



METODOLOGÍA DE DISEÑO APLICADA AL DESARROLLO DE UN DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS CONSTRUIDO A PARTIR DE MATERIALES DE REÚSO

Arturo Aguilar Pérez

*Universidad Nacional Autónoma de México/Facultad de Estudios Superiores Aragón,
Centro Tecnológico Aragón*

arturoaguilar8s5@aragon.unam.mx

María de la Luz Delgadillo Torres

*Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
División de Ingeniería Química y Bioquímica*

ldelgadillo@tese.edu.mx

Mariana Bárcenas Castañeda

*Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
División de Ingeniería Química y Bioquímica*

mbarcenas@tese.edu.mx

Maria De Los Ángeles Vargas Hernández

*Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
División de Ingeniería Química y Bioquímica*

maria_vargas@tese.edu.mx

Francisco Javier Pérez Ramírez

*Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
División de Ingeniería Química y Bioquímica*

francisco_perez@tese.edu.mx

Jacinto Cortés Pérez

*Universidad Nacional Autónoma de México/Facultad de Estudios Superiores Aragón,
Centro Tecnológico Aragón*

cta@aragon.unam.mx

Resumen

Una metodología de diseño es un conjunto de técnicas, enfoques y procesos estructurados que se utilizan para abordar y resolver problemas de diseño de manera sistemática y eficiente. Estas metodologías buscan guiar a los diseñadores a través de diversas etapas, desde la comprensión del problema hasta la creación de soluciones viables y efectivas. En este trabajo de investigación se abordará el uso de una metodología de diseño, como lo es la QFD, para el diseño y desarrollo de un deshidratador de alimentos eléctrico, elaborado a partir de materiales reutilizados. Cabe resaltar que, la construcción de



equipos conformados de elementos de reúso contribuye a la disminución de contaminantes sólidos que liberan anualmente hasta 98 millones de toneladas de CO₂ en la atmósfera, causando un daño irreparable al medio ambiente y a la salud de los seres vivos. Por otro lado, la deshidratación es una de las soluciones al problema de conservación de alimentos en el sector industrial y doméstico; esta técnica de preservación de comestibles permite producir productos de alta calidad para consumo particular o comercialización. Asimismo, la construcción de equipos requiere una metodología de diseño, en la cual se consideran las características de calidad, mediante la identificación de los requerimientos de uso y del usuario.

Palabras clave: QFD, conservación de alimentos, materiales reutilizables y deshidratador.

La deshidratación es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para conservar alimentos. Desde tiempos inmemoriales se han implementado nuevas técnicas para mejorar el proceso y obtener hierbas, frutas, verduras o carnes deshidratadas. La deshidratación es un proceso implementado para remover la mayoría del agua contenida en un material orgánico comestible, dando como resultado un producto sólido con un contenido de humedad significativamente bajo [Colina, 2010].

La técnica de deshidratación de alimentos es implementada en el ámbito doméstico e industrial para conservar alimentos, evitando el deterioro y la contaminación microbiológica derivado de la baja cantidad de agua presente [De la Vega, 2017]. Existen diferentes tipos de secadores de alimentos como:

Deshidratadores mecánicos. Pueden ser de tipo directo, indirecto y eléctricos. Los deshidratadores de tipo directo requieren fluido caliente (líquido o gases) suministrado a la cámara de secado; los más comunes son de horno o estufa y de bandejas de flujo horizontal o transversal. Por otro lado, en los deshidratadores indirectos el proceso de transferencia de calor es por conducción, en donde el fluido de aire o agua es calentado por medio de gas licuado de petróleo o resistencias eléctricas, la cual circula dentro de la cama de deshidratación transfiriendo calor hacia las paredes metálicas. En los secadores eléctricos,

el proceso de deshidratación se presenta al suministrar calor, provocando movimiento de partículas de agua presentes en el material orgánico, dicho movimiento permite la evaporación de la humedad; el aire suministrado es calentado por resistencias eléctricas y el fluido es transportado por medio de aire emitido por un ventilador, propiciando que toda la cama del equipo cuente con aire caliente para producir un secado uniforme [Llumiuinga-Suquillo, 2015].

