ISSN: 2594 - 2905

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE LA CALIDAD (QFD): UNA APLICACIÓN EN LA SELECCIÓN DE IMPRESORAS 3D

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD): AN APPLICATION IN THE SELECTION OF 3D PRINTERS

Ma. De los Angeles De la Torre Mora[1], Manuel Arnoldo Rodríguez Medina[2], Secundino Ramos Lozano[3], José Ángel Gámez Rodríguez[4], Jorge Arturo Pinedo Gaucin[5]

https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.348

[1] licenciada en contaduría. Tecnológico Nacional de México/I. T. De Ciudad Juárez, ORCID: https://orcid.org/0009-0008-9734-5879 Correo: angeles6696@hotmail.com .Avenida Tecnológico 1340, fraccionamiento. El crucero C.P. 32500 Teléfono 656 688 25 00
[2] Doctor en Tecnología. Tecnológico Nacional de México/I. T. De Ciudad Juárez, ORCID ID:0000-0002-8922-4718, Teléfono 656 688 25 00, manuel_rodriguez_itcj@yahoo.com
[3] Doctor en Tecnología, Universidad Autónoma de Cd. Juárez, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0484-297X correo: secundino.ramos@uacj.mx ,Av. Plutarco Elías Calles #1210 Fovissste Chamizal Ciudad Juárez, Chih., Méx. C.P. 32310 Teléfono 56 688 2100
[4] Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/I. T. De Ciudad Juárez, ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1666-3068, correo: correo: jagamez68@hotmail.com, Avenida Tecnológico 1340, fraccionamiento El crucero C.P. 32500 Teléfono 656 688 25 00
[5] [1]Licenciado en Administración de empresas, Tecnológico Nacional de México/I. T. De Ciudad Juárez, ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9427-2783, correo: jorge.pg01@cdjuarez.tecnm.mx, Avenida Tecnológico 1340, fraccionamiento El crucero C.P. 32500, Teléfono 656 688 25 00

Resumen – En la elaboración de este artículo se realiza un análisis comparativo del Despliegue de la Función de la Calidad o Quality Function Deployment (QFD) para su aplicación en la selección de impresora 3D. El objetivo de esta investigación es realizar un análisis comparativo entre 3 impresoras 3D con profesionistas que conocen lo que es la impresión 3D. Se considera la utilización del análisis comparativo QFD para realizar este estudio comparativo porque es uno de los más empleados en marketing para realizar un análisis detallado que se refiere a como satisfacer a los clientes y traducir los deseos de los clientes en un diseño meta, con lo cual se conocen los deseos del cliente y se identifican las soluciones. Con esta investigación realizada y con resultados obtenidos sabremos cuales son los deseos de los clientes al hacer una selección de impresoras 3D. De esta manera se podrán construir las impresoras 3D con las características que los clientes prefieren y desean.

Palabras Clave: Casa de la calidad QFD, evaluación competitiva, impresoras 3D, niveles de importancia.

Abstract*:* In the elaboration of this article a comparative analysis of the Quality Function Deployment (QFD) is made for its application in the selection of 3D printers. The objective of this research is to perform a comparative analysis
between 3 3D printers with professionals who know what 3D printing is. The use of the QFD comparative analysis is considered to perform this comparative study because it is one of the most used in marketing to perform a detailed analysis that refers to how to satisfy customers and translate customer desires into a target design, with which customer desires are known and solutions are identified. With this research done and results obtained we will know what the customers' wishes are when selecting 3D printers. In this way we will be able to build 3D printers with the features that customers prefer and desire.

Key words: Quality Function Deployment QFD, competitive evaluation, 3D printers, levels of importance.

INTRODUCCIÓN

Tiempo atrás, la impresión 3D era exclusiva de corporaciones y laboratorios de alta tecnología. Era una tecnología utilizada para áreas de investigación y diseño que querían generar prototipos de objetos destinados a la manufactura. Actualmente tiene aplicación en el sector Industrial, Logística, Manufactura y manufactura a baja escala, Aeroespacial, Medicina y en la arquitectura [1].

La impresión 3D consiste en hacer un objeto físico por medio de la impresión de un modelo digital en 3D, capa por capa; esto es inicia con el material suelto y luego elabora un objeto desde una plantilla. Esto consiste en uno de los pilares de lo que muchos expertos han llamado la 'cuarta revolución industrial' [2].

Las Tecnologías de impresión 3D se están creando velozmente y son cada vez más grandes, más veloces y baratas. Lo que la actual demanda de materiales especializados para satisfacer con las propiedades requeridas de las piezas finales seguirá impulsando así el

gran desarrollo de la gran gama de los tipos de opciones disponibles [3].

La manufactura aditiva, mejor conocida como impresión 3D, marcará el ritmo al que se diseñan, construyen y distribuyen los bienes materiales que aprovechamos diariamente. Esta tecnología podría poner en marcha una nueva revolución industrial [4].
Puede decirse que desde la introducción del software especializado no se hubiera creado una herramienta tecnológica tan atractiva para los diseñadores como la impresión 3D (3DP, por sus siglas en inglés).

Anteriormente conocida como prototipado rápido (RP), e interpretada también como parte de la manufactura aditiva (AM), ha evolucionado tan rápido que resulta difícil predecir las aplicaciones prácticas que tendrá en nuestras vidas. Para los diseñadores ya es una realidad convertir de una manera rápida y exacta, un dibujo bidimensional en una estructura palpable y utilizable [5].

