

Rendimiento y productividad de mano de obra en losas aligeradas en la construcción de viviendas en Chota-Cajamarca

Performance and productivity of labor in lightened slabs in housing construction in Chota-Cajamarca

Jhamelin Aracely Medina Zambrano^{1*}  Luis Fernando Romero Chuquilín¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

*Autor de correspondencia [e-mail: jhamelin68@gmail.com]

RESUMEN

El rendimiento y productividad de mano de obra desempeñan un papel vital en el sector de la construcción; sin embargo, el rendimiento y la productividad no son iguales en todas las localidades de un país. El objetivo en este estudio fue determinar el rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de losas aligeradas en la ciudad de Chota. La investigación fue básica de enfoque mixto (se utilizaron métodos cuantitativos y cualitativos). Los instrumentos de recolección de datos fueron: cuestionarios, formatos de control de rendimiento, carta balance para productividad y matriz de comparación. Los rendimientos fueron: en encofrado 50,25 m²/día; en colocación de ladrillo 657 pza/día; en habilitación de acero 222,08 kg/día y para vaciado de concreto 20,21 m³/día. La distribución de producción obtenida fue 33,85% de tiempo productivo, 43,75% de tiempo contributorio y 22,425% de tiempo no contributorio. En conclusión, los rendimientos obtenidos fueron menores que los establecidos por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) a excepción de la colocación de ladrillo donde el rendimiento fue superior; y de acuerdo a los tiempos de producción obtenidos, se concluye que, hay áreas de oportunidad para mejorar la productividad, incrementando el tiempo dedicado a actividades productivas y reduciendo el tiempo dedicado a actividades no contributorias.

Palabras clave: colocación de ladrillo, cuadrilla, encofrado, habilitación de acero, vaciado.

ABSTRACT

Labor performance and productivity play a vital role in the construction industry; However, performance and productivity are not the same in all localities of a country. The objective of this study was to determine the performance and productivity of labor in the construction of lightened slabs in the city of Chota. The research was basic with a mixed approach (quantitative and qualitative methods were used). The data collection instruments were: questionnaires, performance control formats, productivity balance chart and comparison matrix. The yields were: in formwork 50.25 m²/day; in brick laying 657 pcs/day; 222.08 kg/day for steel fitting and 20.21 m³/day for concrete pouring. The distribution of production obtained was 33.85% of productive time, 43.75% of contributory time and 22.425% of non-

contributory time. In conclusion, the yields obtained were lower than those established by the Peruvian Chamber of Construction (CAPECO) with the exception of brick placement where the yield was higher; And according to the production times obtained, it is concluded that there are areas of opportunity to improve productivity, increasing the time dedicated to productive activities and reducing the time dedicated to non-contributory activities.

Keywords: brick laying, crew, Formwork, steel installation, pouring.

INTRODUCCIÓN

La programación de una obra civil juega un rol importante, pues estima el costo y la duración de la fase de construcción (Botero, 2002). A nivel mundial, los datos de rendimiento y productividad permiten planificar los procesos constructivos; y estimar el costo de la mano de obra (Palma, 2018). Por tanto, es necesario contar con una base de datos que recoja el rendimiento y productividad de la fuerza laboral en nuestra localidad para elaborar una correcta planificación (Aliaga, 2019).

En el Perú, la Cámara Peruana de construcción (CAPECO) establece un referente nacional para proyectistas en la elaboración de presupuestos y programaciones de obra. Además, el rendimiento y la productividad de la mano de obra no son iguales en todas las localidades de un país, debido a las múltiples diferencias que se suscitan al momento de construir (Haugbolle et al., 2019).

El rendimiento de mano de obra establecido en la construcción de la losa aligerada es de 25.00 m³/día (CAPECO, 2006), este valor es una estimación para la ciudad de Lima, por tanto, no se puede generalizar en otras localidades del país, que presentan condiciones climáticas, topográficas y características de mano de obra diferentes.

Si bien, CAPECO apoya y promueve la investigación para mejorar la actividad de la construcción, investigaciones como la realizada por Burga (2002) han demostrado que los rendimientos y productividad de mano de obra en Chota es distinta a lo señalado por CAPECO.

En este sentido, el objetivo en este estudio fue determinar el rendimiento y productividad de mano de obra en losas aligeradas con 20 cm de espesor, en la construcción de viviendas; en Chota, Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito de Chota, localizado en las coordenadas UTM. WGS84 – 17S 759839.08E, 9274107.32S, y a 2380 m.s.n.m. Esta ciudad se caracteriza por su clima semifrío lluvioso, las temperaturas varían desde 4°C a 25°C y 80% de humedad relativa, las precipitaciones de 115 mm/hr, con mayor frecuencia de noviembre a abril, según la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018). De esta manera, se evaluaron 15 viviendas en construcción y específicamente en la ejecución de aligerados de 20 cm de espesor, la ubicación de cada una de ellas se presenta en la Figura 1 Y Tabla 1. El estudio se realizó desde enero hasta abril del 2023.



