

---

# Medição da produtividade operária na construção de habitações de interesse social no sudeste do México

---

Luis Felipe Jiménez Torrez  
Rómel Gilberto Solís Carcaño  
Carlos Enrique Arcudía Abad

## RESUMO

O presente trabalho refere-se a um total de 215 dias de observação em cinco projetos de construção de habitações de interesse social executados na cidade de Chetumal, localizada no sudeste do México. A atividade em estudo foi a construção de uma parede externa de blocos de concreto. Os resultados foram apresentados de maneira convencional em índices de produtividade, isto é, o quociente da relação entre homens-horas trabalhadas e volume de obra produzida, cuja análise permitiu a apreciação de variabilidade bastante alta na produtividade diária e baixo desempenho na execução das obras em estudo, questão que se atribui principalmente a uma série de fatores relacionados à administração, como mudanças de atividade, falta de materiais e ausências. Como resultado final, foram obtidas informações estatísticas que servirão para uma base de dados que possibilitará comparar o desempenho das empresas construtoras locais e o rendimento dos trabalhadores, em contexto regional, nacional ou internacional.

A tradução deste artigo do idioma espanhol para o português foi feita por Roberta de Souza Palhares.

Recebido em 10/maio/2002  
Aprovado em 30/outubro/2002

**Palavras-chave:** produtividade, estudo do trabalho, ausência, rendimento, modelo dos fatores, amostragem do trabalho.

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de uma moradia digna no México impõe-se a grande parte da população, o que motiva diversos departamentos governamentais, ano a ano, a dedicarem-se à tarefa de promover a construção de loteamentos e unidades habitacionais populares, buscando aproveitar economias de escala. Entretanto, tais esforços parecem não ser suficientes para fazer frente à demanda, que aumenta com o tempo, em função do alto nível de crescimento populacional. Esse é o caso do Estado de Quintana Roo, localizado no sudeste do México, que apresenta taxa média anual de crescimento de 6,5%, a mais alta do país, conforme dados do *Instituto de Vivienda del Estado de Quintana Roo* (1999), com um déficit de moradia, no ano de 2000, da ordem de 43.657 unidades, segundo a *Secretaría de Desarrollo Social* (2001).

---

Luis Felipe Jiménez Torrez, Engenheiro Civil, é Professor do *Instituto Tecnológico de Chetumal*, Chetumal, Quintana Roo, México.  
E-mail: fjimenez@grpy.cna.gob.mx

Rómel Gilberto Solís Carcaño, Engenheiro Civil, é Professor Pesquisador da Faculdade de Engenharia da *Universidad Autónoma de Yucatán*, Yucatán, México.

E-mail: tulich@tunku.uady.mx

Endereço:  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Calle 60 no. 491-A x 57 Centro  
CP 97000, Mérida, Yucatán  
México

Carlos Enrique Arcudía Abad, Engenheiro Químico, é Professor Pesquisador da Faculdade de Engenharia da *Universidad Autónoma de Yucatán*, Yucatán, México.

E-mail: aabad@tunku.uady.mx

Essa problemática leva à procura de uma melhora na administração que permita a otimização dos recursos disponíveis, entre eles a mão-de-obra, a fim de diminuir os custos, sem prejuízo da qualidade. Tal tarefa requer o estudo do rendimento da mão-de-obra operária empregada pela indústria, informação difícil de obter-se atualmente, uma vez que há carência de dados estatísticos confiáveis que reflitam a realidade da produtividade na região e no país. O problema é bastante complexo, pois cada projeto oferece uma perspectiva diferente, motivo pelo qual os construtores devem, a todo momento, atualizar a informação gerada nas obras que estão executando, com o fim de manter-se dentro das margens de competitividade exigidas pelo meio. Neste trabalho, expõe-se uma metodologia para o estudo do rendimento da mão-de-obra, factível de aplicação na construção maciça de habitações, bem como em outros tipos de edificações.

Em sentido mais amplo, o rendimento pode ser estudado no âmbito da teoria da produtividade. Para propósitos deste trabalho, a dimensão estudada da produtividade é a velocidade de produção de uma unidade de trabalho, que é obtida pela divisão da quantidade de obra produzida pelas horas de trabalho empregado (SUMANTH, 1990). A produtividade da mão-de-obra na construção foi abordada de distintas maneiras nas últimas décadas; entre elas, pode-se citar o modelo de amostragem do trabalho, utilizado para determinar os tempos produtivos e improdutivos dos trabalhadores, bem como os motivos que causam as esperas ou os tempos de inatividade (BARNES, 1962). Outro modelo utilizado propõe que a produtividade se vê afetada durante o processo de conversão tecnológica por certas influências ou fatores relacionados com a administração e o conteúdo do trabalho (THOMAS *et al.*, 1990).

Os dois métodos foram empregados em diferentes trabalhos de investigação a cargo do Corpo Acadêmico de Engenharia da Construção da Faculdade de Engenharia da *Universidad Autónoma de Yucatán* (FIUADY), orientados precisamente para o estudo da produtividade na indústria da construção. Nesses estudos, foi possível observar que a produtividade dos operários é afetada pela falta de especialização, bem como por deficiente divisão do trabalho, carência de supervisão e emprego de métodos artesanais tradicionais em lugar de processos de construção industrializados (ARCUDIA & GONZÁLEZ, 1999). Em estudos mais recentes, reconheceu-se a influência da organização da empresa em outros fatores técnicos e administrativos dentro e fora da obra, motivo pelo qual se insiste na necessidade de aprofundamento do estudo da produtividade, envolvendo todas as dimensões sociais, econômicas e técnicas que dela participam (SOLÍS, ARCUDIA & GONZÁLEZ, 2001).

Dando continuidade a esses estudos, o objetivo no presente trabalho foi medir a produtividade da mão-de-obra na construção de habitações de interesse social, identificando os fatores que a influenciam, no contexto da cidade de Chetumal,

capital do Estado de Quintana Roo, ampliando, assim, o panorama sobre esse campo na região.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização do estudo, foram escolhidos cinco projetos habitacionais populares, então executados por construtoras que aceitaram colaborar de forma voluntária. Em cada um dos projetos, a investigação foi desenvolvida de acordo com os passos descritos a seguir.

