

DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO PARA LOS CUERPOS DE
BOMBEROS DE LA REGIÓN APLICANDO INGENIERÍA CONCURRENTE

ANGELA MARÍA ARCE REINA
GABRIEL APARICIO BETANCOURT

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2010

DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO PARA LOS CUERPOS DE
BOMBEROS DE LA REGIÓN APLICANDO INGENIERÍA CONCURRENTE

ANGELA MARÍA ARCE REINA
GABRIEL APARICIO BETANCOURT

Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial y Profesional en
Mercadeo Internacional y Publicidad

DIRECTOR DE PROYECTO
José Arturo González
Master of Science in Industrial Engineering

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2010

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 19 de Noviembre de 2010

CONTENIDO

	pág.
1 UTILIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCURRENTES PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO.....	1
1.1 TÍTULO.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Justificación.....	2
1.3 DELIMITACIÓN Y ALCANCE	5
1.3.1 Tipo de proyecto.....	5
1.3.2 Espacio.....	5
1.3.3 Tiempo.....	5
1.3.4 Impacto.....	6
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 OBJETIVO GENERAL	7
2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO	7
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3 MARCO DE REFERENCIA.....	8
3.1 ANTECEDENTES.....	8
3.1.1 Tesis y/o desarrollos previos sobre la temática	8
3.2 MARCO TEÓRICO	13
3.2.1 Ingeniería convencional o secuencial.....	13
3.2.2 Desarrollo de producto	13
3.2.3 Nacimiento de la ingeniería concurrente	15
3.2.4 Conceptualización de la ingeniería concurrente.....	20
3.2.5 Ingeniería convencional vs. Ingeniería concurrente	31
3.2.6 Ergonomía.....	34
3.2.7 Procesos de manufactura.....	43
3.2.8 Distribución de planta	69
3.2.9 Distribución por posición fija	70
3.2.10 Reseña histórica de los bomberos	71
3.3 APOORTE INTELECTUAL DE LOS INVESTIGADORES.....	73
4 ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE TRABAJO	76
4.1 MATRIZ DE MARCO LÓGICO.....	77

5	ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS.....	84
5.1	RECURSOS DISPONIBLES.....	84
6	DESARROLLO DEL PROYECTO	87
6.1	ACTUALIDAD CUERPO DE BOMBEROS:.....	87
6.2	TIPOS DE OPERACIONES ATENDIDAS Y HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS.....	90
6.2.1	<i>Tipos de operaciones</i>	<i>90</i>
6.2.2	<i>Herramientas utilizadas para la atención de operaciones de rescate....</i>	<i>91</i>
6.3	HERRAMIENTA A TRABAJAR: BARRA HOOLIGAN.....	93
6.4	CREACIÓN NUEVA HERRAMIENTA MULTIUSOS	94
6.4.1	<i>Investigación Cualitativa para la identificación de necesidades</i>	<i>94</i>
6.4.2	<i>Especificaciones de producto:.....</i>	<i>101</i>
6.4.3	<i>Desarrollo QFD (Casa de la Calidad).....</i>	<i>103</i>
6.4.4	<i>Descomposición del problema.....</i>	<i>117</i>
6.4.5	<i>Generación De Conceptos y selección del mejor.....</i>	<i>121</i>
6.4.6	<i>Diseño y Modelado en 3D</i>	<i>132</i>
6.4.7	<i>Elección de materiales</i>	<i>148</i>
6.4.8	<i>Explosión de materiales (BOM).....</i>	<i>150</i>
6.4.9	<i>Procesos para la fabricación de la herramienta.....</i>	<i>152</i>
6.5	COMPARACIÓN ESPECIFICACIONES HERRAMIENTA DESARROLLADA CON PROTOTIPO.....	155
6.6	VALIDACIÓN DE LA NUEVA HERRAMIENTA POR PARTE DEL CLIENTE (CUERPO DE BOMBEROS)	156
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
7.1	CONCLUSIONES	161
7.2	RECOMENDACIONES.....	163
	BIBLIOGRAFÍA	165

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Esquema de análisis causa - efecto	4
Figura 2: Método de Ingeniería Concurrente	9
Figura 3: Etapas de la Metodología DIP / IPP.....	11
Figura 4: "Over the Wall".....	13
Figura 5: Factores del Entorno del Diseño de Producto	14
Figura 6: Factores a implementar en el desarrollo de producto.....	15
Figura 7: Modelo de Genérico de Cadena de Valor.....	16
Figura 8: Indicadores estratégicos de competitividad	17
Figura 9: Causas y efectos de la Ingeniería Concurrente	19
Figura 10: <i>Development Time Shift</i>	32
Figura 11: <i>Product Development Spending Rate</i>	33
Figura 12: Medidas de la palma de la mano según la norma DIN 33 402 2ºParte	36
Figura 13: Medidas del perfil de la mano según la norma DIN 33 402 2ºParte	37
Figura 14: Medidas del agarre de la mano según la norma DIN 33 402 2ºParte ...	38
Figura 15: Diferentes posturas de la mano y muñeca I.....	41
Figura 16: Diferentes posturas de la mano y muñeca II.....	41
Figura 17: Diferentes posturas de la mano y muñeca III.....	42
Figura 18: Estilos de cabezas de tornillos y pernos	50
Figura 19: Remaches y ojillos	51
Figura 20: Partes de un molde.....	63
Figura 21: Tipos de distribución de planta	70

Figura 22: Administración del proyecto.....	84
Figura 23: Grafico de barras principales tipos de operaciones atendidas por el Cuerpo de Bomberos de Cali.....	91
Figura 24: Herramienta Multiusos Acabado SolidWorks.....	133
Figura 25: Barra Multiusos Acabados Finales.....	135
Figura 26: Equipo de Ingeniería Concurrente colaborador del proyecto.....	148
Figura 27: BOM de materiales	151
Figura 28: Diagrama de flujo procesos fabricación	152

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1: Medidas de la palma de la mano correspondiente a la Figura 12.....	36
Tabla 2: Medidas del perfil de la mano correspondientes a la figura 13.	37
Tabla 3: Medidas del agarre de la mano correspondientes a la Figura 14.	38
Tabla 4: Diámetros de empuñaduras.....	42
Tabla 5: Modos de asir y disposición de la mano.	43
Tabla 6: Matriz de marco lógico.....	77
Tabla 7: Presupuesto.....	86
Tabla 8: Estadística de principales incidentes atendidos durante el 2009.....	88
Tabla 9: Principales tipos de operaciones atendidas por el Cuerpo de Bomberos de Cali.....	90
Tabla 10: Puntajes relación entre necesidades y especificaciones QFD.....	103
Tabla 11: Relación entre especificaciones QFD.....	112
Tabla 12: Descripción conceptos iniciales.....	122
Tabla 13: Tamización de conceptos.....	126
Tabla 14: Descripción conceptos finales.....	127
Tabla 15: Selección de concepto por asignación de puntajes.....	129
Tabla 16: Explicación cumplimiento de necesidades por parte del boceto A4.....	130
Tabla 17: Medidas diámetro de agarre de la mano.....	131
Tabla 18: Comparación especificaciones herramienta patrón Vs herramienta desarrollada.....	155
Tabla 19: Satisfacción de necesidades nueva herramienta.....	157

Tabla 20: Comparación resultados de satisfacción Barra hooligan vs Nueva herramienta.....158

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz QFD

Anexo 2: BOM de Materiales

Anexo 3: Tabulado encuestas importancia necesidades, satisfacción Barra Hooligan y Herramienta Multiusos desarrollada

Anexo 4: Planos nueva Herramienta Multifuncional

Anexo 5: Audios entrevistas a profundidad y observaciones iniciales

Anexo 6: Usos y aplicaciones Herramienta Multifuncional desarrollada

** Cada Anexo tiene hipervínculo al documento donde se encuentra.*

1 UTILIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCURRENTE PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO

1.1 TÍTULO

Desarrollo de un nuevo producto para los cuerpos de bomberos del Valle del Cauca aplicando ingeniería concurrente.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Los cuerpos de bomberos de la región son organizaciones integradas por personal profesionalmente capacitado cuya labor consiste en brindar apoyo y protección a la ciudadanía. Esto por medio del cubrimiento de eventos o incidentes de alto riesgo como lo es la asistencia de urgencias, catástrofes e incendios. Aunque son instituciones que actualmente cuentan con los instrumentos necesarios para cumplir con su labor de una forma adecuada (equipos contra incendios, carros de bomberos adecuadamente equipados e instalaciones con infraestructura necesaria) existen varios instrumentos o productos que son utilizados frecuentemente en las labores diarias, que podrían mejorarse para prestar un mejor servicio. Estos productos podrían estar satisfaciendo mucho mejor al usuario en cuanto a facilidad de uso, reducción de esfuerzo, disminución de tiempos, protección de su integridad física, comodidad o muchos otros factores. Los productos no son los más adecuados posiblemente debido a los factores económicos. Esto influye pues limita la adquisición de instrumentos, ya que muchos de estos instrumentos son muy costosos en el mercado internacional y/o no existen en el mercado nacional. Por otro lado, también cabe la posibilidad que no se haya logrado un buen diseño de los productos actuales, dado que no se conoce o no se ha estudiado realmente cuales son las verdaderas necesidades y requerimientos que tienen sus usuarios en el momento de uso.