El Despliegue de la Función de Calidad QFD (Quality Function Deployment).
El Despliegue de la Función de Calidad es realmente conocido con el acrónimo inglés QFD (Quality Function Deployment). Es introducido en Japón en los años 60 por Akao ; El Libro en japonés se publica hasta finales de los 70 y en los 90 aparece bibliografía en inglés.
Se compone de dos propósitos: desplegar la calidad del producto o servicio, es decir, el diseño del servicio o producto sobre la base de las necesidades y requerimientos de los clientes; y desplegar la función de calidad en todas las actividades y funciones de la organización [6].

Es la Matriz de Calidad y es popularmente conocida como CASA DE LA CALIDAD, debido a la forma que tiende a [7], que es en esencia una tabla que relaciona la voz del cliente con los requerimientos que la satisfacen [8].

Con relación al material de la literatura encontramos el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD) el cual se refiere a como satisfacer a los clientes y traducir los deseos de los clientes en un diseño meta, esto es captar un buen entendimiento de los deseos del cliente e identificar las soluciones de proceso alternativas. Así realizando y definiendo esta relación los gerentes de operaciones podrán elaborar los productos y los procesos con los requisitos que nuestros clientes son las que ellos más prefieren y desean. Con esta relación se marca la construcción del primer paso de un sistema de producción de clase mundial. Los pasos que se deberán seguir para la elaboración de esta matriz son los siguientes: Identificar lo que el cliente desea, Identificar cómo el producto y/o servicio satisfará los anhelos del cliente, Relacionar los deseos del cliente con los cómo del producto, Identificar las relaciones entre los cómo de la empresa, Desarrollar clasificaciones de significación, Evaluar los productos de la competencia, Determinar los atributos técnicos deseables, su desempeño, y el desempeño de la competencia frente a estos [9].

Por ejemplo, en la casa de la calidad se expone para esta, en la cual se puede observar claramente lo que el cliente es lo que pide de las impresoras 3D y la manera de satisfacer esas necesidades por parte de los productores.

Por otra parte, no solo hoy en día basta con generar productos y buscar un mercado para su venta, sino es necesario que sumergir al consumidor dentro del proceso de diseño de los productos, además de satisfacer las necesidades para los cuales fueron concebidos, como para generar expectativas que sobrepasen lo pensado por los usuarios creando nuevas necesidades para que estos procesos sean versátiles e innovadores [10].

En definitiva, la metodología de planificación QFD, se diseñó en función de los requerimientos del usuario, delineando las rutas de desarrollo que permitieron la ejecución del proyecto de una manera muy satisfactoria [10].

Fases del Despliegue de la Función de la Calidad.
• Identificar y organizar a los clientes. Permite elegir el/los segmento/s de usuarios apropiados para recopilar las notas o información indispensables para llevar a cabo el despliegue de la calidad requerida y prevista.
• Encontrar las expectativas del cliente. Para diseñar un artículo o servicio en relación del cliente, es fundamental comprender sus gustos y necesitades.
•La información se convertirá en descripciones verbales particulares. Los datos anteriores deben ser útiles para obtener una base de datos que se examinará, con el objetivo de presentar un cuestionario completo a una muestra de clientes más amplia, ya que normalmente el planteamiento de las demandas no es muy específico.
•Desarrollar y administrar encuestas de clientes. Administrar una encuesta a los usuarios del servicio para evaluar la influencia de cada una de las demandas estudiadas y estimar la posición de la misma empresa y la de los rivales.
•Despliegue de la calidad demandada. Teniendo los datos, se procede a elaborar el QFD para definir en qué aspectos hay que realizar mayor esfuerzo para acoplar el servicio a lo que quiere del cliente, QUÉ hay que mejorar.
•Despliegue de las características de calidad. Aquí se presenta la otra cuestión a despejar: CÓMO se debería mejorar. En consecuencia, es necesario establecer una matriz de doble entrada en la que se cruzan los factores evaluados con las características de calidad, los elementos que la empresa puede modificar en una determinada medida y que son indicadores cuantificables y medibles [6]

ISSN: 2594 - 2905

La versión completa de QFD se basa en una serie de matrices para establecer y relacionar las entradas (Qué, los requerimientos de los clientes) con las salidas (Cómos, requisitos técnicos) de las diferentes etapas de desarrollo. La matriz inicial, conocida como la casa de excelencia, es la única que se emplea en este proyecto [11].

En la figura 1, se muestra un ejemplo de la casa de la calidad QFD y como se conforma.

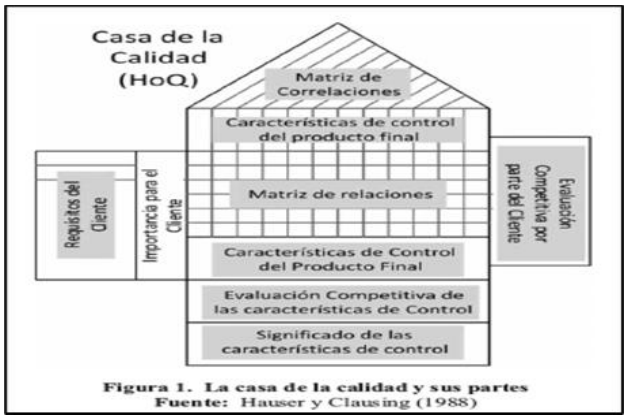


Figura 1. La casa de la calidad y sus partes
Fuente. [6]

En la figura 2. se muestra otro ejemplo de la casa de la calidad QFD. En esta casa se puede contemplar las divisiones que la forman.

