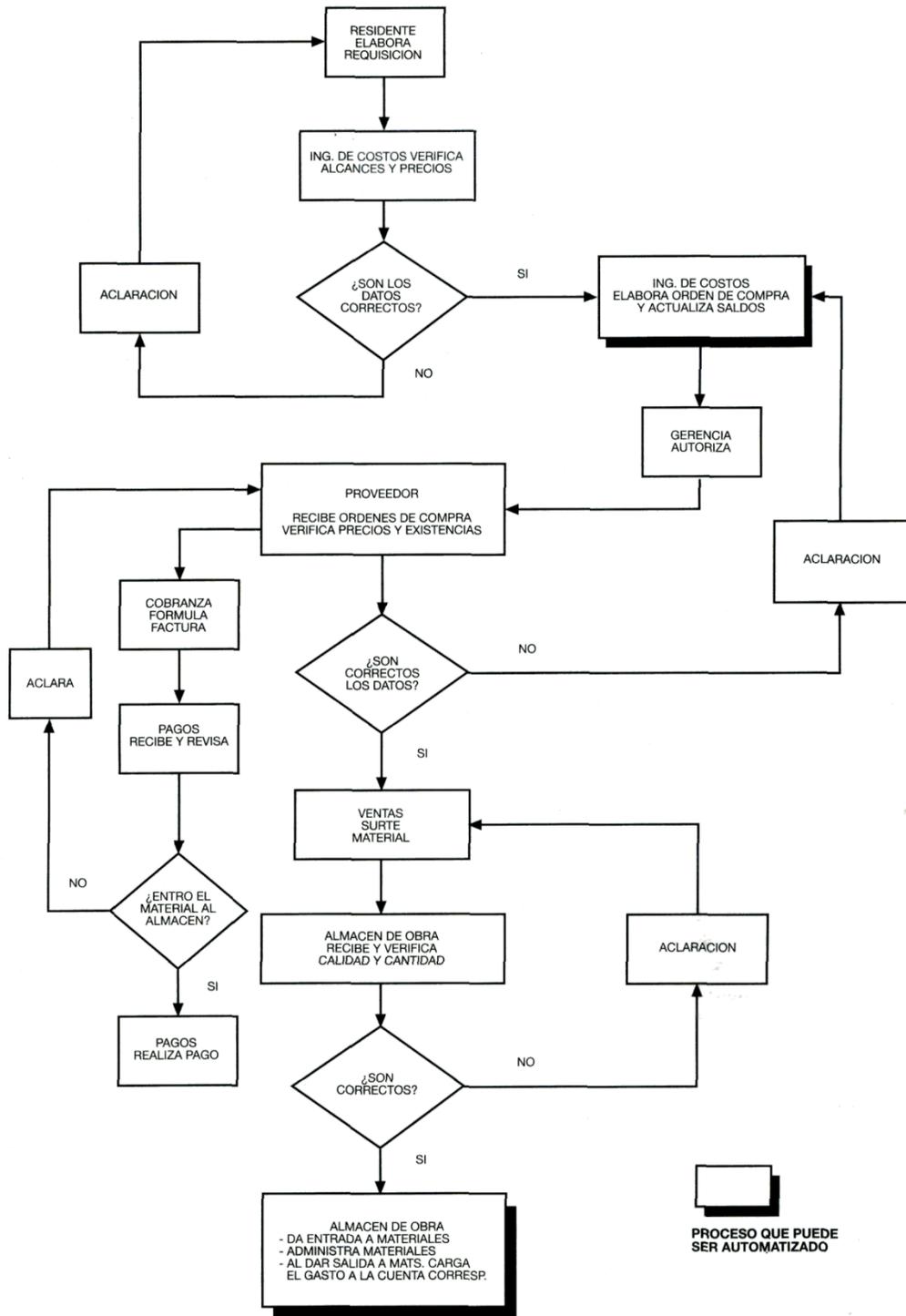
Considerando lo anterior, se dió inicio al proceso de diseño realizando un análisis de donde se genera y como fluye la información relativa a los costos de los insumos en una empresa mediana que realiza una obra mediante un contrato por precios unitarios. Para exponer la manera como fluiría la información durante la aplicación del sistema, se elaboraron diagramas de flujo para el control de los materiales (figura 2), el control de la mano de obra y los subcontratos (figura 3) y el control de la maquinaria y equipo (figura 4). Cabe mencionar que esta información es desde el punto de vista mas general posible, y corresponde a la que se genera como parte de la planeación de una obra, de lo que sucede realmente en el campo y de las interrelaciones que existen entre la empresa y los diversos proveedores de los insumos. Al hacer todo esto, se observó que partes son susceptibles de ser sistematizadas y, en su caso, automatizadas.

Seguidamente, se esquematizó ordenadamente una serie de requerimientos para cumplir con las funciones básicas de un sistema de control de costos, que además tuviera las características planteadas. Esto, a su vez, generó una serie de acciones que se exponen en la figura 5. Al llevar a cabo estas actividades se "tomaron decisiones"; se "conceptualizaron" diversos subsistemas; se distinguieron por lo menos tres diferentes "procesos"; se diseñaron: "cédulas" para recopilar información, documentos de pago y control de volúmenes, y reportes analíticos de costo (o estados contables).

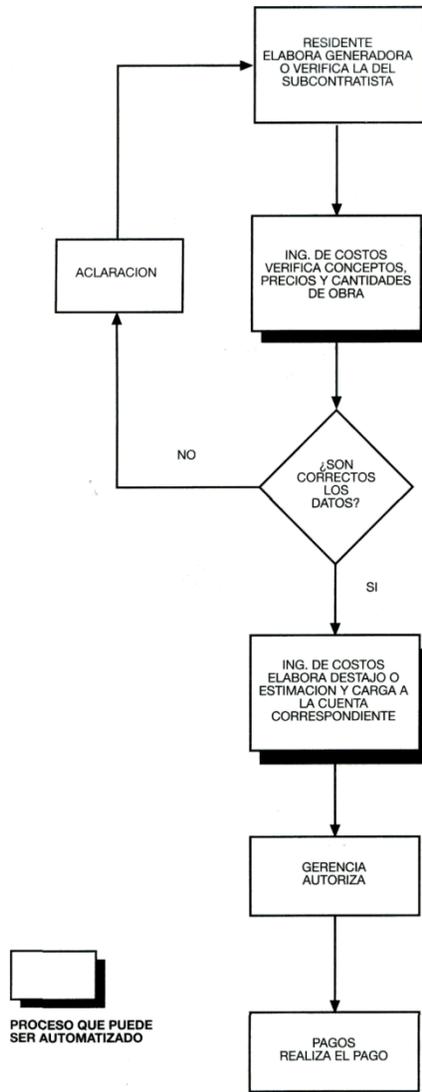
Con todo lo anterior, se procedió a integrar los diferentes subsistemas y procesos en un solo modelo que simulara el control de los costos en todas sus etapas. En la figura 6 se muestra, de manera integrada, los diagramas de flujo de información de los diversos procesos, según se conceptualizaron. Estos diagramas se presentan en forma simplificada, pues se pueden observar las secuencias, pero no el carácter cíclico o iterativo que tienen los procesos al aplicarse aisladamente; por lo tanto, su aplicación no es estrictamente cronológica, pues la periodicidad o secuencia interna de cada proceso es diferente, como se indica en la misma figura.

