

Estudio de Trabajo

Tema 2

Productividad

Profesor:

Ricardo Caballero, M.Sc.

✉ ricardo.caballero@utp.ac.pa



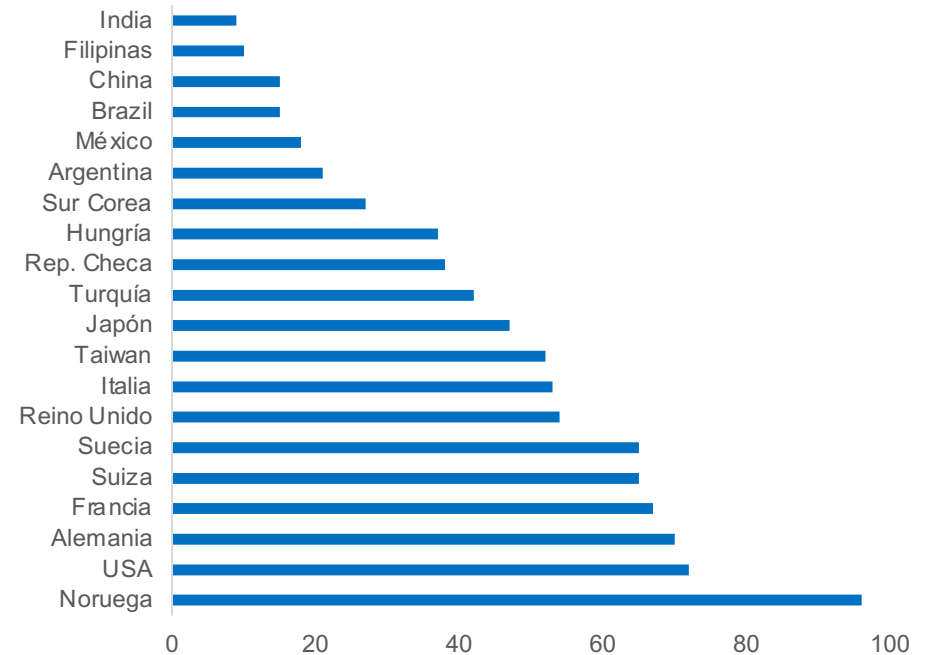
Competitividad y productividad global

Es la razón que existe entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas (recursos como mano de obra y capital. Relación entre producción e insumo

Principios

- Cuanto más eficiente sea la transformación de bienes y servicios, más productiva será la empresa y mayor valor agregado se proporcionará.
- Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia (mejorar la forma de hacer el trabajo).
- Formas de incrementar productividad:
 - Aumentar el producto y mantener el mismo insumo
 - Reducir el insumo y mantener el mismo producto
 - Aumentar el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente

PRODUCTIVIDAD POR HORA (\$)



Con la productividad se puede medir el rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos establecidos

Mejora de la productividad en Starbucks



Mejora de la productividad en Starbucks



MEJORAS

Dejar de solicitar la firma a compras por menos \$25 hechas con tarjeta de crédito



Cambiar el tamaño de los cubos de hielo.

- Para servir la bebida fría más grande se necesitaba dos movimientos de flexion y llenado para obtener el hielo suficiente. Además la cuchara era demasiado pequeña.



Máquinas nuevas para café expresso

- Con oprimir un botón, las máquinas muelen los granos de café y lo cuelan. Esto permitió a los baristas realizar otras cosas



AHORRO

Ahorró 8 segundos por transacción

Ahorro de 14 segundos por bebida

Ahorro de 12 segundos por taza de café expresso

Las mejoras en las operaciones ayudaron a aumentar el volume promedio anual de \$250,000 a hasta \$1 millón en los últimos 7 años.

Una mejora del 27% en productividad (4.5% por año)

Medición de la productividad

Productividad de un solo factor:

Indica la razón que hay entre un recurso (entrada) y los bienes y servicios producidos (salidas).

