

Diseño, desarrollo e implementación de equipo para el proceso de limpieza de pimienta entera aplicando principios básicos de física con el objetivo de optimizar los recursos en la operación

Design, development and implementation of equipment for the whole pepper cleaning process applying basic physics principles in order to optimize the resources in the operation

MÉNDEZ-VALENCIA, Juan Carlos†*, GONZALEZ-DÍAZ, Yolanda y AVELINO-ROSAS Roberto

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Av. Universidad Tecnológica No 1, Col. Barrio la Villita, Tecamachalco, Puebla C.P.75483

ID 1^{er} Autor: *Juan Carlos, Méndez-Valencia*

ID 1^{er} Coautor: *Yolanda, Gonzalez-Díaz*

ID 2^{do} Coautor: *Roberto, Avelino-Rosas*

Recibido 2 de Octubre, 2018; Aceptado 8 de Diciembre, 2018

Resumen

El siguiente artículo tiene la finalidad de mostrar cómo se desarrolló el diseño de un equipo aplicando principios básicos de física con el objetivo de reducir los tiempos de respuesta, el consumo de energía eléctrica sustituida por una energía alternativa y optimizar los recursos en la operación; lo anterior aplicado al proceso de limpieza de pimienta entera como producto de exportación a granel, en una empresa dedicada a la producción y exportación de hierbas aromáticas, medicinales y especias, que por derechos de autor, en el presente artículo omitimos su nombre y la nombraremos empresa "Z", pero se muestra el diseño del equipo y la información tabulada que sustenta el logro de los objetivos. Y además el equipo puede ser utilizado en otras empresas del mismo sector productivo. La necesidad de cubrir los requerimientos del cliente dio pauta a desarrollar el diseño y construcción de este equipo, cumpliendo los dos requerimientos más importantes: 1) materia extraña (palo, hojas de la propia pimienta) con un máximo de aceptación del 3% y 2) tiempo de respuesta de 50 toneladas por semana.

Diseño, Principios de física, Reducción de costos de operación, Tiempo de respuesta, Satisfacer necesidades del cliente.

Abstract

The following article has the purpose of showing how the design of a machine was developed by applying basic principles of physics with the aim of reducing lead time, the consumption of electrical energy substituted by an alternative energy and optimizing resources in the operation; the above applied to the process of cleaning whole pepper as a bulk export product, in a company dedicated to the production and export of aromatic, medicinal herbs and spices, that by copyright, in this article we omit its name and we will name it company "Z", but it shows the team's design and the tabulated information that supports the achievement of the objectives. And also the equipment can be used in other companies in the same productive sector. The need to cover the client's requirements gave guidelines to develop the design and construction of this equipment, fulfilling the two most important requirements: 1) foreign matter (stick, leaves of the pepper itself) with a maximum acceptance of 3% and 2) lead time of 50 tons per week.

Desing, Principles of physics, Reduce operating costs, Lead time, Meet the needs of clients

Citación: MÉNDEZ-VALENCIA, Juan Carlos, GONZALEZ-DÍAZ, Yolanda y AVELINO-ROSAS Roberto. Diseño, desarrollo e implementación de equipo para el proceso de limpieza de pimienta entera aplicando principios básicos de física con el objetivo de optimizar los recursos en la operación. Revista de Invención Técnica 2018. 2-8:1-9

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jcmendez24@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el presente proyecto de carácter tecnológico, se diseña, construye y evalúa un equipo para el proceso de limpieza de la pimienta entera como producto de exportación de la empresa “Z”, que como ya se mencionó anteriormente, para efectos de entendimiento del presente artículo la nombraremos de dicha manera; el desarrollo del diseño se basó en la aplicación de principios básicos de física.

Es importante un proyecto de este tipo ya que se puede ver como la aplicación de principios básicos de física, para el diseño de un equipo, se convierte en una herramienta de soporte para mejorar el desempeño de las operaciones de en cualquier tipo de organización o empresa y brinda la oportunidad de generar ventajas competitivas para cualquier organización.