### 2.1. Seleção da atividade a ser observada

Optou-se por estudar a construção de parede de blocos de concreto, considerando que essa tarefa era tida como crítica no conjunto das atividades que integram o processo de construção, pois representava aproximadamente 10% do valor total da obra e era perfeitamente identificável, bem como fácil de medir e comparar com os dados obtidos em outros lugares.

### 2.2. Amostragem

A unidade básica de observação foi constituída por uma equipe de operários, previamente escolhida de forma não aleatória em cada projeto, integrada por voluntários selecionados entre os pedreiros contratados de cada projeto. Procurou-se garantir que cada equipe tivesse suficiente quantidade de trabalho, para permitir a sua observação durante um mês, no mínimo.

### 2.3. Registro dos dados de campo

Utilizou-se uma ficha especialmente preparada para anotar os progressos diários da atividade observada, a duração da jornada, o pessoal empregado e os fatores identificados que interromperam ou interferiram nas atividades no local da obra, como a diminuição do ritmo de trabalho ou a suspensão total das atividades (com aproximações de meia hora). No quadro 1 apresenta-se o modelo de ficha utilizada.

Para facilitar o registro dos fatores identificados, foram determinadas as seguintes correspondências numéricas: 01 = falta de materiais; 02 = mudança de atividades; 03 = mau tempo; 04 = ausência; 05 = reparos; 06 = atividades complementares; 07 = outros.

### 2.4. Análise e interpretação dos dados

A tarefa de análise e interpretação dos dados foi realizada mediante a definição de determinados atributos do projeto, que serviram de base para o estudo da produtividade e de sua relação com os fatores que a afetaram. Tais atributos foram: taxa unitária de produção, taxa unitária acumulada de produção, linha base e variabilidade.

**Quadro 1**  
**Ficha de Trabalho de Campo**

Projeto:	Construtora:
Localização:	Período:

Conceito	Dias de Trabalho												
Número:													
Quantidade													
Início													
Fim													
Tempo													
<b>Pessoal</b>													
Pedreiros													
Serventes													
Homens-Horas													
Produtividade													
<b>Ausências</b>													
Número													
Duração													
<b>Interrupções</b>													
Número													
Duração													
Causa													
Suspensão Precoce													
<b>Problemas</b>													
Número													
Duração													
Atividade Complementar													
<b>Condições Climáticas</b>													
Temperatura (° C)													
Precipitação Atmosférica (mm)													

#### 2.4.1. Taxa unitária de produção

A taxa unitária de produção representa o inverso da produtividade diária. É útil para os cálculos dos parâmetros subsequentes e facilita a medição da magnitude dos problemas ou

transtornos que se apresentam durante a execução de cada projeto. Foi calculada de acordo com a equação [1]:

$$Taxa\ Unitária\ de\ Produção = \frac{Homens-Horas}{Quantidade\ Executada\ (m^2)} \quad [1]$$

#### 2.4.2. Taxa unitária acumulada de produção

A taxa unitária acumulada de produção é uma medida do esforço empregado para executar todo o volume de obra da equipe em observação. Foi obtida a partir da equação [2]:

$$\text{Taxa Unitária Acumulada de Produção} = \frac{\text{Homens-Horas de Trabalho Acumuladas}}{\text{Quantidade Executada Acumulada (m}^2\text{)}} \quad [2]$$

#### 2.4.3. Linha base

De acordo com Thomas & Zavrski (1999), o parâmetro linha base representa o valor mais elevado de produtividade que o contratado pôde alcançar durante a execução de um projeto em particular e indica que os transtornos ou interrupções ocorridos foram mínimos. Para seu cálculo, foi primeiramente selecionado um subconjunto de dados em cada projeto, constituídos pelos valores mais altos de produtividade diária. Sendo a taxa unitária de produção o inverso da produtividade, os subconjuntos incluíram os valores menores da primeira. O critério para constituir os subconjuntos consistiu em considerar 10% dos dias observados, com o mínimo de cinco dias para projetos nos quais o tempo de trabalho foi inferior a 50 dias. Em cada caso, o valor da mediana da taxa unitária nesse subconjunto de dias correspondeu ao valor da linha base. Considerando que os dados não adotam uma **distribuição normal**, utilizou-se a mediana como medida de tendência central.

#### 2.4.4. Variabilidade

Os resultados da medição da taxa unitária são representados em um gráfico de variabilidade que contém, nas abscissas, os dias observados nos quais a equipe deveria haver construído a parede de blocos e, nas ordenadas, os dados da taxa unitária de produção, representada em homens-horas (h) por metro quadrado (m<sup>2</sup>). Cabe ressaltar que nesse gráfico os valores numéricos mais baixos correspondem a uma produtividade mais alta e vice-versa. Traçando-se também a linha base, é possível apreciar visualmente quanto se distancia cada dado em relação ao valor do melhor desempenho possível no projeto.

#### 2.5. Identificação de fatores

O ponto subsequente considerado na metodologia consistiu em identificar a presença dos fatores que, em hipótese, afetaram a produtividade em cada um dos projetos estudados. Essa identificação foi realizada a partir dos dados constantes nas fichas de campo.

#### 2.6. Análise estatística

Como medida de agrupamento, foram calculadas as medianas das taxas unitárias diárias de cada projeto. Com o objetivo de comprovar se existiram diferenças significativas entre elas,

realizou-se um teste de diferença entre as medianas, no qual foram comparadas amostras independentes da mesma variável. Tudo para determinar se a variação dos valores da taxa unitária responde aos efeitos dos fatores observados ou ao acaso.

Optou-se pela aplicação de um teste de medianas em lugar de uma análise de variância de um fator, pois, como foi anteriormente mencionado, os dados da taxa unitária não apresentam **distribuição normal**. Assim, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, no qual se comparam os valores da  $\chi^2$  calculada com os graus de liberdade do sistema e a crítica tomada da tabela de distribuição dessa função (WADSWORTH, 1997).

### 3. RESULTADOS

As casas observadas foram similares nos cinco projetos; a superfície de construção de cada uma variou entre 55 e 60 metros quadrados, em lotes de 8 por 20 metros, e possuíam dois quartos, sala, sala de jantar, cozinha e banheiro, em apenas um andar.

