

Desarrollo de proceso enfocado en el diseño de equipos especiales para la manufactura industrial

Roberto Rodríguez¹ y José Cuéllar²

Unidad Aguascalientes¹, Unidad Jalisco²
[Posgrados CIATEQ¹, CIATEQ²]

Aguascalientes, Ags.¹, Guadalajara, Jal.²; México
roberto.rodriguez@sketchs.com.mx, lcuellar@ciateq.mx

Abstract— This article presents a process focused on the development of equipment for industrial manufacturing, such as JIGs, fixtures, assembly equipment, or functional testing equipment. This process is developed by analyzing administrative methodologies and tools and design methodologies based in Design Thinking. Additionally, it is adjusted according to some guidelines in compliance with quality management according to the ISO 9001:2015 standard. The process aims to guide a project manager step by step to empathize with the customer, understand their needs, streamline design processes, and deliver solutions in compliance with objectives.

Keyword— *Desing thinking, process, methodology.*

Resumen— Este artículo presenta un proceso enfocado en el desarrollo de equipos para la manufactura industrial, tales como JIGs, fixtures, equipos de ensamble o equipos de prueba funcional. Se desarrolla analizando metodologías y herramientas administrativas y metodologías de diseño basadas en Design Thinking. Además, se ajusta según algunas directrices para el cumplimiento de la gestión de la calidad de la norma ISO 9001:2015. El proceso pretende dirigir paso a paso a un gerente de proyectos para empatizar con el cliente, entender sus necesidades, eficientizar los procesos de diseño y entregar soluciones en cumplimiento con objetivos.

Palabras claves— *Desing thinking, proceso, metodología.*

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de desarrollar el presente proceso surge cuando la empresa Sketch Soluciones de Mexico S.A.S de C.V., dedicada a proveer equipos industriales y servicios de ingeniería, al realizar un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), detectó deficiencias en el método actual para el desarrollo de proyectos, ya que no existe la documentación y los procesos adecuados para controlar todas las actividades que se realizan durante el desarrollo de un proyecto. además, se detectó la necesidad de realizar un proceso innovador centrado en el usuario con el propósito de desarrollar soluciones innovadoras. Von Hippel (2005) profesor de la Sloan School of Management del MIT fortalece este planteamiento ya que asegura que entre el 70 y 80 por ciento de los desarrollos de nuevos productos fracasan no por la falta de tecnología avanzada, sino más bien por no entender las necesidades de los usuarios. Asegura que esto se debe a la forma tradicional de desarrollar productos o servicios (modelo centrado en la manufactura), el cual solo trata de cubrir necesidades básicas. Sin embargo, un creciente conjunto de trabajos empíricos muestra que los usuarios son los primeros en desarrollar muchos y quizás la mayoría de los nuevos productos industriales y de consumo por lo cual las empresas deben desarrollar procesos innovadores centrados en el usuario.

Por lo anteriormente mencionado, es necesario que la empresa se adapte a los requerimientos actuales del mercado utilizando métodos de diseño centrados en el usuario los cuales se diferencian de muchas prácticas de diseño tradicional porque el enfoque natural de las preguntas, ideas y actividades reside en las personas a las que está destinado el producto, sistema o servicio, más que en el proceso creativo del diseñador o sustratos tecnológicos (Giacomin, 2014). Design Thinking es un método específico para resolver problemas complejos y generar soluciones innovadoras, basadas en un enfoque centrado en el

usuario con equipos multidisciplinarios (Buchanan, 1992),(H. W. J. RITTEL, 1972). Por lo que esta metodología proporciona las bases teóricas adecuadas para construir el presente proceso. Además, es indispensable alinearlos a los estándares de calidad internacionales, como lo es la norma ISO 9001:2015. Por esta razón, se creó un proceso con bases en Design Thinking y un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido (Maldonado, 2018), (ISO 9001:2015), todo esto con el objetivo de agilizar y eficientar el diseño de equipos, mejorar la relación entre el cliente y la empresa, y reducir los índices de retrabajo.

Para el desarrollo del proceso se analizó el estado del arte relacionado con el desarrollo de proyectos, por lo que en la sección II se muestra como otros autores abordan el problema con el objetivo de observar tendencias en metodologías, identificar buenas prácticas y oportunidades de mejora. Posteriormente en la sección III se muestran los materiales y métodos seleccionados y cómo van a ser utilizados en el desarrollo del nuevo proceso. Finalmente, en la sección IV se muestran los pasos y etapas que conforman el proceso desarrollado, así como las entradas requeridas, los subprocesos de transformación de la información o material y las salidas esperadas.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Los procesos y metodologías enfocadas en el desarrollo de equipos hacen especial énfasis en la comprensión de lo que representa el diseño, ya que este es un fenómeno demasiado complejo para poder describirse mediante un simple diagrama, ya que se aplica a una gama extraordinariamente amplia de actividades. Esto incluye, en un extremo, algo que podría llamarse “ingeniería” y, en el otro extremo, algo que podría llamarse “arte”. Por lo tanto, los procesos son muy personales y multidisciplinarios. Estos deben ayudar a diseñar, comprender necesidades y deben ser flexibles para ser mejorables (Lawson, 2005). El siguiente trabajo muestra cómo se desarrolló un proceso innovador partiendo de la teoría hasta mostrar la secuencia a seguir para el diseño de un proyecto.

A. *Understanding design thinking: a process model based on method engineering.*

Thoring & Müller (2011) crearon un modelo de proceso paso a paso basado en Design Thinking con el objetivo de que educadores, compañías y diseñadores comprendan mejor lo que es el Design Thinking. Thoring & Müller (2011) parten del modelo del proceso de Design Thinking sugerido por el instituto de diseño Hasso Plattner de la Universidad de Stanford el cual consiste en 6 etapas ('Understand, Comprender', 'Observe, Observar', 'Point of View, Punto de vista', 'Ideation, Idear', 'Prototyping, Prototipar' y 'Test, Probar') y los bucles de interacción entre estas. Thoring & Müller (2011) observaron que este modelo carecía de explicación ya que no muestra que pasa en cada etapa, por lo que el proceso que se desarrolló describe que está pasando en cada etapa. En la figura 1 se muestra el desarrollo realizado por estos autores.