Por último, se procedió a realizar una revisión del sistema propuesto, teniendo sobre todo en consideración los requerimientos particulares de los constructores entrevistados. Como resultado de esto, se tomaron nuevas decisiones, sobre todo a nivel de detalle, que constituyeron un refinamiento del sistema. Por ejemplo, se decidió como controlar los materiales (¿por concepto?, ¿por partida?,

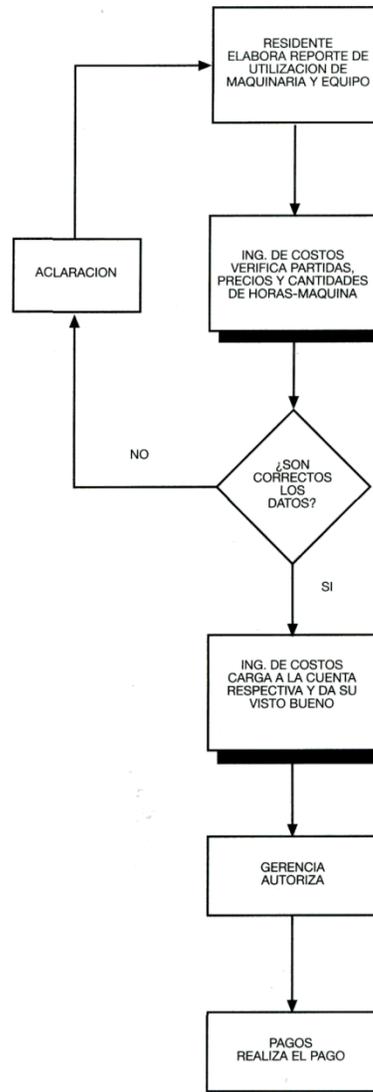




**Figura 2.**  
**Diagrama de flujo de información.**  
**Control de los materiales.**



**Figura 3.**  
**Diagrama de flujo de información.**  
**Control de la mano de obra.**



**Figura 4.**  
**Diagrama de flujo de información.**  
**Control de la maquinaria.**



Figura 5. Esquema de actividades para lograr que la propuesta planteada cumpla con las funciones básicas de un sistema de control de costos sistematizado y automatizado

¿por obra?), como controlar la mano de obra (¿por concepto?, ¿por partida?), etc. Así mismo, se consideró importante complementar el sistema con los siguientes subsistemas auxiliares:

- Control de Costos Indirectos, Financiamiento e Imprevistos.
- Control de Modificaciones al Contrato.
- Control de Ingresos.

#### 2.4. Automatización del Sistema

Conociendo los requerimientos del sistema, la lógica general, las operaciones a realizar y la manera como fluirá la información, se elaboraron los programas de cómputo necesarios para lograr la automatización del sistema. Cabe mencionar que se planteó automatizar todo aquello que fuera factible de serlo, y también que hubo la necesidad de interactuar con un programa externo de precios unitarios para lograr, de una manera conveniente, la primera etapa en el funcionamiento del sistema correspondiente a la "planeación de los costos".

La estrategia que se adoptó en el presente trabajo, por su demostrada efectividad en el desarrollo de programas, fue la técnica de **diseño modular de programas**, que consiste en descomponer un problema grande en una serie de tareas más pequeñas y comprensibles. Así, se escribió primero un **programa de control principal** que sirvió para definir los segmentos o **módulos**, también llamados subrutinas, que se requieren para resolver un problema. Una instrucción del programa de control principal transfiere el control a un módulo en particular. Una vez terminada la operación específica del procesamiento que realiza el módulo, otra instrucción de ramificación puede transferir el control del programa a otro módulo o devolverlo al programa de control principal. Así pues, los módulos son en realidad programas dentro de un programa.

Para la elaboración de los programas y debido a la naturaleza de esta aplicación, que se caracteriza por el empleo de un gran volumen de información, fue necesario recurrir a un sistema manejador de bases de datos. El origen de esta gran cantidad de datos se puede entender a partir de la complejidad de las obras de edificación, la gran cantidad de conceptos de obra que se manejan, y el gran número de insumos o elementos de costo que como consecuencia intervienen. El sistema específico utilizado fue el Clipper en su versión Summer 87. El producto final de la etapa de programación fue un programa compilado al cual se le ha denominado **COCO.EXE** (siglas de control de costos) el cual se ejecuta desde el sistema operativo, sin necesidad de utilizar ningún otro paquete comercial. Para que la construcción de los programas fuera correcta, se hizo necesario apearse a los conceptos y a la metodología existente en el campo del diseño de bases de datos. La conceptualización de la estructura modular y funcional de este programa se muestra, de una manera esquemática en la figura 7.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Investigación de Campo