El QFD comprende cuatro etapas principales, en cada una de estas etapas se examina secuencialmente una matriz. La primera matriz de la QFD siendo la más conocida del método y se denomina la Casa de la Calidad. En ella se correccionan los requerimientos del cliente, o los QUÉ, con las características técnicas, o los CÓMO [12].

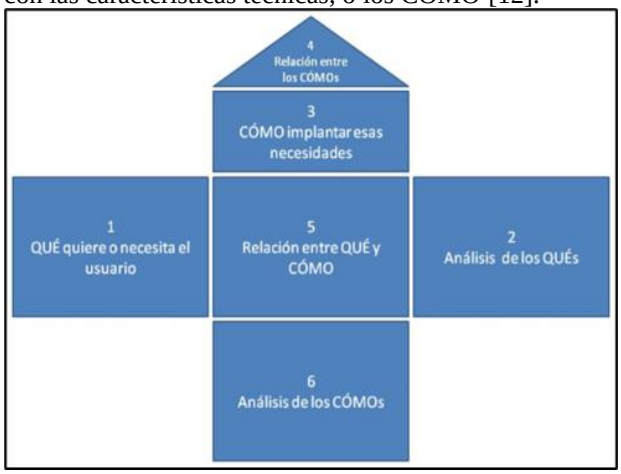


Figura 2. Casa de la calidad para el despliegue de la función de la calidad (QFD*)*.
Fuente [13].

I Los números que representan la QFD

En esta casa de la calidad vienen los números que representan, el cual debe seguirse el orden para hacer el llenado, como lo indica en el dibujo.

A continuación, se muestra lo que representa cada número en la QFD:

1. Lista de los QUÉ

La lista de los QUÉ debe incluir los aspectos que los clientes esperan del producto. Se deberán enlistar cuántas más cosas mejor y sin dejar de despreciar nada, debido a que consecuentemente se irán descartando los QUÉ menos relevantes.

Para ello es conveniente establecer una sesión de tormenta de ideas en la que participen un grupo interdisciplinar [14].

2. Análisis de los QUÉ

Primeramente, se clasificará los QUÉ por su trascendencia, para lograrlo se puede elaborar una encuesta a los clientes potenciales donde clasifiquen la importancia de cada aspecto entre 1 y 5 (1=no es importante, 5=muy importante):

Una vez que se tenga todo el llenado, sabremos cuáles son los aspectos más fundamentales para mejorar. Viendo las ponderaciones podremos catalogar los QUÉ en función de su importancia e implantar sólo los que más importancia tengan, no pondremos los que no son tan influyentes

3. Lista de los CÓMO

De ahí que, ya analizados las características que debe tener nuestro articulo (QUÉ), es cuando se definen los requerimientos técnicos necesarios para que se cumplan los QUÉ mencionados antes. Por lo tanto, elaboramos una lista de CÓMO podemos cumplir con ellos. De tal manera se realiza la lista y se agrega a un lado de cada característica su categoría de medición.

4. Relación entre los CÓMO

Está representado por el triángulo (o tejado) que está por encima del QFD.

En esta parte de matriz triangular se pone las posibles internaciones entre los CÓMO, si es que existen positivas o negativas. Esta fase del QFD es optativo poner a no ser que las interacciones sean muy sólidas.

5. Relación entre QUÉ y CÓMO

En el centro de la matriz se lleva a cabo una relación de los QUE solicitados por el usuario con los COMO. Así logramos interpretar los aspectos abstractos de la lista de los QUÉ en características ponderables de la lista de los CÓMO.

Parara poderlo llevar a cabo, ordenamos entre 0 y 9 y el vínculo entre cada QUÉ y cada CÓMO (siendo 0=sin relación, 1=baja relación, 3=media relación, 9=alta relación).

En otras palabras, es que cada QUÉ esté relacionado uno o varios CÓMO. Es importante supervisar que todos los

QUÉ más considerables están conectados con uno o varios CÓMO, ya que de otra forma habría puntos que no estaríamos contemplando.

6. Análisis de los CÓMO

Y por último en el QFD, es aquí que se calculan los objetivos técnicos que deberíamos que lograr para realizar al final con las pormenorizaciones que necesita nuestro producto. Primeramente, tenemos que fijar la orientación deseada de cada CÓMO (más=mejor o más=peor) [13].

Beneficios de la QFD

Para mencionar algunos de los beneficios de QFD, puede decirse que, ayuda a desarrollar productos de manera preventiva y correctiva, lo que hace que las organizaciones trabajen en el punto más alto de la calidad. La cantidad de beneficios obtenidos mediante la implementación de QFD es sumamente extensa. De acuerdo con diversos autores, la cuestión más relevante radica en la eventual satisfacción del consumidor. No obstante, existen ventajas que no solo satisfacen el mercado, sino también lo hacen con relación al fabricante [15].

•**Calidad Mejorada**: QFD garantiza que los productos y servicios sean concebidos en función de las exigencias de los clientes, la excelencia, la disminución de los defectos y la mejora de la calidad general.

•**Costos reducidos**: Al establecer y descartar funciones y procedimientos que son muy necesarios, Quality Function Deployment contribuye a las entidades a disminuir el coste y optimizar la eficiencia.

•**Aumento de la participación de mercado**: Al proveer artículos y servicios que sacian las necesidades de los consumidores, QFD contribuye a las entidades a encontrar nuevos clientes e incrementar su participación en el mercado. Según [16], las peculiaridades críticas de calidad reconocidas y las tasas de ventas de QFD han reportado progresos considerables en las características principales de calidad identificadas y en las tasas de ventas como efecto del uso de QFD.

