

MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS DE VIDRIO IMPROVING THE GLASS RESISTANCE MANUFACTURING PROCESS

María Concepción Fuentes Morales¹, René Saucedo Silva², Alejandra Herrera Chew³,
Ma. Dolores Arroyo Mendoza⁴, Esperanza Ibarra Estrada⁵

¹Maestro en ciencias en Ingeniería Industrial, maria.fm@itcj.edu.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

²Maestro ciencias en matemática educativa, resa6314@hotmail.com. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

³Maestro en ciencias en matemática educativa, aherrera@itcj.edu.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

⁴Ingeniero químico Industrial, ma.am@cdjuarez.tecnm.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

⁵Maestro en Ingeniería Industrial, eibarra@itcj.edu.mx. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Departamento de Ciencias Básicas, Avenida Tecnológico, 1340, Fuentes del Valle, C.P. 32300, Cd. Juárez Chihuahua México, teléfono 6566882500.

Resumen – Un ramo importante de las empresas maquiladoras y que ha causado un alto crecimiento es el área línea blanca; electrodomésticos que se caracterizan por dar un servicio integral con la calidad que satisface a sus clientes. Todos los electrodomésticos, se pueden considerar como resistencias de vidrio y con alta demanda, por ello se requiere eficientar los procesos buscando optimizar las áreas de producción reduciendo costos de operación menciona W. Nievel Benjamín, Freivalds Andris. 2004 [1]. El proyecto fue realizado en una empresa de fabricación de diversos productos electrodomésticos específicamente en el área de encabezado de vidrio (GLASS HEATERS); que se dedica al ensamblaje y otras operaciones. Este proyecto está enfocado a mejorar la productividad en dicha área con la implementación de técnicas de ingeniería como balanceo de operaciones y diseñando estaciones de trabajo adecuadas al proceso, logrando mejorar el método de fabricación con un resultado de reducción el flujo del proceso en un 22 %, equivalente a 695 ft² de área reducida al eliminar recorridos innecesarios; Se obtuvo el 65% de ahorro de personal siendo de 31 a 20 personas solamente, desapareciendo operaciones repetitivas. El tiempo de ciclo se redujo 1.54 hrs. equivalente a 1276 piezas más de producción. Todos estos ahorros elevan la eficiencia y productividad del proceso en dicha área, reduciendo los costos de fabricación cumpliendo en tiempo y forma a las demandas de los clientes declara W. Niebel Benjamín. 1996 [1].

Palabras Clave - resistencias, proceso, productividad, efectividad, mejora de proceso.

Abstract -- An important branch of the maquiladora companies and that has caused a high growth is the white line area; appliances that are characterized by providing a comprehensive service with the quality that satisfies its customers. All appliances can be considered as glass resistors and with high demand, therefore it is necessary to streamline processes seeking to optimize production areas by reducing operating costs mentions W. Nievel Benjamín, Freivalds Andris [1]. The project was carried out in a company that manufactures various electrical appliance products, specifically in the area of glass headers (GLASS HEATERS); engaged in assembly and other operations. This project is focused on improving productivity in this area with the implementation of engineering techniques such as balancing operations and designing workstations suitable for the process, managing to improve the manufacturing method with a result of reducing the process flow by 22%. equivalent to 695 square feet of reduced area by eliminating unnecessary walks; A 65% saving in personnel was obtained, with only 31 to 20 people, eliminating repetitive operations. Cycle time was reduced by 1.54 hrs. equivalent to 1276 more production pieces. All these savings increase the efficiency and productivity of the process in this area, reducing manufacturing costs, meeting customer demands in a timely manner, declares W. Niebel Benjamín. 1996 [1].

Keywords – Injection molding, resin, Preventive maintenance, reduction, loss.

INTRODUCCIÓN

Los mercados son tan amplios y crecen con tal rapidez que lo importante es producir la mayor cantidad posible cuidando la calidad del producto, señala Gabriel Baca et. al., [8].

Es necesario diseñar, construir e implementar procesos y sistemas para satisfacer las necesidades emergentes generando soluciones basadas en la creatividad, innovación y mejora continua de los procesos industriales menciona Reyes Aguilar,[7]. Es por ello que el objetivo de este proyecto es mejorar el proceso, reducir el tiempo del mismo para acortar los plazos de entrega, obteniendo más capacidad y servir a los clientes y a la par reduciendo costos internos.