Deshidratadores solares. Son equipos sencillos y económicos en los cuales la deshidratación se efectúa por medio de la exposición al sol, el método más utilizado desde la antigüedad consiste en colocar el alimento sobre el suelo acondicionado solo con materias que impiden la contaminación del alimento como: alfombra, tela o plástico [Ochoa et al., 2013]. Al igual que los equipos mecánicos, pueden ser de tipo directo, indirecto o mixto. El deshidratador de tipo directo está constituido por un colector y una cámara, el colector capta la radiación solar elevando la temperatura dentro de la cámara [Visavale, 2012]. Los secadores solares indirectos cuentan con una unidad colectora solar donde ingresa el aire transferido hacia la cámara de secado, es decir, el proceso de deshidratación se presenta de forma convectiva [Espinoza, 2016]. El deshidratador mixto, como su nombre lo indica, presenta características del deshidratador directo y del indirecto, en el cual la radiación solar es

recibida en el colector y transferida hacia la cámara de secado [De la Vega, 2017; Masias, 2019].

Por otro lado, la transferencia de calor se produce del medio que tiene la temperatura más alta a otro que posee menor temperatura, y dicha transferencia se va a detener cuando ambos cuerpos alcancen la misma temperatura. Existen tres modos diferentes para transferir el calor: conducción, convección y radiación; los cuales también se encuentran presentes en el proceso térmico de deshidratación [Incropera-De Witt, 1999].

En otro tenor, la manufactura de equipos y productos debe considerar el diseño metodológico para garantizar la calidad del producto o prototipo a desarrollar. El Despliegue la Función de Calidad (QFD: Quality Funtion Deployment) es una metodología de calidad implementada para la planificación de productos, a través de la identificación de necesidades y expectativas de uso y del cliente. QFD es aplicado ampliamente en la planificación del diseño, basado en las necesidades de los usuarios y de la elección de las alternativas más pertinentes [Romo et al., 2018].

La QFD es un esquema matricial secuencial que requiere la identificación de las preferencias del cliente (aspiraciones del cliente relevantes que interfieran en la elaboración del producto), la valoración de las exigencias de los clientes (puntuación del 1 al 5 de acuerdo al orden de importancia), análisis de competencia en el contexto del cliente (análisis comparativo del producto propuesto con los existentes), definir las características del producto, determinar la dirección de la optimización (propuesta a nivel ingenieril e industrial), establecer la trayectoria de la optimización (ajustes de funcionalidad del producto), colegiar interrelaciones (relación de los requerimientos del usuario y las

características del producto por medio de la valoración), analizar la correlación (semejanza entre particularidades), determinar la importancia de cada factor (asignación de un valor relativo a la importancia de cada característica), análisis de la competencia desde la perspectiva del ingeniero (valoración porcentual de las competencias) y establecer valores meta [Romo et al., 2018].

Metodología

En la Figura 1 se aprecia la casa de la calidad aplicada al desarrollo de un deshidratador eléctrico construido con materiales reciclados.

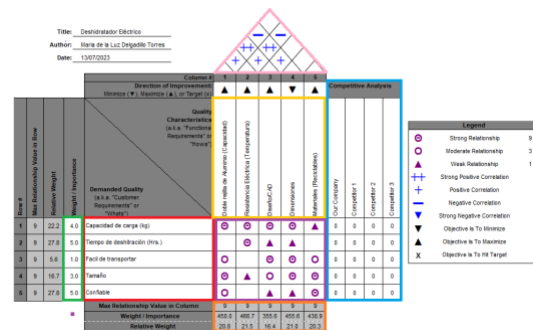


Figura 1. QFD (elaboración propia).

