

EVALUACIÓN ERGONÓMICA EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

⁽¹⁾ Carranza, Eduardo; ⁽²⁾ Rodríguez, Denise
⁽¹⁾ Ingeniero Industrial

⁽²⁾ Directora de Tesis, Ingeniero Industrial

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral; Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
email: mrodri@espol.edu.ec, profesional@hotmail.com

Resumen

XYZ es una empresa que se dedica a comercializar gas licuado de petróleo, es líder en el mercado ecuatoriano desde hace 50 años y posee una participación de actual de mercado del 45%, la empresa cuenta con 5 plantas y 7 centros logísticos alrededor del país. Actualmente existen 300 operarios en las 12 localidades. La planta Guayaquil es la del mayor número de operarios con 179 personas, sin embargo en los últimos meses 10 personas por mes renuncian a sus trabajos; el área que evidencia mayor cantidad de renuncias es el área “envasado de cilindros”, existen gastos asociados a las liquidaciones del personal de alrededor de 4500 USD por mes. El departamento de recursos humanos de la organización cree que las renuncias del personal se deben al exceso de fatiga que experimentan las personas que trabajan en esa área. Es importante mencionar que los altos niveles de rotación de personal generan disminuciones de los niveles de productividad, así como incrementan los riesgos de accidentes laborales. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es la realización de una evaluación ergonómica de los puestos de trabajo del área de envasado de cilindros para posteriormente proponer mejoras que disminuyan esas renuncias de personal..

Palabras Claves: Gas, Ergonomía, Puestos de Trabajo

Abstract

XYZ is a firm that commercializes liquefied gas of petroleum. XYZ has been a leader in the Ecuadorian market since 1960 and it possesses a participation of current of market of 45%, the company has 5 plants and 7 logistical centers around the country. At the moment it exists 300 workers spread on the 12 facilities. The Guayaquil facility is the biggest one with 179 workers, however in the last months 10 workers per month quit the job. The area of more resignations is the area of “envasado de cilindros” where the gas is inserted in the cans. There are some expenses associated to the personnel's liquidations that in sum are around 4500 \$ monthly. The department of human resources of the organization believes that the worker's resignations owe to the high levels of fatigue that the workers experiment. It's important to note that the high levels of personnel's rotation generate decreases of the productivity levels as well as increment the risks of labor accidents. Therefore, the objective of this research is to make an ergonomic evaluation of the working stations from the area of “envasado de cilindros” and then to propose improvement activities in order to minimize the worker's resignations.

1. Introducción y Antecedentes

XYZ es una empresa que se dedica a comercializar gas licuado de petróleo, la empresa es líder en el mercado ecuatoriano desde hace 50 años y posee una participación de actual de mercado del 45%, la empresa cuenta con 5 plantas y 7 centros logísticos alrededor del país, para sus actividades operativas de sus 12 localidades cuenta con 300 operarios, la planta Guayaquil es la de mayor número de operario con 179, en esta planta existen dos áreas el taller de mantenimiento de cilindros que es responsable de la creación, mantenimiento y destrucción de los cilindros metálicos en la que se envasa el producto y el área de envasado que es un área que cuenta con 3 carruseles de carga de producto soportado por transportadores de cadena que traslada el cilindro alrededor del carrusel desde y hasta el vehículo de los clientes. Para las operaciones diarias de la planta se cuenta con un fondo de maniobra compuesto por 90.000 cilindros de 15 Kg. y de 216 cilindros de 45 Kg.

XYZ le pertenece a una transnacional llamada empresa petrolera desde 1998, esta transnacional posee tres operaciones transportación de petróleo, comercialización de derivados de petróleo y comercialización de gas licuado de petróleo.

En la planta Guayaquil durante los últimos meses han salido en promedio 10 personas por mes, el área que reporta el mayor número de salidas es el área de envasado de cilindro, ver figura 1.

