

Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción

Carlos Enrique Arcudia Abad¹, Rómel Gilberto Solís Carcaño², y Julio Rodrigo Baeza Pereyra³.

RESUMEN

Este proyecto de investigación se generó con base en el rezago existente en la satisfacción de vivienda en México que en el 2002 alcanzó los 5,2 millones de unidades, según expertos en el tema; el empleo poco eficiente y eficaz de los recursos, en particular el humano; y en que está declinando la oferta de mano de obra debido a la apertura de nuevas fuentes de trabajo, tales como los desarrollos turísticos de Cancún y las maquiladoras. El propósito principal fue la identificación y la cuantificación de los tipos de factores que influyen en la productividad de los proyectos de construcción masiva de viviendas de interés social. La metodología aplicada se basó en una adaptación del modelo de los factores de la productividad desarrollado por Thomas y Savrski, el cual quedó integrado por tres tipos de factores: los de insumo, los de proceso y los del contexto en que se realiza la obra. Se construyeron escalas e instrumentos para medir los indicadores tanto de la productividad como de los tres tipos de factores, los cuales fueron validados en su contenido por un conjunto de expertos. Como resultado, además de la base de datos correspondiente a la productividad, se obtuvo una metodología para medir, y eventualmente comparar y modificar la productividad, susceptible de ser utilizada por las empresas constructoras involucradas en la construcción masiva de vivienda de interés social.

Palabras clave: construcción, productividad, productividad de mano de obra.

INTRODUCCIÓN

No obstante que a principios de la década de 1990 se contaba en México con un parque habitacional de 17.8 millones de viviendas, alrededor de 4.6 millones de ellas presentaban condiciones de hacinamiento y precariedad. A este déficit se han agregado las demandas que han surgido por la formación de nuevas familias durante la década de 1990. Esto implicaba que de seguir la tendencia se esperaba que la demanda existente a principios de esa década se incrementara al finalizarla. Se estimaba que durante el período 1995-2000 la demanda acumulada o déficit de vivienda en el nivel nacional ascendería a 4.6 millones, comprendiendo ésta las necesidades de construcción y mejoramiento (Poder Ejecutivo Federal, 1995); cifra que, de acuerdo con los expertos en el campo, se rebasó. Según Islas (2002) el rezago en el 2002 alcanzó los 5.2 millones de viviendas.

¹ Profesor Investigador, Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción.

² Profesor Investigador, Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción.

³ Profesor Investigador, Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción.

Por otra parte, los recursos humanos de la construcción, que hasta principios de la década de 1990 era fáciles de encontrar, pues existía una abundante disponibilidad de gente proveniente del campo, que por falta de actividad en el campo acudía a las ciudades empleándose como obrero principalmente de la construcción, han comenzado a disminuir. Dos fenómenos modifican esta oferta de trabajadores durante la mencionada década. Uno es el aumento de las “maquilas”, no sólo en las entidades fronterizas sino en estados como Yucatán que tenían desempleo en el campo. Las maquilas en este estado se inician en 1990 con 14 establecimientos que ocupaban 2,627 personas; llegando en el 2001 a las siguientes cifras: 130 establecimientos y 32,956 personas contratadas, cabe mencionar que la tendencia ha sido sostenidamente creciente (Industria maquiladora de exportaciones, 2001). El otro fenómeno es el auge del desarrollo turístico en el estado vecino de Quintana Roo, el cual ha demandado no sólo recursos humanos para la construcción sino también para apoyar la prestación de servicios a los turistas; como datos relacionados se pueden mencionar que la infraestructura hotelera en 10 años pasó de 173 establecimientos, con 10,873 cuartos en 1990 (Anuario estadístico: Quintana Roo, 1991), a 599 con 47,695 habitaciones en el 2000 (Anuario estadístico: Quintana Roo, 2001). Esto ha ocasionado que los recursos humanos, antes abundantes en la región, empiecen a escasear en cantidad y calidad, especialmente aquellos que se emplean en la construcción de vivienda.

Lo anterior hace necesario extender el estudio de la productividad del recurso humano de obra de la construcción masiva de vivienda e ir incluyendo los factores que tienen significado para el fenómeno. Además del método de trabajo y la administración de los materiales, que son factores del proceso, es necesario incluir a otros tipos que intervienen en el fenómeno y desarrollar las pautas para poder accionar sobre ellos y facilitar aquellos que agilizan el trabajo y disminuir o erradicar

aquellos que inhiben la productividad del recurso humano.

El propósito principal del proyecto fue proponer lineamientos técnicos y administrativos que permitan el aumento de la producción y de la productividad de la mano de obra en las empresas dedicadas a la construcción de vivienda de interés social. Éstos están basados en la identificación y la cuantificación de los tipos de factores que influyen en la productividad de los proyectos de construcción masiva de viviendas de interés social.