Actualmente la empresa ELECTRO COMPONENTES DE MEXICO cuenta con una amplia área en piso para manufacturar gran variedad de productos. El proyecto se desarrolla especialmente en el área de glass heaters que se dedica al ensamblaje y otras operaciones para la elaboración de resistencias de productos electrónicos; Esta área, ejerce un gran impacto en la productividad afectando el cumplimiento a tiempo de los requerimientos de los clientes constantemente y por consecuencia a un costo superior a lo planeado. Los problemas que se presentan en el área son: mala distribución de las áreas de trabajo, recorridos muy largos de estación a estación, cargas de trabajo desequilibradas y estaciones de trabajo inadecuadas por lo que se ve la necesidad de realizar un estudio y poner en práctica varias técnicas de manufactura e ingeniería tales como: Tiempos y movimientos (Yamazumis), balanceo de las operaciones, y distribución de planta, para que proporcionen soluciones que mejore la productividad en el área de glass heaters. Las actividades que se realizaron son: balanceo de las operaciones del proceso de fabricación, reducción del flujo del proceso, diseño de estaciones de trabajo adecuadas y del método de fabricación.

Una vez mejorando la productividad, por consecuencia se cumple a tiempo con los requerimientos de los clientes además de una cantidad de ahorros. afirma Walpole, R. Myers, R. Myers, [5].

Los resultados de este proyecto fueron: reducción del flujo del proceso de 1.54 hrs. que representa 1276

pzas. más de producción con 11 operadores menos; además de la reducción de área en un 22%, equivalente a 695 ft².

DESARROLLO

Situación actual

Jim Lesko, [9] Menciona que la única manera de diagnosticar el estado de la empresa industrial a partir de su gestión es desde la observación con detalle de sus tareas productivas. Como primer paso se realizó la definición de área (Lay Out) de glass heaters en su totalidad, ya que se encontraba incompleto para definir las áreas de trabajo y equipo. Ver fig. 1.

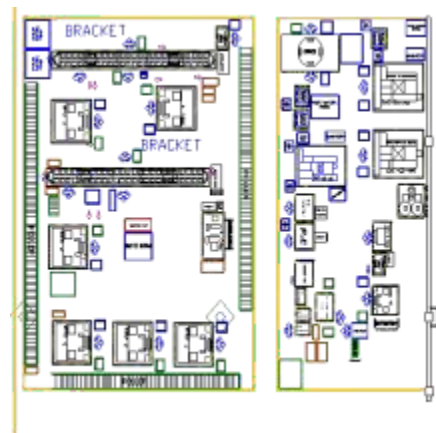


Figura 1. Diseño la distribución de área general (Lay Out) del área de Glass Heaters.

Así mismo se realizó un análisis donde se dividió el área en cinco celdas de trabajo previamente identificadas para una mejor visualización y organización de trabajo especializándose en productos específicos. figura 2.

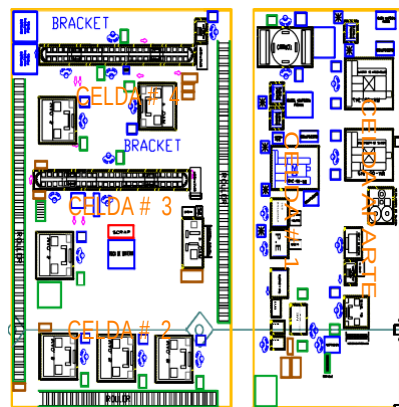


Figura 2. Área dividida en celdas de producción.

Diagrama de recorrido

Se describió el flujo del proceso de cada una de las celdas de producción con el fin de obtener una mejor visión de los recorridos que realiza el operador en la realización de las operaciones asignadas, estos recorridos son considerados desde la obtención de la materia prima al inicio de la celda hasta el área de empaque del producto terminado.

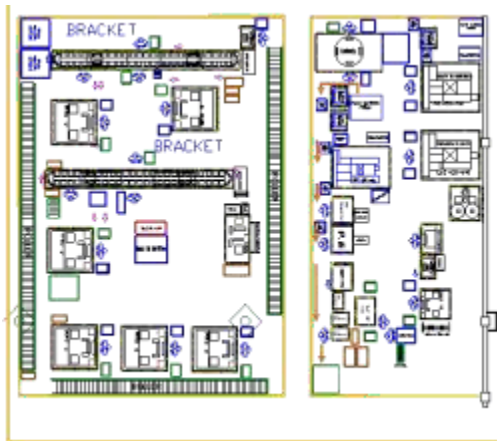


Figura 3. Diagrama de recorrido celda # 1.

Dentro de este diagrama de recorrido, muestra la figura 3 los pasos que cada operador de producción realiza dentro de la elaboración de resistencia de vidrio descrito de la siguiente manera:

1. Toma material de rack de materia prima y elabora prensado manual, 2.- Moldeo, 3.- Prueba eléctrica, 4.- Tape y moño al arnés, 5.- Ensamble, inspección final y empaque

En la figura 4, celda # 2 se observa el recorrido del operador de producción, demostrando así tener una tendencia estable por ser pocos los pasos para la elaboración del producto; Se puede identificar que existen recorridos muy frecuentes y estaciones de trabajo muy alejadas una de otra que consumen un tiempo grande de operación y provoca fatiga y distracción del operador. Esto indica que es un área de oportunidad para implementar una mejora al flujo del proceso.

