



Universidad Autónoma De Ciudad Juárez

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Departamento de Ingeniería Industrial y de Manufactura

Maestría en Ingeniería en Manufactura

Metodología para el diseño e integración de máquinas automatizadas

Tesis para obtener el grado de

Maestro (a) en Ingeniería en Manufactura.

Fernando Lujan Soto

“Becado (a) por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología”

Bajo la dirección del (de la) Dr. Israel Ulises Ponce Monárrez

Ciudad Juárez, Chihuahua, mayo De 2022

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Planteamiento del problema	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivos específicos.....	2
1.3	Hipótesis	3
1.4	Justificación.....	3
1.5	Alcance y delimitaciones.....	3
1.6	Cronograma	4
2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	Introducción.....	6
2.2	Diversos enfoques metodológicos centrados en el desarrollo de proyectos industriales.....	6
2.2.1	Enfoques y técnicas con mayor presencia en las metodologías.....	7
2.2.2	Metodología de diseño para contextos de comunidades en desarrollo.....	9
2.3	Historia de los métodos de diseño	12
2.4	Metodología en ingeniería del diseño.....	14
2.4.1	Diseño robusto.....	15
2.5	Proceso de Diseño y las diferentes combinaciones metodológicas involucradas en las actividades de diseño 16	
2.5.1	Modelos descriptivos del diseño.....	20
2.5.2	Modelos prescriptivos.....	21
2.6	Comparación de enfoques y metodologías según sus autores	23
2.6.1	Análisis de metodología de Blanco Romero	23
2.6.2	Análisis de metodología de Date, A.	23
2.6.3	Análisis de metodología Bixler	24
2.6.4	Análisis de metodología Vilchis.....	24

2.6.5	Análisis de metodología Bruno Murani.....	24
2.6.6	Análisis de metodología Gui Bonsiepe.....	25
2.6.7	Análisis de metodología Jorge Frascara	25
2.6.8	Análisis de metodología Guillermo Gonzáles Ruiz.....	26
2.6.9	Análisis de metodología Christopher Jones.....	26
2.6.10	Análisis de metodología Pugh	27
2.6.11	Análisis de metodología Pahl y Beitz	27
2.7	Métodos de evaluación de un diseño conceptual.....	28
2.8	Herramientas de diseño mecánico	30
2.8.1	Softwares para diseño mecánico.....	30
2.8.2	Software para el trabajo bidimensional	32
2.8.3	Software para el trabajo tridimensional.....	32
2.8.4	Diseños tridimensionales en ingeniería	32
2.8.5	Dictado de los Cursos de dibujo técnico.....	33
2.8.6	Autodesk en las ingenierías	34
3	METODOLOGÍA.....	35
3.1	Metodología para el diseño e integración de máquinas industriales	35
3.2	Diagrama de metodología planteada	36
3.2.1	Conceptualización y análisis de la requisición del cliente.....	38
3.2.2	Planificación e identificación de capacidad de planta para desarrollar el proyecto.....	38
3.2.3	Establecer el alcance y limitación de la máquina en base a presupuesto.....	39
3.2.4	Desarrollo de un diseño conceptual básico (Borrador).....	40
3.2.5	Implementación de vías de comunicación con cliente en base a reuniones de diseño	41
3.2.6	Modificaciones a través de las revisiones de diseño.....	42
3.2.7	Análisis de diseño en base a cambios pedidos y generación de listas de producción y compras ..	43
3.2.8	Evaluación y aprobación de diseño con liberación de lista de producción y compras	44
3.2.9	Detallado de máquina final con creación de planos y planificación con producción.....	45

3.2.10	Ensamble y debugueo de máquina	46
3.2.11	Validación y entrega de manuales	47
3.3	3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A HEAT STAKE HONDA	48
4	RESULTADOS	50
4.1	Resultados de conceptualización y análisis	50
4.2	Resultados de la planificación e identificación de capacidad de planta	51
4.3	Resultados de alcances y limitación de la máquina.....	51
4.4	Resultados del desarrollo del diseño conceptual borrador.....	51
4.5	Resultados de la implementación de vías de comunicación con cliente.....	53
4.6	Resultados de modificaciones a través de las revisiones de diseño.....	53
4.7	Resultados de análisis de diseño con cambios y generación de listas de producción y compras	54
4.8	Resultados de detallado de máquina final con creación de planos	54
4.9	Resultados de ensamble y debugueo	55
4.10	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
6	TRABAJOS FUTUROS	60
7	BIBLIOGRAFÍA.....	61
8	APÉNDICE	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de métodos con sus perspectivas	15
Figura 2	Fases del proceso de diseño en general.....	16
Figura 3	Gráfico de fases de diseño.....	20
Figura 4	Método de Pahl y Beitz	22
Figura 5	Diagrama de Metodología.....	37
Figura 6	Herramental con pines de estaqueo.....	50
Figura 7	Parte del diagrama de Gantt para proyecto en el que se aplicó la metodología propuesta.....	51
Figura 8	Estructura de PTR con placa principal.....	52

Figura 9 Estructura superior con periféricos	52
Figura 10 Diseño con modificaciones en revisiones	53
Figura 11 Lista de compra de maquina donde se aplicó la metodología	54
Figura 12 Ejemplo de plano listo para fabricación.....	55
Figura 13 Compras para el proyecto en bin.....	55
Figura 14 Estructuras y ensamble al 30%	56
Figura 15 Herramientales previamente planificados	56
Figura 16 Ensamble avanzado al 70%.....	57
Figura 17 Diseño simulado en software SolidWorks	57
Figura 18 Diseño ya producido e integrado y listo para validaciones	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de actividades	4
Tabla 2 Diferentes enfoques y etapas del diseño.....	11
Tabla 3 Cronología de métodos de diseño.....	13
Tabla 4 tipos de software CAD	33
Tabla 5 Software de diseño por profesión.....	34
Tabla 6 Puntos para completar Fase 1	38
Tabla 7 Puntos para completar Fase 2	39
Tabla 8 Puntos para completar Fase 3	40
Tabla 9 Puntos para completar Fase 4	41
Tabla 10 Puntos para completar Fase 5	41
Tabla 11 Puntos para completar Fase 6	42
Tabla 12 Puntos para completar Fase 7	43
Tabla 13 Puntos para completar Fase 8	45
Tabla 14 Puntos para completar Fase 9	46
Tabla 15 Tabla de comparación de resultados.....	59

RESUMEN

En el ámbito de la automatización industrial es necesario contar con máquinas capaces de completar jornadas laborales ininterrumpidas que mantengan una alta eficiencia, por lo que estas máquinas deben de cumplir con especificaciones y diseños robustos. Por tal motivo, el contar con una metodología eficiente para el diseño e integración de máquinas industriales permitirá cimentar y generar diseños mecánicos viables, esto logrado a través de etapas bien estructuradas y puntos de control que permitan supervisar el progreso en el desarrollo de la máquina y la mejora de sus diseños. En este trabajo se propone una metodología desarrollada por etapas, como son la búsqueda e interpretación de información partiendo de las especificaciones del cliente, seguido de reuniones con el cliente para identificar los puntos de mejora y correcciones futuras, permitiendo un ambiente abierto a cambios de ser necesarios.

La metodología propuesta se implementó con el apoyo y participación de la empresa donde se labora, donde se obtuvieron resultados satisfactorios, que preliminarmente arrojan altas expectativas de éxito. Esta metodología se espera que sea una herramienta muy útil para el personal encargado del diseño e integración de máquinas. Su alcance lo hace más flexible, en cuanto a que en cualquier parte o paso de la metodología pueda intervenir y evaluarse si se están haciendo las cosas correctas. Se espera que esta metodología se convierta en un estándar utilizado en futuros proyectos, que mejore el proceso de diseño mecánico y la integración, ya que es un área de gran importancia y que día a día se busca mejorar.

ABSTRACT

In the field of industrial automation, it is necessary to have machines capable of completing uninterrupted working days that maintain high efficiency, so these machines must meet robust specifications and designs. For this reason, having an efficient methodology for the design and integration of industrial machines will allow the foundation and generation of viable mechanical designs, achieved through well-structured stages and checkpoints that allow monitoring the progress in the development of the machine and the improvement of its designs. This work proposes a methodology developed in stages, such as the search and interpretation of information based on customer specifications, followed by meetings with the customer to identify points of improvement and future corrections, allowing an environment open to changes if necessary.

The proposed methodology was implemented with the support and participation of the company where the student currently works, where satisfactory results were obtained, which preliminarily show high expectations of success. This methodology is expected to be a very useful tool for the staff in charge of machine design and integration. Its reach makes it more flexible, in that any part or step of the methodology can be intervened and evaluated to see if the right things are being done. It is expected that this methodology will become a standard used in future projects, which will improve the mechanical design and integration process, since this is an area of great importance and that is being improved day by day.

1 INTRODUCCIÓN

La industria de la manufactura es un sector esencial para el desarrollo económico, y el medio de generar procesos y productos que satisfacen las necesidades de la sociedad, que, junto con los avances tecnológicos, ofrecen productos que garantizan la seguridad de los usuarios, por ejemplo, los sensores y sistemas de navegación de los automóviles. Para ofrecer estos productos, las líneas de producción cuentan con áreas particulares que realizan tareas específicas, y cuyo proceso es, actualmente, llevado a cabo con máquinas automatizadas. Las máquinas automatizadas son diseñadas para llevar a cabo tareas específicas, por lo tanto, se basan en especificaciones definidas por el producto a fabricar y los requerimientos del cliente.

Por tal motivo se busca un proceso de diseño que deba de ser riguroso y si este proceso no sigue los pasos específicos difícilmente permite alcanzar el objetivo planteado.

Además, en este trabajo se plantea la integración de varias metodologías de diseño en una sola para el diseño de máquinas industriales con lo que se busca asegurar un diseño eficiente lo cual se ira desglosando en los próximos capítulos del proyecto.

1.1 Planteamiento del problema

La industria manufacturera conforme ha crecido ha requerido en mayor medida estandarizar sus procesos para analizarlos y mejorarlos es por ello que surge una necesidad importante dentro del ámbito del diseño y automatización que es la metodología para poder desarrollar proyectos industriales basándose en requerimientos o necesidades que cualquier industria manufacturera pueda requerir, es por ello importante mencionar que los pasos o proceso que lleva un proyecto de tan gran magnitud deben de esclarecerse para poder llevarlos a cabo con un alto índice de efectividad y de probabilidades de que sea realmente eficiente sin la intervención de mantenimiento o servicio constante hacia las máquinas.

La empresa donde se busca implementar la metodología mencionada tiene como antecedente una carencia de organización en los procesos industriales tales como el diseño, la producción y la integración en sus máquinas o líneas de producción fabricadas, esto genera ciertos cuellos de botella que implican pérdidas económicas y de tiempo que retrasan y perjudican los proyectos; como experiencia personal se pudo determinar áreas en particular que requieren una estandarización de

proceso como lo es el diseño, ya que como se trabaja en esa área se pudo identificar puntos importantes de mejora.

La metodología planteada genera una capacidad de organización y diseño más confiable, ya que permite estar monitoreando avances y posibles resultados para que se logre un diseño correcto y evitar pérdidas ya sean económicas o de tiempo, las cuales llegan a ser de gran importancia para las empresas manufactureras.

Finalmente busca estandarizar la metodología para que el personal con poca experiencia tenga una orientación y guía capaz de dictarle, aconsejar y sugerirle como debe de realizarse su trabajo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una metodología para el diseño e integración de máquinas industriales, enfocadas en el ámbito automotriz, para evitar las pérdidas tanto económicas, como de tiempo en la producción. Esta metodología mejorará el proceso de integración de máquinas, para llevarlo por una serie de pasos o etapas que garanticen una alta productividad y eficiencia.

1.2.2 Objetivos específicos

- Investigar las diferentes metodologías empleadas que puedan servir de punto de partida, para identificar como mejorar cada fase planteada.
- Identificar los puntos más importantes para el diseño de una máquina industrial.
- Definir los pasos que permitan apoyar la toma de decisiones para encaminar un correcto diseño mecánico, usando como referencia el proceso de la empresa donde se aplicara la metodología comparando los valores existentes con los probables resultados.
- Implementar diferentes métodos de diseño para identificar el más factible y viable según las capacidades de la empresa,
- Desarrollar un manual que explique paso a paso como debe desarrollarse un proyecto de diseño e integración de una máquina industrial.

1.3 Hipótesis

Con la aplicación de esta metodología eficiente asegura mantener un mejor proceso de diseño basada en otras metodologías y planteada de una manera eficiente y concisa que permitirá a cualquier trabajador de nuevo ingreso en la planta, interpretarla y aplicarla para llevar a cabo los diseños pertinentes y necesarios para concretar el proyecto, permite también tener un estándar centralizado en los puntos de mayor importancia del proceso de diseño e integración haciéndolos más viables y permitiendo que puedan evaluarse para realizarle mejoras o verificar si se está llevando de una manera correcta.

1.4 Justificación

La investigación realizada para la metodología tiene la finalidad de recabar la información necesaria para comparar, analizar e interpretar los diferentes métodos o procedimientos que diferentes fuentes tienen para lograr un diseño eficiente y correcto de estaciones automatizadas de gran capacidad que permiten mejorar los procesos que en cada una de sus empresas manejan. Por otra parte, también se realizó con la finalidad de establecer una metodología para el área de trabajo que el ingeniero redactor del documento labora para así permitir que cualquier nuevo integrante tenga a su alcance todas las herramientas para lograr un diseño de la mayor calidad.

1.5 Alcance y delimitaciones

El alcance que tendrá el proyecto se enfoca en la capacidad de la metodología es decir puede aplicarse en proyectos de gran tamaño ya sea estaciones sencillas o incluso en líneas de producción que se requieran hacer en masa, esto basado en que tiene la capacidad esta metodología de incorporarse incluso en proyectos ya iniciados o incluso tomarlos de guía al ya tener desarrollado el proyecto para así evaluarlo y considerar posibles modificaciones que se requieran o surjan de la evaluación.

Finalmente, como limitación se logra detectar el posible rechazo de esta, ya que muchos trabajadores pueden llegar a considerarla una desviación o amenaza para sus métodos de diseño y eviten usarla, ya que, como es una metodología nueva para áreas donde ya se trabaja en una forma desordenada puede llegar a generar controversia con el personal que tiene ya tiempo dentro de la planta.

1.6 Cronograma

El cronograma queda definido por las actividades que son requeridas para poder complementar el proyecto en base a fechas y metas previamente establecidas, dicho cronograma es presentado en la figura 1, 2 y 3 que es hecho en el software Project capaz de generar un diagrama de Gantt incluyendo fechas previstas cada figura representa una sección del periodo que tomará realizar el proyecto.