METODOLOGÍA

Con base en la revisión de la literatura sobre el tema se desarrolló un modelo teórico basado en el enfoque de sistemas y procesos, el cual fue una adaptación del de los factores de la productividad desarrollado por Thomas y Savrski (1999). Éste quedó integrado por tres tipos de factores: los de insumo, los de proceso y los del contexto en que se realiza la obra. Para la toma de datos de productividad y acerca de los factores, se construyeron escalas e instrumentos, los cuales fueron validados en su contenido por un conjunto de expertos.

El modelo constituye la base teórica científica sobre la que descansa la investigación realizada y sirvió de referencia al procedimiento empleado para la recolección de los datos, el cual se presenta más adelante. El modelo se describe a continuación.

Factores de Insumo

Las condiciones regionales homogéneas en cuanto a insumos condujo a un solo indicador, el grado de complejidad (GC), para la actividad a realizar que se determinó utilizando una escala creciente como la que se ejemplifica en la Tabla 1.

Tabla 1. Escala de medición del contenido de trabajo en construcción de muros con bloques de concretos

Escala	Grado de complejidad	Descripción
1	Bajo.	Muros con bloqueadura sencilla y refuerzo externo, o sea con castillos armados
2	Medio.	Muros con bloqueadura sencilla y refuerzo interno, o sea con castillos ahogados
3	Alto.	Muros con bloqueadura con refuerzo interno y externo y con esquinas diferentes de 90 ⁰

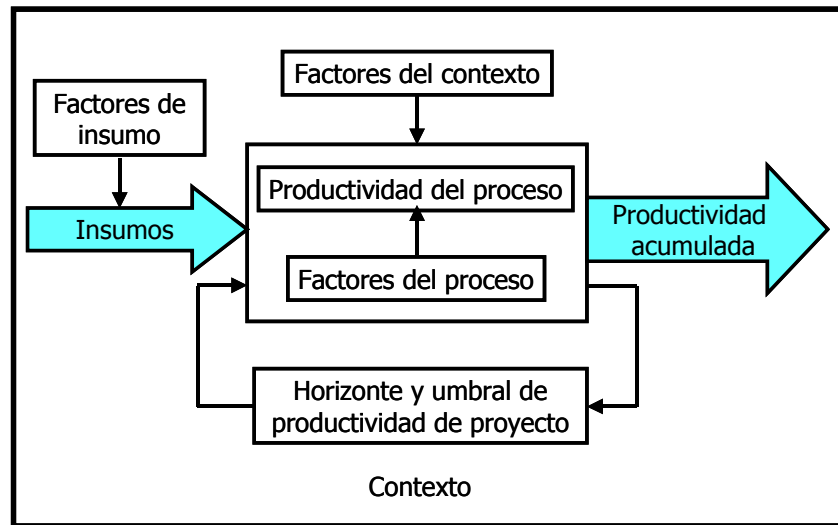


Figura 1. Modelo conceptual

Horizonte y umbral de productividad

El **horizonte de productividad de un proyecto (HP)**, indicador global que representa el valor de la mejor productividad, está en función del grado de complejidad de la actividad a realizar y es la mediana de los tres días que tiene la productividad diaria más alta. La **productividad diaria (PD)** es el resultado de dividir la cantidad de actividad realizada en un día entre las horas hombre (h-h) empleadas para hacerla (ver Ecuación 1).

$$PD = \frac{\text{Cantidad de actividad realizada}}{h-h} \quad (1)$$

El **horizonte de productividad calculado (HPC)** 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 ellos (ver Ecuación 2).

$$HPC = a + bGC \quad (2)$$

El criterio para considerar aceptable la productividad diaria es el **umbral de productividad (UP)**. Es igual a la mitad del horizonte de productividad calculado para el grado de complejidad específico del proyecto (ver Ecuación 3) y se expresa en m²/h-h.

$$UP = \frac{HPC_{GC}}{2} \quad (3)$$

Un **día anormal (DA)** es aquel en que la productividad diaria no iguala o supera el umbral de productividad. El **índice de anomalía (IA)** es el cociente de dividir el número de días anormales entre el total de días hábiles en que se realizó la actividad (ver ecuación 4).

$$IA = \frac{\text{Número de días anormales (DA)}}{\text{Total de días hábiles}} \quad (4)$$

Factores del contexto

Índice de clima (IC) que es el cociente de dividir el número de días en que las condiciones meteorológicas, como ejemplo en nuestro contexto: la lluvia, son causa de anomalía entre el número de días hábiles (ver Ecuación 5).

$$IC = \frac{\text{Días con anomalía por clima}}{\text{Total de días hábiles}} \quad (5)$$

Factores del proceso

Son los factores asociados con la administración. Se dividen en los relacionados con la gestión del recurso humano de obra y la administración del proyecto. Normalmente son causantes de pérdidas de productividad. Cuando aparecen con signo negativo es cuando tienen un efecto positivo sobre la productividad.