Las actividades de los operadores de producción son: 1. Ensamblar vidrio a resistencia. 2. Soldado, 3. Inspección y empaque.

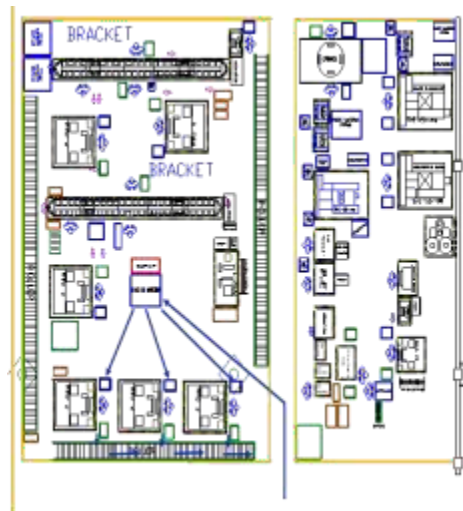


Figura 4. Diagrama de recorrido celda # 2.

Dentro del diagrama de recorrido de la celda de producción # 3 se observa una tendencia poco estable ya que demuestra que es posible realizar un cambio dentro de la elaboración del producto. ver figura 5.

Las operaciones que se realizan dentro de la celda de producción son las siguientes:

1. Ensamblar vidrio a resistencia,
2. Soldado,
3. Ensamble de freno (bracket),
4. Ensamble de vidrio.
- 5.- Inspección y empaque.

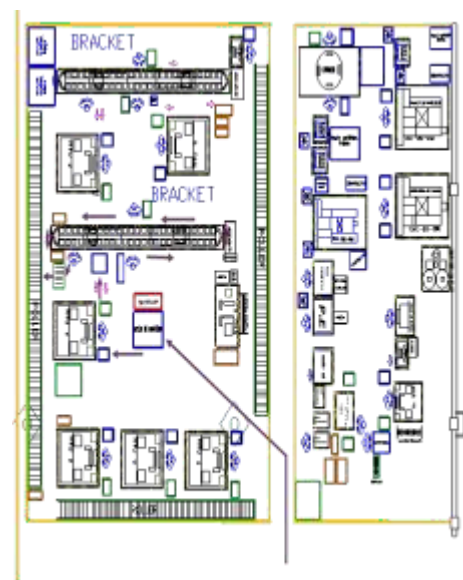


Figura 5. Diagrama de recorrido celda # 3.

En la celda número 4 figura 6, nuevamente se encontró que existe un gran desperdicio de tiempo debido a las distancias que recorre el operador de producción en la elaboración del producto, esto identifica una necesidad de mejorar el flujo de producción para mejorar la productividad y disminuir el esfuerzo de los operadores de producción lo marca W. Nievel B, [4].

Las operaciones que se realizan dentro de la celda de producción son las siguientes:

- 1.- Ensamblar vidrio a resistencia.
- 2.- Soldado.
- 3.- Transporte de material.
- 4.- Ensamble de vidrio.
- 5.- Prueba eléctrica.
- 6.- Elaboración de instructivos.
- 7.- Inspección y empaque.

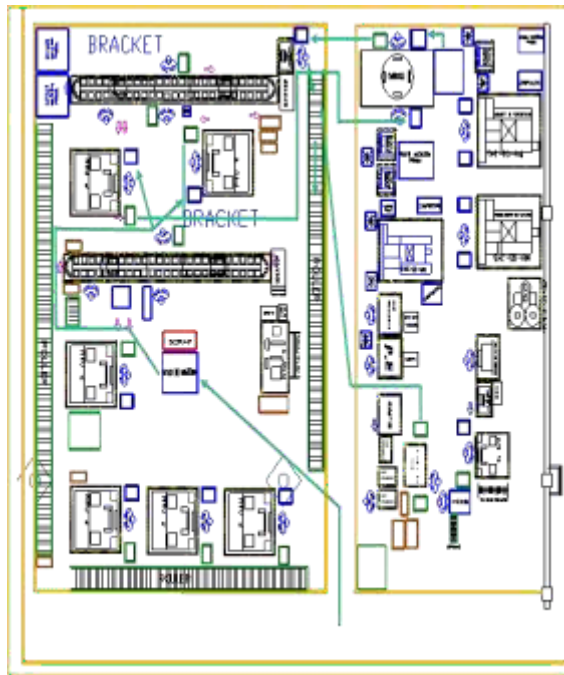


Figura 6. Diagrama de recorrido celda # 4.

En la figura 7 celda 5, muestra la necesidad de disminuir la distancia de operación tal como lo marcan las flechas del amplio recorrido entre operaciones: 1. Prensado, 2. Moldeo, 3. Moldeo, 4. Prueba eléctrica, 6. Soldado, 7. Inspección y empaque.

