

Productividad de la mano de obra en la construcción costarricense

Carlos Cerdas Esquivel¹

Resumen

Hoy en día, la productividad es una ventaja competitiva para cualquier sector, especialmente el de construcción ya que este tema presenta poco auge y últimamente es de gran interés. En Costa Rica, actualmente, no se encuentran registros de productividad, rendimientos, niveles de actividad, análisis de procesos documentados, lo cual causa dificultades al sector convirtiéndolo en un área atrasada tecnológicamente. Existen pocas empresas en Costa Rica que aplican conceptos de productividad así como herramientas de evaluación y control, de manera que la información y mejoras obtenidas no pueden ser aprovechadas por muchos. A partir del análisis de tales carencias, se determinarán los factores que afectan la productividad, la situación actual de Costa Rica, así como metodologías y herramientas de mejoramiento de la mano de obra.

Palabras clave: Productividad, mano de obra, procesos constructivos, niveles de actividad, mejoramiento continuo, planificación.

Abstract

These days, productivity is a competitive advantage for any sector, particularly the Construction because even when the subject does not present any booming, it is lately of major interest. Nowadays, in Costa Rica there are no documented records of productivity, yields, activity levels or processes analysis, which causes difficulty to the sector, making it technologically undeveloped. There are few companies in Costa Rica applying productivity concepts or evaluation and control tools, therefore not many can take advantage of the information and improvements obtained. Starting from the analysis of such deficiencies, factors that affect productivity will be determined, as well as current situation of the country, methodologies and labor improvement tools.

Keywords: Productivity, labor, constructive processes, activity levels, continuous improvement, planning.

Justificación

Ante los constante cambios tecnológicos, el surgimiento cada vez mayor de empresas constructoras y el aumento de la competitividad para obtener proyectos constructivos, conceptos como productividad, rendimientos, eficiencia, eficacia, procesos, tiempos, recursos, entre otros, se han convertido en temas de gran interés para las empresas pertenecientes a este sector.

Las herramientas y el conocimiento utilizados por los ingenieros industriales hacen que se compenetren en un sector en el cual se ha tenido escasa participación, y en donde puede encontrarse una oportunidad de mejoramiento en los procesos para así lograr ser cada vez más competitivos.

¹ Bachiller en Ingeniería Industrial, candidato a Licenciatura en Ingeniería Industrial, ULACIT. Correo: cmcerdas@hotmail.com

En Costa Rica, a diferencia de países como Estados Unidos, Chile y Colombia, no se han experimentado o puesto en práctica metodologías de mejoramiento propiamente en la mano de obra, siendo ésta el recurso de más variabilidad en sus costos y uno de los más caros e importantes, ya que son los que dan el ritmo de avance al proyecto.

En el ámbito nacional, con excepción de dos empresas, no hay metodologías claras, conceptos y herramientas aplicables para mejorar la mano de obra en construcción.

El aporte de información, datos históricos, resultados obtenidos, así como tecnologías que impactan los recursos serán importantes porque buscarán el ahorro en sus recursos, eficiencia y a su vez eficacia, trabajos de calidad y mejoramientos en los programas de Salud Ocupacional, y serán también de interés no solo desde un nivel educativo sino también corporativo.

Se espera presentar un documento que despierte el interés de todas las empresas constructoras por la aplicabilidad de métodos y herramientas de la ingeniería industrial en procesos constructivos para el mejoramiento de procesos, competitividad y satisfacción del cliente en cuanto a plazos de entrega.

Para lo anterior, se definen los objetivos que llevarán a la adquisición y aplicabilidad de las herramientas para el mejoramiento de la productividad en construcción y se forme la base para emprender nuevas formas y filosofías para construir.

Objetivos

Objetivo general

- Identificar y analizar los factores que afectan la productividad de la mano de obra de construcción en Costa Rica así como herramientas de diagnóstico para su mejoramiento.

Objetivos específicos

- Evaluar la situación actual del país en cuanto a la productividad de mano obra en el sector construcción para realizar recomendaciones en pro del mejoramiento y desarrollo de evaluaciones en este sector.

Actualmente, se desconocen indicadores nacionales de productividad y técnicas constructivas para el mejoramiento de la mano de obra, por lo que dicha evaluación ubicará al sector en este tema así como las implicaciones que conlleva el no contar con tales indicadores.

- Proponer herramientas para evaluar la mano de obra en el sector construcción y el desarrollo de un esquema de trabajo para poner en práctica las herramientas de evaluación propuestas en este documento.

Las herramientas de la ingeniería industrial en el sector construcción son un complemento para mejorar la mano de obra, tanto para su evaluación como su evolución. Se indicarán herramientas de evaluación como por ejemplo el Sistema de Información de Niveles de Actividad (SINA) conocido como Estudio del Trabajo y Análisis de Procesos. Una metodología de trabajo que mejore la productividad de la mano de obra va a generar progreso en la eficiencia de los factores que afectan la mano de obra; basándose en un sistema de evaluación se podrán controlar y disminuir dichos factores, aumentando la productividad.

- Determinar los factores que afectan la mano de obra.

Muchas de las ineficiencias en la construcción se dan por diversos factores tanto imputables al sistema constructivo como al trabajador, las cuales deben identificarse para trabajar con ellas, con el fin de conseguir que la mano de obra no se detenga y sea más productiva.

- Proponer nuevas filosofías de construcción basadas en herramientas de la ingeniería industrial para evolucionar la planificación y buscar competitividad en los mercados.

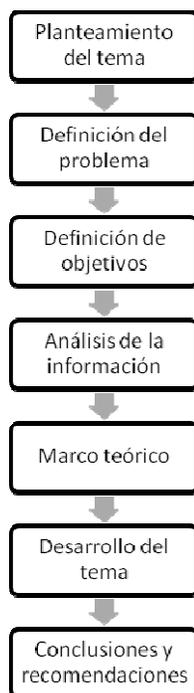
Mediante nuevas filosofías para la construcción, no así para el área industrial, se desarrollará un tema que constituye una nueva forma de construir, pero que en el ámbito nacional ha tenido poco auge. Se propondrá *la filosofía Lean* como nueva forma de construir y su sistema de “El último planificador”.

Metodología de trabajo

Para este artículo se utilizó el método de estudio descriptivo, que tal y como comenta Sampieri (1997): “*Mide y evalúa diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos que investigar*”. Se describe la situación actual del país referente al tema de la productividad de la mano de obra, así como descripción de métodos y herramientas empleadas para el mejoramiento del sector.

La estructura de la investigación se observa en el Diagrama 1, en el cual se detallan los métodos o pasos a seguir para el cumplimiento del objetivo.

Diagrama 1. Metodología de investigación utilizada



Fuente: El autor.