La **capacidad del recurso humano de obra (CRH)** es la carga que se impone a la productividad

cuando la disposición hacia el trabajo no es la óptima. 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. Se calcula mediante la ecuación 6:

$$CRH = HPC_{GC} - HP \quad (6)$$

Para integrar los efectos de este subfactor sobre la productividad del proceso se crea el **índice de capacidad del recurso humano de obra (ICRH)** dividiendo la capacidad del recurso humano de obra (CRH) entre el horizonte de productividad calculado para el grado de complejidad 1 (HPC_1) (ver Ecuación 7).

$$ICRH = \frac{CRH}{HPC_1} \quad (7)$$

La **administración del proyecto (AP)** es la carga que se impone sobre la productividad cuando la disposición de la administración a mantener las condiciones del sitio de trabajo mediante una gestión de los otros recursos no es la óptima. Se obtiene restándole a la productividad del proceso (PP, definida abajo) la CRH (ver Ecuación 8).

$$AP = PP - CRH \quad (8)$$

Como en el caso de la capacidad del recurso humano de obra, este subfactor se indexa con referencia al HPC_1 (ver Ecuación 9)

$$IAP = \frac{AP}{HPC_1} \quad (9)$$

Productividad del proceso

En un proyecto la **productividad del proceso (PP)** es la pérdida que sufre la mejor productividad o sea su horizonte, por el efecto de los factores de la administración y del contexto. Es la diferencia entre el horizonte de productividad y la productividad acumulada total (PAT) la cual se define más abajo (ver Ecuación 10).

$$PP = HP - PAT \quad (10)$$

Para la base de datos se obtiene la **productividad del proceso calculada (PPC)**, valor representativo de las pérdidas de productividad en la base de datos por los factores de la administración y

los del contexto para el conjunto de proyectos en ella incluidos (ver Ecuación 11).

$$PPC = a + bICRH + cIAP + dIC \quad (11)$$

Productividad acumulada

Se realiza el cálculo de la **productividad acumulada diaria (PA)** dividiendo en cada día la sumatoria de la producción lograda hasta ese momento entre la sumatoria de horas hombre (ver Ecuación 12). Su gráfica constituye la **curva de aprendizaje del proyecto**.

$$PA = \frac{\sum \text{Producción diaria}}{\sum h - h \text{ diarias}} \quad (12)$$

La **productividad acumulada total (PAT)** representa la productividad actual resultante del proyecto expresada en $m^2/h-h$ (ver Ecuación 13).

$$PAT = \frac{\text{Total de la producción del proyecto}}{\text{Total de h-h para construir}} \quad (13)$$

Con los datos de productividad acumulada de todos los proyectos se traza la **gráfica de productividad promedio** que simboliza la curva de aprendizaje de la base de datos.

Unidad de análisis, población y muestra

La unidad de análisis fue la cuadrilla de albañiles asignada a una actividad de construcción. La cuadrilla se compone de un número variable de albañiles que trabajan para un mismo contratista y son destinados a una actividad específica. La población fue el conjunto de todas las cuadrillas en la Península de Yucatán, durante el periodo de observación, a las que se tuvo acceso y se contó con los recursos para el trabajo de campo. El periodo de observación fue de Marzo de 2001 a Marzo de 2002. Debido a la necesidad de contar con el consentimiento del contratista, el del gerente de la compañía constructora y la disponibilidad de los observadores, el número de cuadrillas observadas durante el periodo fue de 21. Seis de ellas participaron en el estudio piloto mediante el cual se probó y ajustó el procedimiento para la toma de datos. Por lo cual en el estudio definitivo se incluyeron a las 15 restantes.