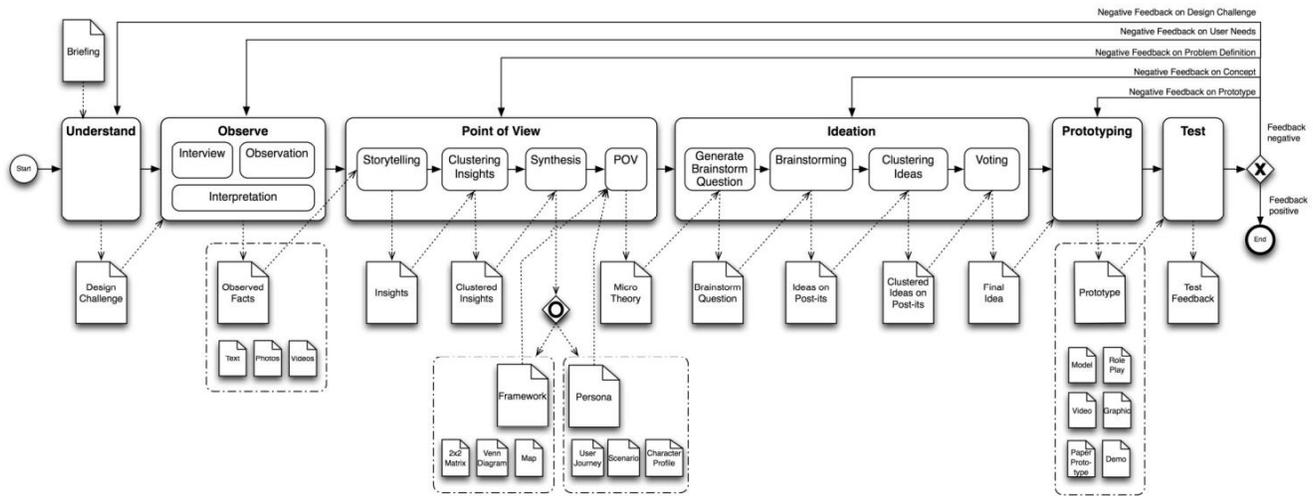


Fig. 1. Modelo de proceso de Design Thinking propuesto (Thoring & Müller, 2011).

Los autores concluyen que el objetivo de este artículo es definir un modelo formal que podría usarse: a) para llevar a cabo proyectos propios utilizando principios de Design Thinking, b) para comparar el Design Thinking con otros métodos de diseño formalizados, y c) para desarrollar soluciones basadas en TI para apoyar y facilitar el proceso de Design Thinking en sí o partes de este (Thoring & Müller, 2011).

Este trabajo nos muestra de manera clara que es Design Thinking y que información interactúa en cada etapa, pero el flujo de este método no cubre las necesidades del proceso propio, ya que se necesita que la retroalimentación sea directa después de cada etapa para agilizar los tiempos de ejecución, además es necesario involucrar al usuario en más etapas para asegurar la completa satisfacción del cliente. Por lo que solo se comparará el modelo del proceso de Design Thinking sugerido por el instituto de diseño Hasso Plattner de la Universidad de Stanford utilizado en este trabajo con otros modelos formales para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

El trabajo anterior solo cubre la etapa de diseño de un proceso global, pero es necesario identificar todas las etapas que son necesarias para desarrollar un proyecto por lo que la siguiente investigación nos muestra una estrategia a seguir para identificar y mapear la totalidad de los procesos que interactúan en una organización específica.

B. Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos.

En esta investigación, como su título lo indica, basan su proceso de diseño en procesos de ingeniería aplicados. Por lo tanto, proponen un mapa que ayuda a guiar al usuario a lo largo del proyecto. El mapa de procesos diseñado representa la globalidad del accionar en el diseño de productos, a través de la incorporación de actividades creativas, comerciales y productivas, y el énfasis en la relevancia del diseño conceptual y de detalle como operaciones que impulsan las vinculaciones entre dichas actividades (Schwabe-Neveu et al., 2016).

Para lograr esto Schwabe-Neveu et al., (2016) sugieren en primer lugar, conocer la misión organizacional y, en segundo lugar, caracterizar los procesos desde las bases que otorga la misión reconocida. Después de identificar los procesos estos se deben agrupar en procesos estratégicos, procesos operativos o del negocio y procesos de apoyo (Bravo, 2009). Los procesos estratégicos se

orientan a definir y controlar las estrategias, políticas y objetivos de la empresa (Bravo, 2009), (Zaratiegui, 1999). Los procesos operativos se orientan a realizar las acciones que permiten desarrollar las estrategias y políticas definidas para dar servicio a los clientes (Zaratiegui, 1999), por lo tanto, los procesos de apoyo sirven de soporte a los procesos operativos. Después de identificar, caracterizar y describir los procesos se agrupan en un mapa de proceso para definir la interacción entre las distintas actividades (Schwabe-Neveu et al., 2016).

Mencionado lo anterior, se tomarán las buenas practicas realizadas para el desarrollo de este proceso y se implementaran para el desarrollo y el mapeo del proceso propio ya que el método empleado por Schwabe-Neveu et al., (2016) es adecuado y cumple con los objetivos planteados al inicio del desarrollo del proceso propio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El desarrollo del proceso está dividido en tres etapas en la primera se describe el proceso para identificar los paso o etapas que se llevaran a cabo desde el inicio del proyecto hasta la entrega con el cliente final, la segunda etapa describe como se seleccionó la metodología basada en Design Thinking y describe como se utilizara en el proceso, finalmente en la tercera etapa se describe el método que se utilizara para evaluar el desempeño del proceso desarrollado.

A. *Identificación de los procesos.*

Como se indicó en la sección II, Se identificarán todas las etapas o subprocesos que conformarán el proceso general para posteriormente clasificarlos en procesos estratégicos, operativos y de apoyo. La interacción entre estos subprocesos se definirá por la organización que los implementará y aunado a esto, se están considerando los lineamientos establecidos en el apartado 4.4.1 del punto “a” al punto “e” de la norma ISO 9001:2015 con el objetivo de cumplir con estándares internacionales de calidad. Estos puntos se enlistan a continuación:

- a) Determinar las entradas requeridas y las salidas esperadas de estos procesos.
- b) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- c) Determinar y aplicar los criterios y los métodos (incluyendo el seguimiento, las mediciones y los indicadores del desempeño relacionados) necesarios para asegurarse de la operación eficaz y el control de estos procesos.
- d) Determinar los recursos necesarios para estos procesos y asegurarse de su disponibilidad.
- e) Asignar las responsabilidades y autoridades para estos procesos.

