


COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE
INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010.

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI,
TAMU, ICA, e invitados.



3



**TECNOLOGÍA PARA
INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN
LA CONSTRUCCIÓN
DE VIVIENDA**

**Dr. Carlos Enrique Arcudia
Abad
Dr. Gilberto Abenamar
Corona Suárez
MI. Romel Gilberto Solís
Carcano**

TECNOLOGÍA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

**Dr. Carlos Enrique Arcudia Abad
Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez
MI. Romel Gilberto Solís Carcano**

Universidad Autónoma de Yucatán
Correo: aabad@tunku.uady.mx
Correo: csuarez@tunku.uady.mx

“TECNOLOGÍA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA”.

RESUMEN

En México existe la necesidad urgente de abatir el rezago en la dotación de vivienda a sus habitantes; por lo que es necesario aumentar la productividad en esta actividad. La respuesta hasta ahora ha sido mejorar los aspectos técnicos conducente principalmente a un mejor rendimiento de los recursos materiales utilizados en esta actividad. Sin embargo, dado que esta actividad utiliza mano de obra intensiva, se hace necesario innovar desarrollando tecnologías administrativas que consideren los aspectos complejos tangibles e intangibles de la gestión de los recursos, principalmente los humanos, estudiando, analizando y entendiendo el fenómeno para lograr un aprendizaje organizacional y así poder innovar para gestar un cambio en el sector. En este trabajo se presenta una propuesta de este tipo de tecnología que incluye un modelo teórico conceptual, el procedimiento para la aplicación y la validación realizada en dos diferentes proyectos, en el entendimiento de que es importante, en estudios posteriores determinar las necesidades de gestionar los cambios que contribuyan de una manera permanente la actitud deseada en los recursos humanos. Pues tanto las personas que gestionan los proyectos y así como las que los realizan debería obtener todavía mejores y mayores resultados. Para lograrlo se requerirá de un aprendizaje organizacional, considerando los factores culturales por un lado y los elementos que intervienen que pudieran obstaculizar ese cambio. No obstante el alcance de este primer intento, los resultados mostraron que el uso de esta tecnología, que es proactiva, puede tener incidencia favorable en los aspectos tangibles o sea los costes y el tiempo de obra. Asimismo, se observaron la presencia de las condiciones necesarias para elevar la productividad que se derivan de la teoría del capital intelectual: confianza, innovación, participación y compromiso; y de la presencia o ausencia de las siguientes situaciones: trabajo en equipo, liderazgo, homogeneidad de valores, facilitación de las labores por adecuación de la organización, participación de los clientes en el proceso y relación con proveedores.

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

INTRODUCCIÓN

El concepto de productividad está presente en todas las actividades humanas tendientes a satisfacer las necesidades materiales de los habitantes de la tierra (Sumanth, 1997). La construcción, como parte de ellas, no puede soslayar esta dimensión relacionada con la producción. Los que participan en este sector de la sociedad tradicionalmente han logrado incrementar la productividad basándose principalmente en resolver los problemas técnicos de los aspectos materiales. Sin embargo, no se ha hecho mucho por la gestión del proceso y mucho menos por la del recurso humano de obra, por ser complejas, en las que se incluyen aspectos tanto tangibles como intangibles. No obstante, estos aspectos resultan ser críticos cuando se trata del empleo intensivo del recurso humano de obra, como en el caso de la construcción de viviendas.

De la situación del contexto se observa que en México entre las dificultades que afronta la construcción de vivienda dos de ellas sobresalen de las demás, la primera de ellas es el rezago creciente en la satisfacción de la demanda de vivienda, pues el déficit en el 2007 se estimaba en 12 millones (Saldierna, 2007). La segunda, es el empleo poco eficiente y efectivo de los recursos, en particular el del humano; en la que se desarrolla mucho esfuerzo pero solo se logra un porcentaje bajo de tiempo dedicado a realizar el contenido básico del trabajo (González Fajardo & Arcudia Abad, 1997; Arcudia Abad & González Fajardo, 1999).