•**Comunicación mejorada**: El Quality Function Deployment fomenta la interacción y colaboración entre diversos departamentos en una organización, fomentando una cultura de colaboración y mejora continua [17].

DESARROLLO

Aplicación y Análisis de El Despliegue de la Función de Calidad QFD

Se realiza un análisis de El Despliegue de la Función de Calidad QFD en impresoras 3D, se consideran 3 impresoras 3D; en efecto dependiendo del uso que se les dé se pueden contemplar impresoras que son de uso aficionado y otras industriales un poco más complejas. Las de aficionados se utilizan con fines principalmente educativo, didáctico, que no están preparadas para laborar diariamente las 24 horas como las industriales [18].

Considerando a 3 diferentes impresoras 3D: CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FDM, MINUCUTE Artillery Genios, Impresora 3D FDM, ANYCUBIC kobra impresora 3D FMD; de Modelado por deposición fundida (FDM) que Consiste en depositar polímero fundido sobre una base plana, capa a capa. El material, que inicialmente se encuentra en estado sólido almacenado en rollos, se funde y es expulsado por una boquilla en minúsculos hilos que se van solidificando conforme van tomando la forma de cada por capa [18].

Para este análisis es seleccionar la impresora 3D que mejor servicio nos puede proporcionar para la elaboración de los artículos impresos en 3D.

En esta investigación se consideran a profesionistas que conocen lo que es la impresión 3D, que manejen y sepan utilizar las impresoras 3D para lograr obtener su información y experiencia respecto a las impresoras 3D.

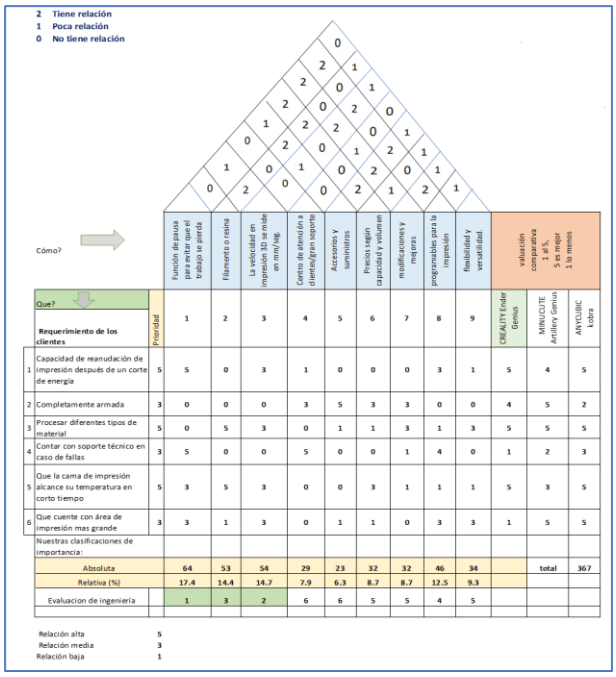
En una muestra de conocedores de la impresión 3D, se les aplica un cuestionario de modo que contesten cual sería la mejor selección de una impresora que pueda proporcionar el mejor servicio para la elaboración de prototipos y productos en impresiones 3D.

Antes que nada, se prepara minuciosamente cada pregunta para saber con precisión lo que se quiere saber, lo que nos permite obtener la mejor información que nos proporcione material que pueda servir de apoyo y guía para la compra de una computadora y para la producción de piezas y prototipos con la mejor calidad de impresión 3D. Se eligen 3 impresoras personales para llevar a cabo este estudio, como se muestra a continuación las tres casas

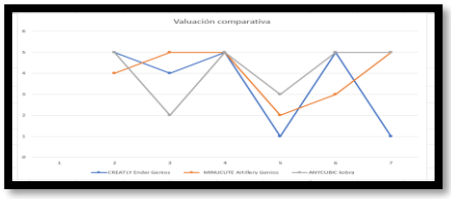
Se realiza un análisis del QFD, para la selección de una impresora 3D; se apoya para la realización de algunas encuestas con personas conocedoras del tema y las impresoras 3D. El primer análisis Se muestra en la table 1 con la. QFD CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FDM.

Tabla 1. QFD CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FDM.

ISSN: 2594 - 2905



Continuación de la tabla.



Como se muestra en la tabla 1, el QFD de "CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FDM", se tomaron en cuenta primeramente lo requerimientos de los clientes según la encuesta realizada dándoles la priorización del 1 al 5. Se establecen también los "cómo" enumerándolos del 1 al 10.

En este caso los requerimientos de los clientes "Qué" son: Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía, que esté completamente armada, procesar diferentes tipos de material, contar con soporte técnico en caso de fallas, que la cama de impresión alcance su temperatura en corto tiempo, que cuente con área de impresión; y les damos una priorización de 1, 3, 5 según el grado de importancia. Después trabajos con los "cómo" ósea la manera de como saciar esas necesidades o requerimientos de los clientes, estos son: Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, filamento o resina, La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg., centro de atención a clientes/gran soporte, accesorios y suministros, precios según capacidad y volumen, modificaciones y mejoras, programables para la impresión, y flexibilidad y versatilidad.

Una vez que se cuenta con estas dos partes tan importantes continuamos con la evaluación que consiste en calificar en: relación alta 5, relación media 3 y relación baja 1.

Esta evaluación se realiza de la siguiente manera: Se relaciona el primer requerimiento de los "qué" con cada uno de la columna de los "cómo" y se le asigna la relación de 5,3,1. Y esto se hace hasta terminar con todos los requerimientos.