Después de conocer los procesos, tener la clasificación de estos y al identificar el flujo que seguirán, se realizara el mapeo de los procesos adaptando la metodología SIPOC, la cual es un acrónimo de: S de Supplier (Proveedor), I de Input (Entrada), P de Process (Proceso), O de Output (Salida) y C de Customer (Cliente). Esta metodología proporciona una mejor visualización y entendimiento de los procesos. Por lo tanto, proporciona una preparación útil para el mapeo detallado del proceso con referencia a los resultados (Brahim et al., 2015).

B. *Selección de metodología creativa.*

La sección anterior nos indica como identificar procesos, alienarlos al cumplimiento de los estándares internacionales de calidad y nos indica como visualizarlos de una manera clara. Ahora se identificará la metodología basada en Design Thinking para que este proceso pueda proporcionar soluciones creativas,

innovadoras y centradas en el usuario. Por lo que se compararan tres modelos populares que traducen el Design Thinking a un esquema de trabajo general como el “honeycomb model” propuesto por la d.school de la Universidad de Stanford, el “Modelo doble diamante” publicado por el UK Design Council (Tomitsch & Wrigley, 2018) y el modelo del proceso de Desing Thinking sugerido por el instituto de diseño Hasso Plattner de la Universidad de Stanford el cual fue descrito en la sección II.

El modelo “honeycomb” involucra las etapas de empatizar, definir, idear, prototipar y probar, y enfatiza la importancia de moverse iterativamente entre esas etapas mientras se trabaja en un proyecto de diseño (Tomitsch & Wrigley, 2018).

Por su parte, el modelo del “doble diamante” implica las fases de descubrir y definir (el primer diamante), y desarrollar y entregar (el segundo diamante). Cada diamante fomenta el pensamiento divergente seguido del pensamiento convergente. El primer diamante comienza con una situación problemática y termina con una definición del problema, centrándose en comprender el problema. El segundo diamante utiliza la definición del problema resultante como resumen de diseño y se ocupa de encontrar la solución correcta (Tomitsch & Wrigley, 2018).

En la siguiente figura se muestra el modelo doble diamante propuesto por el UK Design Council.

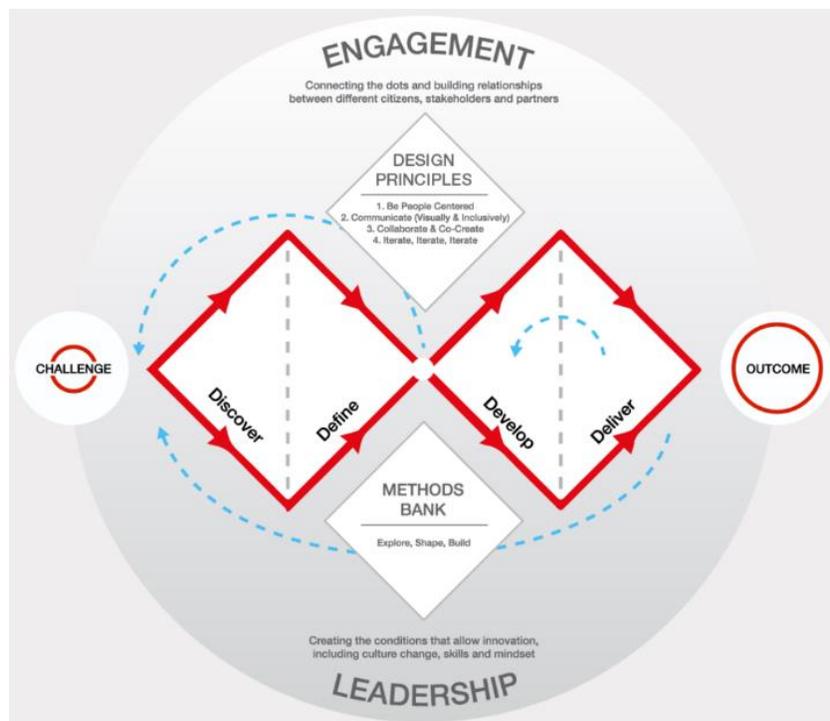


Fig. 2. Modelo doble diamante para la innovación (UK Design Council, 2024).

Para el desarrollo de este proceso, se selecciona la metodología del doble diamante como base, a la cual se realizaron adaptaciones para alcanzar los objetivos planteados. En la primera etapa, se busca encontrar toda la información relacionada con la necesidad del cliente mediante entrevistas, ejercicios de empatía y lluvia de ideas, tal como lo especifica el doctor Childs (2020) en su curso “Pensamiento creativo: Técnicas y herramientas para el éxito”. Esto con el fin de generar propuestas de valor y consolidar esta primera etapa con una propuesta económica. La segunda etapa consiste en recopilar toda

la información generada en la primera etapa y transformarla en documentación que será utilizada para entregar una solución innovadora a nuestros clientes. Todo esto siguiendo los cuatro principios establecidos para el desarrollo de esta metodología, los cuales son; Diseño centrado en las personas, Comunicación visual e inclusiva, colaborar /Cocrear e Iterar, Iterar, Iterar.

C. *Definición de los indicadores clave de desempeño.*

Finalmente, para conocer si el proceso desarrollado cumple con los objetivos que persigue la organización encargada de la ejecución del proceso, se deben conocer los indicadores de desempeño clave (KPIs). Un indicador como unidad de medida permite el monitoreo y evaluación de las variables clave de un sistema organizacional, mediante su comparación en el tiempo, con referentes externos e internos (Valle & Rivera, 2008).