La problemática anterior ha conducido a buscar ser creativos en la administración (Farid, El-Sharkawy y Austin, 1993) y desarrollar tecnologías innovadoras que permitan regular proactivamente la productividad del recurso humano de obra, a través de los factores principales que en ella influyen con el propósito de incrementarla. De acuerdo con el análisis de la literatura y utilizando el enfoque de sistemas y procesos como criterio organizador (Stevenson, 1993), los múltiples factores que influyen en la productividad del recurso humano de la construcción se pueden agrupar en los tres tipos siguientes: de insumo, de proceso y del contexto que rodea el sitio de la obra.

Todo lo anterior sin menoscabo de comentar que para incrementar la productividad se deben de acondicionar previamente los recursos humanos que intervendrán en el proyecto con el objeto de poder garantizar en mayor medida los resultados que se piensan obtener. Este trabajo pretende presentar un modelo teórico en una primera etapa con el objeto de estudiar las variables propuestas. A futuro en siguientes etapas sería necesario ajustar dicho modelo ya que tendría que ser reevaluado. Como consecuencia eventualmente deberá ser ajustado, debiendo eventualmente incorporar elementos que dentro de la complejidad del mismo objeto de estudio permitirán facilitar un aprendizaje organizacional y, sobretodo, de los individuos, lo que permitiría con mayor certeza asegurar los resultados.

A partir de esta visión se planteó el objetivo general siguiente: desarrollar una tecnología que incluya los tres tipos de factores que influyen en la productividad del recurso humano de obra: los de insumo, proceso y contexto, que contribuya a tomar decisiones para regularla proactivamente e incrementarla.

Esta tecnología se realizó a través de las etapas siguientes: a) desarrollo del modelo teórico conceptual fundamentado en la influencia de los tres tipos de factores sobre la productividad del recurso humano de obra; b) procedimiento práctico para su aplicación; y c) validación de la tecnología poniéndola a operar en el contexto de obras, para comprobar que contribuyera a tomar decisiones para regular proactivamente la productividad e incrementarla, etapa en la que se centra el presente escrito.

EL MODELO TEÓRICO

El desarrollo del modelo se basó en la percepción de la construcción bajo un enfoque de sistemas (Ackoff, 2002) y de proceso (ver Figura 1). De acuerdo con éstos, la productividad de una actividad dada de construcción puede ser influida por tres tipos de factores provenientes de los insumos, del propio proceso y del contexto en que se realiza la obra, los cuales pueden incrementarla o disminuirla.

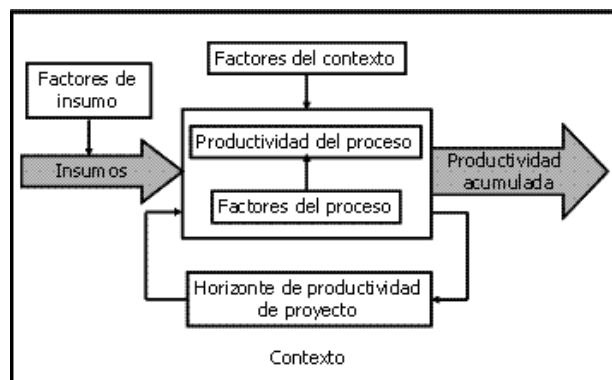


Figura 1. Modelo teórico

En dicho proceso el resultado es la productividad acumulada que se obtiene a lo largo del proyecto de construcción. Tomando en primer término los **factores del insumo**, entre ellos solo se percibió uno significativo en el contexto estudiado, que fue la dificultad inherente que existe para ejecutar una actividad de construcción tal como se indican en los planos y especificaciones, lo que da lugar al indicador *grado de complejidad* (GC) aspecto observado también por Fox, Marsh y Cockerham (2002).