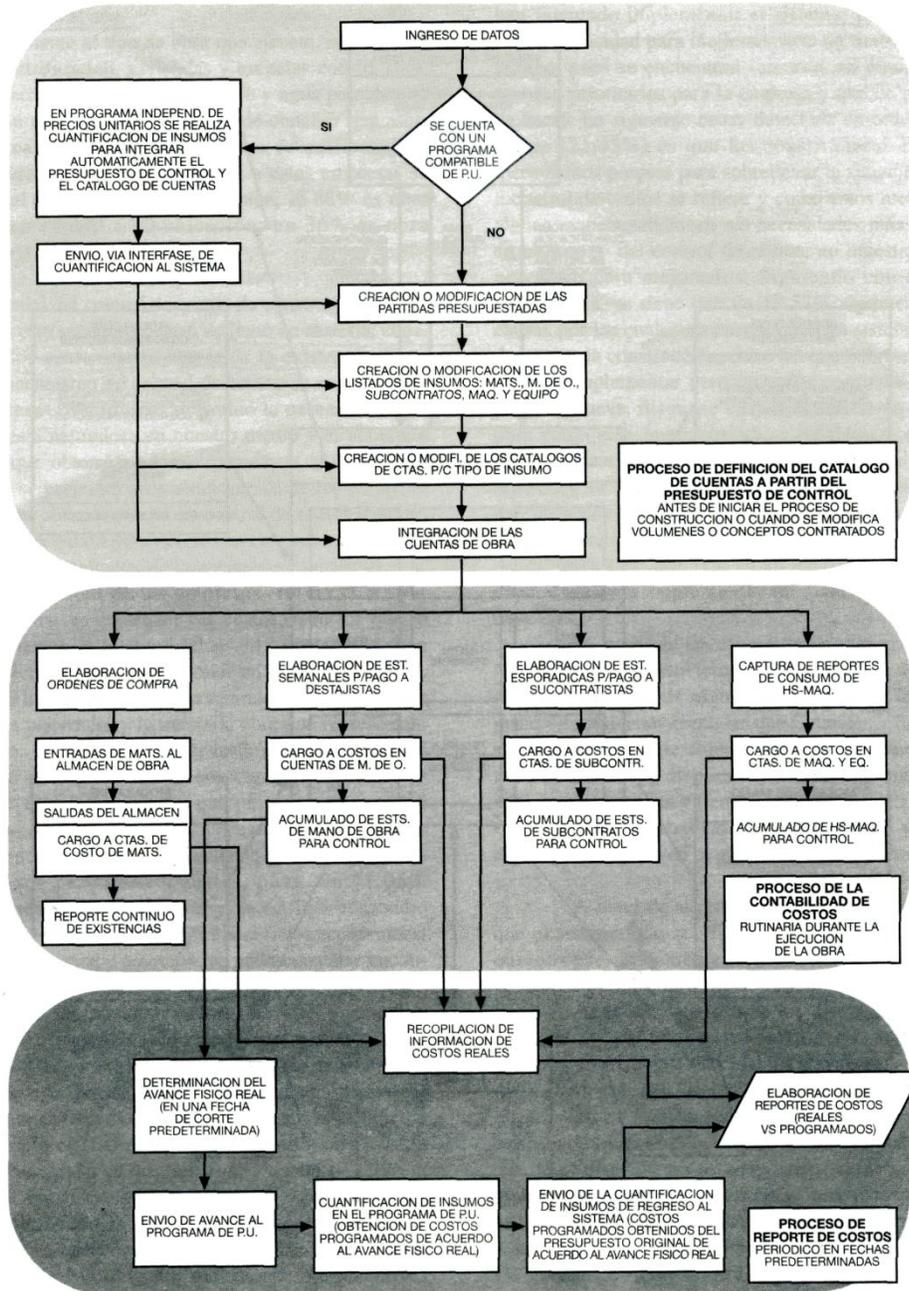
El análisis de los resultados al igual que el cuestionario se dividió en cuatro partes:

##### a. Generalidades para identificación.

Esta sección, además de servir como introducción a la entrevista, proporciona una idea bastante clara del tipo y tamaño de las empresas que se encuestaron.

La empresa mediana típica tiene las siguientes características: cuenta con aproximadamente ocho empleados técnico-administrativos de los cuales tres son de campo y cinco de oficina. Tiene un capital contable cercano a los





**Figura 6.**  
**Integración secuencial de los procesos que se plantearon para realizar el control de costos de una obra.**

# SISTEMA CONTROLADOR DE COSTOS COCO.EXE

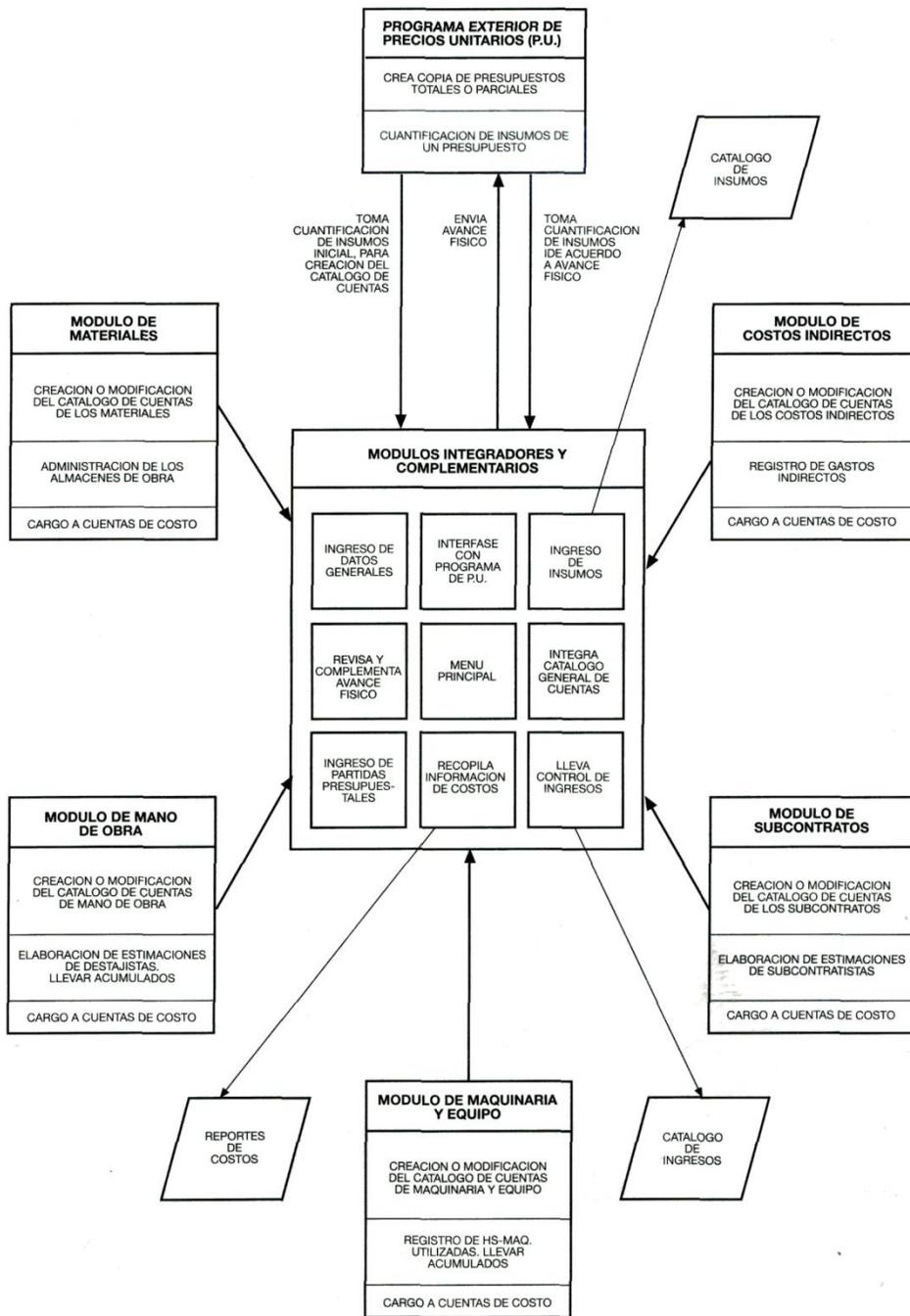


Figura Estructura modular y funcional del programa COCO.EXE.