Como ejemplo del primer requerimiento queda de esta manera:

•Relación que tiene capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con función de pausa para evitar que el trabajo se pierda es 5.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con Filamento o resina es 0.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg. Es 3.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con Centro de atención a clientes/gran soporte es 1.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con Accesorios y suministros es 0.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con Precios según capacidad y volumen es 0.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con modificaciones y mejoras es 0.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con programables para la impresión es 3.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con flexibilidad y versatilidad. Es 1.

En la tabla se puede ver así 5, 0, 3, 1, 0, 0, 0, 3, 1. En donde los números 5 significa que en dos requerimientos se tiene relación alta entre el "Que" y el "Cómo", dicho en otras palabras, que la capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía tiene una relación alta con la función de pausa para evitar que el trabajo se pierda y que sean programables para la impresión; de ahí que son las dos maneras de como saciar esas necesidades. Y este procedimiento se va a realizar con todos los requerimientos hasta terminar con todos y se va llenando la tabla con la información.

Una vez terminada con esta valuación se continua con los renglones que están debajo de la tabla siendo el primero, el de la Importancia Absoluta. Esta importancia absoluta se va a obtener de multiplicar el valor de prioridad de se le asignó a cada uno de los requerimientos de los "Qué" con el valor de relación asignada del "Cómo" y se va a realizar por columna. Como ejemplo mencionamos la primera columna como sigue, cabe mencionar que en este ejemplo no tomamos en cuenta lo que tiene cero.

•Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía con prioridad 5 por Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda con relación alta 5 da un total de 5*5 = 25.
•Contar con soporte técnico en caso de fallas de energía con prioridad 3 por Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda con relación alta 5 da un total de 3*5 = 15.
•Que la cama de impresión alcance su temperatura en corto tiempo con prioridad 5 por Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda con relación alta 3 da un total de 5*3 = 15.
•Que cuente con área de con prioridad 3 por Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda con relación alta 3 da un total de 3*3 = 9.
Sumados estos resultados obtenemos la importancia absoluta como sigue:
(5*5) +(3*5) +(5*3) +(3*3) =64 importancia absoluta

En resumen, sumadas todas las importancias absolutas nos da un total de 367, esta cantidad la necesitamos para sacar la importancia relativa de cada columna respectivamente. En este caso la importancia relativa en este ejemplo es: (64*100) /367 = 17.4%, siendo la más alta y la principal acción a seguir con respecto a las demás. Por lo tanto, se considera que la función de pausa para evitar que el trabajo se pierda ocupa el primer lugar para darle más consideración para complacer esas exigencias de los clientes.
En segundo lugar, es con 14.7% La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg. para darle la mayor importancia en satisfacer esas necesidades de los clientes.
En tercer lugar, con 14.4% Filamento o resina para darle la mayor importancia en agradar las necesidades de los clientes.

Continuamos con la evaluación comparativa de CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FDM contra otras dos impresoras con las cuales vamos a realizar la comparación de los requerimientos de los clientes "Qué", estas son: MINUCUTE Artillery Genios, Impresora 3D FDM y ANYCUBIC kobra impresora 3D FMD. Utilizamos valuación comparativa 1 al 5 donde 5 es mejor y 1 es lo menos, para ver cuanto aportan sus productos de acuerdo con los requerimientos.

Entonces según los resultados de las encuestas, tomamos en cuenta estas valuaciones y se continua con nuestro ejemplo que es la CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FDM. En la Capacidad de reanudación de impresora después de un corte de energía, en esta impresora le dimos un 5 porque tiene buen funcionamiento de respuesta, con la MINUCUTE Artillery Genios le asignamos un 4 y a la ANYCUBIC kobra también un 5. Lo que quiere decir que las tres tienen una buena valuación comparativa.
También se sigue llevando a cabo este procedimiento de valuación comparativa hasta terminar con todos los requerimientos entre las impresoras, con lo que nos podremos dar cuenta como esta una impresora en relación con otra y podremos tomar mejores decisiones en la compra. Se muestra una pequeña grafica de esta valuación.

Por último, se realiza el techo, se elabora una cuadricula para poder formar el techo entre una columna y otra y poder ver cuanta relación existe entre un requerimiento "Comos" y otro requerimiento. Para medir la relación utilizamos la siguiente valuación: 2 Tiene relación, 1 Poca relación y 0 No tiene relación.
Por último, de este caso, de esta impresora en la elaboración del techo, este consiste en analizar qué relación tiene un requerimiento con otro en donde se forma el techo. A continuación, Vamos a ver cómo hacer la primera línea del techo del lado izquierdo que le corresponde a la Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda.

Por ejemplo, en el primer espacio se puede ver que no tiene comunicación con ningún o requerimiento, la casilla está sola. Pero en las siguientes casillas si tienen relación el primer requerimiento con los otros requerimientos que están a su derecha, ósea que si se forma un techito con otro. Como se puede observar queda de la siguiente manera:

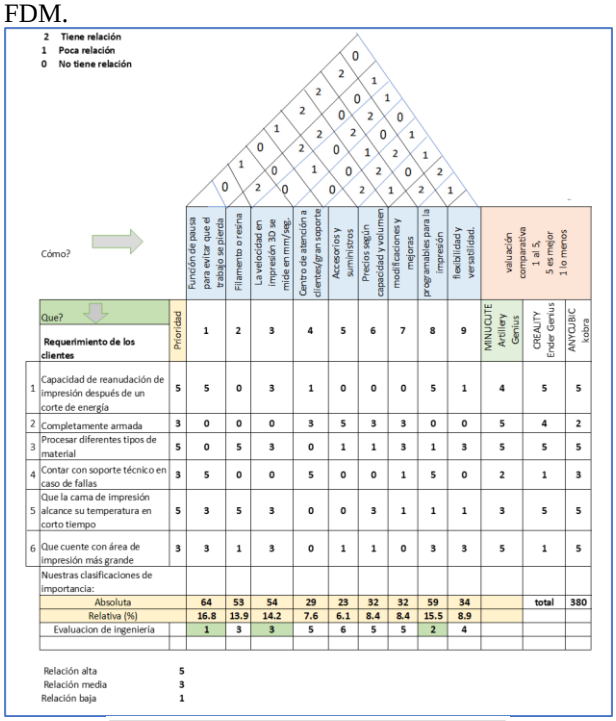
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con Filamento o resina, pero no tienen relación "0".
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg. Si hay relación baja en 1 entre los.
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con Centro de atención a clientes/gran soporte, es 0 no hay relación entre ellos.
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con Accesorios y suministros; tiene 1 de relación baja.
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con Precios según capacidad y volumen; tiene 2 de relación alta. Ósea si tiene mucha relación entre estos dos requerimientos "como"
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con modificaciones y mejoras; tiene 2 de relación alta.
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con programables para la impresión; tiene 2 de relación alta.
•Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda, forma techo con flexibilidad y versatilidad; tiene 0 no tiene relación.
En definitiva, se ha presentado con ejemplos prácticos de CREALITY Ender 3 S1, Impresora 3D FD, para explicar cómo se trabaja con la (QFD), el cual se refiere a como satisfacer a los clientes e interpretar los anhelos de los

clientes en un boceto meta, esto es comprender un buen entendimiento de los deseos del cliente e identificar los resultados de proceso alternativas. Así realizando y definiendo esta relación los administradores de operaciones podrán construir los productos y los procesos con las características que nuestros clientes son las que ellos más prefieren y desean [9].

Se realiza un segundo análisis del QFD en donde se trabaja con la MINUCUTE Artillery Genios, Impresora 3D FDM, visto en la tabla 2.

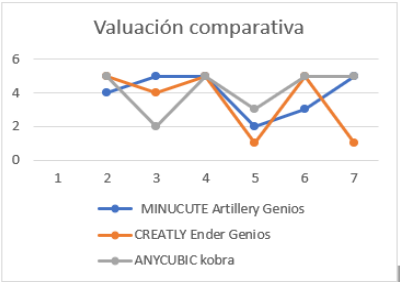
Tabla 2. MINUCUTE Artillery Genios, Impresora 3D FDM.

2 Tiene relación
1 Poca relación
0 No tiene relación



	Cómo? / Que? Requerimiento de los clientes	Prioridad	1 Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda	2 Filamento o resina	3 La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg.	4 Centro de atención a clientes/gran soporte	5 Accesorios y suministros	6 Precios según capacidad y volumen	7 modificaciones y mejoras	8 programables para la impresión	9 flexibilidad y versatilidad.	valuación comparativa 1 al 5, 5 es mejor 1 lo menos: MINUCUTE Artillery Genius	CREALTY Ender Genius	ANYCUBIC kobra
1	Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía	5	5	0	3	1	0	0	0	5	1	4	5	5
2	Completamente armada	3	0	0	0	3	5	3	3	0	0	5	4	2
3	Procesar diferentes tipos de material	5	0	5	3	0	1	1	3	1	3	5	5	5
4	Contar con soporte técnico en caso de fallas	3	5	0	0	5	0	0	1	5	0	2	1	3
5	Que la cama de impresión alcance su temperatura en corto tiempo	5	3	5	3	0	0	3	1	1	1	3	5	5
6	Que cuente con área de impresión más grande	3	3	1	3	0	1	1	0	3	3	5	1	5
	Nuestras clasificaciones de importancia:													
	Absoluta		64	53	54	29	23	32	32	59	34		total	380
	Relativa (%)		16.8	13.9	14.2	7.6	6.1	8.4	8.4	15.5	8.9			
	Evaluacion de ingeniería		1	3	3	5	6	5	5	2	4			

Relación alta 5
Relación media 3
Relación baja 1



Dado que con la impresora anterior se dio una explicación muy amplia de cada paso, en las siguientes dos, solo mencionaremos los resultados finales.

Una vez terminada con la valuación de los requerimientos, la importancia absoluta resultante es : 64+53+54+29+23+32+32+59+34 = 380. Y su importancia relativa es: 16.8%, 13.9%, 14.2%, 7.6%, 6.1%, 8.4%, 8.4%, 15.5% y 8.9%. Los primeros tres lugares son:

•Primer lugar: Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda con 16.8%, para darle gran importancia para satisfacer esos requerimientos de los clientes.

•Segundo lugar: programables para la impresión Con 15.5 %, para darle la mayor importancia en satisfacer esas necesidades de los clientes.

•Tercer lugar: La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg. con 14.2% para darle la mayor consideración en satisfacer los requerimientos de los clientes.

