

## ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA MINERA AUTLÁN

N. Rodríguez Ventura<sup>1</sup>

### RESUMEN

El presente estudio fue realizado por 15 estudiantes de 6° semestre de Ingeniería Industrial y dos docentes del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (ITST) durante una estadía de 4 meses en la Compañía Minera Autlán S.A.B. de C.V. la cual es una empresa privada mexicana ubicada en Teziutlán, Pue, y que forma parte de Grupo Ferrominero, actualmente se dedica a producir y comercializar diversas clases de minerales de manganeso y ferroaleaciones, cuenta con cuatro hornos eléctricos de arco sumergido “tipo abierto” en donde se produce silicomanganeso que al ser mezclado con ferroaleaciones le otorgan propiedades metalúrgicas especiales. Debido a la mejora continua dentro de la planta el proceso de producción ha tenido cambios, por lo que fue necesario el establecimiento de nuevos métodos de trabajo y tiempos estándares para el personal de producción en el Nivel Cero. La metodología utilizada durante el estudio fue la investigación objetivista con la cual se obtuvieron excelentes resultados como el establecer la plantilla de personal necesario para operar de manera eficiente las áreas de moldeo de los hornos 5, 6 y 7 en los tres turnos de trabajo, establecer métodos de trabajo adecuados y en el caso de los alumnos una importante experiencia laboral en donde aplicaron sus conocimientos antes de egresar.

### ANTECEDENTES

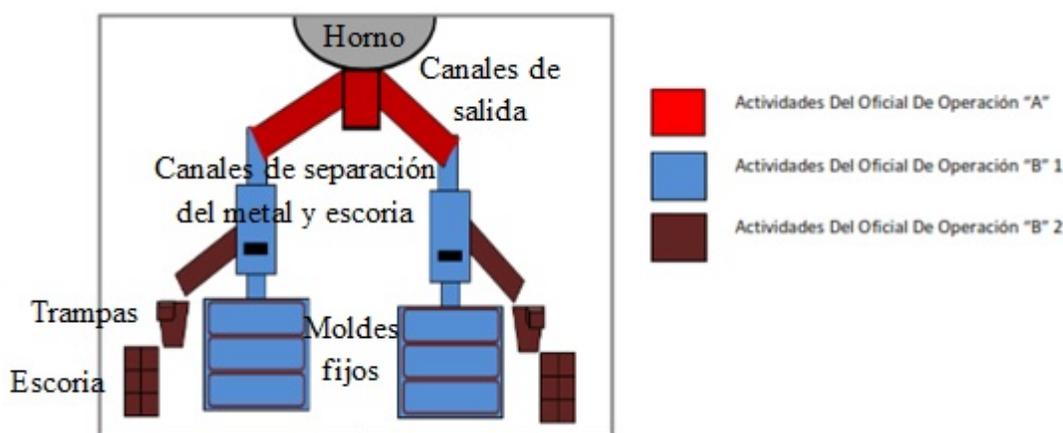
El estudio de tiempos y movimientos del personal de producción de la Compañía Minera Autlán se dio como respuesta a la necesidad de establecer nuevos métodos de trabajo en el área de moldeo de silicomanganeso ya que el proceso se vio modificado con el uso de un molde móvil el cual facilita la operación del vaciado del metal, el cribado y a su vez reduce la generación de finos. El molde móvil se prepara con Arena Silica y Silicato, una prensa moldeadora para la arena, un horno de secado y un malacate con velocidad variable. Antes de realizar estos cambios al proceso de moldeo, las actividades eran llevadas a cabo por 3 personas utilizando un molde fijo: Oficial de operación A, Oficial de operación B1, y Oficial de operación B2. Al realizar dicha modificación, se apoyó con más fuerza de trabajo, asignándose dos obreros de operación con el fin de abastecer la nueva tarea mientras los oficiales de base se capacitaban en el nuevo método. Con el paso del tiempo, el personal adquirió la habilidad requerida pero los obreros de operación se quedaron realizando las operaciones que tendrían que ser realizadas por los oficiales de operación. En base a lo anterior, el objetivo del proyecto fue realizar un estudio de tiempos y movimientos que permitiera estandarizar los métodos de los hornos 5, 6 y 7 con el uso del molde móvil, analizar las cargas de trabajo de cada uno de los oficiales y obreros de operación y establecer la plantilla de personal necesario para cada uno de los hornos en los tres turnos en que opera la empresa. Así mismo se estudiaron las actividades de dos gruistas, los cuales tienen como actividades principales sacar el metal de los moldes, sacar la escoria, apoyar en la colocación de trampas para captar el metal que pueda desviarse hacia la escoria y colocar los contenedores cerca de los moldes donde se contiene el metal. Algunas de las limitaciones que se tuvieron durante el estudio es que por cuestiones de seguridad, y aun cuando se les otorgó el equipo de seguridad apropiado, difícilmente se podía acceder a áreas de alta peligrosidad para los estudiantes ya que el metal llega a alcanzar temperaturas de hasta 1200 °C.