1.2.1 Contextualización

Hasta principios de siglo, cuando se daba algún incendio en la ciudad de Cali, las campanas de la iglesia emitían una señal de alarma a la ciudadanía. No existía un cuerpo de bomberos consolidado, por ello dada la señal la gente a quien le importaba el bienestar de su comunidad salía corriendo a la calle con baldes conteniendo la urgencia con agua sacada del río.

Entre estas personas que acudían a los incendios y dadas las necesidades crecientes de la ciudad surge la idea de realizar unas reuniones que concluyeron en obtener del Consejo municipal la expedición del acuerdo No. 96 del 21 de Diciembre de 1927, en la que se estableció la creación del primer Cuerpo de Bomberos de la ciudad. Este, compuesto por dos jefes, tres ayudantes, un médico y cuarenta bomberos.

La prestación de servicios por parte de estas personas fue adjudicada como un ad-honorem. Dicho acuerdo establecido, también instituía que "una vez organizado el cuerpo de bomberos, dictará su propio reglamento y pedirá a la municipalidad el equipo del caso". Esto implica autonomía por parte del Cuerpo de Bomberos y la obligación del municipio a atender la dotación del mismo.¹

Así como la de Cali, son muy parecidas las historias de los cuerpos de bomberos de Yumbo y Jamundi, lo que indica que por su condición de entidad voluntaria, no cuentan con un gran presupuesto para adquirir las mejores herramientas para desempeñar su labor diaria, lo que no solo pone en riesgo a los bomberos, sino a quienes son atendidos en las emergencias.

Por lo anterior estas entidades se encuentran dispuestas a recibir todo tipo de ayudas y donaciones por parte de la comunidad, para así lograr que cada día se preste un mejor servicio, lo que nos da paso para entrar a desarrollar una nueva herramienta que logre suplir las necesidades de un producto que no están siendo satisfechas, y además no sea de alto costo para que pueda ser adquirida por los cuerpos de bomberos.

1.2.2 Justificación

Con los problemas que hay a nivel mundial sobre el cambio en nuestro ambiente, sobretodo el calentamiento global, se han desatado un sin número de emergencias e incendios, que en muchas ocasiones no logran ser atendidos como quisiéramos por la falta de ciertas herramientas que agilicen y faciliten el trabajo de los cuerpos de bomberos. En el mismo orden de ideas, lo que nos motivó a hacer este proyecto es mejorar la calidad de vida de las personas que se ven involucradas de forma directa o indirecta con esta profesión; buscamos facilitar el

¹ BASURTO SCARPETTA, Mauricio. Apuntamientos para una historia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cali: factores determinantes que motivaron la creación del cuerpo de Bomberos voluntarios de Cali.

trabajo de los bomberos logrando que tengan un mejor desempeño, para mejorar las posibilidades de atención de las víctimas y la protección e integridad física de ellos. Sin embargo, también nos motiva que esta propuesta pueda ser utilizada por otros cuerpos de rescate, como los son en nuestro entorno la defensa civil, la cruz roja, los grupos SAR y USAR, y las brigadas de emergencia.

Por otro lado, no podemos ignorar como las organizaciones cada vez se vuelven más competitivas, y cada día los clientes tienen más de donde escoger, es por ello que su habilidad de supervivencia, está en la capacidad de responder de una manera más rápida y mejor ante las verdaderas necesidades de los clientes, pues de esta forma se logrará generar un valor agregado, vender y por ende generar utilidades.

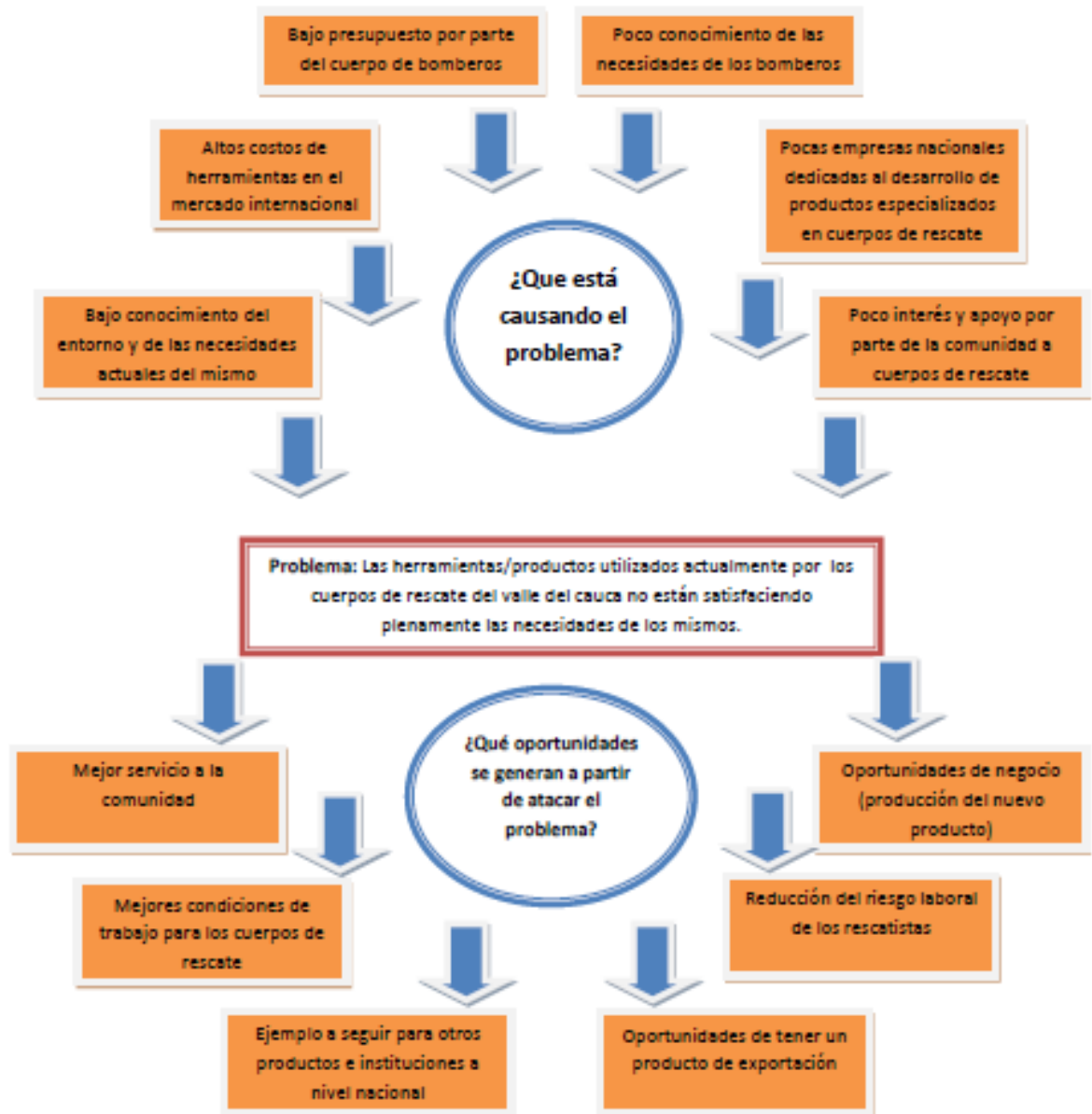
Basados en lo anterior, este proyecto se vuelve de gran importancia a nivel profesional, ya que el ser pioneros con el proyecto de la filosofía de Ingeniería Concurrente aplicada al desarrollo de producto para el cuerpo de bomberos de la región, nos permite innovar y abrir las puertas de esta temática a otros para que así como nosotros, sean más los que hagan uso de esta poderosa herramienta en las empresas y logremos ser cada día más eficientes, contar con mejores procesos y prácticas en las industrias, y satisfacer con mayor seguridad y calidad a nuestros clientes.

