

METODO PARA MEDIR LOS COSTOS DE LAS PERDIDAS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

METHOD FOR MEASURING THE COST OF WASTE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Por / By Iamara Rossi, Carlos Torres, Marcos Almeida

Resumen

El artículo trata del desarrollo de un método para medir los costos de las pérdidas en la Industria de la Construcción y discute su aplicación en dos estudios de casos en la ciudad de Salvador, Estado de Bahía, Brasil. Objetivando una visión más amplia del problema, se adoptó en este trabajo el concepto de pérdida de la Nueva Filosofía de Producción (Lean Production), según la cual, las pérdidas son asociadas a la ocurrencia de actividades que no agregan valor al cliente. El método propuesto reúne elementos de los métodos de costeo patrón y el basado en la actividad - ABC (Activity Based Costing), permitiendo la retroalimentación del proceso de producción. Se generan informaciones referentes a las pérdidas financieras y también relativas a la eficiencia y calidad del sistema de producción. Este artículo presenta una revisión conceptual sobre el tema, los elementos básicos del método propuesto, así como los resultados obtenidos en dos estudios de casos.

Palabras clave: *pérdida, gerenciamiento, costo, control, costeo, administración*

Abstract

This paper addresses the development of a method for measuring the cost of waste in the construction industry, and discusses its application in two case studies undertaken in the City of Salvador, State of Bahia, Brazil. This study, which aims at introducing a broader view in what respects the problem, adopted the concept of waste used in the New Production Philosophy (Lean Production), which is strongly related to the incidence of non value-adding activities. The proposed method is based on the Activity Based Costing (ABC) method and provides feedback for the production process, both in terms of the financial impact of waste and the production system's efficiency and quality. The paper presents a conceptual discussion of the subject, the key elements of the proposed method and the main results of the case studies.

Keywords: *waste, management, cost, control, costing, administration*

1. INTRODUCCION

Diversos estudios sobre pérdidas en la construcción han sido realizados en Brasil durante los últimos años (Soibelman, 1993; Agopyan et al., 1998), los cuales apuntan algunos valores típicos de pérdidas de materiales e indican algunas directrices generales para su reducción. A pesar de haber llamado la atención por la importancia del problema, existen pocos estudios que aborden con más profundidad la implementación de mecanismos para el control de pérdidas, que puedan ser adoptados por las empresas de construcción. Otra limitación de los estudios anteriores fue el hecho de que sólo las pérdidas de materiales fueron analizadas, dejando a un lado otros tipos de pérdidas.

El presente trabajo adopta una visión más amplia del concepto de pérdidas, semejante al adoptado en la industria manufacturera hace varias décadas. Además de esto, busca introducir en la gestión de producción indicadores de costo de pérdidas, evitando que la toma de decisión sea basada solamente a través de indicadores de consumo de recursos.

La importancia de aumentar la medida de los costos al estudio de las pérdidas puede ser justificada por tres factores. Primero, la expresión de pérdidas en términos de costos, es necesaria para que los empresarios del sector se movilicen en la aplicación de medidas que hagan viable su disminución y/o eliminación. Segundo, es importante que se definan prioridades en los programas de mejoras a ser adoptados por las empresas. Esas prioridades, en ese caso, pueden ser dadas a la parte de

las pérdidas que representen mayor impacto financiero a las empresas. Tercero, al utilizar medidas de costos, se pueden agregar las pérdidas de diferentes naturalezas, teniendo como resultado, indicadores de desempeño global.

Este artículo presenta los resultados de un trabajo de investigación cuyo objetivo fue el desenvolvimiento de un método para medir los costos de las pérdidas en procesos de producción de la construcción civil, basado en la adaptación de sistemas de costeo utilizados en otras industrias. El método podrá ser utilizado para auxiliar el proceso de análisis y mejoría interna de los procesos productivos.