Figura 1. Mapa de ubicación de las viviendas evaluadas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Tabla 1. Ubicación de las viviendas evaluadas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	Dirección	Coordenadas UTM WGS84 17S		Elevación (msnm)
		Este	Norte	
1	Prolongación 30 de agosto S/N	759233.880	9274343.270	2353.00
2	Jr. San Eusebio S/N	758514.760	9275089.900	2282.00
3	Av. Inca Garcilaso de la Vega N°545	759463.927	9274184.866	2392.83
4	Prolongación 30 de Agosto S/N	760258.157	9273806.561	2370.81
5	Pasaje El Triunfo S/N	760710.942	927481	2456.41
6	Jr. Atahualpa S/N	760576.476	9274268.946	2484.59
7	Jr. Colpamayito N°133	760596.700	9274274.140	2443.00
8	Av. Todos los Santos S/N	760576.476	9274268.946	2484.59
9	Jr. Camino Real S/N	760715.330	9274541.550	2447.00
10	Jr. José Soto Cadenillas S/N	759031.441	9274025.889	2326.36
11	Psje. Benedicto Tapia S/N	759891.261	9273371.297	2338.41
12	Av. Tacabamba N°738	760929.250	9274618.890	2470.00
13	Jr. Micaela Bastidas S/N	760109.843	9273693.740	2364.82
14	Jr. Inca Garcilaso de la Vega S/N	758163.770	9275069.550	2278.00
15	Av. Todos los Santos S/N	760488.680	9274342.690	2435.00

Diseño estadístico

La investigación fue de tipo no experimental, descriptivo comparativo, de

corte transversal; en la que se evaluó el rendimiento y productividad de mano de obra en losas aligeradas; específicamente

se han evaluado las subpartidas: encofrado, colocación de ladrillo, habilitación de acero y vaciado. Dentro de una muestra de 15 viviendas en

construcción, para posteriormente ser comparadas con CAPECO (rendimientos) y las productividades establecidas por Ing. Ghio Castillo (Ecuación 1).

$$M \begin{matrix} O1 \\ O2 \\ O3 \\ O4 \end{matrix} \quad (1)$$

Como se muestra en la ecuación 1, (M) representa la muestra, es decir la mano de obra que realiza el armado de la losa aligerada en cada una de las viviendas elegidas. Esta muestra pasa por observación (O), en cada una de las subpartidas (O1 encofrado, O2 colocación de ladrillo, O3 habilitación de acero y O4 vaciado) para finalmente determinar la productividad y el rendimiento.

Colecta de datos

En principio, se solicitó el permiso de accesibilidad (maestros de obra encargados o propietarios) a las construcciones (donde se realizaba el armado de las losas aligeradas). Seguidamente, se identificaron las

principales características de cada vivienda, como: ubicación, nombre del propietario, dimensiones de la losa aligerada (largo, ancho y espesor), si se cuenta o no con licencia, si se cuenta con planos de obra, si se contaba con dirección profesional. Asimismo, con el consentimiento informado de los trabajadores, se aplicó la encuesta, para obtener sus características sociales (procedencia, edad, categoría) y técnicas (Tiempo de experiencia laboral en años, si cuenta o no con capacitación para realizar ese tipo de trabajos y si sufría de algún tipo de enfermedad).

Luego, para el cálculo del rendimiento se utilizó el coeficiente de aporte unitario (ecuaciones 2, 3 y 4) de mano de obra:

$$A. Op. = \frac{N^{\circ} \text{ de operarios } \times \text{ jornada laboral (horas)}}{\text{Rendimiento}} \quad (2)$$

$$A. Pe. = \frac{N^{\circ} \text{ de peones } \times \text{ jornada laboral (horas)}}{\text{Rendimiento}} \quad (3)$$

$$\text{Aporte unitario} = A. Op. + A. Pe. \quad (4)$$

Se promediaron los aportes unitarios diarios registrados, y con el aporte unitario promedio calculó el rendimiento (ecuaciones 5 y 6) real en campo:

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ de hombres } \times \text{ jornada laboral (horas)}}{\text{Aporte unitario}} \quad (5)$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{(N^{\circ} \text{ operarios} + \text{peones}) \times \text{ jornada laboral (horas)}}{\text{Aporte unitario}} \quad (6)$$

Para el rendimiento en el encofrado ($m^2/día$), se tuvo en cuenta el número de trabajadores (operarios + peones) y el tiempo que llevó terminar de encofrar el área de la losa aligerada (en cada vivienda evaluada).

Para determinar el rendimiento de la mano de obra en la colocación de ladrillo (pza/día), en cada vivienda se registró el número de ladrillos colocado en área de la losa aligerada, en el tiempo que demoraron en realizar dicha actividad.

El rendimiento de la mano de obra en habilitación de acero se obtuvo en $kg/día$, considerando el total de kg de acero colocados en área de losa, en el tiempo que llevó culminar esta actividad.

El rendimiento de la mano de obra para el vaciado de las losas aligeradas se obtuvo en m^3 , teniendo en cuenta el número de personas trabajando (operarios + peones) y el tiempo que demoraron en finalizar el vaciado del área total.

Los rendimientos finales obtenidos para las subpartidas mencionadas, han sido procesados en función de una jornada laboral de 8 horas; para ser comparables con CAPECO.

En lo referente al análisis de la productividad, se aplicó la metodología de carta balance. En campo se registraron los tiempos productivos (TP), tiempos contributorios (TC) y tiempos no contributorios (TNC) por cada subpartida (encofrado, colocación de ladrillo, habilitación de acero y vaciado).

Para la evaluación de la productividad de la mano de obra: del encofrado, colocación de ladrillo y habilitación de acero, se han obtenido dos cartas balance (por subpartida), cada una con 120 mediciones, y cada medición con un intervalo de tiempo de 30 segundos, por cada una de las subpartidas.

Es importante mencionar que cada evaluación ha demorado 1 hora. Para la evaluación de la productividad de la mano de obra, del vaciado de las losas aligeradas, la carta balance estuvo compuesta por mediciones con intervalos de 40 segundos. En el caso de la subpartida de vaciado, solo se obtuvo una carta balance, ya que ha sido una sola evaluación desde el inicio hasta el final del vaciado de la losa aligerada.

Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa Minitab 22 con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) o la hipótesis alternativa (H_1), para ello, primero se verificó la normalidad de las variables y se aplicó prueba T-Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor presencia de personal en el armado de losas aligeradas de las viviendas de la muestra fue de peones. Sin embargo, es importante resaltar la experiencia y habilidades técnicas de los operarios, que fueron vitales en el proceso de la construcción de las losas aligeradas para garantizar la calidad y precisión en el montaje.

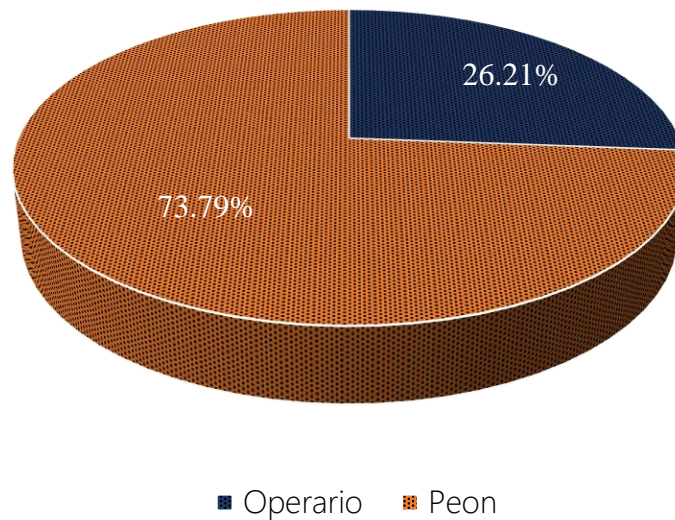


Figura 2. Categorización de la mano de obra en el rendimiento y productividad durante la construcción de losas aligeradas en Chota, Cajamarca.

La mano de obra que trabaja en la construcción de losas aligeradas de viviendas proviene de diversas

comunidades y distritos de la provincia de Chota.

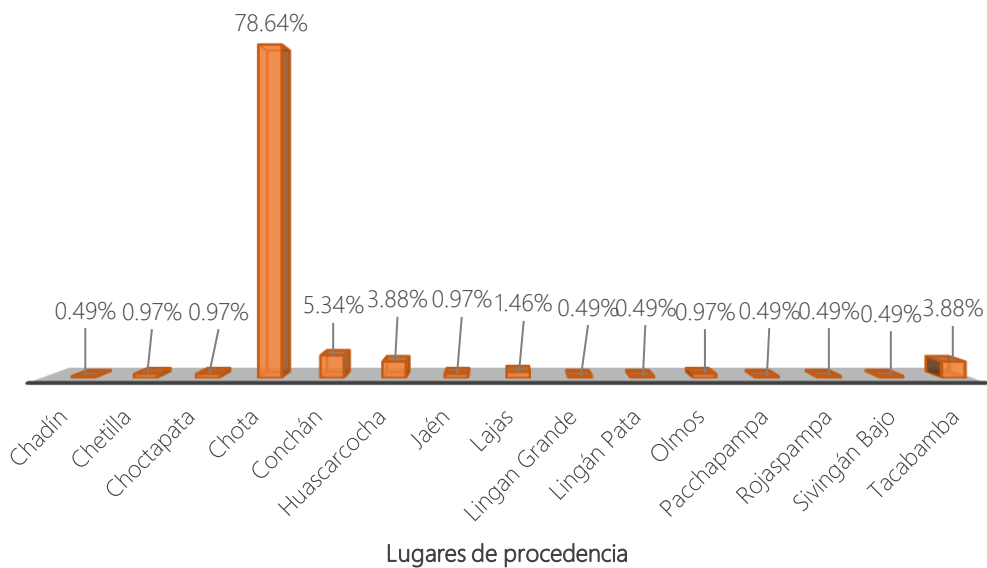


Figura 3. Lugares de procedencia de la mano de obra en el rendimiento y productividad durante la construcción de losas aligeradas en Chota, Cajamarca.

Se detectó participación de menores de edad y adultos mayores en la construcción de losas aligeradas, los otros rangos

etéreos participan decrecientemente conforme aumenta su edad.

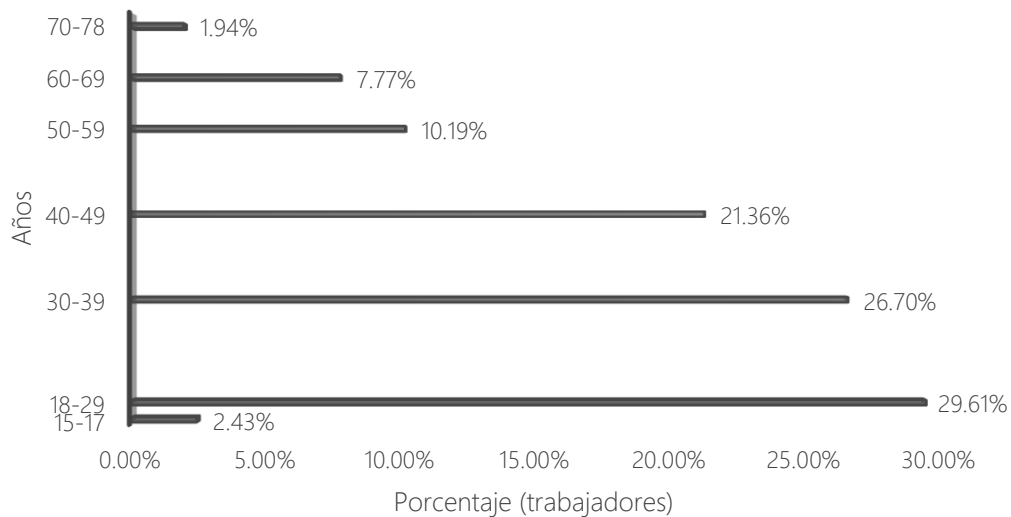


Figura 4. Edades de la mano de obra en el rendimiento y productividad durante la construcción de losas aligeradas en Chota, Cajamarca.