<sup>1</sup> Profesora Asociada de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. [naty075@yahoo.com.mx](mailto:naty075@yahoo.com.mx).

## METODOLOGÍA

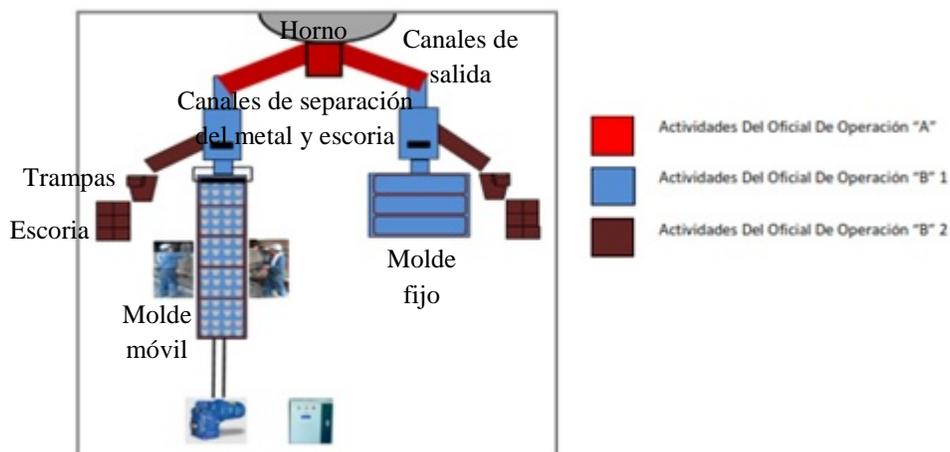
La hipótesis inicial fue que los Oficiales de operación A, B1 y B2 tenían exceso de tiempos muertos durante su turno de trabajo, por lo que se optó por realizar el estudio basándose en la metodología objetivista mediante la cual se observaron y consideraron los hechos y fenómenos reales, tangibles y palpables rechazando todo aquello de carácter subjetivo y analizando cada factor influyente con técnicas básicas del estudio del trabajo.

El estudio se realizó directamente en campo iniciando con el análisis del proceso para identificar las variables que influyen en él las cuales son: El equipo de protección personal utilizado, la temperatura ambiente, el peso y forma de las herramientas utilizadas, las distancias recorridas, los horarios de trabajo y cada una de las actividades que intervienen en el proceso. En la Figura 1 se puede observar la distribución de cada horno antes del cambio del horno fijo así como el responsable de cada una de las áreas que conforman el horno.



**Figura 1. Áreas de responsabilidad de cada oficial de operación de cada horno antes de la implementación del molde móvil**

En la Figura 2, se observa el cambio que se realizó colocando un molde móvil el cual tiene la ventaja de ser introducido en un túnel en el cual se le realiza un estampado que permite cribar con mayor facilidad el metal a un tamaño más uniforme, así como disminuir el desperdicio ya que se genera menor cantidad de finos.