Además, este proyecto nos permitirá integrar las dos carreras que estamos estudiando, y los diferentes conocimientos aprendidos a lo largo de dichas carreras, desarrollando de esta forma competencias que nos ayuden a entender cómo funciona en realidad una empresa y el mercado, y cómo generar una verdadera y duradera satisfacción del cliente.

Materias como mercadeo, diseño, estadística, análisis cualitativo y cuantitativo, manufactura, distribución, producción, calidad, costos, entre otras van a ser integradas bajo el concepto de ingeniería concurrente para ser aplicadas a una organización gubernamental, mejorando un producto que utilizan muy a menudo, y que les ayudara a tener un mayor desempeño al cumplir con sus necesidades de una mejor manera; logrando también que se preste un mejor servicio a la comunidad. En conclusión, este proyecto es la oportunidad para entender mejor

que todo lo aprendido como ingenieros industriales y profesionales del mercadeo internacional y la publicidad, debe ser enfocado siempre hacia la creación de valor tanto para las organizaciones, como para los consumidores.

Figura : Esquema de análisis causa - efecto



Fuente: Los autores

1.3 DELIMITACIÓN Y ALCANCE

1.3.1 Tipo de proyecto

Este es un proyecto de tipo industrial aplicado, que abarca desde la investigación de mercado para conocer las necesidades de los Cuerpos de Bomberos regionales sobre un producto específico, hasta desarrollar el concepto y el prototipo de dicho producto utilizando la filosofía de ingeniería concurrente, de tal forma que satisfaga mejor esas necesidades.

1.3.2 Espacio

El desarrollo de este proyecto será llevado a cabo con la participación de los cuerpos de bomberos de Cali, Jamundi y/o Yumbo.

1.3.3 Tiempo

La duración del proyecto va a ser 1 año comprendido por dos partes. En la primera parte recopilaremos la mayor cantidad de información relevante para el estudio, tanto de la temática de ingeniería concurrente, como sobre las diferentes situaciones a las que se enfrentan los bomberos y las herramientas con las que cuentan para ello, apoyándonos principalmente en la investigación de mercado que se llevara a cabo y en información bibliográfica de otros cuerpos de bomberos, tanto del interior como del exterior del País.

En la segunda etapa, se va a hacer el diseño y desarrollo del prototipo de un nuevo producto, así como la Identificación de los procesos de manufactura requeridos para la fabricación del prototipo sujeto a las consideraciones económicas y de mercado relacionadas con el entorno seleccionado.

Debido a las limitaciones de tiempo y/o presupuesto se seleccionaran los materiales para el prototipo, y dependiendo de los mismos, éste será sometido a pruebas funcionales por parte de uno de los cuerpos de bomberos que están participando en el proyecto.

1.3.4 Impacto

Al finalizar el proyecto se espera haber contribuido al sector facilitando la atención de urgencias, mejorando el desempeño, reduciendo el esfuerzo y el peligro al que se someten los bomberos, y a su vez disminuyendo los tiempos de atención, incomodidades y riesgos de las víctimas, lo que se va a evaluar con los bomberos desde un punto de vista cualitativo. Todo esto con la ayuda de la Ingeniería Concurrente, para mostrar cómo esta es una filosofía transferible y aplicable a nuestro entorno y condiciones Colombianas, y dejando de este modo abiertas las puertas para futuros estudios y aplicaciones.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar el servicio prestado por los cuerpos de rescate del Valle del Cauca.

2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Desarrollar una nueva herramienta (producto) aplicando ingeniería concurrente que satisfaga mejor los requerimientos/necesidades de los cuerpos de bomberos en operaciones de rescate.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual identificando las necesidades que se presentan en el campo profesional de los bomberos.
- Seleccionar una herramienta de rescate, identificar sus necesidades funcionales y de forma, y a partir de estas, establecer las especificaciones técnicas del prototipo.
- Desarrollar propuestas de producto y seleccionar el más apto.
- Desarrollar el prototipo de producto.
- Medir la satisfacción de las necesidades identificadas previamente en los cuerpos de bomberos, respecto al producto desarrollado.
- Identificar los procesos de manufactura necesarios para la fabricación del producto.

3 MARCO DE REFERENCIA

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 Tesis y/o desarrollos previos sobre la temática

Entre los trabajos encontrados, que han analizado los procesos de diseño o problemáticas con ellos relacionados, la filosofía de Ingeniería Concurrente, y las temáticas relacionadas a los Bomberos, y que, por tanto, proporcionan información válida para la realización de este proyecto, cabe citar:

- **Proyecto** [“Implantación de Tecnologías Avanzadas de Diseño y Fabricación en el Ámbito de la Ingeniería Concurrente. Aplicación a una Empresa de Componentes para Automoción”](#) ^[1]

El objetivo de este trabajo, fue definir una estrategia de implantación de un entorno de Ingeniería Concurrente, utilizando sistemas CAD/CAM/CAE avanzados, en una empresa del sector de la industria auxiliar del automóvil de la Comunidad Valenciana. En el proyecto se consiguió determinar los procedimientos a seguir para implantar con éxito las nuevas metodologías y tecnologías que apoyan a la Ingeniería Concurrente partiendo de herramientas comerciales y demostrando, a través de un proyecto piloto de desarrollo concurrente, los beneficios de la implantación de esta tecnología. En el proyecto se determinaron, para el sector de automoción, los flujos de información de datos del producto que se establecen dentro de la empresa y con sus proveedores y clientes; la gestión de la información mediante las nuevas herramientas y medios (Ingeniería Colaborativa, Internet, sistemas PDM) y se definieron indicadores que cuantificaron los beneficios directos e indirectos que produjo la implantación.

- **Trabajo de Investigación** [“DEL BOCETO AL OBJETO: El uso de herramientas computacionales en el proceso de Diseño”](#) ^[2]

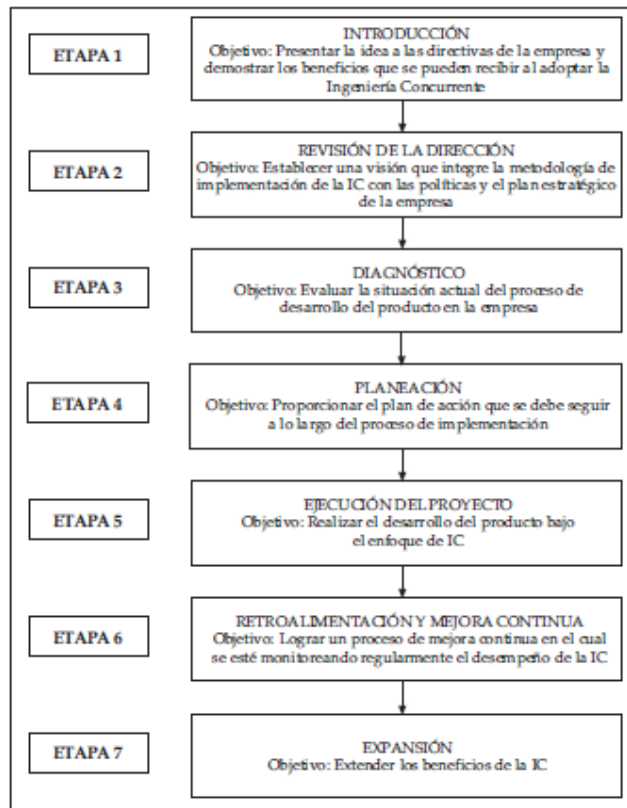
Este trabajo pretende realizar un acercamiento hacia la implementación de las tecnologías computacionales utilizadas en las fases del proceso y la fabricación actuales, enmarcando todo en el método de ingeniería concurrente.

una propuesta que permitiera mejorar el Proceso de Desarrollo de Producto (PDP) tomando como referencia el enfoque que presenta la filosofía de Ingeniería Concurrente, que también será llamada en este artículo por sus siglas, IC. Está basada en la mejora a través de la formación de Equipos de Trabajo Multidisciplinarios, del intercambio de información y conocimiento y de la aplicación de tecnologías y herramientas y orientada a la satisfacción del cliente.”