En la etapa del proceso el modelo incluye tres elementos: horizonte y umbral de productividad, factores del proceso y productividad del proceso. El horizonte y umbral de productividad abarca los siguientes indicadores basados en el modelo de Thomas (1999):

- *Horizonte de productividad de un proyecto* (HP), el cual es global y representa el valor de la mejor productividad; está en función del grado de complejidad de la actividad a realizar. Representa el resultado de las mejores prácticas administrativas tanto para el recurso humano de obra como para los otros recursos del proyecto dentro de un grado de complejidad dado. Se calcula a partir de la productividad diaria (PD), que es el resultado de dividir la cantidad de actividad realizada en un día entre las horas hombre empleadas

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

para hacerla (Sumanth, 1997); con estos valores se obtiene el HP como la mediana de la productividad de los cinco mejores días.

- *Horizonte de productividad calculado* (HPC) que es el valor de la mejor productividad de la base de datos, se obtiene mediante una ecuación de regresión lineal tomando como variable independiente el grado de complejidad de cada proyecto y como dependiente el horizonte de productividad de cada uno de los proyectos en la base.
- *Umbral de productividad* (UP) que es igual a la mitad del horizonte de productividad calculado para el grado de complejidad específico al que pertenezca el proyecto.
- *Índice de anormalidad* (IA) que es el cociente de dividir los días anormales entre el total de días hábiles en que se realizó la actividad en un proyecto. Son considerados días anormales todos aquellos cuya productividad no alcanza el umbral.

Los factores del proceso están asociados con la administración y se considera que son los que influyen más directamente sobre la productividad en esta etapa. Se dividen en dos tipos de subfactores: los de gestión del recurso humano de obra y los de administración del proyecto. Éstos por lo general causan pérdidas de productividad, así que mientras más pequeños son sus valores, menor es el efecto de pérdida que provocan. Puede darse el caso que se presenten con signo negativo, que es cuando tienen un efecto positivo sobre la productividad. Los factores del proceso comprenden los indicadores siguientes:

- *La capacidad del recurso humano de obra* (CRH) representa el efecto de la gestión del recurso humano. Es la diferencia entre el horizonte de productividad calculado y el horizonte de productividad del proyecto.
- *El índice de capacidad del recurso humano de obra* (ICRH) se obtiene dividiendo la capacidad del recurso humano de obra (CRH) entre el horizonte de productividad calculado para el grado de complejidad 1 (HPC1) que corresponde al diseño del proyecto más sencillo de los incluidos en la base de datos.
- *La administración del proyecto* (AP) representa el efecto de la gestión de los otros recursos y se calcula como la diferencia entre la productividad del proceso y la capacidad del recurso humano de obra.
- *El índice de administración del proyecto* (IAP) se obtiene dividiendo la administración del proyecto entre el horizonte de productividad calculado para el grado de complejidad 1.
- *La productividad del proceso de un proyecto* (PP) es la pérdida que sufre la mejor productividad del proyecto o sea su horizonte de productividad, por el efecto de los factores de la administración y del contexto. Se calcula obteniendo la diferencia de restar al horizonte de productividad la productividad acumulada total.

- *La Productividad del proceso calculada (PPC)* es el valor representativo de las pérdidas de productividad en la base de datos por el efecto de los factores de la administración y los del contexto para el conjunto de proyectos en ella incluidos. Se expresa en función de los efectos de la administración y del contexto mediante una ecuación de regresión.

Los factores del contexto son el efecto de las influencias del entorno que rodea la obra. Las condiciones meteorológicas han aparecido en la literatura sobre la construcción (El-Rayes y Moselhi, 2001) como uno de los factores que pueden ser causa de incidencias sobre el proceso de construcción. Se desarrolló un indicador llamado *índice de clima (IC)* que se calcula dividiendo el número de días en que las condiciones meteorológicas son causa de anormalidad entre el total de días hábiles.

El resultado en cualquier momento de la operación del sistema es **la productividad acumulada**.