La experiencia de los trabajadores fue variable. Se destaca que el 31.07% se ha iniciado en la construcción de losas (0 a 4 años). El 27.67% (5 a 10 años), posee conocimientos consolidados en la instalación de losas aligeradas, lo que permitió una ejecución más eficiente de las tareas. El 25.54% (20 a 30 años), fueron altamente experimentados en la instalación de losas

aligeradas, lo que fue de gran valor para el equipo en términos de conocimiento técnico y habilidades especializadas. Asimismo, un 2.91%, con una experiencia laboral de 35 a 50 años fue personal con una amplia trayectoria profesional y conocimientos profundos en la instalación de losas aligeradas, lo que aportó una perspectiva enriquecedora al equipo.

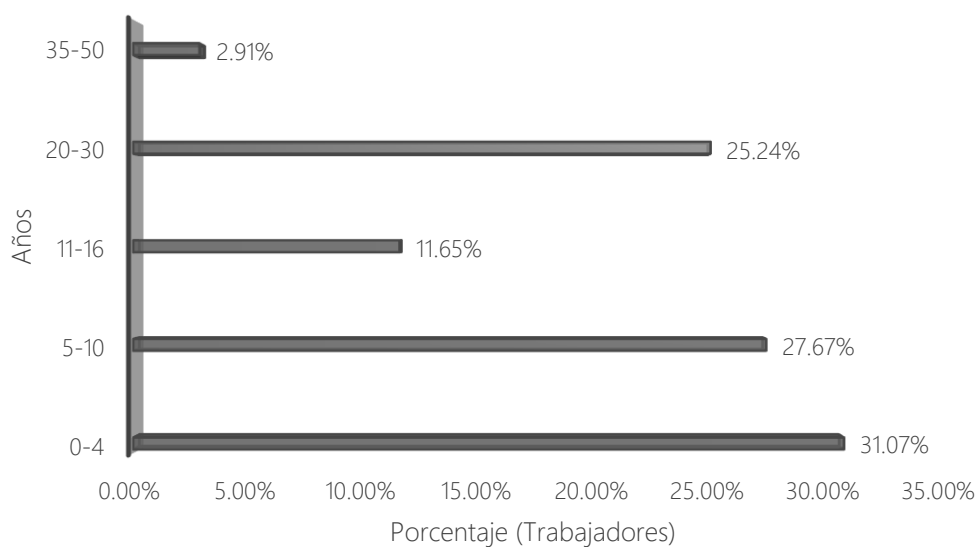


Figura 5. Experiencia de la mano de obra en el rendimiento y productividad durante la construcción de losas aligeradas en Chota, Cajamarca.

En relación a la capacitación de la mano de obra evaluada, el 82.04% de los trabajadores involucrados en el proceso de construcción de losas aligeradas no recibió capacitación formal y especializada (cursos, talleres) en esta área, sus conocimientos y habilidades son empíricos. Por otro lado, el 17.96% de los trabajadores encuestados tuvo acceso a una capacitación técnica, que permitió llevar a cabo su trabajo de manera eficiente, minimizando los riesgos y asegurando la calidad en la construcción de las viviendas. En la evaluación de la mano de obra de la muestra, se determinó que ninguno de los trabajadores tenía alguna enfermedad, ya sea de índole crónica (como por ejemplo alguna gastritis o diabetes) o de índole momentánea (como por ejemplo una gripe o malestar estomacal), que pudo ser un limitante para su rendimiento y productividad.

Todos estos factores (sociales, económicas, individuales del trabajador, supervisión, entre otros) intervienen directamente en el rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de losas aligeradas en la ciudad de Chota,

resultados similares fueron determinados por Góngora & López (2020) en Rendimientos de mano de obra para diferentes sistemas constructivos de placas entrepiso aligeradas aplicadas en la ingeniería Civil en la región. Girardot, Cundimarca, Colombia; Botero & Álvarez (2004) en su Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean 141 Construction como estrategia de mejoramiento). Revista de la universidad EAFIT (vol. 40), 50-64. y Barzola et al. (2017) en Factores del clima laboral que influyen en el rendimiento de los trabajadores del sector público en el Ecuador. Universidad de las Ciencias, 21.

Por otro lado, la variedad de cuadrillas conformadas por diferentes números de operarios y peones llevó a seleccionar dos cuadrillas (por subpartida) que fueron las de mayor frecuencia dentro de la muestra de 15 viviendas (Tabla 2). Este enfoque de selección se ha implementado con el propósito de lograr una mayor homogeneidad en la evaluación de factores clave como la eficiencia, la eficacia y la calidad del trabajo realizado.

Tabla 2. Cuadrillas más repetidas en cada subpartida de la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Partida	Cuadrilla A	Cuadrilla B
Encofrado	2 operarios + 2 Peones	1 operario + 1 Peón
Colocación de ladrillo	1 operario + 2 Peones	2 operario + 1 Peón
Habilitación de acero	2 operarios + 2 Peones	1 operario + 2 Peones
Vaciado	3 operarios + 12 Peones	4 operarios + 6 Peones

Así, en cada actividad desarrollada en la construcción de las losas aligeradas en las viviendas de la ciudad de Chota requiere la formación de cuadrillas con una

composición específica, dependiendo de la complejidad y exigencia de cada tarea. El número de operarios y peones asignados a cada actividad se determina con el

objetivo de garantizar la eficiencia y calidad en el proceso constructivo, asegurando que se cumplan los estándares de seguridad y resistencia requeridos en la construcción de las viviendas.