Para el trabajo, tomaron como referencia la metodología de implementación de la ingeniería concurrente desarrollada por el Grupo de Investigación de Ingeniería Concurrente (CERG) del Instituto Tecnológico de Monterrey (México), por considerarse el entorno mexicano muy afín con el nuestro en Colombia.

La metodología desarrollada se ha denominado «Desarrollo integrado del producto, un esfuerzo sistemático para mejorar la Ingeniería de Producto/ Proceso a través de la conformación de equipos multidisciplinarios de trabajo (DIP/IPP)». Está orientada a las pequeñas y medianas empresas (PYME), y las técnicas, herramientas y los enfoques de apoyo utilizados en ella pueden variar dependiendo de la empresa en la cual se va a implementar.

Figura : Etapas de la Metodología DIP / IPP



Fuente: Luna Amaya, Mendoza Bayuelo

- Artículo Técnico “FAL Presenta su Innovadora Bota Dragón Para Bomberos” [4]

“Fal Calzados de Seguridad presentará en la feria A+A el modelo Dragón, una bota especialmente diseñada para la lucha contra el fuego que, por sus innovaciones técnicas y de diseño, representa una nueva dimensión en el calzado para bomberos.

Este es un producto innovador que es el resultado del trabajo conjunto de sus departamento de Diseño y de I+D+i (Investigación y Desarrollo e Innovación).

Junto a otros detalles técnicos, la bota Dragón destaca por ser la primera bota para bomberos que incorpora una plantilla anti-perforación no metálica. La combinación con la exclusiva puntera Vincap® de Fal Calzados de Seguridad da como resultado una inmejorable combinación de seguridad, ligereza y comodidad en productos de su categoría.



La plantilla anti-perforación no metálica cumple las normativas europeas de protección EN 12568 e ISO EN 20344, referidas al riesgo derivado de la presencia de clavos, astillas, cristales y otros elementos que potencialmente puedan atravesar una suela

convencional. Combina resistencia con ligereza y flexibilidad, y comodidad con protección. Es cinco veces más fuerte que el acero, y sus aplicaciones son múltiples, incluyendo chalecos anti-balas, guantes resistentes a los cortes, velas para embarcaciones de competición, e incluso materiales utilizados en la industria aeronáutica y en la exploración espacial. Además, es resistente a las altas temperaturas y a las llamas, protegiendo frente a riesgos térmicos de hasta 400 grados.

Las propiedades de esta plantilla son un complemento idóneo para la puntera ultraligera Vincap®. Fabricada con un composite elaborado a partir de fibra de vidrio y resinas, consigue una reducción de peso cercana al 50% respecto a las punteras metálicas, con la consiguiente disminución de molestias y fatiga para el usuario y sin disminuir su resistencia a impactos o compresiones. La eliminación de elementos metálicos en el calzado evita problemas de oxidación y alergias, y mejora la protección ante el riesgo eléctrico.

Además de estos dos elementos, el modelo Dragón incorpora otros componentes de alto valor añadido, entre los que cabe destacar el forro interior de Gore-Tex®, que garantiza impermeabilidad y transpirabilidad al calzado; piel hidrófugada de alta calidad; suela de caucho nitrilo, un piso vulcanizado de alta resistencia en ambientes con riesgos térmicos; sistema de ventilación en la caña de la bota; reflectantes ignífugos; tobillera plástica antideformación; costuras a base de hilo de Kevlar® ignífugo y anti-corte, y áreas de flexión delantera y trasera elaboradas con este mismo material de alta resistencia.”

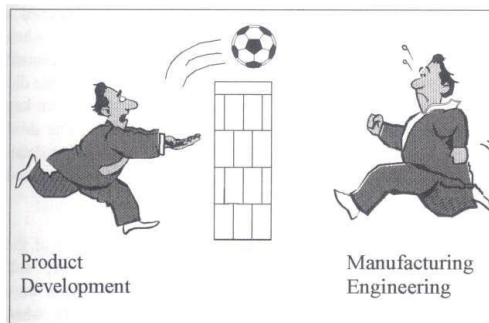


3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Ingeniería convencional o secuencial

La ingeniería convencional maneja un enfoque secuencial en el proceso de desarrollo de un producto. En este enfoque cada área de la empresa, después de ejecutar la parte que le corresponde, transfiere su resultado al sector siguiente y queda a la espera. Cada unidad organizacional que recibe la información inevitablemente encontrará fallas según la perspectiva de su propia especialidad, y la devolverá al sector de origen para los ajustes correspondientes, lo que se llama síndrome "Over the Wall" o "Comunicación sobre la pared".

Figura : "Over the Wall"



Fuente: Salomone, pág. 5

3.2.2 Desarrollo de producto

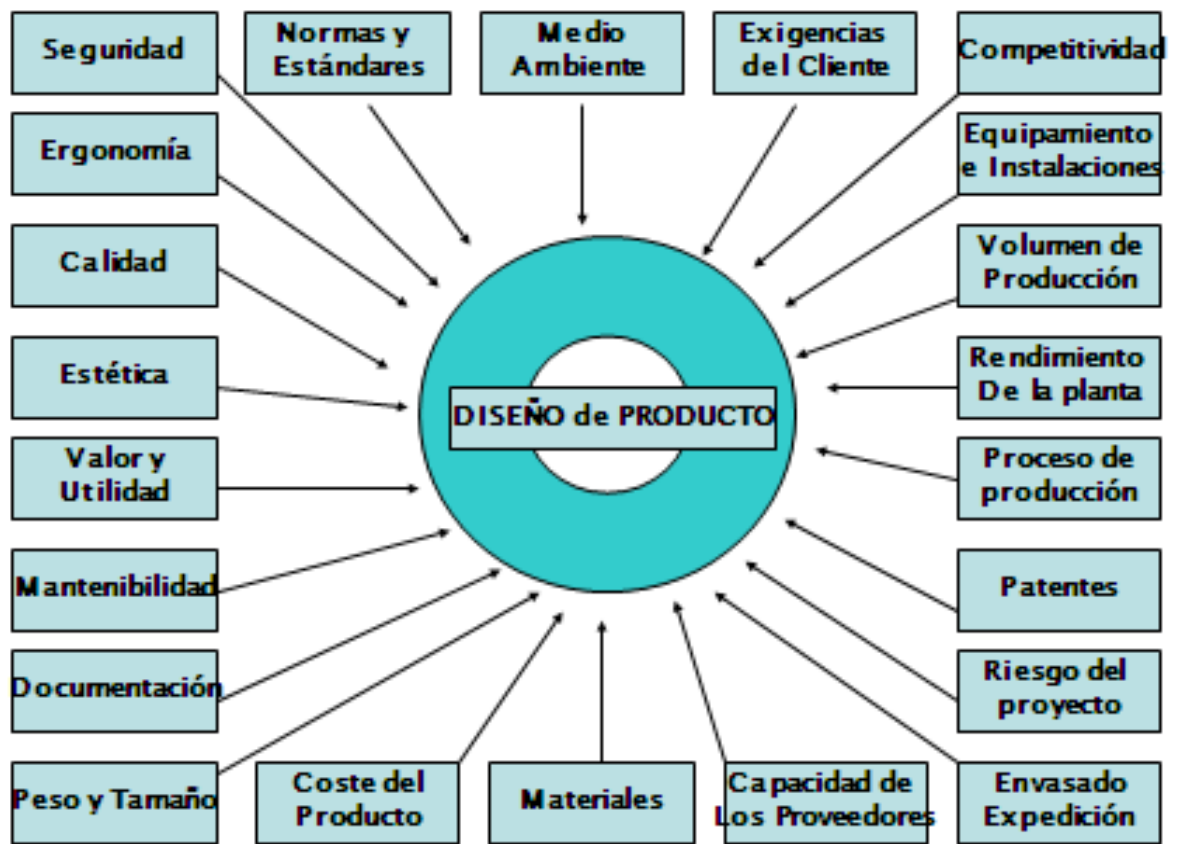
El desarrollo de un nuevo producto consiste en el proceso completo de crear y llevar un nuevo producto al mercado. Existen dos aspectos paralelos que se involucran en este proceso: uno implica ingeniería de producto; el otro, análisis de mercado.