Marco teórico

Para un mejor entendimiento de los parámetros sobre los que se sustenta este trabajo, se expone a continuación un marco de referencia que permita unificar conceptos entre el autor y el lector.

Productividad

La productividad es definida como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y los recursos necesarios para producirlos². Esta definición viene dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos empleados}}$$

El concepto de productividad abarca la eficiencia (la razón entre la producción real obtenida y la esperada, lo cual se resume como una buena

² Referencia 6

administración de los recursos, sean éstos materiales, humanos, tiempo), y la efectividad o eficacia (cumplimiento o logro de los objetivos propuestos). En estos tiempos de competitividad, para obtener una alta productividad se debe alcanzar una alta eficiencia y alta efectividad.

De lo anterior se infiere que la productividad es una combinación de la eficiencia y la efectividad, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con el uso de los recursos.

La productividad está asociada a un proceso de transformación donde ingresan recursos para producir un bien material, estos recursos atraviesan un proceso para obtener el producto final. En la construcción, los principales recursos empleados en los proyectos son:

- Materiales.
- Mano de obra.
- Maquinaria y equipos.

Considerando las distintas clases de recursos, se pueden mencionar los tipos siguientes de productividad:

- Productividad de los materiales.
- Productividad de la maquinaria.
- Productividad de la mano de obra.

2.2 Mano de obra

La mano de obra es quizás el recurso más importante dentro de la construcción, pues de ella depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos y a ella corresponde el trabajo que, finalmente, construye los proyectos. También es un factor crítico puesto que existe el componente del comportamiento humano, el cual es tan poco predecible.

Por lo tanto, para lograr un proyecto exitoso es necesario alcanzar niveles de actividades altos de la mano de obra; para esto es necesario que estén presentes tres elementos básicos:

1. El “deseo” del trabajador para realizar un buen trabajo, lo cual se obtiene mediante la motivación y satisfacción del personal.
- 4-2. El “conocimiento”, fundamental para la realización de un buen trabajo, que está relacionado con la capacitación y entrenamiento del personal.
- 4-3. La “capacidad” de llevar a cabo el trabajo, donde una buena administración tiene un papel importante y debe realizar sus funciones de una manera eficiente y eficaz.

Con formato: Numeración y viñetas

Mejoramiento de la productividad

Con el propósito de mejorar la productividad de una actividad se requiere de: planificación, administración del recurso humano, gestión de la calidad, una buena comunicación entre los miembros actores, identificación y reducción

de riesgos junto con una buena política de seguridad laboral y orgullo del trabajo; en resumen, la productividad requiere, para su logro, el aporte de todos los niveles de una organización³.

Muñoz (2004) expone que en, términos generales, un programa o plan de mejoramiento de la productividad debe contemplar⁴:

- **Desarrollar mediciones de la productividad**
Estas mediciones deben ser desarrolladas por los gerentes responsables de línea con asistencia de asesores conforme se necesite. Algunas unidades organizacionales pueden tener más de una medición total agregada.
- **Establecer objetivos para el mejoramiento de la productividad en términos de las mediciones establecidas**
Estos objetivos de productividad deben ser realistas y depender del tiempo.
- **Desarrollar planes para alcanzar metas**
En este punto el gerente de línea debe decidir exactamente cómo se deben alcanzar los objetivos.
- **Poner en marcha el plan**
Esto normalmente será llevado a cabo por medio de la organización de línea. La puesta en marcha es, por supuesto, mucho más fácil si los gerentes de línea y fuerza de trabajo han formulado ellos mismos el plan desde el inicio.
- **Medir los resultados**
Este paso requiere la obtención de datos y la evaluación periódica del progreso del alcance de los objetivos. Si los resultados son acordes con estos, no se requiere acción adicional y, si no, se requerirá una acción correctiva.

Flujo de trabajo y construcción eficiente

El desempeño del costo y la programación progresa en la medida que se mejore la administración del flujo de trabajo. Se entiende por flujo de trabajo el movimiento de materiales, información y de equipo a través de un sistema, que para el caso de este trabajo de investigación es el sistema conformado por el proyecto de construcción en ejecución.

Se tiene así que los actores involucrados en el sistema conforman el equipo de trabajo siguiente: gerente de proyecto, ingeniero residente, maestro de obras y las cuadrillas asignadas, así como toda la organización administrativa de la empresa constructora. En la medida que los movimientos de materiales o la comunicación no presenten un buen desempeño, se propician los desperdicios, obstruyendo el flujo del trabajo y retrasando el progreso.

³ Referencia 10

⁴ Referencia 6

Ballard y Howell (1998), citados por Muñoz (2004), argumentan que la planificación es el mecanismo primario para organizar las actividades constructivas y las tendencias actuales de planificación no aseguran la confianza en el movimiento de las tareas entre las actividades y entre las cuadrillas.

Un conjunto de reglas es usado para asegurar la solidez apropiada de las tareas antes de ser incorporadas al plan:

1. Definición: Las tareas han sido especificadas con los detalles adecuados.
- 1.2. Solidez (robustez): Que los materiales requeridos y la información, además del trabajo prerrequerido, estén a la mano.
- 1.3. Secuencia: Que las actividades estén alineadas en el mejor orden.
- 1.4. Tamaño: Que las tareas concuerden con las capacidades de la cuadrilla.
- 1.5. Aprendizaje: Que las razones por las cuales las actividades están incompletas sean seguidas y registradas.

Estas reglas son dirigidas indirectamente al flujo de la mano de obra, puesto que se orientan a la capacidad de las cuadrillas y al trabajo que les ha sido asignado. Adicionalmente, se menciona que fortaleciendo la robustez o solidez de las actividades se logra una mejor capacidad para hacer progresar el flujo de trabajo.

Flujo de la mano de obra

La administración del flujo de la mano de obra tiene un papel importante para alcanzar un buen desempeño constructivo en el proyecto. Lo anterior no es tan sencillo de conseguir, puesto que en la construcción se presentan diferentes situaciones que afectan el flujo de la mano de obra. A continuación se citan, por ejemplo:

- El número de ubicaciones de trabajo y las necesidades de la mano de obra varían a través del curso del proyecto.
- Cada operación de construcción tiene un número óptimo de trabajadores por equipo.
- La variación de la cantidad de trabajo disponible es afectada por las demandas de horario, cambios, errores de diseño, clima, secuencia, interferencias en la cuadrilla y otras causas.

Es por esto que, en procura de alcanzar un buen desempeño constructivo en el proyecto, la administración del flujo de la mano de obra es indispensable.