2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA GESTION DE PRODUCCIÓN

En este trabajo se utilizó el concepto de proceso propuesto por Koskela (2000), según el cual, el proceso es entendido como un flujo de material o información desde la materia prima hasta el producto final. En este flujo existen las actividades de procesamiento, que representan la conversión en la producción, las actividades de inspección, movimiento y espera son denominadas actividades de flujo (Koskela, 2000). Las operaciones se refieren a diferentes estados en el cual un trabajador puede trabajar en diferentes productos, esto es, existe un flujo humano temporal y espacial, que es firmemente centralizado en el trabajador. (Shingo, 1996)

Las operaciones son clasificadas, de acuerdo a Shingo (1996):

- i. Operaciones de *setup*: Preparación antes y después de las operaciones, tales como remover y ajustar matrices y herramientas.
- ii. Operaciones principales: Ejecución del trabajo necesario. Puede ser dividida en dos subcategorías: Operaciones esenciales y auxiliares. Las operaciones esenciales constituyen la ejecución del proceso de producción en si, mientras que las operaciones auxiliares constituyen la ejecución de actividades que se encuentran inmediatamente antes y después de la realización de las operaciones esenciales.
- iii. Holguras: Son los tiempos en los cuales los obreros no están realizando ninguna operación y sus causas no están relacionadas a la acción directa de las personas. Otros tipos de holgura se relacionan a las necesidades del trabajador, que pueden ser por fatiga y por necesidades personales.

Con relación a las pérdidas en el presente trabajo, se utilizó el concepto de pérdidas propuesto por Ohno (1997), según el movimiento de los trabajadores se divide en trabajo y pérdidas. El trabajo reúne dos categorías de operaciones: (a) las que agregan valor; y (b) las que no agregan valor, existiendo en ellos algunos que son esenciales al proceso sin cambio de método de trabajo. La pérdida corresponde a las operaciones que no agregan valor, estableciendo el desafío de eliminarlos del proceso.

Se consideró que sólo las operaciones de procesamiento pueden agregar valor al producto, siendo éstas denominadas productivas. Se asumió que en este tipo de operación también existen pérdidas, resultantes de una eficiencia media de producción inferior a aquella considerada normal en un sistema de producción. Estas pérdidas son principalmente causadas por “condiciones sub-óptimas”, conforme sugerido por Koskela (2000), y también por otros factores como, por ejemplo, falta de motivación de los funcionarios, lluvias y temperaturas extremas. O sea, se asume que existen pérdidas aún en las actividades que agregan valor.

Con relación a operaciones vinculadas a procesos secundarios, como por ejemplo, *setup* fueron consideradas como auxiliares. Se admitió que parte de ellas son esenciales para su conclusión, considerando un determinado status de desenvolvimiento del proceso y que la otra parte puede ser considerada como pérdida, de igual forma que las operaciones de inspección, movimiento y almacenamiento en los procesos principales.

Las operaciones improductivas son las que no agregan valor al producto final y en este trabajo fueron consideradas en su totalidad como pérdida. Parte de esas actividades son las operaciones clasificadas como holguras y movimiento de los funcionarios.

Con relación a las pérdidas de materiales se utilizó el mismo concepto de pérdida adoptado en los estudios de Soibelman (1993) y Agopyan et al. (1997). Así que la pérdida de materiales es dada por

la diferencia entre la cantidad realmente empleada en la ejecución del trabajo y la cantidad necesaria según el diseño.

La Figura 1 representa esquemáticamente el desdoblamiento de las pérdidas adoptado en el presente trabajo.