**Figura 2. Áreas de responsabilidad de cada oficial de operación de cada horno después de la implementación del molde móvil**

Así mismo se consideró la tarifa horaria la cual representa el tiempo donde existe el corte de energía eléctrica en los hornos por lo que el departamento de producción realiza limpieza en áreas de trabajo y el departamento de mantenimiento utiliza para dar mantenimiento a equipo auxiliar de los hornos. La calendarización de la tarifa horaria se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Tarifa horaria**

Estaciones	Fechas
<b>Primera: Lunes a Viernes (19:00 a 22:00)</b>	Del 1ro. de Febrero al primer domingo de abril.
<b>Segunda: Lunes a Viernes (20:00 a 22:00)</b>	Del primero domingo de abril al 31 de julio
<b>Tercera: Lunes a Viernes (19:00 a 22:00)</b>	Del 1ro. de agosto al último domingo de octubre
<b>Cuarta: Lunes a Viernes (18:00 a 22:00) Sábado (19:00 a 21:00)</b>	Del último domingo de octubre al 31 de enero

Debido a que como se ha mencionado existen tres elementos que ayudan a determinar los tiempos estándar: las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo (Benjamin & Andris, 2004) se formaron tres equipos de 5 personas y cada uno de ellos se fueron rotando en los tres turnos para cronometrar todas las operaciones realizadas. Prácticamente cada equipo analizó por semana cada turno en horarios de 7:00 a 15:00 hrs. de 15:00 a 23:00 hrs y de 23:00 a 7:00 hrs, para la toma de los tiempos se diseñaron los formatos necesarios para el registro de la información utilizando así el método de medición del trabajo.

Para poder determinar el tiempo estándar, se determinaron los suplementos necesarios para cada operación y turno ya que cada uno se encuentra en diferentes condiciones y como dentro del proceso se encuentran laborando únicamente trabajadores del sexo masculino, se establecieron las concesiones en base al sexo y a las condiciones en las que trabajan considerando el sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales. En la Tabla 2

se puede ver el sistema de suplementos por descanso utilizado ya que es reconocido por gran cantidad de especialistas en tiempos.