Muñoz (2004) señala también que el flujo de la mano de obra es distinto del flujo del trabajo, porque el primero requiere seguimiento y ubicación del recurso mano de obra en varias tareas y asignaciones de trabajo. Además, el flujo de mano de obra involucra la interacción de una cuadrilla con otras cuadrillas y otros trabajos.

Con formato: Numeración y viñetas

Eventos de interrupción

Los eventos de interrupción se pueden agrupar en las tres categorías siguientes⁵:

1. Recursos
 - Disponibilidad de material.
 - Disponibilidad de herramienta.
 - Disponibilidad de equipo.
 - Disponibilidad de información.
2. Re-trabajo
 - Cambios.
 - Re-trabajo.
3. Administración
 - Congestión.
 - Trabajo fuera de secuencia.
 - Misceláneas.

Estudio del trabajo

Son técnicas que se utilizan para evaluar y analizar el trabajo realizado por el hombre con el objetivo de investigar aquellos factores que influyen en su eficiencia en búsqueda de mejoras. Entre los aspectos más importantes que considerar están el de determinar la mejor forma de realizar la actividad (estudio de métodos) y en cuánto tiempo debe ser realizada (medición del trabajo). La siguiente figura presenta las características más importantes del estudio del trabajo:

Figura 1. Aspectos del estudio del trabajo



Fuente: El autor.

⁵ Referencia 13

Situación actual del país respecto a indicadores de productividad

En el presente, en Costa Rica no hay registros de niveles de productividad disponibles al público ni de estudios que se hayan realizado como evaluación del comportamiento de la mano de obra en construcción y su evolución. Algunos países latinoamericanos, como por ejemplo Chile, Colombia y Brasil, tienen este tema muy desarrollado, con indicadores de niveles de productividad disponibles en sus respectivas Cámaras de Construcción.

Al contar con indicadores de productividad estándar o al menos con rendimientos de mano de obra por actividad específica, las empresas constructoras empiezan una cultura de medición e interés de tomar como referencia estos indicadores para establecer esfuerzos de mejora en sus procesos constructivos. En nuestro país, actualmente, dos empresas constructoras tienen esa cultura de medición, con departamentos establecidos para medir la productividad en campo y buscar alternativas de mejora en sus procesos.

La Cámara Costarricense de la Construcción (CCC) no posee datos o indicadores referentes a este tema como sí tiene estadísticas de crecimiento de obras sectorizadas por tipo de obra, construcciones en provincias o cuánto se construye al año.

Establecer alianzas por medio de la CCC para establecer estrategias de medición en cuanto a productividad sería un punto importante de partida para empezar con una cultura de mejora en sus procesos.

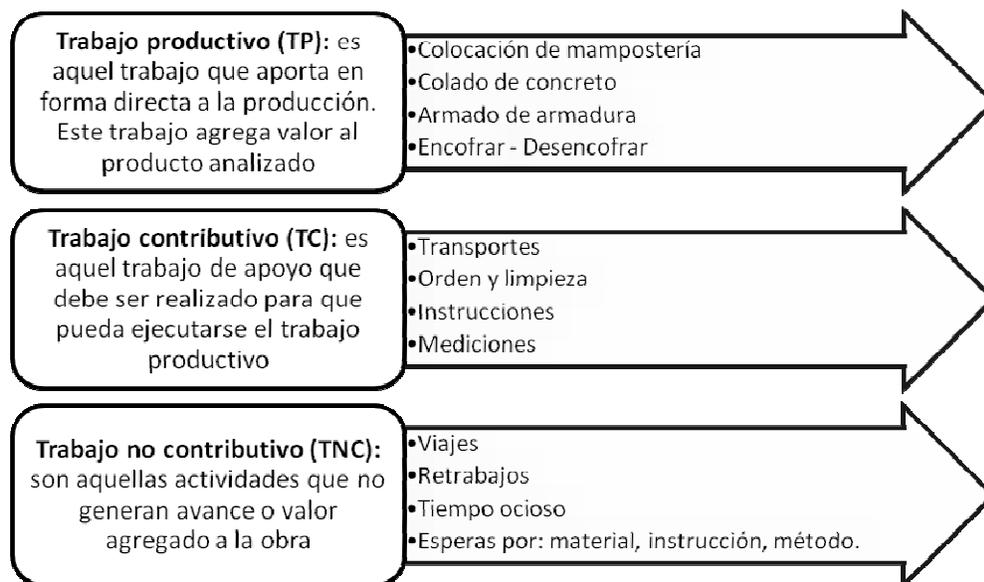
Herramientas para evaluar la productividad

Como parte para evaluar la productividad de la mano de obra en construcción, se establecen dos herramientas básicas, basadas en el principio del Estudio de Trabajo por medio del Muestreo del Trabajo.

La primera herramienta de medición es denominada Sistema de Información de Niveles de Actividad (SINA) y la segunda Análisis de Proceso (AP).

El objetivo del SINA es determinar los niveles de actividad del proyecto de acuerdo a las categorías de trabajo productivo, contributivo y no contributivo con el fin de buscar oportunidades de mejora en la productividad de la obra. Es importante mencionar que el SINA no mide el avance del proyecto o de las actividades observadas, solamente mide el nivel de actividad, es decir, qué tanto tiempo está dedicado a realizar trabajos productivos, contributivos o no contributivos. Las categorías anteriormente mencionadas como trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC) son los trabajos que se observan en campo y su definición se observa en la Figura 2, según Serpell (2002):

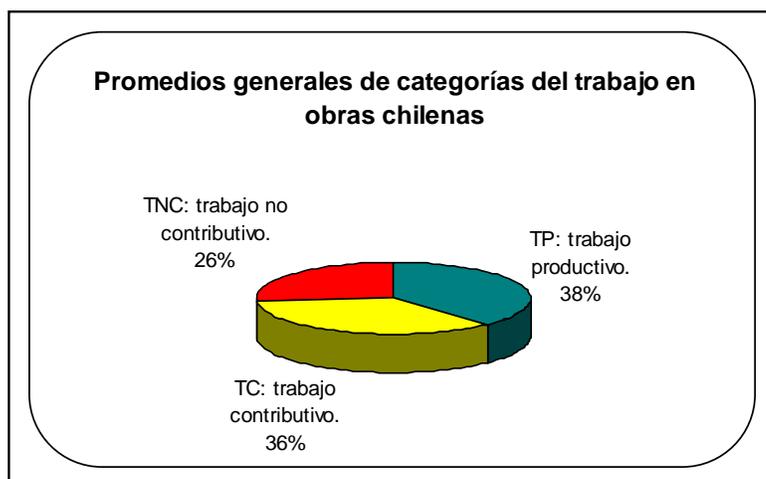
Figura 2. Tipos de trabajo en la construcción



Fuente: Serpell (2002)

Según las referencias chilenas, los promedios generales obtenidos de los estudios del SINA están presentados en la Figura 3. Chile, con 20 años de experiencia, es uno de los primeros países latinoamericanos en realizar mediciones de productividad de la mano de obra.