Los responsables de la mercadotecnia consideran el desarrollo de nuevo producto como el primer paso en la gestión del ciclo de vida del producto.

Mediante las dos ilustraciones siguientes (, Figura) se pueden determinar los factores para lograr obtener un producto exitoso.

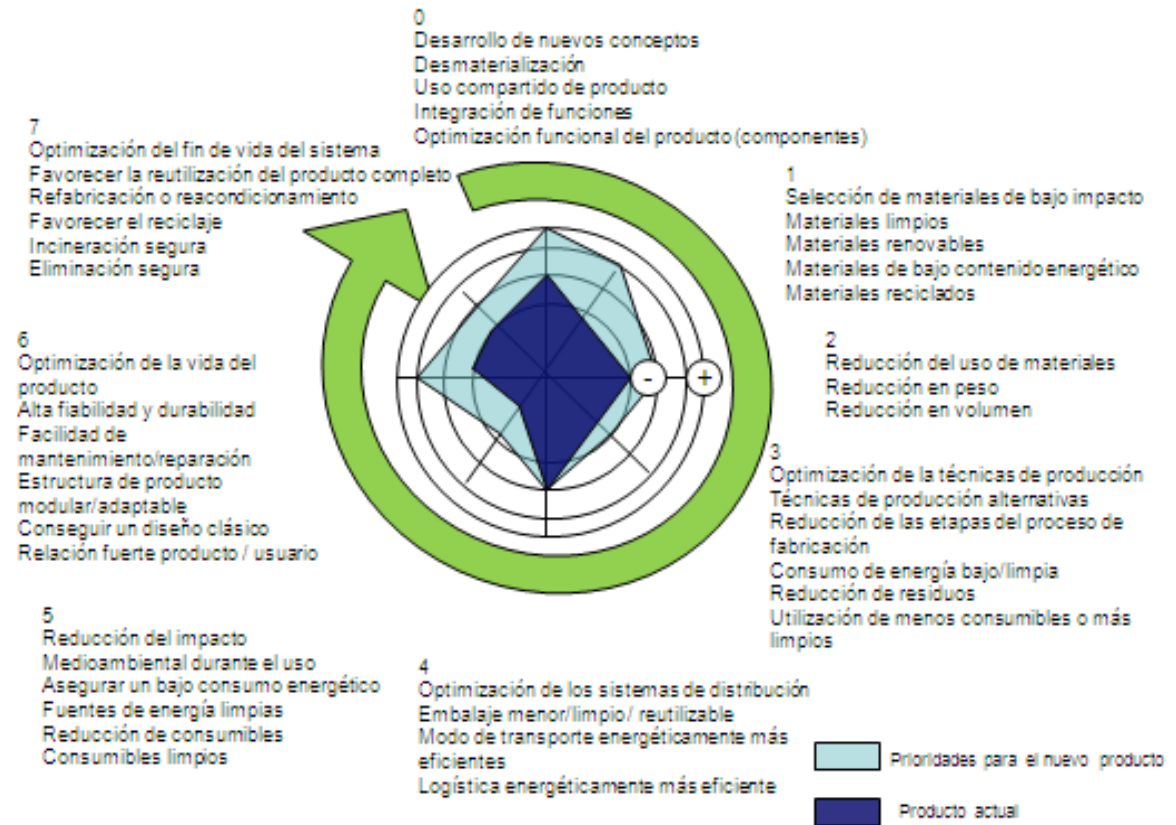
Cada vez es más importante no solo tener en cuenta los factores internos de la empresa, sino los factores externos, que son los que marcan las tendencias del mercado.

Figura : Factores del Entorno del Diseño de Producto



Fuente: Carranza Alvarado, Diapositiva 15

Figura : Factores a implementar en el desarrollo de producto



Fuente: Carranza Alvarado, Diapositiva 16

3.2.3 Nacimiento de la ingeniería concurrente

A partir de los años 80's las empresas empezaron a ver la necesidad de realizar un cambio en su modelo de diseño y producción básico, algo que ya estaban empezando a aplicar en Japón.

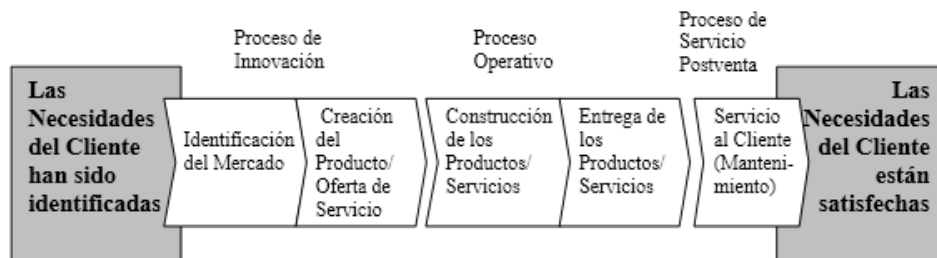
Los productos estaban llegando al mercado, en su mayoría, demasiado tarde para conseguir las ventas y beneficios esperados y sin los niveles de calidad exigidos por los consumidores.

Fue así como las empresas empezaron a entender que una de las debilidades era la falta de conexión entre lo que estaban haciendo como empresa y lo que pedían

los consumidores, no estaban innovando con la velocidad que se los exigía el mercado.

Para las empresas lo más importante es detectar y satisfacer las necesidades del cliente, así la empresa tendrá el mercado asegurado; pero para esto es fundamental conocer la cadena de valor de la empresa, lo que permitirá suministrar los productos o servicios en las condiciones que satisfacen estas necesidades de los clientes.

Figura : Modelo de Genérico de Cadena de Valor



Fuente: Kaplan, pág.97

De aquí surge la ingeniería por procesos o modelo de gestión por procesos, lo cual busca sacarle el máximo rendimiento a los procesos de la organización, dotándoles de capacidad para reaccionar de manera autónoma a los cambios mediante la mejora continua y la flexibilidad de la arquitectura.

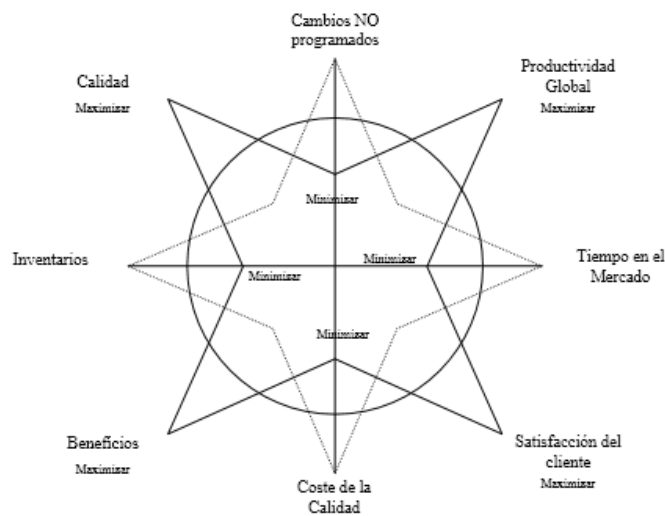
La gestión por procesos multidepartamentales, es uno de los primeros acercamientos a la ingeniería colaborativa, ya que sus actividades se realizan integrando varios departamentos.

Pero a la hora de establecer esta estrategia surge la necesidad de establecer nuevos indicadores que permitan identificar el grado de innovación necesario en la empresa y contemplar las interacciones de las nuevas tecnologías, por lo que es necesario la implementación de nuevos modelos que faciliten la integración de las

distintas actividades con sus diversos objetivos y utilizando las ventajas de las nuevas herramientas.