Tabla 1 Cronograma de actividades

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Inicio	0 días	lun 16/08/21	lun 16/08/21
Inicio de proyecto	227 días	lun 16/08/21	mar 28/06/22
Fase 1 de investigación	40 días	lun 16/08/21	vie 08/10/21
Actividad 1.1 Identificación de problema	15 días	lun 16/08/21	vie 03/09/21
Actividad 1.2 Análisis de problema detectado	10 días	lun 06/09/21	vie 17/09/21
Actividad 1.3 Recopilación de información preliminar	15 días	lun 20/09/21	vie 08/10/21
Fase 2 Profundización de investigación	30 días	lun 25/10/21	vie 03/12/21
Actividad 2.1 Investigación de metodologías	10 días	lun 25/10/21	vie 05/11/21
Actividad 2.2 Investigación de herramientas para diseño	10 días	lun 08/11/21	vie 19/11/21
Actividad 2.3 Detección de cuellos de botella en empresa	10 días	lun 22/11/21	vie 03/12/21
Fase 3 Discriminación de información	20 días	jue 02/12/21	mié 29/12/21
Actividad 3.1 Identificar la información útil	11 días	jue 02/12/21	jue 16/12/21
Actividad 3.2 Seleccionar la información concreta y correcta	9 días	vie 17/12/21	mié 29/12/21
Fase 4 Inicio de documentación de proyecto	25 días	mié 29/12/21	mar 01/02/22
Actividad 4.1 Identificación de formato de proyecto	18 días	mié 29/12/21	vie 21/01/22
Actividad 4.2 Separación de información por secciones	7 días	lun 24/01/22	mar 01/02/22
Fase 5 Planteamiento de metodología propia	30 días	mar 22/02/22	lun 04/04/22
Actividad 5.1 Discriminación de metodologías	20 días	mar 22/02/22	lun 21/03/22
Actividad 5.2 Detección de áreas para mejorar con metodología	10 días	mar 22/03/22	lun 04/04/22
Fase 6 Diseño y evaluación de fases	20 días	lun 04/04/22	vie 29/04/22
Actividad 6.1 Determinación de fases de metodología	8 días	lun 04/04/22	mié 13/04/22
Actividad 6.2 Definición de evaluadores por fase	10 días	jue 14/04/22	mié 27/04/22

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Actividad 6.3 Identificación de porcentajes aceptables por fase	2 días	jue 28/04/22	vie 29/04/22
Fase 7 Aplicación de metodología propuesta	20 días	vie 29/04/22	jue 26/05/22
Actividad 7.1 aplicación de metodología por área	8 días	vie 29/04/22	mar 10/05/22
Actividad 7.2 Recopilación de resultados	5 días	mié 11/05/22	mar 17/05/22
Actividad 7.3 Retroalimentación y evaluación de fases con metodología implementada	7 días	mié 18/05/22	jue 26/05/22
Fase 8 Redacción de tesis y revisiones	20 días	jue 26/05/22	mié 22/06/22
Actividad 8.1 Finalización de borrador tesis	5 días	jue 26/05/22	mié 01/06/22
Actividad 8.2 Evaluación final de metodología	6 días	jue 02/06/22	jue 09/06/22
Actividad 8.3 Comparación de resultados obtenidos con los previos	3 días	vie 10/06/22	mar 14/06/22
Actividad 8.4 Revisiones periódicas con asesor para tesis	6 días	mié 15/06/22	mié 22/06/22
Fase 9 Terminación de proyecto	5 días	mié 22/06/22	mar 28/06/22
Actividad 9 Revisión final y entrega	5 días	mié 22/06/22	mar 28/06/22
Fin de proyecto	0 días	mar 28/06/22	mar 28/06/22

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Una metodología es aquella serie de pasos o indicaciones que se realizan con la intención de obtener un producto o proceso de la mejor manera, reduciendo el tiempo de elaboración y la productividad generada; es por eso que el marco teórico recopila la información de toda la historia, los enfoques y conceptos básicos de la metodología que permitirán aportar las herramientas y conocimientos para desarrollar la metodología propia, la información a continuación se mostrará como se indicó anteriormente, presentando como base o cimientos la historia o autores que al paso del tiempo han contribuido a implementar metodologías para procesos ya sea industriales o automatizados según se requirió, además como parte fundamental del marco teórico se tiene la comparación de los diversos enfoques que se han ido encontrando al o largo de la búsqueda de la información, es decir cada autor maneja un panorama diferente de como aplico o como desarrollo su metodología, esto ayuda al autor a poder centralizar los conceptos e ideas para analizarlas y poder estructurar la metodología propia de una manera mejor, concisa y productiva, finalmente como ejemplos podremos encontrar varias metodologías de diversos autores comprobando que tienen sus características propias y sus diferencias las cuales las hacen únicas, esto apoyándonos de herramientas como tablas de comparación que nos servirán para detectar similitudes pero sobre todo las diversidades en sus fases, pasos o etapas.

2.2 Diversos enfoques metodológicos centrados en el desarrollo de proyectos industriales

Los enfoques que a continuación se desglosarán servirán para poder identificar cuál era la perspectiva de los autores anteriores de las diversas metodologías, también se busca identificar los puntos en los cuales se basaron para llegar a la conclusión de aplicar dicha metodología a su proceso o sistema, esto con la intención de que se busque un enfoque propio y novedoso, pero que también tenga parte de cada uno de los autores investigados para poder respaldar el enfoque propio.

Según Margolin (2002) la metodología de diseño seguida en estos proyectos no ha de ser completamente diferente, sino que lo que ha de cambiar son las prioridades del proyecto. Otros autores indican que las metodologías tradicionales seguidas por los equipos de diseño han de adaptarse cuando se aplican a proyectos de diseño en comunidades en desarrollo. Por ejemplo, Murphy et al. (2009) apuntan que “los enfoques tradicionales de la ingeniería necesitan ampliarse con

técnicas más flexibles, participación de los usuarios y colaboración multidisciplinar” y que los tres puntos críticos de las metodologías convencionales de diseño son:

- 1) Los usuarios finales no intervienen hasta el final del proyecto.
- 2) No analizan explícitamente las consideraciones sociales, culturales y de género en ninguna de sus etapas.
- 3) Se enfocan principalmente a la tecnología en sí y no se enfatiza en la identificación de la necesidad y la solución, la transferencia de tecnología y los mecanismos de creación de capacidades en el contexto en desarrollo.

Además, como propuestas concretas de metodologías o pasos a seguir en proyectos de tecnologías apropiadas se pueden citar las siguientes:

Date (1984), tras el análisis de varios casos de estudio en aplicaciones de tecnologías apropiadas, propone una metodología para el diseño de estas tecnologías en una serie de pasos:

- 1) Identificación de la necesidad;
- 2) Especificación de las condiciones del entorno con el fin de determinar el nivel de
- 3) colectividad de las personas relacionadas con la necesidad y otras situaciones relevantes;
- 4) Conversión de la necesidad en un problema tecnológico solucionable;
- 5) Análisis del espectro de soluciones técnicas disponibles;
- 6) Selección de una solución disponible o innovar con una nueva solución técnica a través de la investigación y el desarrollo experimental;
- 7) Micro-difusión;
- 8) Búsqueda de mecanismos de transferencia de difusión más amplia.

Estos pasos siguen la estructura básica de las metodologías de fases con diferencias fundamentales en las etapas iniciales y finales(Blanco Romero, 2018).

2.2.1 Enfoques y técnicas con mayor presencia en las metodologías.

Cada metodología tiene sus particularidades que la hacen distinguirse del resto, es por ello que a continuación se enlistan los diferentes enfoques y técnicas que se pueden encontrar en las metodologías y que sirven como discriminador para poder distinguirlas unas de las otras como, por ejemplo:

2.2.1.1 Agile

Los proyectos tienen un proceso de gestión un ejemplo puede ser Agile el cual es un método de gestión de valor concentrado esto permite procesar los proyectos en pequeñas fases o ciclos. Es

considerada una metodología flexible. Los proyectos beneficiarios son aquellos con características dinámicas. Los gerentes que operan en este entorno tratan los eventos destacados como "sprints" con el objetivo de adaptarse constantemente a cambios repentinos en las notas. Agile es más adecuado para proyectos de software pequeños que involucran un equipo altamente colaborativo o un proyecto que requiere una iteración frecuente.

2.2.1.2 Waterfall

Por otra parte, la metodología Waterfall respecto a proyectos tiene un enfoque más tradicional y es más comúnmente utilizada en los sectores de manufacturación o construcción. Muchos expertos creen que este es el primer paradigma aplicado en ingeniería de software. El modelo adopta un enfoque lineal de gestión al dividir el proyecto en secuencias con el comienzo de la etapa dependiendo de la finalización de la etapa anterior.

Este método consta de 5 pasos:

- Ingeniería de ideas
- Diseño de sistema
- Implementación
- Prueba & Validación
- Mantenimiento

2.2.1.3 Scrum

El método anterior tradicional revela un proceso más largo donde la planificación en sí pudiera tomar un par de meses antes de seguir con la siguiente etapa, el diseño. Se puede decir que durante la fase de diseño se pudiera también tomar unos meses; esto pudiera conducir al lanzamiento de un producto quizá calificado como obsoleto o viejo en el mercado actual.

2.2.1.4 PRINCE2

Siendo un acrónimo para Proyectos en Ambientes Controlados (Projects in Controlled Environments, con sus siglas en inglés). Tiene como origen en el Reino Unido y fue aceptado en ese lugar como la mejor práctica para la gestión de proyectos gracias a su naturaleza flexible. Esto indica entradas claramente definidas, agregando una justificación de negocio para cada proyecto.

2.2.1.5 PERT

La Técnica de Evaluación y Revisión de Proyecto (Project Evaluation Review Technique, por sus siglas en inglés es el favorito de muchas empresas de manufactura, ya que tiene en cuenta el tiempo

que toma completar una tarea. El tiempo es un factor importante en la gestión de proyectos porque determina el presupuesto del proyecto.

2.2.1.6 Extreme Programming (XP)

Es un método de ciclo de vida a corto plazo cuyo objetivo principal es mejorar la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Sus características y principios suponen un equipo de gestión que aspira a la excelencia en el proceso de desarrollo, también tiene sus raíces en la estructura agile fue desarrollada en los años 90 por Kent Black.

2.2.1.7 Kanban

Kanban, un método de planificación de proyectos desarrollado por la empresa japonesa Toyota en la década de 1940, la idea detrás de Kanban es la entrega continua, especialmente cuando se combina con el método Scrum. El uso de un sistema de señales visuales permite que el equipo del proyecto sepa qué se espera de las tareas del proyecto en términos de cantidad y calidad, así como cuándo se deben completar las tareas.

El proceso de gestión de proyectos Kanban elimina los sprints y los hitos asignados a las técnicas de gestión tradicionales y los métodos scrum, respectivamente. Lo que encontramos fue un enfoque mucho más fácil para la gestión del tiempo, el tamaño del proyecto y la elaboración de presupuestos; Estos tres factores determinan el éxito de cualquier proyecto(Guévin, s/f).

2.2.2 Metodología de diseño para contextos de comunidades en desarrollo.

Cuando una metodología se enfoca en un área en particular se busca profundizar desde el punto de vista de los resultados preliminares obtenidos, es por esto que se puede apreciar varias metodologías enfocadas en comunidades en desarrollo, como algunos ejemplos podemos encontrar autores como:

Bixler, (2011) que integra una propuesta propia metodológica en los usuarios finales. No ha de ser un método donde el equipo de diseño decida los requisitos del proyecto, sino uno en que los usuarios desarrollen estos requisitos desde el inicio; los diseñadores deben ofrecer consejo de manera que no condicionen al usuario. La metodología propuesta debería seguir estos pasos:

- 1) Adquisición de los requisitos del usuario final
- 2) análisis para darle prioridad de requisitos por el usuario enfocado por los integrantes de diseño
- 3) Co-diseño con los usuarios finales
- 4) Valoración del diseño con el usuario final

En su artículo hace una propuesta basada en una metodología más concreta de diseño para tecnologías apropiadas basada también en las metodologías de fases (concretamente en la VDI alemana) donde la intervención de las personas de la comunidad a la que va dirigido el producto es la clave diferenciadora. Sin embargo, el procedimiento de aplicación es extremadamente complejo. Ante una estructura básica de proceso de diseño de tecnologías apropiadas estos autores proponen una estructura que involucra en todas las etapas a los usuarios locales. La metodología propuesta por estos autores divide cada etapa en diferentes pasos y en cada paso se realizan diferentes actividades.

La Tabla 2 muestra todas las actividades que se contemplan en este proceso de metodología. La etapa de diseño mecánico propiamente dicha no ocupa las actividades que las de esbozos y construcción de los diseños. El resto de las actividades se concentran principalmente en las etapas de planificación y evaluación. Este método define en la etapa inicial una serie de aspectos, variables teóricas y variables operacionales que utiliza para la estandarización de los requerimientos, usando una formulación propia para su uso posterior incluido una clasificación (Jairo,2004).

Tabla 2 Diferentes enfoques y etapas del diseño

PASO	ACTIVIDAD
Etapas de planificación	
Selección de los observadores	Testeo de la fiabilidad
	Categorización
	Selección
Detección de inputs sobre el terreno	Elaborar pregunta maestra
	Pregunta & respuesta informal
	Información de terceros
	Triangulación
Recopilación de requerimientos	Nombrar
	Agrupar
	Especificación cualitativa/cuantitativa
Etapas conceptuales	
Escalar el grado de creatividad	Diferenciar grados de libertad y restricciones
	Agrupar por patrones
	Rellenar y cumplir normas y notas adicionales
Establecimiento conceptos fisiológicos	Derivación de funciones fisiológicas (PF)
	Explorar alternativas para cada PF
	Componer los conceptos fisiológicos
	Detallar los conceptos fisiológicos
Etapas de diseño	
Construcción de los diseños	Esbozos de diseño
	Construcción de los diseños de tecnología apropiada (AT)
Ensayos de campo	Situar las AT en sus contextos de uso
	Desarrollo de los protocolos de ensayo
	Preparación de documentos y personas para el ensayo
	Ensayos y repeticiones
	Recopilación de resultados
Etapas de evaluación	
Valoración de las prestaciones	Establecimiento de normas de valoración
	Recopilación de las normas de cálculo requeridas
	Valoración de las prestaciones de cada diseño
Evaluación del nivel de adecuación	Ponderar variables operacionales
	Evaluación de las prestaciones
Compilación de la evaluación de todos los diseños en todos sus aspectos	
Juicio de la tecnología apropiada	Mapeo de la "idoneidad" tecnológica
	Juicio (primer nivel)
	Mapeo de la "idoneidad" inversa
	Juicio (primer nivel, alternativo)
	Recálculo incorporando importancia de la "idoneidad"
	Juicio (segundo nivel)

2.3 Historia de los métodos de diseño

Existe una tendencia a aceptar la necesidad de seguir métodos a la hora de diseñar los productos y los modelos que representan, aunque no fue hasta finales de la década de 1950 y principios de la de 1960 que el tema de los métodos de diseño cobró relevancia como respuesta a la creciente complejidad del proceso de desarrollo de productos.

Jones en su artículo “Estilo de Diseño Sistemático” en la Primera Conferencia de Métodos de Diseño celebrada en 1962 en la Universidad Imperial, formalizó el comienzo de la era del diseño “sistemático” (Jones, 1984). Cross (1984) aplica una síntesis de diferentes enfoques de diseño desarrollados durante los siguientes veinte años (1962-1982), comenzando con la sugerencia de Jones y pasando a Alexander, Archer, Darke y Ritter, para indicar el nombre más conocido.

En general, el paradigma del diseño se entiende como una forma de expresión del proceso que el diseñador desarrolla en su trabajo. Los patrones y estilos de diseño se pueden enmarcar en lo que los expertos describen como el estudio del diseño con el objetivo común de crear nuevas formas o propuestas para mejorar la eficiencia del diseño.

Cross (1999) clasifica los patrones de diseño en dos grupos: descriptivos y descriptivos, mientras que Takeda (1990) cita a Finger y Dixon (1989) quienes agregaron otros dos grupos: cognitivos y computacionales. Los modelos descriptivos representan la secuencia de actividades que tienen lugar en el diseño, incluido el modelo básico y el modelo francés. Como sugiere el nombre, la receta describe el patrón de actividad de diseño, como Archer, Pahl, Beitz, German VDI 2221, March y Pugh intent, entre otros. Si bien las visualizaciones explican el comportamiento y los cálculos del diseñador, expresan cómo la computadora desarrolla la tarea de diseño.