Procedimiento para recabar y generar información

Para este propósito se diseñó una cédula que junto con el procedimiento para su utilización fueron validados con la prueba piloto con seis cuadrillas que no se incluyeron en la base de datos definitiva. La unidad básica de observación la constituyó la cuadrilla de albañilería antes descrita y los datos que se tomaron correspondieron al trabajo conjunto del grupo. En este instrumento se registró:

- Información para el cálculo de la productividad diaria
- Información correspondiente a las incidencias así como de las causa que las produjeron. Las incidencias consideradas pudieron ser:
 - Interrupciones del trabajo.
 - Suspensión temprana de la jornada de trabajo.
 - Desórdenes en el ritmo de trabajo

Las causas de las incidencias más recurrentes de acuerdo con la literatura fueron: disposición de las áreas de almacenaje de materiales, disponibilidad de materiales, disponibilidad de herramientas, disponibilidad de equipo, congestiónamiento e interferencias entre trabajadores, esperas por interferencia en la secuencia de los trabajos, retrabajos, accidentes, supervisión, manejo de la mano de obra, clima, condiciones físicas del área de trabajo, diseño del proyecto, huelga o problemas relacionados. En el instrumento, además de estas explicaciones, se pudieron añadir otras no especificadas con su respectiva descripción.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los elementos del modelo teórico para la actividad correspondiente a construcción de muros con bloques de concreto. La Tabla 2 resume el conjunto de datos de productividad en la actividad construcción de muro de bloques de concreto.

Tabla 2. Valores de productividad obtenidos en los 15 proyectos

Proyecto	HP	HPC	PAT	UP	PP	IPP	PPC
101	1,44	1,99	0,90	0,995	0,54	0,27	0,54
102	2,25	1,99	1,63	0,995	0,62	0,31	0,62
103	2,46	1,99	1,63	0,995	0,83	0,42	0,83
104	1,33	1,99	1,19	0,995	0,14	0,07	0,13
105	1,91	1,99	1,57	0,995	0,34	0,14	0,33
106	1,88	1,99	1,20	0,995	0,68	0,34	0,68
107	2,53	1,99	1,68	0,995	0,85	0,43	0,85
108	1,85	1,99	1,13	0,995	0,72	0,36	0,72
109	1,60	1,99	1,25	0,995	0,35	0,18	0,34
110	2,40	1,99	1,32	0,995	1,08	0,54	1,08
111	2,18	1,99	1,19	0,995	0,99	0,50	0,99
112	1,75	1,99	1,10	0,995	0,65	0,33	0,65
201	1,80	1,44	1,23	0,720	0,57	0,29	0,56
202	1,05	1,44	0,87	0,720	0,18	0,09	0,17
301	0,88	0,89	0,78	0,445	0,10	0,05	0,09

En la Figura 2 se observa una gráfica de variabilidad del proyecto 101, la cual se integró por los datos de productividad diaria de este proyecto. En ella pueden observarse también el horizonte de productividad y el umbral de productividad correspondientes.

En la tabla 3 se presenta el resumen de los datos de los factores para los 15 proyecto que constituyeron la base de datos.

La Figura 3 es una gráfica de la productividad acumulada promedio de la base de datos y representa la curva de aprendizaje de la actividad construcción de muros de bloques de concreto que se obtiene a partir de los 15 proyectos.

DISCUSIÓN

De acuerdo con el modelo, el factor de insumo significativo para el contexto es el grado de complejidad de la tarea de construcción a realizar. Esta característica está asociada al diseño. Esto ha sido considerado en la literatura por autores como Thomas, Korte, Sanvido *et al* (1999) quienes consideran que los aspectos relacionados con el diseño, tales como la documentación generada en esta etapa tienen influencia sobre los niveles de productividad. Fox, Marsh y Cockerham (2002) y Arcudia, Loría y Salinas (1998), aunque observan el mismo fenómeno, señalan que las actividades del diseño impactan también la calidad del trabajo.