Muchas organizaciones utilizan inapropiadamente los indicadores de desempeño clave. Por lo tanto, una analogía con una cebolla puede mostrar cómo al momento de ir removiendo capas y revisando la información se puede llegar a los indicadores clave (Parmenter, 2015). Para conocer si un indicador es clave, este debe tener las siguientes cualidades, que pueden ser denominadas (SMART) por sus siglas en inglés: Específicos (Specific), Medibles (Measurable), Alcanzables (Achievable), Realistas (Realistic) y oportunos (Timely) (Rios Jacobo, 2012).

IV. RESULTADOS

A. *Identificación de las etapas del proceso.*

Cómo se indicó en la sección Materiales y Métodos, primero se debe identificar las etapas que conformarán el proceso, por lo que después de analizar el flujo que se sigue actualmente para el desarrollo de proyecto en la empresa Sketch Soluciones de México, se identificaron diez etapas, las cuales cubren la totalidad de actividades que se realizan durante el desarrollo de un proyecto. Estas etapas son:

1. Toma de requerimiento (Esta es la primera etapa ya que el proceso inicia con la necesidad del cliente, aquí se consideran las entrevistas con el cliente y el análisis del problema).
2. Propuesta económica (En esta etapa se considera la generación de la propuesta económica y se considera la negociación con el cliente hasta llegar a un común acuerdo).
3. Diseño (Esta es la etapa crítica del proceso, ya que al desarrollar diseños creativos, innovadores y centrados en el usuario se garantiza la satisfacción del cliente).
4. Materiales (En esta etapa se busca llevar a cabo la logística necesaria para surtir todo el material requerido para el desarrollo del proyecto).
5. Fabricación (En esta etapa se cubren las actividades relacionadas con la manufactura del proyecto. Aquí se desarrollan principalmente maquinados).
6. Integración (En esta etapa se desarrollan todas las actividades de ensamble relacionadas con la unión de materiales personalizados y materiales de línea según la información generada en la etapa de diseño).
7. Pruebas (En esta etapa se realiza la evaluación y validación funcional del proyecto)
8. Envío (En esta etapa se realizan las actividades logísticas necesarias para mover el proyecto desarrollado de las facilidades propias a las facilidades del cliente final).
9. Instalación y liberación. (En esta etapa se desarrollan las actividades para instalar el equipo desarrollado en las facilidades del cliente final y se lleva a cabo el proceso de validación final para liberar el equipo a producción)

10. Servicio post venta. (Esta es la etapa final y consiste en dar seguimiento a los equipos entregados a los clientes con el objetivo de identificar si el cliente está totalmente satisfecho).

Después de identificar las etapas, es necesario definir los procesos estratégicos, operativos y de apoyo que se desarrollaran para cubrir la totalidad de actividades involucradas en las etapas mencionadas. Para definir y clasificar los procesos estratégicos es necesario conocer los objetivos de la empresa. Dentro de los cuales se encuentran la reducción en el tiempo de diseño, incrementar la cantidad de proyectos a desarrollar y reducir costos de materiales, por lo que se plantean como procesos estratégicos el proceso de diseño, el proceso de ventas y el proceso de compras. Posteriormente se observa que el proceso de diseño es el más complejo y el que necesita más soporte, por lo que se crea el proceso de entrevista con el cliente para entender completamente la necesidad del usuario y definir los parámetros óptimos para el desarrollo de los proyectos, además se crea un proceso de diseño que guía al diseñador para acelerar el proceso de diseño. Finalmente se definieron los procesos de apoyo y formatos necesario para cubrir todas las actividades que se desarrollan en las diez etapas del proceso previamente mencionadas. En la Tabla I se muestran los procesos y formatos desarrollados para este proyecto, divididos por tipo de documento.

Tabla I. Procesos y formatos.

<i>Procesos estratégicos</i>	<i>Procesos operativos</i>	<i>Procesos de apoyo</i>	<i>Formatos</i>
SKT-P00001-Proceso de diseño-Rev A	SKT-P00002- Proceso de entrevista con cliente-Rev A	SKT-P00004-Base de datos control de inventario - Rev A	SKT-F00002 - KPIs Tabla-Análisis- Monitoreo-Medición – Rev A
			SKT-F00001-Cotización- Rev A
			SKT-F00002 - Lista de actividades – Rev A
SKT-P00010-Proceso de ventas-Rev A		SKT-P00012-Guía de diseño de empaque-Rev A	SKT-F00003- Plan de trabajo – Rev A
			SKT-F00004-BOM-Rev A
			SKT-F00005-Validación de maquinados-Rev A
SKT-P00008-Proceso de compras-Rev A	SKT-P00007-Guia de Diseño - Rev A	SKT-P00003 - Guía control de inventario-REV A	SKT-F00006- Checklist aceptación de equipos- Rev A
			SKT-F00007-Liberación de equipo-Rev A
			SKT-F00008-No Conformidad-Rev A
			SKT-F00009-Encuesta de satisfacción-Rev A
			SKT-F00010- Evaluación de proceso-Rev A
			SKT-F00011- Gestión de Proyectos - Rev A

Una vez identificado el lote de documentos que interactúan en el proceso, se procede a definir a los proveedores, las entradas, los procesos, las salidas y los clientes que van a interactuar en el desarrollo del nuevo proceso, como lo indica la metodología SIPOC (Suppliers (proveedores), Inputs (entradas),

Process (procesos), Outputs (salidas) y Customers (clientes)). En la tabla II se muestran los proveedores del proceso en la sección “Quién”. Las entradas, los procesos y las salidas se engloban en el apartado “Cómo”, ya que en esta sección se especifican los procesos a seguir y los formatos a entregar, que a su vez, estos formatos, son entradas de procesos posteriores. Los clientes se especifican en la sección “Cuándo” ya que aquí se indica quién necesita las salidas. Además, se especifica de esta manera para cumplir con los lineamientos establecidos en el apartado 4.4.1 del punto “a” al punto “e” de la norma ISO 9001:2015.

hola

Tabla II. Proceso de diseño y desarrollo de proyectos.

PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PROYECTOS				
No.	Qué	Quién	Cómo	Cuándo
1	Toma de requerimiento	Ing. De Ventas.	SKT-P00002-Proceso de entrevista con el cliente-Rev A	Al arranque del proyecto
2	Propuesta económica	Ing. De Ventas, Dirección.	SKT-F00001-Cotización-Rev A	Después de paso 1
			SKT-F00002 - Lista de actividades - Rev A	
3	Diseño	Gerente de operaciones.	SKT-F00011- Gestión de Proyectos - Rev A	Después de paso 2
			SKT-P00007-Guía de Diseño- Rev A	
			SKT-F00003-Plan de trabajo - Rev A	
4	Materiales	Departamento de compras.	SKT-F00004-BOM-Rev A	Durante el desarrollo
			SKT-P00008-Proceso de compras-Rev A	
			SKT-P00004- Base de datos control de inventario -Rev A	
			SKT-P00003 - Guía control de inventario-REV A	
5	Fabricación	Encargado de taller.	SKT-F00005-Validación de maquinados-Rev A	Durante el desarrollo
6	Integración	Encargado de taller.	SKT-P00007-Guía de Diseño- Rev A	Durante el desarrollo
			SKT-F00006-Checklist aceptación de equipos - Rev A	
7	Pruebas	Ing. Ventas y procesos.	SKT-P00002-Proceso de entrevista con el cliente-Rev A	Durante el desarrollo
8	Envío	Departamento de logística.	SKT-P00012-Guía de diseño de empaque-Rev A	A la entrega
9	Instalación y Liberación	Ingeniería de procesos.	SKT-F00006- Checklist aceptación de equipo-Rev A	A la entrega
			SKT-P00002-Proceso de entrevista con el cliente - Rev A	
			SKT-F00007-Liberación de equipo-Rev A	
			SKT-F00007-No Conformidad-Rev A	
10	Servicio post venta	Ing. Ventas.	SKT-F00008-Encuesta de satisfacción-Rev A	1 semana después de entrega, 1 mes después de entrega
			SKT-F00007-No Conformidad-Rev A	

B. Flujo del proceso y metodología creativa.

Para una mejor comprensión, visualización e incorporación del Design Thinking en el proceso desarrollado, se establece la secuencia que sigue la información desde el inicio hasta la entrega del proyecto. Para este proceso, la metodología adaptada del Design Thinking solo se integra en las primeras tres etapas o pasos del proceso general, ya que es en donde se desarrollan las soluciones innovadoras y centradas en el usuario. Los pasos posteriores son actividades propias de la organización por lo que es funcional seguir una secuencia tradicional, la cual consiste en completar pasos o tareas de manera secuencial. En la figura 3 se muestra la secuencia que sigue el desarrollo del proceso y nos indica las tres etapas seleccionadas para implementar el Design Thinking.

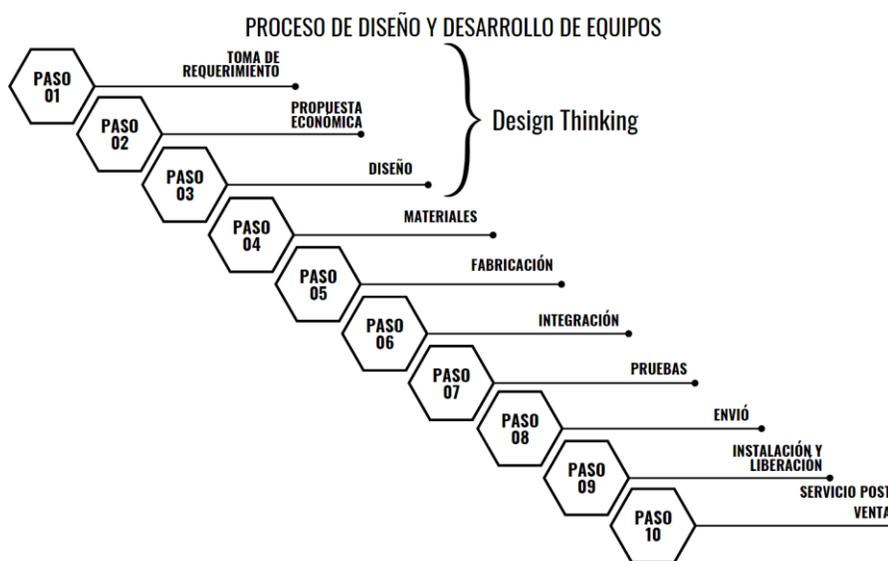


Fig. 3. Proceso general de diseño y desarrollo de equipos.

Como se mencionó anteriormente, se adaptó la metodología del doble diamante de Design Thinking con el objetivo de ejercitar el pensamiento divergente para identificar objetivos, alcances, definir entregables, identificar la tecnología adecuada para el desarrollo del proyecto y delimitar las tolerancias. Esto se logró utilizando entrevistas con el cliente y generando lluvia de ideas con el equipo de diseño. Posteriormente, se utilizó el pensamiento convergente para poder entregar al cliente una propuesta económica adecuada con la información técnica suficiente para una completa comprensión del proyecto a desarrollar. Esta primera etapa del Design Thinking cubre los pasos 1 y 2 del proceso general, por lo cual el gerente de proyecto debe ejecutar las siguientes actividades propuestas.

Paso 1:

Realizar entrevista con el cliente, en la cual se deberá llenar el formato “SKT-P00002-Proceso de entrevista con el cliente-Rev A”, en donde:

- Se identificará el problema.
- Se hará un análisis del problema.
- Se planteará un objetivo.
- Se planteará un alcance.

- Se establecerán los entregables.
- Se identificará la tecnología que se usará para el desarrollo del equipo.
- Se definirán los métodos de validación y liberación del equipo.

Una vez completado el documento “SKT-P00002-Proceso de entrevista con el cliente-Rev A” (Conocido en este proceso como RFQ) el ingeniero de ventas debe seleccionar un equipo de diseñadores y organizar una lluvia de ideas como se muestra a continuación.

- En un periodo entre 10 a 20 minutos se debe explicar el documento RFQ.
- Dar un periodo de 10 minutos para resolver dudas.
- En un periodo entre 10 a 20 minutos los participantes generaran la mayor cantidad de ideas de manera individual utilizando post-its o Sketches.
- En un periodo entre 10 a 20 minutos se compartirán las ideas.
- En un periodo entre 10 a 20 minutos se complementarán las ideas del grupo de diseño.
- El ingeniero de ventas recolectará la mejor idea y realiza un bosquejo a bloques del diseño propuesto.