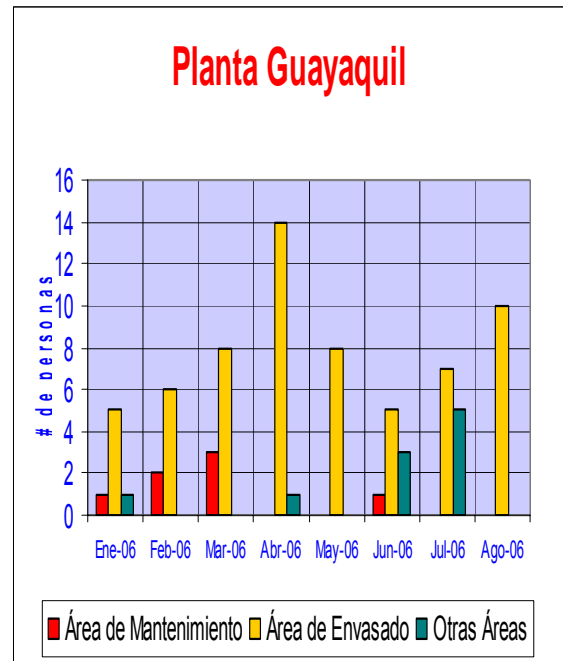


Figura 1: Renuncias de personal

La empresa incurre en gastos asociados por estas liquidaciones de personal equivalentes a 4500\$ mensuales aproximadamente, de continuar con esta situación se incurriría en un gasto aproximado de 54000\$ anuales, a más de esto durante la inducción del nuevo personal disminuye los niveles de productividad y se generan riesgos de accidentes laborales. El personal de recursos humanos percibe que la salida de personal se debe a la carga de trabajo que soporta el personal sobre la jornada laboral. Con todos estos antecedentes se requiere una evaluación ergonómica del proceso de envasado de cilindros en la planta Guayaquil.

El objetivo general de este trabajo de investigación es evaluar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo del proceso de envasado de cilindros en la planta Guayaquil y en base a esto proponer mejoras que evite a la empresa incurrir en gastos.

2. Marco Teórico

2.1 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado. (Barnes, 1996)

El reloj es la herramienta más importante en el estudio cronométrico de tiempos. Existen dos técnicas para medir los tiempos:

- Modo de vuelta a cero: el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.
- Modo acumulativo (modo continuo): el reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.

La principal ventaja del método acumulativo es la mostrar el tiempo total exacto, la del método de vuelta a cero es la de ahorrar cálculos al no tener que restar. Como desventajas respectivamente se puede mencionar las demoras generan confusión y si son los primeros análisis del analista es susceptible al error humano. Para el desarrollo de los estudios de tiempo se utilizará el método de vuelta a cero.

Los pasos para realizar un estudio cronométrico de tiempos son: seleccionar al operario, explicar al operario y al supervisor, seleccionar los elementos que serán medidos, determinar el tamaño de muestra a tomar, tomar los tiempos con cronómetro, calificar

el desempeño del operador y finalmente calcular los suplementos (Meyer, 1999).

Por otro lado, el muestreo de trabajo es el proceso de observar al azar el desenvolvimiento de los empleados para determinar cómo aprovechan su tiempo, esta técnica se basa en la ley de probabilidad y en la aleatoriedad de las observaciones involucradas. Los pasos para realizar un estudio de muestreo de trabajo son: 1) Identificar el objetivo del estudio, 2) Establecer el propósito y la meta del estudio, 3) Identificar los elementos, 4) Estimar los porcentajes de razón de los elementos, 5) Determinar el nivel de exactitud y confianza del estudio, 6) Determinar el número de observaciones, 7) Programar las observaciones, 8) Hablar con los participantes, 9) Reunir los datos, 10) Resumir y enunciar las conclusiones (Barnes, 1996).