El propósito del proyecto fue satisfacer efectivamente las necesidades del mercado de exportación, diseño y construcción de este equipo.

Justificación

Cuando no se ha podido cubrir la demanda en tiempo y forma del mercado exterior, y se visualiza un crecimiento de acuerdo a la proyección de la demanda, se justifica analizar las operaciones y poder establecer tiempos relacionados al proceso de limpieza de la pimienta que sirvan como pauta, para construir un equipo que lleve a cubrir las necesidades del mercado.

Problema

La manera de realizar el proceso de limpieza de la pimienta entera como producto de exportación en la empresa “Z” está dividido en dos partes, la primera en una mesa densimétrica la cual sirve para separar los productos con diferentes densidades, eliminando impurezas como son piedras, granos mal logrados, granos secos, granos mal formados, entre otros. Esta mesa densimétrica tiene un consumo de energía equivalente a 3.73 Kw., después de este proceso se pasa la pimienta a unas mesas de trabajo donde se realiza un proceso de inspección manual con 6 operarios donde se sigue realizando la separación de impurezas, piedras, hojas y palos.

Las dos secciones implican 5 horas total de proceso divididas de la siguiente manera: mesa densimétrica 4 horas y 1 hora de proceso manual. El resultado obtenido en la empresa en la cual está conformada por 2 turnos de trabajo con jornada de 8 horas al día, y con 6 días de trabajo a la semana es de 24 toneladas de producto, con lo cual no se cumple el requerimiento del mercado.

Hipótesis

La aplicación de principios básicos de física es de suma importancia en el desarrollo de equipo que ayudara a simplificar las actividades dentro de la labor productiva de cualquier proceso, mejorando los resultados de desempeño del sistema (empresa) cumpliendo los requerimientos del mercado.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar el equipo adecuado, que permita simplificar las actividades dentro de la labor productiva en el proceso de limpieza de la pimienta, cumpliendo con las necesidades del mercado.

Objetivos específicos

- Conocer el procedimiento y actividades que se realizan en el proceso de limpieza de la pimienta.
- Examinar y analizar el método existente del proceso de limpieza.
- Realizar un formato para el registro de la toma de tiempo e información.
- Observar las operaciones detenidamente.
- Toma cronométrica del tiempo durante la operación.
- Analizar la información para diseñar el equipo que satisfaga las necesidades del mercado.
- Realizar prototipos a una escala menor.
- Evaluar desempeño de prototipos en campo.

- Hacer ajuste de ingeniería en el diseño para construcción final del equipo.

Marco Teórico

Medición del trabajo

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte uno o varios recursos en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Este tipo de medición tiene como objetivo conocer el tiempo total de fabricación de un producto para poder de esta manera optimizar su producción entre otros factores a considerar. Si se reduce el tiempo que insume la elaboración de un producto se podrá incrementar la productividad de los recursos ya sea con respecto a la mano de obra o a las instalaciones. La medición del trabajo permite investigar, reducir y luego eliminar el tiempo improductivo o que es lo mismo determinar el tiempo en el cual no se ejecuta el trabajo productivo por el motivo que sea. La medición también permitirá que la dirección mida el tiempo que insume ejecutar una operación para de esa manera despejar el tiempo improductivo de aquel que se considera productivo, pudiendo apreciar su existencia, naturaleza y la importancia que reviste en la organización. Una vez que se tiene conocimiento de la existencia el tiempo improductivo, se pueden tomar medidas para su reducción o eliminación del circuito operacional de la empresa. Además, permite establecer nuevos estándares de tiempo laboral para la realización de una determinada actividad.