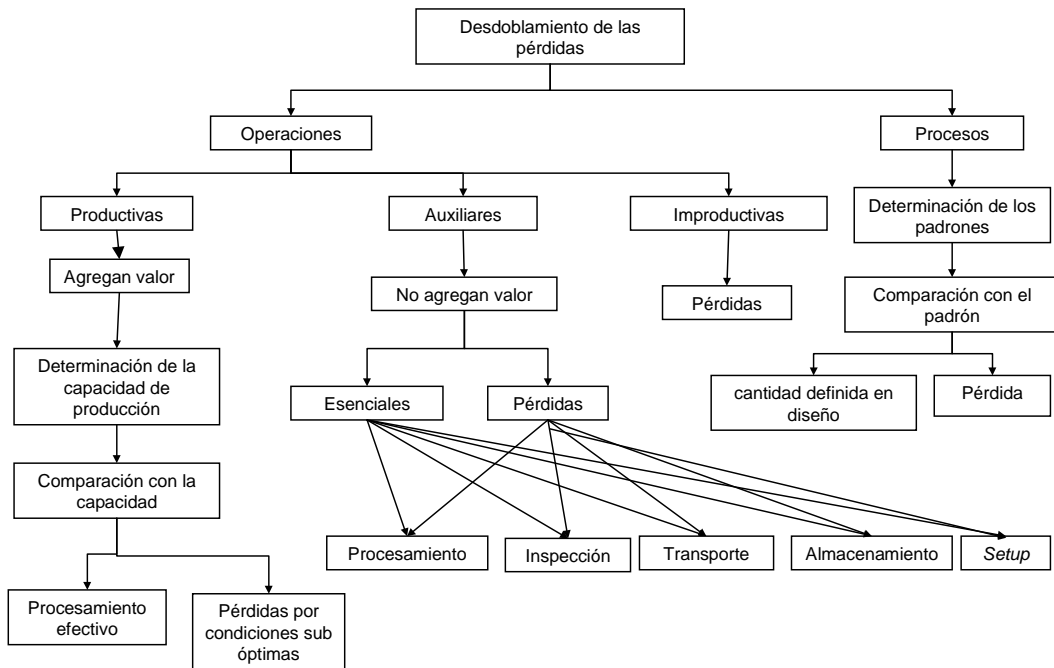


Figura 1. Desdoblamiento de las pérdidas

3. SISTEMAS DE COSTEO

Los sistemas de control de costos comprenden la asociación de un principio de costeo con un método de costeo. El principio trata de la forma como son determinados los **costos fijos** (aquellos que a corto plazo, permanecen constantes, cualquiera que sea el volumen de producción de la empresa) y las **variables** (aquellas constantes por unidad, pero que fluctúan en su total de manera directamente proporcional a las variaciones del volumen de producción).

En este artículo serán abordados dos principios de costeo: el total y por absorción. En estos dos principios se asume que los costos y los gastos indirectos fijos son incluidos en los stocks y en los costos de los productos vendidos. Se consideran como costos de los productos tanto los costos variables como los costos fijos, que son incorporados a los costos de los productos (Kliemann e Muller, 1994).

La gran diferencia entre los principios de costeo total y de costeo por absorción está en la consideración del nivel de actividad de la empresa. En el costeo integral se ratea la totalidad de los costos fijos a los productos, independientemente del nivel de actividad de la empresa. En el costeo por absorción, se distribuye a los productos apenas una parte ideal de los costos fijos, esto es, aquella relativa al nivel de actividad normal de la empresa (Kliemann e Muller, 1994).

Los métodos de costeo definen, la forma como son distribuidos los **costos directos** (aquellos fácilmente atribuibles a un determinado producto, como, por ejemplo, los costos de las materias primas) e **indirectos** (aquellos que presentan algún grado de dificultad para ser atribuidos a los productos o a las actividades productivas, como, por ejemplo, los salarios de los supervisores) de la empresa a los productos.

Son dos los principales métodos de costeo existentes el **patrón** y el **costeo basado en la actividad** (ABC - *Activity Based Costing*). El método de costeo patrón suministra un patrón de comportamiento para los costos, o sea, fija cuales deberían ser los montos para después de contabilizar los costos del período, proceder a compararlos con los costos reales. El método ABC permite que los costos indirectos sean dirigidos primero a actividades y procesos y, después a productos, servicios y clientes. Los sistemas de costeo ABC son usualmente desenvueltos con base en cuatro etapas (Kaplan e Cooper, 1998):

- Desarrollar el diccionario de actividades: La empresa identifica inicialmente las actividades que están siendo ejecutadas por sus recursos indirectos y de apoyo.
- Determinar cuánto está gastando la organización en cada una de las actividades: En el sistema ABC, se diseña un mapa donde son vinculados los gastos relacionados a los diferentes recursos utilizados en la ejecución de determinada actividad a la propia actividad, usando para eso, los generadores de costo de recursos.
- Identificar productos, servicios y clientes de la organización: Es en este momento que las organizaciones se deben cuestionar sobre la necesidad de ejecutar las actividades y procesos.
- Seleccionar generadores de costos de la actividad que asocian los costos de la actividad a los productos, servicios y clientes de la organización.

Para medir el costo de las pérdidas, se utilizaron apenas las dos primeras etapas. Se admitió que la distribución de los costos de las actividades a los productos es irrelevante en el proceso de medición de los costos de las pérdidas, pues el potencial de mejoría de los procesos productivos de las empresas se relaciona con las actividades ejecutadas.

Para medir los costos de las pérdidas, serán adoptados los principios por absorción y el total. Según Borna (1995), el principio por absorción es muy relevante en el proceso de medición de las pérdidas, pues los costos fijos relacionados con la capacidad de producción de la empresa no utilizada (ociosidad o ineficiencia) son lanzados en el período como pérdidas, y no son atribuidos a los productos, como en el principio de costeo total. En este trabajo se optó, también, por la utilización de costeo total, pues tiene una lógica bastante semejante al costeo por absorción, a pesar de no separar los costos fijos relacionados a la capacidad no utilizada de la empresa. Esta decisión ocurrió en función de la dificultad de determinación de la capacidad de producción de algunas actividades.