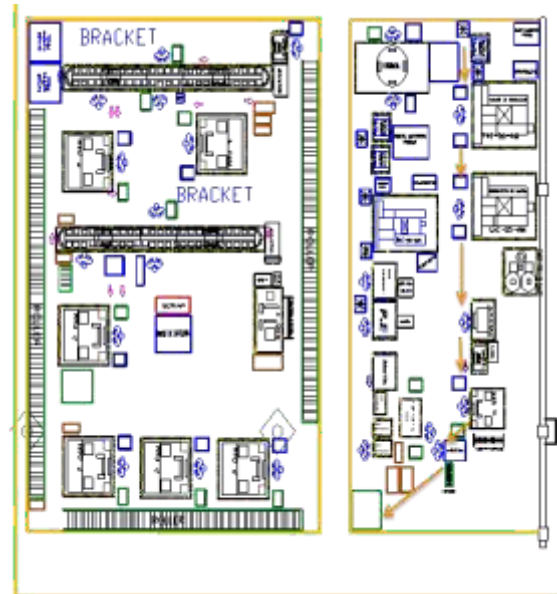


Figura 7. Diagrama de recorrido celda # 5.

Identificación de números de parte.

García Criollo Roberto [2] menciona que el objetivo de ver el impacto que causa reducir las distancias entre las operaciones en cada una de las celdas, se revisan el volumen y los números de parte a correr. .

Como se puede observar el volumen en cada una de las celdas para trabajar va desde 400 piezas hasta 5800 piezas por turno según número de parte a trabajar.

Diagramas de flujo.

Aguaded Gómez [11], menciona que el siguiente paso en el estudio de métodos y tiempos será ver como se describe las actividades en pequeñas operaciones y descomponiéndola y cronometrándolas. Por tal motivo se realizaron los diagramas de flujo del proceso en cada una de las celdas, describiendo las actividades de cada operador de producción, considerando cada uno de los números de parte que se procesan en estas áreas. Ver figuras 8, 9, 10 11 y 12.

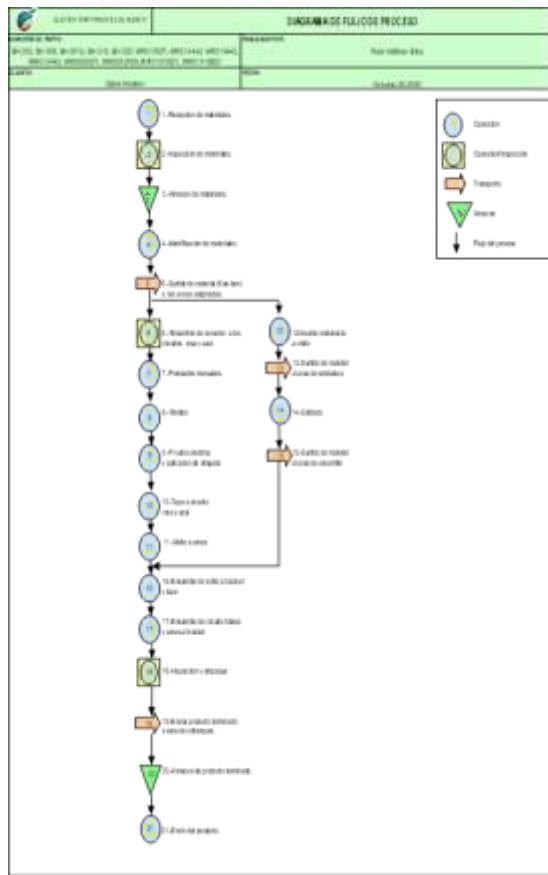


Figura 8. Diagrama de flujo de proceso celda #1.

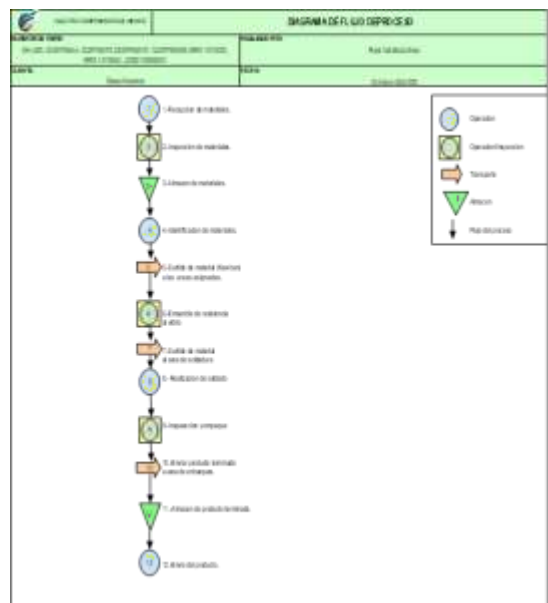


Figura 9. Diagrama de flujo de proceso celda #2.