La tabla 2 a continuación muestra la historia de los métodos de diseño descrita como una línea del tiempo en la cual los autores y sus enfoques están descritos de una manera breve, ya que cada uno tiene su desarrollo particular el cual abarca bastante información se decidió incluir solamente el concepto en general que busca proporcionar el autor.

Tabla 3 Cronología de métodos de diseño

Autores representativos	Descripción
Asimow (1962)	Dos etapas: • Planeación y Morfología • Diseño detallado.
Jones (1963)	La intuición y los aspectos no-rationales tienen el mismo rol que los lógicos y los procedimientos sistemáticos
Archer (1963),	Listas de chequeo, para verificar tres fases: • Análisis. • Creatividad • Ejecución.
Alger y Hays (1964)	Énfasis en la valoración de alternativas del proyecto.
Alexander (1964)	Análisis riguroso del problema. Adaptación del programa de diseño al problema específico División del problema complejo en subgrupos de problemas.
Luckman (1967)	Método AIDA, tres fases: • Análisis • Síntesis • Evaluación. No son lineales sino interactivas.
Levin (1966)	Caracterización de propiedades de sistemas. Relación causa – efecto (controlables y no controlables)
Gugelot (1963) Burdel (1976)	Información sobre necesidades del usuario. Aspectos funcionales Exploración de posibilidades funcionales Decisión Detalle: cálculos, normas, estándares. Prototipo.
Jones (1970)	No es un método, pero expone dos tendencias: Caja negra: la parte más importante del diseño se realiza en el subconsciente del diseñador, no puede ser analizada. Caja de cristal: todo el proceso se hace transparente.
Jones (1971) Alexander Tudela	Contracorriente: Los métodos de diseño destruyen la estructura mental del diseñador. Se produce una abolición de la racionalidad funcional.
Manuri (1974)	No es correcto proyectar sin método. Indica que primero se hace un estudio sobre materiales y procesos, que alimentan la generación de ideas.
Maldonado (1977) Dorfles (1977)	Deben integrarse al proceso de diseño los factores: funcionales, simbólicos o culturales, de producción.
Bonsiepe (1985)	Dos métodos: Reducción de la complejidad de Alexander. Búsqueda de analogías o Sinéctica de Gordon.
Quarante (1992)	Para cada problema hay un método. No universalidad de métodos.

2.4 Metodología en ingeniería del diseño

El entrenamiento mental no interfiere con la intención expresiva o la capacidad creativa; Al contrario, ambos se complementan, es por ello por lo que este tipo de metodologías es más encontrado en áreas de diseño mecánico enfocadas en la generación de componentes industriales, con procesos sometidos a altas jornadas y condiciones más extremas.

La sistematización es útil en el campo del diseño para evitar acciones arbitrarias e incoherentes a los recorridos intuitivos por la vasta gama de posibilidades que en cada proyecto se presenten.

El método en el diseño está determinado por los fines: responde a problemas determinados y a sus características específicas, por lo que no es suficiente el conocimiento de estos métodos, es necesario saber aplicarlos en las situaciones dadas.

- Según dos teóricos diferentes, se pueden distinguir cuatro constantes de diseño sistemáticas:
- Información e investigación. - incluye la recopilación y disposición de documentos relevantes para un caso o asunto en particular;
- Para analizar. Dividir el sistema contextual en requisitos, requisitos o condiciones;
- Sintético. Inclusión de los criterios de validación propuestos para la mayoría de los enunciados y expresiones como un todo en un todo estructurado y coherente conocido como la respuesta formal al problema;
- Evaluación. - Concerniente en la sustentación de la respuesta formal a la contrastación con la realidad.

A estos podemos agregar la formulación de alternativas y la definición del proyecto.

Estas constantes del diseño forman el proceso de diseño el cual se produce a tras de una sucesión de momentos tanto de 'caja transparente' como de 'caja negra', aquellos en Este comportamiento y los momentos en que se vuelve tan fantástico se pueden visualizar a medida que se enfatiza.

El diseñador debe tener presente que la inspiración es obra del pensamiento disciplinario que no debe confundirse con el pensamiento reglamentado o la actitud estereotipada. El análisis del problema es necesariamente el punto de partida, mediante él se comprende la interrelación de las partes involucradas(Vilchis, 2000).

2.4.1 Diseño robusto

Los productos robustos son aquellos que están diseñados para mantener sus características de calidad con cambios mínimos, incluso cuando están sujetos a cambios externos o internos o al proceso de fabricación (Grima, 1993).

Como ejemplo se puede apreciar en la figura 4 los métodos desarrollados con base en las perspectivas de cada uno de los enfoques de diversas áreas como lo es el diseñador, el cliente y la comunidad en base a los métodos, el cual uno de los más influyentes y conocidos es el método Taguchi, que estudia los parámetros de diseño determinando los valores óptimos para aquellos cuyo rendimiento es poco probable que cambie (Tagouchi y Yokoyama, 1993). Jiang Wallada (2005) sugirió modificar el método Taguchi para mejorar la solidez de los grupos de productos estándar ante cambios en los requisitos del cliente, para determinar de manera eficiente los parámetros de control óptimos y el tiempo correspondiente para diseñar líneas de producción robustas. Xue y otros (2008) desarrollaron un modelo basado en el método de Taguchi que introduce un nuevo enfoque metodológico para el diseño de parámetros.

Downey recomienda un método altamente efectivo para lograr robustez que denominan “ensamblajes inteligentes”, que puede ser utilizado en conjunto con otros métodos desarrollados hasta la fecha. El estudio se completó aplicando este método a una aplicación industrial del proceso. Zakarian et al. (2007) Un marco para desarrollar sistemas robustos basados en técnicas de ingeniería de calidad, análisis integrado y modelado de sistemas. Yassin (2007) emplea Design Structure Matrix (DSM) para modelar y simular procesos de desarrollo de productos (Nora, 2010).

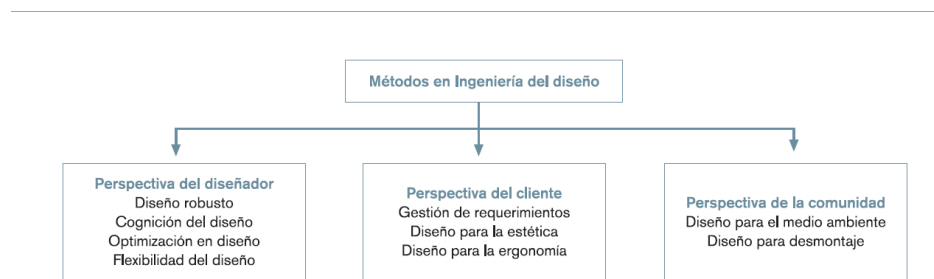


Figura 1 Diagrama de métodos con sus perspectivas

2.5 Proceso de Diseño y las diferentes combinaciones metodológicas involucradas en las actividades de diseño



Figura 2 Fases del proceso de diseño en general

La figura 5 muestra un enfoque de proceso de diseño simple y conciso el cual contiene las etapas de investigación, creación y producción que son actividades interdisciplinarias, en la cual el diseñador debe identificar problemas, establecer alternativas de solución y proponer soluciones, con base en una metodología.

El diseñador gráfico e industrial italiano Bruno Munari (1907-1998) introdujo un enfoque de diseño basado en problemas. Esta metodología evita inventar una rueda para cada proyecto y sugiere una metodología de resolución de problemas.

Por otra parte, es importante mencionar a Gui Bonsiepe quien fue un diseñador alemán que tuvo una amplia y profunda influencia en el diseño de América Latina y profesor de la Escuela Superior de Diseño de Alemania HfG Ulm (Hochschule für Gestaltung de Ulm 1953-1968). Se adapta al trabajo del diseñador gráfico de cara al proceso de diseño y todo lo relacionado con su construcción, a pesar de que en ocasiones el método de investigación tiende al diseño industrial, como aclara su autor, la metodología no se rige por pasos secuenciales y terminales, al contrario, el proceso de diseño se reformula de cuando en cuando y sigue la siguiente estructura según el autor:

1.- Estructuración del problema

1.1.-Localización de la necesidad (enunciado de metas a alcanzar o, en el caso de proyectos existentes, metas no alcanzadas).

1.2.- Valoración de la necesidad, compare los requisitos con otros requisitos para determinar su compatibilidad y prioridad.

1.3.- Analizar el problema de diseño en relación con su justificación.

1.4.- Definir el problema global de diseño.

- 1.5.- Decisión del problema proyectual
- 1.6.- Subdivisión de problemas en subproblemas
- 1.7.- Jerarquización de los problemas
- 1.8.- Análisis de soluciones existentes

2.- Diseño

- 2.1.- Desarrollar soluciones alternativas o ideas básicas
- 2.2.- Examen de alternativas
- 2.3.- Selección de mejores alternativas
- 2.4.- Desarrollar alternativa seleccionada
- 2.5.- Construcción del logotipo
- 2.6.- Evaluación del prototipo
- 2.7.- Introducir modificaciones eventuales
- 2.8.- Construcción del prototipo modificado
- 2.9.- Validación del prototipo modificado
- 2.10.- Preparar los dibujos técnicos finales para la producción.

3.- Realización

- 3.1.- Fabricación de pre-serie
- 3.2.- Elaboración de estudios de costos
- 3.3.- Adaptación del diseño a las condiciones específicas del fabricante
- 3.4.- Productos en serie
- 3.5.- Valoración del producto tras un periodo de uso

Por otro lado, Jorge Frascara nacido en 1939 profesor de Arte y Diseño en la Universidad de Alberta y miembro honorario de la Asociación Canadiense de Diseñadores Gráficos, trató de agrupar continuamente las etapas del diseño de la siguiente manera:

- 1) Gestión comercial del cliente (primera definición del problema)
- 2) Recopilación de información sobre clientes, productos, competidores y audiencia
- 3) Análisis. Interpretación y Organización de la Información (Definición del Segundo Problema)
- 4) Establecer metas
- 5) Especificación de visualización (definiendo el tercer problema)
- 6) Desarrollo de anteproyecto
- 7) Presentación al cliente
- 8) Organización de la producción
- 9) Implementación
- 10) Verificación

Guillermo Gonzáles Ruiz explica también 4 denominadores comunes para el acto del diseño en el documento diseñador los cuales serían:

- Definición del problema: consiste en aclarar el objetivo y especificar el propósito del diseño y sus derivados.
- Recopilación de datos: Recopilar datos de viabilidad para proporcionar orientación sobre tema particular, aunque a veces, a primera vista, no lo parezca.
- La etapa de la iluminación: Aparece así sin esfuerzo, ahí el proyectista siente que está alcanzando la meta buscada.
- Etapa de gestación: Alternancia entre lo consciente y lo inconsciente sobre la idea a desarrollarse y la búsqueda de parámetros visuales.
- Elaboración de la propuesta de diseño: Expresar ideas con precisión visualmente, dando expresión concreta a las ideas en términos de representación gráfica. Este es un momento de rigor donde emerge un trabajo especializado, minucioso y representativo.

También es importante mencionar que según coinciden distintos teóricos se pueden distinguir con claridad cuatro constantes metodológicas del diseño:

I. Información y búsqueda: incluida la recopilación y el arreglo relacionados con un tema o problema específico.

II. Análisis: Analice el sistema de contexto en requisitos, requisitos o condiciones.

III. Síntesis: incluye los criterios de elegibilidad propuestos para la mayoría de los requisitos y se expresa en su conjunto en una forma estructurada y coherente conocida como la respuesta formal al problema.

IV. Valoración: Sobre el apoyo de la respuesta oficial a la contradicción con la realidad. Estos se suman a las alternativas de construcción y definición del proyecto.

Estas constantes de diseño, según Christopher Jones, constituyen el proceso de diseño que se produce a lo largo de la caja de cristal transparente y la caja negra (entrada, procesamiento y salida).

Se puede observar que estas metodologías brindan investigaciones y análisis profundos, a partir de los cuales se inicia la tarea de diseño. Simultáneamente a esto, Norberto Chavez y Joan Costa presentaron en sus libros la imagen de la empresa, con las características propias de este tipo de misión.

Sin embargo, la metodología de diseño (Gui Bonsiepe, Bruno Munari, Víctor Papanek, Christopher Jones, Hans Gugelot, Morris Asimos, Bruce Archer, Norberto Chaves, Joan Costa, Jorge Frascara) no tiene por qué ser del todo rígida y racional, al contrario, la intuición y la imaginación, educadas y basadas en sensibilidades agudas relacionadas con todos los aspectos de la vida humana, son los componentes más importantes para la realización de cualquier negocio, cualquier diseño.

Sobre este punto, Christopher Jones, postula que con el método racional se tiene la impresión de que puede resolverse el problema de diseño con matemática certeza, pero que, en realidad, lo bueno es combinar racionalidad e intuición, algo mucho más difícil que ser solo racional o solamente creativo.

Finalmente, Jones, agrega que lo realmente bueno acerca de los métodos de diseño es que se debe ser más consciente de cómo organizar el propio proceso de diseño y no verse confundido por él (Rodríguez, 2005).

2.5.1 Modelos descriptivos del diseño

El modelo lineal del proceso de diseño, aunque resulta muy básico, permite identificar las fases del diseño que son comúnmente aceptadas por la mayoría de los investigadores. La siguiente figura 6 muestra las fases del diseño conceptual, preliminar y detallado.



Figura 3 Gráfico de fases de diseño

En la primera etapa se busca conceptos o principios de resolución de problemas, donde se analiza el problema específico y se recopilan y evalúan una o más posibles soluciones en relación con las soluciones. Establecer restricciones (especificaciones). Algunos la denominan la fase de “síntesis” del diseño. En esta fase se generan principios de solución, pero no se obtienen estructuras de solución lo suficientemente válidas o acabadas como para materializar la respuesta al problema.

En la fase de diseño preliminar se avanza en la concretización de una solución al problema, determinando componentes e interacciones con el suficiente grado como para poder evaluarla objetivamente. Obteniendo formas específicas, materiales sugeridos y planos de montaje con dimensiones generales que representen el producto como un conjunto organizado de componentes, conexiones y uniones. Se puede decir, que esta fase es más comprendida por los ingenieros de diseño que la anterior, dada la formación curricular específica.

La fase de diseño detallado corresponde a la creación de todas las especificaciones requeridas para lograr una solución de producto. Elaboración de planes de detalle, determinación de etapas

productivas, identificación de proveedores, etc. Son procedimientos típicos en esta etapa, que se desarrollan mejor a nivel de empresa., dado su interés particular y su organización orientada a la materialización de soluciones.

Por lo tanto, estas etapas, además de describir el proceso, también muestran una diferencia en el interés por la práctica del diseño.

2.5.2 Modelos prescriptivos

Como se mencionó, los modelos modulares, además de ser descriptivos, brindan una guía para el desarrollo de cada etapa y etapa del proceso de diseño. En esta categoría hay varias propuestas, las más famosas son las de Archer, VDI21, March, Pugh y Pahl y Beitz. Los dos últimos patrones se presentan a continuación porque representan la tendencia para definir patrones de diseño obligatorios.

El modelo denominado «Total Design» propuesto por Pugh (1990) está basado en un núcleo descriptivo del proceso, compuesto de actividades genéricas (válidas para cualquier producto que se diseñe) tales como: Análisis de mercado, diseño de concepto, diseño de detalle, producción y ventas. Además del núcleo, habrá "especificaciones de diseño", que son propiedades específicas que rodean el caso específico que se va a tratar y que definen el alcance de los procesos de diseño subyacentes.