Diseño de equipo o maquinaria

Es el proceso para darle forma a un equipo o máquina que cumpla ciertas funciones o necesidades. Logrando con ello un impacto económico o de calidad que sea de utilidad en una organización. Y buen diseño de equipo debe estar basado en los siguientes principios: 1) Innovación, 2) Exaltar la facilidad de uso del equipo, 3) Volver comprensibles el equipo y exaltar los dotes de auto explicación, 4) Resistencia y durabilidad, 5) Respetar el medio ambiente, 6) Coherencia con los mínimos detalles, 7) Simplicidad en el diseño.

Principio físico

Una ley física o ley natural es un principio físico establecido sobre la base de evidencia empírica y hechos concretos, aplicable a un grupo definido de fenómenos y que se puede enunciar como que un fenómeno en particular siempre ocurre si se presentan ciertas condiciones. Las leyes físicas suelen ser conclusiones basadas en observaciones y experimentos científicos repetidos a lo largo de varios años y que han sido aceptados por la comunidad científica.

Leyes de Newton

Las leyes de Newton, también conocidas como leyes de movimientos de Newton, son tres principios a partir de los cuales se explican la mayor parte de los problemas planteados por la dinámica, en particular aquello relativo al movimiento de los cuerpos.

Fuerza centrífuga

La fuerza que tiende a que los cuerpos en rotación traten de alejarse de su eje.

Energía potencial gravitatoria

La energía potencial gravitatoria es la energía potencial que depende de la altura asociada con la fuerza gravitatoria. Esta dependerá de la altura relativa de un objeto a algún punto de referencia, la masa y la fuerza de la gravedad.

Movimiento de cuerpos con formas esféricas o redondas

Los cuerpos con forma esférica ayuda a facilita su desplazamiento y disminuye la fricción con las superficies.

Gravedad

La gravedad es un fenómeno natural por el cual los objetos con masa son atraídos entre sí, también llamada interacción gravitatoria (o fuerza de gravedad). La gravedad es una fuerza básica en el universo. Es la que mantiene a los cuerpos sujetos al planeta tierra. La gravedad es lo que da unidad y cohesión al cosmos, es ciertamente una de las fuerzas fundamentales en el universo.

Innovación

La presentación de una solución diferente a las que existen para realizar una tarea, aunque una idea distinta de hacer las cosas no es una innovación en sí misma. Ésta radica en un cambio de paradigma para solucionar situaciones del problema, utiliza el bagaje cultural de quien o quienes proponen el cambio, y se aplica a nuevas propuestas consolidadas, a inventos basados en conocimiento científico. El resultado puede ser un nuevo producto, uno mejorado, o bien una modalidad diferente en procedimientos para producir o plantear un servicio. La innovación se clasifica en radical e incremental, en los casos de invención que utilizan una teoría o campo del conocimiento diferente al empleado en un invento ya consolidado; la tecnología de la nueva solución no había sido usada y a esto llamamos innovación radical; y la innovación incremental utiliza una tecnología base para que un invento tenga funciones complementarias a la original. Para innovar hay que considerar un diagnóstico tecnológico como premisa reconociendo la importancia de contar con los antecedentes para ejercer acciones. Puesto que la innovación es la forma de mostrar cómo evoluciona el pensamiento y el trabajo, al proponer otra manera de hacer las cosas.

Alternativa tecnológica

Una alternativa tecnológica va a permitir al ser humano modificar su entorno material o virtual para satisfacer sus necesidades. Relacionada a la evolución o cambio de la tecnología en la producción de bienes o servicios.

Metodología de Investigación

Análisis del proceso como antecedente para ejercer acciones de cambios. 3.1.1 Selección del proceso

El análisis enfocado al proceso de limpieza de la pimienta; dicho proceso, es una operación no totalmente documentada, necesitamos un diagnóstico de las actividades desarrolladas dentro del proceso de limpieza y determinar el tiempo real invertido que nos brinde la oportunidad de establecer un punto de referencia o partida para desarrollar las alternativas de mejoras (Por ello la importancia del estudio).