2.2 Herramientas de análisis ergonómico

En esta sección se expondrán las diferentes herramientas que son utilizadas para el análisis ergonómico de puestos de trabajo. Estas son:

- RULA
- NIOSH
- Criterio de FRIMAT

El método de RULA (Rapid Upper Limb Assessment) fue desarrollado para investigar la exposición de los trabajadores de manera individual a los factores de riesgo asociados con desórdenes de los miembros superiores del cuerpo, que estén relacionados con el trabajo. Parte de dicho desarrollo se llevó a cabo en la industria de fabricación de prendas de vestir donde el estudio se hizo con operadores que realizaban diversas tareas como cortar mientras se encontraban parados en un área definida para la actividad

de corte con guillotina, en el área de manejo de máquinas, en la cual se usaba una gran variedad de máquinas para coser, en el área de corte manual con tijeras, así como en las áreas en que se efectuaban las operaciones de inspección y empaque. RULA también fue desarrollado a través de la evaluación de las posturas adoptadas, las fuerzas requeridas y las acciones musculares de los operadores que realizaban diversas variedades de tareas de manufactura donde los factores de riesgo asociados a los desórdenes de los miembros superiores del cuerpo humano podían estar presentes (Alonso, 2003)

El Método NIOSH, es desarrollado por el Nacional Institute of Safety and Health de los Estados Unidos, realiza una revisión de la metodología sobre la manipulación de cargas y levantamiento de pesos, este método ha sido desarrollado por prevenir lesiones, establece límites según conceptos de biomecánicos, fisiológicos o psicofísicos estableciendo la carga máxima. La finalidad de este método es la evaluación de riesgos por levantamiento de cargas identificando los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física y recomendando un límite de peso adecuado para cada tarea analizada (Chiner, 2004)

Otra herramienta poderosa para la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo es la comparación entre la capacidad de trabajo físico de los operarios y el gasto energético que demanda la actividad. El gasto energético se lo puede determinar por el Criterio de FRIMAT o a través de la utilización de tablas de valores estándar pre-definidos en análisis anteriores.

El criterio de FRIMAT es un método de medición de la frecuencia que utiliza la medición de la frecuencia cardiaca para determinar el gasto energético se detalla a continuación.

3. Situación Actual de la Empresa

3.1. Descripción del proceso de envasado

El proceso de envasado de cilindros comienza con la inspección de los cilindros que ingresan a la planta luego estos son transportados hacia la nave de envasado de cilindros para realizar una verificación de la superficie y un enderezamiento del asta si fuera necesario. Posteriormente se tabula la tara del cilindro para proceder a llenar el cilindro con el gas, luego se realiza una verificación del peso y chequeo para de fugas. Luego se coloca el sello de seguridad y se lo apila en el vehículo para ser transportado a la torre de control de despacho donde finalmente son inspeccionados para su despacho. En la figura 2 se puede apreciar el análisis del proceso.

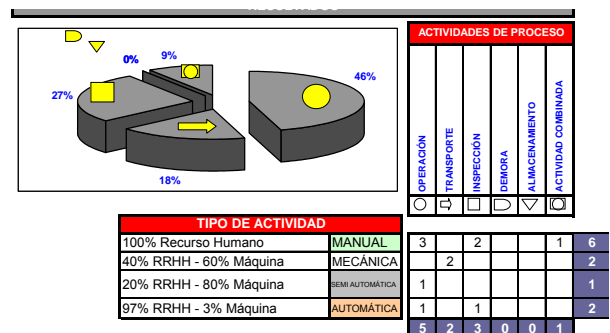


Figura 2. Análisis del proceso

3.2 Tiempos Estándares

Para calcular los tiempos estándares del proceso se utilizó la Técnica de Estudio de Tiempos Cronométrico para la mayoría de las actividades. Además se utilizaron las técnicas de Muestreo de Trabajo y de Registros históricos para casos puntuales en los que era difícil aplicar la técnica más

rigurosa que es la de tiempos cronométrico. En la tabla 1 se muestran los tiempos estándares obtenidos del estudio:

Tabla 1: Tiempos Estándar

Actividades del proceso de envasado de cilindros		Tiempo estándar	
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	6 min/veh	0,37 Sg/U
2	A la nave de envasado de cilindro	4 min/veh	0,25 Sg/U
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	1- TURNO	17,94 Unid / min
		2- TURNO	18,13 Unid / min
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	1- TURNO	3,26 Sg/U
		2- TURNO	3,86 Sg/U
5	Tabulación de la tara del cilindro	1- TURNO	3,84 Sg/U
		2- TURNO	4,10 Sg/U
6	Llenado de cilindro	1- TURNO	3,43 Sg/U
		2- TURNO	3,84 Sg/U
7	Verificación de peso	1- TURNO	3,57 Sg/U
		2- TURNO	3,59 Sg/U
8	Verificación de fuga	1- TURNO	3,19 Sg/U
		2- TURNO	3,25 Sg/U
9	Colocación del sello de seguridad	1- TURNO	3,54 Sg/U
		2- TURNO	2,76 Sg/U
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	1- TURNO	17,50 Unid / min
		2- TURNO	21,11 Unid / min
11	A torre de control de despacho	4 min/veh	0,25 Sg/U
12	Inspección de cilindros despachados	8 min/veh	0,50 Sg/U
TOTAL			56,52 Sg/U

3.3 Evaluación Ergonómica

La evaluación ergonómica realizada se describe en los siguientes pasos: evaluación de riesgos posturales, valoración del esfuerzo físico, evaluación de gasto energético y capacidad de trabajo físico, evaluación de los niveles de iluminación, evaluación de niveles de ruido, y evaluación de microclima laboral.

Para analizar la postura de trabajo se utilizó el método RULA. La evaluación del puesto en el que se desarrolla la actividad de tabular la tara del cilindro obtuvo puntaje de 7 y 3 en las posturas 1 y 2 respectivamente lo que da a entender que el puesto de trabajo es poco adecuado y se deben introducir cambios para mejorarlos.

Para analizar los esfuerzos físicos se utilizó el método Niosh. La actividad de recepción de cilindros en carrusel de carga está compuesta por tres elementos: 1) Asir cilindro vacío apilado en plataforma, 2) empujar cilindro sobre la plataforma y 3) colocar el cilindro sobre el carrusel de carga. No se realizó análisis alguno sobre el segundo elemento dado que no involucra manipulación de carga. El análisis NIOSH dio como resultado para la actividad 1 que el Índice de Carga de Origen es 3.97 y el Índice de carga de Destino es 6.88 y para la actividad 3, Índice de Carga de Origen es 3.06 y el Índice de carga de Destino es 3.36 lo que significa que la realización de la actividad recepción de cilindros en carrusel de carga causa un riesgo de dolor sobre el operario al final de la jornada laboral y además una posible lesión en un futuro no muy lejano.

La actividad de apilamiento, esta compuesta por tres elementos: 1) Retirar el cilindro del carrusel de carga, 2) Empujar el cilindro sobre la plataforma y 3) Apilar el cilindro sobre la plataforma. No se realizó análisis sobre el segundo elemento dado que no involucra levantamiento de carga. Del análisis NIOSH se obtuvo que el Índice de carga de origen para la actividad 1 es 2.43 y para la actividad 2 es 4.45 y el Índice de carga de destino para la actividad 1 es 2.69 y para la actividad 2 es 7.07. Por lo tanto, la ejecución de la actividad de apilamiento de cilindro causa en los operarios posibles dolores al final de la jornada laboral y es muy probable que existan lesiones en el futuro.

Para la evaluación del gasto energético se utilizó el Criterio de FRIMAT y se obtuvo que el operador del primer turno experimenta una mayor fatiga que el trabajador del segundo turno. Ver tabla 2

Tabla 2: Criterio de FRIMAT

Operador del primer turno		Operador del segundo turno	
Edad = 25 Años	FC max t = 195 pul / min	Edad = 26 Años	FC max t = 194 pul / min
FC basal = 80 pul / min		FC basal = 78 pul / min	
FCB = 80 pul / min	Fc max t = 195 pul / min	FCB = 78 pul / min	Fc max t = 194 pul / min
FCM = 116	AFC = 24	FCM = 106	AFC = 19
AFC = 24	FCmax = 140	FCmax = 125	CCCA = 28
CCCA = 36	CCR = 0,31	CCCA = 28	CCR = 0,24
CCR = 0,31			
Puntuación Valoración = 24	T. Duro	Puntuación Valoración = 20	T. Penoso

Además, se utilizó el método de tablas estándares para calcular el gasto energético de la actividad de apilamiento de cilindros llenos en vehículo lo que arrojó un valor de 171,11 W/ m². Este valor se lo compara con el 30% de la capacidad de trabajo física del operador que es de 208.41 W/ m². Al ser menor el gasto energético se puede concluir que no excede el límite pero si existe fatiga.

