

Optimización en el proceso de deshidratado de tomate

Boschín, Edgardo Ariel, (1º Autor)¹; Lucero, Carlos Adrián²; Barón, Iván³;
Butynski, Elías⁴; Tártalo, Mauricio⁵

(1) *Universidad Tecnológica Nacional Regional San Rafael.
Urquiza 314 San Rafael Mendoza Argentina CP 5600
eboschin2005@yahoo.com.ar*

RESUMEN

El presente trabajo realizado en la empresa LOS NOGALES S.A. ubicada en General Alvear, Mendoza, tuvo como objetivo analizar problemas en la línea de producción del deshidratado de tomate y plantear mejoras en distintos puntos claves del proceso, las cuales podrían llevar a una maximización de recursos.

La metodología de estudio propuesta se encuadra dentro del planteo de un problema abierto de ingeniería con relevamiento de datos en el establecimiento.

El trabajo se desarrolló en tres etapas. La primera etapa estudió el proceso en general para obtener conocimiento de las operaciones y características de la planta de producción. En la segunda etapa se realizó un análisis más minucioso sobre operaciones puntuales con sus correspondientes estaciones de trabajo, teniendo en cuenta los índices de riesgo a los que el operario está expuesto, contemplando estos factores, junto con el estudio ergonómico se dispusieron modificaciones que permitirían lograr una relación más amena entre el usuario y su tarea. Además dentro de esta etapa se analizaron aspectos fundamentales en la optimización, como así también en la distribución de planta y el entorno de trabajo. Por último se trabajó sobre el estudio de tiempos, mediante métodos y clasificación de las aptitudes de los operarios, se obtuvieron los tiempos estándares de cada operación buscando evitar todo tipo de holguras en las tareas.

Como resultado preliminar del trabajo se consideró la adquisición de maquinaria por parte de la empresa, con dicha tecnología se eliminarían demoras, operaciones y reduciría la mano de obra. Esta junto a otras mejoras conllevarían a un aumento significativo en la eficiencia de la línea de producción.

Palabras claves: tomate, deshidratado, optimización, proceso, análisis.

AREA TEMATICA

C- Gestión de Operaciones y Logística

ABSTRACT

Optimization in the process of tomato drying

The present work has been developed in LOS NOGALES S.A. company located in General Alvear, Mendoza. The aim of this project was to analyze the problems of production of tomato drying and set improvements out in different crucial topics of the process, which could lead resources to a maximization.

The proposed methodology of study is placed within the proposal of an open problem of engineering with a collection of data of the establishment.

The Project was developed in three stages. The first one studied the process in general to get knowledge about operations and characteristics of the production plant. During the second stage it was made a more detailed analysis about specific operations with its corresponding work stations, bearing in mind the risk index to those the worker is exposed to, with this factors in mind, with the ergonomic study some modifications were arranged that would allowed to create an optimum elation between the user and his task. Furthermore, during this phase some fundamental aspects were analyzed in the optimization, in the plant distribution and the work environment as well. Finally, a studio of times was carried out, by means of methods and operators' classification of

aptitudes, were obtained the standards of time of each operation trying to avoid any kind of strikes during the tasks.

As a preliminary work result it was considered the acquisition of machinery on behalf of the company, with this technology delays would be eliminated, operations and labour would be reduced. This with other improvements would lead to a significant increase in the efficiency of the production line.

Trabajo final

1. INTRODUCCIÓN

Un estudio de trabajo realizado en la empresa LOS NOGALES S.A. ubicada en General Alvear, Mendoza. Dicha empresa produce distintos tipos de productos deshidratados como: pera, ciruela, duraznos, damascos y tomates. Este estudio buscó y analizó problemas en la línea de producción del deshidratado de tomate, planteando mejoras en distintos puntos claves del proceso, las cuales podrían llevar a una maximización de recursos.

2. SELECCIÓN DEL TRABAJO

En este estudio solo se tomó en cuenta la producción del tomate deshidratado. La selección de este proyecto se basó en tres consideraciones principales:

1- Económica: debido a que el proceso de deshidratación del tomate solo se puede realizar en temporadas determinadas (desde enero a abril, dependiendo del año) y a la gran reducción de peso desde el tomate fresco al deshidratado, reduciéndose un 1600%, es decir que se necesitan 16 kg de tomate en fresco para obtener uno deshidratado. Esto lleva que el kilo de tomate deshidratado tiene un alto costo de producción haciendo que el proceso tenga que ser lo más óptimo posible.