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado}$$

Productividad multifactor:

Indica la razón que hay entre muchos o todos los recursos (entradas) y los bienes y servicios producidos (salidas)

$$Productividad = \frac{Salida}{Mano\ de\ obra + material + energía + capital + otros}$$

Cambio en productividad:

Es el aumento o disminución de la productividad de un periodo al siguiente en relación con la productividad del periodo anterior

$$Cambio\ en\ productividad = \frac{Productividad\ actual - Productividad\ anterior}{Productividad\ anterior} \times 100$$

Algunos ejemplos de medidas de productividad

Productividad laboral

- Unidades de producción por hora laboral
- Unidades de producción por turno
- Valor agregado por hora laboral
- Valor en dólares de la producción por hora laboral

Productividad de la máquina

- Unidades de producción por hora máquina
- Valor en dólares de producción por hora máquina

Productividad del capital

- Unidades de producción por entrada en dólares
- Valor en dólares de la producción por entrada en dólares

Productividad energética

- Unidades de producción por kilovatio-hora
- Valor en dólares de producción por kilovatio-hora

Otras medidas de desempeño: Eficiencia

Mientras las medidas de productividad comparan las salidas con las entradas, las medidas de eficiencia comparan las salidas reales con un valor standard.

Eficiencia:

Medida de rendimiento del proceso; índice de las salidas reales con respecto a un valor standard. Expresada en porcentaje.

$$Eficiencia = \frac{Valor\ real}{Valor\ standard}$$

El **valor standard** es un estimado de lo que se debería producir, dado cierto nivel de recursos. Este standard puede ser basado en estudios detallados utilizando data histórica.

- El puntaje **menor que 100%** sugiere que el proceso **no está rindiendo a su pleno potencial**
- El puntaje de un valor **mayor que 100%** significa que el proceso **supera los estándares**

Factores que afectan la productividad

Existen muchos factores que pueden afectar la productividad



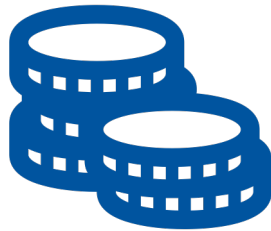
Administración



Mano de obra



Tecnología



Capital



Calidad

Ejemplo 1: Analisis de un solo factor

El gerente de una compañía productora de cajas de madera para manzanas que vende a los agricultores, ha sido capaz, con su equipo actual, de producir 240 cajas por cada 100 troncos utilizados. En la actualidad, compra 100 troncos al día y cada tronco requiere 3 horas de mano de obra para procesarse. El gerente cree que puede contratar a un comprador profesional que pueda adquirir troncos de mejor calidad por el mínimo costo. En ese caso, puede aumentar su producción a 260 cajas por cada 100 troncos. Sus horas-hombre aumentarían en 8 por día.

¿Cuál será el impacto en la productividad (medida en cajas por hora-hombre) si contrata al comprador?

Ejemplo 1: Analisis de un solo factor

Productividad laboral actual

$$= \frac{240 \text{ cajas}}{100 \text{ troncos} \times 3 \text{ horas por tronco}} = \mathbf{0.8 \text{ cajas por hora} - \text{hombre}}$$

Productividad laboral con el comprador

$$= \frac{260 \text{ cajas}}{(100 \text{ troncos} \times 3 \text{ horas por tronco}) + 8 \text{ horas}} = \mathbf{0.844 \text{ cajas por hora} - \text{hombre}}$$

Usando la productividad actual 0.80 como base, el incremento en productividad será de

$$\frac{0.844 - 0.8}{0.8} = \mathbf{5.5\%}$$

Ejemplo 2: Analisis multifactor

Un gerente ha decidido observar su productividad desde una perspectiva multifactor. Para ello, ha determinado el uso de su mano de obra, capital, energía y material, y decidió emplear dólares como el común denominador. Sus horas-hombres totales actuales son 300 por día y aumentaran a 308 diarias. Sus costos de capital y energía permanecerán constantes en \$350 y \$150 al día, respectivamente. El costo del material por los 100 troncos diarios es de \$1000 y permanecerá igual. Debido a que paga un promedio de \$10 por hora, el gerente le gustaría determinar si la productividad incrementa o decrementa.