270 mil pesos y ejecuta obra por aproximadamente 1.48 millones de pesos al año.

En cuanto al tipo de obra que ejecuta, sobresale el rubro de electrificación, viviendas y escuelas con 65.26%, le siguen mecanoeléctricas con 15.53% y agua potable con 12.37%. Con estos parámetros se puede concluir que estas empresas realizan básicamente obras de edificación e infraestructura. Para identificar mejor a estas empresas se tiene que del total de obra que ejecutan, el 68% es obra pública y en cuanto a su ubicación, un 36% es obra foránea.

#### b. Estado actual del control de costos de construcción.

En esta sección se entró de lleno en materia, cuestionando a los constructores acerca de la existencia de un sistema o mecanismo de control de costos de construcción en sus empresas. Así mismo, se evaluó la necesidad de un sistema de esta naturaleza en nuestro medio y el beneficio económico que obtendrían los constructores al contar con él. También se preguntó acerca del interés de los empresarios por contar con un sistema de control de costos automatizado y su disposición para invertir en este sistema.

De los resultados de la encuesta se pudo observar que más de la mitad de las empresas (el 55.26%) por diversos motivos no controlan sus costos, pero los que lo hacen o al menos lo intentan (el 44.74% restante) tienen una buena idea acerca de hacia dónde enfocar sus esfuerzos por controlarlos, ya que están encaminados a controlar los costos de los materiales y la mano de obra que representan, en promedio, según la misma encuesta, cerca del 85% del costo directo de las obras. Otra clara conclusión a la que se puede llegar en esta sección, es que un sistema de control de costos automatizado es muy necesario para la comunidad constructora y le traería grandes beneficios económicos según sus propias respuestas, pues un 71.05% respondió que era muy necesario y un 63.16% respondió que llevaría a sus empresas grandes beneficios económicos.

En este mismo apartado, se pudo constatar la consistencia de las respuestas de los entrevistados y se logró medir el interés de los constructores hacia el sistema en cuestión, ya que un 65.72% dijo tener un alto interés por el sistema, un 28.57% muy alto y sólo un 5.71% externó tener un regular interés por el sistema. De la misma forma, un 91.43% de los constructores están dispuestos a invertir de manera inmediata en el sistema automatizado con todo lo que esto implica. En el reactivo final de esta parte de la encuesta se obtuvo que la gran mayoría (el 96.06%) solamente programa fundamentalmente por requisición de sus clientes y no por iniciativa propia y como base para el control de sus obras. Esto se puede observar porque solamente elaboran los programas que dichos clientes les solicitan.

#### c. Detección de las causas de la carencia y posibles soluciones.

Esta sección recabó información acerca de las causas de la carencia de un adecuado sistema de control de costos de construcción en nuestro medio y las posibles soluciones, tratando de aprovechar en lo posible las experiencias y opiniones de los constructores en el tema. La

principal causa detectada (42.86%) fue que los empresarios han intentado implementar el sistema, pero las personas con la capacidad para implementarlo no tienen el suficiente tiempo, pues se encuentran inmersas en otras actividades que son prioritarias para la empresa y que no pueden dejar de hacer. La siguiente causa detectada en orden de importancia (21.43%) es que las constructoras cuentan con mecanismos propios para sobrellevar la situación en cuanto a control de costos se refiere y como estos mecanismos de alguna manera satisfacen sus necesidades más apremiantes en el aspecto del control de costos, no muestran el interés necesario para mejorarlos. Siguiendo con el orden de importancia, se tiene que un 18.57% argumentó diversas causas por las cuales no cuentan con un sistema de control de costos de construcción, entre las que sobresalen: i) se ha querido implementar pero no todos cooperan, ii) la compañía es nueva, iii) no se ejecuta el suficiente volumen de obra como para implementarlo y iv) falta coordinación al intentar hacer fluir la información. Otra causa que destaca (12.86%), es la que nos indica que los empresarios nunca han intentado implementar un sistema de control de costos y nadie externo les ha ofrecido asesorarlos. Como última causa, un 4.28% dijo que en su empresa no existe gente capacitada para implementar un sistema como el mencionado.

A pesar de las causas arriba mencionadas, todos los constructores estuvieron de acuerdo en que todas ellas se pueden vencer de alguna forma, y para lograrlo propusieron soluciones como las que siguen:

- Apoyarse en gente capacitada para implementar el sistema en un inicio y después capacitar a su propio personal.
- Dedicarle el interés y tiempo necesarios.
- Concientizar al personal de que el sistema y su colaboración para ponerlo en marcha son muy importantes.

A nivel de sugerencias se hicieron las siguientes: que el sistema que se implemente no sea muy complejo; que otorgue únicamente la información necesaria para facilitar su uso; que el personal de campo no tenga que llenar demasiados reportes que los distraigan de sus otras funciones; y por último, que se debe tener una mentalidad abierta y positiva ante los cambios y avances.

#### d. Elementos para el diseño del sistema a proponer.

En esta última sección, se aprovecharon las experiencias de quienes cuentan con algún sistema o mecanismo de control de costos de construcción. También se tomaron en cuenta las necesidades inmediatas de todos los constructores, sobre todo en cuanto a los reportes e información que les resultan importantes, desde su punto de vista. Para terminar, se evaluaron los porcentajes de incidencia de todos los elementos de un presupuesto, sobre sus costos directos e indirectos, para que al diseñar el sistema, se prestara especial atención a aquellos elementos que tengan un alto porcentaje de incidencia.

La primera forma de aprovechar las experiencias de los que cuentan con algún medio para controlar sus costos, fue cuestionándoles acerca de las dificultades con que se han encontrado al hacer su control y cómo han vencido

estas dificultades. Entre los obstáculos que se externaron destacan los siguientes:

- i. La falta de fluidez y coordinación de la información entre los miembros o departamentos de la compañía.
- ii. Cuando hay cambios en el proyecto, el mecanismo se viene abajo ya que al ser manual, resulta tedioso y molesto ponerlo al día.
- iii. El precio de los materiales se incrementa después de un tiempo determinado, especialmente el material para instalaciones que es el que se compra cuando la obra está avanzada.
- iv. Gracias a su mecanismo de control saben que hay faltante de material, pero no cuáles son las causas de esto.
- v. El arranque del sistema resulta difícil, porque siempre existen detalles imprevistos.
- vi. Mantener el sistema de forma manual es tedioso y lento.

Como se puede observar, el 50% de los obstáculos (ii, iv y vi), que son precisamente los que no se han podido solucionar, son debidos básicamente a que el control se trata de hacer de forma manual. Sin aprovechar la tecnología que actualmente existe. En cuanto al otro 50%, los constructores manifestaron haber podido solucionarlos de manera aceptable. Otra forma de aprovechar las experiencias de estas empresas, fue preguntándoles a sus ingenieros de costos o a sus propietarios, cuáles son los reportes de control de costos de mayor utilidad para ellos. Esta serie de preguntas fue tanto para los que tienen alguna forma de controlar sus costos como para los que no la tienen. Esta información brindó una valiosa ayuda porque nos dio la pauta para saber qué reportes debía emitir el sistema a proponer.