**Tabla 2. Sistema de suplementos por descanso**

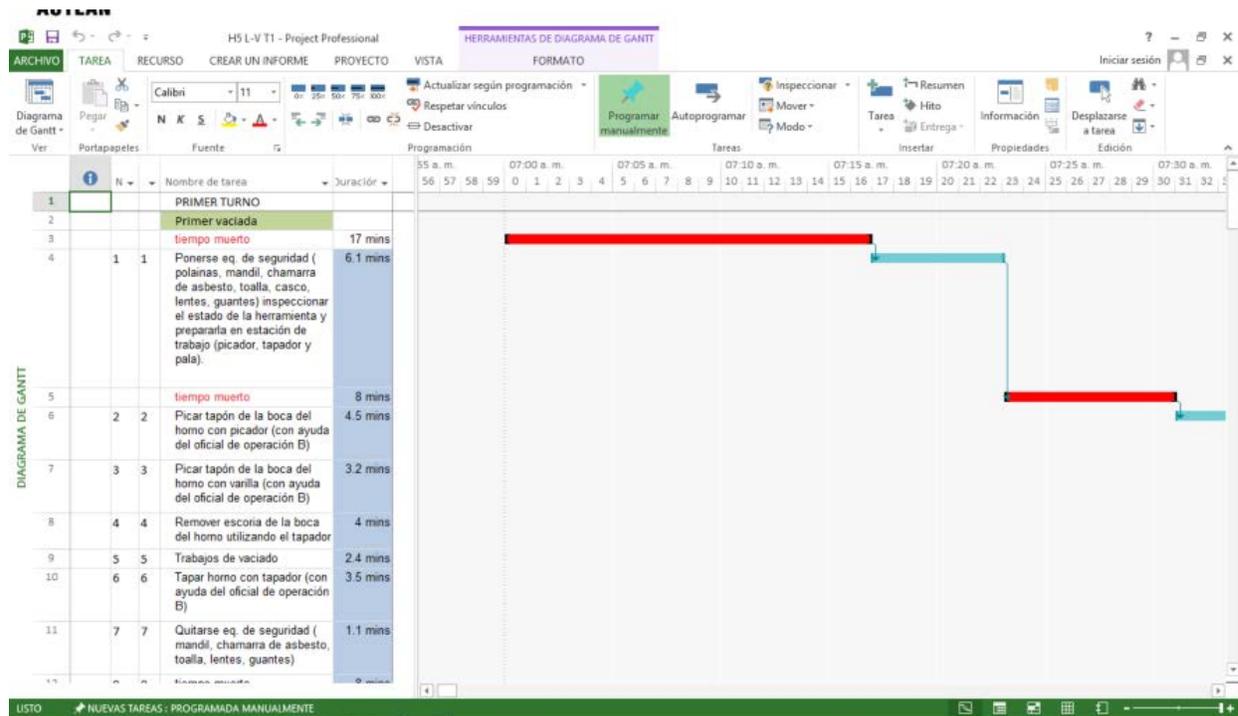
SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES			SUPLEMENTOS VARIABLES		
	HOMBRE	MUJER		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de		
			Kata (millicálorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
<b>a) Trabajo de Pie</b>			16	0	
Trabajo de pie	2	4	14	0	
			12	0	
<b>b) Postura anormal</b>			10	3	
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	
Incómoda (inclinado)	2	3	6	21	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5	31	
			4	45	
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>			3	64	
			2	100	
Peso levantado por kilogramo			<b>f) Tensión visual</b>		
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	<b>g) Ruido</b>		
12.5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17.5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente y muy fuerte	7	7
22.5	11	16	<b>h) Tensión mental</b>		
25	13	20 (máx.)	Proceso algo complejo	1	1
30	17	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
33.5	22	-	Proceso muy complejo	8	8
<b>d) Iluminación</b>			<b>i) Monotonía mental</b>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			<b>j) Monotonía física</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Dentro de las variables medidas que se consideraron para estandarizar los tiempos se pueden mencionar la temperatura, las distancias recorridas, el peso de las herramientas y el tiempo realizado en cada una de las operaciones realizadas y para cada uno de los hornos. En la Tabla 3, se pueden observar el porcentaje de suplementos asignados para cada operador y cada turno

**Tabla 3. Porcentaje de suplementos asignado por operador y turno**

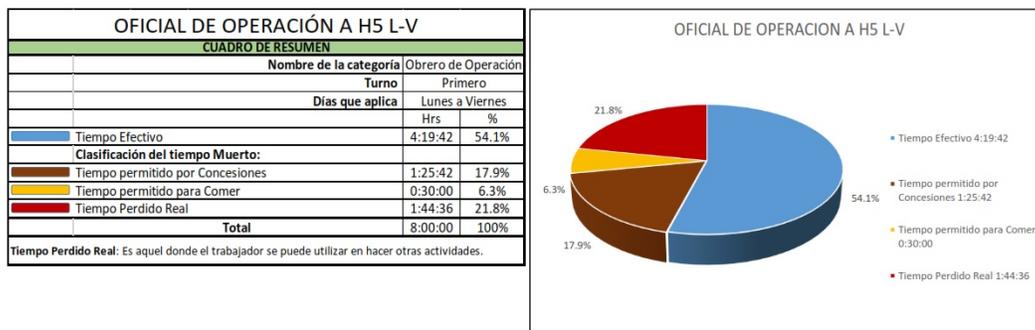
Suplementos	Operador A (H 5,6,7 y 8) y B1 (Tinero) H5 y 6, Ayudante 7 y 8			
	1°	2°	Tar Hor	3°
Suplemento por necesidades personales	5%	5%	5%	5%
Suplemento base por fatigas	4%	4%	4%	4%
Suplementos por trabajar de pie	2%	2%	2%	2%
Uso de energía o fuerza muscular	1%	1%	1%	1%
Iluminación	0%	0%	2%	2%
Condiciones atmosféricas	10%	10%	3%	10%
Concentración intensa (trabajo de gran precisión o muy fatigoso)	5%	5%	2%	5%
Ruido (intermitente y fuerte)	2%	2%	2%	2%
Tensión mental (proceso complejo)	4%	4%	4%	4%
<b>Total</b>	<b>33%</b>	<b>33%</b>	<b>25%</b>	<b>35%</b>
			29%	