En lo que respecta a las mediciones de ruido, las mediciones se realizaron en un período de 8 horas para cada turno, a fin de registrar los niveles de ruido en un día normal de labores de la planta. Los puntos en donde no se cumple con la normativa del artículo 55 del código de trabajo referente a niveles de ruido (85 db máximo permitido) son los puntos R1, R2, R3 (carruseles de carga) en donde los niveles máximos registrados son 90db, 92db, 90db respectivamente. De la misma manera se observa que en los carruseles de carga solo durante el período de las 12:00 hasta las 14:00 los niveles de ruido están por debajo de los 85 db, el resto del día se registran niveles superiores a los 85 db.

Para evaluar los niveles de intensidad luminosa se empleó un luxómetro, realizando medidas puntuales en los puestos de trabajo durante el primero y segundo turno. durante

el primer turno existen 3 puestos que no cumplen con el mínimo requerido como son tabulación, llenado y pesado del carrusel 2, el resto de puestos de trabajo superan el mínimo permisible por la normativa ecuatoriana referida en el código de trabajo. En el segundo turno, existe un puesto que no cumple el mínimo permitido por la ley y es el puesto de tabulación de la tara de cilindro en el carrusel 3, esto se debe a que la luminaria que se encuentra sobre su puesto de trabajo no está funcionando al momento de la evaluación, a pesar de ello el puesto de trabajo 20 luxes menos que lo permitido, el resto de puesto de trabajo cuentan con un nivel superior a los 300 luxes mínimos requeridos para la realización de este tipo de tareas, y en promedio los puestos cuentan con 400 luxes.

Finalmente se realizó una evaluación del microclima laboral midiendo las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco, la humedad y la velocidad del viento para relacionarlas y obtener el Índice de Sobrecarga Calórica (ISC). Con la obtención del indicador ISC se concluye que existe sobrecarga calórica sobre el personal en el primer turno y esta a su vez es mayor en los horario de la tarde después del medio día superando los límites permisibles, en el segundo turno encontramos un ISC en promedio de 71 que demuestra que el personal operativo se encuentra laborando en un ambiente severo

4. Propuestas de mejora

En base a la evaluación de los puestos de trabajo antes presentada, se proponen las siguientes alternativas para solucionar los problemas que se presentan:

- Rediseñar el puesto de trabajo de tabulación de tara
- Realizar una campaña preventiva de seguridad y salud ocupacional cuyo

objetivo se crear conciencia en el personal sobre lo peligroso de las malas posturas de trabajo sobre todo al momento de levantar cargas, esta campaña incluire una charla dictada por un experto en temas de seguridad y salud ocupacional, duración 2 horas, se estima un valor de 200\$ por charla.

- c) Implementar 3 turnos de trabajo solo para el grupo que realiza la recepción de cilindros, actualmente existen 36 operarios para estas actividades, 18 por turno, el costo por operario de acuerdo a lo que determina la nómina es de 245\$ por mes (incluye el salario del empleado, seguro, alimentación, transporte, etc).
- d) Implementar jaula de carga, eliminando la manipulación manual de cilindros, transformando esta actividad de una actividad manual a una actividad mecánica
- e) Para disminuir el ruido, se sugiere colocar una banda de caucho de espesor de 1mm y ancho de 10 cm sobre la parte central del cilindro, el fondo de maniobra de planta Guayaquil es 91000 cilindros, el valor de esta banda se estima en 5\$ por unidad (valor incluye costo de banda, pegamento requerido para utilizarlos sobre metal y maquila)
- f) Para mejorar la iluminación, se sugiere colocar tejas traslucidas sobre el carrusel 2 de carga, se requiere de 8 tejas traslucidas colocada una pasando otra metálica, el valor de la inversión se estima en 200\$ incluida la mano de obra por instalación
- g) Para mejorar el microclima laboral, se sugiere incorporar 4 ventiladores de tipo industrial sobre las aristas de la nave de envasado de tal manera que disminuye los factores que

influyen para la determinación del ambiente térmico como lo son la velocidad del aire y temperatura del aire, estos ventiladores se los encuentra en el mercado en 400 \$ la unidad.