Fue utilizado el método de costeo patrón para los costos y pérdidas relacionadas a los materiales directos, pues es el único método que permite análisis referente a los materiales. A través de la comparación entre costos padrones y reales, se pueden segregar las pérdidas incurridas en el costo de las materias primas (Bornia,1995). El empleo de ABC es más adecuado para la parte relacionada a las actividades desenvueltas para la producción de los servicios (gastos administrativos de la empresa, costos indirectos de fabricación y mano de obra directa). Con la lógica de separación y análisis de las actividades, hay un gran potencial para la medición y auxilio a la reducción de la pérdida (Bornia,1995). El método ABC permite el análisis de estas actividades, o sea, la identificación de tareas que son realizadas en el proceso productivo de la empresa que no agregan valor al producto y pueden ser eliminadas.

4. METODO DE INVESTIGACION

Para evaluar y ajustar el sistema propuesto fueron realizados dos estudios de caso en obras en la ciudad de Salvador, los cuales tuvieron un carácter meramente exploratorio. En el primer estudio se aplicó el método inicialmente propuesto para medir los costos de las pérdidas y el segundo tuvo como objetivo refinar el método y las herramientas utilizadas.

4.1 Selección de las Empresas y del Sub-Sistema de Producción

Se seleccionaron empresas que tenían experiencias con programas de mejorías de procesos y preocupación en torno a su planificación y control del sistema de producción. Se tomó en cuenta también el interés que las empresas manifestaron por la investigación. La empresa A actúa en el ramo de la construcción desde 1969, actuando principalmente, en el mercado inmobiliario y construcción de edificios residenciales y comerciales en la región metropolitana de Salvador. La empresa B actúa en el ramo de la construcción civil desde 1970 siendo que, a partir de 1999, pasó a actuar en el segmento inmobiliario y construcción de edificios residenciales.

La selección del sub-sistema a ser estudiado tomó en consideración el interés de la empresa y, también, el avance en que la obra escogida se encontraba. En las dos obras, se escogió la producción de mampostería, pues se consideró este sub-sistema importante para la obra como un todo, tanto en términos de costos, como también por su papel integrador de varios sub-sistemas.

4.2 Método Propuesto

Fue definido un conjunto de herramientas, métodos y técnicas para la colecta de datos que posibilite la distribución de los costos a los gastos y, también, la determinación de productividad de la mano de obra y del consumo de materiales. A continuación están presentadas las herramientas, métodos y técnicas utilizadas para la recolección de datos:

- Diagrama de proceso: utilizada con el objetivo de explicar detalladamente el proceso de producción de mampostería.
- Muestreo de trabajo: Esta técnica consiste en hacer observaciones instantáneas, intermitentes y espaciadas al azar en un cierto período (Santos, 1995). Se obtiene una estimación de la proporción de tiempo gastado por cada trabajador en un determinado tipo de actividad, por la relación entre el número de registros de esta actividad y el número total de observaciones. Se consiguen de esta forma, evidencias de problemas en el proceso, orientando la implantación de mejorías relacionadas a la racionalización del trabajo.
- Tarjeta de producción: consiste en el cálculo de la cantidad producida por el trabajador o por el equipo en un determinado período (Santos, 1995). En la misma planilla puede ser registrado también el tiempo gastado para su ejecución, haciendo posible el cálculo de la productividad. Su utilización en este trabajo tuvo como objetivo la obtención de datos para consumo de materiales y también posibilitar el análisis de las pérdidas referentes a las actividades de procesamiento.
- Entrevistas: Fueron realizadas con el objetivo de obtener las percepciones de la gerencia de la obra para el cálculo de algunos generadores de costos.
- Control de viajes verticales: Fue elaborada una planilla en la cual eran anotados, por el operador del elevador, el número de viajes realizados diariamente y el material transportado.

- Control de dosificación de morteros: Fue elaborada una planilla en la cual era registrado por el operador de la mezcladora, diariamente, el número de dosificaciones procesadas para la ejecución de la mampostería.
- Documentación de imagen: El proceso fue registrado a través de fotos de forma de explicitar las causas de las pérdidas.
- Observaciones directas de los investigadores: La observación directa contribuyó para seleccionar y calcular los generadores de costos y también para la identificación de las causas de las pérdidas.