Comprende los siguientes indicadores:

- *La productividad acumulada diaria (PA)* que se obtiene dividiendo en cada día la sumatoria de la producción lograda hasta ese momento entre la sumatoria de horas hombre.
- *La productividad acumulada total (PAT)* representa la productividad actual resultante del proyecto. Se calcula dividiendo el total de la producción de toda la actividad entre el total de horas-hombre trabajadas para concluirla.

PROCEDIMIENTO PARA SU APLICACIÓN

El esquema del procedimiento de aplicación de la tecnología para una actividad dada de construcción es el siguiente:

1. Construcción de la base de datos
 - 1.1. Captura de datos de los proyectos
 - 1.1.1. Identificación de los factores de insumo
 - 1.1.1.1. Construcción de la escala para el grado de complejidad
 - 1.1.1.2. Determinación del grado de complejidad (GC) de cada proyecto y asignación de código
 - 1.1.2. Cálculo del horizonte de productividad
 - 1.1.2.1. Cálculo de la Productividad diaria (PD)
 - 1.1.2.2. Registro de las incidencias
 - 1.1.2.3. Cálculo del horizonte de productividad de proyecto (HP)
 - 1.1.2.4. Trazo y análisis de gráficas de variabilidad
 - 1.1.3. Cálculo de los factores del contexto
 - 1.2. Integración de la base de datos
 - 1.2.1. Cálculo del horizonte de productividad calculado y del umbral de productividad
 - 1.2.1.1. Cálculo del horizonte de productividad calculado (HPC)
 - 1.2.1.2. Cálculo del umbral de productividad (UP)
 - 1.2.2. Cálculo del índice de anormalidad

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

- 1.2.2.1. Cálculo de la frecuencia de los días anormales
 - 1.2.2.2. Cómputo del total de los días hábiles en que se realizó la actividad
 - 1.2.2.3. Cálculo del índice de anormalidad
 - 1.2.3. Cálculo de los factores del contexto
 - 1.2.3.1. Cálculo de la frecuencia de los días anormales por causas meteorológicas
 - 1.2.3.2. Cómputo del total de los días hábiles en que se realizó la actividad
 - 1.2.3.3. Cálculo del índice de clima
 - 1.2.4. Cálculo de los factores del proceso
 - 1.2.4.1. Cálculo de la capacidad del recurso humano (CRH)
 - 1.2.4.2. Cálculo del índice de capacidad del recurso humano (ICRH)
 - 1.2.5. Cálculo de la productividad acumulada
 - 1.2.5.1. Cálculo de la productividad acumulada diaria (PA)
 - 1.2.5.2. Cálculo de la productividad acumulada total (PAT)
 - 1.2.5.3. Trazo de la gráfica de productividad acumulada del proyecto
 - 1.2.5.4. Trazo de la gráfica de productividad acumulada promedio
 - 1.2.6. Cálculo de la productividad del proceso
 - 1.2.6.1. Cálculo de la productividad del proceso (PP)
 - 1.2.6.2. Cálculo de la administración del proyecto (AP)
 - 1.2.6.3. Cálculo del índice de administración del proyecto (IAP)
2. Análisis de un nuevo proyecto
- 2.1. Determinación y cálculo de los indicadores de los factores y de productividad
 - 2.2. Comparación proactiva de los indicadores con los de la base de datos y análisis de incidencias
 - 2.3. Evaluación final de los resultados del proyecto
 - 2.4. Incorporación de los datos a la base

VALIDACION

Para validar la tecnología se escogió una de las actividades de la construcción de una vivienda que fue la elaboración del muro o pared de bloques de concreto. Ésta es una de las tres actividades con mayor costo (13% del total) y ocupa el 19% del tiempo de construcción de una unidad. Aunque esta actividad es superada en costes por las de cimentación y acabados, técnicamente es la que presenta, actualmente, las características más aproximadas para enfocarse como un procedimiento industrial. La construcción del cimiento, que ocupa el segundo lugar en costes, ha demostrado tener un gran componente de esfuerzo humano y presenta por lo tanto improductividad por fatiga, la cual habría que suprimir primero, lo que es en sí materia de un estudio particular. En el caso de los acabados, que es la tercera, la improductividad se da por desperdicio en los materiales.