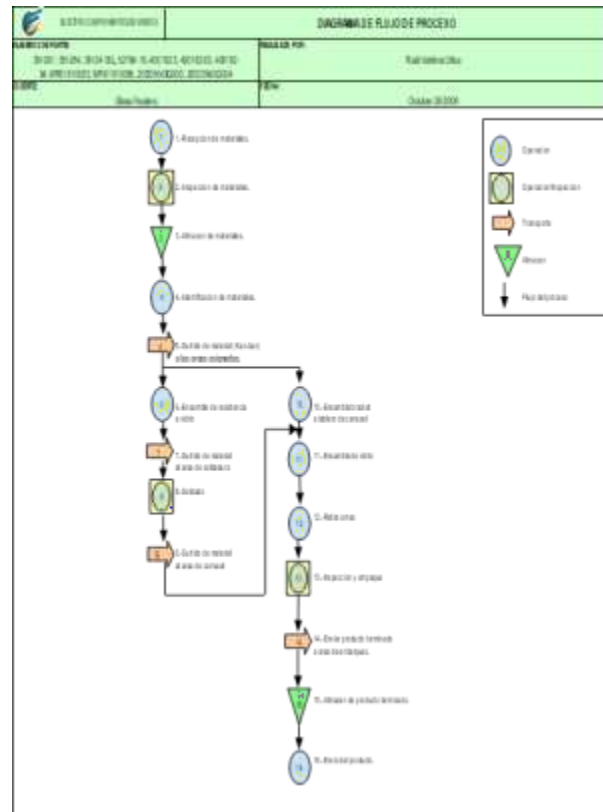


Figura 10. Diagrama de flujo de proceso celda #3.

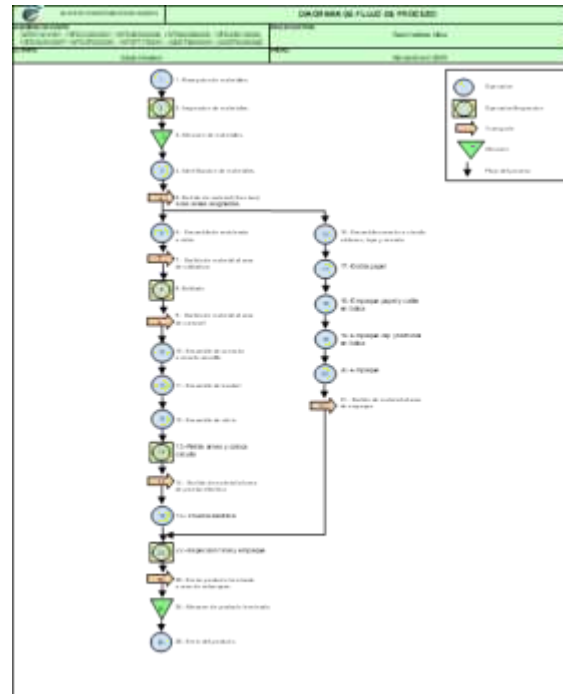


Figura 11. Diagrama de flujo de proceso celda #4.



Figura 12. Diagrama de flujo de proceso celda # 5.

Ayuda visual

Para asegurar la calidad en el producto, se elaboraron las ayudas visuales de cada una de las celdas de producción ofreciéndole capacitación y mejor comprensión de la actividad especificada al operador en la elaboración del producto. figuras 17, 18, 19, 20 y 21.

Las ayudas visuales incluyen una amplia variedad de visuales para máquinas y tareas específicas para ayudar a mejorar la eficiencia y efectividad de la interacción humana con el equipo. Estas indicaciones visuales sirven como recordatorios de advertencias indica Harry D., [6].



Figura 15. *Yamazumi* celda # 3.

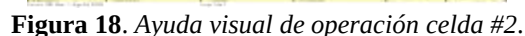




Figura 19. Ayuda visual de operación celda #3.

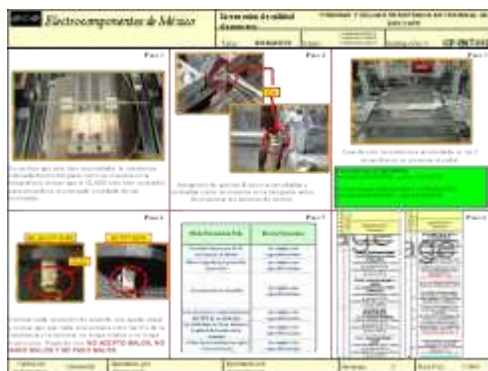


Figura 20. Ayuda visual de operación celda #4.



Figura 21. Ayuda visual de operación celda #5.