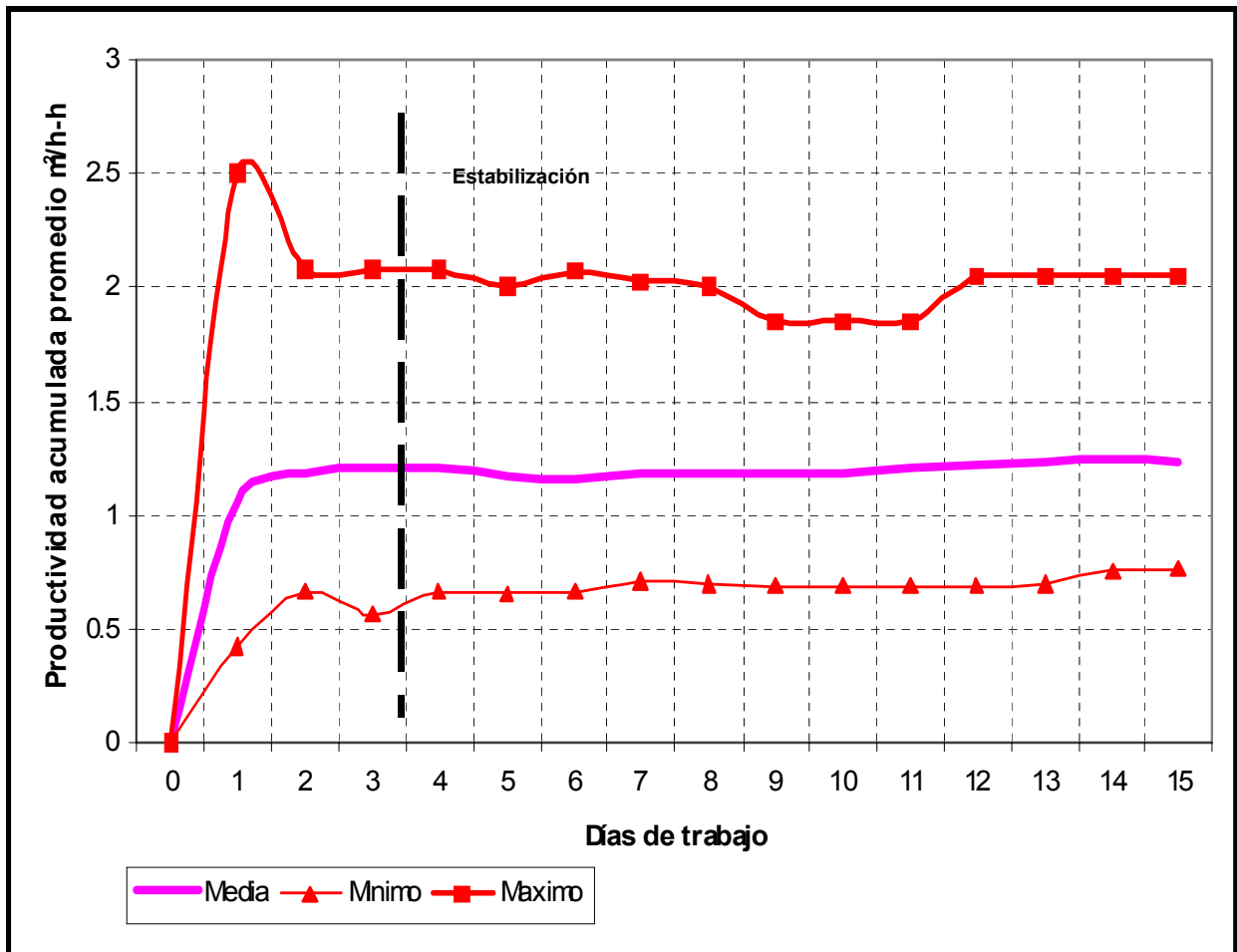


Figura 2. Variabilidad de la productividad del proyecto 101

Tabla 3. Valores de los factores obtenidos en los 15 proyectos

Insumo		Tipos de factores					Contexto
Ident.	GC	CRH	ICRH	AP	IAP	IA	IC
101	1	0,55	0,28	-0,2	-0,01	0,61	0,00
102	1	-0,26	-0,13	0,88	0,44	0,57	0,00
103	1	-0,47	-0,24	1,3	0,65	0,59	0,00
104	1	0,66	0,33	-0,52	-0,26	0,47	0,00
105	1	0,08	0,04	0,26	0,13	0,25	0,25
106	1	0,11	0,06	0,57	0,29	0,47	0,00
107	1	-0,54	-0,27	1,39	0,70	0,14	0,18
108	1	0,14	0,07	0,58	0,29	0,59	0,19
109	1	0,39	0,20	-0,04	-0,02	0,56	0,00
110	1	-0,41	-0,21	1,49	0,75	0,43	0,02
111	1	-0,19	-0,10	1,18	0,59	0,46	0,02
112	1	0,24	0,12	0,41	0,21	0,47	0,03
201	2	-0,36	-0,18	0,93	0,47	0,07	0,00
202	2	0,39	0,20	-0,21	-0,11	0,14	0,00
301	3	0,01	0,01	0,09	0,05	0,38	0,00