Pero las principales características de este modelo son: la necesaria interacción entre tantas disciplinas como sea necesario para resolver el problema, sean estas industrias técnicas o no, que serán tenidas en cuenta durante todo el proceso y que definen la “frontera del diseño”; y el continuo acercamiento a la solución mediante la retroalimentación conduce a períodos alternos de diferencia (generación de conceptos) y convergencia (evaluación del sistema). Este enfoque de solución paso a paso es lo que Pugh llama "convergencia controlada" y utiliza una matriz de evaluación que clasifica las alternativas frente a criterios preestablecidos.

El método de Pahl y Beitz mostrado en la figura 4 utiliza la teoría de sistemas para sustentar la propuesta de trabajo a través de funciones y subfunciones, que combinan los efectos físicos con propiedades geométricas y físicas, de ahí el principio de solución.

El método centra su atención en el denominado «embodiement design» (diseño de conjunto), pero para ello, propone un desarrollo de proyecto por módulos funcionales separados, lo cual tiene como ventaja la simplificación del análisis, pero la desventaja de que puede llegarse a una propuesta de conjunto muy compleja(Alay, 2017).

Al analizar cada uno de los métodos de diseño aquí presentados, podemos concluir que a pesar de las diferencias que puedan existir entre ellos, existen algunas similitudes que confirman el reconocimiento de las etapas y etapas generales, así como los casos específicos de la etapa de formulación del concepto de diseño, es decir, alternativas de solución a un problema que se solucionan en un momento dado y en las que la creatividad es la protagonista.

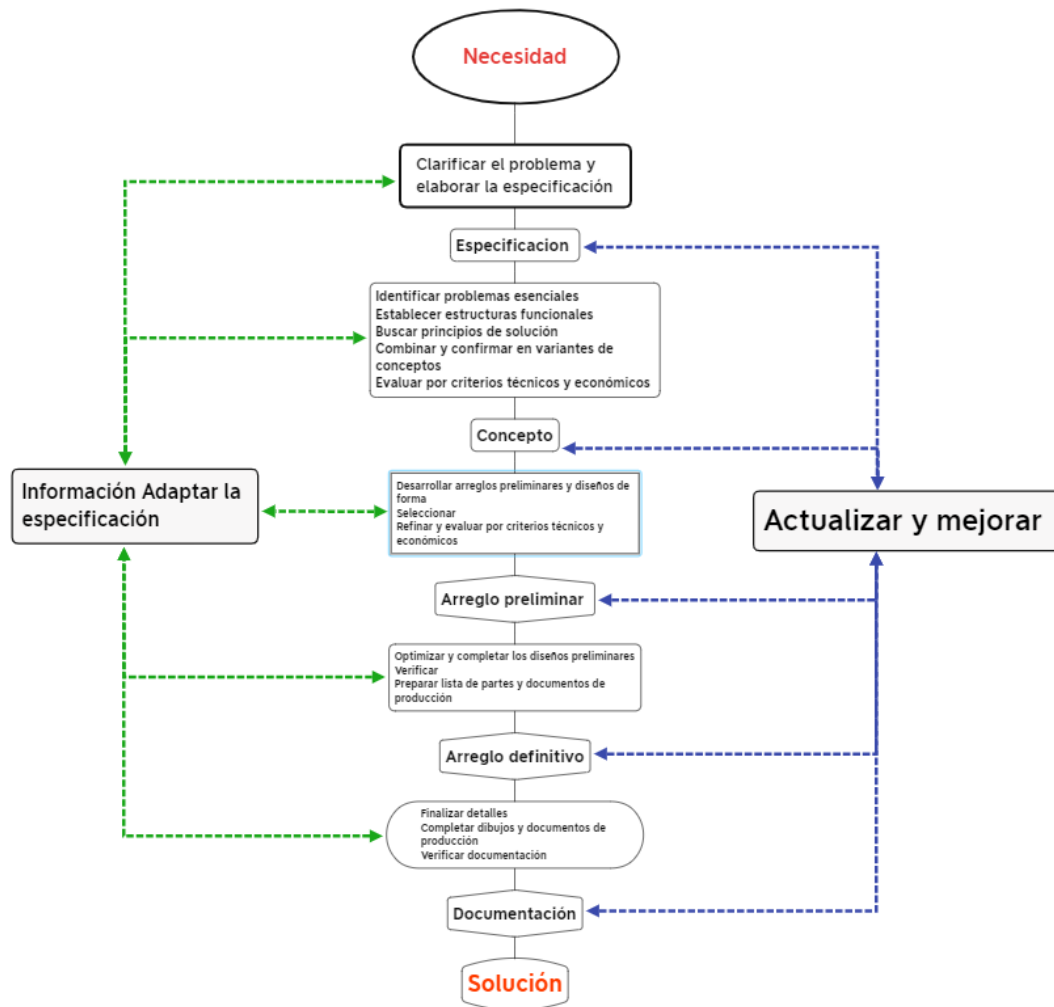


Figura 4 Método de Pahl y Beitz

2.6 Comparación de enfoques y metodologías según sus autores

A continuación se muestra las metodologías investigadas con sus diversos enfoques previamente analizados y a la cual llegaron, esto para identificar con mayor precisión las diferencias que puedan llegar a presentarse lo cual empezará a formular la propia con originalidad pero fundamentada en aquellas investigadas, además se busca tener un panorama más amplio de cómo es que se realizan las metodologías, es decir el cómo al pasar de los años se fueron determinando mejoras o cambios que permitían ser más accesibles y entendibles para el personal que llegase a necesitar de alguna de estas, cabe resaltar que muchas de las metodologías están basadas en sus sucesoras por lo que las similitudes en muchas es grande, por lo que es más complicado encontrar la diferencias entre ambas.

2.6.1 Análisis de metodología de Blanco Romero

El enfoque que presenta blanco romero se basa en la necesidad de ampliar con técnicas más flexibles los procesos de ingeniería apoyándose de la participación de los usuarios y la colaboración multidisciplinar, Blanco sugiere los siguientes pasos de su metodología:

- Los usuarios finales no intervienen hasta el final del proyecto.
- No analizan explícitamente las consideraciones sociales, culturales y de género en ninguna de sus etapas.
- Se enfocan principalmente a la tecnología en sí y no se enfatiza en la identificación de la necesidad y la solución, la transferencia de tecnología y los mecanismos de creación de capacidades en el contexto en desarrollo.

2.6.2 Análisis de metodología de Date, A.

En este el autor sugiere propuestas concretas de metodologías o pasos a seguir en proyectos de tecnologías apropiadas.

- Identificación de la necesidad;
- Especificación de las condiciones del entorno con el fin de determinar el nivel de colectividad de las personas relacionadas con la necesidad y otras situaciones relevantes.
- Conversión de la necesidad en un problema tecnológico solucionable.
- Análisis del espectro de soluciones técnicas disponibles

2.6.3 Análisis de metodología Bixler

Bixler focaliza su propuesta metodológica en los usuarios finales. Según este autor, y basándose en proyectos reales, una metodología de diseño de tecnologías apropiadas ha de implicar a los usuarios como co-diseñadores. Su metodología la plantea de la siguiente forma resumida:

- Adquisición de los requisitos del usuario final
- Priorización de requisitos por el usuario final guiado por el equipo de diseño
- Co-diseño con los usuarios finales
- Evaluación del diseño con el usuario final

2.6.4 Análisis de metodología Vilchis

El método en el diseño está determinado por los fines: responde a problemas determinados y a sus características específicas, por lo que no es suficiente el conocimiento de estos métodos, es necesario saber aplicarlos en las situaciones dadas. Su estructura está definida por:

- Información e investigación. - Consistente en el acopio y ordenamiento del material relativo al caso o problema particular.
- Análisis. - Descomposición del sistema contextual en demandas, requerimientos o condicionantes
- Síntesis. - Consistente en la propuesta de criterios válidos para la mayor parte de demandas y que el conjunto se manifieste en un todo estructurado y coherente llamado respuesta formal del problema.
- Evaluación. - Concerniente en la sustentación de la respuesta formal a la contrastación con la realidad.

2.6.5 Análisis de metodología Bruno Murani

Bruno plantea un método proyectual basado en la resolución de problemas. Esta metodología evita el inventar la rueda con cada proyecto y plantea sistematizar la resolución de problemas. Su estructura está definida por:

- Problema principal
- Definición del problema
- Definición y reconocimiento de subproblemas
- Recopilación de datos
- Análisis de datos
- Creatividad

- Materiales - Tecnología
- Experimentación
- Modelos
- Verificación
- Dibujos constructivos
- Solución

2.6.6 Análisis de metodología Gui Bonsiepe

Adecua al quehacer de diseñador gráfico frente al proceso de diseño y todo lo que involucra su desarrollo, este autor divide su metodología en secciones y subsecciones como se muestra a continuación:

- Estructuración del problema
Localización de una necesidad (Declaración de objetivos a lograr o en el caso de proyectos existentes, objetivos no satisfechos.)
Valoración de la necesidad. Comparar la necesidad con otras respecto a su compatibilidad y prioridad.
- Diseño
Desarrollo de alternativas o ideas básicas
Examen de alternativas
Selección de mejores alternativas
- Realización
Fabricación de pre-serie
Elaboración de estudios de costos
Adaptación del diseño a las condiciones específicas del productor
Productos en serie

2.6.7 Análisis de metodología Jorge Frascara

Basándose de Bonsiepe intento enfocarlo de manera que fuera más compacto y sintético su metodología de la siguiente manera:

- Encargo del trabajo por el cliente (primera definición del problema)
- Recolección de información sobre el cliente, producto, competencia, público
- Análisis. Interpretación y organización de la información (segunda definición del problema)
- Determinación de objetivos:

Determinación del canal

Estudio de alcance, contexto y mensaje

Análisis de prioridades y jerarquías

- Especificaciones para la visualización (tercera definición del problema)
- Desarrollo de anteproyecto
- Presentación al cliente
- Organización de la producción
- Implementación
- Verificación

2.6.8 Análisis de metodología Guillermo González Ruiz

Buscaba reducir y generalizar pasos concretos los cuales se tienen que desarrollar a fondo a través de etapas previamente estructuradas de la siguiente manera:

- Identificación del problema: Es el esclarecimiento del objetivo, la definición del propósito de diseño y sus derivados.
- La etapa de la iluminación: Aparece así sin esfuerzo, ahí el proyectista siente que está alcanzando la meta buscada.
- Síntesis: Mecanismo de incubación de la idea, el procesamiento de segregación, selección, eliminación, concentración y depuración de los datos elaborados.
- Etapa de gestación: Alternancia entre lo consciente y lo inconsciente sobre la idea a desarrollarse y la búsqueda de parámetros visuales.
- Elaboración de la propuesta de diseño: Plasmación correcta de la idea visual, su materialización en términos de representación gráfica. Este momento es el momento de rigor donde aparece el trabajo intensivo, meticulado y representativo.

2.6.9 Análisis de metodología Christopher Jones

Su enfoque se basa en formar el proceso de diseño, el cual se produce a través de una sucesión de momentos tanto de 'caja transparente' Glass- box como de 'caja negra'(entradas, Proceso y salida), se puede resumir su metodología de la siguiente forma:

- Información e investigación: consistente en el acopio y ordenamiento del material relativo al caso o problema particular.
- Análisis: descomposición del sistema contextual en demandas, requerimientos o condicionantes

- Síntesis: consistente en la propuesta de criterios válidos para la mayor parte de demandas y que el conjunto se manifieste en un todo estructurado y coherente llamado respuesta formal del problema.
- Evaluación: concierne en la sustentación de la respuesta formal a la contrastación con la realidad. A estos podemos agregar la formulación de alternativas y la definición del proyecto.

2.6.10 Análisis de metodología Pugh

Este autor maneja un enfoque y metodología basándose en analizar el mercado, generar un diseño conceptual, diseño de detalle, después la fabricación y finalmente su venta, sin olvidar la necesaria interacción de tantas disciplinas como sea necesario para resolver el problema las cuales definirán las "fronteras de diseño".

2.6.11 Análisis de metodología Pahl y Beitz

Este conjunto de autores se basa en una teoría de sistemas para sustentar la propuesta de trabajo a través de funciones y subfunciones que combinan los efectos físicos con las características geométricas y los materiales para que surja el principio de solución. Principalmente, la metodología se formuló primero con la necesidad identificada, clarificar el problema, generar especificación, identificar los problemas esenciales y establecer estructuras funcionales, empezar a buscar soluciones y evaluar por criterios técnicos, después conceptualizar la idea y desarrollar arreglos preliminares, continuamos con optimizar y completar los diseños preliminares y verificarlos, se obtiene un arreglo definitivo y finalizamos detalles para proceder a completar dibujos y documentación para finalizar con una solución.

2.7 Métodos de evaluación de un diseño conceptual

Existen diferentes métodos para ayudar a la toma de decisiones. Estos emanan de diferentes disciplinas: ciencias políticas, ciencias de la educación, estadística, economía, informática, teoría de la decisión, ingeniería, etc. En la literatura existen diferentes clasificaciones, como por ejemplos, las clasificaciones de Bouyssou (2000) y Ozer (1999). Bouyssou (2000) analizan los 5 modelos más populares (sistemas de votación, indicadores, análisis coste-Beneficio, técnicas de decisión multicriterio-Multiple Criteria Decision análisis MCDA- y sistemas de decisiones basados en reglas) y llegan a la conclusión de que no hay un modelo de evaluación- decisión perfecto, o que pueda considerarse el mejor, ya que todos tienen sus limitaciones. Por su parte, Ozer (1999) considera las siguientes categorías en el diseño conceptual: analogías, opiniones de expertos, intenciones de compra, multicriterio y sesiones de grupo.

En el área de desarrollo de productos, los modelos más empleados son el de análisis de coste-beneficio y el de MCDA. El análisis coste-beneficio es un método muy empleado por los economistas y el MCDA se emplea cuando se trata de elegir la mejor alternativa desde diferentes puntos de vista. Dentro de MCDA existen varios métodos: suma ponderada, métodos de matrices, evaluación directa o indirecta, proceso analítico jerárquico, método fuzzy, método de Pugh, método de Pahl y Beitz, diseño flexible, el método de la lotería (teoría de la utilidad y el método de impresión).

Muchos de estos métodos se emplean en la selección o evaluación de conceptos. Tras una revisión bibliográfica se ha realizado un listado de las tipologías de métodos más frecuentes en la selección de conceptos (Saaty, 1990, Pahl y Beitz 1984, Pugh, 1991: Thurston y Carnahan 1992 etc.).

Un método de selección de conceptos consta como mínimo de los siguientes pasos o fases.

- Listado de conceptos a evaluar
- Elección de los criterios de selección
- Valoración del grado de cumplimiento de cada concepto respecto de cada criterio de selección
- Determinación del mejor concepto

Respecto a los criterios de selección, todos los métodos utilizan el grado de importancia de los criterios para proceder con la selección, excepto el método de Pugh (1981) de convergencia controlada, donde todos los criterios tienen el mismo peso, por lo que para aquellos casos en los que unos criterios de evaluación deben ser más importantes que otros no parecen ser muy apropiado su utilización.

Para evaluar la importancia de los criterios de evaluación, la mayoría de los métodos son cuantitativos, pero el método ambiguo se basa en cambio en evaluaciones cualitativas y números borrosos (bajo, alto, etc.), que son apropiados cuando no es posible identificar con precisión las variables.