Las empresas seguían sin conseguir los objetivos deseados, por lo que se plantearon ciertos indicadores generales que debería seguir una empresa para ser competitiva.

Figura : Indicadores estratégicos de competitividad



Fuente: Prasad, pág.96

Podemos ver como se hace necesaria una alternativa que nos permita:

- Acortar los tiempos de desarrollo de los productos – tiempo en que llegamos al mercado.
- Elevar la productividad.
- Aumentar la flexibilidad.
- Mejor utilización de los recursos.
- Productos de alta calidad.
- Reducción en los costos de desarrollo de los productos y de calidad.
- Integrar los departamentos de la empresa
- Asegurar el cumplimiento de los requerimientos y expectativas del cliente.

Es por esto que la ingeniería por procesos por sí sola no logra suplir todas estas necesidades, y cada vez se hace más necesario un enfoque que integre no solo a los diferentes agentes de la empresa, sino que nos permita trabajar de forma simultánea en los procesos que podemos detectar según el modelo de Kaplan, del proceso de innovación.

Este proceso mejor conocido como Desarrollo de Producto, es en donde se le puede dar mayor valor al producto, por lo que se empezó a buscar cómo mejorarlo.

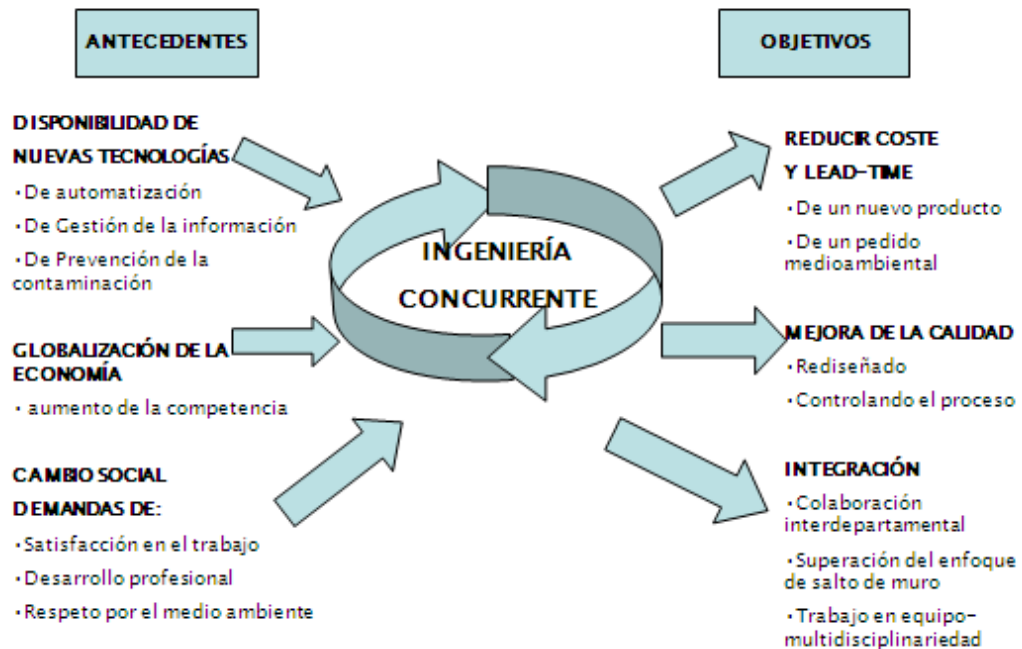
En 1988 la IDA (*Institute for Defense Analysis*) proporcionó la siguiente definición sobre ingeniería concurrente:

“... a systematic approach to the integrated, concurrent design of products and their related processes, including manufacture and support. This approach is intended to cause the developers, from the outset, to consider all elements of the product life cycle from conception through disposal, including quality, cost, schedule, and user requirements.”²

Lo que traduce que la Ingeniería Concurrente es el esfuerzo sistemático para el diseño integrado y concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y de servicio. Pretende que los desarrolladores, desde un principio, tengan en cuenta todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde el diseño conceptual, hasta su disposición final incluyendo calidad, costos y necesidades de los usuarios.

² WINNER, R.I.; PENNELL, J.P; BERTRAND, H.E.; SLUSARCZUK, M.M.G. *The role of concurrent engineering in weapons system acquisition*, Technical Report R388, Institute for Defense Analysis, 1988

Figura : Causas y efectos de la Ingeniería Concurrente



Fuente: Capuz Rizo, pág. 39

En 1993, mediante la obra merecedora del premio EADA a la mejor obra temática empresarial, “La excelencia en el Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos”, Enric Barba fue pionero en España al presentar la metodología de la Ingeniería Concurrente como una técnica para reducir el tiempo de desarrollo de nuevos productos.

En la obra muestra como la innovación es una fuente de ventajas competitivas y que una empresa innovadora requiere una organización de desarrollo de nuevos productos excelente, y como la Ingeniería Concurrente nos ayuda a lograr ese objetivo, siendo una de las herramientas de gestión de la innovación más eficientes a la hora de conseguir los objetivos de cualquier proyecto, y en particular del proyecto del diseño de un nuevo producto: costos, calidad y plazo de entrega.

En la actualidad varias empresas, organismos y centros de estudio reconocidos están haciendo uso de la filosofía de Ingeniería Concurrente, entre ellos están:

- Agencia Espacial Europea de Diseño Simultáneo
- NASA: *Team X* – Laboratorio de Jet de Propulsión
- CNES - Agencia Espacial Francesa
- ASI - Agencia Espacial Italiana
- *Boeing*
- *EADS Astrium* - Oficina de Diseño Satelital
- *Thales Alenia Space*
- La Corporación Aeroespacial: Centro de Diseño de Concepto
- Incorporado STV
- Centro Aeroespacial Alemán
- JAQAR Servicios de Diseño Concurrente

3.2.4 Conceptualización de la ingeniería concurrente

“La ingeniería concurrente es un enfoque organizativo que postula que todos los actores que intervienen en el proyecto de un producto (desde la idea inicial hasta el desarrollo final) y en el resto de fases de su ciclo de vida, colaboren y realicen su trabajo simultáneamente, asegurando que las condiciones estructurales, funcionales, de fabricación, mantenimiento, etc. se consideren en las etapas iniciales de análisis.”³

“La ingeniería simultánea es la realización de un proyecto que hace de forma simultánea, un producto y su proceso de manufactura”⁴

“Es un enfoque integrado del desarrollo del producto que pone énfasis en las expectativas del cliente por medio de la producción de productos de alta calidad, con mayor rapidez y menor costo. Apoya los valores del trabajo multidisciplinario en equipo, como son la cooperación, la confianza, y el compartir e intercambiar los conocimientos y la información, de tal manera que la toma de decisiones durante la etapa del diseño, proceda con énfasis

³ CAPUZ RIZO, Salvador INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE PRODUCCIÓN: Ingeniería Concurrente para el diseño de producto. Editorial Alfaomega. Pág. 12.

⁴ HALL, D. Concurrent Engineering: definitions terms and techniques in Concurrent Engineering. IEEE Spectrum, Julio de 1991.

en la consideración simultánea de todos los aspectos del ciclo de vida del producto.”⁵

El concepto de Ingeniería Concurrente ha recibido otros nombres, tales como Ingeniería Simultánea, Ingeniería Colaborativa, Ingeniería para el Ciclo De Vida, Ingeniería Integrada o Desarrollo Integrado de Producto, en función del ámbito en que se utilice el término.

Las voces “concurrente” y “simultánea” destacan el paralelismo de las actividades de diseño del producto y de diseño del proceso, pero debido a que “**concurrente**” fue propuesto por el IDA, dicho termino era utilizado más frecuentemente por la industria militar, mientras que el resto de la industria empleaba la palabra “**simultánea**”. En la actualidad el adjetivo “concurrente” está más extendido en la bibliografía producida en Estados Unidos e Inglaterra, mientras que en Centro-Europa se prefiere el calificativo “simultánea”.

En cambio, si se atiende a la segunda parte de la definición dada, no resulta extraña la denominación de **Ingeniería para el Ciclo de Vida**, utilizada para destacar la influencia que tienen sobre el diseño otros factores diferentes al proceso de fabricación (fiabilidad, seguridad, economía de uso y de mantenimiento, reducción del impacto ambiental, etc.)