Diseño de estantes

Con la finalidad de brindarle más ayuda al operador en su estación de trabajo, se rediseñó algunos accesorios para colocar y organizar su material señala Carrillo, Jorge, Hinojosa, Raúl [12], y así ofrecerle mayor comodidad al acceso a su material, a la vez contribuir a evitar fatiga al realizar su trabajo. Ver figura 22, 23, 24 y 25.

Sumanth D. [3] Menciona que los tipos de estanterías metálicas son un elemento clave en el correcto funcionamiento de un almacén o proceso y tienen un papel protagonista y es fruto de un importante esfuerzo de investigación e innovación de ingeniería que permite crear estructuras eficientes que optimizan el tiempo y el espacio de las empresas a nivel internacional.



Figura 22. Porta cajas doble nivel para colocar material.

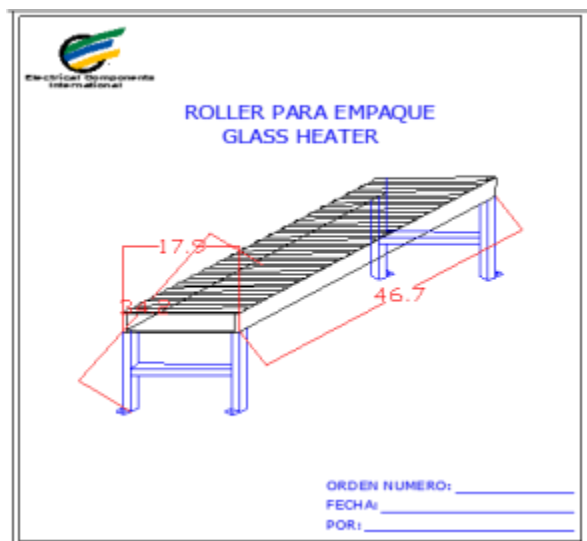


Figura 23. Roller para transportar al empaque.

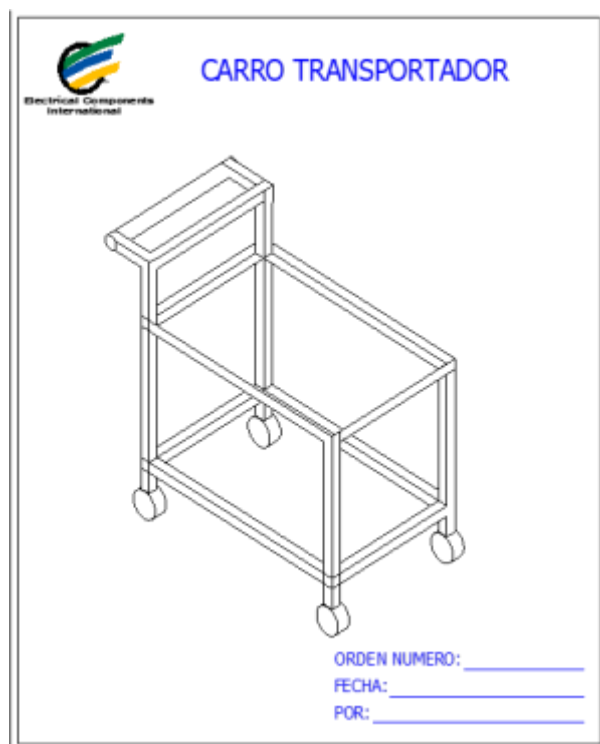


Figura 24. Carro transportador de material y empaque.

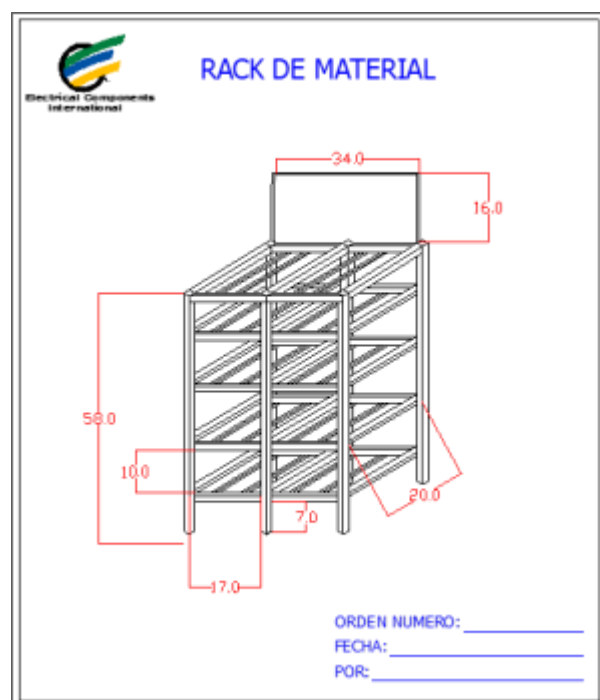


Figura 25. Rack de materia prima.