Em geral, os trabalhos de edificação foram realizados por equipes especializadas, com pagamento por preços unitários ou empreitada. Os materiais empregados foram aqueles comuns na região, a saber: pedra para a fundação de alvenaria, enchimento com material calcário não-consolidado (conhecido na região como *sahcab*), blocos de concreto de 15 por 20 por 40 centímetros para as paredes externas, vigotas de concreto protendido e abóbadas de concreto de 15 por 20 por 56 centímetros para o terraço; utilizou-se cimento Portland composto (CPC), cal hidratada, areia, brita e tela soldada de diferentes medidas. Os andaimes foram feitos com blocos e tábuas e a fôrma para armações de coluna e acabamentos com perfis laminados de aço. Os trabalhos de urbanização, incluindo a rede de água potável, esgoto sanitário, pavimentação e iluminação pública, foram realizados de forma paralela e independente por outros contratados.

Como produto das observações efetuadas, são apresentados no quadro 2, para cada um dos projetos em estudo, os dados da produtividade diária, calculada de acordo com a equação [1], bem como os fatores que, em hipótese, a influenciaram.

No conjunto, são reportados 215 dias de observação, acumulando um total de 3.721,5 horas de trabalho e 41 casas construídas. Pode-se observar no quadro 2 que existem diferenças quanto ao número de dados obtidos para cada projeto, pois a quantidade de casas construídas em cada caso foi diferente. Cabe esclarecer que nos dias em que não houve produção a taxa unitária perde seu significado, ficando representada pelo símbolo de infinito ( $\infty$ ), como resultado da fórmula matemática empregada para o seu cálculo (equação [1]).

A duração da jornada de trabalho oscilou entre oito e dez horas, e as equipes em estudo eram integradas, em geral, por dois oficiais de pedreiro e dois serventes de pedreiro, embora com algumas variações, dependendo da disponibilidade da mão-de-obra ou das necessidades da empresa em outras frentes. No quadro 3, apresenta-se a configuração das equipes para cada

**Quadro 2**  
**Produtividade Diária e Fatores Associados**

Dia de Trabalho	Projeto A		Projeto B		Projeto C		Projeto D		Projeto E	
	Taxa Unitária	Fator	Taxa Unitária	Fator	Taxa Unitária	Fator	Taxa Unitária	Fator	Taxa Unitária	Fator
01	1,16		1,08		0,67		1,43	01	0,85	06
02	1,44	01	∞	02	0,90		1,48		0,96	
03	0,85		0,60		0,75		1,60		0,83	05
04	1,07	03	0,83		∞	04	1,54		1,41	06
05	0,40		1,50		1,22		1,11	02	2,33	06
06	0,47		∞	02	∞	05	∞	02	0,92	
07	0,67		0,80		0,42		∞	02	0,71	
08	1,29		0,77		0,89		∞	02	2,80	01
09	0,88		0,67		0,89		∞	02	0,88	
10	1,42		1,41		∞	06	∞	02	0,44	
11	0,86		0,65	01	∞	06	∞	02	0,73	
12	0,54		∞	02	∞	06	∞	02	0,62	
13	0,86		∞	02	∞	06	∞	02	1,25	
14	1,69	01	∞	02	0,75		0,87		1,00	
15	∞	02	∞	02	∞	06	0,91		0,57	01
16	∞	02	∞	02	0,62		1,39		∞	02
17	∞	02	∞	02	∞	04	4,00	01	∞	02
18	∞	02	0,71		∞	04	0,80		0,89	
19	∞	02	0,71		0,56		0,86	01	1,00	
20	1,50	01	∞	06	1,29		1,71		0,64	
21	1,50	03	0,48		∞	06	0,82		1,00	01
22	∞	05	0,63		∞	06	0,73		∞	02
23	∞	05	2,75	01	∞	06	0,96		∞	02
24	∞	05	∞	02	∞	04	0,80		∞	02
25	∞	05	∞	02	∞	06	0,72		∞	02
26	∞	03	0,94	01	1,13		0,77		∞	02
27	0,78	03	0,73	01	1,33		0,80	01	∞	02
28	1,13	01	1,14		0,80		0,96		∞	03
29	1,27		1,38	01	∞		0,80		0,67	
30	0,82		∞	04	0,33		0,54		0,50	
31	0,85		0,68		0,57		0,65		1,33	
32	0,75		0,82		0,67		0,61	01	2,00	
33	0,70	01			0,86		0,85		1,67	01
34	0,59	01			∞	04	1,24		1,00	01
35	∞	02			1,50		1,14			
36	1,18	05			1,71		1,09			
37	0,71	03			1,41		0,66			
38					1,11		0,00	04		
39					0,71		0,71			
40					∞	04	0,57			
41					∞	04	1,09			
42					0,42	01	2,38	03		
43					0,67	01	0,40			
44					0,64		0,42			
45					0,60		0,50			
46					0,83		0,59	01		
47					0,69	01	0,86			
48					0,75		∞	02		
49					0,81		∞	02		
50					0,50	03	∞	02		
51					0,67		∞	02		
52					0,67		0,46			
53					0,70		0,50			
54					0,71		0,69			
55					0,71		1,00			
56					0,34		1,00			

**Quadro 3**

**Configuração das Equipes por Dia de Trabalho**

Dia de Trabalho	Projeto A		Projeto B		Projeto C		Projeto D		Projeto E	
	Pedreiros	Serventes	Pedreiros	Serventes	Pedreiros	Serventes	Pedreiros	Serventes	Pedreiros	Serventes
01	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
02	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2
03	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
04	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2
05	2	1	1	0	2	2	2	2	2	2
06	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
07	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2
08	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2
09	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1
10	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1
11	2	2	2	1	0	0	0	0	1	1
12	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1
13	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1
14	2	2	0	0	2	2	2	2	1	1
15	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
16	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
17	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
18	0	0	2	2	0	0	2	2	1	1
19	0	0	2	2	2	2	1	0	1	1
20	2	2	0	0	2	2	2	2	2	1
21	2	2	2	2	0	0	3	2	1	1
22	0	0	2	2	0	0	4	4	0	0
23	0	0	2	1	0	0	4	4	0	0
24	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
25	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
26	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0
27	2	2	1	1	2	2	2	1	0	0
28	2	2	2	2	1	0	3	3	0	0
29	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1
30	2	2	0	0	1	0	2	2	1	1
31	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1
32	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
33	2	2			1	1	3	3	1	1
34	2	2			0	0	3	3	1	1
35	0	0			2	2	2	2	2	2
36	2	2			2	1	3	3	2	2
37	2	2			2	1	4	4	2	2
38					2	2	0	0	2	2
39					2	2	2	2	2	2
40					0	0	3	2	2	2
41					0	0	2	2	2	2
42					1	1	2	2	2	2
43					1	0	2	2	1	1
44					1	0	2	2		
45					1	0	2	2		
46					1	0	2	2		
47					1	1	2	2		
48					1	0	0	0		
49					1	0	0	0		
50					2	1	0	0		
51					1	1	0	0		
52					1	1	2	2		
53					1	1	2	2		
54					1	1	2	2		
55					1	1	2	2		
56					1	1	2	2		

dia de trabalho em cada projeto. Essa informação é útil para a interpretação dos resultados da taxa diária, uma vez que se pode discriminar a influência do conteúdo do trabalho e da exercida pelo número de trabalhadores e a proporção entre operários qualificados e não-qualificados.