Ejemplo 2: Analisis multifactor

Sistema actual	
Mano de obra	300 hrs x 10\$ = 3000
Material	100 troncos por día = 1000
Capital	350
Energía	150
Costo total	\$4500

$$\textit{Productividad mutifactor actual} = \frac{240 \textit{ cajas}}{\$4500} = \mathbf{0.0533 \textit{ cajas por dolar}}$$

Ejemplo 2: Analisis multifactor

Sistema con comprador profesional	
Mano de obra	308 hrs x 10\$ = 3080
Material	100 troncos por día = 1000
Capital	350
Energía	150
Costo total	\$4580

$$Productividad\ mutifactor\ sistema\ propuesto = \frac{260\ cajas}{\$4580} = 0.0568\ cajas\ por\ dolar$$

Ejemplo 2: Analisis multifactor

$$\textit{Productividad mutifactor actual} = \frac{240 \textit{ cajas}}{\$4500} = \mathbf{0.0533 \textit{ cajas por dolar}}$$

$$\textit{Productividad mutifactor sistema propuesto} = \frac{260 \textit{ cajas}}{\$4580} = \mathbf{0.0568 \textit{ cajas por dolar}}$$

Usando la productividad actual 0.0533 como base, el incremento en productividad será de

$$\frac{0.0568 - 0.0533}{0.0533} = \mathbf{6.6\%}$$

Ejemplo 3

Calentadores SA. producirá este año 57600 calentadores de agua en su planta de Hamburgo, con el fin de satisfacer la demanda nacional esperada. Para lograr esto, cada empleado de la planta trabajará 160 horas al mes. Si la productividad de la mano de obra en la planta es de 0.15 calentadores de agua por hora de trabajo, ¿cuántos trabajadores están empleados en la planta?

n = número de trabajadores empleados en la planta

$$\text{Productividad} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{insumos}}$$

$$0.15 = \frac{57,600}{(160)(12)(n)}$$

$$n = \frac{57,600}{(160)(12)(0.15)} = 200 \text{ trabajadores empleados en la planta}$$

Ejemplo 4

Industrias XYZ se encuentra elaborando el informe mensual de productividad para su Junta Directiva. A partir de los siguientes datos, calcule:

- Productividad laboral
- Productividad de la máquina
- Productividad multifactorial del dinero gastado en mano de obra, maquinaria, materiales y energía.

La tarifa laboral promedio es de \$15 por hora y la tarifa promedio de uso de la máquina es de \$10 por hora.

Unidades producidas	100,000
Horas de m.o.	10,000
Horas máquina	5,000
Costo de materiales	\$35,000
Costo de energía	\$15,000

Ejemplo 4

a. Productividad laboral

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas M.O.}} = \frac{100,000}{10,000} = 10 \text{ unidades/hora}$$

b. Productividad de la máquina

$$\text{Productividad de la máquina} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas máquina}} = \frac{100,000}{5,000} = 20 \text{ unidades/hora}$$

c. Productividad multifactorial del dinero gastado en mano de obra, maquinaria, materiales y energía.

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costos por M.O.} + \text{Costos por máquina} + \text{Costo por materiales} + \text{Costo por energía}}$$

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{100,000}{(10,000 \times \$15) + (5,000 \times \$10) + \$35,000 + \$15,000}$$

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{100,000}{\$250,000} = 0.4 \text{ unidades por dolar gastado}$$

Ejemplo 5

Durante las últimas 15 semanas, un equipo de proyecto en Software SA ha estado trabajando en el desarrollo de una nueva aplicación. La Tabla muestra el número de programadores asignados al proyecto cada semana, así como el total resultante de líneas de código de computadora generadas. El gerente del proyecto, ha escuchado comentarios de otros gerentes de que sus programadores no están siendo tan productivos como lo eran hace unas semanas. Para determinar si esto es cierto calcula los números de productividad en la Tabla para las primeras 15 semanas del proyecto.