Paso 2

- Se genera un número de proyecto provisional (propuesta), y se registra en el documento “SKT-F00002 - SKETCH Lista de actividades – Rev A” para poder dar seguimiento a la cotización.
- Se plantean los costos al cliente (cotización), la cual deberá ser expresada en el formato “SKT-F00001-Cotización-Rev A”.
- Se solicita retroalimentación del cliente y en caso de respuesta negativa el ingeniero de ventas debe negociar si es necesario realizar otra propuesta, en caso afirmativo se repiten los pasos 1 y 2. Si no existe negociación se finaliza el proyecto.

En la figura 4 se pueden observar los alcances que persigue la primera etapa del proceso creativo. Además, en la figura 5 se muestra el flujo que sigue la información y la documentación que participa en el proceso.

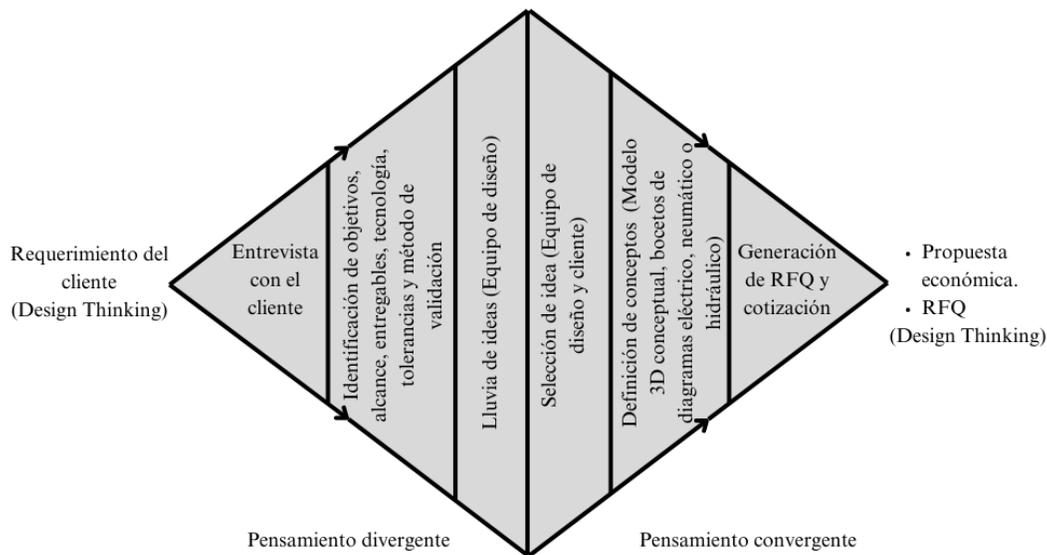


Fig. 4. Proceso interactivo primera etapa-Design Thinking.

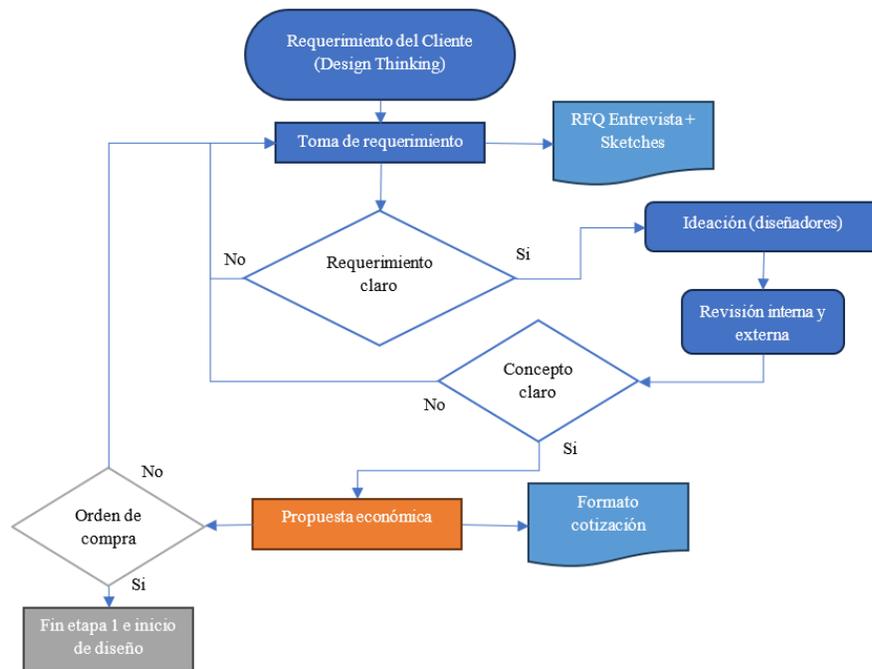


Fig. 5. Diagrama de flujo de proceso interactivo primera etapa-Design Thinking.

La segunda etapa del doble diamante se desarrolló para crear toda la información digital necesaria para la manufactura e integración del equipo en desarrollo. Por lo tanto, la información de entrada son los documentos generados en la primera etapa y culmina con diagramas eléctricos, mecánicos, neumáticos y/o hidráulicos, y la lista de materiales. Esta etapa del doble diamante cubre las actividades del paso tres del proceso general. Por lo que las actividades que se desarrollan en esta etapa se describen a continuación.

Una vez recibida la orden de compra el gerente de proyectos debe:

- Registrar la orden de compra en el documento “SKT-P00011- Gestión de Proyectos – Rev A” y generar el número del proyecto.
- Asignar actividades a los recursos (diseñadores) y llenar el formato “SKT-F00003-Plan de trabajo- Rev A”.
- Revisar el plan de trabajo con las demás gerencias y liberar al cliente. Este plan se compartirá con el cliente para que sea consiente de los tiempos requeridos para el desarrollo del equipo y las actividades que se realizaran.
- El gerente de operaciones debe organizar con el equipo de diseño seleccionado una segunda lluvia de ideas como se muestra a continuación:
 - En un periodo entre 10 a 20 minutos se debe explicar el documento RFQ.
 - Dar un periodo de 10 minutos para resolver dudas.
 - En un periodo entre 10 a 20 minutos los participantes generaran la mayor cantidad de ideas de manera individual utilizando post-its o Sketches.
 - En un periodo entre 10 a 20 minutos se compartirán las ideas.
 - En un periodo entre 10 a 20 minutos se complementarán las ideas del grupo de diseño.
 - Se desarrollarán los prototipos de las ideas seleccionadas y se revisarán con el cliente.
 - Se seleccionará el mejor prototipo para iniciar diseño a detalle.