2- Técnicas: en el proceso se utilizan varias máquinas y personal para poder producir una cantidad suficiente de producto. En este proceso existen algunas operaciones cuellos de botellas donde se enfatizó más el estudio.

3- Humanas: en la planta trabajan alrededor de 20 personas las cuales, la mayoría, poseen trabajos altamente repetitivos. También se tiene un personal que trabaja parcialmente de acuerdo a la cantidad de producción que haya ese día o en esa jornada laboral, haciendo que no tengan un trabajo fijo y sustentable.

3. PRODUCTO

En el proceso de deshidratado de tomate (Figura 1) se obtiene un producto de primera calidad en un 70% a 95% de su producción total, dependiendo de la calidad del tomate en fresco (materia prima) y un 5% a 15% de tomate de segunda calidad que poseen algún tipo de defecto que se percibe visualmente. Durante el proceso en los controles de calidad se desechan los tomates que no cumplen con las condiciones especificadas, por ejemplo, tomates con más o menos 4 grados brix (se determina visualmente por el color y su textura) o aquellos que posean alguna mancha o defecto debido a enfermedades que haya tenido en la planta. Dicha cantidad puede oscilar dentro del 5 a 30%. La materia prima principal utilizada para obtener dicho producto es el tomate "perita" que debe ser cosechado en el estado de madurez adecuado, estar sano, limpio y fresco. Además, deberán mantenerse en condiciones tales que permitan preservar su calidad hasta el momento de ser procesado. [1]



Figura 1

4. ETAPAS

El trabajo se formuló en tres etapas:

4.1. Etapa 1

En esta etapa se hizo el estudio sobre la planta en general.

Para ello realizamos el diagrama de flujo de proceso que tenía la empresa en el momento del estudio como se muestra en el Gráfico 1, donde se pueden observar las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que tiene el proceso desde que se tiene la materia prima almacenada hasta el depósito del producto final en su correspondiente depósito.

<p style="text-align: center;">DIAGRAMA DE PROCESO Presente <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/></p>							Registro N°:			
							Hoja: 1 / 2			
<p>Diagrama de: Diagrama de operaciones para el desecado de tomate "perita" (Solanum lycopersicum) Lugar / Puesto de Trabajo: Planta de desecado</p>		<p>Comienza en: el tomate fresco almacenado en cajones de 20 Kg aprox dentro de la planta de selección y corte Termina en: el tomate desecado y almacenado en cajones de 7 kg aprox dentro de su correspondiente deposito. Unidad considerada: 20 kg de tomate</p>								
IT	Elementos del Método						Distancia (mts)	Cantidad (unid.)	Tiempo (min)	Observaciones
1	Almacen de tomate fresco en cajones de 20 kg aprox									
2	Transporte del cajón desde el almacen hasta la mesa de inspección						3	1	0:20	
3	Retiro de tomates que no cumplan con las condiciones especificadas							1	0:27	
4	Acomodado en el elevador de canjilones							1	0:27	
5	Trasporte por el elevador de canjilones hasta la lavadoras						2	1	0:11	
6	Lavado							1	0:30	
7	Acomodado en la cinta transportadora							1	0:32	
8	Transporte hasta la cortadora						3	1	0:32	
9	Cortado en mitades							1	0:32	
10	Llenado de cajones de polipropileno con 10 kg de mitades tomate aprox							1	0:32	se llenan de a dos cajones a la ves
11	Espera a ser volcado en la pasera							1	1:00	
12	Transporte hasta las mesa de llenado de paseras						3	0,5	0:05	
13	Volcado de cajones en paseras de polietileno							0,5	0:05	
14	Espera a ser acomodado							0,75	1:10	
15	Acomodamiento de las mitades de tomates en la pasera con la parte cortada hacia arriba y sin que se superpongan las mitades							0,75	1:10	Utilizando 2 personas
16	Inspeccion que estén correctamente acomodadas las mitades							1	0:02	
17	Esperar al rociado de Metabisulfito							6	9:20	La espera es en paralelo al llenado de las paseras
18	Rociado con Metabisulfito sódico							0,75	0:02	
20	Apilado de paseras en palet de madera colocando 64 paseras en cada palet distribuido en 2 filas							48	6:00	Se realiza a mediad q se va llenando las paseras
22	Transporte hasta la azufrera						35	48	1:17	
RESUMEN PARCIAL		10	5	1	3	1	46		24:38	Diagramado por: ELIAS BUTYNSKI, MAURICIO TARTALO
Expresado en porcentaje		100								Fecha: 30/04/2014
DiagramaProceso										Revisión: 30/04/2014