Registrar, recolectar información

Como anteriormente se mencionó, el proceso a estudio es la limpieza de la pimienta, el cual, se realiza en dos operaciones, por ello, fue necesario la elaboración de un diagrama de flujo que marque las actividades correspondientes.

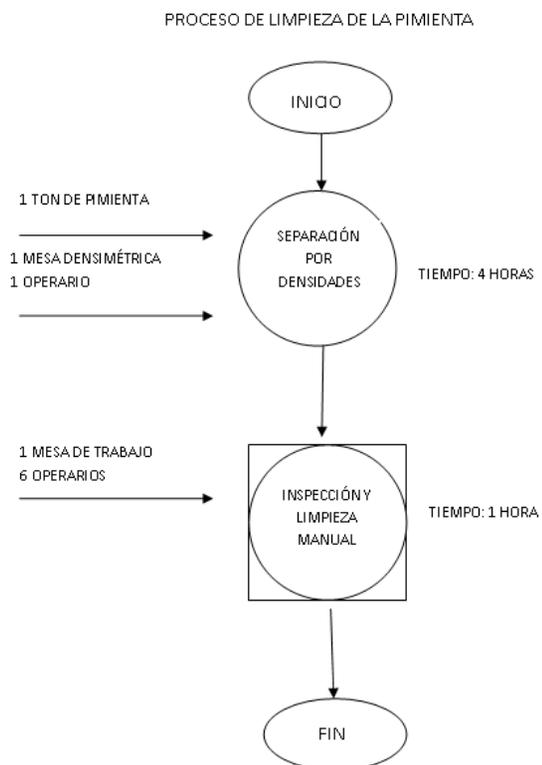


Figura 1 Diagrama del proceso de limpieza de la Pimienta, creación propia

La capacidad instalada dentro del área de limpieza de la pimienta, se tiene 7 operarios, donde 1 operario atiende a la mesa densimétrica y los restantes 6 operarios en otra estación de trabajo realizan operaciones de inspección y separación manual de impurezas como piedras, hojas y palos dentro de lo que es la pimienta. Los recursos asignados a este proceso incrementa el costo de operación, que se traduce al final en reducir el margen de utilidad neto de la organización en este producto. A parte el equipo que se utiliza como es la mesa densimétrica no es lo ideal para realizar el proceso de limpieza de la pimienta. Es por lo cual se empezó a realizar el análisis para revisar los puntos dentro del proceso que presente un área de oportunidad para potencializar la utilización de estos.

-Jornada laboral: 8 horas

-Turnos: 2 turnos

- Semana laboral: 6 días
- 7 operarios en el proceso
- 1 tonelada de pimienta procesada en 5 horas
- 4 horas en mesa densimétrica (1 operario)
- 1 hora en inspección y limpieza manual (6 operarios)
- Capacidad instalada por estación de trabajo:
- Mesa densimétrica: 96 horas / semana
- Inspección y limpieza manual: 96 horas / semana
- Capacidad Requerida:
- Mesa densimétrica: 200 horas / semana
- Mesa de inspección y limpieza manual: 50 horas / semana.
- Costo mano de obra: \$250/ ton
- Costo M.O. mesa densimétrica: \$100/ton
- Costo M.O. Inspección y limpieza manual: \$150/ton
- \$25 Costo M.O. / hora
- Costo por consumo de energía de mesa densimétrica:
- 1HP= 746W
- 1 Motor de 5 HP= 3.73 Kw
- 3.73 Kw * 1h=3.73Kwh
- Tarifa CFE promedio de \$1.88/ Kw
3.73Kwh*1.88=\$7.00/ hora
- 4 horas = \$28.00 / tonelada
- Costo de mantenimiento mesa densimétrica:
- \$2,400/ mes
- \$6.25/ hora
- 4 horas = \$25.00

- Costo total de la operación del proceso de limpieza por tonelada:
- M.O.: \$250
- Energía: \$28.00
- Mantenimiento: \$25.00
- Costo total \$303.00 / tonelada