Una vez analizadas las tipologías de métodos de selección de conceptos más utilizadas, se puede afirmar que:

- La diferencia básica entre ellos radica en cómo se obtiene el peso de cada criterio y en la valoración de cada concepto con respecto a cada criterio.
- Otro aspecto por considerar es la calidad de la información con la que se toma la decisión en la fase conceptual. Se decide que concepto es el que cumple mejor con todos los criterios, pero muchas veces es difícil de valores esa relación, ya que no se dispone de suficientes datos ni información. Se toma una decisión en la base al Know-How y a la percepción del equipo con escasa certidumbre, es certidumbre ira incrementándose en las etapas posteriores.
- Ninguno de los métodos evalúa el potencial innovador de un diseño conceptual. Aunque se pueden adaptar para tal fin si se emplea la innovación como un criterio más (Vidal, 2021).

2.8 Herramientas de diseño mecánico

El siguiente contenido buscará identificar las herramientas que son usadas comúnmente en el diseño de elementos, esto para poder simularlos e incluso diseñarlo de tal manera que puedan después generarse, además son software que nos permiten crear piezas y ensambles con características reales a los cuales se les puede asignar ciertas propiedades físicas.

2.8.1 Softwares para diseño mecánico

El diseño mecánico y el diseño de producto debe entenderse como un proceso que comienza con la concepción de una idea, y finalmente brinda una solución a un problema en particular, a través de una serie de pasos finales que ayudan a dar vida a la idea, que se convierte en realidad.

En los países industrializados, este proceso se logra mediante el uso de tecnologías especializadas como CAD (Diseño asistido por computadora), CAE (Ingeniería asistida por computadora), CAM (Diseño asistido por computadora). Soporte de producción), CIM (Fabricación asistida por computadora), todo bajo un esquema denominado “prototipado rápido”, que permite realizar el proceso de diseño mecánico de manera rápida, flexible y confiable, dando lugar al diseño de procesos, piezas, máquinas, etc., óptimos en cuanto a su relación costo / beneficio. Lo anterior permite que las personas y empresas involucradas con este tipo de procedimientos en el diseño, puedan presentar en su mercado regional, nacional e internacional productos más competitivos desde el punto de vista de calidad y coste para el consumidor final.

Actualmente, en el campo de la ingeniería se utilizan como parte fundamental términos como CAD (diseño asistido por computadora), CAE (ingeniería asistida por computadora), CAM (fabricación asistida por computadora), computación (CIM), y términos relacionados con las computadoras. Ahora lo que se planea es enmarcar todos estos términos en el proceso de diseño y con la computadora como herramienta indispensable para acelerar y mejorar los procesos de este proceso. Entre las herramientas de dibujo (software), podemos encontrar aquellas que trabajan en dos dimensiones o en tres dimensiones; las primeras se aplican solo a la elaboración de planes, mientras que el segundo se llama diseñadores y la mayoría de ellos hoy en día están diseñados con conceptos paramétricos en mente.

La filosofía del maquetista se basa en el diseño de piezas, es decir, no planificamos, hacemos modelos en 3D. Estos diseñadores permiten, además de trabajar con la pieza, crear ensamblajes entre las distintas piezas, y si sus planos son necesarios, se pueden crear automáticamente; Permite que, si se realiza una modificación a la pieza original, el mismo programa implementará los cambios creados por la modificación, en él(los) dibujo(s) y ensamble asociado con esa pieza. Si el objetivo es dar continuidad lineal y de proceso, se debe trabajar con una herramienta o programa CAD 3D y limitado,

que permita la transferencia inequívoca de los modelos realizados en él a las herramientas CAE, así como la creación de archivos de salida transparentes utilizando herramientas CAM (Jaramillo Suárez, 2001)

Los sorprendentes desarrollos en software y hardware en los últimos años han cambiado el concepto de CAD, ahora entendido como la integración de diseño y análisis (CAD con CAE). La tecnología CAE requiere una computadora con gran poder de cómputo, es decir, gran memoria RAM, velocidad de procesamiento y calidad de visualización de los resultados; Estas características se logran con computadoras nuevas a un precio aceptable para nuestro entorno. Esto ha permitido a los profesionales asociados con estas tecnologías mejorar su productividad, calidad y velocidad, para que puedan dedicar más tiempo a refinar los diseños.

Desde 1963, Evan Sutherland del MIT (Massachusetts Institute of Technology) ha publicado su tesis doctoral sobre Gráficos por computadora interactivos que definen la topología de los objetos (Sketchpad System - SUTH63), la tecnología CAD se ha desarrollado con un tiempo de procesamiento limitado.

Una de las herramientas analíticas más investigadas y aplicadas es el cálculo de elementos finitos, que permite predicciones simples y de alta precisión de las tensiones y deformaciones que experimentará una pieza o pieza. Soporte interno cuando está bajo carga. Las aplicaciones del software CAD en ingeniería incluyen el desarrollo de tablas completas, dibujos de varios tipos, dibujos estadísticos, representaciones estandarizadas de piezas para diseño y fabricación, representaciones 3D de modelos dinámicos en multimedia, análisis de elementos finitos, aplicaciones de realidad virtual, robótica, etc.

El software CAD se puede utilizar de dos formas generales, a través de lenguajes de programación y paquetes de software de aplicación. El desarrollo a través de lenguajes de programación abiertos incluye un amplio campo, conocimiento de tecnologías de presentación, manejo de análisis matemático, geométrico y vectorial (programas abiertos más utilizados: Java y Visual Basic); Por otro lado, el uso de paquetes de aplicaciones debido a su rápido desarrollo avanzado, especialización en diferentes áreas de aplicación, arquitectura abierta y facilidad de uso ha llevado a su rápida aceptación y adopción. CAD es una técnica analítica, que es un método para crear un modelo de comportamiento de un producto antes de que se cree. Los dibujos en papel pueden no ser necesarios en la etapa de diseño.

Las características comunes que debe tener un software CAD/CAE son: • Simulación dinámica con características específicas para visualizar procesos y resultados (representaciones visuales reales, tablas, gráficos, curvas, sonidos), etc.

- La capacidad del programa para encontrar soluciones óptimas según los tipos de aplicaciones.
- Desarrollar sistemas virtuales en un entorno que en muchos casos permite la eliminación de prototipos físicos.
- Ingeniería concurrente en línea (trabajo interdisciplinario en red, con procesamiento de referencias geopolíticas y niveles de acceso).
- Arquitectura de software abierta (la capacidad de personalizar y crear software adicional - "función de pegado").
- Ingeniería inversa (toma de un modelo CAD a partir de un escaneo 3D de una pieza real)
- Intercambio estandarizado de formatos de archivos para el trabajo multiplataforma (run anywhere).
- Pantalla de trabajo (workspace) compartidos con diferentes aplicaciones y programas adicionales.

2.8.2 Software para el trabajo bidimensional

El trabajo de dibujos técnicos bidimensionales requiere de un software que tenga buenas librerías (Joel Rodríguez Falcón 2012). Cuando se habla de software bidimensional se menciona que se tiene librerías como gráficos, acotación y representación de diseños, así mismo para realizar un diseño se debe tener manuales, aplicaciones y experiencia, pues como referencia se toma como ejemplo al número de horas, de alumnos por aula, cantidad y calidad de los softwares.

2.8.3 Software para el trabajo tridimensional

Trabajar con software 3D introduce los pasos generales: modelado y representación sólidos. Cuando se habla de software tridimensionales se mencionan dos tipos de etapas muy importantes uno de ellos es el Modelado de sólidos pues, se enfoca a la construcción del sólido en 3D, y para la otra etapa que es representación de los sólidos vienen siendo realizados por Autodesk Inventor.

2.8.4 Diseños tridimensionales en ingeniería

Este tipo de software incluye modelado 3D, manejo de información y actividades colaborativas que permiten a los usuarios obtener una amplia gama de conocimientos (Romero Carrillo 2010). Para los diseños mecánico 3D creados con tecnología adaptativa y potentes capacidades de modelado que permiten que la persona que esté utilizando, creando diseños o planos en 3D, piezas de metal, ensamblajes y software robótico, y exporte archivos en 3D a otros diseños.

Es, por tanto, casi obligado trabajar con este tipo de programas en ambientes educativos (Romero Carrillo 2010). En el presente artículo, se pretende dar una visión general de este tipo de programas, así como de sus funciones más comunes de estos Softwares de tal manera que se puedan llegar a formar técnicos que aporte a la ingeniería y que puedan encontrar en su proceso de aprendizaje o profesional posteriormente.

2.8.5 Dictado de los Cursos de dibujo técnico

Los cursos de dibujo técnico giran en torno a la visualización objetiva en el espacio 3D, la observación de sistemas dinámicos en acción y la aplicación.

Esto llega a implicar que el estudiante debe tener la capacidad de intuición espacial para la observación y el análisis. Pues con ello se busca la enseñanza de software gráficos a través de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en los que estén definidas las funciones instrumentales de análisis, investigación, expresión y comunicación en torno a la visualización de las ideas.

La tabla 3 muestra la separación entre cursos de diseño mecánico, los softwares que puedan emplearse y los planos o dimensiones en los cuales trabajan, esto tomando en cuenta la necesidad del diseño, se puede usar el más pertinente para abordar y solucionar los problemas de diseño.

Tabla 4 tipos de software CAD

Curso	Software CAD	Comentario
Dibujo mecánico	AutoCAD R10	2 dimensiones
Dibujo técnico	AutoCAD 2000	2,3 dimensiones
Geometría	Mechanical desktop V5	3 dimensiones
Descriptiva	Mechanical desktop V5	Ensamble
Dibujo industrial	3D Studio	Conferencia
	ArchiCad V6	Conferencia
	AutoCAD Map	Conferencia
	Eplant	Conferencia
	Nastram	Conferencia
Dibujo técnico	AutoCAD 2002	2 dimensiones
Dibujo industrial	Mechanical Desktop V6	3 dimensiones
	Mechanical Desktop V6	Ensamble

2.8.6 Autodesk en las ingenierías

Autodesk es un paquete de software de modelado sólido paramétrico 3D producido por la empresa de software Autodesk. (Tokeru 2016). Para ingeniería existe un paquete muy aplicable a la hora de diseñar una pieza 3D, como es Inventor, una de las herramientas o software más utilizados en la industria. Actualmente hay tres programas que integran el diseño 3D como lo son: Autodesk Inventor®, AutoCAD® Mechanical y Autodesk® Vault.

El primero permite los diseños 2D a un ambiente 3D y facilita la conexión de equipos de diseño con equipos de fabricación, sumando las funcionalidades de análisis por elementos finitos, El segundo programa, que admite el diseño mecánico en 2D, incluye una variedad de medios para crear elementos mecánicos comunes, como levas, engranajes, resortes y más. El último módulo de esta suite, Autodesk® Vault, permite la administración de los datos generados en el diseño (Niula 2017).

Actualmente, ofrece un amplio programa de referencias como Inventor y AutoCAD, hasta programas especializados en diferentes ramas de la ingeniería, los cuales se muestran en la tabla 4 separándolos para una mejora apreciación, esto satisface requerimientos especializados para distintas disciplinas técnicas. También se enfoca en enlazar con herramientas de la Web para acceder a recursos de la industria, compartir datos y comunicarse con otros compañeros (Rojas Lazo y Rojas Rojas, 2014).

Tabla 5 Software de diseño por profesión

Diseño general	AutoCAD AutoCAD LT
Arquitectura y construcción	Autodesk Architectural Desktop
	Autodesk Architectural studio
	Autodesk VIZ
Industria y fabricación	Autodesk Inventor series
	Autodesk Inventor Professional
	AutoCAD Mechanical
Infraestructura y GIS	Autodesk Map Series
	Autodesk Map 3D
	Autodesk Envision
	Autodesk Raster Design
	Autodesk Land Desktop
	Autodesk Civil design
	Autodesk Survey
	Autodesk Map Guide
	Autodesk OnSite View
Autodesk Onsite Enterprise	
Visualizadores	Volo View
	DWF componer

3 METODOLOGÍA

3.1 Metodología para el diseño e integración de máquinas industriales

A continuación, se presenta la metodología generada con base en todas las investigaciones y analizando las necesidades y posibles modificaciones que pueden plantearse en el área laboral, por lo cual se presentaran en base al diagrama mostrado en la figura 8 con la intención de mantener un orden y guía a partir de la base de la metodología, es importante mencionar que es una herramienta útil y necesaria, ya que con base a la experiencia del autor es muy necesaria para mejorar y contribuir a evitar pérdidas dentro de la empresa en la cual se labora, ya que, al realizar proyectos y empezar a detectar fallas en la organización se determinó que era un gran punto de oportunidad de mejora y como se trabaja principalmente en el área de diseño se tiene la oportunidad de influir en la mayoría de las áreas donde la metodología influirá, se llegó a esta herramienta con la intención de aportar mejores capacidades para la empresa y ayudar a todo aquel personal que busca tener sus proyectos de la mejor manera y con un alto porcentaje de efectividad y bajo porcentaje de tiempos muertos, se propone que la metodología influya en las áreas de ingeniería, específicamente diseño, producción, maquinado, compras, corte y adquisición de materiales y finalmente ensamble y debugueo de estaciones, las cuales son la mayoría de las áreas con las que cuenta la empresa, es decir influirá en todo el proceso y mejorara cada área para potenciarlas a su mayor efectividad posible.

3.2 Diagrama de metodología planteada

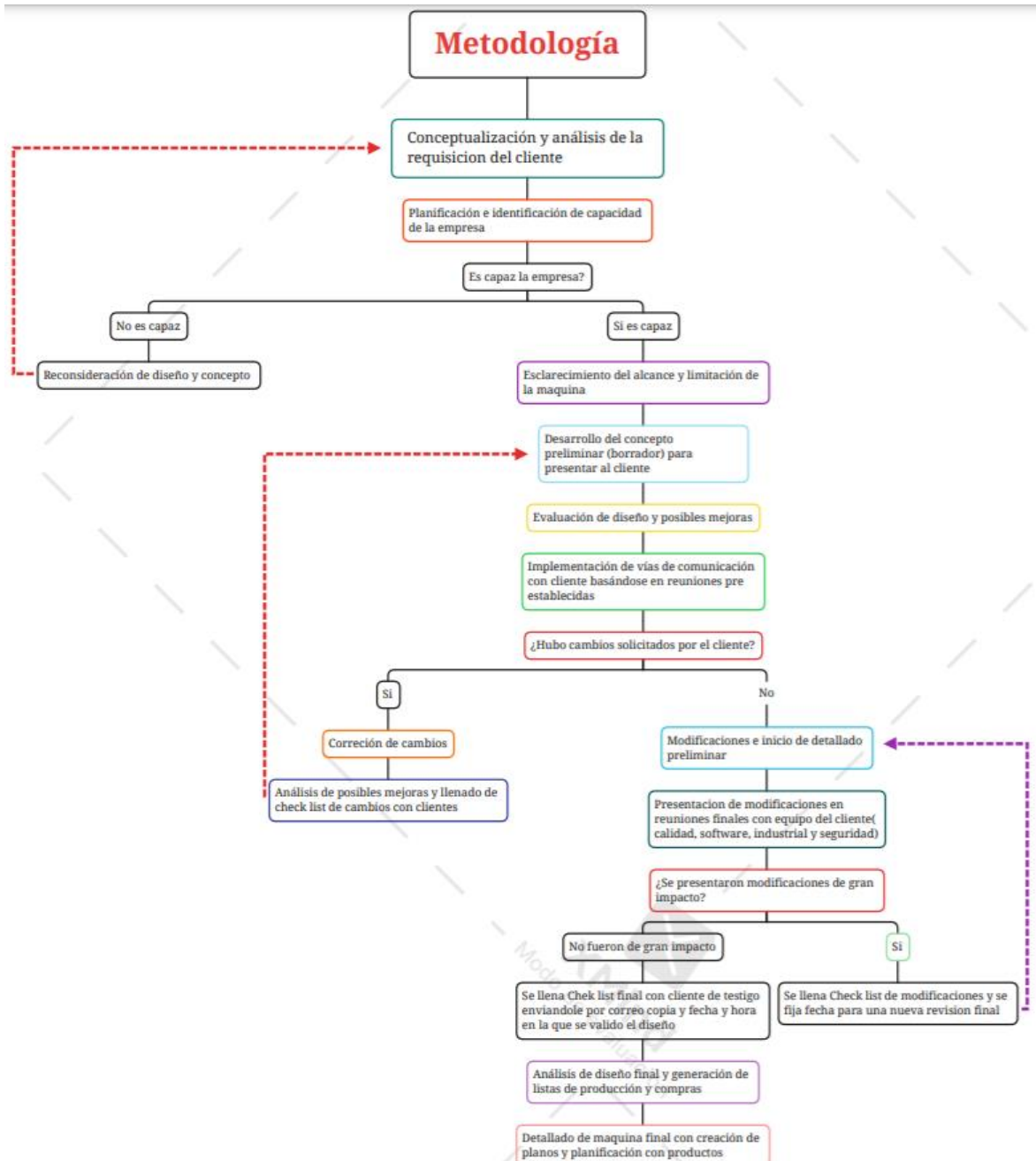




Figura 5 Diagrama de Metodología

3.2.1 Conceptualización y análisis de la requisición del cliente

Como primer punto se analiza las especificaciones que por parte de cualquiera de los clientes que se tiene en la empresa propone y tiene para sus estándares dentro de la planta.