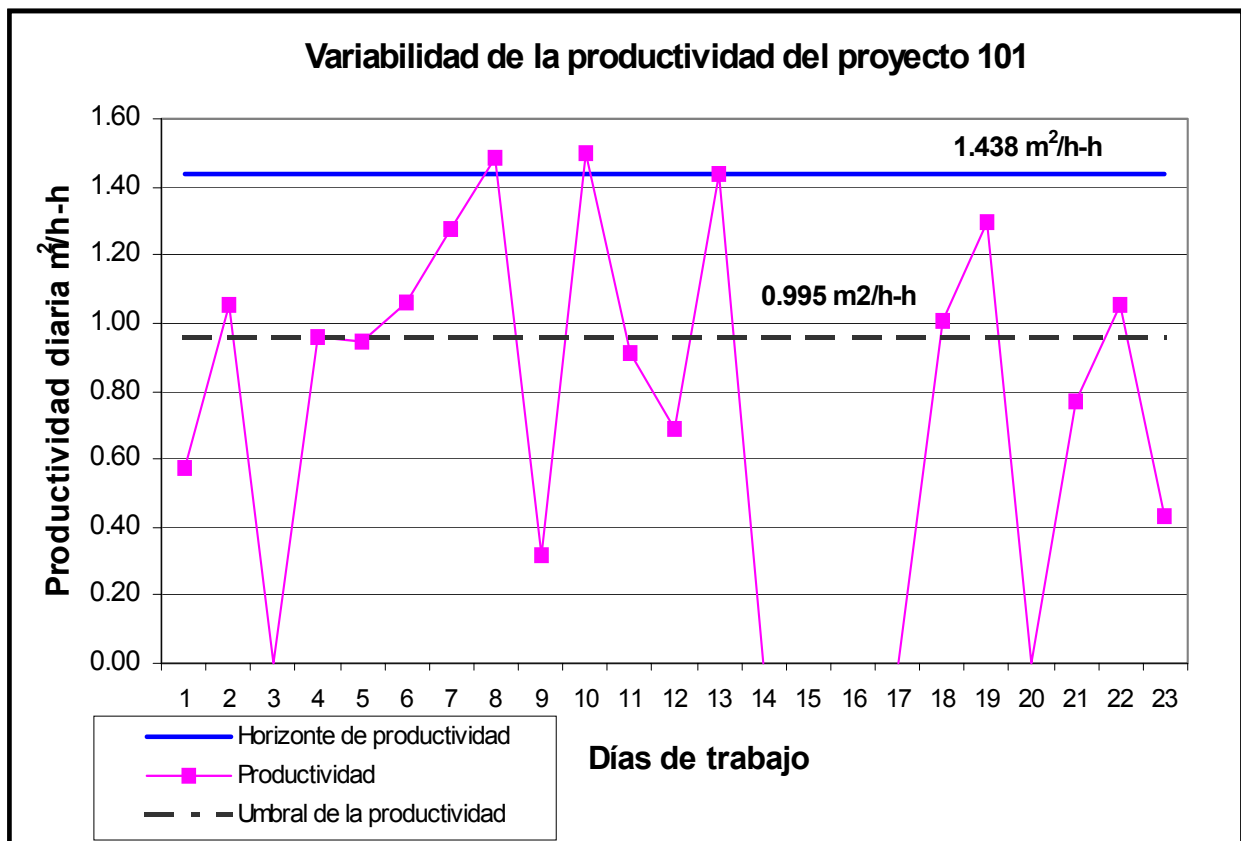


Figura 3. Curva promedio de productividad acumulada de la base de datos

Jergeas y Van der Put (2001) identifican cómo una de las grandes brechas que existen entre los beneficios logrados y los potenciales es producida por el poco involucramiento de los que construirán el proyecto en la fase del diseño y la falta de confianza mutua, respeto y credibilidad entre los planeadores, diseñadores y constructores. De acuerdo con los autores se logran ahorros de entre el 30 y 40% cuando se evitan estas circunstancias. Sin embargo, la relación entre los diseñadores y los constructores no fue un factor del que se pudiera obtener este efecto, dado que en todos los proyectos observados este tipo de relación fue una constante. Ésta fue que no hubo relación entre los diseñadores y los constructores, dado que en construcción de vivienda generalmente son unos cuantos diseños que se repiten una y otra vez con ligeras modificaciones algunas veces.

Las diferencias en la influencia de las capacidades del recurso humano observadas podrían ser explicadas con las opiniones de Maloney y Federle (1993) quienes perciben que el paradigma Tayloriano de división del trabajo y especialización no rinde frutos en la organización de las empresas constructoras. Sin embargo, habría que corroborar si este patrón de organización realmente es el que se da en el contexto observado. Una práctica sugerida para mejorar el desempeño de los trabajadores, la cual habría que validar primero, es la del enfoque de las relaciones humanas. De acuerdo con ella, el trabajo en equipo podría ayudar al involucramiento de los trabajadores por medio de la motivación por el trabajo (Khan, 1993).

El absentismo fue un factor bastante común en los proyectos observados sobre todo el del lunes que parece ser ya una práctica común. El absentismo es un factor que generalmente incide negativamente sobre la productividad, llegando en algunos casos a ser crítico en los ambientes de construcción. En cuanto a la rotación que puede ser otro factor asociado a la capacidad del recurso humano, la que incidió negativamente fue la debida al cambio de personal en las cuadrillas. En cuanto a la rotación en la tarea, los resultados pudieron ser benéficos pues en cierto grado se pudo evitar el cansancio, la monotonía y el consiguiente aburrimiento del trabajador. Estas condiciones fueron bastante similares a las percibidas en otros proyectos por Arcudia, Corona y Pino (2002).