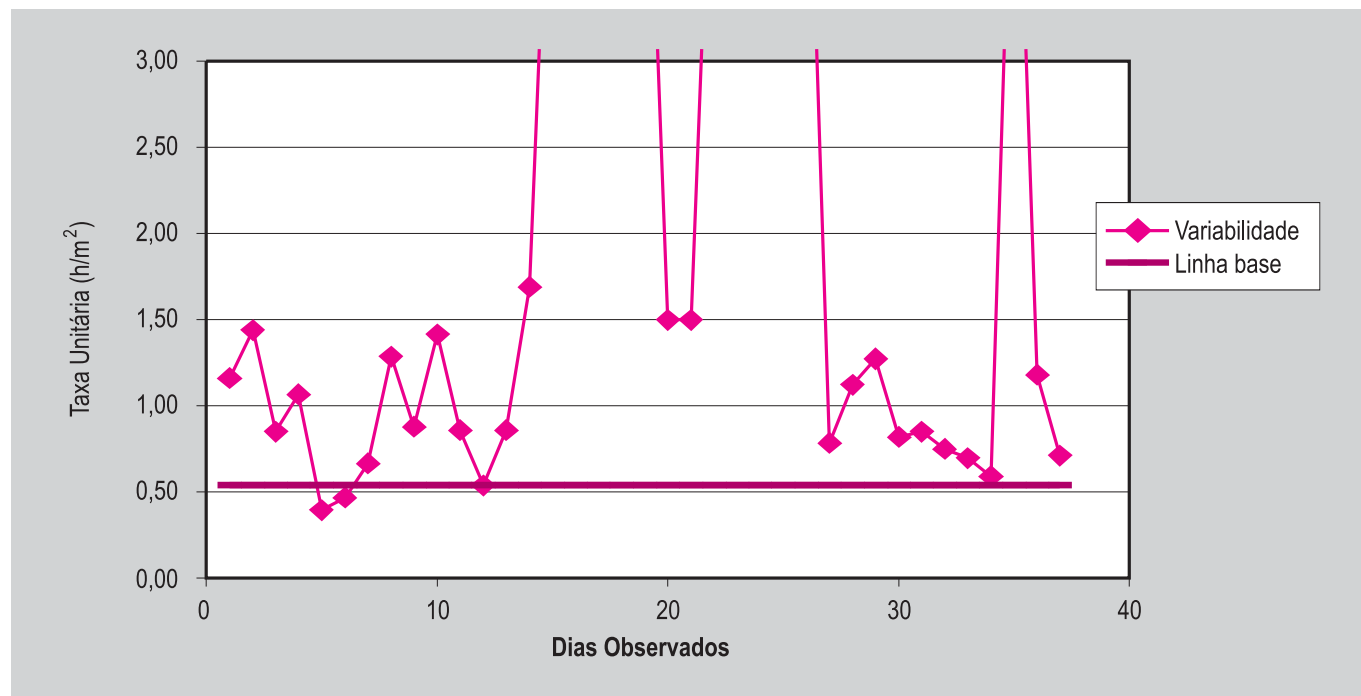
De acordo com a metodologia estabelecida, foram calculados os atributos de cada projeto. No quadro 4, apresenta-se o cálculo da linha base.

Uma vez definida a linha base, procedeu-se à determinação do gráfico da variabilidade no rendimento dos trabalhadores, considerando os dias de trabalho e a taxa unitária correspondente, tal como é apresentado nos gráficos 1, 2, 3, 4 e 5.

No gráfico 1, que representa o Projeto A, pode-se apreciar variabilidade alta na taxa unitária diária, a qual pode ser associada à ocorrência de grande número de **dias anormais**, entendendo-se por **dia anormal** aquele em que se apresentaram fatores que afetaram negativamente o trabalho. Durante a execução desse projeto, foram identificados 21 dias com transtornos ou de baixo ritmo de trabalho, incluindo 11 dias nos quais não se registrou atividade, principalmente em função de mudanças de atividade e execução de reparos. Por volta do 27º dia, começou-se a observar certa uniformidade nas proximidades da linha base, que se viu interrompida no 35º dia, recuperando ligeiramente seu nível nos dois dias restantes. Deve-se recor-

**Quadro 4**  
**Linha Base**

Enumeração dos Dados	Projeto A		Projeto B		Projeto C		Projeto D		Projeto E	
	Dia	Taxa Unitária	Dia	Taxa Unitária	Dia	Taxa Unitária	Dia	Taxa Unitária	Dia	Taxa Unitária
1	5	0,40	21	0,48	30	0,33	43	0,40	10	0,44
2	6	0,47	3	0,60	56	0,34	44	0,42	30	0,50
3	7	0,54	22	0,63	7	0,42	52	0,46	15	0,57
4	12	0,59	09	0,67	42	0,42	45	0,50	12	0,62
5	34	0,67	18	0,71	50	0,50	53	0,50	20	0,64
6					19	0,56	30	0,54		
Mediana (Linha Base)		0,54		0,63		0,42		0,48		0,57



**Gráfico 1: Variabilidade do Projeto A**

dar que, no gráfico, os valores mais baixos correspondem a produtividade mais alta.

No gráfico 2, referente ao Projeto B, observa-se número considerável de suspensões na execução dos trabalhos, bem como grande variabilidade, uma vez que em 12 dos 32 dias de observação não houve atividade. Em suma, 24 dias foram considerados **anormais**, resultado muito elevado levando em consideração o número de observações.