En este mismo apartado se inquirió a los constructores acerca del nivel con que les sería más objetivo y realista el control de sus costos. En síntesis se obtuvo que los materiales se deben controlar a nivel "total por obra" (55.26%) o "por partida" (34.21%); la mano de obra definitivamente a nivel "concepto" (86.84%); la maquinaria y equipo a nivel "total por obra" (44.74%) o bien "por partida" (21.05%); los subcontratos a nivel "total por subcontratista" (50%) o "por concepto" (34.22%). Por último, en relación a los costos indirectos, el nivel generalmente escogido fue el de "total presupuestado" (81.58%). A continuación se preguntó acerca de la maquinaria o equipo de construcción con que cuentan estas empresas y los trabajos que subcontratan, para tener una idea más clara del nivel de control que conviene llevar. Para finalizar con la encuesta, los constructores asignaron porcentajes de incidencia de los diferentes rubros de un presupuesto, sobre el total del mismo. Con esto se logró conocer hacia dónde conviene enfocar los esfuerzos por controlar los costos. Sobresalen los materiales y la mano de obra en costo directo, ya que juntos representan cerca del 85%. En cuanto a los costos indirectos sobresalen los costos de oficina central y de obra sumando casi un 15% entre ambos.

### 3.2. Diseño del Sistema

El resultado del proceso que se describió en la metodología es un sistema integral con las características que a continuación se detallan:

#### a. Planeación de los Costos.

Se planteó controlar tanto los costos indirectos, como los directos. La base para el control de los costos indirectos es el análisis del factor de sobre costo. La base para el control de los costos directos es el presupuesto definitivo con la "cuantificación de materiales" desglosada por partidas. Estas dos funciones son por lo general realizadas en programas comerciales de precios unitarios y planeación de costos (presupuestación, cuantificación de materiales, avance, etc.). Para este diseño se realizó una subrutina de interfase, para tomar los datos automáticamente, con un programa existente llamado SINCO, debido a la asesoría con la que se podía contar dada la relación de su diseñador con la FIUADY. Sin embargo, se tiene la opción de usar cualquier otro programa para la elaboración del presupuesto y capturarlo "manualmente" en el presente sistema.

La contabilidad de costos del proyecto es realizada través de un catálogo de cuentas de costo, que se obtiene a partir de la estructura de desglose del proyecto y que se puede crear automáticamente a partir de SINCO. El costo total del proyecto puede ser tratado de manera más adecuada, en términos de varios elementos de costo tales como: materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, subcontratos y costos indirectos. El alcance y costo presupuestado de estos elementos sirven de parámetros para determinar el estado económico del proyecto.

#### b. Establecimiento de los mecanismos de recopilación y registro de información.

Para esto, se atendió uno por uno los elementos de costo (o insumos), de la siguiente manera:

i) *Materiales.* Los materiales son controlados por partida. Se controla además su adquisición, empleo y pago. Para su adquisición se emplean "órdenes de compra" cuyo formato, clave de materiales y precios presupuestados, se encuentran en el programa, con la opción de modificar cantidad, precio unitario, descuentos, etc. Las "órdenes de compra" son emitidas por el sistema previa requisición del residente y su utilización actualiza saldos de materiales en cuanto a volúmenes e importes.

Para controlar el empleo de los materiales se implantará en el almacén de obra el uso de "entradas de almacén" y los "vales de salida de material". Con el primer documento se tendrá un registro cronológico de todos los ingresos de material y se podrá dar seguimiento a las "órdenes de compra" emitidas, cuyos materiales que amparan no se pagarán sino hasta verificar su ingreso. Los "vales de salida" se elaboran cada vez que un material es sacado del almacén y en ellos se registra cuál es el material que se va a utilizar y la partida a la cual se destinará. El "vale" debe ser autorizado por el residente y será en el momento de su elaboración y entrada al sistema, cuando se cargue el gasto

a la cuenta de costo que le corresponda. Por esto último, este documento es muy importante. Tomando en cuenta que un mismo material puede comprarse a diferente precio durante el desarrollo de una obra, para fines de control, los materiales salen reportados con un único "precio unitario promedio ponderado" de todas sus entradas al almacén. Son las cantidades totales de material por cada precio unitario diferente de ingreso al almacén, las que sirven para ponderar el precio unitario único. Con la diferencia entre "entradas" y "salidas" de almacén se obtienen los inventarios de material (existencias), los cuales deben ser monitoreados constantemente.

ii) *Mano de obra.* La mano de obra es controlada por concepto. Aunque es presupuestada de acuerdo a los rendimientos de las cuadrillas básicas supuestas, de acuerdo a la investigación de campo, en la práctica se paga por "destajos". Por esto el sistema propuesto tiene la capacidad de emitir los "destajos" de mano de obra a partir de los datos de rendimientos y salarios consignados en los presupuestos y elaborar un catálogo de los mismos. Al elaborar las "estimaciones" semanales en el sistema, a partir del levantamiento del avance físico semanal, los egresos se cargan automáticamente a las cuentas de costo correspondientes, se registran las cantidades en forma acumulada y por lo tanto, guardan el avance real de la obra. El sistema propuesto compara lo pagado con lo presupuestado, detecta volúmenes extraordinarios y puede marginar conceptos fuera de catálogo, que se pagan pero que no fueron presupuestados y por lo tanto no son cobrables si no se elabora una reclamación. Con el documento "estimación semanal" se paga a los destajistas.

iii) *Maquinaria y Equipo.* Este elemento de costo es controlado por concepto. El control consiste en determinar hrs-máquina reales empleadas para ejecutar los conceptos de obra y aplicarles los costos horarios si la máquina es propiedad de la empresa o el costo de renta si no lo es. De cualquier manera, el sistema carga automáticamente estos conceptos a las cuentas de costo y emite un reporte de utilización de maquinaria en donde se detectan desviaciones en precios y en volúmenes a partir de cantidades de horas y costos horarios presupuestados.

iv) *Subcontratos.* El control de los subcontratos es realizado por concepto, y es en muchos aspectos análogo al control de la mano de obra. La diferencia radica en que en los subcontratos los precios acordados con el subcontratista no sólo incluyen mano de obra, sino también materiales, maquinaria y costos indirectos del subcontratista. Los conceptos a subcontratar son primeramente retirados del presupuesto definitivo y después son dados de alta en forma manual en el sistema de control, con la finalidad de no duplicar sus insumos. Todo el resto de su funcionamiento es como en el caso de la mano de obra.

v) *Costos Indirectos, Financiamiento e Imprevistos.* Este control es realizado por partida, llevando un registro sistemático de todos los gastos de este tipo que se originan en la obra. El sistema de control permite cargar estos gastos, en cada fecha de corte, a las cuentas de costo correspondientes con base en las pólizas de egresos y de diario de la

obra. Se pueden "crear" tantas cuentas de costo como se considere, de acuerdo al criterio de la empresa.

vi) *Otros aspectos que se controlan.*

- *Modificaciones al contrato.* Si durante su desarrollo el proyecto sufre alguna modificación (ampliación o reducción), ésta repercutirá sobre las cuentas de costo de los elementos antes descritos. Para prevenir esta situación, el sistema será capaz de absorber y reflejar el efecto de estas modificaciones sobre el costo total del proyecto y en todos los elementos del presupuesto. Para lograrlo, bastará únicamente con solo registrar los cambios en los apartados que para ese fin tendrá el sistema.