De acuerdo al análisis de la capacidad instalada del método actual del proceso de limpieza de la pimienta tenemos lo siguiente:

- Tasa de utilización al 62.5% global del sistema el proceso de limpieza.
- Tasa de utilización de estación de trabajo mesa densimétrica: 100%
- Tasa de utilización de la estación de trabajo de mesa de inspección y limpieza manual: 25%

Producción alcanzada con la capacidad instalada es de 24 toneladas por semana, por debajo del requerimiento de 50 toneladas a la semana por el mercado.

Tipo de Investigación

La investigación es de tipo cuantitativa ya que se realizaron cálculos para determinar la capacidad instalada y capacidad requerida del proceso de transformación (limpieza de pimienta) para cubrir las necesidades de demanda del mercado y el cálculo del coste de la operación, y a partir de esta referencia hacer la estrategia para desarrollar la alternativa adecuada de diseño que cubra las necesidades requerida por parte del mercado que ya se ha comentado anteriormente.

El proceso de diseño del equipo de limpieza para la pimienta

El proceso de diseño lo basaremos en las siguientes etapas básicas:

Identificación del problema

De acuerdo al análisis que se realizó en el apartado anterior la capacidad instalada y método actual no cubre la necesidad que tiene el mercado de 50 toneladas por semana, solamente se están cubriendo 24 toneladas.

El problema es no cubrir la necesidad de la demanda por parte del mercado, en base a esto se desarrolla el diseño.

Ideas preliminares

Después de tener definido el problema de no cubrir la demanda de 50 toneladas por semana, se empezó a generar las ideas preliminares para el diseño del equipo adecuado para realizar el proceso de limpieza, las ideas fueron basadas en principios básicos de física, la forma redonda que presenta la pimienta y de utilizar energía alternativa que reduzca los costo de operación. La idea en principio se basa en el fácil desplazamiento que presentan los cuerpos redondos ventaja sobre los cuerpos con forma diferente ver figura 2. Las primeras pruebas se realizaron en pendientes a 20° de inclinación sobre una placa de acero inoxidable de 1/4” ASTM 304 para ver su comportamiento de la pimienta contra la materia extraña (hojas, piedras y palos).

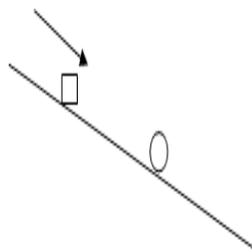


Figura 2 Movimiento de cuerpos con forma redonda, creación propia

Después de realizar pruebas donde se dejó caer pimienta y materia extraña en una pendiente de 2 metros de longitud y 20° de inclinación, se obtuvo que la pimienta tenía un desplace 3 a 4 veces más rápido que la materia extraña.

- Pimienta se desplaza a una velocidad de 1m/s
- Materia extraña a una velocidad de 0.25m/s

Análisis, decisión y realización

Posterior, se integró al diseño de la pendiente la forma de una espiral con una pista sobre un diámetro de 50 cm y una altura de 2 m como se muestra en la figura 3, se observa que la fuerza centrífuga hace salir disparada a la pimienta fuera de la pista de la espiral, y la materia extraña se conserva durante toda la trayectoria hasta finalizar la espiral, pues por su forma no redonda la materia extraña no alcanza gran velocidad a diferencia de la pimienta.