- Una vez realizados los diseños a detalle, estos se revisarán con el cliente para poder liberar a producción.
- El gerente de operaciones debe coordinar a los diseñadores para estar realizando juntas de revisión con el cliente como se plantea en el plan de trabajo.
- Los diseñadores deben seguir las indicaciones que se plasmaran en el proceso: “SKT-P00007-Guía de Diseño- Rev A”. Esto para poder generar los BOMs (Lista de materiales), Diagramas eléctricos, Diagramas neumáticos / hidráulicos y los dibujos de ingeniería, ya que estos son los documentos de salida de este paso y los elementos de entrada del siguiente.

En las figuras 6 y 7 se muestra la estructura de esta segunda etapa, así como el flujo que sigue la información.

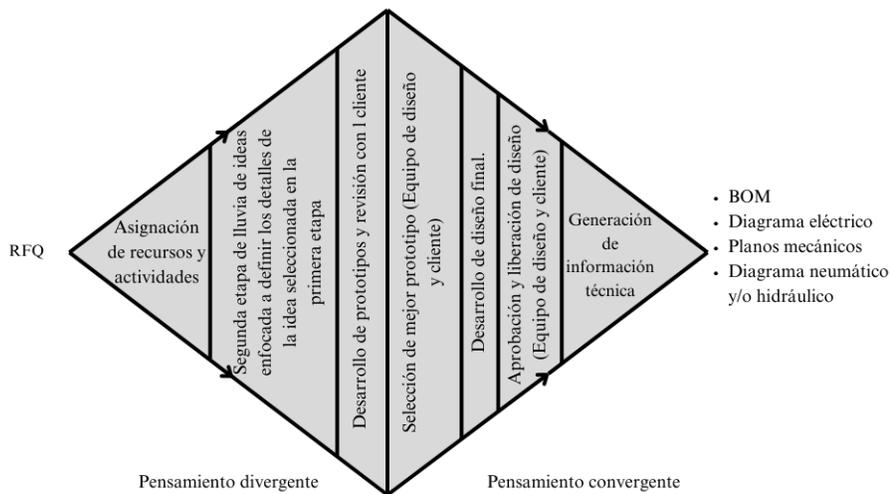


Fig. 6. Proceso interactivo de segunda etapa-Design Thinking.

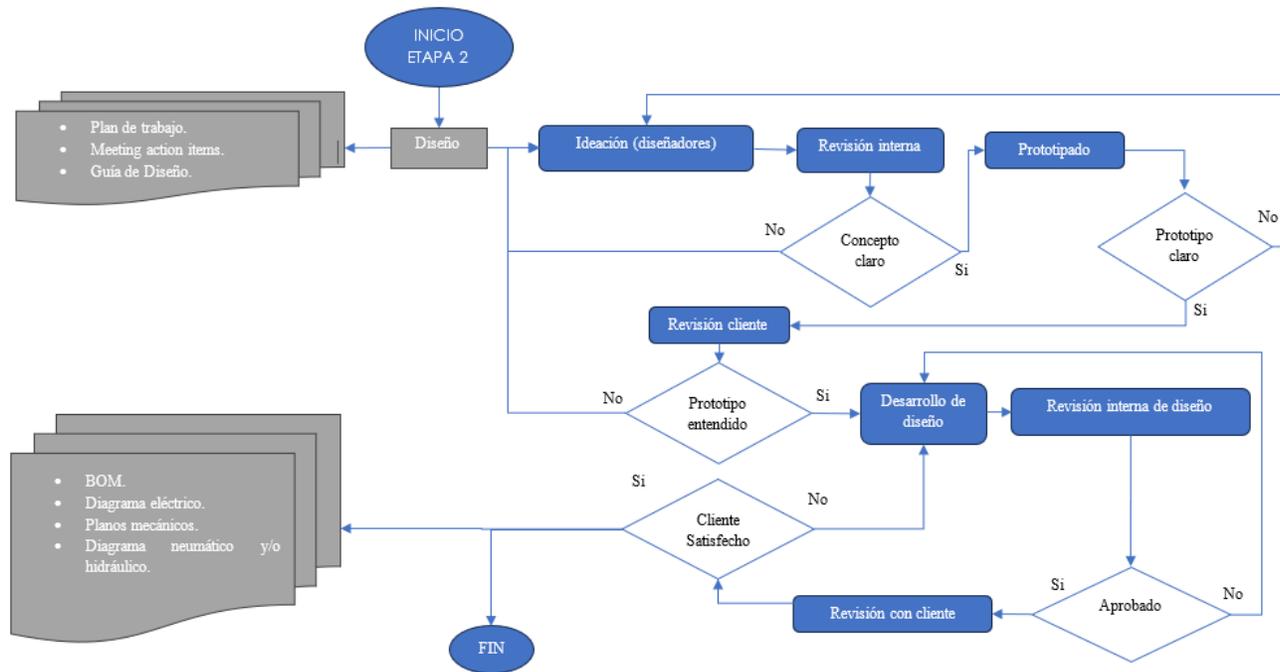


Fig. 7. Diagrama de flujo proceso interactivo segunda etapa-Design Thinking.

Para la ejecución del proceso, el gerente de proyectos debe conocer y entender los documentos que interactúan a lo largo del desarrollo de un proyecto. Estos documentos son los que se enlistaron en la tabla II. Posteriormente, debe conocer las etapas que conforman el proceso y el flujo que sigue la información. La tabla III muestra todas las etapas del proceso e indica las responsabilidades que deben tomar los integrantes de la organización. Y finalmente las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 muestran el flujo que sigue la información desde el inicio hasta la culminación del proyecto.