La expresión **Ingeniería Colaborativa**, resalta los aspectos de trabajo en equipo, comunicación multidisciplinar y colaboración multidepartamental. Cuando se pretende evidenciar la importancia que las herramientas informáticas de apoyo tienen para coordinar los equipos y las actividades simultaneas, suele utilizarse el nombre **Ingeniería Integrada**.

3.2.4.1 Métodos y técnicas usadas en ingeniería concurrente

⁵ AHMED, H.S. Al-Ashaab. Ingeniería Concurrente. Morelos, Mayo de 1997.

- Despliegue de la función de calidad (QFD).

Se especifica el producto en una matriz, relacionando los deseos del consumidor (atributos del cliente) con las características cuantificadas de ingeniería. Más adelante se explicara mejor en qué consiste esta herramienta.

- Control estadístico de proceso (Spc).

Conjunto de técnicas y procedimientos aplicados a las diversas fases del proceso de manufactura para reducir o eliminar las fallas en la calidad del producto final.

- Análisis de fallas (FMEA).

Conjunto de actividades que identifican las posibles fallas de un producto o proceso y sus causas, las medidas que pueden impedir o reducir la posibilidad de ocurrencia y la documentación del proceso, cuyo resultado será la recomendación de mejoras.

- Diseño para manufactura y ensamble (DFMA).

A través de *software* se alerta al diseñador de productos sobre las implicaciones de su trabajo en la fase de manufactura.

- Los métodos de Taguchi.

Conducen a un diseño robusto no afectado por las variables del proceso de producción.

- Justo a tiempo (JIT).

Método de producción que trata de tener disponibles los materiales únicamente cuando se requieren, reduciendo considerablemente los costos de inventario.

- Benchmarking.

Conjunto de procedimientos a través de los cuales se comparan parámetros y especificaciones de un producto con los de la competencia, que tiene el máximo desempeño.

- Manufactura integrada por computador.

Uso de *software* que permite aprovechar los recursos de la informática para conectar el equipo de manufactura con la base de datos del área de proyectos.

La tendencia actual es a buscar mayor integración funcional. Idealmente, la Ingeniería Simultánea busca aplicar las herramientas que permitan a todos los

integrantes del equipo del proyecto tener acceso compartido a la información actualizada del mismo, de tal manera que puedan almacenarlos y procesarlos de forma transparente.

3.2.4.2 Desarrollo de producto usando ingeniería concurrente

Hay varias etapas que seguir para llevar a cabo el desarrollo de un nuevo producto utilizando la ingeniería concurrente:

- **Despliegue de la función de calidad (QFD)**

QFD es una herramienta que permite indagar las verdaderas necesidades de los consumidores y transformarlas en especificaciones de producto.

Cualquier proceso de desarrollo de nuevo producto, debe comenzar con una búsqueda de las necesidades del cliente. Para esto es necesario que las personas involucradas en el desarrollo y manufactura del producto interactúen entre ellos y con los consumidores. El proceso de identificación de necesidades va a permitir tener llegar a las especificaciones del producto y con ello a la construcción y selección de conceptos.

Las necesidades se refieren a los atributos o requerimientos del cliente. No están relacionadas con el producto en sí, más bien con la vida diaria de las personas y sus demandas, para lograr su satisfacción.

Las especificaciones en cambio, si dependen del producto que se va a desarrollar. Estas van de la mano de las necesidades de los clientes, y también dependerán de las capacidades tecnológicas, económicas y competitivas de la empresa.

Para poder identificar las necesidades de los clientes es necesario investigar el mercado. La recolección de información congruente y real es de suma importancia para que el producto en todo su proceso sea exitoso y que al final logre ser competitivo.

Para lograr lo anterior, es importante que esta recolección de información sea de una fuente primaria, es decir de los clientes potenciales a los cuales se les quiere

llegar. Para esto, se utilizan diferentes técnicas exploratorias de investigación de mercados. Entre ellas están:

- Entrevistas: Una técnica de investigación cualitativa en la cual una persona (entrevistador) le realiza una serie de preguntas estructuradas a otra (entrevistado) con el fin de explorar e indagar sobre un tema, idea, producto o concepto en específico.
- Grupos focales o grupos de enfoque: Es una técnica de investigación cualitativa que consiste en reunir a un grupo de participantes (generalmente entre 8 a 12 participantes) y guiarlos por medio de un moderador hacia una discusión conjunta, extensa y profunda que permita explorar lo que los consumidores piensan y sienten acerca de un producto, idea o concepto. La discusión entre los participantes permite estimular las ideas y respuestas de los mismos produciendo de esta forma información mucha más relevante que la que podría brindar una persona en solitario.
- Observación de producto en uso: Es una técnica cualitativa que permite obtener información relevante sobre el uso o comportamiento de las personas en una situación natural. A través de la observación se logran identificar posibles necesidades que puede que una persona no comunique en las 2 técnicas anteriores. La observación se puede realizar por medio de aparatos electrónicos, o de forma personal (una persona observando).

Estos métodos permiten explorar, ya sea por medio de inmersión, dialogo entre participantes u observación, los detalles y los requerimientos importantes para una necesidad específica.

La muestra escogida para la realización de dichas técnicas es de suma importancia, pues son quienes van a brindar información del mercado. Los usuarios líderes por ejemplo son personas que logran identificar con mucha anterioridad las necesidades de un determinado producto, esto les permite a estas personas comunicar y generar soluciones para dichas necesidades con anticipación.

Sin embargo, el cliente o usuario final no es el único que se debe tener en cuenta, pues en el proceso de entrega de un producto existen varios clientes; entre estos

todos aquellos existentes en los canales de distribución. Estos clientes hay que tenerlos en cuenta para el desarrollo de un producto, pues su información puede implicar grandes reducciones en costos, espacios e incluso hasta ser determinante a la hora de escoger el tipo de material (ej. La forma del producto influye en el transporte y la acomodación en bodega, y por ende en los costos).

Una vez que se realice la técnica de recolección de información necesaria, es preciso interpretar dicha información y lograr plasmarla o traducirla en necesidades. Para esta interpretación se debe tener en cuenta toda la muestra en conjunto, todas las entrevistas, todos los grupos focales etc., siempre planteando la necesidad en términos de lo que el producto como tal debe realizar.

Cabe resaltar que algunas necesidades pueden ser mucho más importantes para el cliente que otras por ello un apoyo cuantitativo o una interpretación jerárquica con base en la experiencia de las personas de la empresa, es de gran ayuda para determinar cuáles de estas necesidades son primarias y cuales son secundarias. Es importante lograr establecer el valor relativo para el cliente de dichas necesidades, pues de ello dependerá que el producto en realidad genere valor para el cliente al finalizar el proceso.

Una vez identificadas las necesidades es necesario traducirlas en especificaciones del producto. Las especificaciones determinan lo que el producto debe tener o hacer.

Las especificaciones están compuestas por una medida (volumen, tiempo, peso etc.) y por un valor, que determina el rango dentro del cual debe estar la medida de la especificación. (Ej. Medida: Tiempo promedio de ensamble, Valor: Máximo 75 segundos). A partir de estas especificaciones iniciales se generan conceptos que posteriormente se van a selección y probar.

Es necesario que se tenga una especificación o medida para cada necesidad pues es la forma de asegurar que el producto va a cumplir con los requerimientos de calidad. De igual forma es de suma importancia tener en cuenta la información del producto de la competencia relacionado con dichas medidas, para ayudar a determinar cuáles serían los límites de las especificaciones iniciales.

Puede suceder que existan especificaciones inversas, por ejemplo puede que para un cliente un mayor volumen sea positivo pero al mismo tiempo un menor peso sea positivo, estas 2 medidas son inversas pues no se logran concebir con facilidad cuando se dan al tiempo, por ello la generación de conceptos es considerada una etapa de negociación, donde luego cuando se logra probar los diferentes conceptos se plasman las especificaciones finales.

Para organizar toda esta información, se utiliza una herramienta conocida como QFD o *Quality Fuction Deployment*.