En la Tabla 3, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del rendimiento en encofrado de losas aligeradas, incluyendo aportes unitarios, rendimientos observados por cuadrilla, con sus respectivos promedios y los establecidos por CAPECO:

Tabla 3. Resumen de rendimiento para encofrado en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	Rendimiento (m ² /día)			
	OP	PE	1 OP + 1 Pe	2 OP + 2 Pe
1	0.25	0.25	32.00	63.99
2	0.37	0.24	26.44	52.88
3	0.59	0.17	21.05	42.10
4	0.25	0.53	20.50	41.00
5	0.34	0.40	21.48	42.97
6	0.34	0.34	23.85	47.69
7	0.22	0.22	36.06	72.12
8	0.40	0.40	20.08	40.16
9	0.50	0.37	18.35	36.69
10	0.24	0.24	32.74	65.48
11	0.18	0.18	43.33	86.66
12	0.61	0.47	14.90	29.81
13	0.27	0.27	29.22	58.44
14	0.37	0.37	21.49	42.98
15	0.52	0.52	15.39	30.77
Promedio	0.36	0.33	25.13	50.25
CAPECO			41.43	62.14

La cuadrilla que está conformada por un 1 op + 1 pe ha registrado un rendimiento promedio de 25.13 m² por día, y la cuadrilla compuesta por 2 op + 2 pe, se ha observado un rendimiento promedio de 50.25 m² por día. Esto implica que, en promedio. La cuadrilla compuesta por 2 op + 2 pe tiene una mayor capacidad de trabajo y, por lo tanto, puede encofrar una mayor superficie en el mismo período de tiempo que la otra cuadrilla, no obstante, este rendimiento sigue siendo inferior al

dado en el compendio de CAPECO (2006) en 39.35%, tal como, en el estudio de Fernández (2015) donde la diferencia fue de 3.97%; sin embargo, el rendimiento en el encofrado de losas aligeradas en Chota también es mayor que, el estado inicial determinado por Orencio (2019) para un edificio multifamiliar en Lima.

En la Tabla 4, se presentan los rendimientos medidos para las cuadrillas establecidas, sus respectivos promedios y los establecidos por CAPECO:

Tabla 4. Resumen de rendimiento en colocación de ladrillo en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	Rendimiento (pza/día)			
	OP	PE	1 OP + 1 Pe	1 OP + 2 Pe
1	0.014	0.014	569.55	854.32
2	0.026	0.026	304.77	457.16
3	0.016	0.032	335.02	502.52
4	0.011	0.021	497.55	746.32
5	0.000	0.025	640.53	960.79
6	0.011	0.022	490.38	735.56
7	0.009	0.016	643.09	964.63
8	0.017	0.017	476.60	714.90
9	0.019	0.019	423.41	635.11
10	0.014	0.014	560.04	840.05
11	0.014	0.029	370.63	555.94
12	0.013	0.027	395.89	593.83
13	0.041	0.027	236.58	354.86
14	0.026	0.026	303.70	455.54
15	0.025	0.025	325.71	488.56
Promedio	0.02	0.02	438	657
CAPECO			288.3	432.4

De la Tabla 4, se ha determinado que el rendimiento promedio de una cuadrilla conformada por un 1 op + 1 pe fue de 438 piezas por día. Por otro lado, la cuadrilla compuesta por 2 op + 2 pe, tuvo un rendimiento promedio de 657 piezas por día. Estos rendimientos son superiores a los datos por CAPECO

(2006), no obstante, son inferiores a lo determinado por Orencio (2019) que obtuvo 1267 piezas.

En la Tabla 5, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del rendimiento en habilitación de acero de losas aligeradas en la construcción de viviendas, Chota:

Tabla 5. Resumen de rendimiento en habilitación de acero en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	Rendimiento (kg/día)			
	OP	PE	1 OP + 2 Pe	2 OP + 2 Pe
1	0.07	0.10	144.79	193.05
2	0.04	0.05	258.26	344.35
3	0.08	0.08	144.78	193.05
4	0.06	0.11	145.43	193.91
5	0.05	0.10	167.60	223.47
6	0.04	0.09	185.08	246.78
7	0.12	0.07	126.81	169.08
8	0.08	0.08	151.94	202.58
9	0.05	0.05	220.61	294.15
10	0.06	0.11	140.61	187.49
11	0.06	0.06	200.22	266.96
12	0.05	0.05	237.63	316.84
13	0.11	0.07	136.32	181.76
14	0.07	0.15	108.02	144.03
15	0.06	0.12	130.34	173.78
Promedio	0.07	0.09	166.56	222.08
CAPECO			357.1	476.2

De la Tabla 5, El rendimiento promedio para la habilitación de acero fude 166.56 kg por día cuando la cuadrilla se compone de 1 op + 2 pe. Por otro lado, con la cuadrilla 2 op + 2 pe, se ha tuvo un rendimiento promedio de 222.08 kg por día. Siendo el rendimiento de la mano de obra menor al dado por CAPECO (2006) en 53.36%, resultados similares fueron reportados por Fernández (2015) donde, la diferencia era

8.51%, y de (206.9 kg/día) determinado por Huamán (2020) para la mano de obra de Apurímac, y al rendimiento determinado por Orencio (2019) para acero de losa aligerada de un edificio multifamiliar en Lima.