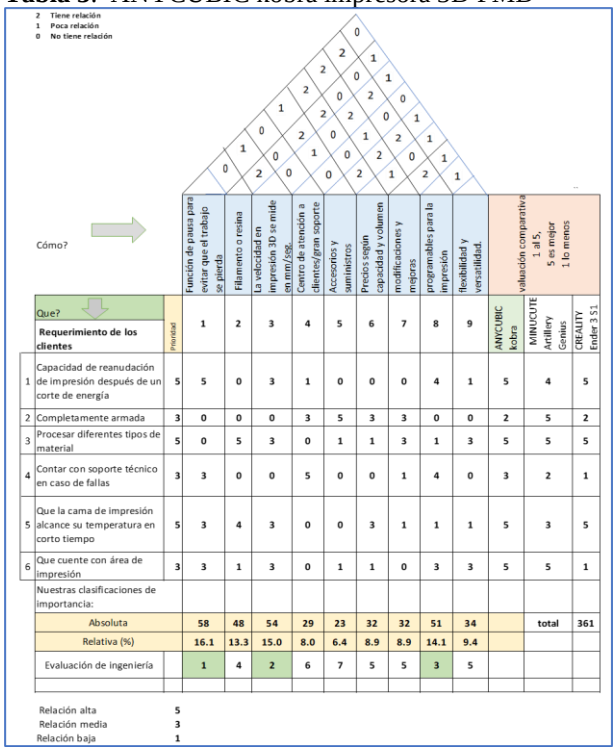
Además, se realiza la valuación comparativa con dos computadoras más para analizar la calidad del producto en relación con las demás impresoras. Se muestra una pequeña grafica de esta valuación.

Finalmente se realiza el techo para analizar la relación que hay entre un requerimiento y otro requerimiento.

Se realiza un tercer análisis del QFD en donde se trabaja con ANYCUBIC kobra impresora 3D FMD, visto en la próxima en la tabla 3.

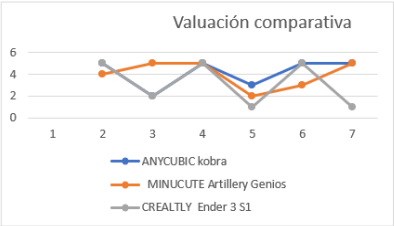
Tabla 3. ANYCUBIC kobra impresora 3D FMD

2 Tiene relación
1 Poca relación
0 No tiene relación



	Cómo? / Que? Requerimiento de los clientes	Prioridad	1 Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda	2 Filamento o resina	3 La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg.	4 Centro de atención a clientes/gran soporte	5 Accesorios y suministros	6 Precios según capacidad y volumen	7 modificaciones y mejoras	8 programables para la impresión	9 flexibilidad y versatilidad.	valuación comparativa 1 al 5, 5 es mejor 1 lo menos: ANYCUBIC kobra	MINUCUTE Artillery Genius	CREALTY Ender 3 S1
1	Capacidad de reanudación de impresión después de un corte de energía	5	5	0	3	1	0	0	0	4	1	5	4	5
2	Completamente armada	3	0	0	0	3	5	3	3	0	0	2	5	2
3	Procesar diferentes tipos de material	5	0	5	3	0	1	1	3	1	3	5	5	5
4	Contar con soporte técnico en caso de fallas	3	3	0	0	5	0	0	1	4	0	3	2	1
5	Que la cama de impresión alcance su temperatura en corto tiempo	5	3	4	3	0	0	3	1	1	1	5	3	5
6	Que cuente con área de impresión	3	3	1	3	0	1	1	0	3	3	5	5	1
	Nuestras clasificaciones de importancia:													
	Absoluta		58	48	54	29	23	32	32	51	34		total	361
	Relativa (%)		16.1	13.3	15.0	8.0	6.4	8.9	8.9	14.1	9.4			
	Evaluación de ingeniería		1	4	2	6	7	5	5	3	5			

Relación alta 5
Relación media 3
Relación baja 1



Con la valuación de los requerimientos, la importancia absoluta resultante es:

58+48+54+29+23+32+32+51+34= 361. Y su

importancia relativa es: 16.1%, 13.3%, 15.0%, 8.0%, 6.4%, 8.9%, 14.1% y 9.4%. Los primeros tres lugares son:

•Primer lugar: Función de pausa para evitar que el trabajo se pierda con 16.1%, para darle la mayor importancia para satisfacer esas necesidades de los clientes.

•Segundo lugar: La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg. Con 15.0%, para darle la mayor importancia en satisfacer esos requerimientos de los clientes.

•Tercer lugar: programables para la impresión con 14.1%, para darle la mayor consideración en satisfacer los requerimientos de los clientes.

A su vez se realiza la valuación comparativa con dos computadoras más para analizar la calidad del producto en relación con las demás impresoras. También se muestra una pequeña grafica de esta valuación.

Finalmente se realiza el techo para analizar la relación que hay entre un requerimiento y otro requerimiento.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se considera la casa de función de la calidad para realizar este estudio comparativo porque es uno de los más empleados en marketing para realizar un análisis detallado que se refiere a como satisfacer a los clientes e interpretar los deseos de los clientes en un plan meta, con lo cual se conocen los deseos del cliente y se identifican las soluciones. Así se podrán construir las impresoras 3D con las características que los clientes prefieren y desean, Con esta investigación realizada y con resultados obtenidos sabremos cuales son los deseos de los clientes al hacer una selección o compra en las impresoras 3D.

Con la utilización del análisis comparativo QFD para llevar a cabo una buena selección y compra de una impresora 3D, se pueden conocer las características que los clientes la cual se refiere a como satisfacer a los clientes e interpretar los deseos de los clientes en un plan meta, esto es captar un buen entendimiento de los deseos del cliente e identificar las soluciones de proceso alternativas y se podrán elaborar los productos y procedimientos con las características que nuestros clientes son las que ellos más prefieren y desean.