DIAGRAMA DE PROCESO Presente <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/> Operaciones <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Hombre		Registro N°:
									Hoja: 2 / 2
Diagrama de: Diagrama de operaciones para el desecado de tomate "perita" (<i>Solanum lycopersicum</i>) Lugar / Puesto de Trabajo: Planta de desecado					Comienza en: el tomate fresco almacenado en cajones de 20 Kg aprox dentro de la planta de selección y corte Termina en: el tomate desecado y almacenado en cajones de 7 kg aprox dentro de su correspondiente deposito. Unidad considerada: 20 kg de tomate				
IT	Elementos del Método	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Distancia (mts)	Cantidad (unid.)	Tiempo (min)	Observaciones
24	Azufrado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		158	24:00:00	
25	Transporte del palet hasta el homo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	65	48	1:00	
26	Espera a ser traspasada las paseras a los carros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		48	1:00	
27	Traspaso de paseras al carro colocando 81 pasera en 3 filas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		60	3:00	Utilizando 2 personas
29	Transporte hasta el interior del homo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	60	2:00	
30	Espera hasta el llenado del homo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			1:00:00	
31	Desecado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1215	48:00:00	
32	Inspección de la cantidad de agua en el tomate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0:30	
33	Transporte hasta zona de despegado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	60	1:00	
34	Espera a la recolección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		60	24:00:00	
35	Despegado del tomate en las paseras, colocado en cajones de madera para 7 kg aprox con bolsas de polietileno negras e inspección y separación del tomate de primera calidad con el de segunda calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0,75	1:00	El despegado se realiza por medio de espátula
36	Espera hasta el llenado del cajón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		4,5	4:00	
37	Transporte hasta el palet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	5,25	1:00	
38	Apilado de cajones en palet de madera colocando 40 cajones por palet apilados en 8 filas de 5 de alto y sunchado de los cajones en el palet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5,25	0:10	
39	Espera hasta el llenado del palet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		210	9:30:00	
40	Transporte hasta el depósito	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	210	1:00	
41	Apilado de los palet en el depósito adecuadamente hasta una altura máxima de 3 palet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		210	0:30	
42	Almacenamiento en depósito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESUMEN		16	10	2	8	2	151	106:50:00	Diagramado por: ELÍAS BUTYNSKI MAURICIO TARTALO
Expresado en porcentaje		100	42	26	5	21	6		Fecha: 30/04/2014

DiagramaProceso

Revisión: 30/04/2014

Gráfico 1 Diagrama de proceso

El primer paso fue reunir toda la información relacionada con el volumen de trabajo, para determinar cuánto tiempo y esfuerzo debe dedicarse al mejoramiento del método actual o si es necesaria la implementación de uno nuevo, evaluar la posibilidad de cambios en el diseño y el contenido del trabajo con el propósito de incrementar la productividad.

Utilizamos distintas técnicas para el análisis del trabajo como son:

- La lista de comprobación del análisis (analizado en forma general) en la cual podemos sacar conclusiones sobre cada operación si se estaba realizando en la forma correcta, o que recomendaciones se podrían dar.

- La técnica de la actitud interrogante (analizado en forma detallada) (Tabla 1), esta técnica se ha analizado dentro del diagrama de flujo de proceso, teniendo en cuenta operaciones cuestionables respondiendo para cada operación los interrogantes: ¿Es necesaria la operación?, ¿puede eliminarse?, ¿puede combinarse con otra?, ¿puede cambiarse el orden?, ¿puede simplificarse? ¿Qué se logra? ¿Dónde se hace? ¿Quién lo hace? ¿Cómo se hace? ¿Es necesario? ¿Por qué ahí? ¿Por qué esa persona? ¿Por qué de esa manera? Respondiendo a estos interrogativos pudimos dar algunas recomendaciones sobre cada operación. Como por ejemplo en la operación n° 4 acomodado en el elevador de cangilones (Figura 2)