Una vez tomados los registros de cada uno de los operarios se utilizó el diagrama de Gantt el cual es una gráfica que permite representar cada tarea con sus tiempos de duración (KLASTORIN, 2010), la intención fue representar en una línea del tiempo cada una de las actividades realizadas y así poder detectar los tiempos muertos generados durante cada turno de trabajo y el momento del día en que se generaba para saber si durante ese tiempo le era posible apoyar otra operación como se puede ver en la Figura 3.



**Figura 3. Diagrama de Gantt de las actividades realizadas en el primer turno del oficial de operación A**

Considerando los estándares de tiempo y las gráficas de Gantt, se obtuvieron los tiempos efectivos y tiempos muertos de cada operación como puede verse en la Figura 4.

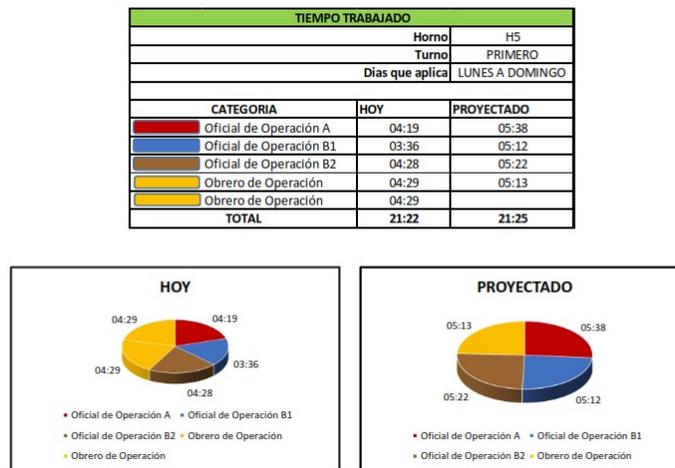


**Figura 4. Tiempos muertos y efectivos del oficial de operación A en el primer turno**

**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

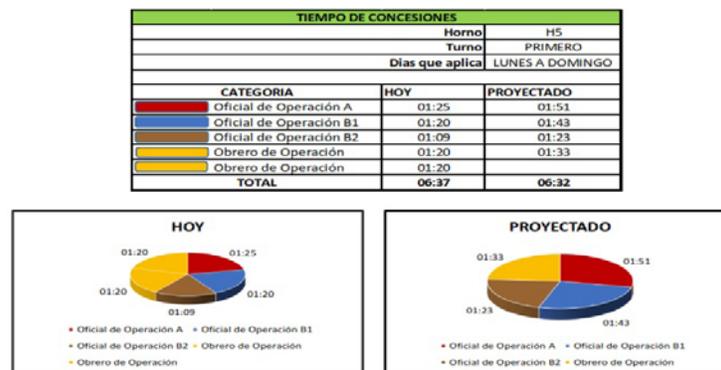
En base a los resultados de las prácticas estándar y las gráficas de Gantt, se pudo establecer la distribución del trabajo considerando los tiempos muertos de cada operador y se hicieron simulaciones que permitieron asegurarse de que era posible que con la reasignación de actividades se podría operar cada horno con los tres oficiales de operación A, B1, B2 y un obrero de operación únicamente.

Como puede verse en la Figura 5, el tiempo efectivo proyectado de los oficiales de operación A, B1 y B2 y el obrero de operación es de máximo 5 horas con 38 minutos de 8 que comprende la jornada laboral.