Figura 3. Promedios generales de categorías del trabajo en obras chilenas durante un periodo de dos años.

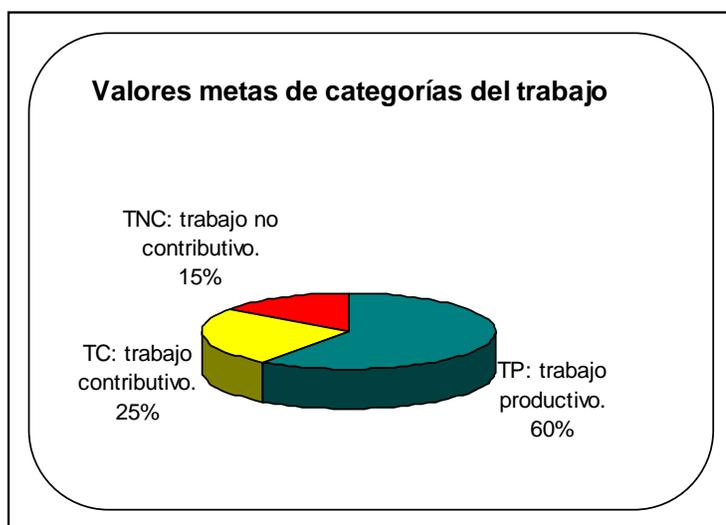


Fuente: Serpell (2002)

Los niveles anteriormente observados en la Figura 3, corresponden a los promedios generales de las construcciones chilenas; sin embargo, se establecen niveles meta que deben ser alcanzados conforme vayan mejorando y haciendo los procesos constructivos más eficientes y, consecuentemente, se obtenga mano de obra más productiva. Las referencias de los valores son obtenidas de los estudios de productividad realizados de los Estados Unidos y Europa.

Serpell (2002) establece como valores óptimos de las categorías del trabajo los indicados en la Figura 4, los cuales deberían constituir una meta general para las obras.

Figura 4. Valores meta de las categorías del trabajo de los proyectos.



Fuente: Serpell (2002)

Estos valores meta son alcanzados la mayoría de las veces cuando se encuentran en la etapa de acabados. No obstante, tal afirmación no es cierta, ya que los valores son acumulativos y si se empieza con valores bajos, se dificulta llegar a los valores meta.

El SINA, como tal, informa los niveles de actividad alcanzados durante los días de muestreo tanto general de la obra como por la empresa constructora encargada directa de realizar la obra y los niveles alcanzados por los subcontratistas, así como los niveles de actividad por cada especialidad, como por ejemplo la cuadrilla de excavación, cuadrilla de formaleta de muros, cuadrilla de concretos, cuadrilla de mampostería. La información obtenida debe ser procesada y presentada al grupo responsable de la obra para tomar medidas en aquellas categorías que afectaron los niveles obtenidos, principalmente los TC y TNC.

La información que se obtiene de los muestreos realizados debe ser presentada en un informe que contenga al menos:

- Nombre del proyecto y fechas de muestreo.
- Tamaño de la muestra observada.
- Gráfico de niveles de actividad general de obra, de la empresa constructora responsable y subcontratos
- Niveles de actividad acumulados hasta la fecha del último muestreo.
- Gráfico de niveles de actividad por especialidad de la empresa constructora responsable directa de ejecución de obra.
- Gráfico de niveles de actividad de las especialidades de los subcontratistas.
- Cuadro de observaciones generales.
- Cuadro de alternativas de mejora propuestas en la reunión de presentación de informe.

El formulario para realizar las observaciones de campo se observa en la figura 5, en el cual se registran el tipo de trabajo que realiza cada obrero y su categoría respectiva (medición, transporte, tiempo ocioso).

Figura 5. Formulario para la aplicación del Sistema de información de niveles de actividad (SINA).

MUESTREO GENERAL DE TRABAJO

FECHA: ___/___/___ MUEST: HORA: **TRABAJO CONTRIBUTIVO TC**

| TP | TC | TNC |
|----|----|-----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| TP | TC | TNC |
|----|----|-----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| TP | TC | TNC |
|----|----|-----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| TRABAJO CONTRIBUTIVO TC | | | | | |
|-------------------------|-----------|------|-------------|----------|-------|
| Trans - 5 | Trans + 5 | Aseo | Instrucción | Medición | Otros |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| TRABAJO NO CONTRIBUTIVO TNC | | | | | | |
|-----------------------------|----------|---------------|---------|------|--------|-----------|
| Viajes | Descanso | Tiempo Ocioso | Esperas | | | Otros TNC |
| | | | Método | Grúa | Camión | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: Juan José Ocampo, 2007.

Metodología de trabajo para aplicar el SINA

Principalmente, la frecuencia de los estudios se puede realizar cada semana o bisemanal. Se recomienda que sea semanal para evaluar mejoras en los procesos y durante 3 medios días de forma aleatoria, es decir, un día en la mañana, otro a media mañana y otro en la tarde.

Se recomienda que el total de las observaciones por día de muestreo sea de 384, de esta forma se alcanza con un grado de confiabilidad del 95%, un margen de error del 5%, obteniendo un total de 1.152 observaciones de los 3 medios días de muestreo con un 3% de error.

Para el registro de los trabajadores, se identifica primero si es personal de la empresa el responsable directo de construir la obra o si es por subcontrato, qué actividad está realizando y posteriormente qué tipo de trabajo efectúa, sea TP, TC o TNC y luego clasificarlo en la categoría respectiva (medición si es TC o viaje si es TNC). Posteriormente, se cuantifican los tipos de trabajo y sus categorías respectivas, dando los datos de manera porcentual.

Análisis de procesos (AP)

Esta segunda herramienta tiene como objetivo determinar el nivel de actividad del proceso tanto global como por trabajador y medir la eficiencia del proceso en búsqueda de oportunidades de mejora.