Entre los factores asociados al proceso e imputables a la administración del proyecto se puede citar en primer lugar la gestión de los materiales que resultó tener impacto negativo sobre este tipo de productividad. Esto está de acuerdo con lo observado

por González, Arcudia y Álvarez (2002) quienes han realizado estudios para estimar la diferencia entre tener un sistema formal establecido para la gestión de los materiales y el no tenerlo. Asimismo, de acuerdo con los resultados obtenidos por Thomas, Sanvido y Sanders (1989), se puede lograr hasta un 6% de aumento en la productividad de la mano de obra en casos observados en donde existían prácticas efectivas de gestión de materiales.

De acuerdo con lo observado, otro punto importante de la gestión de los materiales que tiene su efecto en la productividad de la mano de obra es el almacenamiento. Sobre este punto, Thomas, Riley y Sanvido (1999) han observado cómo el manejo interno de materiales tiene su efecto sobre la productividad. Mediante análisis de regresión ellos determinan que en el caso de estructuras de acero lo más recomendable es instalar los elementos en el momento en que se descargan del transporte, de otra manera la productividad de los trabajadores será menor debido a la necesidad de que las piezas entren y salgan del almacén. En general, sus resultados demuestran que las operaciones menos productivas son aquéllas en que los elementos son almacenados para ser después utilizados.

Otro factor que suele ser importante para la productividad de la mano de obra durante el proceso de construcción y que es imputable a la administración del proyecto es el que los trabajadores cuenten con el espacio suficiente para realizar sus labores eficientemente. Una de las incidencias más frecuentemente observadas es la presencia de conflictos debidos a la congestión o presencia de obstáculos en las áreas de trabajo debido a las prácticas de almacenamiento de los materiales las cuales carecen de planeación alguna y mucho menos el respeto a las áreas de actividad y paso de los obreros. Aunque Guo (2002) observa que en muchos proyectos es imposible obtener espacios adicionales, por lo que recomienda ser cuidadoso a la hora de programar los recursos, éste no es el caso en la construcción de vivienda realizadas en la región en donde los desarrollos son horizontales y se dispone de terreno suficiente.

Aunque la literatura menciona que algo que impacta fuertemente la productividad de la mano de obra durante los proyectos de construcción es el cambio de órdenes (Hanna, Russell, Nordheim *et al.*, 1999), incluso autores como Finke (1998) han desarrollado métodos por los cuales se pueda identificar, cuantificar y mitigar el efecto que sobre la productividad tiene el cambio de órdenes el cual está basado en un análisis estructural. Sin embargo, en los

proyectos observados, dada la homogeneidad del producto y la poca intervención del cliente en el desarrollo de la construcción, este factor no se observó.

Las condiciones meteorológicas constituyen el único factor del contexto observado, en este aspecto las demás condiciones fueron prácticamente las mismas por lo cual se consideran como constantes. Aunque evidentemente sí hubo cierta presencia de lluvias, como se muestra en los resultados, no alcanzaron a ser una variable cuya presencia afectara la productividad en alto grado. De acuerdo con lo encontrado en la literatura, si bien las condiciones meteorológicas pueden ser causa de disminución o pérdida de la productividad de los trabajadores de la construcción, el tipo de ellas está asociado al lugar. Aunque en el caso de este estudio, la lluvia estuvo presente en algunas ocasiones por ser zona tropical, en otros estudios se presentan como desfavorables la nieve y las bajas temperaturas (Thomas, Riley y Sanvido 1999). También las condiciones meteorológicas parecen depender de las estaciones del año, por lo que El-Rayes y Moshelhi (2001) recomiendan tener esto en cuenta a la hora de elaborar los programas de obra

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se observa que son pocos los factores específicos que parecen tener incidencia, esto es debido a que las prácticas observadas son bastante homogéneas dentro del contexto de observación, construcción de vivienda de interés social en Yucatán, lo cual plantea la necesidad de la extensión y comparación de los resultados de los factores que afectan la productividad en otros contextos para hacer significativos más factores tanto técnicos como sociales que puedan afectar la productividad.

Particularizando lo anterior, si bien existen varios factores asociados a las actividades previas a la ejecución del proyecto de construcción, los asociados al diseño suelen ser los más frecuentemente influyentes en la productividad. Otro

caso particular son los factores asociados al contexto. Como arriba se mencionó, con la observación de otros contextos nacionales o internacionales se podrán hacer evidentes otros efectos relacionados con la productividad.