No gráfico 3, correspondente ao Projeto C, foram observados 29 dias **anormais** de um total de 56, o que é indicativo da presença de problemas na execução da obra; igualmente, em

nove ocasiões durante a execução a construção das paredes foi suspensa. Não obstante, a partir do 42º dia, a produção tornou-se estável até a sua conclusão. A taxa unitária acumulada foi, nesse caso, a mais alta de todos os projetos, como poderá ser visto mais adiante.

O Projeto D foi observado durante 56 dias, dos quais 32 foram considerados **anormais**. No gráfico 4, pode-se observar que entre o 21º e o 33º dias as taxas unitárias diárias foram bastante consistentes. Como nos anteriores, o gráfico é interrompido em alguns intervalos, pois nesses momentos não foram efetuados trabalhos referentes à atividade estudada.

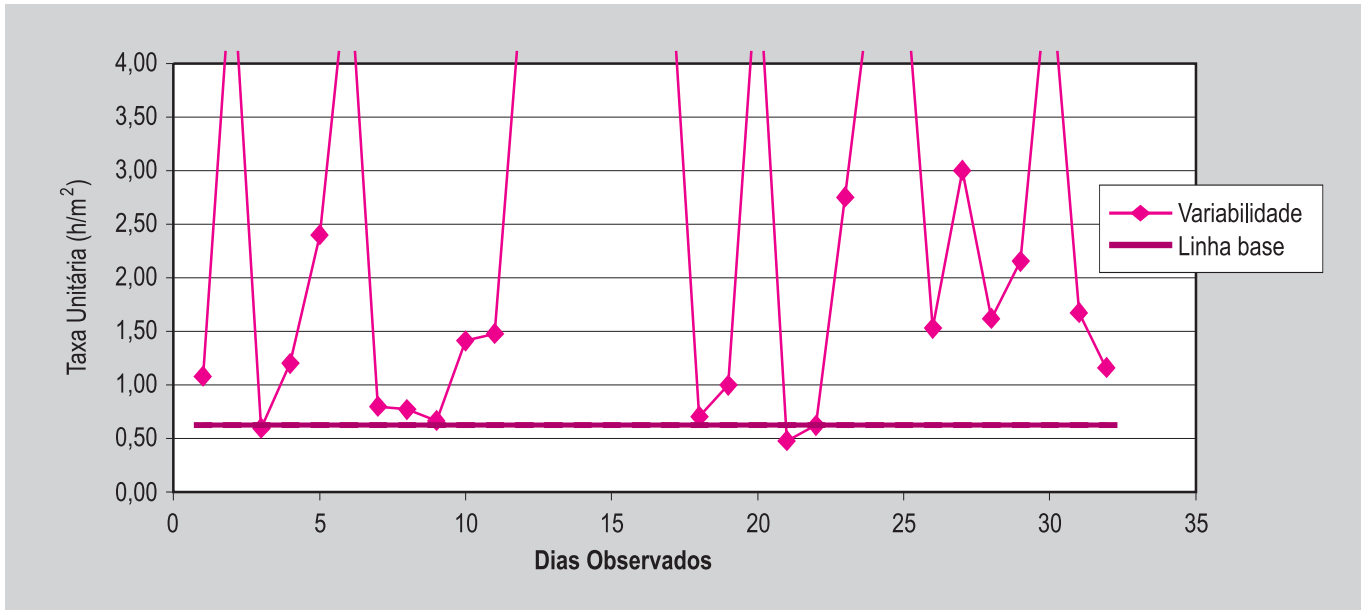