En la Tabla 1 es presentado un modelo genérico de clasificación de las operaciones envueltas en la mampostería, los indicadores de costos que asocian esos recursos a las operaciones y las herramientas utilizadas para la obtención de los generadores de costos.

Tabla 1. Relación entre operaciones, herramientas y generadores de costos

| Operación | Indicadores de Costo | Herramienta |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Administración | Tiempo | Entrevistas, observaciones directas |
| Suplidores | Tiempo y cantidades de facturas | Entrevistas, observaciones directas |
| Almacenar | Tiempo | Muestreo de trabajo |
| Setup | Tiempo | Muestreo de trabajo |
| Transportar horizontalmente | Tiempo | Muestreo de trabajo |
| Transportar verticalmente | Nº de viajes | Control de viajes verticales |
| Producir mortero | Nº de dosificaciones producidas | Control de dosificación de morteros |
| Producir mampostería | Tiempo | Muestreo de trabajo |
| Inspeccionar mampostería | Tiempo | Muestreo de trabajo |
| Improductivo | Tiempo | Muestreo de trabajo |

En la Figura 2 se representa un esquema del método propuesto. Esta dividido en tres fases distintas: preparación de la colecta de datos, colecta de datos, (fase comprendida entre las fechas I_i y I_f) y procesamiento y análisis de datos.

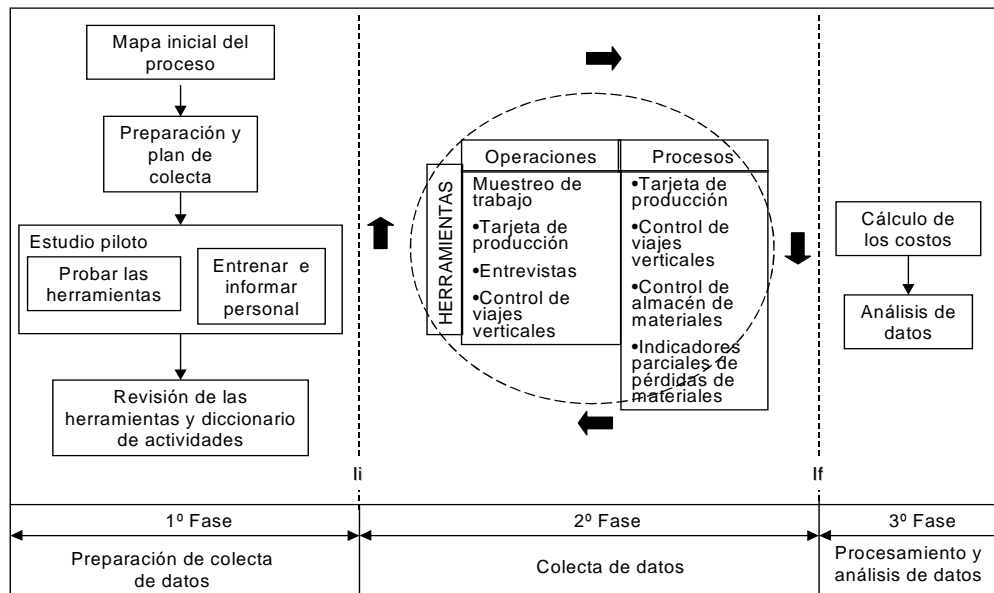


Figura 2. Método para medir el costo de pérdidas

4.3 Preparación de la Recolección

Una vez definida la obra y el sistema de producción a ser estudiado, fue iniciada la investigación de terreno. Antes de la colecta propiamente dicha, fueron realizadas tres actividades de preparación, descritas a continuación:

- Desarrollo del diccionario de actividades: Fue necesaria la identificación de las actividades a ser ejecutadas y que necesitaban ser costeadas. Se asumió, en este trabajo, que cada **operación contribuía para la realización de una actividad** que consume recursos como mano de obra y equipos.

- Propuesta para generadores de costos: Los generadores de costos asocian los costos y los gastos a las operaciones ejecutadas. En esta definición se tomó en cuenta la disponibilidad de recursos para la ejecución de la investigación de campo, el tiempo de procesamiento y análisis de datos y, también, el grado de confiabilidad que los datos generados deben tener.
- Estudio piloto: Tuvo como objetivo entrenar el equipo del proyecto en la utilización de las herramientas de colecta de datos; obtener cooperación de los maestros encargados y, principalmente, de los trabajadores para la realización del estudio, así como definir las operaciones a ser observadas en el muestreo del trabajo.