Es de notar que la logística de los recursos, particularmente los materiales, sigue siendo un problema que está presente en la construcción, no sólo en cuanto a su procuración sino en lo relativo a almacenamiento y manejo dentro del sitio de construcción. Es necesario planear en detalle este aspecto de la construcción para poder tener una operación fluida.

Aunque la capacidad del recurso humano, o sea la gestión del trabajo, parece ser superior a la de los otros recursos, los niveles de productividad son susceptibles de ser mejorados tratando de adoptar medidas conjuntas que traten de disminuir el absentismo y propiciar la estabilidad en el empleo. Esto ayudaría también a poder cumplir con el tiempo de entrega de las obras.

Otro aspecto relacionado con la capacidad de la mano de obra es la capacitación, pues parte de las diferencias en desempeño entre los proyectos de un mismo grado de complejidad fue debida a diferencias en la capacidad de los obreros para realizar las tareas observadas. Dado a que el aprendizaje de estas habilidades parece ser fácil, de acuerdo con las curvas de productividad acumulada, los programas de capacitación podrían darse sin dificultad alguna dentro de la obra.

RECONOCIMIENTOS

Al Sistema de Investigación Justo Sierra (SISIERRA) dependiente del CONACYT y a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) Delegación Yucatán por haber aportado el financiamiento para la ejecución del proyecto: "Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción", por medio del convenio 990401.

REFERENCIAS

Anuario estadístico: Quintana Roo (1991). INEGI, México, D.F.

Anuario estadístico: Quintana Roo (2001). INEGI, México, D.F.

Arcudia C.E. Corona G.A. y Pino G.E. (2003). El absentismo y la rotación en la construcción masiva de vivienda y efecto en la productividad, "Ingeniería industrial" ISPJAE, XXIV(2), 53-59.

Arcudia C.E., Loría J.H. y Salinas C. (1998). Trabajo y productividad, "Vector de la ingeniería civil", FECIC, (16), 8-9.

El-Rayes K. y Moshelhi O. (2001). Impact of rainfall on the productivity of highway construction, "Journal of construction engineering and management" ASCE, 127(2), 125-131.

Finke M.R. (1998). A better way to estimate and mitigate disruption. "Journal of construction engineering and management", ASCE, 124(6), 490-497.

Fox S., Marsh L. y Cockerham G. (2002). How building design imperatives constrain construction productivity and quality, "Engineering, construction and architectural management", 9(5), 378-387.

González J.A., Arcudia C.E. y Álvarez S.O. (2002). Sistema para la administración de materiales en proyectos de construcción masiva de vivienda, "Ingeniería industrial" ISPJAE, XXIII(2), 3-11.

Guo S. (2002). Identification and resolution of work space conflicts in building construction, "Journal of construction engineering and management", ASCE, 128(4), 287-295.

Hanna A.S., Russell J.S., Nordheim E.V. y Bruggink, M.J. (1999). Impact of change orders on labor efficiency for electrical construction, "Journal of construction engineering and management" ASCE, 125(4), 224-232.

Industria maquiladora de exportaciones (2001). INEGI, México, D.F.

Islas Benítez J. (2002). "Planeación estratégica de las empresas promotoras de vivienda", IMCYC, México, D.F. ,

Jergeas G. y Van der Put J. (2001). Benefits of constructability on construction projects, "Journal of construction engineering and management", ASCE, 127(4), 281-290.

Khan M.S. (1993). Methods of motivating for increased productivity, "Journal of management in engineering", ASCE, 9(2), 148-155.

Maloney W.F. y Federle M.O. (1993). Employee involvement in engineering and construction, "Journal of management in engineering", ASCE, 9(2) 174-190.

Poder Ejecutivo Federal Poder Ejecutivo Federal (1995). "Plan nacional de desarrollo de la presidencia de la república 1995-2000", Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México D.F.

Thomas H.R. y Zavrski. I. (1999). Construction baseline productivity: Theory and practice, "Journal of construction engineering and management", ASCE, 125(5), 295-303.

Thomas H.R., Korte C, Sanvido V. y Parfitt M.K. (1999). Conceptual model for measuring productivity of design and engineering, "Journal of architectural engineering", ASCE, 5(1), 1-7.

Thomas H.R., Riley D.R. y Sanvido V.E. (1999). Loss of labor productivity due to delivery methods and weather, "Journal of construction engineering and management", ASCE, 125(1), 39-46.

Thomas H.R., Sanvido V.E. y Sanders S.R. (1989). Impact of material management on productivity: A case study, "Journal of construction engineering and management", ASCE, 115(3) 370-384.