"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

LA NECESIDAD DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS Y LA ERGONOMÍA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PIÑATAS ARTESANALES; CASO MICROEMPRESA "PIÑATERÍA ÁNGELES"

Lic. Elizabeth Rivera Antonio[1] Ing. Eduardo Franco Austria[2] M.C. Lidilia Cruz Rivero[3]
M.C. María del Rosario Pérez Salazar[4]

***Abstract*—**Engineering and Ergonomics Methods are tools for making decisions on how the man held his work to achieve the most effective performance in their work, reducing the execution time of tasks, physical exertion and workplace hazards. The present study was carried out based on records and observations made directly in the micro enterprise, to perform the analysis was determined using the flow chart to show the times that take in the whole system of craft production, also demonstrate the need to redesign work areas with application of an anthropometric analysis.

***Resumen*—**La Ingeniería de Métodos y la Ergonomía son herramientas que permiten tomar decisiones de cómo el hombre llevará a cabo su trabajo para lograr el desempeño más eficaz en su labor, disminuyendo los tiempos en la ejecución de las tareas, esfuerzos físicos y los riesgos laborales. El presente estudio se llevó a cabo en base a los registros y observaciones hechas directamente en la microempresa "Piñatería Ángeles", al realizar el análisis se determinó utilizar el diagrama de flujo para mostrar los tiempos que se llevan en todo el sistema de producción artesanal, así

[1] Lic. Elizabeth Rivera Antonio, alumna de la maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Ciudad Tamazunchale, San Luis Potosí, México, cancer_hr@hotmail.com
[2] Ing. Eduardo Franco Austria, docente del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale y alumno de la maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, Ciudad Tamazunchale, San Luis Potosí, México, boss_fae_7@hotmail.com
[3] M.C. Lidilia Cruz Rivero, docente de la maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Ciudad Tantoyuca, Veracruz, México, lilirivero@gmail.com.
[4] M.C. María del Rosario Pérez Salazar, docente de la maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Ciudad Tantoyuca, Veracruz, México, rosario.perez.salazar@gmail.com

ISBN: 978-607-95635

mismo demostrar la necesidad de rediseñar las áreas de trabajo con aplicación de un análisis antropométrico.

Palabras clave: Piñata artesanal, Ingeniería de Métodos, Ergonomía, Estudio Antropométrico.

Introducción

Las líneas de producción son elementos clave en los sistemas de manufactura, ya que, en estas se encuentran las estaciones de trabajo donde el operador lleva a cabo una serie de actividades que le agregan valor a determinado producto. Estos sistemas no solo se utilizan en las grandes industrias, sino que también en aquellas micro empresas donde no se utiliza ningún instrumento mecánico; las llamadas industrias artesanales.

Hoy en día la industria artesanal mexicana se ha constituido como uno de los sectores de desarrollo más importantes en nuestro país(Hernández, Pineda & Andrade, 2011).Los artesanos elaboran una variedad de productos, en los cuales no existe una metodología que permita llevar una producción bajo estándares asignados, además, no cuentan con la infraestructura o maquinaria, y las áreas de trabajo en la que laboran mantienen condiciones precarias. El análisis de una línea de producción mediante Ingeniería de Métodos resulta complejo e importante, ya que incide en la disminución de los tiempos ociosos y permite aumentar la productividad (García, 2005).

Un elemento importante que se debe considerar al rediseñar una línea de producción es la ergonomía, ya que ésta contribuirá a la disminución tanto de esfuerzos físicos como de los riesgos laborales (Rodríguez y Pérez, 2011). Niebel (1993) considera a la Ergonomía como punto clave de este proceso, lo que permite hacer que el entorno de trabajo se adapte al operario en lugar de obligar al trabajador a adaptarse al entorno. De esta manera, al aplicar la ergonomía se evita y previene lesiones y daños en el operador, lo que conlleva a incrementar notablemente la productividad (Cruelles, 2013).