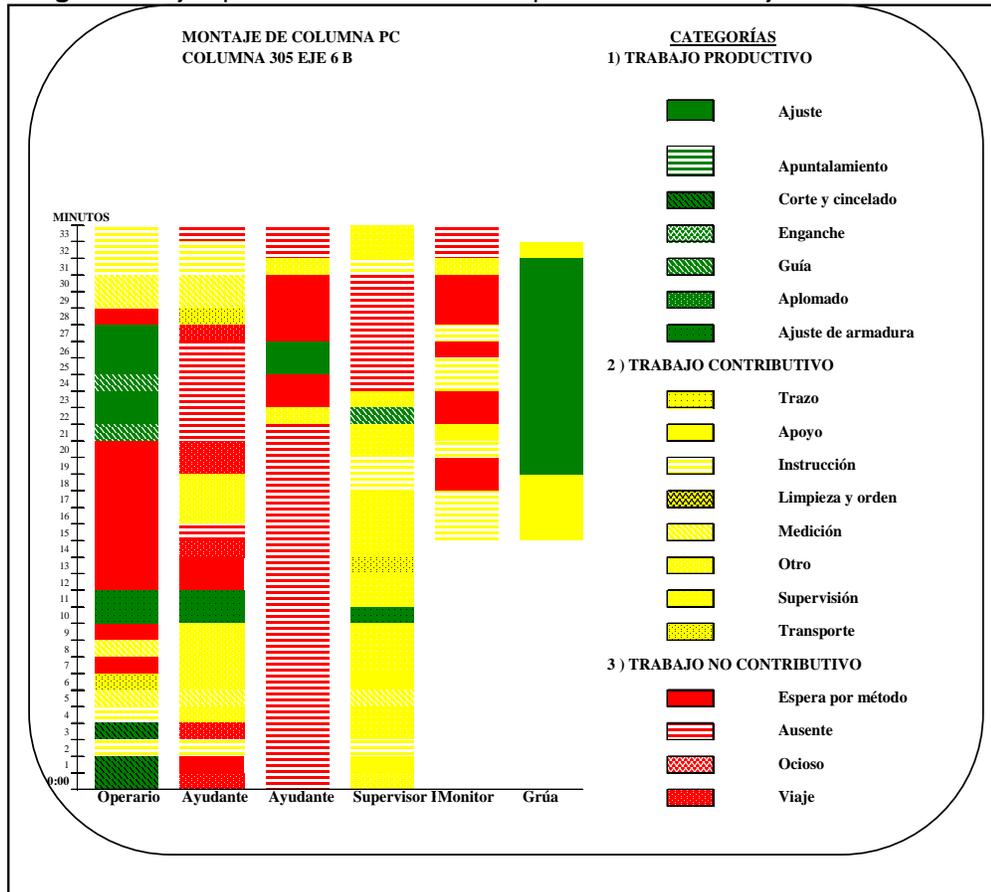
Este AP se deriva muchas veces de los informes del SINA, ya que en ocasiones se requiere ahondar más en la actividad para detectar qué causas afectan los incrementos de los TC o TNC. Este análisis se concentra en una sola actividad.

Por medio del Estudio del Trabajo se utiliza la Carta de Balance, que consiste en graficar por medio de barras cuáles actividades está realizando un trabajador en un determinado tiempo, clasificándolo en las distintas categorías de trabajo como son TP, TC o TNC y sus respectivas subactividades. Observando la gráfica, se analizan las relaciones y comportamiento de la cuadrilla en un determinado momento, descubriendo patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo. La Figura 6 muestra un ejemplo de este gráfico.

En el momento de realizar los muestreos, se recomienda descomponer la actividad en tareas simples y fácilmente reconocibles, con el fin de simplificar la labor del analista de productividad. Las observaciones son realizadas en ciclos de 1 minuto en donde se debe cubrir el total de la cuadrilla y clasificar esa observación en el tipo de trabajo (TP, TC, TNC).

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo utilizado, más que la eficiencia de la cuadrilla, de modo que no se pretende hacer que los trabajadores trabajen más duro o más horas, sino determinar la forma más inteligente de ejecutar el trabajo mejorando los procedimientos o herramientas o modificando el tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

Figura 6. Ejemplo de carta de balance aplicada a un montaje de columnas.



La técnica de carta de balance o de equilibrio de la cuadrilla es una de las técnicas más recomendadas para estructurar las relaciones entre los recursos constituyentes de las cuadrillas y especialmente para la mano de obra.⁶

A partir de la carta de balance se obtiene la información siguiente:

Gráfico de distribución de tiempos

- Se obtiene los tiempos dedicados en forma porcentual de la actividad completa

Gráfico de sub-actividades

- Se obtiene los tiempos dedicados en forma porcentual de cada sub-actividad según su categoría (TP, TC, TNC)

Cálculo de productividad

- De acuerdo a los datos obtenidos de la actividad como son el tiempo de muestreo, trabajadores observados, avance de la actividad se obtiene el rendimiento, la productividad, la velocidad y las Horas-Hombre Perdidas.

⁶ Referencia 15

Una vez recopilada la información se genera el informe, el cual debe ser presentado a los encargados del proyecto para que se tomen oportunidades de mejora en un tiempo corto.

Este informe debe ser presentado en una reunión formal en donde participa el gerente de proyecto, jefe de cuadrilla, maestro de obras e ingenieros residentes con el fin de que se produzca una discusión sobre la actividad analizada y consecuentemente se genere una cultura de mejora hacia las demás actividades para obtener mejores rendimientos de obra. Una vez presentado el informe, se plantean las mejoras discutidas y se ponen en marcha con fecha de implementación y su respectiva verificación de cumplimiento.

Para el registro de las observaciones se utiliza un formulario, el cual se puede apreciar en la Figura 7.

El formulario corresponde a unas columnas en donde se asigna un número a cada trabajador, se anota el tiempo de observación y por medio de alguna abreviatura asignada por el observador de la actividad se codifica el tiempo de trabajo que se está ejecutando. A partir de este formulario se realiza la carta de balance.

Figura 7. Formulario para análisis de procesos de actividades constructivas específicas.