Figura 2

Datos	Preguntas	SI	NO	Observar
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?			Se realiza debido a que se produce un atoramiento en el embudo que desemboca en el elevador de cangilones
	¿Es necesario hacerlo?	x		En el caso de producir a máxima capacidad de la línea
	¿Cuál es la finalidad?			Acomodar los tomates para evitar un atascamiento
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?			Producir a una menor velocidad
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace ahí?			Porque la maquinaria está en ese lugar instalada fijamente
	¿Se conseguirían ventajas haciéndolo en otro lado?		x	No se puede realizar en otro lugar.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	x		Con la selección de tomates
	¿Dónde podría hacerse mejor?			En ningún lado.
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento?			Porque es cuando está el tomate en el embudo
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?		x	No se podría porque se produciría un atoramiento
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	x		Trabaja en serie con el proceso
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?		x	El embudo está en ese orden y no se puede alterar a no ser de cambiar la maquinaria
¿Quién hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	x		El operario no necesita de una capacitación previa
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?			Conocer la velocidad del proceso
	¿Quién podría hacerlo mejor?			Utilizando un operario de sexo femenino debido a repetitividad de la operación
¿Cómo se hace?	¿Por qué se hace así?			Porque es la única forma más económica
	¿Es preciso hacerlo así?		x	Debido a que se está ocupando un operario cuando se podría realizar en forma automática
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?			La mejor forma sería rediseñar el embudo para que no se produzcan atoramientos

Tabla 1 – Técnica de la actitud del interrogante

- Los 9 enfoques según Nibel [2] (analizado en forma detallada)

1) *Finalidad de la operación*

Se analizaron 8 operaciones seleccionadas con criterio, en las cuales se buscaba eliminar o corregir parte de ellas. La mejor manera de simplificar operaciones es vislumbrar alguna forma de obtener los mismos resultados o mejores sin que implique un costo adicional. Como conclusión podemos decir que al realizar pequeñas modificaciones en las maquinarias actuales nos permitirá combinar operaciones o eliminarlas, con lo cual reflejaría un ahorro de tiempo y personal.

2) *Diseño de las partes*

Como nuestro estudio, se basó en la compra de materia prima de una calidad estipulada [1], la mejora de este enfoque no involucra a la producción en sí, si bien la reducción de desperdicio podría ser menor, esta se mejoraría consiguiendo materia prima de mejor calidad.

3) *Tolerancia y especificaciones*

Para nuestro proyecto las tolerancias y especificaciones son las siguientes: el tomate debe contener aproximadamente 4 grados Brix, no debe poseer contaminaciones físicas o químicas. La textura debe ser de un color rojo uniforme. A la hora de la selección del tomate se tendrá un rango de tolerancia que no afecte la calidad del producto final. Es decir la materia prima no podrá tener más de un 10% de su superficie en color verde, además debe tener firmeza para que no se produzca el agrietamiento (valores menores a 4.5 grados brix) y no debe presentar ningún tipo de hongo.

4) *Material*

En este enfoque muestra jerarquía los aspectos a considerar como el uso de la materia prima descartada, y la búsqueda de mejores proveedores. Tomando como partida el primer aspecto, la materia descartada para la deshidratación del tomate, podemos decir que ya tiene una finalidad la cual es ser vendida a la industria de triturado de tomate, la única manera de mejorar es encontrar un comprador que esté dispuesto a pagar un precio mayor por dichos desperdicios. Analizando el siguiente aspecto podemos concluir que para dar una explicación más acertada y verdadera, se debería conocer los proveedores que se encuentren en la zona y/o alrededores para ver precios y disponibilidad.

5) *Secuencia y proceso de fabricación*

La planta sigue una secuencia de producción basada en el enfoque del producto ya que toda la línea está configurada para dicha producción.

6) *Configuración y herramientas*

Modificando la maquinaria actual de la industria se podría lograr una producción más eficiente utilizando menor cantidad de personal y logrando una mayor producción a un mismo o menor costo.

7) *Manejo de materiales*

En cuanto al diagrama de recorrido podemos aconsejar el cementado del camino entre las azufreras y el horno, ya que en el camino actual el elevador tiene que circular corriendo el riesgo de caídas de las paseras, a una velocidad mucho más baja de la que podría circular normalmente, lo mismo ocurre entre la zona de recolección y el almacén del producto terminado. Como en este enfoque analizamos también cuellos de botella, somos conscientes que la compra de una nueva maquinaria eliminaría los cuellos de botella en la cortadora de mitades (Figura 3), mientras que en el elevador de canjilones se puede refaccionar el embudo para evitar la utilización de un operario.