4.4 Colecta de Datos

Fueron realizadas dos inspecciones, una al inicio (I_i) y otra al final (I_f) de la colecta. En estas inspecciones fueron contabilizados los stocks y medidos los servicios realizados, lo que permitió la definición de los servicios ejecutados y las cantidades de materiales efectivamente utilizados en el período. Durante el intervalo de tiempo entre las inspecciones inicial y final, fueron aplicadas las herramientas descritas en el ítem 4.2 y, también realizado el control de recibimiento y transferencia de materiales. Además, fueron aplicadas algunas planillas para la colecta de indicadores parciales de pérdidas, basadas en el trabajo de Agopyan (1998) para pérdidas de materiales.

4.5 Procesamiento y Análisis de Datos

La fase de procesamiento de datos transcurrió durante y después del período de recolección de datos. Primeramente, se realizó el cálculo de los costos de todas las operaciones envueltas en el sistema de producción de mampostería y de los materiales utilizados en el período comprendido entre las inspecciones inicial y final. En Tabla 2 se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo de costos de las operaciones y materiales y sus respectivas pérdidas.

Tabla 2. Fórmulas utilizadas en el trabajo

| Costos | | Fórmulas | Descripción de las variables |
|---|---|---|---|
| Costo total período de estudio | Operaciones (CT _O): | $CT_O = (C_{MOD} + C_{MDI}) \times GC_{Operaciones}$ | C _{MOD} = costo de mano de obra directa; C _{MDI} = costo de mano de obra Indirecta; GC _{Operacion} = generador de costo de la operación |
| | Materiales (CT _M): | $CT_M = CR \times C_{usto}_{unitario}$ | CR = Consumo real de material C _{usto unitario} = costo unitario de material |
| Costo de las pérdidas de las operaciones | Auxiliares (CPO _{Auxiliares}) | $CPO_{Auxiliar} = 75\% \times CT_O$ | |
| | Productivas (CPO _{Productivas}) | $CPO_{Productiva} = CFMOD_{Real} \times \left(1 - \frac{P_{Real}}{P_{Padrón}}\right)$ | $P_{Padrón} = IP_{Padrón} \times NDT_{MOD}$ IP _{Padrón} = índice de productividad patrón del período (m ² /día) NDT _{MOD} = número de días trabajados (mano de obra directa) (día) |
| | Improductivas (CPO _{Improductivas}) | | P _{Padrón} = producción patrón del período (m ²) P _{real} = producción real (m ²) CFMOD _{real} = costo fijo de mano de obra directa (R\$) |
| Costo de las pérdidas de materiales (CPM) | | $CPM = (CR - CTM) \times C_{usto}_{unitario}$ | CR = Consumo real de material CTM = consumo teórico de material |

Considerando que la parte tenida como esencial en las operaciones auxiliares es de difícil medición en la práctica, se consideró como pérdidas 75% de los tiempos auxiliares, a partir del indicador propuesto por Oglesby et al. (1989) para trabajo esencial (T_{Esencial}).

5. RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Estudio de Caso A

La Tabla 3 presenta un resumen de los costos del proceso. Se observa que los materiales corresponden a 48,1% de los costos y la mano de obra 51,9%, valores que pueden ser considerados típicos del sector. Llama la atención el hecho de que apenas 22,3% de los costos se refieren a mano de obra en procesamiento y también al elevado gasto con inspección (10,1%).

Tabla 3. Costo del proceso en el Estudio de Caso A

| Materiales y operaciones | Costos en el período (R\$) | Costos en el período (%) |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Materiales | 25.086,55 | 48,1 |
| Procesamiento | 11.644,12 | 22,3 |
| Improductivas | 5.718,20 | 11,0 |
| Inspección | 5.252,88 | 10,1 |
| Transporte | 2.901,62 | 5,6 |
| Setup | 943,66 | 1,8 |
| Administrativo | 483,33 | 0,9 |
| Almacenar | 97,03 | 0,2 |
| Total | 52,127,39 | 100% |