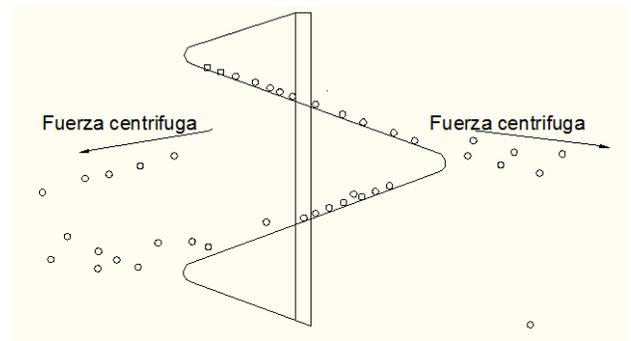


Figura 3 Diseño de espiral con un diámetro de 50 cm y una altura de 2 m, creación propia

A la espiral se le colocó una camisa cilíndrica de 1.5m de diámetro y 2m de altura para contener la pimienta que sale disparada al proyectarse en las paredes del cilindro como se muestra en la figura 4., adicionalmente se colocó dos salidas una para la pimienta en la parte inferior del cilindro y otra para la materia extraña en la terminación de la espiral.

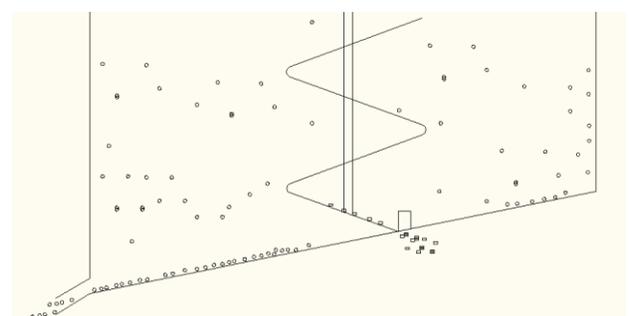


Figura 4 Camisa cilíndrica de 1.5m diámetro y 2m de altura para contener la pimienta, creación propia

Las primeras pruebas se realizaron con dosificaciones de 2 kg de pimienta y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

No	Cantidad (kg)	Tiempo de procesamiento segundos	% de materia extraña
1	2	18	2%
2	2	20	1.5%
3	2	18	2.1%
4	2	19	1.8%
5	2	18	1.8%

Tabla 1 Pruebas de prototipo con dosificación de 2 kg, creación propia

En pequeñas dosis como se presenta en la tabla 1 se obtuvo resultado satisfactorio referente a cumplir con el porcentaje de materia extraña presente en el producto por debajo del 3% permitido. Pero con el ritmo de dosificación aun no se alcanza a cubrir la necesidad de 50 toneladas por semana. Entonces se procedió a aumentar el flujo o dosificación de pimienta sin procesar al doble para cubrir la necesidad, pero el resultado no fue el esperado, al incrementar el flujo de material se aglomera en el trayecto y por esta situación entre el 40% y 50% de la pimienta termina en la salida de la materia extraña como se ve en la figura 5.



Figura 5 Aglomeración de pimienta por incremento en dosificación genera que entre el 40% al 50% de la pimienta termine en salida de la materia extraña, creación propia

Al presentarse la situación anterior se pensó en otras alternativas de dosificación, pues la primera alternativa consiste en abrir una compuerta de 15 cm de diámetro y dejar caer directamente de la tolva la pimienta, por la cantidad de flujo de material se aglomera, lo que no permite que la pimienta incremente su velocidad por esa energía potencial que libera y salga disparada hacia los lados por la fuerza centrífuga como se muestra en figura 6.

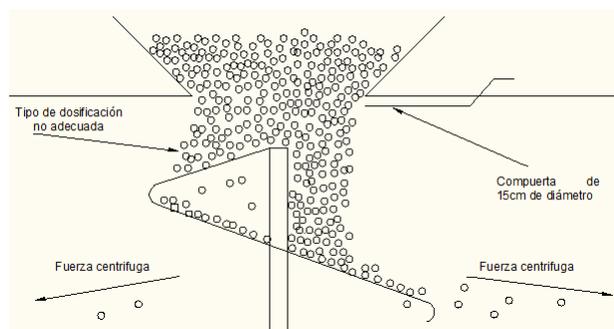


Figura 6 Dosificación directa al abrir una compuerta, creación propia

La idea para solucionar el problema de dosificación es pulverizar el flujo de material a través de un dispositivo con forma cónica que rompe ese flujo evitando la aglomeración del material en la trayectoria de la espiral, y también incrementa la velocidad en la pimienta que ayuda a mejorar el proceso de limpieza de esta, en la figura 7 se observa el dispositivo cónico y las mejoras que se tiene en el proceso.