Figura 3

8) *Distribución de la planta*

En este enfoque consideramos que no es necesario cambiar la distribución de planta refiriéndonos en este caso a azufreras, galpones, almacenes y quemadores. Las azufreras se encuentran a una distancia notable por el olor que producen, los hornos y el almacén si bien podrían estar más cerca, la inversión que requiere mejorar su posición sería muy importante para la compañía. El aspecto analizar bajo nuestro punto de vista, es que la línea de producción se encuentre en línea recta, esto lleva a una reducción en la ocupación de la planta, a una mejora de movilización.

9) Diseño del trabajo

Este enfoque es analizado en la segunda etapa del proyecto donde se investigan temas como Ergonomía, Economía de movimiento, Levantamiento manual de cargas, etc. Tomando en cuentas las buenas prácticas de manufactura [3]. En el análisis de la materias primas, condiciones del establecimiento, personal, higiene en la elaboración, almacenamiento y transporte, control de procesos y documentación se llegó a la conclusión de que se deben modificar algunos aspectos para cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), como por ejemplo, las sustancias tóxicas como el Metabisulfito de sodio, no se encuentra rotulado de manera adecuada, ni almacenado en un lugar exclusivo, lo cual aumenta el riesgo de contaminaciones por descuido o desinformación.

4.2. Segunda etapa

Dentro de la segunda etapas se analizaron operaciones puntuales las cuales tenían un riesgo más significativo.

Se estudió la operación n°27 del diagrama de proceso presente (traspaso de paseras desde el palet hasta el carro) debido a que es una operación que requiere de dos personas para realizarla, es altamente repetitiva, se mueve carga, por consiguiente se realiza esfuerzo y hay cambios de posturas del operario. Para el estudio de levantamiento de cargas se tomaron las siguientes hipótesis:

- Dos operarios deben traspasar las paseras que se encuentran apiladas en el palet colocadas en 2 columnas de 32 cada una, hasta el carro en donde se colocaran 81 paseras en 3 columnas.
- La tarea mencionada le insume 4 horas continuadas de una jornada de trabajo de 8 horas.
- Cada pasera pesa aproximadamente 16kg (8kg cada operario) y no tiene agarres laterales.
- Realiza 360 levantamientos por hora.
- Situación horizontal del levantamiento (variados, pero se tomará el más crítico): origen 10 cm del suelo
- Altura del levantamiento: mitad de la espinilla
- Tarea ejercida por dos operarios.
- Operario de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.
- Sujeta la pasera con ambas manos.
- Levantamiento de la pasera dentro de límites acotados, en sentido vertical, horizontal y lateral (plano sagital).
- Rotación del cuerpo dentro de los 30° a derecha e izquierda del plano sagital (neutro).
- Tarea rutinaria.
- Suelo estable y horizontal.

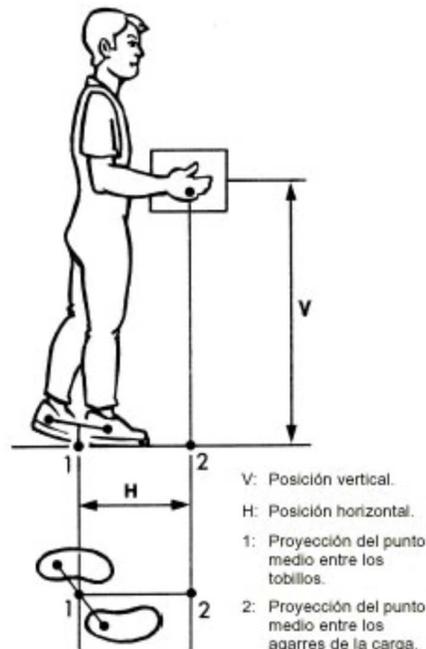


Figura 4

Con la ecuación de NIOSH [4] pudimos determinar el tipo de trabajo que se realizaba concluyendo que hay un incremento acusado del riesgo. Debido a que se trata de una operación que requiere de movimientos de clase cinco que incluyen movimientos del cuerpo, que son los que más tardan.

Los movimientos del cuerpo incluyen tobillo, rodilla y muslo, al igual que el tronco y los brazos. Esto lleva a que sea un trabajo lento y con muchas partes del cuerpo moviéndose permanentemente debido a que el operario al traspasar las paseras del palet al carro nunca trabaja en el mismo plano de trabajo, lo cual en ciertos momentos tiene que agacharse varias veces lo que puede llevar a producir lesiones en la espalda. También al ser un trabajo repetitivo de movimiento de cargas produce cansancio. Otro punto a tener en cuenta es que los movimientos tienen que ser precisos para que no se vaya a producir un accidente debido a la caída de una o varias paseras.