Distribución de área.(Lay out)

Se evalúa con minuciosidad todos los detalles acerca del qué, cómo, con qué y dónde producir o prestar un servicio, así como los pormenores de la capacidad de tal manera que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones. Mencionan Bautista J., Wikipedia 2018, [10] [18].

Se realizó la distribución de área (lay out) con la modificación de las distancias óptimas entre operaciones en cada una de las celdas, acortando las distancias originales de acuerdo a un mejor flujo del proceso, como una mejora que dará una mayor fluidez al proceso. Con esto podremos hacer la comparación del antes y después de la mejora en cuanto a reducción de tiempo de proceso, área, y mayor productividad. ver figura 26.

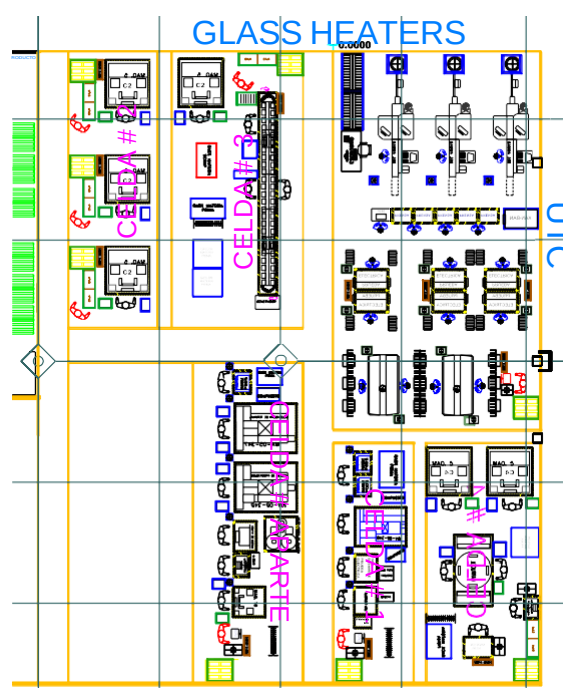


Figura 26. Lay out propuesto para la mejora de Glass Heaters.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la realización de este proyecto y mediante la aplicación de técnicas de manufactura e ingeniería en el área de glass heaters se alcanzaron los resultados altamente satisfactorios tales como el incremento de la productividad y su tendencia progresiva. Se puede observar que antes de la mejora había una mayor

diferencia entre la producción y la meta propuesta (figura 27), mientras que la gráfica de la figura 28 se muestra un proceso más estable, donde las dos líneas de producción y meta propuesta están muy cercanas. Es decir, la producción muy cerca de la meta planteada.



Figura 27. Gráfica de productividad de Glass Heaters antes de la mejora.



Figura 28. Gráfica de productividad de Glass Heaters después de la mejora.

Estas gráficas son evidencia de que se cumplió con los objetivos que se propusieron al inicio de este proyecto, como lo es la reducción de flujo de proceso en 1.54 hrs, aumentando la productividad con 1276 piezas más al reducir 11 personas operativas con el el rediseño de las operaciones y del método de operación, así con un espacio ahorrado de 695 ft² que se destinarán para nuevas líneas de producción. Ver figura 29.

ACTUAL				PROPUESTA		
CEDAS	LARGOR	ANCHOR	AREA ²	LARGOR	ANCHOR	AREA ²
CEDA1	52	13	677	28	11	308
CEDA2	39	11	429	38	12	456
CEDA3	39	23	897	38	18	684
CEDA4	39	18	702	33	16	528
CEDAAPORTE	52	13	676	44	15	660
TOTAL			3381 ²			2636 ²

Figura 29. Tabla de área total actual y propuesta.

CONCLUSIONES

Al realizar el análisis del proceso actual en el área de Glass Heaters se pudo observar muchas áreas de oportunidad a mejorar y obtener ahorros significativos para incrementar la productividad y eficiencia del proceso. Sin duda la aplicación de las técnicas de ingeniería industrial demostró el éxito al lograrlo en el con resultados sorprendentes. Mediante el balanceo de estaciones se logró dar la carga adecuada de trabajo al operador de producción logrando la reducción del flujo del proceso 1. 54 hrs. representando 1276 piezas más de producción.

Al rediseñar las estaciones de trabajo, se proporcionó mayor comodidad y facilidad para realizar las operaciones de producción al reducir distancias en los recorridos de trabajo en un 22% equivalente a 695 ft².

El rediseño del método de operación en las celdas de producción llevó a reducir 11 personas; Con esto se eliminó operaciones que no agregan valor al producto, así como congestionamientos, operaciones repetidas, fatigas y distracciones en el personal operativo. incrementando la productividad.

La utilización de métodos estadísticos proporciona una evidencia satisfactoria al demostrar el cambio significativo en los resultados.