SEMANA	LÍNEAS DE CODIGO	CANTIDAD DE PROGRAMADORES
1	8101	4
2	7423	4
3	8872	4
4	8483	4
5	8455	5
6	10100	5
7	11013	5
8	8746	5
9	13710	7
10	13928	7
11	13160	7
12	13897	7
13	12588	6
14	12192	6
15	12386	6

Ejemplo 5:

SEMANA	LÍNEAS DE CODIGO	CANTIDAD DE PROGRAMADORES	PRODUCTIVIDAD
1	8101	4	2025.25
2	7423	4	1855.75
3	8872	4	2218.00
4	8483	4	2120.75
5	8455	5	1691.00
6	10100	5	2020.00
7	11013	5	2202.60
8	8746	5	1749.20
9	13710	7	1958.57
10	13928	7	1989.71
11	13160	7	1880.00
12	13897	7	1985.29
13	12588	6	2098.00
14	12192	6	2032.00
15	12386	6	2064.33

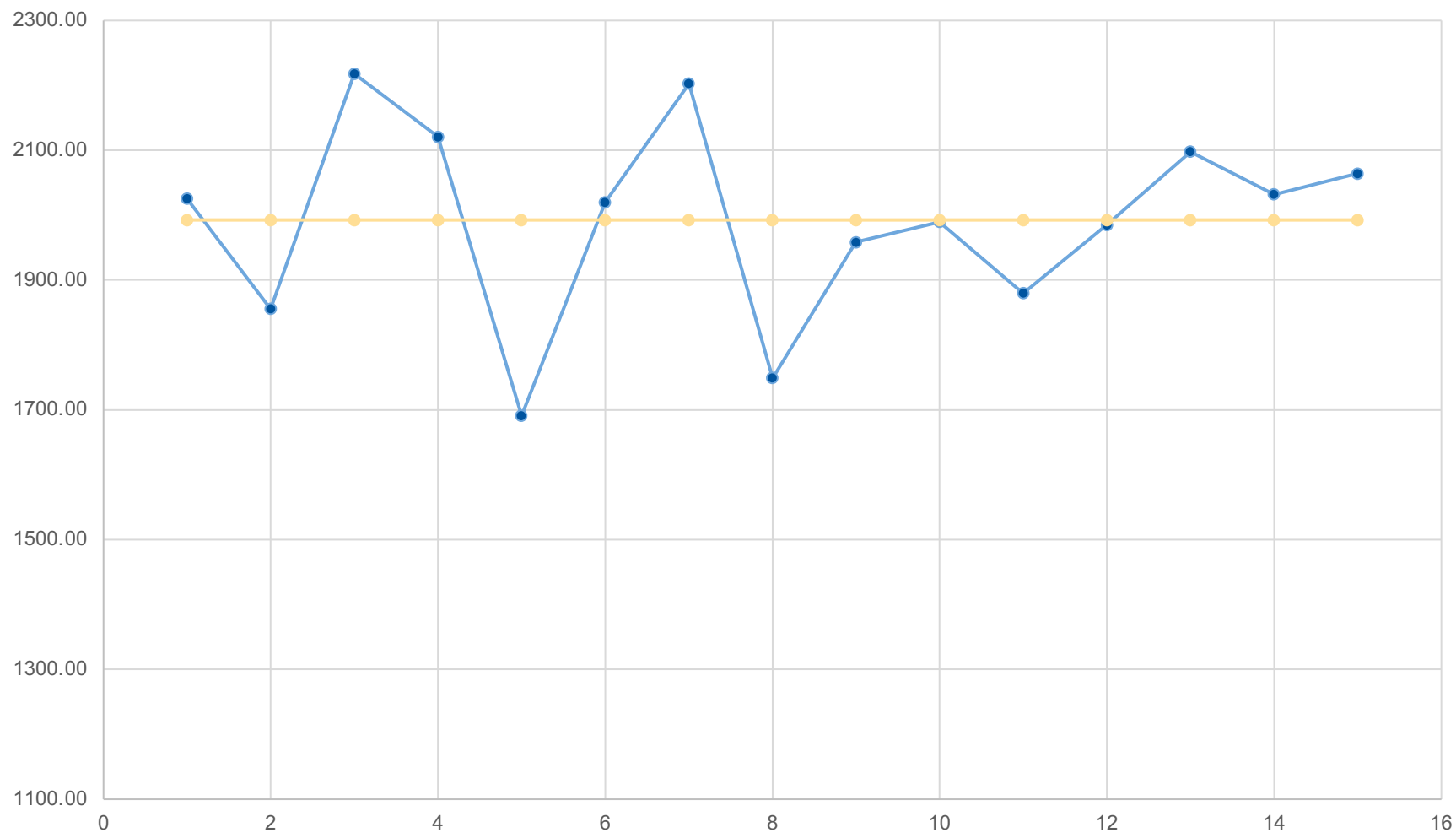


$$Productividad = \frac{\text{Líneas de código}}{\text{Cantidad Programadores}}$$

Productividad Promedio	1992.70
Máxima productividad	2218.00
Mínima productividad	1691.00
Variación promedio	144.63
Coefficiente de variación	7%