En la Tabla 6, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del rendimiento en vaciado de losas aligeradas en la construcción de viviendas, Chota:

Tabla 6. Resumen de rendimiento en vaciado de losa aligerada en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	N° de registros	Rendimiento (m ³ /día)			
		OP	PE	4 OP +6 Pe	3 OP + 12 Pe
1	1	0.91	3.35	18.75	28.13
2	1	1.27	4.22	14.58	21.87
3	1	1.54	1.93	23.08	34.62
4	1	1.08	3.97	15.83	23.75
5	1	0.86	3.43	18.63	27.95
6	1	1.13	5.63	11.85	17.78
7	1	1.36	7.23	9.32	13.97
8	1	2.24	4.04	12.74	19.10
9	1	2.27	3.40	14.10	21.15
10	1	1.78	7.14	8.96	13.45
11	1	1.51	2.27	21.12	31.69
12	1	0.95	5.23	12.95	19.42
13	1	1.50	8.02	8.40	12.59
14	1	3.07	12.29	5.21	7.81
15	1	2.44	9.74	6.57	9.85
Promedio		1.59	5.46	13.47	20.21
CAPECO				15.3	23.0

De la Tabla 6, el rendimiento promedio para el vaciado de concreto en las losas aligeradas fue 13.47 m³ por día cuando la cuadrilla se compone de 4 op + 6 pe, similar al rendimiento determinado por Cruzado (2020) en "Distribución de trabajo según la carta balance y el rendimiento en la construcción de viviendas unifamiliares – Cajamarca-Cajamarca". Por otro lado, cuando la cuadrilla fue conformada por 3 op + 12 pe, se observó un rendimiento promedio de 20.21 m³ por día; mayor pues empleó más obreros.

El rendimiento en el vaciado de concreto en losas aligeradas en la ciudad de Chota es menor al rendimiento dado por CAPECO (2006) en 12.15% tal como en estudio de Fernández (2015) y 9.39% menor respecto a éste, no obstante, fue superior al rendimiento determinado por Huamán (2020) en las edificaciones de Apurímac.

En la Tabla 7, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de la productividad en encofrado de losas aligeradas en la construcción de viviendas, Chota:

Tabla 7. Resumen de productividad para encofrado en losas aligeradas en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	TP	TC	TNC
1	35.9%	45.0%	19.1%
2	21.9%	39.5%	38.6%
3	28.9%	51.7%	19.4%
4	18.7%	51.4%	29.9%
5	22.9%	44.6%	32.5%
6	32.8%	50.4%	16.8%
7	35.4%	44.2%	20.4%
8	33.6%	34.0%	32.4%
9	17.9%	48.9%	33.2%
10	16.5%	49.6%	34.0%
11	29.0%	40.2%	30.8%
12	15.2%	57.3%	27.5%
13	20.1%	40.9%	39.0%
14	31.0%	50.8%	18.1%
15	37.1%	48.3%	14.6%
Promedio	26.5%	46.5%	27.1%

Este análisis permitió identificar oportunidades de mejora para optimizar la productividad en la construcción de las losas aligeradas, considerando que, el tiempo productivo es bajo respecto al señalado por Ghío (2001).

Al respecto, Santa Maria & Juipa (2018) concluyen en su estudio “Mejoramiento de la capacidad resolutiva de los servicios de

salud del Hospital Regional Hermilio Valdizan de Huánuco, nivel III-1” que utilizando equipo adecuado se mejoró rendimiento y productividad.

En la Tabla 8, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de la productividad en colocación de ladrillo de losas aligeradas en la construcción de viviendas, Chota:

Tabla 8. Resumen de productividad para colocación de ladrillo en losas aligeradas en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	TP	TC	TNC
1	21.9%	47.5%	30.6%
2	25.0%	75.0%	0.0%
3	30.4%	49.7%	19.9%
4	35.6%	42.5%	21.9%
5	34.2%	49.6%	16.3%
6	32.8%	50.3%	16.9%
7	22.8%	35.8%	41.4%
8	26.9%	47.3%	25.8%
9	18.1%	64.9%	17.0%
10	48.3%	35.8%	15.8%
11	41.5%	36.5%	21.9%
12	46.7%	41.9%	11.4%
13	36.3%	38.0%	25.7%
14	37.3%	42.7%	20.0%
15	49.0%	26.7%	24.4%
Promedio	33.8%	45.6%	20.6%

Se obtuvo mayor tiempo productivo (TP), mayor tiempo contributorio (TC), pero menos tiempo no contributorio (TNC) respecto a los establecidos por Ghío (2001);

esto explica que la actividad de colocación de ladrillo tuvo rendimiento superior al establecido por CAPECO (2006).

En la Tabla 9, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de la productividad en habilitación de acero de losas aligeradas en la construcción de viviendas, Chota:

Tabla 9. Resumen de productividad para habilitación de acero en losas aligeradas en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	TP	TC	TNC
1	66.0%	16.4%	17.6%
2	64.6%	17.8%	17.6%
3	45.3%	24.1%	30.6%
4	53.8%	24.2%	22.0%
5	63.1%	19.2%	17.7%
6	60.3%	26.0%	13.7%
7	44.9%	24.2%	30.9%
8	60.6%	17.7%	21.7%
9	62.5%	21.9%	15.6%
10	55.0%	23.2%	21.8%
11	69.6%	20.0%	10.4%
12	72.1%	19.7%	8.2%
13	48.9%	26.3%	24.8%
14	70.7%	13.5%	15.8%
15	60.0%	24.9%	15.1%
Promedio	59.8%	21.3%	18.9%

En la partida habilitación de acero se obtuvo el mayor porcentaje de tiempo productivo (4.78 horas de la jornada laboral), pero menores tiempos contributorios y no contributorios que los obtenidos por Ghío (2001), también hubo

concordancia con el estudio de Santa María & Juipa (2018) donde se obtuvo producciones normales para esta partida y bajas producciones en las otras actividades.