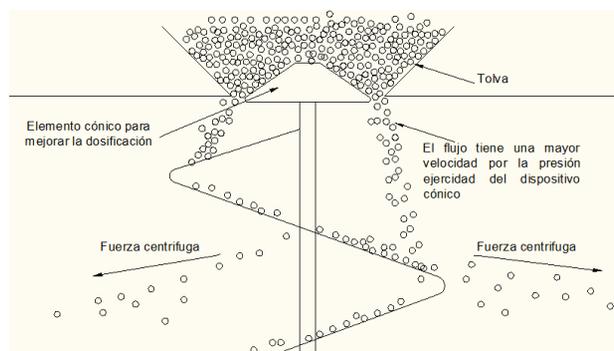


Figura 7 Dosificación integrando un dispositivo cónico que genera mayor velocidad en el flujo y evita la aglomeración del material, creación propia

La construcción de este dispositivo cónico es a partir de un redondo de 6" de nylacero, que es material resistente a la abrasión, facilita el desplazamiento de la pimienta y cumple con la parte del manejo de producto alimenticio. La pieza se diseñó para dejar un espacio entre el cono y la pared de la tolva de 6 mm en la parte inferior que facilita dosificación de la tolva a la espiral, como la pimienta tiene un diámetro promedio entre 4mm a 5mm es el resultado de dejar un espacio 6mm alrededor de la boca de la tolva.

Después de realizar las mejoras a nuestro diseño, se procedió a realizar pruebas donde se duplicó la cantidad a dosificar y el resultado se muestra en la tabla 2.

No	Cantidad (kg)	Tiempo de procesamiento segundos	% de materia extraña
1	4	18	1.5%
2	4	19	1.5%
3	4	17	1.7%
4	4	18	1.8%
5	4	17	1.5%

Tabla 2 Pruebas de prototipo con dosificación de 4 kg, creación propia

Con el resultado obtenido se cubre los dos requerimientos primordiales del mercado de importación a Rusia de: 1) materia extraña por debajo del 3% en el volumen total del producto y 2) demanda de 50 toneladas por semana.

Resultados

Con el soporte del nuevo equipo cambió el método de realizar el proceso de limpieza de la pimienta como se muestra en el figura 8, y generó las siguientes ventajas competitivas en reducción de utilización de recursos ligados al proceso como es mano de obra, energía eléctrica, tiempo de procesamiento. Los cuales se desglosan con una cuantificación en costo total por tonelada en peso mexicano al final del trabajo.

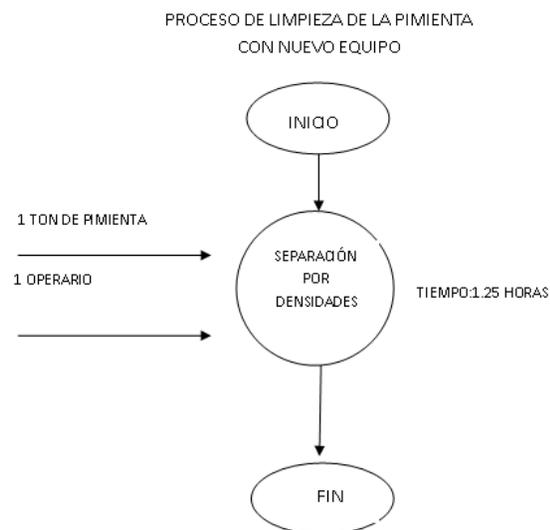


Figura 8 Diagrama del proceso de limpieza de la Pimienta con nuevo equipo, creación propia

Y se obtienen los siguientes beneficios:

-Se reduce la mano de obra de 7 operarios en el proceso a 1 operario.