Tabla 4. Resumen del costo de las pérdidas en el Estudio de Caso A

| Tipos de pérdidas | Costo de la | Costo de la | (A)/(B) |
|-------------------|-------------|-------------|---------|
|-------------------|-------------|-------------|---------|

| | operación (R\$) | pérdida (R\$) (A) | |
|--|----------------------|-------------------|-------------|
| Operaciones auxiliares | 11.599,11 | 8.699,33 | 16,7 |
| Inspección | 5.252,88 | 3.939,66 | 7,6 |
| Transporte | 2.901,62 | 2.176,21 | 4,2 |
| Almacenar | 97,03 | 72,77 | 0,1 |
| <i>Setup</i> | 943,66 | 707,75 | 1,4 |
| Procesamiento | 2.403,92 | 1.802,94 | 3,5 |
| Operaciones productivas | 9.240,19 | 504,08 | 1,0 |
| Procesamiento | 9.240,19 | 504,08 | 1,0 |
| Operaciones improductivas | 5.718,20 | 5.718,20 | 11,0 |
| Movimiento | 2.229,24 | 2.229,24 | 4,3 |
| Holgura especial por falta de material | 523,63 | 523,63 | 1,0 |
| Otras holgura | 2.700,96 | 2.700,96 | 5,7 |
| Materiales | 25.086,55 | 4.780,88 | 9,2 |
| Cemento | 1.103,90 | 713,80 | 1,4 |
| Cal | 867,00 | 680,00 | 1,3 |
| Arena | 740,64 | 478,33 | 0,9 |
| Bloque | 22.375,01 | 2.908,75 | 5,6 |
| Otra | 314,97 | 314,97 | 0,6 |
| Accidente de trabajo | 314,07 | 314,07 | 0,6 |
| TOTAL | 51.959,02 (B) | 20.017,46 | 38,5 |

La Tabla 4 consta de un resumen de todos los costos de las pérdidas en el estudio de caso. Se observa que 38,5% de los costos totales de la producción de la mampostería fueron identificados como pérdidas, siendo cerca de 29% referentes a mano de obra (operaciones) y 9,2% a los materiales. Se nota, también, que las pérdidas en las operaciones auxiliares corresponden a la mayor parte de las pérdidas de mano de obra (42%).

Con relación a los costos de pérdidas de materiales, se observa que es bastante elevada, confirmando que, a pesar de las investigaciones realizadas y divulgadas sobre el tema, existía aún una falta de preocupación con esas pérdidas en las empresas estudiadas. Además se notó, también, deficiencias en la administración de los materiales, principalmente con relación al almacenamiento y manejo de los mismos en las obras.

5.2 Estudio de Caso B

La Tabla 5 presenta un resumen de los costos de proceso. Se observa que los materiales corresponden a 34,3% de los costos de los mismos y la mano de obra 65,7%. Nuevamente, llama la atención el hecho de que apenas 20,1% de los costos se refieren a la mano de obra en el procesamiento y también al elevado gasto con inspección (10,6%).

Tabla 5. Costo del proceso en el Estudio de Caso B

| Materiales y operaciones | Costos en el período (R\$) | Costos en el período(%) |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Materiales | 11.745,18 | 34,3 |
| Procesamiento | 6.870,18 | 20,1 |
| Improductivas | 4.389,49 | 12,8 |
| Inspección | 3.641,09 | 10,6 |
| Transporte | 2.980,32 | 8,7 |
| <i>Setup</i> | 2.045,66 | 6,0 |
| Administrativo | 2.034,55 | 6,0 |
| Almacenar | 489,31 | 1,4 |
| Total | 34.192,75 | 100 |

Tabla 6. Resumen del costo de las pérdidas en el Estudio de Caso B

| Tipos de pérdidas | Costo de la operac. (R\$) | Costo de la pérdida (R\$) (A) | (A)/(B) |
|--|---------------------------|-------------------------------|-------------|
| Operaciones auxiliares | 11.207,44 | 8.405,58 | 26,1 |
| Inspección | 3.096,41 | 2.730,82 | 8,5 |
| Transporte | 2.980,32 | 2.235,24 | 7,0 |
| Almacenar | 486,31 | 364,73 | 1,1 |
| <i>Setup</i> | 2.045,66 | 1.534,24 | 4,8 |
| Procesamiento | 2.054,06 | 1.540,54 | 4,8 |
| Operaciones productivas | 4.816,12 | 490,24 | 1,5 |
| Procesamiento | 4.816,12 | 490,24 | 1,5 |
| Operaciones improductivas | 4.389,46 | 4.389,46 | 13,6 |
| Movimiento | 1.932,83 | 1.932,83 | 6,0 |
| Holgura especial por falta de material | 462,30 | 462,30 | 1,4 |
| Otra holgura | 1.994,33 | 1.994,33 | 6,2 |
| Materiales | 11.745,18 | 2.541,55 | 7,9 |
| Bloque | 8.758,46 | 831,62 | 2,6 |
| Cemento | 2.235,20 | 1.279,67 | 4,0 |
| Arena | 426,72 | 244,31 | 0,8 |
| Arenoso | 324,8 | 185,94 | 0,6 |
| TOTAL | 32.158,20 | 15.826,82 | 49,2 |