Es fundamental tener una buena posición de la pasera con respecto al cuerpo, es decir, mantener la pasera lo más cerca posible del cuerpo eliminando así la distancia horizontal. Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones si realizan este tipo de esfuerzos. Las tareas deben rediseñarse o los ciclos de trabajo deberían ser mucho menores. Para ello dimos algunas recomendaciones: la disposición de las paseras debe ser la adecuada para que no se produzcan giros y movimientos bruscos, un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, el lugar de trabajo no se debe superponer con el espacio de trabajo de los autoelevadores para evitar accidentes, se deben aumentar los tiempos de descanso, turnos más cortos o añadir a la operación ayuda mecánica (para poder trabajar a un plano de trabajo adecuado).

Calculo

$$LPR = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$LPR = 23 \times 1 \times 0,895 \times 0,857 \times 0,712 \times 0,13 \times 1$$

$$LPR = 1,63$$

$$LI = \text{peso de la carga} / LPR \text{ (Índice de Levantamiento)}$$

$$LI = 8 \text{ kg} / 1,63$$

$$LI = 4,91$$

Incremento acusado del riesgo (Índice de levantamiento > 3). Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

Puede mejorar las condiciones de levantamiento con las siguientes recomendaciones para el rediseño:

- Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.
- Eliminar la asimetría de la postura del trabajador. Acercar el origen y el destino del levantamiento para disminuir la torsión necesaria en el levantamiento; si no es posible, apartar lo suficiente el origen y el destino para obligar al trabajador a girar los pies y caminar evitando la torsión.
- Disminuir la distancia de elevación de la carga. Acercar el origen y el destino del levantamiento.
- Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75 cm. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros.

4.2.1. Ergonomía

En la operación n°15 del diagrama de operaciones presente (acomodamiento de mitades) las personas realizan su trabajo de pie por lo que pueden sufrir fatiga debido a la postura (Figura 5). El estar sentado es importante desde el punto de vista de la reducción de la fatiga en los pies y del consumo total de energía corporal.



Figura 5

Podemos decir que al proporcionar un asiento adecuado para cada

operario el nivel de fatiga se reducirá junto con el gasto de energía que posee cada operario. Para realizar esta modificación las paseras se tendrán que colocar en una cinta transportadora o rodillos transportadores donde las paseras se irían desplazando a medida que se fuera completando el trabajo de acomodamiento de mitades ya que los operarios estarán en una posición fija. También es necesario tener en cuenta la rotación de operarios a otras tareas que se realicen de pie debido a que el cuerpo humano no está diseñado para estar largos periodos sentados. Es decir que se podría realizar rotaciones con la operación n°3 (retiro de tomates que no cumplan con las especificaciones). En dicha operación anterior es recomendable proporcionar tapetes elásticos anti fatiga. Dichos tapetes permiten que se lleven a cabo las pequeñas contracciones musculares en

las piernas que obligan a que la sangre circule y evitan que tienda a estancarse en las extremidades inferiores.

4.2.2. Entorno de trabajo

Si bien la línea de producción es muy amplia, centramos nuestras mediciones en el área de cortado donde se encuentra la mayor cantidad de operarios. Dentro del análisis de iluminación pudimos notar que en general el nivel de iluminación en toda la planta es excelente debido al uso de la luz natural. Exceptuando la oficina y sección de empaquetado donde se registraron niveles bajos de iluminación.

Datos de Medición (Tabla 3)

Punto de Muestreo	Hora	Sector	Sección / Puesto / Puesto Tipo	Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	Tipo de Fuente Lumínica: Incandescente / Descarga / Mixta	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima $\geq (E_{media})/2$	Valor Medido (Lux)	Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79
1	08:56	Almacén de paseras	Despegado	Mixta	Descarga	General		4749	100-300
2	08:59	Cortado	Acomodado en paseras	Mixta	Descarga	General		430	100-300
3	09:00	Cortado	Volcado de jaulas	Mixta	Descarga	General		600	100-300
4	09:05	Almacén de productos	Empacado	Artificial	Descarga	General		86	100-300
5	09:10	Almacén de Vacíos	Almacenamiento	Mixta	Descarga	General		400	100
6	09:12	Oficina	Escritorio	Mixta	Descarga	General		230	300-750

Tabla 2 – Mediciones de iluminación

En el examen de temperatura y ventilación, al no tener cubierto todo el espacio de trabajo (Figura 6), este varía de acuerdo al clima, lo que produce estrés por calor o por frío sumado al hecho de no tener una temperatura constante durante toda la jornada de trabajo.