En la Tabla 10, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de la productividad en vaciado de losas

aligeradas en la construcción de viviendas, Chota:

Tabla 10. Resumen de productividad para vaciado en losas aligeradas en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, Cajamarca.

Vivienda	TP	TC	TNC
1	23.5%	53.6%	22.8%
2	17.4%	62.1%	20.5%
3	16.6%	69.5%	13.9%
4	14.2%	61.2%	24.7%
5	14.5%	62.8%	22.7%
6	13.2%	68.5%	18.2%
7	11.5%	70.4%	18.0%
8	14.6%	56.6%	28.8%
9	14.8%	50.3%	34.9%
10	21.6%	53.4%	25.0%
11	9.7%	47.4%	42.9%
12	14.8%	62.1%	23.1%
13	11.7%	72.9%	15.5%
14	15.4%	66.6%	18.0%
15	16.1%	66.4%	17.5%
Promedio	15.3%	61.6%	23.1%

Se determinó que, en el vaciado de concreto, se obtuvo el menor tiempo productivo de las actividades evaluadas, un tiempo contributorio alto y un tiempo no contributorio moderado, respecto a los valores establecidos por Ghío (2001),

siendo mucho menor al tiempo productivo (39.58%) estimado por Cruzado (2020) para viviendas en la ciudad de Cajamarca y al estimado por Gonzales (2021) para viviendas familiares (42.17%), también en la ciudad de Cajamarca.

Finalmente luego de llevar a cabo un exhaustivo análisis, se estableció en promedio, que el tiempo de trabajo de los obreros se distribuye de la siguiente manera: un 33.85% para actividades productivas, un 43.75% para actividades contributorias y un 22.425% para actividades no contributorias, siendo similar al uso de tiempos estimados por Vásquez (2017) para losas aligeradas de viviendas en la ciudad de Cajamarca, y siendo también similar con el análisis

realizado por Gonzales (2021), también en la ciudad de Cajamarca.

La similitud en los resultados se debe a que, todos los estudios se ubican geográficamente en la misma región por lo que, tienen características socioculturales y climatológicas similares.

La tabla 11 contiene la prueba de hipótesis de las partidas evaluadas, considerando las cuadrillas características y rendimientos de CAPECO (2006), el valor del estadístico T-student y el valor p, además los rendimientos.

Tabla 11. Prueba de Hipótesis t-student rendimiento en la construcción de losas aligeradas

Partida	Cuadrilla	Prueba de hipótesis	Valor T	Valor p
Encofrado	1 OP + 1 Pe	$H_0: \mu < 41.43$ $H_1: \mu > 41.43$	-7.83	1.000
Encofrado	2 OP + 2 Pe	$H_0: \mu < 62.14$ $H_1: \mu > 62.14$	-2.85	0.994
Colocación del ladrillo	1 OP + 1 Pe	$H_0: \mu < 288.30$ $H_1: \mu > 288.30$	4.54	0.000
Colocación del ladrillo	1 OP + 2 Pe	$H_0: \mu < 432.4$ $H_1: \mu > 432.4$	4.54	0.000
Habilitación de acero	1 OP + 2 Pe	$H_0: \mu < 357.1$ $H_1: \mu > 357.1$	-16.69	1.000
Habilitación de acero	2 OP + 2 Pe	$H_0: \mu < 476.20$ $H_1: \mu > 476.20$	-16.69	1.000
Vaciado de concreto	4 OP + 6 Pe	$H_0: \mu < 15.3$ $H_1: \mu > 15.3$	-1.33	0.898
Vaciado de concreto	3 OP + 12 Pe	$H_0: \mu < 23$ $H_1: \mu > 23$	-1.36	0.902

Los promedios de rendimiento obtenidos en las partidas evaluadas fueron menores

a los establecidos por CAPECO, según lo descrito precedentemente, solo la partida

colocación de ladrillo tuvo rendimientos mayores. La Tabla 12 presenta la distribución de la productividad de las actividades evaluadas, las hipótesis de

comparación con los valores establecidos por Ghío (2001), el estadístico de la prueba y el valor p.

Tabla 12. Prueba de Hipótesis t-student Acerca de los Tiempos Productivos en la Construcción de Losas Aligeradas

Uso del tiempo de producción	Prueba de hipótesis	Partida	Valor T	Valor p
Tiempo productivo (TP)	H ₀ : $\mu < 0.28$ H ₁ : $\mu > 0.28$	Encofrado	-0.77	0.773
		Colocación de ladrillo	2.29	0.019
		Habilitación de acero	14.19	0.000
		Vaciado de concreto	-13.72	1.000
Tiempo contributorio (TC)	H ₀ : $\mu > 0.36$ H ₁ : $\mu < 0.36$	Encofrado	6.72	1.000
		Colocación de ladrillo	3.10	0.996
		Habilitación de acero	-14.82	0.000
		Vaciado de concreto	12.71	1.000
Tiempo no contributorio (TNC)	H ₀ : $\mu < 0.36$ H ₁ : $\mu > 0.36$	Encofrado	-4.19	1.000
		Colocación de ladrillo	-6.49	1.000
		Habilitación de acero	-10.16	1.000
		Vaciado de concreto	-6.50	1.000

En relación al tiempo productivo establecido por Ghío (2001): el TP en encofrado fue ligeramente menor, en habilitación de ladrillo tuvimos mayor TP, en habilitación de acero hubo el mayor TP observado y en vaciado de concreto el

mínimo TP. En relación con el tiempo contributivo de Ghío (2001): en encofrado se obtuvo el 2° mayor TC observado, en colocación de ladrillo se verificó mayor TC, en habilitación de acero mínimo TC

obtenido y en vaciado de concreto el mayor TC observado.