ISBN: 978-607-95635

Al llevar a cabo a la práctica tanto la Ergonomía y la Ingeniería de Métodos podrán garantizarse, por parte del trabajador la seguridad y salud al realizar las tareas asignadas dentro del proceso, por parte del empresario; elevar la productividad de la microempresa.

Metodología

En la investigación, se toma como caso de estudio la elaboración de piñatas elaboradas de manera artesanal en localidad de Tecomate 1, Tamazunchale, San Luis Potosí, en el que se estudia las cinco etapas que forman parte de la línea de producción del proceso, dichas etapas son; elaboración del engrudo, elaboración de conchas, encapullado, armado y vestido de la piñata. En este proceso trabajan cinco artesanos, para ello existen tres estaciones de trabajo primordiales; en la estación I se elabora el engrudo realizado por un solo operario, la estación II donde se elaboran las conchas que serán la base de las figuras que adoptarán las piñatas y la estación III donde se llevan a cabo la etapa encapullado de las conchas, el armado y el vestido de la piñata con diferentes colores según la figura a realizar, como se muestra en la ilustración 1.

Ilustración 1. Estaciones de trabajo y etapas (de izquierda a derecha); Estación 1; Elaboración de engrudo, estación 2; elaboración de conchas y estación 3; encapullado, armado y vestido.

ISBN: 978-607-95635

La revista M&M expone que "la aplicación de la ingeniería de Métodos pretende minimizar el trabajo innecesario generado, la mayoría de las veces, por causas como un mal diseño del producto o la gestión de métodos y procesos ineficaces".

Al llevar a cabo el análisis de la línea de producción, se eligió el diagrama de proceso, que según García (2005) refiere que es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades, que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. El diagrama de proceso de la línea de producción se muestra en la ilustración 2.

Descripción del método actual	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacén	Distancia metros	Tiempos segundos
La persona se traslada al fogón e inicia con la preparación del engrudo.			01			15.5	300
Concentra y diluye los ingredientes	01					0	1200
Espera que el engrudo enfríe.				01		0	480
Traslado del engrudo a la etapa 1			02			8.6	10
E 1 Colocar el molde a la mesa de trabajo	02					1	15
Agarrar 1 pliego de periódico, untar el engrudo y pegar al molde lado uno (8 veces)	03					0	240
Agarrar medio pliego de periódico, untar el engrudo y pegar al molde lado uno (5 veces)	04					0	108
Agarrar 1 pliego de periódico, untar el engrudo y pegar al molde lado dos (8 veces)	05					0	240
Agarrar medio pliego de periódico, untar el engrudo y pegar al molde lado dos (5 veces)	06					0	108
Extraer la concha	07					0	5
Trasladarlo al área de secado			03			2	10
Almacenamiento temporal					01	1.4	86 400
E 2 Traslada las conchas al área de E1,E2,E3			04			4	240
Toma el par de conchas de la figura a encapullar	08					0	20
Verifica la simetría y posiciona la figura en el área de trabajo.		01				0	15
Posiciona la figura en el área de trabajo.	00					0	20
Sujeta un hilo en la parte superior de la piñata.	10					0	90
Agarrar medio pliego de periódico y untar el engrudo y pega en los orificios de las conchas(9)	11					0	10
Traslada para secado			05			1	5
Almacenamiento temporal					02	0	18000
Traslada la figura al área de etapa 3			06			1	5
E 3 Recibe la figura encapullada	12					0	3

ISBN: 978-607-95635

Toma periódico/engrudo	13					0	6
Arma y pega los orificios de la figura	14					0	360
Traslado al área de secado al almacén provisional			07			1	5
Almacén provisional					03	0	600
Traslada la figura a la etapa 4			08			1	5
E 4 Toma figura armada y sitúa la figura a la mesa de trabajo.	15					0	120
Toma el papel de color, unta el engrudo y pega de arriba hacia abajo.	16					0	1200
Pega accesorios de la figura	17					0	600
Traslada a almacén de producto terminado.			09			19.70	420
Almacena producto terminado					04	0	640000

Resumen Actual

Operación	○	□	⇨	D	▽
Totales	17	1	09	01	04

Ilustración 2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de piñatas artesanales
Fuente: Elaboración propia (2013)

Así mismo la microempresa en estudio, cuenta con áreas de trabajo precarias para el desarrollo de las tareas, como se puede visualizar en la ilustración 3.