- *Control sobre los ingresos.* El sistema contará con una sección en la que se llevará un registro secuencial de todos los ingresos acumulados y los saldos por ingresar, tanto en cantidades de dinero como en porcentajes. Este apartado únicamente requerirá el registro sistemático de cada ingreso (cobro de anticipos, estimaciones, etc.). El control de ingresos permitirá detectar oportunamente una falta de liquidez en la obra.

c. Establecimiento de los mecanismos para analizar la información.

Una vez que se ha completado la contabilidad de costos, a partir de la recopilación y registro de los datos de obra, se hace necesaria la comparación de los costos reales con los programados (presupuestados), para poder detectar posibles desviaciones y conocer su origen. Esta comparación se basa en los avances reales de la obra (realizada físicamente) a una fecha de corte periódica y predeterminada. El acto de esta comparación es parte importante de la esencia del control; llevar un registro de costos no constituye por sí solo una solución al control. El sistema presenta la información de manera conjunta y ordenada en un reporte denominado "Estado Detallado del Costo Directo de la Obra", el cual se encuentra separado por partidas. Para cada una de ellas se muestra el estado que guarda la obra en cada uno de sus elementos de costo. Se muestra un ejemplo en la figura 8.

Para tener un panorama general del costo de la obra, se presentan además otros dos reportes: un "Estado Resumen del Costo Directo de la Obra" y un "Estado Resumen del Costo Indirecto de la Obra", cuyos ejemplos se muestran en las figuras 9 y 10. En ellos se comparan por partidas y por elementos de costo, los costos reales y los costos programados y se consignan las diferencias en montos y en porcentajes. Con estos datos se puede realizar el "estudio de tendencias de costo", pues graficando el costo total real de la obra, obtenido de los reportes anteriores para cada período de tiempo predeterminado, en la envolvente de costos como la mostrada en la figura 1, es posible determinar el desempeño de la obra hasta la fecha del último corte.

d. Establecimiento de los mecanismos para implementar las acciones correctivas.

Con los elementos anteriores el constructor podrá detectar con la oportunidad necesaria, cualquier desviación que pudiera existir en cuanto a costos se refiere y determi-

nar con un grado de exactitud bastante aceptable de dónde proviene ésta. Con fundamento en este conocimiento, podrá tomar decisiones más acertadas y enfocadas hacia donde causen el mayor beneficio posible.

### 3.3. Automatización del Sistema

El programa producido es sencillo en cuanto a su concepción, pero completo por el grado de automatización que proporciona al sistema integral de costos planteado. De todas maneras, para facilitar a los posibles usuarios el manejo del sistema, y especialmente del programa de cómputo, se preparó un sencillo manual de nueve pasos. En la figura 11 se muestra una tabla con todas las opciones y subopciones del programa, así como las funciones de cada una de éstas. La aplicación es en orden secuencial, como se indica en el manual, pero no estrictamente en orden cronológico, debido a la diferente periodicidad y carácter cíclico interno que tienen los diferentes procesos que, con la misma herramienta de cómputo, se pueden realizar dentro del planteamiento general del control de costos; esto se ilustró en la figura 6.

Por último, se validó este programa mediante la aplicación a un ejemplo de la vida real, siguiendo cada uno de esos nueve pasos. El objetivo de este ejemplo fue el manejar información a partir de un presupuesto elaborado en el SINCO, pues de esta manera se aprovechan mejor todos los pasos propuestos para el sistema de control (COCO). A partir de aquí, se pudo mostrar las pantallas de captura, la forma de llegar a cada una de las opciones de la figura 11, los documentos que se pueden enviar a impresión y la forma de éstos, la operación general del programa de cómputo y los resultados que con él pueden obtenerse. Cabe mencionar, que como simulador que es, siempre se obtendrán los mismos resultados si se alimenta con la misma información. Las figuras 8, 9 y 10 son ejemplos de la presentación analítica de resultados.

## 4. DISCUSION

La hipótesis inicial de que la comunidad constructora del medio no cuenta con un eficaz y eficiente control de costos de construcción fue comprobada. Con base en la investigación de campo, se concluye que en el medio no se efectúa un adecuado control de los costos principalmente porque los constructores han intentado implementarlo pero les ha faltado el tiempo necesario y porque cuentan con mecanismos para sobrellevar las situaciones. Se mostró que más del 90% de las empresas, por diversos motivos, no controlan sus costos o lo hacen de manera inadecuada.

Sin embargo, los constructores tienen la inquietud y la disponibilidad necesarias para implementar en sus empresas un sistema de control. Incluso están dispuestos a invertir tiempo y dinero para lograrlo. Ellos convergieron en que un sistema de esta naturaleza es necesario para un desarrollo sano de sus empresas y que redundaría a mediano y largo plazo en beneficios económicos.

Pero este estudio va más allá y como objetivo importante fija las bases necesarias para la sistematización

del control de los costos de construcción y presenta un sistema automatizado, con atributos que tratan de cubrir las necesidades inmediatas de los constructores.

Una estrategia basada en lo investigado y que podría considerarse como integral para subsanar las carencias detectadas, sería la siguiente:

- Dado que el presupuesto definitivo es el plan que principalmente se tomará como base para el desarrollo del sistema, éste deberá realizarse de la mejor manera posible y con el grado de detalle que se crea conveniente, implementando cada vez mejores niveles de detalle en la planeación de costos.
- Se deberá programar el control del proyecto, siendo esto el eslabón que une a la planeación con el control.
- Se le deberá dedicar el tiempo e interés necesarios al control de los costos, en el entendido de que cada vez se realizará mejor e invirtiendo menos tiempo y esfuerzo, conforme se vaya arraigando en la empresa.
- Capacitar o actualizar a todo su personal acerca del sistema de control de costos que se implementará en su empresa, para facilitar su uso y garantizar su eficacia.
- Poner en marcha cuanto antes el sistema de control que ha de adoptarse, ya sea el que en este trabajo se propone o cualquier otro, para poder detectar posibles fallas o adecuaciones que hubiera que hacerle, pues todos los sistemas son perfectibles.
- Adoptar firmemente, políticas abocadas a minimizar los obstáculos internos que pudieran surgir al controlar los costos. Es importante brindar al sistema recién implementado suficiente apoyo gerencial para que no decaiga ya que el arranque siempre es difícil.