Gráfico 2: Variabilidade do Projeto B

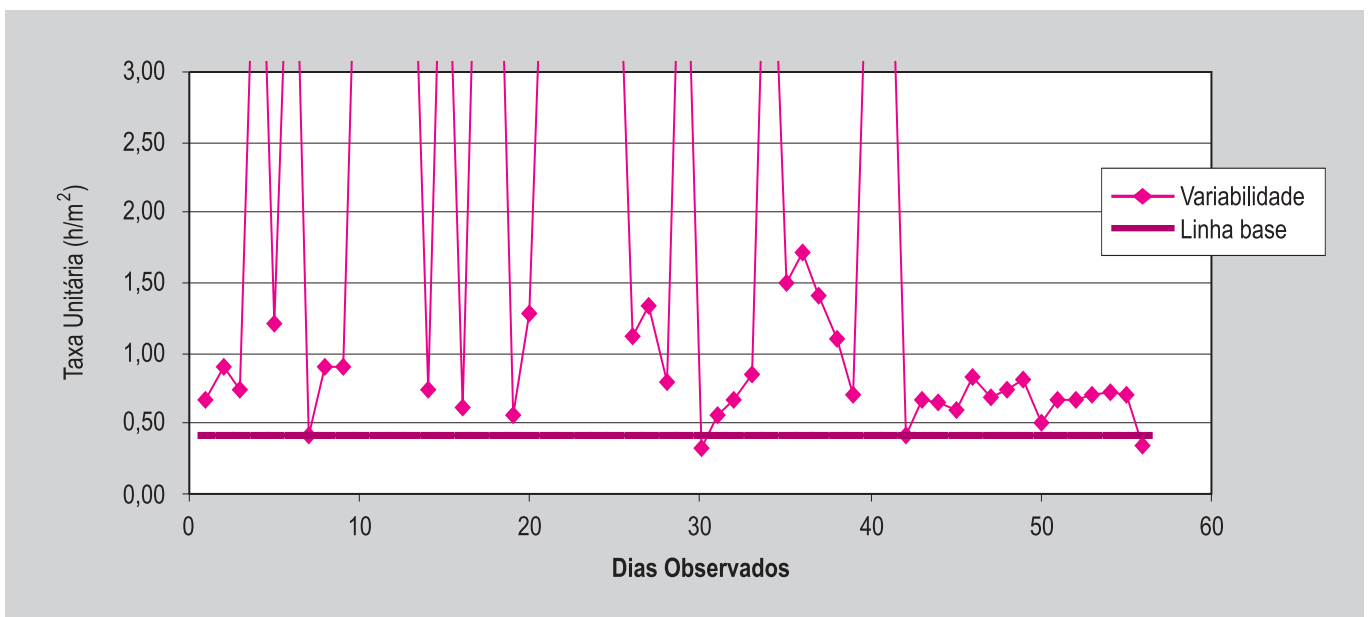


Gráfico 3: Variabilidade do Projeto C

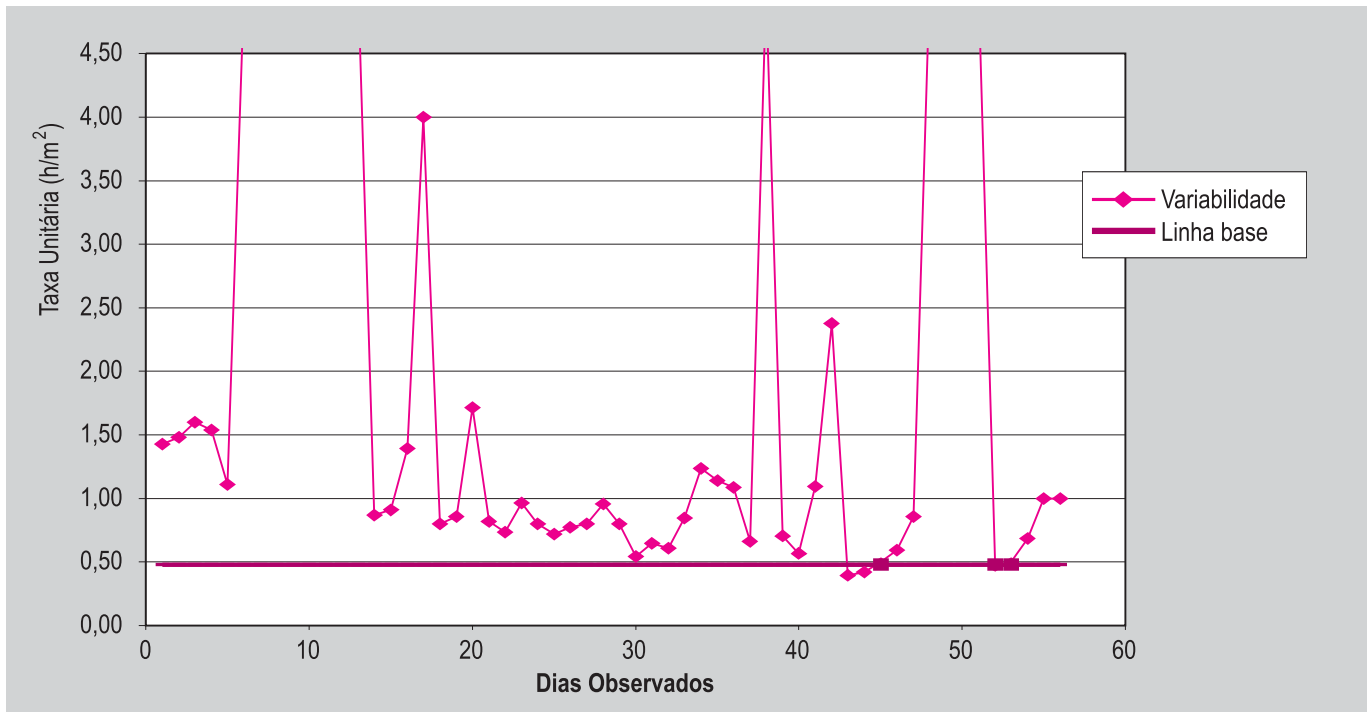


Gráfico 4: Variabilidade do Projeto D

Finalmente, no Projeto E (gráfico 5) foram observados 18 dias considerados **anormais**, entre eles nove sem atividade relacionada à parede de blocos. No restante dos dias de trabalho pode-se ver uma tendência uniforme.

No quadro 5 podem ser comparados os resultados da taxa unitária acumulada e da linha base de cada projeto,

bem como os dias de trabalho, as horas de trabalho, a superfície bruta construída e o número de casas. As horas de trabalho foram assinaladas segundo o critério de incluir o tempo de paralisação, quando a interrupção se produziu por motivos atribuíveis à administração. As outras horas não trabalhadas foram consideradas como faltas ou ausências,