De acuerdo con el procedimiento de aplicación de la tecnología se construyó la base de datos y posteriormente se analizaron nuevos proyectos. El número de proyectos de construcción observados para construir la base fue de 21. Una vez obtenida la base de datos necesaria se analizaron dos nuevos proyectos de construcción, a los cuales se tuvo acceso durante el periodo dedicado a esta validación; uno al que se denominó como A (con 6 unidades de vivienda) y otro, como B (con 12 unidades).

El Proyecto A correspondió a una compañía constructora con un promedio de construcción de 1300 viviendas al año en el sitio de observación y de 3000 en el nivel regional. Aunque ésta ha demostrado tener apertura a las innovaciones, sobre todo en cuestiones de logística de los materiales, y estandarización y sistematización de sus procesos administrativos, sigue siendo tradicional en cuanto a la gestión del recurso humano de obra a quien se le paga a destajo.

Ha tenido importantes logros en el abatimiento de los costos basada en una economía de escala.

Dado el tamaño, tiene una organización piramidal de cinco niveles por lo que la institucionalización de las innovaciones es lenta, en particular en lo relacionado con el recurso humano de obra. En general el clima imperante fue de respeto, pero se pudo percibir la diferencia de intereses entre obreros y directivos.

En el caso de la compañía en que se ubicó el Proyecto B, se trató de una empresa relativamente menor con un volumen de construcción anual de alrededor de 500 viviendas. Su organización está constituida formalmente por dos niveles, un gerente general, quien es el dueño y básicamente opera los asuntos de la oficina central de la constructora y un residente de campo quien es el encargado de supervisar tanto la logística como el desempeño de los subcontratistas y obreros. Esta empresa tiene gran flexibilidad en la acción y bastante buena comunicación con sus subcontratistas de mano de obra de albañilería, propiciada por un clima abierto, aunque los sistemas de contratación de los obreros son los tradicionales y el pago es a destajo.

En estos dos nuevos casos, en el Proyecto A la compañía después del análisis de los resultados a los seis días decidió no actuar proactivamente. En el caso del Proyecto B sí se tomó la decisión de actuar proactivamente.

Para la validación se utilizaron tanto criterios cuantitativos como cualitativos. Los primeros fueron los costes directos de la mano de obra y el tiempo de construcción. Los cualitativos se relacionaron con la teoría del capital intelectual (Sullivan, 2001). Esto se observó directamente a través de la presencia o ausencia de las siguientes condiciones: confianza, innovación, participación y compromiso; y de la presencia o ausencia de las siguientes situaciones: trabajo en equipo, liderazgo, homogeneidad de valores, facilitación de las labores por adecuación de la organización, participación de los clientes en el proceso y relación con proveedores.

Proyecto A. En este proyecto como se puede inferir de la Tabla 1 la ganancia en términos de productividad acumulada fue de 0,02 m²/h-h, que es la diferencia entre la productividad acumulada a los 18 días menos la de los 6 días.

Tabla 1. Productividades acumuladas del proyecto A

Indicador	Valor a 6 días	Valor a 18 días
PAT	0.99 m ² /h-h	1.01 m ² /h-h

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Costes. Debido a que el pago fue al destajo la ventaja o desventaja económica se refleja en el ingreso del obrero. El pago por metro cuadrado de muro o pared de bloques de concreto fue de 25.00 pesos; de acuerdo con esto se calculó cuánto podría ser el ingreso semanal de un obrero trabajando seis jornadas por semana de a nueve horas cada una. El cálculo de la semana de pago se hizo de acuerdo con los valores de productividad acumulada siguientes: mínimo de la base de datos, promedio de la base de datos, máximo de la base de datos, a los seis días de iniciada la actividad y al finalizar la actividad (ver Tabla 2).