Se considera que la propuesta llena las expectativas planteadas, sin embargo, hay dos aspectos en los que todavía hay que trabajar para lograr la integración completa en el proceso de ingeniería de costos, aun para un nivel medio como el planteado para este estudio. El primero se refiere a la inclusión de un proceso de pronóstico o proyección de costos, el cual se apoya en el estado actual, las tendencias y el trabajo pendiente por ejecutar para estimar el costo con que terminará el proyecto. Esto representa el punto culminante del control de costos pues constituye un aviso a tiempo de las posibles desviaciones de los estándares, proporcionando al administrador una excelente visión a futuro.

El otro aspecto a considerar sería la realización de un estudio de caso, aplicado a la vida real, para analizar la problemática y los obstáculos reales a que se enfrentaría una administración que tratara de implementar en su empresa un sistema como el propuesto y con base en ello se prepare un manual completo de capacitación en este proceso administrativo.

EMPRESA CONSTRUCTORA S.A. DE C.V.  
ESTADO DETALLADO DEL COSTO DIRECTO DE LA OBRA

OBRA:	CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	COSTO REAL			COSTO PROGRAMADO			FECHA:		P. UNITARIO ESCALADO
				CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE	DIFERENCIAS		
										CANTIDAD	IMPORTE	
**PRELIMINARES												
10002	CAL HIDRATADA	TON	12.41	270.0	3,350.00	12.78	270.00	3,400.00	0.37	50.00	0.00	
10010	EXPLOSIVOS	KG	1,300.00	4.96	6,450.00	1,333.33	4.95	6,600.00	33.33	150.00	0.00	
	TOTAL MATERIALES:				9,800.00			10,000.00		200.00		
60001	LIMPIEZA, TRAZO Y NIVEL	M2	1,600.00	1.70	2,720.00	1,600.00	1.65	2,640.00	0.00	-80.00	0.00	
60010	EXCAVACION CON EXPLC	M3	112.00	30.62	3,430.00	112.00	30.00	3,360.00	0.00	-70.00	0.00	
	TOTAL MANO DE OBRA:				6,150.00			6,000.00		-150.00		
30003	TRANSITO	H-M	150.00	8.00	1,200.00	100.00	8.00	800.00	-50.00	-400.00	0.00	
	TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				1,200.00			800.00		-400.00	0.00	
	TOTAL PRELIMINARES:				17,150.00			16,800.00		-350.00	0.00	
**CIMENTACION												
10001	CEMENTO GRIS	TON	41.29	310.00	12,800.00	40.55	310.00	12,555.00	-0.74	-245.00	0.00	
10003	POLVO DE PIEDRA	M3	136.67	45.00	6,150.00	136.40	45.00	6,138.00	-0.27	-12.00	0.00	
10004	GRAVA	M3	129.33	45.00	5,820.00	129.00	45.00	5,805.00	-0.33	-15.00	0.00	
10005	PIEDRA DE HILADA	PZA	5,255.56	0.90	4,730.00	5,311.11	0.90	4,852.00	55.55	122.00	0.00	
	TOTAL DE MATERIALES:				29,500.00			29,350.00		-150.00		
50002	CIMENTO DE MAMPOSTERIA	M3	178.21	38.00	6,772.00	178.21	30.00	5,346.30	0.00	-1,425.70	0.00	
50003	PLANTILLA DE CIMENTACION	M2	521.33	6.00	3,128.00	521.33	5.86	3,053.70	0.00	-74.30	0.00	
50004	ZAPATAS	PZA	158.00	50.00	7,900.00	158.00	50.00	7,900.00	0.00	0.00	0.00	
	TOTAL MANO DE OBRA:				17,800.00			16,300.00		-1,500.00		
30001	REVOLVEDORA	H-M	125.00	12.00	1,500.00	133.33	12.00	1,600.00	8.33	100.00	0.00	
	TOTAL MAQ. Y EQUIPO:				1,500.00			1,600.00		100.00		
40001	ANCLAJES DE EST. MET.	PZA	20.00	195.00	3,900.00	20.00	195.00	3,900.00	0.00	0.00	0.00	
	TOTAL SUBCONTRATOS:				3,900.00			3,900.00		0.00		
	TOTAL CIMENTACION:				52,700.00			51,150.00		-1,550.00		
TOTALES A LA FECHA:					347,300.00			345,850.00		-1,450.00		

Figura 8.  
Estado detallado del costo directo de la obra.





EMPRESA CONSTRUCTORA S.A. DE C.V. ESTADO RESUMEN DEL COSTO DIRECTO DE LA OBRA						
OBRA:			FECHA:			
CUENTA	DESCRIPCION	PRESUPUESTO	COSTO REAL	COSTO PROGR.	DIFERENCIAS	% DIF.
PRE1000	MATERIALES	11,800.50	9,800.00	10,000.00	200.00	2.00
PRE5000	MANO DE OBRA	7,650.00	6,150.00	6,000.00	-150.00	2.50
PRE3000	MAQ. Y EQUIPO	950.50	1,200.00	800.00	-400.00	-50.00
PRE4000	SUBCONTRATOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRE	PRELIMINARES	20,401.00	17,150.00	16,800.00	-350.00	-2.08
CIM1000	MATERIALES	38,200.00	29,500.00	29,350.00	-150.00	-0.51
CIM5000	MANO DE OBRA	17,100.00	17,800.00	16,300.00	-1,500.00	-9.20
CIM3000	MAQ. Y EQUIPO	3,200.00	1,500.00	1,600.00	100.00	6.25
CIM4000	SUBCONTRATOS	5,000.00	3,900.00	3,900.00	0.00	0
CIM	CIMENTACIONES	63,500.00	52,700.00	51,150.00	-1,550.00	-3.03
MUR1000	MATERIALES	57,500.00	28,000.50	28,700.00	600.50	2.09
MUR5000	MANO DE OBRA	32,300.00	16,900.00	17,300.00	400.00	2.31
MUR3000	MAQ. Y EQUIPO	3,000.00	3,300.00	3,000.00	-300.00	-10.00
MUR4000	SUBCONTRATOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MUR	MUROS, CADENAS	92,800.00	48,200.50	49,000.00	700.50	1.43
	TOTALES:	650,000.00	347,300.00	345,850.00	-1,450.00	-0.42