Ilustración 3 Elaboración de piñatas, se observan posturas inadecuadas y la realización actividades repetitivas

En la ilustración 4 se muestra el área de trabajo en la que se desarrollan las etapas de encapullado, armado y vestido, donde se puede visualizar que la microempresa

ISBN: 978-607-95635

mantiene áreas inadecuadas, al aire libre y con posiciones que generan en el artesano un alto grado de inclinación.

Ilustración 4. Estación II y III
Fuente: Elaboración propia (2013)

Por lo anterior se decidió llevar a cabo un estudio antropométrico para obtener las medidas corporales de los trabajadores utilizando la ergonomía como una disciplina que se ocupa de las comunicaciones entre el hombre y el trabajo de acuerdo a Cruelles (2013).

Método estadístico

Chiner, Diego y Alcaide (2004) mencionan que al momento de diseñar, por lo general, se busca que el diseño se realice para que el mayor número de personas posible se adapte a él. Para ello se debe recordar que el percentil 5 (P_5) indica que el 5% de la población alcanza esos valores y el percentil 95% (P_{95}) significa que el 95% de la población alcanza ese valor, es así, que dentro de estos percentiles se encuentra comprendida el 90% de la población .

Al realizar el estudio antropométrico se consideró la mayor cantidad de mediciones posibles con la finalidad de lograr un estudio completo que permita obtener los datos necesarios para el diseño de las estaciones de trabajo. Así, se optó por tomar 44 mediciones que incluyen longitudes, anchuras y diámetros.

En la obtención de los percentiles de manera manual, es necesario conocer la media y la desviación típica de los datos antropométricos y posteriormente introducir los datos en la siguiente ecuación (Llañeza, 2009):

Ecuación 1: Cálculo de percentil

ISBN: 978-607-95635

$$P = \bar{x} + (\sigma * z)$$

En la tabla 1 se proporciona la puntuación "z" que le corresponde a cada percentil (Chiner, Diego y Alcaide, 2004).

p	z	p	z	p	z	p	Z
0.5	-2.58	25	-0.67	55	0.13	85	1.04
1	-2.33	30	-0.52	60	0.25	90	1.28
5	-1.64	35	-0.39	65	0.39	95	1.64
10	-1.28	40	-0.25	70	0.52	99	2.33
15	-1.04	45	-0.13	75	0.67	99.5	2.58
20	-0.84	50	0.00	80	0.84		

Tabla 1. Puntuación de Z correspondiente a cada percentil. Fuente; Chiner, Diego y Alcaide (2004). Laboratorio de Ergonomía, (1a Ed.). México D.F.: Pearson, pp. 10.

Para calcular los percentiles P_5 y P_{95} de cada dato antropométrico se utilizó el programa estadístico STAT GRAPHICS Plus 5.1.

Así, en la ilustración 5, se muestra los cálculos realizados en el software para la variable antropométrica "Estatura".

Resultados

En la tabla 2 se puede observar que las actividades que consumen mayor tiempo en la línea de producción son los traslados y los almacenamientos, acumulando un total de 746 000 segundos que da como equivalente a 207.22 horas, exhibiendo que existe una gran área de oportunidad para rediseñar la línea de producción actual de trabajo, ya que esta muestra grandes recorridos que pueden aminorarse con una nueva distribución de planta, tal como se muestra en la ilustración 6.

ACTIVIDAD	OPERACIÓN ○	INSPECCIÓN □	TRASLADOS ⇨	DEMORA D	ALMACENAMIENTO ▽
CANTIDAD	17	1	9	1	4
TIEMPO	4345	15	1000	480	745000
TIEMPO TOTAL EN SEGUNDOS:	750840				

Tabla 2. Resumen de tiempos en las diferentes actividades que se desarrollan en la línea de producción.
Fuente; Elaboración propia (2013).