Tabla 2. Cálculo de salarios semanales de acuerdo con los diferentes valores de productividad acumulada en el Proyecto A

	PAT m ² /h-h	Pago m ² /h-h (\$ 25 por m ²)	Pago jornada de 9 horas	Pago semana de seis jornadas
Base de datos				
Mínimo	0,96	24,00	216,00	1296,00
Promedio	1,24	31,00	279,00	1674,00
Máximo	1,53	38,25	344,25	2065,50
Proyecto A				
6 días	0,99	24,75	222,75	1336,50
18 días	1,01	25,25	227,25	1363,50

Como puede observarse en este proyecto la diferencia semanal entre el pago correspondiente a la productividad acumulada en 18 días no es significativamente mayor que la de los seis días.

Tiempo. La empresa podría tener una mayor capacidad de producción y menor tiempo en la recuperación del capital. En la Tabla 3 se presentan los cálculos de los días que llevaría construir las paredes de una unidad de vivienda (73.245 m²).

Tabla 3. Tiempo de construcción del muro o pared de una vivienda en el Proyecto A

	PAT m ² /h-h	h-h para construir 73.245 m ²	Núm. de días para una unidad (27 h-h/día)
Mínimo	0,96	76,30	2,8
Promedio	1,24	59,07	2,2
Máximo	1,53	47,87	1,8
6 días	0,99	73,98	2,7
18 días	1,01	72,52	2,7

Se puede advertir que no existe diferencia entre hacerlo con la de los seis días o la de 18 días.

En general de esta evaluación cuantitativa se puede inferir que en este proyecto no se decidió actuar proactivamente y los resultados obtenidos fueron prácticamente iguales a los 6 días y a los 18 días. Ambos quedando en desventaja con la base de datos.

EVALUACIÓN CUALITATIVA

De acuerdo con la información cualitativa recabada del Proyecto A estuvieron ausentes la mayoría de las condiciones y situaciones del enfoque del capital intelectual.

Proyecto B. En este proyecto, como se puede inferir de la Tabla 4, la ganancia en términos de productividad acumulada fue de 0,23 m²/h-h, que es la diferencia entre la productividad acumulada a los 18 días menos la de los 6 días.

Tabla 4. Productividades acumuladas del proyecto B

Indicador	Valor a 6 días	Valor a 18 días
PAT	1.83 m ² /h-h	2.06 m ² /h-h

EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Costes. Se procedió de igual manera que en el Proyecto A obteniendo los resultados incluidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Cálculo de salarios semanales de acuerdo con los diferentes valores de productividad acumulada en el Proyecto B

	PAT m ² /h-h	Pago m ² /h-h (\$ 25 por m ²)	Pago jornada de 9 horas	Pago semana de seis jornadas
Base de datos				
Mínimo	0,96	24,00	216,00	1296,00
Promedio	1,24	31,00	279,00	1674,00
Máximo	1,53	38,25	344,25	2065,50
Proyecto A				
6 días	1,83	45,75	411,75	2470,50
18 días	2,06	51,50	463,50	2781,00

Como puede observarse en este proyecto hay una diferencia entre el pago semanal hecho con base en los seis días que el hecho con base en los 18.

Tiempo. Como ya se mencionó la empresa constructora es la que se podría beneficiar por concluir la actividad en menos tiempo, lo que redundaría en una mayor capacidad de producción de la empresa. En la Tabla 6 se presentan los cálculos de los días que llevaría construir las paredes de una unidad de vivienda (102.125 m²/h-h) bajo los diferentes valores de productividad acumulada total.