Con la implementación de estas alternativas se estima obtener los siguientes beneficios:

- Evitar riesgo posturales en el personal que labora en el puesto de tabulación de tara, disminuyendo los riesgos de dolor o posibles lesiones en la platilla operativa involucrada en el proceso de envasado de cilindro.
- Crear un ambiente de seguridad y salud enfocado en la prevención.
- Disminuir los niveles de ruido y estar por debajo de los 85 db nivel máximo de ruido y además disminuir los niveles de ruido en los alrededores del proceso de envasado.
- Mejorar los niveles de iluminación en los puestos donde no cumplan con los 300 luxes mínimos requeridos para el desarrollo de este tipo de actividades.
- Disminuir la tensión térmica existente en el proceso de tal manera que el personal no se vea afectado físicamente durante la jornada laboral.
- Mejorar las condiciones de trabajo del proceso de envasado disminuyendo los niveles de rotación de 10 personas por mes a 5 personas por mes de tal manera que la empresa ahorraría 27000\$ al año por gastos asociados por liquidaciones de personal.

5. Conclusiones

Se evaluó las actuales condiciones de trabajo del proceso de envasado de cilindros de planta Guayaquil, determinando que se requiere de un rediseño del puesto de trabajo de tabulación de tara, el gasto energético es mayor en el primer turno que en el segundo, las actividades de recepción de cilindros y apilamiento de cilindros llenos en vehículo son actividades que generan riesgos de dolores en los operadores y posibles lesiones futuras, el proceso demanda de un gran esfuerzo por parte del personal pero dicho esfuerzo esta dentro de los límites permisibles, los puestos del carrusel 2 durante el día no cumplen con los 300 lux mínimos para el desarrollo de las actividades del proceso, los niveles de ruido en los tres carruseles supera los 85 db nivel máximo permitido, existe una tensión térmica en el área de trabajo el ISC es mayor a 100 durante el primer turno.

Se identificaron 10 soluciones para mejorar las actuales condiciones de trabajo del proceso de envasado de cilindro, se evaluaron las alternativas en base a las posibles implicaciones sobre la organización, sobre el proceso y sobre los clientes. Ente las cuales están: rediseño del puesto de tabulación de tara, campaña preventiva de seguridad y salud ocupacional, mecanismo de lubricación de los carruseles, adquisición de sonómetro para control de niveles de ruido, implementación de tejas translúcidas sobre carrusel 2 de carga, colocación de ventiladores industriales en nave de envasado.

- [1]Alonso, A., Factores Ergonómicos en el trabajo con computadoras personales, ISBN 959-261-136-1, Cuba, 2003.
- [2]BARNES, R. M., Estudios de movimientos y de tiempos, Grupo Editorial Madrid, 1996.
- [3]M Chiner, J. Más, Laboratorio de ergonomía, Editorial Alfaomega, 2004.
- [4]P. Mondelo, Confort y estrés térmico, Editorial Alfaomega, 2001.
- [5]Fred. E Meyer, Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfaomega, 1999.
- [6]Miyao M, VDT resolution on visual fatigue and readability: an eye movement approach, Revista Ergonomics, Vol. 32, No. 6, 1999
- [7]NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, 1999.
- [8]K. ZANDIN, Manual del Ingeniero Industrial Tomo I, Mc Graw Hill, 2005.
- [9] K. ZANDIN, Manual del Ingeniero Industrial Tomo II, Mc Graw Hill, 2005.

6. Referencias