ISBN: 978-607-95635

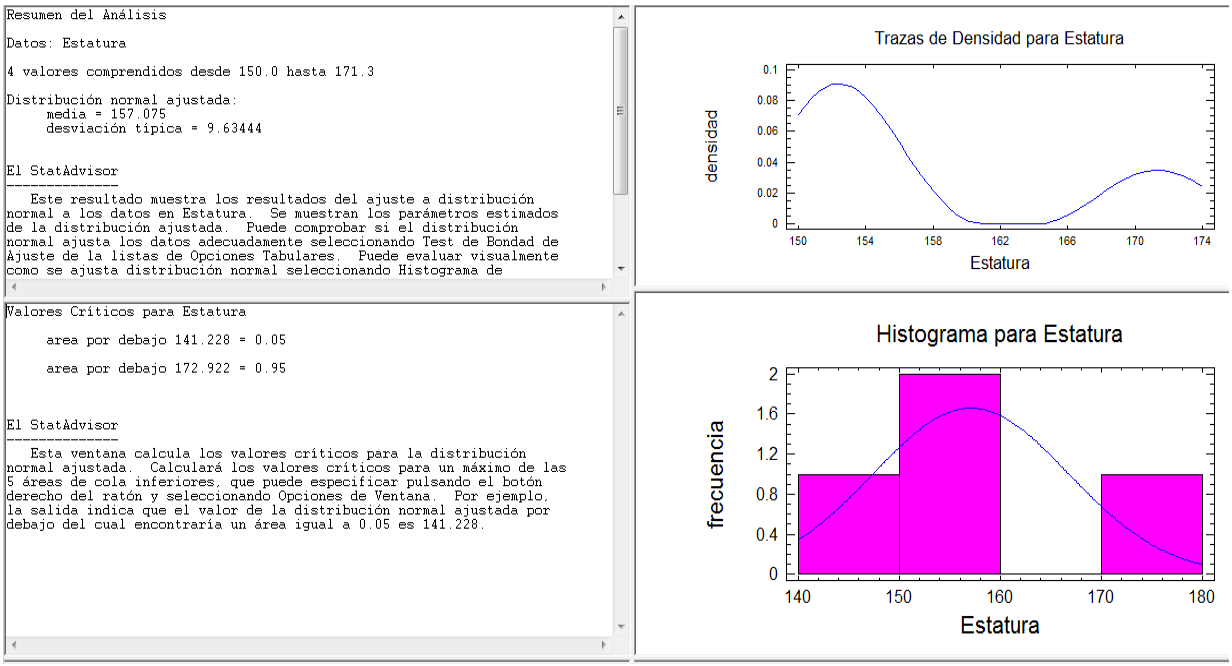

Ilustración 5. Calculo de los P5 Y P95 en el software STAT GRAPHICS Plus 5.1 de la variable antropométrica "estatura de pie".
Fuente; Elaboración propia (2013)