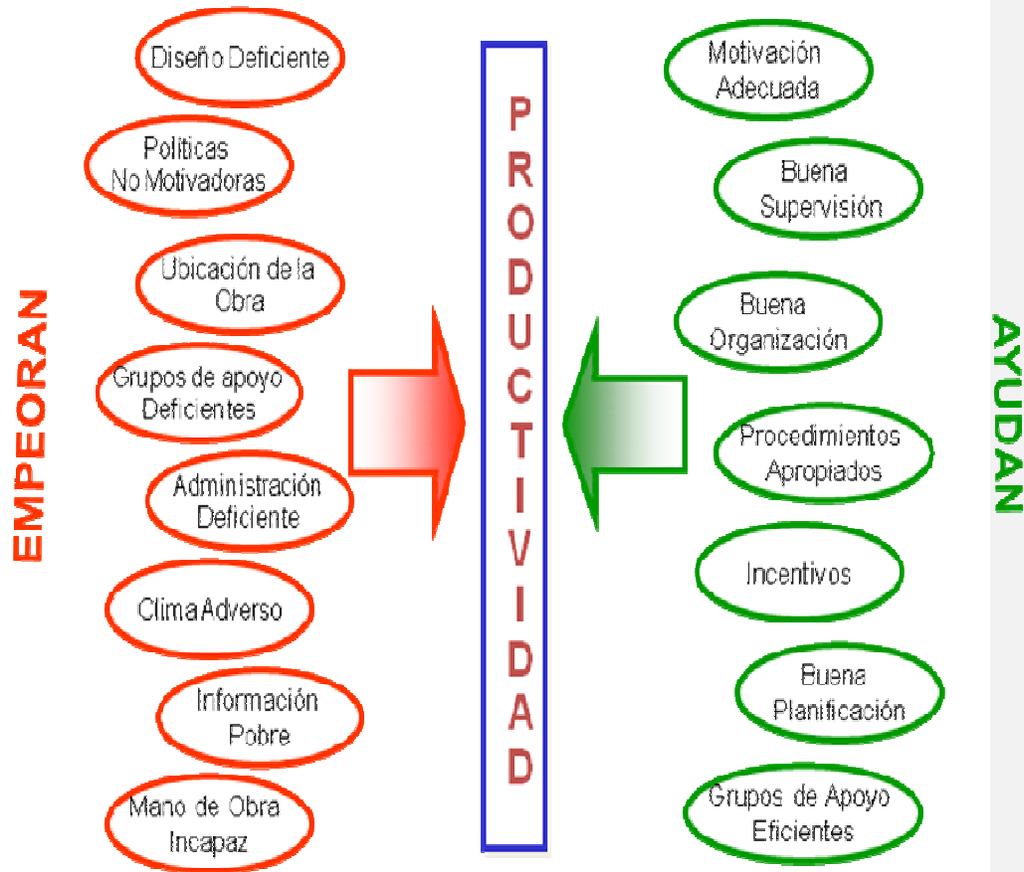
| ANÁLISIS DE OPERACIONES | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------------|
| OBRA: ACTIVIDAD: | | FECHA: MUEST: | | | | | | | | | | | |
| Hora | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | CATEGORIAS |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Factores que afectan la productividad

Existen diversos factores que afectan la productividad, tal y como se presenta en la Figura 8, en la cual se observa cada uno de los factores que no solamente empeoran la productividad sino también aquellos factores que ayudan a tener niveles de productividad y de actividad positivos.

Entre los factores que influyen negativamente y positivamente en la productividad se pueden mencionar los que aparecen en la Figura 8.

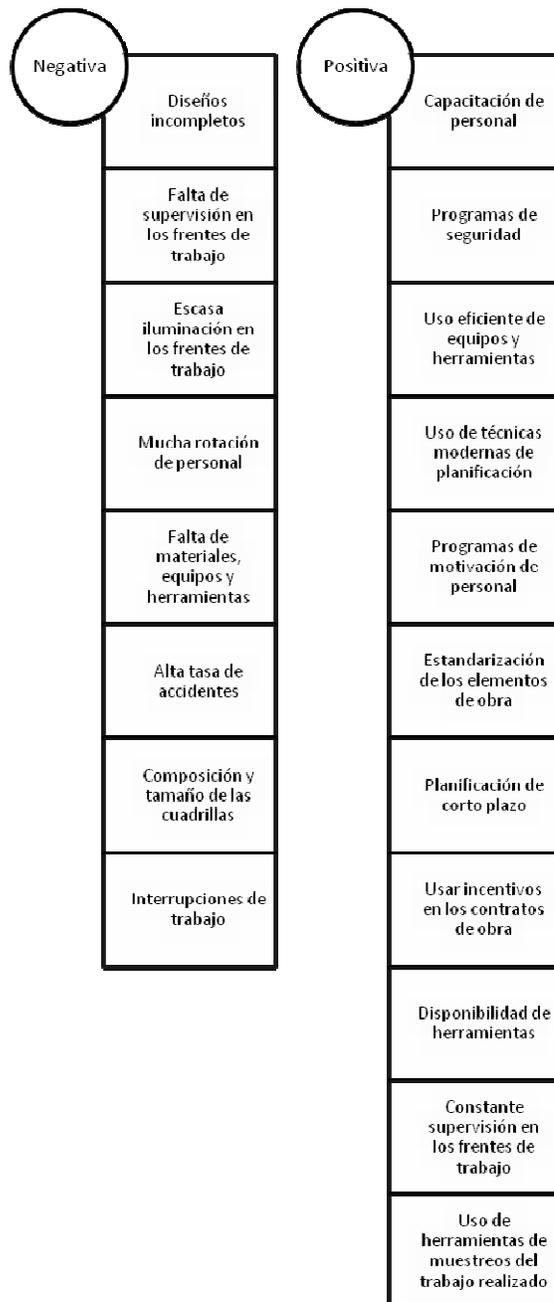
Figura 8. Factores que afectan y ayudan a la productividad



Fuente: SGP, 2007

Es importante conocer estos factores, ya que como se observa en las figuras 8 y 9, son muchas las variables que se deben controlar y especialmente las que afectan la productividad. Esos factores repercuten directamente en la mano de obra y por ende en el desarrollo del proyecto, la eficiencia de los procesos constructivos y métodos de trabajo. Muchos de esos factores son conocidos en los proyectos pero se desconoce el impacto ya que no tienen forma de cuantificarlo; pero cuando se ejecutan mediciones de campo y con los resultados obtenidos, esos factores se pueden disminuir o eliminar haciendo a la empresa constructora más competitiva y reconocida.

Figura 9. Factores que influyen negativa y positivamente en la productividad



Fuente: SGP, 2007

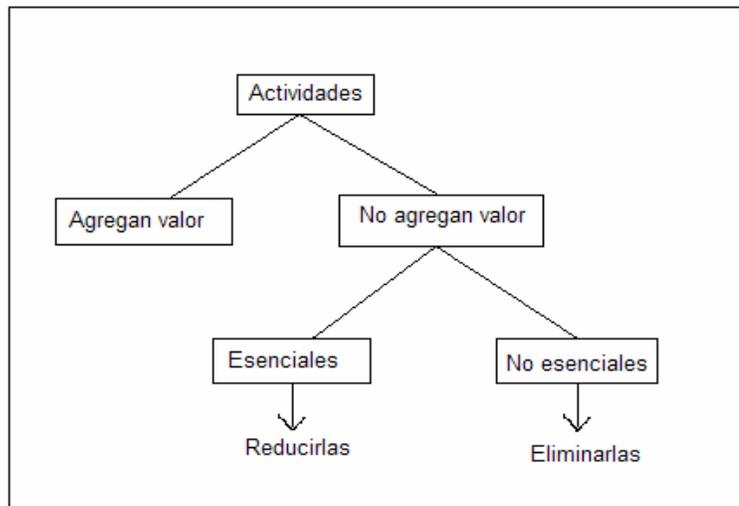
Filosofía constructiva: “Lean Construction”, nueva forma de construir

El *Lean Construction* se basa en el principio de *Lean Production*, el cual nació para empresas manufactureras con el objetivo de fabricar a costos muy

bajas diversidad de productos con la teoría de “cero desperdicio” y mejoramiento continuo.