**Figura 9.**  
Estado resumen del costo directo de la obra.

EMPRESA CONSTRUCTORA S.A. DE C.V. ESTADO RESUMEN DEL COSTO INDIRECTO DE LA OBRA						
OBRA:			FECHA:			
CUENTA	DESCRIPCION	PRESUPUESTO	COSTO REAL	COSTO PROGR.	DIFERENCIAS	% DIF.
OFI	INDIRECTOS DE OFICINA	65,000.00	34,585.00	34,600.00	15.00	0.04
OBR	INDIRECTOS DE OBRA	52,000.00	25,700.00	24,260.00	-1,440.00	-5.94
FIN	FINANCIAMIENTO	3,320.00	2,200.00	1,800.00	-400.00	-22.22
IMP	IMPREVISTOS	1,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	TOTALES:	121,320.00	62,485.00	60,660.00	-1,825.00	-3.01

**Figura 10.**  
Estado resumen del costo indirecto de la obra.

OPCION	SUBOPCION	SUB-SUBOPCION	FUNCIONES	
SISTEMA	DIRECTORIO		Ingresar el directorio de datos.	
	DATOS GENERALES	DATOS DE LA EMPRESA	Ingreso de datos: direc., tel., RFC, CNIC, IMSS, etc.	
		DATOS DE LA OBRA	Ingreso de datos: obra, ubicación, contrato, inic., term., montos, etc.	
	CONTROL DE INGRESOS		Registra los ingresos. Compara ingresado, saldo x ingresar, etc. Genera catálogo de ingresos.	
	AGENDA EMPRESARIAL		Ingreso de datos de proveedores, subcontratistas, personal técnico, etc.	
	PARTIDAS PRESUPUEST.		Crea o modifica partidas del presupuesto de la obra a controlar.	
	LISTADOS	MATERIALES		Ingresar o modificar insumos de materiales.
		MANO DE OBRA		Ingresar o modificar conceptos de m. de obra.
		MAQ. Y EQUIPO		Ingresar o modificar conceptos de maq. y equipo.
		SUBCONTRATOS		Ingresar o modificar conceptos subcontratados.
	CREAR CUENTAS/OBRA		A partir de los catálogos de ctas., integra las cuentas de obra necesarias para llevar el control saldo/insumo global.	
	INTERFASE	EXTRAER INSUMOS/PART.		Crea automáticamente el catálogo básico de cuentas a partir del presupuesto de construcción (si se trabaja con SINCO).
		ENVIAR AVANCE P/CORTE		Envía a SINCO el avance de la obra para cuantificación de insumos.
		EXTRAER CUANT D/CORTE		Extrae de SINCO la cuantif. de insumos correspondiente a la fecha de corte.
RECONSTRUIR INDICES			Regenera los índices de los archivos.	
AVANCE FISICO		Permite revisar y complementar el avance físico calculado en base a los destajos.		
MATERIALES	CATALOGO DE CUENTAS		Modifica y/o complementa el catálogo de cuentas. Ingresar el presup. de control.	
	ORDEN DE COMPRA		Permite generar y emitir los órdenes de compra.	
	CONTROL DE ALMACEN	ENTRADAS		Permite generar y emitir las entradas al almacén.
		SALIDAS		Permite generar y emitir los vales de salida del almacén. Carga aut. a costo de mats.
	EXISTENCIAS		Permite generar el reporte de existencias a partir de la diferencia entre entradas y salidas	
MANO DE OBRA	CATALOGO DE CUENTAS		Modifica y/o complementa el catálogo de cuentas. Ingresar el presup. de control.	
	DESTAJOS		Permite generar y emitir los destajos sem. Lleva acumulados. Carga automáticamente a costo de mano de obra.	
MAQ. Y EQUIPO	CATALOGO DE CUENTAS		Modifica y/o complementa el catálogo de cuentas. Ingresar el catálogo de cuentas.	
	CONSUMO HS-MAQ.		Permite generar y emitir el consumo de hs-maq. Carga automáticamente a costo de maq. y equipo.	
SUBCONTRATOS	CATALOGO DE CUENTAS		Modifica y/o complementa el catálogo de cuentas. Ingresar el presup. de control.	
	EST. DE SUBCONTRATOS		Permite generar y emitir las est. de los subcontratistas. Lleva acumulados. Carga aut. a costo de subcontratos.	
INDIRECTOS	CATALOGO DE PARTIDAS		Permite crear las cuentas de costos indirectos. Ingresar el presup. de control.	
	COSTOS INDIRECTOS		Permite llevar el control de los costos ind. Carga a costos indirectos.	
REPORTES	EDO. DETALLE DE C.D.		Emite e imprime el reporte.	
	EDO. RESUMEN DE C.D.		Emite e imprime el reporte.	
	EDO. RESUMEN DE C.I.		Emite e imprime el reporte.	
TERMINA			Permite terminar la sesión.	

**Figura 11.**  
Opciones y funciones del programa COCO.EXE .

## BIBLIOGRAFIA

- AHUJA, Hira N. Successful Construction Cost Control. A Wiley-Interscience Publication. USA, 1980.
- AHUJA, H. N.- Walsh, M. A.. Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos. Ediciones Alfaomega, México, 1989.
- CONCHRAN, William G. Técnicas de Muestreo. Editorial CECSA, México, 1986.
- GORDON-OLSON. Sistemas de Información Gerencial. Mc. Graw-Hill, México, 1989.
- JONES, Eduard. Aplique el dBASE III Plus. Mc. Graw-Hill, México, 1992.
- KERLINGER, Fred N. Investigación de Comportamiento. Técnicas y Metodología. Editorial Trillas, México, 1978.
- PATRASCU, Anghel. Construction Cost Engineering Handbook. Marcel Dekker, Inc., USA, 1988.
- SANDERS, Donald H. Informática, Presente y Futuro. Mc Graw-Hill, México, 1985.
- SUAREZ S., Carlos. Administración de Empresas Constructoras. Editorial Limusa, México, 1989.
- VOLPE S., Peter. Normas y Procedimientos en la Industria de la Construcción. Editorial Limusa, México, 1978.

## REFERENCIAS

- NAMAKFOROOSH, Mohammad Naghi. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa, México, 1990.
- TAMAYO y Tamayo, Mario. El proceso de la Investigación Científica. Editorial Limusa, México, 1980.

---

### **José González F.**

*Profesor de Carrera de la Maestría en Ingeniería-Construcción.  
Facultad de Ingeniería (FIUADY).  
Universidad Autónoma de Yucatán, México.  
e-mail: jagonz@tunku.uady.mx.*

### **José Domínguez L.**

*Graduado de la Maestría en Ingeniería-Construcción  
Facultad de Ingeniería (FIUADY).  
Universidad Autónoma de Yucatán, México.*

**En vivienda social**

*un equipo innovador*



Napoleón 3010 Of. 51A Las Condes - Santiago Teléfono: 246 6479 Fax: 246 6474