CONCLUSIÓN

Para terminar con este análisis del Despliegue de la Función de la Calidad de las tres impresoras se deduce que para la mayoría de los clientes el requerimiento de la "función de pausa para evitar el trabajo se pierda" es lo más importante puesto que de no tener este botón de pausa los trabajos se pueden perder y sería necesario

volver a empezar, por otro lado "La velocidad en impresión 3D se mide en mm/seg" también es otro de los requerimientos importantes que solicita el cliente para poder hacer más rápido el trabajo y así de tener un trabajo que entregar podría hacer en el menor tiempo posible y por último "programables para la impresión" otro requerimiento tan importante puesto que sin un programa sería imposible realizar la pieza.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Arias, V., Contreras, V., Chacon, J., & Vera, M. (2015). Impresión 3D de estructuras cardiacas: Caso de innovación frugal en sector salud. *Revista Latinoamericana de Hipertension, 10*(4), 91-97.

[2] Romero, M. (28 de abril de 2017). *Ahora se imprme en 3D*. Obtenido de Revista Credencial: https://www.revistacredencial.com/noticia/tecnologia/ahora-se-imprime-en-3d

[3] Varadi, J. (2022, 09 06). El futuro de la impresion 3D: seris factores a tener en cuenta. Retrieved from http://www.3dprintingdesign.es/es/noticia/el-futuro-de-la-impresion-3d-seis-factores-a-tener-en-cuenta

[4] Miyamoto Gómez, O. S. (2022). Impresión 3D. Hágalo usted mismo. (UNAM, Ed.) ¿cómo ves?, 203.

[5] Balderrama-Armendáriz, C. (2015). Impresion 3D ¿es sustentable para los diseñadores? Retrieved from http://tallerservicio24horas.azc.uam.mx/?journal=AP&page=article&op=view&path%5B%5D=110.

[6] Maneiro, N., Mejías, A., Ramíirez, M., & Ramos, M. (2009). aplicación del despliegue de la función de calidad para la evaluación y mejoramiento de un programa de postgrado en ingeniería. *scielo*. doi:aplicación del despliegue de la función de calidad para la evaluación y mejoramiento de un programa de postgrado en ingeniería.

[7] Gestiopolis. (2024). *Qfd: quality function deployment, despliegue de la función de calidad* . Retrieved from chrome-extension: despliegue de la función de calidad.

[8] Yacuzzi, E., & Martín, F. (2003). Aplicación del Método de Kano en el diseño de un producto farmacéutico. Retrieved from https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/224.pdf.

[9] Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administracion de Operaciones* (Séptima edición ed.). México, México: Pearson. doi:ISBN: 978-607-442-099-9

[10] Rodriguez Gasca, E., & Cortes Torres, E. (2016). aplicación de la metodología qfd en el desarrollo de una impresora 3d. *revista colombiana de tecnología avanzada, 2*(28). doi:issn: 1692-7257

[11] Gutiérrez Pulido, H., Gutiérrez González, P., Garibay López, C., & Díaz Caldera, L. (2014, Enero). Análisis multivariado y QFD como herramientas para escuchar la voz del cliente y mejorar la calidad del servicio. *Scielo, 22*, 62-73. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000100007

[12] Montesinos González, S., Hernández, Y., Alvarado, A., & Manzanero Herrera, M. (2016, Enero). aplicación del qfd y ahp en el diseño de una montura mecánica para manipular una lente sintonizable sólida elástica por

COMPRESIÓN. *Revista de la Ingeniería Industrial*, 22-29. doi: ISSN 1940-2163

[13] Ramos Toriello, M. (2018). Despliegue de la función calidad (QFD): Guía de uso. Para qué sirve el QFD y cómo realizarlo. *PDCA HOME*. Retrieved from https://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/

[14] Nieto Gonzalez, A. (2016). *aplicac``ión de la metodología qfd como mejora de la calidad del servicio en una empresa de alimentacion en la ciudad de arequipa*. retrieved from Repositorio de resis UCSM: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fb706d15-e4c1-4bde-be32-4ad6f33e6cab/content

[15] Olaya, E., Cortes, C., & Duarte, o. (2005). Despliegue de la Función Calidad (QFD): Beneficios y Limitaciones Detectados en su Aplicación al Diseño de Prótesis Mioeléctrica de Mano. *Redalyc, Ingenieria e investigacion, 25*, 30-38. doi:0120-5609

[16] Erdil, N. O., & Arani, O. M. (2019). Quality function deployment: more than a design tool. International Journal of Quality and Service Sciences, 11(2), 142-166.

[17] Lujan M., M. (2024, Abril 06). *quality function deployment (qfd): mejora de la calidad del producto y la satisfacción del cliente*. retrieved from innvoar o morir: quality function deployment (qfd): mejora de la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

[18] Olguín, R. (2016, Diciembre 13). *instituto Tecnológico Universitario*. Retrieved from dcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/ mprime-en-3d

TABLA DE ROL DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Ma. De los Angeles De la Torre Mora Manuel Arnoldo Rodríguez Medina
Curación de datos	Secundino Ramos Lozano
Metodología	José Ángel Gámez Rodríguez, Jorge Arturo Pinedo Gaucin
Administración del proyecto	Ma. De los Angeles De la Torre Mora Manuel Arnoldo Rodríguez Medina
Recursos	Secundino Ramos Lozano
Software	
	José Ángel Gámez Rodríguez, Jorge Arturo Pinedo Gaucin
Supervisión	Ma. De los Angeles De la Torre Mora Manuel Arnoldo Rodríguez Medina
Validación	Jorge Adolfo Pinto Santos Eduardo Rafael Poblano Ojinaga Manuel Arnoldo Rodríguez Medina
Redacción	Ma. de los Angeles De la Torre Mora Eduardo Rafael Poblano Ojinaga Jorge Adolfo Pinto Santos

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