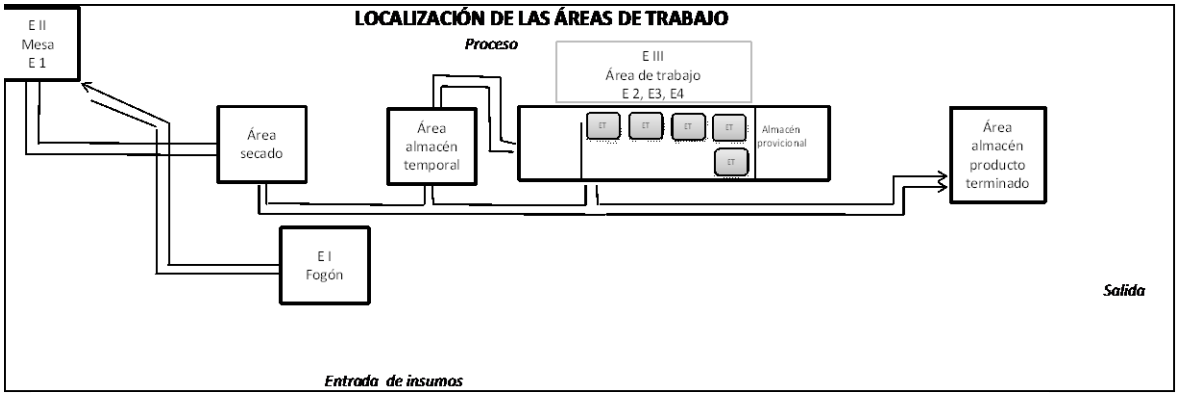

Ilustración 6. Recorridos actuales en la línea de producción y localización de las áreas de trabajo
Fuente: Elaboración propia (2013).

Los resultados del estudio antropométrico de las personas que laboran en la microempresa se exponen en la tabla 3.

ISBN: 978-607-95635

Nombre	Balderiano	Erika	Yenifer	Natalia	Percentil 5	Percentil 95
Edad	35	17	14	37		
Sexo	M***	F**	F**	F**		
*Estatura de pie****	1713*	1540	1530	1500	141.228	172.922
Altura de ojos de pie	1600	1451	1425	1398	131.997	161.703
Alcance máximo vertical	2186	1905	1932	1888	174.745	220.805
Altura de los hombros de pie	1421	1272	1275	1257	117.975	143.275
Spam	1780	1570	1550	1510	140.358	180.142
Altura del codo de pie	1073	946	935	930	85.8611	108.339
Altura de la cadera de pie	892	832	816	774	74.8081	90.8919
Altura del nudillo de la mano de pie	758	674	676	666	62.2415	76.4585
Altura punta de la mano de pie	700	580	570	582	50.6747	70.9253
Alcance lateral del brazo	782	655	705	682	61.6138	79.5862
Alcance lateral punta del dedo	892	730	789	757	67.5389	90.8611
Distancia codo - punta de la mano	471	408	400	404	36.5386	47.6114
Longitud de pie	252	225	225	228	21.0991	25.4009
Anchura de pie	96	87	82	83	76.5107	97.4893
Anchura abdominal	336	250	216	291	18.7935	35.8665
Anchura del pecho	273	225	207	252	19.1344	28.7156
Anchura de hombros	482	398	374	420	34.232	49.468
Anchura codo - codo	534	400	381	457	32.9955	55.6045
Anchura de cadera	358	299	285	346	26.3691	38.0309
Spam codo a codo	917	840	821	820	77.395	92.505
Circunferencia de la cadera	405	825	840	1015	34.5311	119.719
Circunferencia de la cintura	395	745	710	900	33.9188	103.581
Circunferencia del pecho	410	875	800	970	35.9315	116.818
Anchura de la cabeza	170	152	153	150	14.1033	17.1467
Largo de la cabeza	226	193	175	205	16.4539	23.4961
Altura de la poplitea	481	421	403	376	34.7017	49.3483
Distancia gluteo - poplitea	470	400	400	390	35.4192	47.5808
Altura de los ojos sentado	805	710	705	727	66.0323	81.3177
Altura de los hombros sentado	645	536	543	575	49.2811	65.6689
Altura del codo en reposo	236	200	220	230	19.5545	24.7455
Altura del muslo en reposo	157	118	118	150	10.1711	16.9789
Distancia hombro - codo	374	335	325	330	30.4195	37.7805
Alcance vertical de asimiento	1375	1208	1216	1213	11.1911	13.8689
Distancia gluteo - rodilla	553	486	491	502	45.7445	55.8555
Distancia Gluteo - Pierna	440	390	410	420	38.076	44.924
Altura de la rodilla en posición sedente	536	422	424	392	33.9249	54.7751
Altura de ojos desde el suelo	1341	1132	1129	1119	100.374	135.676
Anchura de la mano	400	350	350	370	32.8634	40.6366
Longitud de la mano	182	150	151	155	13.4573	18.4427
Circunferencia del cuello	400	310	310	370	27.3481	42.1519
Circunferencia de la frente	580	530	525	520	50.4192	56.3308
Anchura de la oreja	28	32	30	31	2.74409	3.30591
Distancia entre ojos	65	60	60	55	5.32849	6.67151
Largo de la oreja	63	60	56	60	5.50255	6.44745
Peso	88	45.5	42.2	63.3		