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

Tabla 6. Tiempo de construcción del muro o pared de una vivienda en el Proyecto B

	PAT m ² /h-h	h-h para construir 73.245 m ² h	Núm. de días para una unidad (27 h-h/día)
Mínimo	0,96	76,30	2,8
Promedio	1,24	59,07	2,2
Máximo	1,53	47,87	1,8
6 días	1,83	55,81	2,1
18 días	2,06	49,58	1,8

En general de esta evaluación cuantitativa se puede inferir que en este proyecto en que se decidió actuar proactivamente los resultados obtenidos fueron diferentes a los 6 días y a los 18 días. Ambos quedando en ventaja con la situación de la base de datos.

EVALUACIÓN CUALITATIVA

De acuerdo con la información cualitativa recabada sobre el Proyecto B los resultados indicaron que estuvieron presentes la mayoría de las condiciones y situaciones de los enfoques del conocimiento y del capital intelectual.

DISCUSIÓN

El que se hayan dado las circunstancias propicias en la empresa del proyecto B no quiere decir que se haya transformado totalmente y de ahora en adelante vaya a actuar consistentemente de esta manera. Tampoco por este hecho aislado su competitividad será aumentada a largo plazo.

El efecto observado puede deberse también en parte a la motivación desarrollada por los trabajadores y administradores respecto a involucrarse en hacer algo diferente. Por lo tanto es necesario pensar en la manera que el cambio se institucionalizará.

Tomando en cuenta el cambio, los aspectos como tiempo y costes que son tangibles pueden alentar al empresario a involucrarse en él atraídos por el solo hecho de maximizar sus utilidades. Sin embargo, es necesario hacer conciencia en ellos de la consideración de los aspectos intangibles involucrados y el esfuerzo que a ellos deberá dedicar a tratarlos, lo cual podría no ser un atractivo, sobre todo si el empresario es conservador.

Sin la consideración de los intangibles, la satisfacción tanto de los clientes internos como de los externos de la organización no se dará y por ende tampoco la competitividad de la empresa. Entre los aspectos de interés sobre los clientes internos, la gestión del recurso humano deberá cambiar de manera drástica y definitiva. Esto demanda una alta dosis de creatividad e innovación, apertura, confianza y compromiso por parte de los involucrados. La dificultad se hace más compleja si se toma en cuenta que las empresas constructoras regularmente operan con base en proyectos. Surgen entonces cuestionamientos acerca de cómo lograr y mantener una tasa conveniente de cambio en un horizonte de tiempo relativamente pequeño o, viéndolo desde otra perspectiva, bajo qué condiciones y términos se puede hacer más estable o más duradera la contratación y permanencia de los trabajadores.

Con referencia a los aspectos relacionados con los clientes externos y en general con proveedores, organismos gubernamentales y privados con los que interactúa la empresa, también demandarán un nuevo tipo de tratamiento a su relación. Este proceso de la transformación es complejo y por lo tanto tomará su tiempo.

Las empresas pioneras si bien tendrán en el futuro, a mediano y largo plazo con una mayor probabilidad, ventajas en el logro de la competitividad, no obstante a corto plazo podrían perder su posición en el mercado actual e incluso no subsistir. Por lo tanto, todos estos cambios deberán ser gestionados estratégicamente por las empresas constructoras.

CONCLUSIONES

La tecnología desarrollada permitió, mediante la aplicación del procedimiento propuesto, medir los indicadores tanto de los tres tipos de factores, como los de la productividad.

La validación de la tecnología permitió demostrar la regulación proactiva de la variación de los factores que inciden en la productividad en el caso en que la empresa tomó la decisión de elevar los resultados de productividad. En contraste con los resultados obtenidos en el caso donde la decisión de la empresa fue continuar operando sin tomar medida alguna para modificar los resultados.

El uso de esta tecnología puede extenderse a otro tipo de obreros de la construcción de vivienda, a los de otros tipos de construcción y en general a cualquier actividad productiva o de servicio que se realice en forma de brigada.