En este punto es importante la comunicación cliente-proveedor, ya que es el primer contacto con el concepto del diseño, así como Date, A. (1984) plantea en su metodología se identifica la necesidad y se empiezan a analizar las especificaciones para buscar soluciones técnicas disponibles, como también es importante proponer ideas propias en caso de tener experiencia de lecciones aprendidas en el tipo de máquinas que se están pidiendo, además hay que aterrizar los conceptos que conlleva el desarrollo del proyecto como su principal objetivo, que acciones maneja, la capacidad de producción, alcances y limitaciones para poder determinar que tanta atención y presupuesto requerirá.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Preparar diseño con base a especificaciones del cliente
- Buscar diseños pasados o similares para implementar mejoras
- Analizar las requisiciones del cliente
- Generar Gantt (diagrama de tiempos) para planificar tareas

Tabla 6 Puntos para completar Fase 1

Formato para liberación de conceptualización y análisis de requisiciones del cliente		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
Se plantea un diseño funcional	Ing. Mecánico Sr	✓
Se considera estándar de cliente	Ing. Mecánico Sr	✓
Se tomaron en cuenta las requisiciones	Ing. Mecánico Sr	✓
El diseño es de dimensiones reales	Ing. Mecánico Sr	✓
Las estaciones son funcionales	Ing. Mecánico Sr	✓

3.2.2 Planificación e identificación de capacidad de planta para desarrollar el proyecto

Este segundo paso consiste en la distinción de la aptitud que la empresa proveedora tiene para producir todos los elementos necesarios, de lo contrario buscar una solución lo más eficiente posible, es decir, que se busque un taller externo especializado en el área de la cual se carece y que pueda proporcionar las herramientas o procesos necesarios para complementar el proyecto.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Verificar la cantidad de materia prima en planta;

- Identificar si se cuenta con el activo necesario para cubrir las compras;
- Analizar el Lay-out para identificar donde se instalará en planta previo a envío;
- Investigar las capacidades del maquinado dentro de la planta para construir la máquina;
- Identificar los proveedores locales e internacionales para posibles compras incluyendo materias primas.

Tabla 7 Puntos para completar Fase 2

Formato para planificación e identificación de capacidad de empresa		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
La empresa tiene la materia prima necesaria	Líder del proyecto	✓
La empresa cuenta con herramientas y maquinaria necesaria	Líder del proyecto	✓
Se tiene la capacidad de mano de obra suficiente	Líder del proyecto	✓
Se cuenta con espacio para ensamblar la máquina en las instalaciones	Líder del proyecto	✓

3.2.3 Establecer el alcance y limitación de la máquina en base a presupuesto

Todo proyecto conlleva un presupuesto previamente establecido enfocado en la materia prima aproximada que se usara, componentes neumáticos, eléctricos, periféricos y material extra además de lo que la mano de obra cueste y las ganancias que se esperen por parte del proyecto. Así también este punto tomando de base la idea del diseñador alemán Gui Bonsiepe en el cual habla de valorar la necesidad y el alcance que puede llegar a tener el proyecto y que se requerirá para desarrollarlo por completo, de igual manera en esta metodología se busca determinar este tipo de puntos importantes para evitar retrasos o problemas en pasos más adelante. Todo esto enfocado para poder realizar proyectos que permitan obtener una ganancia después del gasto que se realice, además se busca en este punto determinar que tanto alcance logrará tener la máquina, es decir: los modelos que se correrán, el tiempo de ciclo, periodos de funcionamiento, material incorrecto desechado y la cantidad de piezas por minuto correctamente fabricadas que realizará.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Calcular aproximadamente cuantos ciclos debe de funcionar la máquina por jornada laboral
- Identificar estándares necesarios para fabricación de máquina
- Obtener los parámetros eléctricos y neumáticos con los que cuenta la empresa cliente
- Verificar y calcular los tiempos de ciclo y de tiempos muertos para producción del proyecto

Tabla 8 Puntos para completar Fase 3

Formato para evaluación de alcance y limitación		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
La máquina tiene un objetivo real	Ing. Mecánico Diseñador	✓
Se ha hecho una máquina anterior con esta funcionalidad	Ing. Mecánico Diseñador	✓
Cumple con la capacidad que se planteó al inicio	Ing. Mecánico Diseñador	✓
Cumple con sus funciones principales y un poco más	Ing. Mecánico Diseñador	✓

3.2.4 Desarrollo de un diseño conceptual básico (Borrador)

Para este punto se tiene ya enfocado y aterrizado la idea que se pretende generar por parte de las especificaciones del cliente, por lo que se realiza en el software de diseño de preferencia los primeros bosquejos de las ideas plasmadas, si se tiene una lección aprendida con base a proyectos similares pasados es aquí donde a manera de sugerencia al encargado del proyecto por parte de los clientes se le propone el cambio esta parte de la metodología. Aquí se busca, al igual que Guillermo González Ruiz en su metodología al hablar de la incubación de una idea y su procesamiento para plantearla y pasar a la parte de la gestación ya bien plateada que se genere ya un concepto de lo que se buscará desarrollar para buscar modificar en base a sugerencias o requisiciones por parte del cliente.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Corroborar que la máquina contenga estructura de PTR o Perfil extruido
- Revisar que se cuente con placa principal con espesor mínimo de 3/8 de pulgada.
- Crear sub-ensambles que permitan organizar el ensamble principal para mejor observación y modificaciones
- Examinar las longitudes de carrera de los cilindros neumáticos donde aplique
- De ser necesario un wase o plato giratorio identificar las capacidades de este con base en el peso total aplicado
- Colocar cortinas e interlocks de seguridad en guardas principales
- Aplicar el uso de sensores para detección de fines e inicios de carrera de cilindros y binarios necesarios para identificación de posiciones.

Tabla 9 Puntos para completar Fase 4

Formato para evaluación desarrollo de un diseño conceptual		
Sub-punto para evaluación	Evalrador	¿Se realizó correctamente?
La estructura es fija y soldada para soportar el peso	Ing. Mecánico Diseñador	✓
su placa principal contendrá todos los sub-ensambles y es lo suficientemente gruesa para roscas y uniones	Ing. Mecánico Diseñador	✓
los cilindros neumáticos tienen la carrera necesaria para las funciones	Ing. Mecánico Diseñador	✓
El wase seleccionado es correcto para el número de estaciones	Ing. Mecánico Diseñador	✓
Las estructuras están protegidas con cortinas de seguridad e interlocks	Ing. Mecánico Diseñador	✓

3.2.5 Implementación de vías de comunicación con cliente en base a reuniones de diseño

En esta sección se busca empezar a dialogar con el cliente en cuanto a ajustes o cambios en la máquina que no están en las especificaciones por algún motivo, ya sea se requieren, pero no se decidió hasta fecha posterior a la realización de las especificaciones. A través de reuniones presenciales o virtuales comunicar y mostrar él prediseño con el entendido de que aún faltan estaciones o secciones por diseñar, pero si ya un panorama ya general de como irá encaminado el diseño para sí de ser necesario modificarlo previo a hacer los detallados finales, realización de planos, obtención de materia prima y fabricación ya sea dentro o fuera de la planta, como respaldo se genera una hoja de revisión de diseño en la cual se detallan los cambios pedidos y el ingeniero que los encargo esto para en caso de un cambio de algo previamente hecho se tenga la evidencia de que se prefirió de otra manera.

Tabla 10 Puntos para completar Fase 5

Formato para evaluación de implementación de vías de comunicación		
Sub-punto para evaluación	Evalrador	¿Se realizó correctamente?
Se realizaron correos indicando la solicitud de reuniones presenciales o virtuales	Cliente	✓
Se presentaron los avances en la reunión	Cliente	✓
Se tomaron nota de los posibles cambios o sugerencias del cliente	Cliente	✓
Se agendó una segunda reunión	Cliente	✓

3.2.6 Modificaciones a través de las revisiones de diseño

Se tienen contempladas 4 revisiones generales en las cuales las primeras 2 son aquellas que se buscan tener solo con el responsable por parte del cliente y el ingeniero mecánico diseñador, en las últimas 2 se invita al personal de control por parte del proveedor y el personal de calidad, Layout, ingenieros industriales e ingenieros de validaciones en software por parte del cliente para que aporten las necesidades que no están completamente definidas o implícitas en las especificaciones que al inicio se dan, además de requerirse algún cambio no previsto es el momento óptimo para poder realizar dichas modificaciones, de igual manera se siguen generando las hojas de cambios de diseño de ser necesarias y al finalizar la cuarta reunión se decide si es viable más juntas o se procede a terminar los cambios y empezar con el listado de producción y compras. Cabe destacar que toda modificación que se pida se llenará un check list de control de cambios por parte del cliente para tener un antecedente de lo que se está pidiendo y los cambios que sufrirá el diseño.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Corroborar si existen materiales más ligeros o económicos que puedan cumplir con las exigencias de la máquina
- Analizar diseños de piezas con posible mejora para eliminar largos procesos de maquinado
- Identificar materiales fáciles de maquinar o moldear como chapas metálicas y ángulos de acero o aluminio
- Verificar si existen ensambles con gran desgaste que requieran mayores propiedades mecánicas.

Tabla 11 Puntos para completar Fase 6

Formato para evaluación de modificaciones a través de la revisión		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
Los cambios solicitados son necesarios	Ing. Mecánico	✓
Se realizaron los cambios con base a los requerimientos del cliente	Ing. Mecánico	✓
Los cambios son funcionales	Ing. Mecánico	✓

3.2.7 Análisis de diseño en base a cambios pedidos y generación de listas de producción y compras

Para poder generar listas de compras se tiene que verificar en conjunto con el ingeniero de control y eléctrico si se tiene contemplado cada una de las estaciones sus funciones y necesidades por ejemplo: si se usan cilindros neumáticos para alguna acción se requieren sensores que permitan conocer el inicio y final de carrera, si se requiere usar un dial de 4, 6 u 8 posiciones se requerirá controladores especializados y unidades eléctricas capaces de soportarlo, todo este tipo de componentes requieren un análisis particular para evitar retrasos en compras o en ensamble, ya que el más pequeño de los componentes juega un rol importante en cada ensamble que permitirá avanzar o detener la integración de la máquina. Bixler tiene un enfoque similar en este punto al co-diseñar con los usuarios finales, él también busca la retroalimentación que permita generar el diseño sin dejar ningún detalle de fuera con evaluaciones finales, en el caso de la presente metodología se generaran las revisiones de diseño mientras sean necesarias o requerirás por el cliente y su equipo de ingenieros. Cuando se llega a un acuerdo con los ingenieros se exporta la lista final de compras para proceder a encargarse con los proveedores indicados, ya sea local, nacional o inclusive internacional y proceder con el paso siguiente.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Generar reuniones con presencia del cliente ya sean presenciales o virtuales con apoyo de software para videoconferencias;
- Presentar el ensamble completo con diapositivas donde se expliquen las áreas de mayor interés;
- Apoyándose del software de diseño predilecto, explicar el funcionamiento y las características de la máquina con vistas dinámicas que permite el software;
- Sugerir posibles mejoras o lecciones aprendidas de otros proyectos para mejorar el analizado.

Tabla 12 Puntos para completar Fase 7

Formato para evaluación de Análisis de diseño con base en cambios pedidos y generación de listas de producción y compras		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
Se hizo un análisis final del diseño	Ing. Mecánico	✓
Se generaron las listas para su revisión	Ing. Mecánico	✓
Se realizó una reunión para informar a áreas que participarían	Ing. Mecánico	✓

3.2.8 Evaluación y aprobación de diseño con liberación de lista de producción y compras

Para este punto se vuelve a evaluar la situación del proyecto, analizando si los puntos anteriores se han resuelto de la manera más satisfactoria para el cliente y el diseñador, con el fin de corroborar que no se ha pasado por alto ningún detalle importante, además de generar una lista de piezas con el número total de la cantidad su tratamiento químico que llevará para así contemplar las necesidades que cada pieza tendrá para poder hacer compras de materia prima o herramientas que requerirán para maquinar todas las piezas.

Este paso en particular está cimentado en una de las secciones del diseñador Bruno Munari el cual su enfoque es generar métodos proyectables y plantea sistematizar la resolución del problema en general 12 pasos en el cual el número 10 y 11 aporta conocimientos para desarrollar este paso los cuales son verificación y dibujos constructivos aquellos que son base de la creación de las piezas a ensamblar de la máquina y su evaluación ayuda a que se verifique si el proyecto está siguiendo un camino correcto.

Es aquí donde también se debe de analizar los tiempos de fabricación y compras, ya que pueden llegar a generar retrasos, por ejemplo, al retrasar compras que se planeaban tener en fecha y que son importantes para el montaje de la máquina como lo pueden ser diales, marcadoras láser o incluso cilindros, por otro lado, en cuanto a fabricación si no se contempla con tiempo que tanta mano de obra requiere se puede tener el conflicto que no se maquinen a tiempo o que las piezas salgan a diferentes fechas complicando el ensamblaje.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Preparar 2 diseños previo a la 2da reunión con la última revisión y los cambios proporcionados
- Verificar que los cambios sean funcionales y cumplan con las especificaciones, de no ser así mediante correo explicar cuál fue el cambio que se pidió y la especificación con la que entraría en conflicto.
- Corroborar que las compras sean las indicadas o de ser requerido solicitar proveedores que el cliente tenga como preestablecidos.
- Analizar áreas de mejora sugiriendo posibles mejoras detectadas, de no ser así solicitar liberación de diseño para generación de lista de partes compradas y fabricadas.