-El nuevo equipo no utiliza energía eléctrica hace uso de principios básicos de física para su funcionamiento.

-1 tonelada de pimienta procesada en 1.25 horas

-1 equipo para hacer el proceso.

-Capacidad instalada en estación de trabajo:

- 1equipo y 1 operario: 96 horas / semana

-Capacidad Requerida:

- 1equipo y 1 operario: 62.5 horas / semana.

Con la integración del desarrollo del nuevo equipo al proceso de limpieza de la pimienta se reduce el tiempo de respuesta de 5 horas/tonelada a 1.25 horas/tonelada por consecuencia se reduce la capacidad requerida de 250 horas a 62.5 horas y la capacidad instalada de 192 horas a 96 horas como se muestra en la grafica 1.

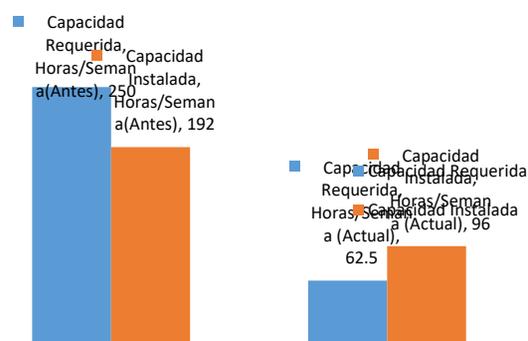


Gráfico 1 Comparación de capacidad requerida e instalada antes con actual, creación propia.

Costos de operación

Costo mano de obra: \$31.25/ ton

\$25 Costo mano de obra / hora

Costo por consumo de energía de equipo: \$0.00 (no consume energía eléctrica)

Costo de mantenimiento de equipo:

\$400/ mes

\$1/ hora

1.25 horas = \$1.25

Costo total de la operación del proceso de limpieza por tonelada:

Mano de Obra.: \$31.25

Energía: \$0.00

Mantenimiento: \$1.25

Costo total \$32.50 / tonelada

En la grafica 2 se muestra la comparación del costo de operación por procesar una tonelada en el pasado con el actual y hubo una reducción del 90% en el costo de la operación.



Gráfico 2 Comparación del costo de operación por producir una tonelada antes con el actual, creación propia

Inversión vs beneficio

Sobre la inversión en la construcción del equipo tiene un costo de \$51,750 desglosado en la parte siguiente:

Costo de material: \$36,000

460 kg de acero inoxidable 304: \$32,200

Barra redonda de nylacero de 6": \$1,600

Barra hueca de acero inoxidable de 50mm x 40mm: \$910

Soldadura: \$1,290

Costo de mano de obra: \$5,250

Gastos indirectos 2:1 relación: \$10,500

Costo total: \$51,750

La inversión se recuperó en un mes con el ahorro que se tiene de \$54,300 / mes en la operación contra la inversión de \$51,750 en la construcción del equipo, con una estimación de una vida útil mínimo de 6 años en condiciones normales de operación de este.

Conclusiones

Se concluye que aplicando principios básicos de física se puede crear diseños de equipo sencillo que resuelven problemas dentro de la operación de cualquier organización o innovan para satisfacer las necesidades del mercado. No siempre la solución a problemas o innovación dentro de la operación está en diseñar equipo complejo de un alto costo de inversión.

A parte un diseño debe ser una solución integral donde se piense en un beneficio hacia nuestro medio ambiente, es la razón que dentro de las ideas preliminares se pensó en la reducción del consumo de energía eléctrica.

Referencias

Yáñez, J. (2017). *Innovación y transferencia tecnológica para ingenieros*. México: Alfaomega.

Cruelles, J. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Barcelona: Marcombo

Anaya, J. (2017). *Organización de la producción Industrial*. Madrid: Esic Editorial