Las actividades se clasifican en dos tipos: aquellas que agregan valor al producto y las que no agregan valor al producto. Para estas, se requieren recursos y tiempo, pero es en la que “agrega valor” a la actividad que deseamos que se genere el consumo de recursos y tiempo. En la figura 10 se observan los tipos de actividades y sus aristas de desarrollo, especialmente para las que no agregan valor.

Figura 10. Tipos de actividades



Fuente: Daniela Díaz, 2007

El objetivo primordial es la reducción o eliminación de recursos, tiempo o espacios que no agregan valor al producto. Esto sucede en una simple línea de producción donde se tiene la producción de flujo de materiales o información, que son denominados procesos, y están los flujos como inspecciones, transportes o esperas, y son estas las que hay que eliminar o disminuir. Se habla de disminuir y no de eliminar en aquellos flujos que son inherentes al proceso, como es el caso de los transportes, pero que sí se pueden disminuir.

Lean Production tiene 8 principios que son aplicables a su filosofía y que recurren al *Lean Construction*, incorporando algunos más. Entre los principios con que cuenta *Lean Production* se observan, en la figura 11:

Figura 11. Principio del *Lean Production*

| | |
|---|---|
| Identificar las actividades que no agregan valor | <ul style="list-style-type: none">•El reducir o si es posible eliminar las actividades que no agregan valor en una línea de producción es fundamental para poder lograr mejoras en el sistema |
| Incrementar el valor del producto | <ul style="list-style-type: none">•No es suficiente eliminar las actividades que no agregan valor si las actividades que agregan valor no lo están haciendo eficientemente |
| Reducir la variabilidad | <ul style="list-style-type: none">•Desde el punto de vista del cliente, un producto uniforme le brinda mayor satisfacción y desde el punto de vista de la producción, la variabilidad genera mayores actividades que no agregan valor, lo cual genera interrupciones en el flujo de trabajo y, por ende, mayores tiempos de ciclo |
| Reducción del tiempo de ciclo | <ul style="list-style-type: none">•El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos de flujo y conversión que son necesarios para producir un lote de producción. |
| Simplificación de procesos | <ul style="list-style-type: none">•Podemos entender la simplificación de procesos, como una reducción de los componentes o números de pasos para realizar un producto principalmente, simplificar los procesos es mejorar el flujo |
| Introducir el mejoramiento continuo | <ul style="list-style-type: none">•La base está en la creación de una metodología de identificación de las causas de no cumplimiento. |
| Benchmarking | <ul style="list-style-type: none">•Esto quiere decir, comparar continuamente los procesos propios con los del líder en el área e incorporar así lo mejor del otro en mi empresa, basándome en los potenciales detectados en la competencia. |

Fuente: Daniela Díaz, 2007

El *Lean Construction* surge, como se ha comentado anteriormente, del *Lean Production* y su implementación requiere de un cambio cultural.

Uno de los obstáculos que enfrenta la construcción para la aplicación del *Lean* es que cada proyecto difiere de otros y se desarrolla en ambientes inciertos, sumado a que la cantidad de variables, como los subcontratistas que tienen, cada uno, su forma de trabajar.

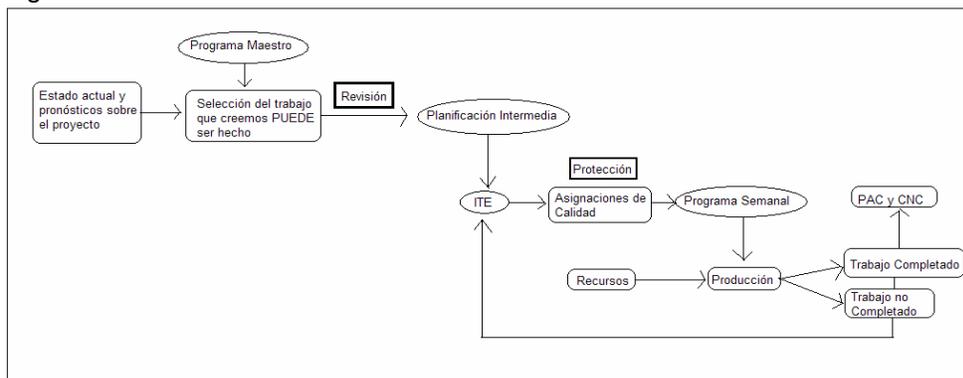
Lean Construction, indudablemente, viene a ser una ayuda para los procesos constructivos, desde su planificación hasta el último elemento fabricado, mejorando los flujos de trabajo, reduciendo la variabilidad y sus dependencias entre las distintas actividades para conformar un elemento. Lo anterior trae no solo satisfacción al cliente, sino competitividad e integración de los sistemas de calidad.

Las herramientas de medición de la productividad de la mano de obra analizadas anteriormente, se convierten en un apoyo para el desarrollo del *Lean Construction* en la reducción de la variabilidad y en los flujos de trabajo.

Como herramienta de planificación para el *Lean Construction* se desarrolla el “Último Planificador”, también conocido como *Last Planner*, que consiste en programar las actividades desde lo más general (Programa Maestro) hasta el más detallado (Planificación Semanal). La fortaleza de este sistema de planificación es adelantarse en aquellos problemas que probablemente van a impedir ejecutar una tarea ya sea por falta de espacio, materiales, mano de obra o equipo.

En la Figura 12 se observa un resumen del “Último Planificador” con cada una de sus etapas y controles de autogestión para mejorar la productividad en obra.

Figura 12. Resumen del “Último Planificador”.



Fuente: Daniela Díaz, 2007

Se comienza con un programa maestro que establece las actividades que se van a realizar a lo largo del proyecto; se revisa y se elabora un plan estratégico o una planificación intermedia que consiste en visualizar en un corto

plazo (pueden ser 4 ó 6 semanas, por ejemplo) las actividades por realizar. Para efectuar esas actividades se plantea un Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), el cual indica si las actividades no presentan ninguna restricción para que sean hechas; una vez que esa actividad no presenta ninguna restricción se programa en la Planificación Semanal, la cual presenta los responsables de realizar dicha actividad, cuánto pueden hacer del total de la actividad y es éste el que se convierte en el último planificador.

Al concluir la semana que fue planificada anteriormente, se revisan los compromisos que se adquirieron cuando se programó el avance de esa semana y se obtiene una nota porcentual denominada Porcentaje de Actividades Completadas (PAC). Si no se logró completar el avance programado, se obtiene un registro de Causas de No Cumplimiento (CNC), las cuales serán evaluadas por la dirección del proyecto para corregirlas o controlarlas.