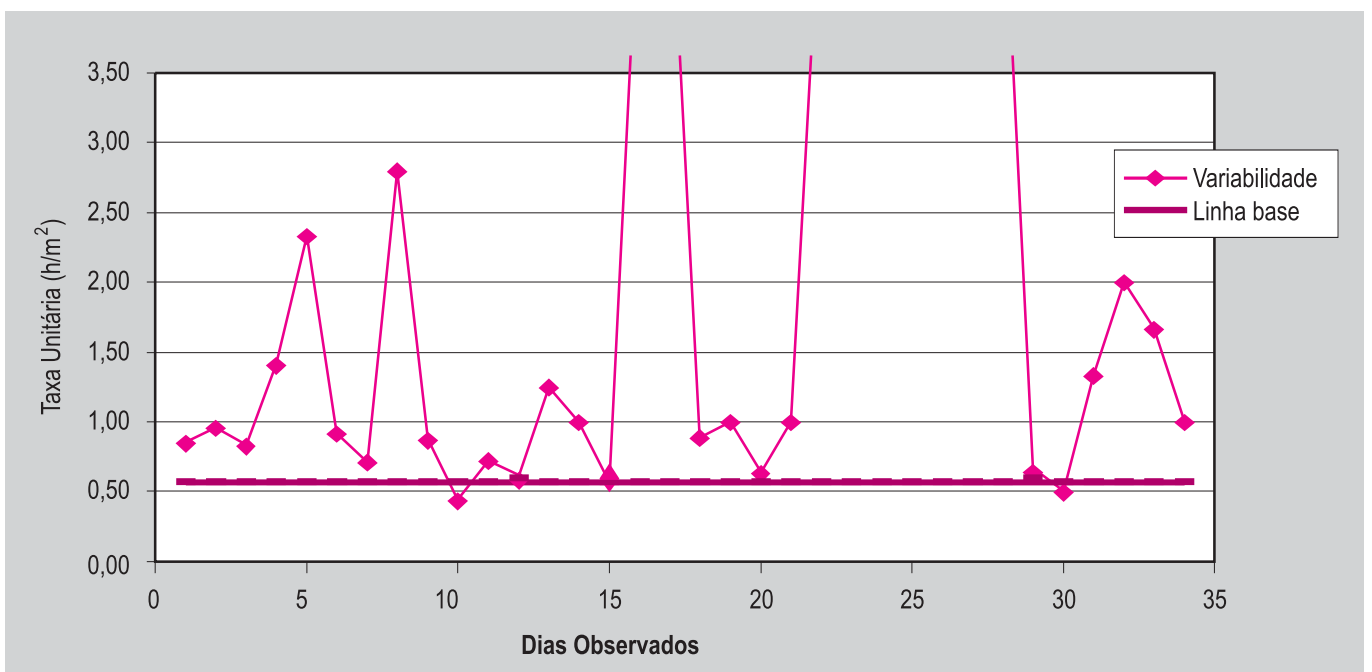


Gráfico 5: Variabilidade do Projeto E

**Quadro 5**  
**Resumo dos Resultados**

Projeto	Linha Base	Taxa Unitária Acumulada	Dias de Trabalho		Horas de Trabalho	Superfície Bruta Construída (m <sup>2</sup> )	Casas Concluídas
			Totais	Anormais			
A	0,54	0,88	37	21	721,0	817,00	8
B	0,63	1,12	32	24	415,5	519,00	5
C	0,42	0,75	56	29	593,0	785,50	7
D	0,48	0,84	56	32	1.572,5	1.871,00	18
E	0,57	0,91	34	18	301,0	330,00	3

cujo estudo não fez parte deste trabalho e é objeto de outra investigação.

A seguir, são descritos os fatores identificados como causas de transtornos, interrupções ou suspensões. Determina-se, também, o percentual de ocorrência, considerando o número total de dias de trabalho de todos os projetos em estudo.

- Atividades complementares — foram duas, principalmente: nivelamento do terreno interno da casa, que tinha sido preenchido de forma irregular pela equipe responsável pela fundação; e transporte do material de construção do depósito até o local de trabalho, visto que as casas foram construídas de maneira dispersa por todo o loteamento, inclusive dentro do mesmo quarteirão. Foram detectadas em 6% das observações.
- Reparos — ocorridos devido a modificações no projeto. Especificamente quanto às dimensões das janelas, que foram ampliadas nas fachadas de algumas casas, a pedido dos proprietários; igualmente, algumas paredes externas foram demolidas por apresentar defeitos de verticalidade. Ocorreram em 3% dos dias observados, em todos os projetos.
- Falta de materiais — constatou-se que a falta de fornecimento adequado de cimento e outros materiais causou diminuição da jornada de trabalho ou mudança de atividades da equipe com certa frequência. Significou 11% dos dias trabalhados.
- Mudança de atividades — fator ocasionado por dois motivos: ajustes no cronograma de obra; e necessidade de incrementar a força de trabalho em obras externas (guarnições e calçadas), em acabamentos, ou de colaborar no descarregamento de materiais no depósito. Resultou o fator de maior incidência, com ocorrência de 16%.

- Ausência de pessoal — motivada pela desorganização na atribuição do trabalho, em algumas segundas-feiras, por ser um costume local ou por causas desconhecidas. Ocorreu em 3% dos dias estudados.
- Clima — relacionado, basicamente, à precipitação pluvial. Ocorreram algumas chuvas com níveis entre 23mm e 128mm que ocasionaram transtornos ou suspensão dos trabalhos. Sua presença foi de 5%.

### 3.1. Análise estatística

O teste das medianas apresentou os resultados mostrados no quadro 6. Utilizando um nível de significância de 5%, obteve-se um valor da  $\chi^2$  igual a 6.102, ao passo que o valor crítico indicado no quadro da distribuição respectiva é de 9.488.

Fica demonstrado que não há evidência estatística indicadora de que algum dos cinco projetos apresentou valores de taxa unitária (inverso da produtividade) significativamente diferentes da dos demais; assim, os fatores observados não marcaram diferença entre os desempenhos das construtoras na execução dos projetos.

**Quadro 6**  
**Teste de Medianas Kruskal-Wallis**

Projeto	Número de Dias Trabalhados	Mediana do Grupo	Graus de Liberdade	$\chi^2$ Calculada	Valor Crítico de $\chi^2$
A	25	83.48			
B	20	74.68			
C	38	62.26			
D	43	78.20			
E	25	86.68			
Total	151		4	6.102	9.488

#### 4. DISCUSSÃO

Mediante os resultados apresentados, contribui-se para a determinação de uma base de dados para o estudo da produtividade operária no sudeste do México. Foi possível observar que a taxa unitária dos projetos em estudo variou entre 0,75 e 1,12 homem-hora por metro quadrado, um pouco inferior ao valor estabelecido pela FIUADY em 2001, cuja medida esteve no nível de 0,674 a 1,724 homem-hora por metro quadrado para a mesma atividade e em condições semelhantes (SOLÍS, ARCUDIA & GONZÁLEZ, 2001). Nota-se que, na presente investigação, o nível da variação da taxa unitária acumulada dos projetos foi menos amplo do que aquele previamente obtido. Dado o número reduzido de casos nos dois estudos, não é possível afirmar que essa diferença de níveis reflete a menor dispersão dos resultados.

*A presente investigação valida uma metodologia simples que pode ser aplicada pelas próprias empresas no estudo do rendimento...*

No que concerne aos fatores que influenciaram a produtividade, foram identificados com maior frequência aqueles relacionados à administração (disponibilidade de materiais, ausências e mudança de atividades), observados em 30% dos dias de trabalho. Em segundo lugar, apresentam-se os fatores referentes ao conteúdo de trabalho (reparos e atividades complementares), com presença da ordem de 9%. Contudo, alguns fatores identificados em pesquisas anteriores em Yucatán, como, por exemplo, a falta de equipamentos e o uso de ferramentas inadequadas (GONZÁLEZ & ARCUDIA, 1997), a supervisão deficiente e a falta de capacitação dos operários (CORONA, 1999), não ocorreram ou não foram notados nessa ocasião, talvez devido à clara influência do conjunto de fatores antes mencionados.

Por outro lado, não se observou uma organização eficiente nas obras, apesar de as atividades terem sido realizadas por especialistas de acordo com um processo semi-industrializado ou em linha. Houve, freqüentemente, problemas de mudança de atividades por falta de continuidade do trabalho; igualmente, as equipes responsáveis pela parede de blocos acabaram atrasando-se, porque não foram claramente estabelecidos os responsáveis pelas tarefas de preenchimento e nivelamento do terreno na parte interna das casas. As atividades complementares, como construção de andaimes e transporte de materiais (como blocos de concreto e cimento), também tiveram certo grau de influência, sendo fatores de peso, para este último, a localização dos depósitos (situados na entrada dos loteamentos) e o fato de a ordem de construção das casas dentro das

unidades obedecer a questões relacionadas à liberação do crédito hipotecário dos proprietários e não aos cronogramas de obra originalmente propostos, alterando, assim, o processo de construção em massa.