Con estos resultados satisfactorios de este proyecto se sugiere se implemente estas técnicas en todas las celdas de trabajo de la empresa, buscando las áreas de oportunidad para continuar en constante mejora de los procesos. Así mismo en todas las empresas de la corporación con estas mismas técnicas u otras del campo de la ingeniería industrial que lleven por el camino de mejora continua a la empresa.

Se sugiere establecer metas de reducción de ahorros visualizando los avances y los retos que representa el aplicar las técnicas de ingeniería industrial, demostrando una vez más un éxito en las empresas que buscan seguir competitivos en el mercado global.

Investigaciones anteriores aplicadas a las empresas industriales coinciden en que la efectividad del proceso se puede medir en base al rendimiento de las actividades principales de la cadena de valor a través de la suma de contenido de información, seguimiento y capacitación del personal operativo y administrativo. [14] [15] [16] [17].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. Niebel Benjamín. 1996. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Editorial Alfaomega. México, D. F.
- [2] García Criollo Roberto. 2005. Estudio del Trabajo. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill. México, D. F.
- [3] Sumanth D., "Ingeniería y administración de la productividad", Editorial McGraw Hill, México, 1994.
- [4] W. Nievel Benjamín, Freivalds Andris. 2004. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. Onceava Edición. Editorial Alfaomega. México, D.F.
- [5] Walpole, R. Myers, R. Myers, S. "Probabilidad y estadística para ingenieros", Editorial Prentice Hall, México, 1999.
- [6] Harry D., Moore, Donald R. Kibbey Materiales y procesos de fabricación: industria metalmecánica y de plásticos. Limusa, 1987-920 páginas
- [7] Reyes Aguilar, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: Experiencias y reflexiones. Contaduría y Administración, (205), 51-69.
- [8] Gabriel Baca García, Margarita Cruz Valderrama, Isidro Marco Antonio Vázquez. 2014 introducción a la ingeniería industrial. Gpo. Editorial Patria, 2Da. Edición. e-book. México 2014.
- [9] Jim Lesko (coordinador). Diseño industrial: memoria de Simposio de ingeniería. Marzo 2001. Universidad de Colombia. Publicaciones.
- [10] Wikipedia. (10 de octubre de 2018) . Federal Mogul. Recuperado el 4 de marzo de 2019, de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Federal-Mogul>
- [11] J. Ignacio Aguaded Gómez (presentador). (26 de diciembre 2007) (Áudio em podcast. Recuperado

de https://books.google.com.mx/books?id=n_IfpdhnES4C&pg=PA106&dq=podcast+radio+de+ingenieria&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjVrdSUh8D5AhWTDkQIHWonC). La radio universitaria como servicio público.

- [12] Carrillo, Jorge, & Hinojosa, Raúl. (2001). Cableando el norte de México: la evolución de la industria maquiladora de arneses. Región y sociedad, 13(21), 79-114. Recuperado en 01 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252001000100003&lng=es&tlng=es.
- [13] González, F. (enero-junio, 2007). Manufactura esbelta (Lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Panorama Administrativo, 1(2), 85-112.
- [14] Tomas Granados Salinas. Organización de la manufactura en talleres de impresión para la industria del libro en México. (tesis doctoral impresa de ingeniería industrial). Editorial: sistemas y servicios técnicos, 2021. Universidad de Texas, 3 de diciembre 2008, 87 páginas.
- [15] Nava R. Mejora de la Efectividad del Proceso de Mantenimiento a través de la Conceptualización de Cadena de Valor. Tesis Impresa Editorial Kathedra . maestría en ingeniería administrativa. Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. 18 de febrero 2012., 100 pág.
- [16] Nevárez Nevárez O. "Implementación de Control Estadístico de Procesos en una Línea de Ensamble de Computadoras". Tesis impresa. Editorial: kathedra, Maestría en ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, 18 agosto 2015. 150 pág.
- [17] Fuentes Morales M.C "Aplicación de la Técnica SMED en Área de Corte de Vestiduras Automotrices". Tesis impresa de maestría en Ingeniería Industrial. Editorial Kathedra Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. Mayo 2017, 150 pag.
- [18] Bautista, J., Bautista, A., Rosas, S. (2010). Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua. Tesis licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Recuperada de https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8572/2725_tesis_Febrero_2011_1149902756.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROL DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR (ES)
Conceptualización	María Concepción Fuentes Morales
Curación de datos	María Concepción Fuentes Morales
Metodología	María Concepción Fuentes Morales
Administración del proyecto	René Saucedo Silva
Recursos	Alejandra Herrera Chew
Software	Esperanza Ibarra Estrada
Supervisión	Ma. Dolores Arroyo Mendoza
Validación	Alejandra Herrera Chew
Visualización	Esperanza Ibarra Estrada
Redacción	René Saucedo Silva
Redacción	Ma. Dolores Arroyo Mendoza



Esta obra está bajo
 una licencia internacional
 Creative Commons Atribución 4.0.