Ejemplo 5

PRODUCTIVIDAD (Líneas de código/programador)



Ejemplo 6

Basándose en los resultados de su estudio de productividad, el gerente de Software SA decide establecer un estándar para sus desarrolladores de software de 1,800 líneas de código por desarrollador por semana. El gerente establece conscientemente el estándar ligeramente por debajo del promedio de productividad mostrado en la Tabla. Su razonamiento es que quiere que sus desarrolladores puedan cumplir con el estándar, incluso cuando están tratando con código particularmente difícil.

En la semana 16, el gerente contrata a un nuevo desarrollador, Fulanito. Después de cinco semanas en el trabajo, Fulanito ha registrado los resultados en la Tabla.

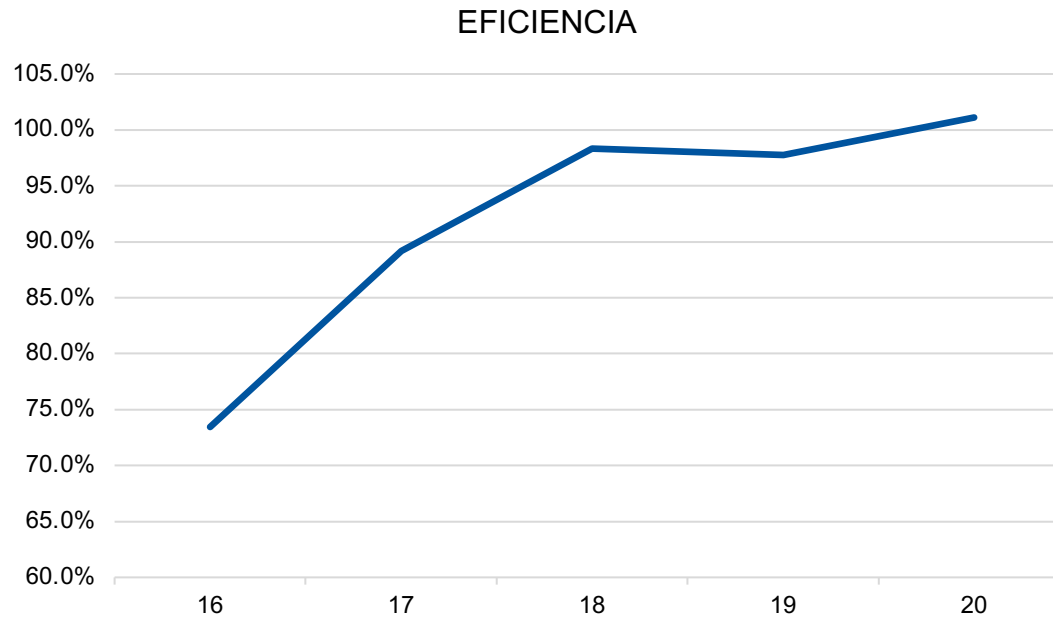
SEMANA	LÍNEAS DE CODIGO
16	1322
17	1605
18	1770
19	1760
20	1820