RECOMENDACIONES

Es necesario tener siempre las bases de datos actualizadas para poder hacer una retroalimentación confiable a los nuevos proyectos que se vayan incluyendo. El siguiente paso de este desarrollo deberá ser sistematizar el procedimiento de aplicación con el fin de minimizar el tiempo invertido en la toma de datos, el procesamiento de la información, la actualización de la base de datos y la retroalimentación a los proyectos. Esta retroalimentación permitirá una reevaluación para incorporar elementos como el aprendizaje organizacional y la preparación previa de los recursos humanos a intervenir, con el objeto de acondicionarlos para garantizar con mayor certeza los resultados esperados.

De acuerdo con el flujo de los nuevos proyectos, deberá de establecerse un plazo para la revisión periódica de la tecnología, con el fin de actualizar tanto sus principios científicos, como la consistencia de su sistema de información.

Aunque el tipo de factores del contexto no haya sido significativo hasta el momento, es recomendable seguir monitoreándolos, pues conforme se amplíe la base de datos y se incluyan otros contextos, pueden asomar diferencias que resulten ser significativas.

Por último, para lograr incrementar la productividad y obtener una mayor competitividad de la industria de la construcción en nuestra región, es necesaria una mayor educación, tanto de los individuos como inducir procesos que permitan un mayor y mejor aprendizaje, como de los líderes que organizan los procesos productivos en este sector.

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

REFERENCIAS.

1. Ackoff, R. (2002). El paradigma de Ackoff: Una administración sistémica, México: Limusa.
2. Arcudia Abad, C. E., & González Fajardo, J. A. (1999). Estudio del trabajo en la construcción masiva de vivienda. Ingeniería: Revista académica de la Facultad de Ingeniería: Universidad Autónoma de Yucatán , 3 (2), 19-29.
3. El-Rayes, Khaled y Osama Moselhi (2001). Impact of rainfall on the productivity of highway construction, Journal of construction engineering and management, 127(2), 125-131.
4. Farid, Foad, Ahmed R. El-Sharkawy y L. Kevin Austin (1993). Managing for creativity and Innovation in A/E/C organizations, Journal of management in engineering, 9(4), 399-409.
5. Fox, Stephen, Laurence Marsh y Graham Cockerham (2002). How building design imperatives constrain construction productivity and quality, Engineering, construction and architectural management, 9(5), 378-387.
6. González F., José A. y Carlos Arcudia A (1997). Estudio del trabajo y de los rendimientos de mano de obra en la construcción masiva de vivienda, Ingeniería: Revista académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán, 1(2), 9-22.
7. Saldierna, G. (28 de Octubre de 2007). México presenta un rezago de 12 millones de viviendas: Ventilarán el caso en organismo de Naciones Unidas. La jornada , 24 , 8330. México, DF.
8. Stevenson, William J. (1993). Production/operations management, 4a. ed., Burr Ridge: Irwin.
9. Sullivan, Patrick H. (ed) (2001). Rentabilizar el capital intelectual: Técnicas para optimizar el valor de la innovación, Barcelona: Paidós.
10. Sumanth, David J. (1997). Ingeniería de la productividad: Medición, evaluación, planeación y mejoramiento de la productividad en organizaciones de manufactura y servicio, México: McGraw-Hill.
11. Thomas, H. Randolph e Ivica Zavrski (1999). Construction baseline productivity: Theory and practice, Journal of construction engineering and management, 125(5), 295-303.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado de la Secretaría de Educación Pública de México por el apoyo brindado a través del convenio PROMEP/103.5/03/2527.

ACERCA DEL AUTOR (AUTORES)

El Dr. Carlos Enrique Arcudia Abad estudió la licenciatura en Ingeniería Química en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Educación Superior en la misma universidad. Se graduó de Doctor en Ciencias Técnicas en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría de La Habana, Cuba. Actualmente es Profesor Investigador Titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

El Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en Instituto Tecnológico de Mérida, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán. Obtuvo su Ph. Degree en la Universidad de Alberta, Canadá. Actualmente es Profesor Investigador Titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

El Mtro. Rómel Gilberto Solís Carcaño estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería Construcción en la misma universidad. Actualmente es Profesor Investigador Titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.