Los elementos importantes de la casa de la calidad aplicados al diseño de un deshidratador de alimentos son los siguientes: los requerimientos del cliente (color rojo), donde consideramos los aspectos más importantes que queremos encontrar en nuestro producto final. Los requerimientos del diseño (color amarillo), lugar donde se sitúan todas las características que nuestro diseño debe de tener para cumplir con las necesidades del cliente. Las prioridades de los requerimientos del cliente (color verde), qué es la sección donde podemos asignar un valor numérico dependiendo de la importancia de la necesidad del cliente. La matriz de relación (color morado), lugar donde podemos evaluar las necesidades del cliente con respecto a los requerimientos de diseño a partir de relaciones

fuertes medias o débiles. La matriz de correlación (color rosa), nos permite evaluar qué requerimientos técnicos se apoyan o se conflictúan entre sí con respecto a las necesidades del cliente y la ponderación (color naranja), la cual nos permite obtener un resultado matemático que nos ayuda a identificar qué actividad resulta de mayor importancia en el desarrollo de nuestro deshidratador. Por las características del desarrollo, en este diseño, no es considerada la evaluación de la competencia (color azul).

4.0	Capacidad de carga (kg)
5.0	Tiempo de deshidratación (Hrs.)
1.0	Facil de transportar
3.0	Tamaño
5.0	Confiable

Figura 2. Necesidades del cliente y su valor (elaboración propia).

En la Figura 2 podemos observar de manera clara las necesidades del cliente y el valor que éste le asigna para el desarrollo del prototipo. Por otra parte, en la Figura 3 se aprecia la importancia obtenida de los requerimientos técnicos, a partir de las relaciones encontradas en las matrices, lo cual nos permitirá priorizar las actividades a realizar en el diseño del deshidratador.

Doble rejilla de Aluminio (Capacidad)	Resistencia Eléctrica (Temperatura)	Diseño/CAD	Dimensiones	Materiales (Reciclables)
450.0	466.7	355.6	455.6	438.9

Figura 3. Requerimientos técnicos y su importancia (elaboración propia).

De lo anterior mencionado, es fácil identificar que la selección de la resistencia eléctrica es de vital importancia en el diseño del deshidratador. A partir de las dimensiones de esta, se podrán seleccionar los demás elementos de reuso para así poder desarrollar el diseño CAD del prototipo. Además, de las características técnicas de esta, se podrá desarrollar el diseño del sistema de control de temperatura que permita obtener los resultados deseados a partir del valor de referencia de temperatura y que está en torno a los 40°C. Cabe mencionar que este dato, también debe ser tomado en cuenta en la selección de los materiales de reuso para garantizar su correcto funcionamiento.

En las Figuras 4, 5, 6, 7 y 8 respectivamente, se observa una resistencia eléctrica con un voltaje de alimentación de 120V y un rango de temperatura de 0-120°C, un ventilador de CPU, un recipiente de plástico con capacidad de 20L con dimensiones de 20X16.5cm, una rejilla de aluminio de 16 cm de diámetro con sus respectivos sujetadores y una tapa de aluminio con orificios de liberación de vapor; los cuales son los elementos de reuso considerados para el diseño del deshidratador y que además, son resistentes a temperaturas mayores de 40°C. Adicionalmente, se considera el uso de una placa de desarrollo Arduino, una placa de prueba, cables, sensores y actuadores (Figura 9); para instrumentar el dispositivo y mantener el sistema en torno al punto de operación, lo cual resulta necesario para el correcto funcionamiento del dispositivo.



Figura 4. Resistencia eléctrica (elaboración propia).



Figura 6. Recipiente de plástico (elaboración propia).



Figura 8. Tapa de aluminio (elaboración propia).

Figura 5. Ventilador de computadora (elaboración propia).

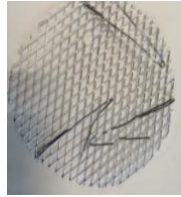


Figura 7. Rejilla de aluminio (elaboración propia).



Figura 9. Instrumental de control de temperatura (elaboración propia).



Figura 10. Diseño CAD de un deshidratador (elaboración propia).