El “Último Planificador” crea un ambiente más organizado no solo en el campo de trabajo sino que también contribuye con la calidad de vida de los obreros, ya que se vuelven más eficientes, es decir, producen utilizando menos recursos (esfuerzos, menor agotamiento, menor accidentabilidad).

Conclusiones

- Actualmente, nuestro país no cuenta con indicadores de productividad en mano de obra que sirva de referencia para los distintos tipos de obra para que ayuden a mejorar los procesos constructivos. La carencia de estudios en campo son la principal causa de no contar con dichos indicadores, ya que las metodologías empleadas son poco conocidas.
- Las herramientas de medición utilizadas para medir la productividad de la mano de obra son de utilidad para buscar alternativas de mejora en los procesos constructivos y reducción de costos en mano de obra, siendo estos tipos de estudio de bajo costo y de gran impacto en la inversión de proyectos.
- Los factores que afectan la productividad son en muchos casos conocidos por los proyectos constructivos, pero por falta de mediciones desconocen el impacto que producen esos factores en los tiempos de entrega y en los costos de mano de obra.
- Las nuevas filosofías mundiales en mejoramiento de procesos no solo son aplicables en los sectores industriales. El sector construcción debe actualizarse en las nuevas tendencias y analizar las formas en que se pueden aplicar en dicho sector. Lo anterior hace que la filosofía *Lean* sea una nueva forma de construir, al menos en Costa Rica, de una forma ordenada y responsable, ya que hay muchas empresas constructoras que trabajan como se hacía 30 años atrás. Al incursionar

en esta filosofía y el desarrollo del “Último Planificador”, las empresas constructoras se volverán más competitivas no solo en precio sino en calidad.

Recomendaciones

- Proponer planes de muestreo a la Cámara Costarricense de la Construcción para que implemente estudios de productividad en diversos proyectos de construcción a nivel nacional, elaborar indicadores que sirvan de referencia para los demás proyectos y así conocer si sus niveles son los esperados de acuerdo al tipo y etapa de proyecto y, consecuentemente, buscar soluciones a los distintos métodos de trabajo para buscar competitividad en el sector.
- Los muestreos que se realizan todos los días en una hoja de registro hacen que la tabulación de datos y procesamiento sean de tiempos prolongados, cuando lo que se busca con estos estudios son resultados inmediatos para atacar los problemas; por lo que se sugiere utilizar tecnologías de información como una *handheld computer* para la toma de registros, ya que la descarga de los datos en un computador es rápido y así la información va ser oportuna para la toma de decisiones.
- Los informes realizados de los registros tomados en campo no deben ser muy extensos y deben contener la información necesaria para que se tomen decisiones claras. El uso de la fotografía es de gran apoyo para aclarar el tipo de actividad que realizan, así como los videos.
- Las herramientas para evaluar la productividad de la mano de obra son de apoyo importante para detectar los factores que afectan la productividad, por lo que los estudios generales de las obras podrían revelar las causas de dichos factores y cuantificar el impacto que tiene ese factor en campo, tanto en plazo como en costo.
- La filosofía *Lean Construction* requiere de compromiso corporativo para que logre el efecto deseado en las empresas constructoras, ser eficientes, competitivas y satisfacer las necesidades de los clientes. Aplicar los conceptos y los principios “lean” necesita de un cambio cultural, así como el desarrollo del “Último Planificador” requiere dedicación y trabajo en equipo, ya que si bien la Dirección del proyecto estipula las pautas y los programas de trabajo, son los obreros los que se convierten en los últimos planificadores y son ambas partes las que conforman el éxito del proyecto.

Referencias bibliográficas

1. Alfaro Zúñiga, Luis Arturo. (1998). *Identificación y evaluación de factores que afectan la productividad de la mano de obra en la construcción*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
2. Arcia Espinoza, Celia Cristina. (2003). *Estimación de rendimientos de mano de obra en procesos constructivos de viviendas utilizando bloques modulares de concreto*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
3. Fernández Morales, Roberto. (2003). "Efecto del clima de Costa Rica en los costos de mano de obra en proyectos". *Revista de la Cámara Costarricense de la Construcción*. San José, Costa Rica.
4. González Ramírez, Jorge Alonso. (2003). *Estudio preliminar de factores que afectan la productividad de la construcción en Costa Rica*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
5. Muñoz Caravaca, Walter. (2004). *Determinación de los rendimientos reales de mano de obra para el montaje del sistema constructivo polimuro de la empresa Escosa*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
6. Muñoz Umaña, Flor de María. (2004). *Factores que favorecen o limitan la productividad de la mano de obra en proyectos de construcción*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
7. Ramírez Murillo, José. (2004). *Análisis de la productividad para varias actividades de la construcción por medio de la medición de retrasos en el ciclo de producción*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
8. Rojas, E., Aramvareekul, P (2003). "Is Construction Labor Productivity Really Declining?". *Journal of Construction Engineering Management*. ASCE, Virginia.

9. Sumanth David. (1990). *Ingeniería y administración de la productividad*. México: Editorial McGraw Hill.
10. Serpell B. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Alfaomega Grupo Editor, S.A de C. V. Ediciones Universidad Católica de Chile de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Segunda edición.
11. Suárez Serrano, José Antonio. (2005). *Control del consumo en el recurso mano de obra, durante el desarrollo de un proyecto de construcción*. Tesis (Maestría profesional en Administración de la Construcción). Universidad de Costa Rica. San José.
12. Walpole, Ronald. (1992). "*Probabilidad y estadística*". México: Editorial Mac Graw Hill.
13. Thomas H.R., Horman M., Minchin E., y Chen D. (2003). "Improving Labor Flow Reliability for Better Productivity as Lean Construction Principle". *Journal of Construction Engineering and Management*. ASCE, Virginia.
14. Díaz, Daniela. (2007). *Aplicación del sistema de planificación "Last Planner" a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*. Tesis (Licenciatura para Ingeniería Civil). Universidad de Chile.
15. Barrientos, Alejandro. (2007). *Productividad en construcción*. Sistemas de Productividad y Gestión, GEPUC, Universidad Católica de Chile.
16. Ocampo, Juan José. (2008). *Diagnóstico, medición y mejoramiento de la productividad de la mano de obra en obra gris de edificaciones*. Proyecto de graduación (Licenciatura en Ingeniería Civil)--Universidad de Costa Rica. San José.
17. Hernández Sampieri, Roberto, y otros. (1997). *Metodología de la investigación*. México: Editorial-Mc Graw Hill. Tercera Edición.