Arcudia & González (1999), em estudo anterior na mesma região do México, referiram casos similares, nos quais a baixa produtividade esteve relacionada principalmente com o desempenho da administração. Em sua pesquisa, estudaram a produtividade da mão-de-obra na construção por meio de uma amostragem do trabalho. Embora com a utilização de técnicas diferentes, ambos os estudos apontam que, nessa região, a administração pode ser um fator negativo na indústria em questão.

A presente investigação valida uma metodologia simples que pode ser aplicada pelas próprias empresas no estudo do rendimento, além de proporcionar informação de primeira mão sobre os números da produtividade operária e os fatores que a afetam. Não obstante, em futuros trabalhos, seria importante introduzir outras variáveis, como fixar metas e incentivos para estudar seu impacto no rendimento dos trabalhadores e abordar o estudo da produtividade considerando os aspectos de qualidade e custo. Será possível, dessa forma, ter uma visão mais ampla sobre a realidade da produtividade na região e encontrar novas práticas de administração que permitam um controle mais efetivo sobre os fatores que afetam o desempenho do pessoal, tendo como pressuposto que a melhor oportunidade para aumentar os números da produtividade consiste, precisamente, em concentrar-se naqueles fatores que podem ser controlados pela administração (THOMAS, 1990).

#### 5. CONCLUSÕES

Em resumo, pode-se concluir que:

- As mudanças de atividade produziram em todos os projetos suspensão definitiva da execução do trabalho da equipe em observação; em consequência, a produtividade da atividade e, provavelmente, a produtividade global do projeto diminuíram.
- A falta de materiais foi o segundo fator em importância, com perdas de 60% de produtividade, em média.
- Os problemas associados ao clima tiveram ligeiro impacto negativo somente sobre o Projeto A, que foi executado durante os meses de setembro e outubro; sendo assim, não pode ser considerado um fator definitivo.
- O restante dos fatores observados que tiveram impacto sobre a produtividade apresentaram-se com pouca freqüência durante o desenvolvimento dos trabalhos.
- Finalmente, a alta variabilidade observada pode ser atribuída ao fato de, por não ter metas nem incentivos, o operário médio somente procurar produzir o necessário para assegurar sua remuneração semanal.
- A análise das medianas demonstrou que não existiram diferenças significativas entre os desempenhos dos cinco projetos. **u**

- ARCUDIA, Carlos; GONZÁLEZ, José A. Estudio del trabajo en la construcción masiva de vivienda. *Ingeniería: Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*, v.3, n.2, p.19-32, 1999.
- BARNES, Ralph M. *La técnica del muestreo aplicada a la medida del trabajo*. Madri: Aguilar, 1962. 283 p.
- CORONA, Gilberto. *Cambio de método y de control de materiales en la construcción en serie de viviendas de interés social y su impacto en la calidad*. 1999. Dissertação (Mestrado) — Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.
- GONZÁLEZ, José A.; ARCUDIA, Carlos. Estudio del trabajo y de los rendimientos de mano de obra en la construcción masiva de viviendas. *Ingeniería: Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*, v.1, n.2, p.9-22, 1997.
- INSTITUTO DE VIVIENDA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. *Memoria de trabajo 1993-1999*. México, 1999. 64 p.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL. *Programa de vivienda 1996-2000*. Disponível em: <<http://www.sedesol.gob.mx/desuryvi.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2001.
- SOLÍS, Rómel; ARCUDIA, Carlos; GONZÁLEZ, José A. Modelo de los factores para el estudio de la productividad de la mano de obra en la construcción masiva de vivienda. *Revista Ingeniería de Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile*, v.16, n.1, p.50-58, 2001.
- SUMANTH, David J. *Ingeniería y administración de la productividad*. México: McGraw-Hill, 1990. p.538.
- THOMAS, H. Randolph; ZAVRSKI, Ivica. Construction baseline productivity: theory and practice. *Journal of Construction Engineering and Management*, v.125, n.3, p. 295-302, 1999.
- THOMAS, H. Randolph et al. Modeling construction labor productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, v.116, n.4, p.705-726, 1990.
- WADSWORTH, Harison. *Handbook of statistical methods for engineers and scientists*. New York: McGraw-Hill, 1997. p.12.8-12.10.

### Labor-force productivity measuring in the construction of habitations of social interest in southeastern Mexico

This paper refers to a total of 215 days of observation in five habitation construction projects of social interest executed in the city of Chetumal in southeastern Mexico. The activity in study was the construction of an external wall made of blocks of concrete. The results were presented in a conventional way by productivity indexes, that is, the quotient of the relationship between men-hours worked and volume built, whose analysis allowed the appreciation of high variable in the daily productivity and low performance in the execution of the construction sites in study, attributed mainly to a series of factors related to the management, like activity changes, lacks of materials and absences. As final result, were obtained statistical information that will be will be usefull for a database that will permit to compare the performance of the local building companies and the wages, in regional, national or international context.

**Uniterms:** productivity, labor study, absence, wages, model of the factors, sampling of work.

### Medición de la productividad obrera en la construcción de viviendas de interés social en el sureste de México

El presente trabajo refiere un total de 215 días de observación en 5 proyectos de construcción de vivienda de Interés social ejecutados en la ciudad de Chetumal, situada en el sureste de México. La actividad en estudio fue la construcción de muro de bloques de concreto. Los resultados han sido expresados convencionalmente en índices de productividad, esto es, el cociente de las horas-hombre trabajadas entre el volumen de obra producido, cuyo análisis ha permitido la apreciación de una variabilidad bastante alta en la productividad diaria y un bajo desempeño en la ejecución de las obras en estudio, cuestión que se atribuye principalmente a una serie de factores, relacionados con la administración, como son los cambios de actividad, falta de materiales y absentismo. Al final, se ha obtenido información estadística que dará lugar a una base de datos, la cual podrá servir para comparar el desempeño de las empresas constructoras locales y el rendimiento de los trabajadores, dentro de un contexto regional, nacional o internacional.

**Palabras clave:** productividad, estudio del trabajo, absentismo, rendimiento, modelo de los factores, muestreo del trabajo.