Tabla 13 Puntos para completar Fase 8

Formato para evaluación de análisis de cambios realizados		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
Los cambios ya analizados aportan una mejora	Ing. Mecánico	✓
Se registró una lista de lecciones aprendidas	Ing. Mecánico	✓
Se registraron los cambios con el cliente de testigo para evitar futuros inconvenientes	Ing. Mecánico	✓
Se generaron listas de compras y producción	Ing. Mecánico	✓

3.2.9 Detallado de máquina final con creación de planos y planificación con producción

Se debe de contemplar para el diseño final todos los puntos de piezas móviles, fijas y que sufrirán desgaste esto debido a que como diseñador se requiere de tornillería y pernos que mantengan fija las piezas o permitan un montaje correcto es por esto por lo que este paso se realiza casi al final de la metodología, ya que después de realizar cambios grandes en el diseño se busca detallarlo lo cual incluye:

- Uso de cajas para tornillos escondidos
- Chaflanes donde corresponda
- Señalización de dowels o pernos guía
- Redondeos en cajas o puntos de corte
- Asignación de relaciones finales de posición y de movimiento
- Generación de cubiertas o guardas grandes
- Eliminación de filos y posibles accidentes de atrapamiento
- Desarrollo de guardas para equipo eléctrico
- Preparación de barrenos pasa muros para permitir que los cables y mangueras accedan a las partes de los gabinetes.

Ya al tener revisado estos puntos se procede a realizar los planos que ayudaran a fabricar las piezas correctamente, teniendo especial cuidado en las cotas que requieran mayor precisión y notas referentes a roscas y dowels para evitar cualquier malentendido, además colocando la cantidad necesaria de piezas fabricadas con su tratamiento. Al igual que Jorge Frascara en esta metodología se presente el proyecto ante el cliente para una revisión final antes de una etapa de producción, ya que no se puede permitir generar piezas que al final del ensamble por motivos de cambios previos a

la revisión final se desperdicien y sean un gasto extra, de igual manera el paso de organización de la producción fue base para poder desarrollar este punto importante, ya que se requiere de una planificación para evitar cuellos de botella o retrasos inesperados.

Puntos para evaluar para corroborar que la fase se ha conseguido:

- Identificar tornillería y cajas de tornillos donde se requiera;
- Para piezas donde se necesite una posición fija, pero que pueda desmontarse colocar pines de sujeción ya sean dowels press fit o soft fit;
- Reafirmar los materiales que se utilizaran;
- Comprobar que las piezas lleven su correcto tratamiento químico o proceso de acabado;
- En las estructuras que se requieran generar tablas de posiciones y longitudes que sirvan para el ensamble y/o soldadura de las estructuras de PTR donde se requiera;
- Terminar listas de compras y fabricación para procesarlas a producción;
- Enviar correo final de liberación con cliente para verificar que esté de acuerdo con el diseño que se analizó en la más reciente revisión de diseño.

Tabla 14 Puntos para completar Fase 9

Formato para evaluación de diseño con liberación de listas		
Sub-punto para evaluación	Evaluador	¿Se realizó correctamente?
Los cambios realizados se aprobaron en la nueva revisión	Ing. Mecánico	✓
Las listas de compras son coherentes y su cantidad es la requerida	Ing. Mecánico	✓
Las listas de producción contienen la cantidad necesaria para el ensamble correcto de la máquina	Ing. Mecánico	✓
La cliente está satisfecha con las modificaciones y autoriza maquinar las piezas	Ing. Mecánico	✓

3.2.10 Ensamble y debugueo de máquina

Para este punto la máquina ya debe de tener un aproximado de 60% de piezas fabricadas de las cuales destacan principalmente la estructura, las placas base y los soportes que tendrá toda la máquina además de compras principales que necesite la máquina para poder colocarle los sub ensambles dentro de la misma, al ir ensamblando la máquina se irán detectando en algunos casos situaciones en las que se requiera re-trabajar las piezas o hacer modificaciones menores ya se por algún desperfecto del

maquinado o simplemente una corrección geométrica pero que no requiere de un cambio de diseño significativo como para avisar al cliente.

Entre más se ensamble la máquina y se ruteen las mangueras neumáticas y cables se ira teniendo una mayor posibilidad de empezar el debugueo de la máquina, es decir, probarla generar los primeros movimientos con el plc con su programa e ir verificando que nada colisione, para así conforme se termine su ensamble ya se avance en su totalidad con el debugueo.

3.2.11 Validación y entrega de manuales

Finalmente se programarán validaciones internas en las cuales sin presencia al inicio del cliente y usando el producto que llevará, se correrá la máquina simulando que ya está en producción para detectar posibles errores que no se desean a la hora de estar en su funcionamiento. Esto permitirá tener preparado para cuando se corra en presencial del cliente quien termina de validar la máquina o pide cambios para su completa validación, de ser necesarios se corrige lo que se pide y de ser un gran cambio se anexa otro check list de cambios con el cliente para validación final resaltando que se pidieron en este punto, para finalizar se entregan los manuales correspondientes de la máquina que incluyen sus planos, y un documento en el cual lleva las sugerencias de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo además de tablas con las refacciones sugeridas que llevaran desgaste y las refacciones compradas que también pueden llegar a necesitarse para finalizar con toda su documentación se entrega de manera física en una carpeta de 3 argollas. Es importante mencionar que la mayoría de las metodologías investigadas tienen su apartado de validación, ya que no pueden tener proyectos que no estén sustentados en validaciones que permitan respaldar su funcionalidad.

3.3 3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA A HEAT STAKE HONDA

Conforme se desarrolla un proyecto se va determinando puntos donde se puede implementar una mejora que aporte capacidades o conocimientos que a la próxima ocasión que alguien realice algo similar evite perder tiempo en analizarlo y tenga la certeza de que realizándose de una manera en específico funcionará, es aquí donde la metodología funge el papel importante de guía, ya que permitió controlar los tiempos y actividades que se presentaron a lo largo del periodo de trabajo del proyecto en específico heat stake honda para un cliente en particular, el cual consistía en la unión de una tablilla PCB o Printed Circuit Board al housing o fixtura de plástico que sostendrá la manija de los modelos nuevos de la compañía automotriz HONDA, como primera área de aplicación se tuvo en planeación es aquí que de la mano del cliente se buscó que el problema que presentaban que era la falta de una línea automatizada para el ensamble de cables y tablilla se pronosticó un tiempo aproximado del proyecto, ya contemplando compra de materia prima, compras críticas o principales, tiempos de producción y ensamble y debugueo.

Además, al ya tener el problema bien definido se procedió a dar una conceptualización de la solución, es decir, apoyándose del software SolidWorks se generó un prediseño capaz de plasmar las ideas y conceptos principales como bases, estructuras, placas principales, herramientas y fixturas de sujeción del producto para su automatización industrial.

Después se buscó tener un canal de comunicación constante con el cliente para poder ir monitoreando que cambios pueden presentarse y aplicar las diversas modificaciones sugeridas o requeridas, además es aquí donde como guía puede presentarse en los puntos previamente observados en la metodología que se requiere una constante supervisión de fases en las cuales podemos pasar al siguiente punto hasta lograr completar la fase.

Es también importante mencionar que cuando se aplica la metodología en estos puntos puede presentarse un avance de gran consideración y se puede identificar que ya se tiene un plan previamente establecido para empezar a pensar en la producción de piezas y compra de materiales y equipos necesarios para su ensamblaje.

Esto provocó que la mayoría de las áreas estuvieran informando de las circunstancias que cada una tenía y la capacidad de estas para contemplarlas y decidir que será lo más eficiente y contribuir a avisar para retroalimentar a la metodología.

Finalmente de manera general al momento de proceder a la liberación del diseño, sus listas de compras y de producción se puede tener un panorama del éxito que fue teniendo la metodología, es decir se pudo notar la diferencia entre los tiempos, el material y equipo de compras y los gastos que se vieron reducidos aplicándola, como ejemplo se decidió investigar en el área de producción por parte de corte si el material necesarios para maquinar las piezas de la máquina se pidió con tiempo y el suficiente por lo que se investigaron las diferentes placas de material y equipo requerido que fue el correcto además de permitir comprarlo con anticipación al tener un correcto monitoreo del proyecto y dando por avisado al finalizar la fase de diseño con la aprobación del cliente a proceder comprar todo lo necesario para el proceso.

Además, para continuar con el uso correcto de la metodología tal como se planeaba, se empezó a tener piezas que pudieron ser ensambladas para, en dado caso de requerirse, re-trabajarse ya justarse en su omento y no hasta que ya se tuvieran todas, esto gracias a que debido a la organización y la fase de producción se pudo identificar que ensambles eran más probables que pudiesen maquinarse con prioridad para tener los componentes necesarios para ensamblarlos y corregirlos de ser necesario.

Como parte complementaria, al momento de realizarse la validación correspondiente con el cliente se pudo compartir con ellos las evidencias de cómo se fue monitoreando todo el proceso del desarrollo del proyecto, como influyo sus comentarios, sugerencias y cuáles fueron los cambios que en su momento ellos mismos pidieron para terminar de detallar la máquina y generarles los documentos necesarios para validarse ya sea en planta del proveedor o la del cliente.

4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran a continuación basándose en la metodología que se planteó anteriormente, destacándose por pasos o secciones como se mostró, además con el respaldo de evidencias de un proyecto donde se realizó la aplicación de la metodología teniendo resultados satisfactorios y reales que puedan cuantificarse y analizarse para mejoras o contribuciones.

4.1 Resultados de conceptualización y análisis

El problema detectado en la fase de conceptualización y análisis fue que el cliente tenía una necesidad de ensamblar mediante calor las terminales del housing del modelo Honda, el cual constaba 4 cables de señal, los cuales serían unidos mediante calor.

A través del análisis que se hizo recopilando información y determinando la mejor opción según las dimensiones del producto se pudo llegar a la conclusión de usar un sistema de herramental con 4 pines que transmitirían el calor a través de una resistencia de 220 V, la figura 9 muestra un prediseño del herramental.

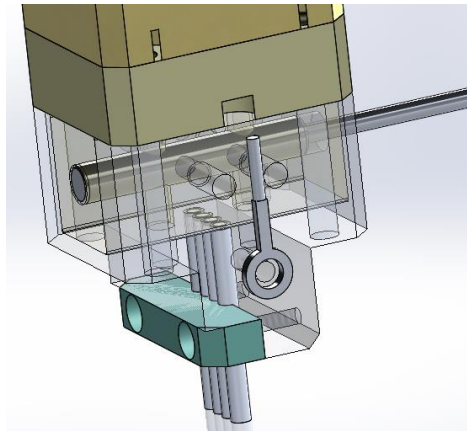


Figura 6 Herramental con pines de estaqueo

Ya analizado y preparado un concepto se pudo partir de ese punto para desarrollar las estaciones necesarias para el funcionamiento completo que requería el cliente, es decir, desde que se coloca la pieza, se inspecciona, se estaquea y se descarga, ya sea buena o mala pieza a su bin correspondiente.

4.2 Resultados de la planificación e identificación de capacidad de planta

En este apartado del proceso se tuvo el resultado de la completa organización y análisis de la capacidad de planta, esto llevado a cabo con la investigación y colaboración de las áreas que se requerían trabajaran juntas como lo son: producción, ingeniería, corte y maquinado y ensamble, se identificó si se contaba con la materia prima, el personal, la capacidad de producción de un aproximado de piezas totales por la máquina y sobre todo la mano de obra para ensamble.

La figura 10 es el diagrama de Gantt que se propuso a partir de la recopilación de la información acerca de los tiempos que cada área en particular requeriría para el proyecto.

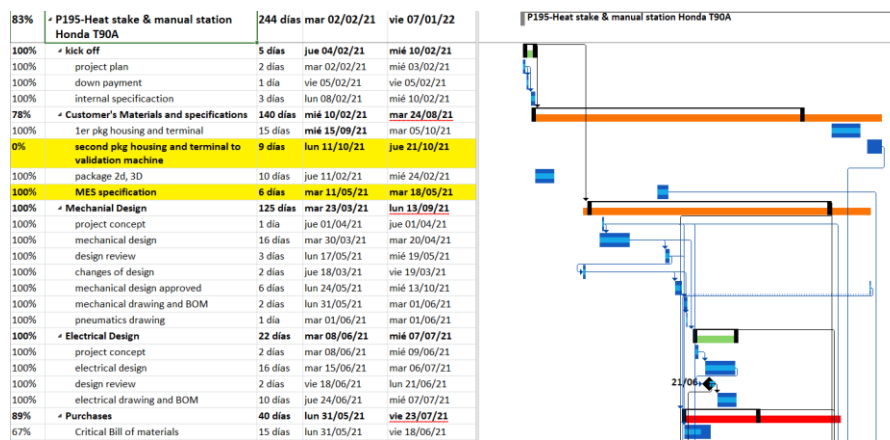


Figura 7 Parte del diagrama de Gantt para proyecto en el que se aplicó la metodología propuesta.

4.3 Resultados de alcances y limitación de la máquina

En esta sección en específico se buscó aplicar lecciones aprendidas de máquinas anteriores que pudieran servir de ejemplo para hacerse, ya que muchos sistemas dentro del diseño pueden ser flexibles y reutilizables, reduciendo así tiempo de diseño y garantizando funcionamiento completo sin un ajuste o debugueo posterior. Como resultado, se debe de tener la certeza de que el proyecto tiene contemplado todas las funcionalidades de la máquina y que garantiza mejorar los procesos que la máquina sustituirá en la planta del cliente.

4.4 Resultados del desarrollo del diseño conceptual borrador

Los resultados obtenidos en este punto en particular son el desarrollo del diseño preliminar en el software de diseño mecánico SolidWorks capaz de mostrar los diseños particulares de cada estación ensamblados en un conjunto total, parte del diseño se basa primero en las secciones del

ensamble más importantes como, por ejemplo en la figura 11 apreciamos el pre-diseño de la estructura base la cual se observa como la base es de PTR (perfil tubular rectangular) soportará el peso de toda la estructura superior y la placa base con todas las estaciones incluyendo el motor que girará el plato.

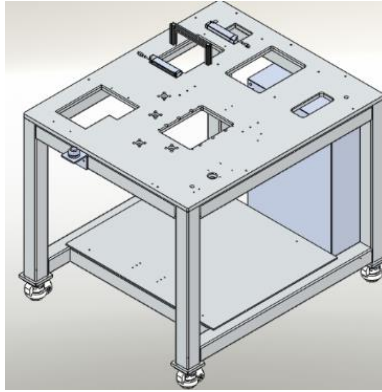


Figura 8 Estructura de PTR con placa principal

Por otra parte, la figura 12 está compuesta por la estructura superior que contendrá los periféricos como HMI el controlador de temperatura y botonera principal que consiste en el botón de reset, inicio y paro de emergencia, siendo esto un diseño preliminar que se basa en el estándar que el cliente tenía en su momento para dicho proyecto.

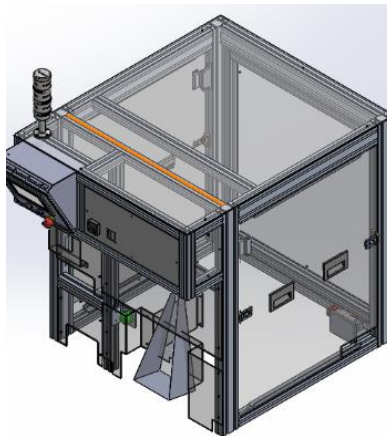


Figura 9 Estructura superior con periféricos

4.5 Resultados de la implementación de vías de comunicación con cliente

Para este punto se tiene un diseño ya estructurado con ideas claras ya plasmadas por lo que se buscó que el cliente estuviera enterado de que porcentaje de avance se tiene y que si la idea en general cumple con las expectativas de las requisiciones del cliente, es por ello que como resultado se obtuvieron una serie de 4 reuniones vía software Team's y Zoom donde se mostró el pre-diseño y lo que incluye cada estación y sección del diseño, finalmente cada una de las reuniones de diseño se fue realizando alguna modificación de ser necesaria y se realizaron cambios provenientes de las sugerencias.