*Medidas tomadas en Milímetros
**(F) Femenino
***(M) Masculino
****Número correspondiente a la medición de las figuras anexas

Los percentiles son medidos en cm

ISBN: 978-607-95635

Tabla 3 Percentiles obtenidos de cada variable antropométrica del personal que trabaja en la microempresa. Fuente; Elaboración propia (2013).

Conclusiones

La Ingeniería de Métodos, como herramienta de análisis, permitió demostrar el comportamiento del proceso denotando la necesidad de rediseñar la línea de producción debido a que el tiempo invertido en traslados es equivalente a 1000 segundos que corresponden a 16.67 minutos; en cuanto a los tiempos de almacenamiento, se puede concluir que existe la oportunidad de utilizar otros medios de secado con la finalidad de disminuir los tiempos actuales equivalentes a 745 000 segundos, es decir 8.62 días de almacenamiento.

En cuanto a la Ergonomía es evidente que existe una gran necesidad de realizar las mejoras ergonómicas de rediseños físicos en las estaciones de trabajo del proceso de elaboración de piñatas artesanales, para ello el estudio antropométrico arrojó que la altura de trabajo debe ser de mínimo de 108.339 cm en la áreas, esto de acuerdo al P_{95} de la variable antropométrica "altura de codo de pie", la altura de las sillas a utilizar debe variar de 34.70 cm hasta 49.34.83 con relación a los percentiles P_5 y P_{95}de la variable antropométrica "Altura poplítea" y la profundidad de la silla debe ser de 38.076 cm considerando el P_5 de la variable "Distancia glúteo – pierna".

El estudio realizado es evidencia de que es necesario la aplicación de la Ingeniería de Métodos y la Ergonomía en las microempresas de piñatas artesanales, puesto que este tipo de negocios siguen siendo una actividad tradicional que se realizan en diversas regiones del país, destacando que en la zona norte de la República Mexicana casi el 50% de la producción se destina actualmente a la exportación de este producto a los estados unidos (Álvarez, Amayo, Jacobo y Martínez, 2009)

Referencias Bibliográficas

ISBN: 978-607-95635

Álvarez, P.D., Amayo, A., Jacobo, L.C., & Martínez, Y.E. (2009). *España como alternativa para la exportación de piñatas plegables*. (Tesis inédita) Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México.

Cardona, H M. *Ingeniería de Métodos y Medición de Trabajo: Eficiencia para pequeña industria.* Edición Especial. Revista M&M. Recuperado (2013): http://www.revista-mm.com/ediciones/rev50/admon.pdf,

Chiner D. M., Diego M. J. & Alcaide M. J. (2004). *Laboratorio de Ergonomía,* (1ª Ed.). México, Alfaomega.

Cruelles, J A (2013) .*Ingeniería industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua.* (1 ªed): Distrito Federal, México: Alfaomega.

García, C R (2005). *Estudio de trabajo: Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. (2 ª ed.): Distrito Federal, México: McGraw-Hill.

Hernández, Pineda & Andrade, (2011). "Las mipymes artesanales como un medio de desarrollo para los grupos rurales en México", Revista Universidad & Empresa, 2011, 21, pp. 65-92.

Llañeza A. F. J. (2009). *Ergonomía y Psicología Aplicada; Manual para la Formación del Especialista,* (15ª Ed). España, Lex Nova S.A.

Niebel, B.W. (1993). *Ingeniería industrial: métodos tiempos y movimientos*. (9 ª ed.): Distrito Federal, México: Alfaomega.

Rodríguez R Y, Pérez M E (2011). *La ergonomía y la simulación aplicadas a la industria.* Rev. Ergonomía Vol. XXXII/ No. 1/2011.

ISBN: 978-607-95635