De igual manera, en la Figura 11 se muestra el diseño de un sistema de control de temperatura, utilizando como elemento de mando una placa de desarrollo Arduino. Está se encargará de recibir la información del sensor y activar o desactivar el relevador para mantener la resistencia en la temperatura deseada. Adicional a lo anterior se considera el uso de señales luminosas para visualizar el estado del dispositivo y una pantalla para que el usuario pueda observar la temperatura interna del mismo.

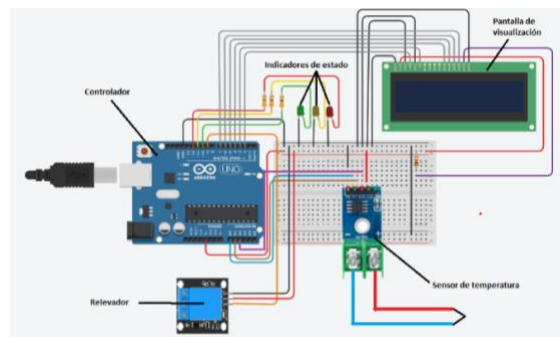


Figura 11. Diseño del sistema de control de temperatura (elaboración propia).

Resultados

A partir de los materiales de reúso seleccionados se procedió a realizar el diseño CAD, el cual puede observarse en la Figura 10. En él, se pueden apreciar perfectamente las características físicas de los componentes y la ubicación que tendrán dentro de nuestro dispositivo.



Conclusiones

El uso de metodologías de diseño en el desarrollo de prototipos nos ayuda a focalizar los recursos en los puntos más críticos del desarrollo de estos. Para nuestro caso particular, que fue el diseño de un deshidratador con materiales de reúso, nos permitió identificar nuestro punto de partida. El cual fue la selección de la resistencia eléctrica y que posterior a esto, se procedió a incorporar el resto de elementos.

A partir de las características físicas de los materiales, se procedió al desarrollo del diseño CAD, el cual nos permite tener una idea clara de la construcción de nuestro dispositivo. Además, gracias a la aplicación de la metodología QFD, también fue posible identificar que no solo era importante el diseño CAD, sino también el diseño de un sistema para controlar la temperatura de la resistencia. Es importante mencionar que esta actividad no estaba contemplado al principio del desarrollo.

A partir de los diseños CAD y de control, será posible la construcción de un deshidratador hecho con materiales de reúso, el cual podrá ser replicado las veces que sea necesario dado que, se puede generar documentación precisa para su fabricación.

Referencias

- Colina, M.L. (2010). *Deshidratación de Alimentos*. Trillas.
- De la Vega, F. (2017). *Diseño y construcción de un deshidratador de plátano mediante el aprovechamiento de energía solar pasiva para los laboratorios de la facultad ingeniería civil y mecánica*. Tesis Ingeniería Mecánica, Ambato, Ecuador.
- Espinoza, J. (2016). *Innovación en el deshidratador solar*. *Ingeniere*, 24. 72-80.
- Incropera, F., y De Witt, D. (1999). *Fundamentos de Transferencia de Calor* (4ta. ed.). Pearson Prentice Hall.
- Llumiquinga, P. y Suquillo, B. (2015). *Diseño y construcción de un prototipo de deshidratación de frutas de capacidad de 12Kg. Con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas*. Tesis Ingeniería Mecánica. Universidad Politécnica Salesina Sede Quito. 1-235.
- Masías, L. (2019). *Diseño de un secador solar directo de circulación natural tipo invernadero para cacao*. <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/07042038-1b8e-45e1-b5b7-fc35769db8ea/content>
- Ochoa, E., Ornelas, J., Ruiz, S., Ibarra, V., Pérez, J., Guevara, J. y Aguilar, C. (2013). "Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Biotecnia". *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XV(2). 39-46.
- Romo, J., Tarango, J. y Machin J. (2018). *La voz del usuario en la planeación estratégica de bibliotecas públicas usando el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD)*. *Bibliotecas*, 36(2). 1-29.
- Visavale, G. (2012). *Principles, Classification and Selection of Solar Dryers*. https://www.researchgate.net/publication/264510127_Principles_Classification_and_Selection_of_Solar_Dryers