En relación al tiempo no contributivo de Ghío (2001): En encofrado se verificó menor TNC (pero con el mayor valor), en colocación de ladrillo también menor TNC, también en acero menor TNC (el menor valor obtenido) y en vaciado de concreto menor TNC.

CONCLUSIONES

La mayoría de cuadrillas encargadas del armado de losas aligeradas en la ciudad de Chota fueron conformadas por un mayor número de peones que de operarios. El 98.6% de los trabajadores son de la misma provincia y el 80% tienen entre 18 y 49 años con experiencia en el rango de 1 a 30 años. Además, el 82.04% no tuvieron capacitación especializada y si conocimientos empíricos.

El rendimiento de la mano de obra en encofrado, habilitación de acero, y vaciado de losa aligerada en la construcción de viviendas, fue menor que el establecido por CAPECO, lo contrario resultó en la colocación de ladrillo donde se tuvo mayor rendimiento que el señalado por CAPECO.

La distribución promedio de la productividad de la mano de obra en las actividades evaluadas fue de la siguiente manera: un 33.85% para actividades productivas, un 43.75% para actividades contributorias y un 22.425% para actividades no contributorias.

Agradecimientos

A los propietarios y responsables de las construcciones evaluadas, así como a los obreros que participaron y con generosidad compartieron su tiempo y experiencia en las mediciones realizadas y

aplicación de los instrumentos de investigación.

Financiamiento

La investigación que se presentó fue financiada por la Universidad Nacional Autónoma de Chota, mediante el Concurso de Financiamiento de proyectos de tesis para bachilleres de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, con recursos Canon, con Resolución de Comisión Organizadora N° 512-2022-UNACH con fecha 23 de agosto de 2022.

Conflicto de intereses

No existió ningún tipo de interés con los contenidos del artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, Z. J. (2019). *Análisis del rendimiento de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el anexo de cruz de mayo del distrito de Andamarca, provincia de Concepción - Región Junín*. [Tesis de grado, Universidad Peruana del Centro]. <https://repositorio.upecen.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14127/178/AN%C3%81LISIS%20DEL%20RENDIMIENTO%20DE%20MANO%20DE%20OBRA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Barzola Z. I. I., Barzola V. V. M. & Flores B. W.J. (2017). *Factores del clima laboral que influyen en el rendimiento de los trabajadores del sector público en el Ecuador*. Revista: Dominio de las Ciencias, ISSN-e 2477-8818, Vol. 3, N°. 3, 2017, págs. 917-937.
- Botero B. L. (2002). *Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de*

- construcción. Revista Universidad EAFIT, 38(128), 9–21. Recuperado a partir de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad->
- Burga J. (2022). *Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de asentado de ladrillo en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unal.edu.co/bistream/handle/unal/51745/71792750.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CAPECO. (2006). *Costos y Presupuestos en edificación*. Lima: Cámara Peruana de la Construcción.
- Cruzado M. R. (2020). *Distribución de trabajo según la carta balance y el rendimiento en la construcción de viviendas unifamiliares – Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24768>
- Fernandez I. R. (2015). *Productividad de la mano de obra, en la ejecución infraestructura colegio Alcidez - Bambamarca - Hualgayoc - Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9429>
- Góngora F. R., & López I. R. (2020). *Rendimientos de mano de obra para diferentes sistemas constructivos de placas entrepiso aligeradas aplicadas en la ingeniería Civil en la región. Girardot, Cundimarca*. [Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Piloto de Colombia].
- Haugbolle K., Larsen J. N., & Nielsen, J. (2019). Construction productivity revised: towards measuring performance of construction output. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2(5), 794 - 813. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0094>
- Huamán C. A. (2020). *Rendimiento de la mano de obra en las partidas de encofrado, acero y concreto en columnas, vigas y losas aligeradas en tiempos de pandemia caso: proyecto de mejoramiento de los servicios educativos en la IES Juan Antonio Trelles de Huancarama-Andahuaylas*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Obtenido de <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1193>
- Orencio S. J. (2019). *Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y Lookahead para mejorar la productividad en losas aligeradas en el edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II, San Muel, Lima 2019*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30145>

Palma N. A. (2018). *Rendimiento y productividad de la mano de obra en las instalaciones sanitarias del bloque 13 de la construcción del hospital Antonio Lorena. Mast'ariy.* 1(5), 36-40. Recuperado de: <https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/mastariy/article/view/173>

Santa Maria V. D., & Juipa, P. A. (2018). *Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra aplicando Lean Construction en las partidas de concreto armado en la obra: Mejoramiento de la capacidad resolutive de los servicios de salud del Hospital Regional Hermilio Valdizan de Huánuco.* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional "Hermilio Valdizan" de Huánuco]. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3984>

Vásquez V. D. (2017). *Proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, Cajamarca 2017.*: [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil, Universidad privada del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12678>

Contribución de autoría

1. Jhamelin Aracely Medina Zambrano
Concepción y elaboración del manuscrito.
2. Luis Fernando Romero Chuquilín
Análisis de datos.

Recibido: 11-06-2024 Aceptado: 23-12-2024 Publicado: 31-12-2024