Figura 6

4.3. Tercera etapa

En la tercer etapa se realizó el estudio de tiempos para el cual tuvimos en cuenta un operario calificado que trabaja a un paso normal usando de manera efectiva su tiempo y en donde la labor que realiza no está restringida por limitaciones del proceso. El operario a estudiar será el que transporta los palet desde la línea de corte hasta las azufreras utilizando un autoelevador. El operario se encuentra familiarizado con el método del trabajo.

En el estudio de tiempo se utilizó el método estadístico el cual requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la ecuación (1)

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum x^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Se realizaron 4 observaciones preliminares, lo cual implicó tomar 6 muestras de tiempo. Para la clasificación del desempeño y holgura se utilizó el sistema Westinghouse (Tabla 4)

Esfuerzo	D	0
Condiciones	F	-0,07
Consistencia	D	0
Suma algebraica		-0,12
Factor de desempeño		0,88

Tabla 3 - Sistema Westinghouse

En donde obtuvimos la calificación del operario que se utilizó para calcular el tiempo estándar del transporte desde la planta de corte hasta la azufrera.

Para el cálculo de las holguras utilizamos las recomendadas por ILO (International Labour Office) (Tabla 5)

Holguras contantes	
Holgura Personal	5
Holgura por fatiga básica	4
Holguras variables	
Holgura por estar parado	0
Holgura por posición anormal	0
Uso de la fuerza	0
Mala iluminación	0
Condiciones atmosféricas	12
Atención cercana	2
Esfuerzo mental	0
Monotonía	1
<i>Porcentaje total de Holgura</i>	15

Tabla 4 – Cálculo de Holguras

Podemos decir que tenemos un total de 15% de holgura

Realizando el cálculo del tiempo estándar (Tabla 6)

		Estudio num: 001								Fecha: 28/11/14				Pagina 1 de 1							
		Operación: Transporte de palet								Operador: Lopez Lucas				Observador: E. M							
N° elemento y des		Viaje ida				Acondic				Descarga				Viaje vuelta				Carga			
Nota	Ciclo	C	LC	TO	NT	C	LC	TO	NT	C	LC	TO	NT	C	LC	TO	NT	C	LC	TO	NT
	1	88		0.77	0.675	88		0.2	0.18	88		0.37	0.32	88		0.55	0.484	88		6.2	5.43
	2	88		0.83	0.733	88		0.22	0.19	88		0.42	0.37	88		0.55	0.484	88		6.3	5.57
	3	88		0.73	0.645	88		0.18	0.16	88		0.38	0.34	88		0.67	0.587	88		6.1	5.35
	4	88		0.92	0.807	88		0.13	0.12	88		0.45	0.4	88		0.57	0.499	88		6.3	5.57
	5	88		0.67	0.587	88		0.17	0.15	88		0.35	0.31	88		0.5	0.44	88		6	5.28
	6	88		0.88	0.777	88		0.17	0.15	88		0.4	0.35	88		0.47	0.411	88		5.7	4.99
	7																				
	8																				
	9																				
	10																				
Resumen																					
TO Total		4.8				1.066666667				2.366666667				3.3				36.58333333			
Calificacion		88				88				88				88				88			
NT Total		4.224				0.938666667				2.082666667				2.904				32.19333333			
N° de obser		6				6				6				6				6			
TN Promedio		0.70				0.16				0.35				0.48				5.37			
% holgura		15%				15%				15%				15%				15%			
Tiempo estandar ele		0.8096				0.179911111				0.399177778				0.5566				6.170388889			
N° de ocurrencias		0				0				0				0				0			
Tiempo estandar		0.8096				0.179911111				0.399177778				0.5566				6.170388889			
Tiempo estandar total (suma del tiempo estandar para todos los elementos)																					
Elementos extraños					Verificacion de Tiempos					Resumen de Holguras											
Sim	LC1	LC2	TO	Descripcion	Tiempo de termina					10:43	Necesidades personales					5					
A					Tiempo de inicio					02:10	Fatiga Básica					4					
B					Tiempo Transcurrid					08:33	Fatiga Variable					8					
C					TTAE						Especial					0					
D					TTDE						% de holgura total					15					
E					Tiempo verif Total						Observaciones:										
F					Tiempo efectivo					08:33											
G					Tiempo inefectivo					0											
Verificacion de calificacion					Tiempo registrado total																
Tiempo sintetico				%	Tiempo no contabilizado																
Tiempo Observado					% de error de registro																