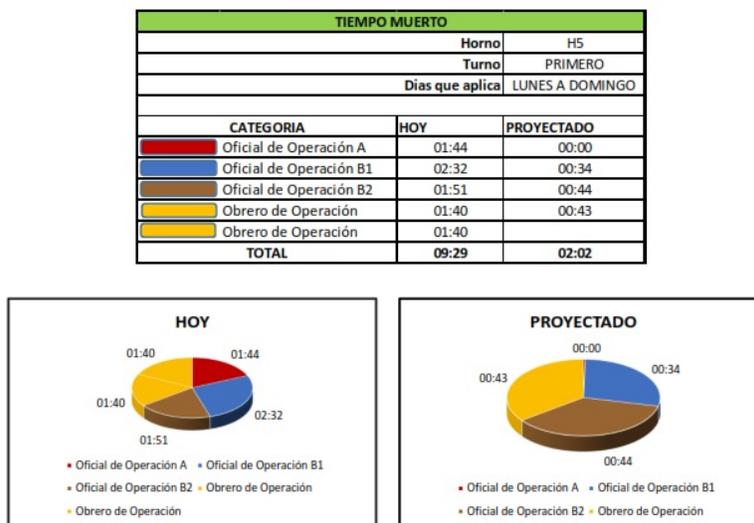
**Figura 5. Comparativo del método actual y propuesto del tiempo efectivo de trabajo del personal del horno 5 del primer turno de lunes a domingo**

De igual forma se analiza el comparativo del tiempo de suplementos para cada oficial de operación y obreros como puede verse en la Figura 6, los resultados obtenidos para este rubro indican que el oficial que menos tiempo tiene de suplementos es el de operación B2 siendo este un tiempo de 1 hora con 23 minutos.



**Figura 6. Comparativo del método actual y propuesto de las concesiones de trabajo del personal del horno 5 del primer turno de lunes a domingo**

Finalmente se observa en la Figura 7 que aún con un obrero de operación menos, aparte de las concesiones otorgadas, se registran tiempos muertos durante el proceso de moldeo.



**Figura 7. Comparativo del método actual y propuesto del tiempo muerto del personal del horno 5 del primer turno de lunes a domingo**

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de este proyecto, los estudiantes aplicaron sus conocimientos en un caso y necesidad real, situación que los llevó a dominar y valorar más las técnicas aprendidas en clase. Gracias a todos los estudios y análisis que realizaron pudieron concluir su propuesta con toda la seguridad de que habían considerado los factores necesarios que les permitieran dar una respuesta confiable respecto al estudio solicitado. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el método actual que incluye un equipo de trabajo para el horno 5 y 6 de 5 personas y para el horno 7 de 6 personas, registran tiempos muertos de más de 8 horas por turno y horno de forma sumatoria, por lo que es posible distribuir las actividades en equipos con una persona menos, quedando de la siguiente manera:

- Horno 5: 3 Oficiales de Operación y un obrero de operación (apoyo), Total: 4 personas
- Horno 6: 3 Oficiales de Operación y un obrero de operación (apoyo), Total: 4 personas
- Horno 7: 3 Oficiales de Operación, un obrero de operación (apoyo) y ayudante del horno, Total: 5 personas

De acuerdo a los resultados obtenidos y mostrados en el contenido de este proyecto se observa que 9 obreros de operación, no deben considerarse en la fuerza de trabajo de la actividad de moldeo en el área de producción.

Dentro de las recomendaciones se puede mencionar que es de suma importancia que las instituciones educativas de nivel superior como lo son los institutos tecnológicos, fomenten la vinculación de los estudiantes con la industria desde antes de egresar o de hacer

residencia profesional ya que de ello depende que los egresados salgan mejor preparados y con más experiencia con la que puedan ser más competitivos y sobre todo más productivos en bien de la sociedad.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Benjamin, W. N., & Andris, F. (2004). *Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México: Alfaomega.

KLASTORIN, T. (2010). *Administración de Proyectos*. México: Alfaomega.