La Tabla 6 consta de un resumen de todos los costos de las pérdidas en el estudio de caso B. Se observa que 49,2 % de los costos totales de la producción de la mampostería fueron identificados como pérdidas, siendo éstas referentes, especialmente a mano de obra (operaciones). Se nota, también, que la pérdida más importante es referente a las operaciones auxiliares, principalmente inspección y transporte, y corresponden a 53% de los costos totales de las pérdidas.

Se observó también que el costo de la pérdida de materiales fue relativamente elevado. Las pérdidas más expresivas fueron relacionadas con las actividades que no agregan valor, a través de la constatación de que cerca del 40% del costo de las pérdidas fueron con las operaciones auxiliares e improductivas. También se observó que el costo total de las pérdidas representó alrededor de seis veces más que la de los materiales, indicando la necesidad de trabajar con la primera categoría de pérdidas.

6. CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones de este trabajo se señalan:

- El estudio demostró la posibilidad del análisis conjunto de datos de costos de pérdidas de mano de obra y de materiales, usando los métodos de costeo patrón y ABC respectivamente,
- Las técnicas de muestreo y de tarjeta de producción se muestran eficaces como técnicas de apoyo gerencial en el proceso de identificación de las pérdidas. Se constató que el muestreo de trabajo puede ser utilizado como un instrumento de control, pues señala la importancia relativa de cada operación en el sistema de producción a un costo de colecta relativamente bajo. Con relación a la utilización de la tarjeta de producción, se observó que ésta representó la unión entre los datos relacionados a los materiales y mano de obra, pudiendo ser usado tanto para el control de la productividad de mano de obra como para el consumo de materiales.
- Los costos de las pérdidas en la mano de obra son superiores a los de los materiales, principalmente los relacionados a las actividades que no agregan valor al producto, indicando la necesidad de investigarse la ocurrencia de pérdidas en las actividades de flujo, principalmente inspección y transporte.

REFERENCIAS

- AGOPYAN, V. et al. (1998), Alternativas para a redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obras. São Paulo: PCC, Universidade de São Paulo, Relatório parcial.
- BORNIA, A.C. (1995), Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno. Florianópolis, UFSC, Tese de Doutorado.
- KAPLAN, R.S., COOPER, R. (1998), Custo & Desempenho: Administre seus custos para ser mais competitivo. São Paulo: Futura.
- KLIEMANN, F.; MULLER, C. J. A (1994), Mudança dos Sistemas de Costeo em Ambientes Modernos de Manufatura: um estudo de caso. In: I Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos. Anais... São Leopoldo-RS, p. 258-276.
- KOSKELA, L. (2000), An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo, Finlândia, VTT, VTT Publications 408
- OGLESBY, C.H., PARKER, H.W., HOWELL, G.A. (1989), Productivity improvement in construction. McGraw-Hill.
- OHNO, T. O. (1997), Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 149p.
- SANTOS, A. (1995), Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso. Porto Alegre, Porto Alegre, CPGEC/UFRGS. Dissertação de Mestrado.
- SHINGO, S. O. (1996), Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção; trad. Eduardo Schaan, 2ª edição. Porto Alegre, Artes Médicas.
- SOIBELMAN, L. (1993), As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS. Dissertação de Mestrado.

Iamara Rossi

Ingeniero Civil, Magister en Ciencia de la Ingeniería
Investigadora de la Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Campus Universitário, Feira de Santana-BA,
Brasil

Civil Engineer, M. Sc., Investigator
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Campus Universitario, Feira de Santana – BA,
Brasil
iamara@ufba.br

Carlos Torres

Ingeniero Civil, Doctor,
Profesor de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Rio Grande, Brasil

Civil Engineer, Ph. D.
Professor at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Rio Grande, Brasil
formoso@vortex.ufrgs.br

Marcos Almeida

Ingeniero Civil, Doctor

Profesor de la Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Rua Aristides Novis 02, Federação, Salvador

Brasil

Civil Engineer, Ph. D.

Professor at the Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Rua Aristides Novis 02, Federação, Salvador

Brasil

marjoras@ufba.br