4.6 Resultados de modificaciones a través de las revisiones de diseño

Finalmente, en este apartado se aplicaron las modificaciones necesarias para poder avanzar en el diseño, como podemos ver en la figura 13 está el diseño ya con las modificaciones que se han solicitado a lo largo de las revisiones, teniendo como resultado un diseño listo para revisiones finales, como lo fue la modificación de las dimensiones de la estructura base o el uso de cortinas de seguridad además de interlocks de seguridad para garantizar el mínimo de accidentes posibles en la línea.

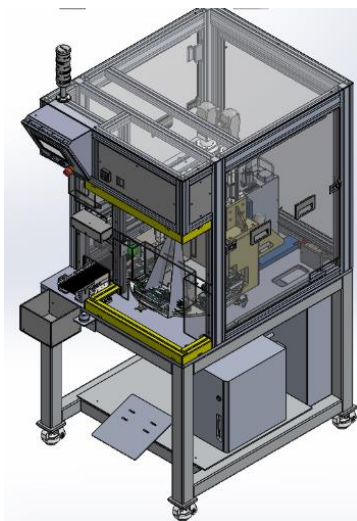


Figura 10 Diseño con modificaciones en revisiones

4.7 Resultados de análisis de diseño con cambios y generación de listas de producción y compras

Para este punto de los resultados se tuvieron las revisiones finales donde se procedió a detallar y a corroborar las uniones y ajustes que podrá llevar el diseño de la máquina para vaciar en la lista de producción las piezas que serán máquinas ya sea dentro o fuera de la planta, además se generó la lista referente a compras ya sean críticas o que pueden tener un tiempo de espera largo, esto para evitar retrasos y poder avanzar en otras áreas por mientras llegan las compras.

La figura 14 es una lista de compras generada por el software SolidWorks y que indica la cantidad, la descripción y el proveedor sugerido con el que se puede realizar la compra.

Cant	Marca	Núm. Parte	Descripción	Proyect	Requisitor	Comentarios Ingeniería
20	80-20	40-2715	LLANTA	195-A	FERNANDO LUJAN	16 LLANTAS SON PARA LAS 4 ESTACIONES MANUALES 195-B Y 195-C
1	BANNER	K50LGRY2PQ	DOMO TRICOLOR	195-A	FERNANDO LUJAN	
2	FESTO	8078844_DGST-10-80-E1A	CILINDRO GUIADO	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	DGC-18-100-G-PPV-A-ZUB-F	CILINDRO	195-A	FERNANDO LUJAN	HA PEDIR POR CAMBIO DE DISEÑO. FER LUJAN
4	FESTO	DSRL-12-180-P-FW	CILINDRO ROTATORIO	195-A	FERNANDO LUJAN	ESTAN LOS 4 EN ALMACEN DE ENSAMBLE
4	FESTO	15685_WSR-12J-M5	BRACKET	195-A	FERNANDO LUJAN	
8	FESTO	150371-SIEN-M5B-PS-S-L	SENSOR INDUCTIVO	195-A	FERNANDO LUJAN	
3	FESTO	541338_NEBU-M8W3-K-5-LE3	CABLE M8 3 PINS, 5 METROS	195-A	FERNANDO LUJAN	
8	FESTO	197577_GRLA-M5-QS-4-RS-D	Reguladores	195-A	FERNANDO LUJAN	
12	FESTO	153314_QSM-M3-4-I	RACOR	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	170839_DFM-16-100-P-A-GF	CILINDRO NEUMATICO	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	159582_LFR-1	FILTRO	195-A	FERNANDO LUJAN	
2	FESTO	159593_HFOE-E	BRACKET	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	170682_HEE-D-MIDI-24	VALVULA	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	172959_HEE-D-MIDI-24	VALVULA ELECTRICA	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	36170_QM-1_8-A_I	MANGUITO	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	FESTO	553158_SPAB-P10R-G1_8-2P-M8	SENSOR DE PRESION	195-A	FERNANDO LUJAN	8035544
1	KEYENCE	MDX-1500	MARCADORA LÁSER	195-A	FERNANDO LUJAN	IRISTIAN TIENE UNA EN ALMACEN PARA EST
1	KEYENCE	SR-2000	ESCANER 2D	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	KEYENCE	FU-E40	FIBRA OPTICA	195-A	FERNANDO LUJAN	
4	KEYENCE	OP-83181	CKET DE CORTINA DE SEGURIDAD	195-A	FERNANDO LUJAN	ya estan reservadas en almacen
2	KEYENCE	SL-V08H	CORTINA DE SEGURIDAD	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	KEYENCE	SL-V28H	CORTINA DE SEGURIDAD	195-A	FERNANDO LUJAN	
1	KEYENCE	IV-G500CA	HEZAL SENSOR DE VISIÓN A CO	195-A	FERNANDO LUJAN	
2	MCMMASTER	8222T125	d Covering for 1/4" Hole, 120V	195-A	FERNANDO LUJAN	PEDIR, YA ESTÁ EN POSESIÓN DE FERNAN
8	MCMMASTER	98378A178	CORE PIN(Material para pines)	195-A	FERNANDO LUJAN	FALTAN 4
6	MCMMASTER	97084A230	HATE STEEL THREAD-LOCKING	195-A	FERNANDO LUJAN	
8	MCMMASTER	97120A200	SY-TO-INSTALL THREAD-LOCKI	195-A	FERNANDO LUJAN	
6	MCMMASTER	97084A240	HATE STEEL THREAD-LOCKING	195-A	FERNANDO LUJAN	FALTAN 2

Figura 11 Lista de compra de maquina donde se aplicó la metodología

4.8 Resultados de detallado de máquina final con creación de planos

Continuando con el procedimiento, al tener las listas terminadas y teniendo una revisión final con los integrantes del equipo de trabajo del cliente, ya sea ingenieros de calidad, industriales y o gerentes de proyectos, se analiza si se requerirá alguna modificación o algún tipo de preparación para futuros agregados que se puedan solicitar, además como retroalimentación se generó una lluvia de ideas con la cual se pudo determinar qué puntos de mejora puede tener la máquina para hacerla más eficiente o mejorar los tiempos de ciclo. La figura 15 es un ejemplo de uno de los planos que se utilizaron para poder desarrollar su proceso de maquinado y posteriormente ensamblarlos.

Por otra parte, la figura 17 nos permite apreciar un 20 por ciento de avance en el ensamble, puesto que solo se tienen las estructuras sin ningún componente.



Figura 14 Estructuras y ensamble al 30%

Es importante mencionar que como se vieron en los primeros resultados que fue la conceptualización y análisis, se pudo determinar que el uso de un herramental con 4 pines sería el ideal para cumplir con la función de la máquina, es por eso que la figura 18 muestra los herramentales ya fabricados e integrados en el sub-ensamble para su colocación posterior.



Figura 15 Herramentales previamente planificados

Así es como con base a subensambles e integración de compras tanto periféricos como componentes neumáticos se pudo llegar un porcentaje alto de integración, el cual la figura 19 puede identificarse la colocación del dial, los herramentales, el wase o plato giratorio e inclusive la descarga automática ya sea para piezas buenas o material de desperdicio o Scrap.



Figura 16 Ensamble avanzado al 70%

Finalmente, como parte de resultados obtenidos, se buscó comparar la idea o bosquejo que se tenía planteado al inicio de la producción, es decir, el diseño generado en el software comparado con la máquina ya en sus puntos finales de debugueo y puesta a marcha, como se observa en las figuras 20 que es el diseño simulado comparado con la figura 21 que es el diseño ya producido.

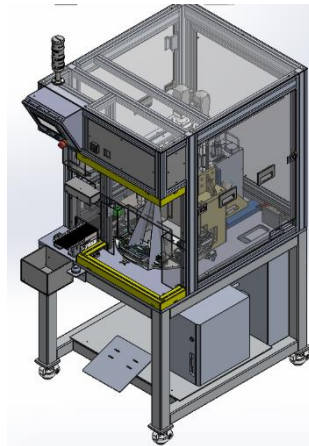


Figura 17 Diseño simulado en software SolidWorks



Figura 18 Diseño ya producido e integrado y listo para validaciones

4.10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta sección se desarrolló como un punto de referencia para poder ir señalando indicadores donde demuestren que la metodología ha funcionado correctamente, se generó el apartado de discusión de resultados en el cual a continuación se desglosa como es que en distintas áreas de la empresa se tuvo una mejoría considerable a partir de la implementación de la metodología que se ha venido comentando a lo largo del documento.

Como primer punto se tiene el tiempo que se implementaba en el diseño, el cual, gracias a análisis del problema o necesidad del cliente, a la realización de juntas con el mismo y el detallado hasta después de la validación final, fue como se ahorró una gran cantidad de tiempo para diseñar haciendo que ese tiempo ahorrado se aplicara para otras áreas que lo requerían.

Después, con base en la previa organización del proyecto se logró que pueda diseñarse un proyecto con un tiempo menor al anterior, la tabla 15 muestra la diferencia en semanas de cómo fue la planeación, ya con la aplicación de la metodología, esto después de probarse y analizarse en el proyecto Heat stake honda como se explicó anteriormente.

Otro de los puntos importantes referente al tiempo reducido es la organización de actividades, ya que se redujeron actividades poco productivas o innecesarias en su momento se puede mejorar el proceso y desaparecer varios tiempos muertos, por lo que cuando se requería que actividades desarrollarían anteriormente no poseían nada que respaldara que se les indicó hacerlas, por lo que con la aplicación de la metodología se tomó la precaución de a través de un documento con descripción de cada una de las actividades se pudo organizar de una mejor manera el trabajo del técnico evitando el mal manejo de los tiempos y provocando que se enfoque la mano de obra a los procesos que de verdad se requerían en el momento.

Finalmente, al tener ya una comunicación constante tanto con el cliente y los técnicos se pudo disminuir los re-trabajos que al final de cuentas no fueran requeridos, es decir el cliente al liberar el diseño se comprometía a respetar el diseño final, ya que se procedería a fabricar y ensamblar de la manera que se presentó en la revisión final y el técnico se basaría completamente en el diseño simulado en el software respetando las funciones de cada pieza y los sub ensambles para así con ayuda del ingeniero líder minimizar el uso de rediseños y el tiempo de producción por proyectos.

Además, como un agregado, la metodología aportó la guía que permitiría aplicarse en cualquier proyecto, ya sea nuevo o ya realizado, pero que se busca hacerlo de la mejor manera y gastando una menor cantidad de dinero, tiempo y mano de obra para aumentar su efectividad y productividad.

Tabla 15 Tabla de comparación de resultados

Discusión de resultados comparados		
Puntos por mejorar del proceso	Valores anteriores	Valores después de la aplicación de metodología
Tiempos de diseño	De 7 a 8 semanas	De 5 a 6 semanas
Tiempo de planeación	3 semanas	1.5 semanas
Organización de actividades	2 semanas	1 semana
Falta de descripción de actividades por etapas	No había descripción de actividades	Se genera diagrama de actividades y sub-actividades para completar la fase correspondiente
Mal manejo de tiempos de actividades	No se manejaban por tiempos las actividades	Se generó actividades según la prioridad y se organizó por etapas para mejorar el proceso
Falta de información de pasos o fases al cliente	Se tenía un check list para revisión de diseño solamente	Se generaron check list's para cada punto del área de diseño y para el área de liberación de producción y compras
Rediseños innecesarios continuamente	Se hacían constantes cambios inclusive previo a reuniones oficiales con cliente	Se hizo una etapa específicamente para revisiones de diseño y hasta finalizar las revisiones, máximo 3 para pasar a detallar el diseño para evitar rediseños innecesarios
Falta de manual para guía	No se tiene referencia ni guía de como empezar, continuar o inclusive finalizar un proyecto	Con la metodología planteada se deja un antecedente capaz de guiar y orientar al personal encargado del área además de la posibilidad de aplicarse a proyectos ya establecidos

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La industria manufacturera requerirá siempre una estructuración basándonos en la necesidad y actualizaciones de la tecnología moderna, es por ello que el proyecto aporta una guía capaz de permitir al personal no capacitado, orientarse respecto a sus funciones y responsabilidades como ingenieros diseñadores encargados de proyectos de alta demanda. Cabe destacar la capacidad tan amplia que puede llegar a tener esta metodología si se emplea de una manera correcta para diferentes empresas o talleres, esto debido a que es flexible, fácil de comprender y evaluar para lograr un proyecto exitoso, aun siendo el primero que se desarrolle. Finalmente, propicia a que el colaborador principal pueda ir desarrollando mayor habilidad en cuanto a orden y metodologías, ya que funge como orientador y es aplicable para cualquier proyecto industrial, haciéndolo una herramienta fundamental en el área de manufactura.

6 TRABAJOS FUTUROS

Gracias a la implementación de esta metodología se espera poder aplicarla a los diferentes proyectos nuevos que se tengan en la empresa donde se usó, ya que con base a los resultados obtenidos se pudo determinar que es una herramienta capaz de proporcionar grandes beneficios para la producción y eficiencia, además permitió una mayor organización interna para poder determinar qué áreas requerían mayor atención y mayor recurso para enfocarlo donde realmente es necesario y aprovecharlo al máximo.

Como ejemplo de un trabajo futuro se tiene planeado aplicarlo no solo en 1 máquina, sino en una línea de producción completa, es decir, un conjunto de máquinas que hacer todo un proceso completo como lo podría ser en una línea automotriz próxima donde se requiere la inserción de todos los componentes electrónicos, su correcta posición y finalmente su comprobación de funcionamiento correcto; en total se espera que sea alrededor de 10 máquinas automatizadas y 4 manuales por lo que se buscara reducir al máximo las pérdidas de tiempo y alcanzar un porcentaje de eficiencia mínimo de 90% por lo que la metodología que se estuvo desarrollando y aplicando desempeñaría un gran papel demostrando una vez más que su funcionamiento es el indicado.

7 BIBLIOGRAFÍA

1. Alay, E. (2017, agosto). *Diseño de espacios en ingeniería—CAPÍTULO 2 INGENIERÍA DEL DISEÑO Capítulo 2. Ingeniería del diseño.* StuDocu. <https://www.studocu.com/gt/document/universidad-rural-de-guatemala/disenio-industrial/disenio-de-espacios-en-ingenieria/18976619>
2. Blanco Romero, M. E. (2018). *Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contextos de comunidades en desarrollo* [Universidad politecnica de cataluña]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/121027/TMEBR1de1.pdf>
3. Guévin, M. (s/f). *8 Principales Métodos, Enfoques y Técnicas de Gestión de Proyectos / Nutcache.* Recuperado el 7 de octubre de 2021, de <https://www.nutcache.com/es/blog/8-principales-metodos-enfoques-y-tecnicas-de-gestion-de-proyectos/>
4. Rodríguez, D. (2005). *Diseño mecánico.* https://www.academia.edu/6984979/Apuntes_preparados_por
5. Rojas Lazo, O., y Rojas Rojas, L. (2014). Diseño asistido por computador. *Industrial Data*, 9(1), 007. <https://doi.org/10.15381/idata.v9i1.5709>
6. Vilchis, L. del C. (2000). *Metodología Del Diseño: Fundamentos Teóricos.* UNAM.