C. Definición de los indicadores clave de desempeño.

Para conocer la eficiencia del proceso generado es necesario definir los indicadores de desempeño tal como se describe previamente. La alta dirección es la responsable de asignar recursos y asegurar el cumplimiento de los objetivos que persigue el proceso. Por lo tanto, los indicadores clave de desempeño se definen en común acuerdo con la alta dirección, ya que deben estar alineados con la misión y visión de la empresa. Para establecer indicadores de desempeño adecuados, es necesario que estos sean específicos, medibles, alcanzables, realistas y oportunos, como se indica en la etapa “C” de materiales y métodos. En la tabla III se muestran los KPI definidos para el área de calidad de la empresa Sketch Soluciones de México.

Tabla III. Indicadores de desempeño.

Área Operativa	Medición planificada.	Frecuencia de medición	Realizado por	Analizado por	Método de medición	Documentación	Objetivos de Calidad KPI	Resultado del Análisis de la Información
Calidad	Tasa de quejas del cliente	Trimestral	Gerente de Calidad	Alta Dirección	Llamadas o mensajes del cliente	Carta de insatisfacción	Máximo 1 queja mensual	
	Satisfacción del cliente	Trimestral	Gerente de Calidad	Alta Dirección	Encuesta de satisfacción	Gráficos (pastel)	Respuestas de mínimo el 50% de los clientes	
	Estatus de Garantías	Trimestral	Gerente de Calidad	Alta Dirección	Hoja de cálculo de garantía	Garantía	Máximo 2 servicios de garantía por trimestre	
	Resultados de auditoría interna	Semestral	Gerente de Calidad	Alta Dirección	Lista de seguimiento	Reporte de calidad	Cumplimiento al 90% de acciones de seguimiento	

V. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación, se generó un proceso para el desarrollo de equipos especiales para la manufactura industrial. Al ser implementado, se observó que las metodologías de empatía, como lo es el Design Thinking, ayudan a obtener información relevante para el desarrollo de equipos, información que el cliente no tiene presente o no es consciente de ella, como los son: factores ambientales a considerar, normativas específicas, usabilidad y alcances sobrestimados. Esto nos permitió delimitar y crear objetivos realistas y alcanzables.

Durante las etapas interactivas para el desarrollo de conceptos y diseño, se observó una aceleración en la generación de ideas, ya que, al estar en constante comunicación con el cliente y el equipo de diseño, se permite compartir diferentes puntos de vista y opiniones que resultan en un conjunto de

conceptos, los cuales se van mejorando o descartando hasta obtener una idea con bases sólidas. Además, la idea resultante se alinea a los objetivos que se definieron en conjunto con los usuarios finales.

El proceso estimula las habilidades sociales del gerente de proyectos, ya que los trabajos de empatía ayudaron a formar un vínculo de confianza entre el cliente y la empresa. Por lo tanto, en las encuestas de satisfacción, el cliente reconoce la calidad de la entrevista y el manejo del proceso de licitación de los proyectos. Esto derivó en que nuestro cliente más importante nos invitara a participar en dos nuevas líneas de negocio.

Dentro de los puntos a mejorar, se observó que existe resistencia al cambio por parte del grupo multidisciplinario, principalmente al utilizar herramientas creativas. Por lo tanto, en las siguientes etapas del proyecto, se trabajará en la creación de capacitaciones de manejo de herramientas creativas, por ejemplo: grupo de discusión, mapa de actores e inmersión cognitiva. Además, las futuras etapas del proyecto incluyen la implementación de la teoría de las restricciones (TOC o theory of constraints) con el objetivo de identificar restricciones, aprovecharlas, solucionarlas o atenuarlas y así estar en un ciclo de mejora continua en beneficio de la empresa (Uwe Techt, 2015).

REFERENCIAS

- Brahim, S., Mohammed, B., Talbi, M., Moussetad, M., & Bouzekri, T. (2015). Using the Integrated Management System and Approach SIPOC in higher education for the Evaluation and Improving the Quality of Life of students. *The Online Journal of Quality in Higher Education*, 2(3), 141–156. www.tojqih.net
- Bravo, J. (2009). *Gestión de Procesos (Con Responsabilidad Social)*. Editorial Evolución S.A.
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *JSTOR*, 8(2), 5–21. <http://www.jstor.org/stable/1511637>
- Childs, P. (2020). *Pensamiento creativo: Técnicas y herramientas para el éxito* (P. Childs, Ed.).
- Giacomin, J. (2014). What is Human Centred Design? *Design Journal*, 17(4), 606–623. <https://doi.org/10.2752/175630614x14056185480186>
- H. W. J. Rittel. (1972). On the planning crisis. *Systems analysis of the first and second generation. Bedriftsokonomien*, 8, 390–396.
- ISO 9001:2015. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos Quality management systems-Requirements*. www.iso.org
- Lawson, B. (2005). *How Designers Think (Fourth Edition)*.
- Maldonado, J. Á. (2018). *Gestión de Procesos*.
- Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators. Developing, Implementing and Using Winning KPIs (Third Edition)*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Rios Jacobo, O. I. (2012). *Desarrollo, aplicación y gestión de las Key Performance Indicators (KPI) en área crítica del proceso de logística*. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w/S8_desarrollo_aplicacion_gestion.pdf
- Schwabe-Neveu, J., Fuentes-Stuardo, P., & Briede-Westermeyer, J. C. (2016). Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos. *DYNA (Colombia)*, 83(0012–7353), 148–156. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n199.55840>
- Thoring, K., & Müller, R. M. (2011). Understanding design thinking: a process model based on method engineering. *International Conference on Engineering and Product Design Education*.

- Tomitsch, M., & Wrigley, C. (2018). Design Think Make Break Repeat Introduction.
- UK Design Council. (2024). Framework for Innovation. Recuperado el 24 de enero del 2024, <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/framework-for-innovation/>
- Uwe Techt. (2015). Goldratt and the Theory of Constraints, The Quantum Leap in Management. ibidem Press.
- Valle, O., & Rivera, O. (2008). Monitoreo e indicadores. Texto de apoyo al proceso de construcción de un Sistema Regional de Indicadores sobre Atención y Educación Inicial.
- Von Hippel, E. (2005). Democratizing Innovation. The MIT Press.
- Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. Economía Industrial, 330. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=140164>