Tabla 5 – Cálculo tiempo estándar

En conclusión podemos decir que el tiempo estándar de esta operación es de 8,12 min

Además se utilizó el método de medición de tiempos MTM (Tabla 7) en la operación de despegado de tomate deshidratado siendo esta la operación 35 diagrama proceso presente (Figura 7).

El ciclo de la operación dura 60 segundos el cual se subdivide en los siguientes micromovimientos:

- 1) Alcanzar la herramienta de trabajo (espátula) la cual utilizará para el despegado de los tomates, dicha operación la realiza con la mano derecha
- 2) Utilizando la mano derecha comienza a despegar el tomate haciendo movimientos cíclicos
- 3) Utilizando la mano izquierda al mismo tiempo, que el movimiento anterior, realiza la clasificación en primera y segunda calidad visualmente.
- 4) Deja la herramienta en el soporte utilizando la mano derecha.



Figura 7

- 5) Con ambas manos traslada el tomate clasificado a su correspondiente envase.
 6) Retira la pasera del lugar de trabajo utilizando las dos manos.

ANÁLISIS MTM-1				
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	MOVIMIENTO MI	TMU	MOVIMIENTO MD	DESCRIPCION MANO DERECHA
Alcanzar la herramienta	R20A	13.1		
Despegar tomate	M12B	14.9		
		8	M5B	Clasificar tomate
Dejar la herramienta	RL1	2		
Trasladar el tomate al envase	G3	5.6	G3	Trasladar el tomate al envase
Retirar pasera				Retirar pasera
Agarrar	G3	5.6	G3	Agarrar
Girar	T180	14.8	T180	Girar
Mover	WP	15	WP	Mover
Soltar	RL1	2	RL1	Soltar
Subtotal retirar pasera		37.4		
	TOTAL TMU	81		
	Horas	0.01		
	Minutos	0.49		
	Segundos	29.2		

Tabla 6 – Cálculo MTM-1

Podemos llegar a la conclusión que hay una gran diferencia en el tiempo calculado promedio (29,2 seg.) y el tiempo real que demora el operario (60 seg.) para realizar dicha operación.

5. CONCLUSIONES.

Como se puede observar en el trabajo, éste análisis se enfatizó sobre el levantamiento de cargas, tiempo de trabajo, entorno laboral y distribución de proceso. Para ello mediante métodos teóricos se estudiaron operaciones puntuales en las cuales se detectaron falencias que pueden ser corregidas con un mínimo esfuerzo. Entre ellas se propuso: corregir el embudo en que desemboca el elevador de cangilones para evitar atascamientos y mano de obra innecesaria, una nueva maquinaria para aumentar la capacidad en el cortado de tomates trabajando en una línea paralela a la actual, una ayuda mecánica para el levantamiento de cargas disminuyendo riesgos de lesiones en los operarios, un camino compactado y liso en los recorridos del autoelevador para agilizar el transporte, cierre de todo el galpón para disminuir las variaciones térmicas y vientos. Por último concluimos que dicho trabajo nos permitió estudiar métodos y estándares que pueden ser aplicados a la industria en general para lograr una optimización en el proceso llevando a una maximización de la utilización de los recursos, lo que conlleva a una disminución considerada del costo total del producto.

6. REFERENCIAS.

- [1] CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO Artículo 823 - (Resolución Conjunta SPRel N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013)
- [2] Libro "Ingeniería Industrial", Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. Benjamin W. Niebel. Andris Freivalds. Cap. 3
- [3] El Código Alimentario Argentino (C.A.A.) Capítulo N° II BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA DE ALIMENTOS (BPM), Resolución 80/96
- [4] Libro "Ingeniería Industrial", Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. Benjamin W. Niebel. Andris Freivalds. Cap. 4
- [5] www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh

Introducción al Estudio del Trabajo OIT 2a Ed.

Estudio del Trabajo Roberto García Criollo 1a Ed

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer en primer lugar a la empresa LOS NOGALES S.A por brindarnos espacio e información sobre su industria, a la UTN – FRSR por su dedicación y compromiso con la enseñanza.