Ejemplo 6

SEMANA	LÍNEAS DE CODIGO	EFICIENCIA
16	1322	73.4%
17	1605	89.2%
18	1770	98.3%
19	1760	97.8%
20	1820	101.1%



$$Eficiencia = \frac{Líneas\ de\ código\ real}{Línea\ de\ código\ standard}$$



Libros de referencia

- Baudin, M. & Netland, T. (2023). *Introduction to manufacturing: an industrial engineering and management perspective*. Routledge
- Russel & Taylor. *Operations & Supply Chain Management*. Wiley
- Freivalds, A. & Niebel, B. *Ingeniería Industrial – métodos estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill
- García Criollo, R. *Estudio del trabajo*. McGraw-Hill
- Meyers, F. & Stephens, M.. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson
- Render, B. & Heizer, J. *Principios de administración de operaciones*. Pearson
- Pal Singh, L. (2016). *Work Study and Ergonomics*. Cambridge University Press
- Guastello, S. (2014). *Human Factors Engineering and Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Pal Singh, L. (2016). *Work Study and Ergonomics*. Cambridge
- Kanawaty, G. *Introducción al estudio de trabajo*. OIT
- Bedny, G. & Bedny, I. (2019) *Work Activity Studies Within the Framework of Ergonomics, Psychology, and Economics*. Taylor & Francis Group.
- Stanton, N. (2018). *Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design*. Taylor & Francis Group
- Lee, J. et al (2017). *Designing for People: An Introduction to Human Factors*. CreateSpace
- Bridger, R. (2019). *Introduction to Human Factors and Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Lehto, M. & Buck, J. (2008). *Introduction to Human Factors and Ergonomics of Engineers*. Taylor & Francis Group.
- Stack, T. et al. (2016). *Occupational Ergonomics – A Practical Approach*. Wiley
- Kroemer, K. (2017). *Fitting the Human – Introduction to Ergonomics / Human Factors Engineering*. Taylor & Francis Group.
- Marras, W. & Karwowski, W. (2006) *Fundamentals And Assessment Tools For Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Konz, S. & Johnson, S. (2016) *Work Design and Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. Limusa
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). *Guía Técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa*. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España
- (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Krick (1994). *Ingeniería de Métodos*. Limusa
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Ingeniería de Métodos – Tomo I*. Editorial Felix Varela
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Estudio de Tiempos – Tomo II*. Editorial Felix Varela
- Mondelo, P. et al. (1999). *Ergonomía 3: Diseños de Puestos de Trabajo*. Mutua Universal
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Peralta, J. et al (2014) *Estudio del Trabajo*. Grupo Editorial Patria
- Caso Neira, A. *Técnicas de Medición del Trabajo*



Ricardo Caballero, M.Sc.

Docente Tiempo Completo

Facultad de Ingeniería Industrial

Universidad Tecnológica de Panamá | Centro Regional de Chiriquí

E-Mail: ricardo.caballero@utp.ac.pa

Social: [LinkedIn](#) | [ResearchGate](#)

Website: <https://www.academia.utp.ac.pa/ricardo-caballero>



Project Manager



Grupo de Investigación
en Ingeniería Industrial

Website: www.giii.utp.ac.pa