Es importante tener en cuenta que el establecimiento de las especificaciones finales no solo depende de lo que el cliente piense del producto, puede suceder que el producto sea excelente en todo sentido para el cliente y lo satisfaga por encima de sus expectativas, pero que tenga costos inconcebibles, por lo que sería imposible realizarlo. Por ello para establecer las especificaciones finales se necesita tener en cuenta:

1. Factibilidad de las especificaciones.
2. Costos de producto – Basados en lo que se necesita para construirlo en cuanto a materiales y mano de obra.
3. Ajuste de especificaciones – Se negocia según importancia relativa de las especificaciones para el cliente.
4. Factibilidad y especificaciones secundarias – Observar los subsistemas necesarios y considerar que estos no influyan en el producto final.
5. Reflexionar sobre el resultado – Considerar si en realidad se lograra generar valor y competitividad con el resultado obtenido.

- **Generación de conceptos**

Cuando se genera un concepto de un determinado producto a partir de las necesidades y especificaciones ya encontradas y establecidas previamente se logra tener una descripción de dicho producto en cuanto a forma, funcionamiento, servicio y tecnología, que debe estar siempre apuntando a satisfacer las necesidades concebidas por los clientes.

Para la generación de conceptos se utilizan bocetos, descripciones textuales y en ocasiones diseños 3D en computador.

Es posible que durante la generación de conceptos las personas se encuentren con una variedad de problemas, que pueden llegar a ser costosos para la empresa y para el proceso.

Para que no se den estos problemas se utilizan métodos estructurados en la generación de conceptos. Estos métodos ayudan a que el proceso de obtención de información sea mejor, teniendo en cuenta las diferentes fuentes que se pueden consultar, por otro lado, ayudan a que se evalúen distintas opciones, y finalmente permite que se integren los distintos componentes de las diferentes opciones para de ahí sacar una “mejor” opción.

Los métodos estructurados pueden variar según el proceso que se quiera aplicar, pero su esencia se basa en el entendimiento del problema de una forma organizada que permita entender sistémicamente el desarrollo del producto.

El método propuesto en este proyecto consta de 5 pasos:

1. Identificación del problema

Para un buen entendimiento es aconsejable descomponer el problema. El problema se puede descomponer en términos funcionales, según las acciones del usuario o según las necesidades de los clientes. El objetivo de la descomposición es entender los elementos que se ven involucrados en el uso del producto, su funcionalidad y fin, para así lograr identificar soluciones que serán de gran ayuda a la hora de la generación de conceptos.

2. Buscar información de fuentes externas (Estado del Arte)

Al indagar en fuentes externas, como lo puede ser la competencia, los consumidores, los expertos, las fuentes bibliográficas y las patentes, entre otras, se puede lograr encontrar soluciones a los sub-problemas planteados que permitan entonces dar un gran paso a la solución del problema global.

3. Buscar información con personal y gente interna.

Para la recolección de esta información se indaga al personal interno de la empresa (creativos, ingenieros, diseñadores y en general al personal involucrado en el proceso), con el fin de generar propuestas creativas, teniendo en cuenta los dos pasos anteriores del proceso (Aclaración del problema y Búsqueda de información en fuentes externas), lo que permitirá desarrollar los diferentes conceptos.

Se debe tener en cuenta que para la generación de conceptos, entre más cantidad de conceptos mejor. También es necesario que se respeten y se tengan en cuenta todas las ideas, hasta las que en un principio puede que no sean factibles en lo absoluto, pues esto permitirá generación de nuevos e innovadores conceptos y que se rompan los límites que muchas veces impiden dicha innovación.

Los medios gráficos y físicos son completamente bienvenidos pues permiten un entendimiento mucho más adecuado de los conceptos, que textualmente sería imposible de lograr.

4. Tener una exploración sistémica.

Después de la recolección de información externa e interna, es necesario organizarla para sintetizar mejor la información y lograr encontrar conceptos potenciales o mejores soluciones al problema.

Para lograr esto, se evalúa cada una de las posibles soluciones mediante un Árbol de clasificación de conceptos, que ayuda a dividir el espacio total de posibles soluciones en clases distintivas que facilitan su comparación y eliminación, además ayuda a replantear el Diagrama funcional que se había planteado en la etapa de Aclaración del problema.

5. Reflexionar sobre los resultados y el proceso.

Es el espacio donde el quipo reflexiona sobre lo que se ha hecho, y se pregunta si se exploró lo suficiente o si era posible explorar más soluciones, si el problema se podría descomponer de alguna otra forma, y si el equipo realmente trabajo como debía y todos se integraron en el proceso y generaron suficientes ideas.

- **Selección de conceptos**

El proceso de selección de conceptos consiste en evaluar los diferentes conceptos según las necesidades que tienen los clientes sobre dicho producto. Este proceso de selección permite comparar los diferentes conceptos generados, mostrando las ventajas y desventajas de los mismos según las necesidades de los clientes. Funciona como un filtro; se van eliminando los conceptos menos relevantes y que de forma deficiente cumplen con todo lo necesario, y generando nuevos conceptos hasta llegar a la selección de un o unos conceptos finales a los cuales se les realizaran posteriormente las pruebas de producto.

Para la selección de conceptos se pueden utilizar diferentes métodos. Entre estos métodos están las matrices de decisión. Estas matrices permiten evaluar y comparar cada concepto generado a partir de un conjunto de criterios establecidos.

Esto se hace por medio de un proceso de selección estructurado. Así como en la generación de conceptos los métodos estructurados nos traen muchos beneficios pues facilitan la organización de información, sirven para tomar decisiones efectivas y logra que se generen nuevos diseños competitivos, esto entre muchas otras cosas.

Este método estructurado consiste en 2 pasos:

- Tamización de conceptos
- Asignación de puntajes

El primero tiene como objetivo lograr filtrar aquellos “malos conceptos” rápidamente, y a su vez generar nuevos conceptos a partir de aquellos seleccionados que pueden tener falencias o debilidades evidenciadas en dicha matriz.

En la parte superior de la matriz se encuentran los conceptos generados. Y en la columna izquierda las necesidades de los clientes que ya han sido identificadas. La matriz entonces compara cada concepto con el producto patrón, colocando un (+) en aquellas necesidades de los nuevos conceptos que satisfacen mejor al consumidor que el concepto patrón, un (-) para las que se satisfacen peor, y una

(s) para las que lo satisfacen de igual forma que el patrón con el que se está comparando; al final se hace una suma y aquellos conceptos con puntajes más altos son seleccionados, y posteriormente se utilizan para generar nuevos conceptos.

El segundo paso de asignación de puntajes, permite evaluar conceptos de una forma mucho más detallada. Este le asigna puntajes o ponderaciones a las necesidades de los clientes evaluadas en los conceptos con el fin de identificar cuáles de estas son más importantes para el consumidor y para la empresa y de esta forma logrando que se escojan los conceptos que tienen las necesidades que son de mayor importancia para los consumidores. En esta matriz también se comparan los conceptos, pero esta vez la comparación no se hace con el producto actual, sino con el mejor concepto obtenido de la matriz anterior.

3.2.4.3 Beneficios de la ingeniería concurrente

La ejecución de las actividades de diseño en paralelo permite mejoras en muchas áreas como la comunicación, calidad, procesos de producción, etc. repercutiendo positivamente en el flujo de caja y en los beneficios. Por otra parte la reducción de tiempos de introducción en el mercado, que es de importancia estratégica, permite a las empresas incrementar su cuota de mercado. Al reducirse los cambios de diseño e iteraciones, los productos son más fáciles de fabricar, son de mayor calidad y se mejora el servicio. Una vez lanzados a fabricación, la producción progresa rápidamente, puesto que el proceso está bien definido, documentado y controlado.

La Ingeniería Concurrente puede ponerse en práctica mediante la creación de Equipos de Trabajo. Este tipo de práctica de la Ingeniería Concurrente puede dar resultado en pequeñas y medianas empresas, al igual que en las grandes corporaciones. Sin embargo, existe un amplio abanico de herramientas que facilitan la puesta en marcha de un entorno de ingeniería concurrente. La razón de utilizar estas herramientas reside en la existencia de una gran cantidad de información, que debe circular entre los miembros del equipo de trabajo, que necesariamente no deben estar físicamente próximos entre sí. Uno de los elementos básicos para la implantación de la Ingeniería Concurrente es la incorporación de las tecnologías CAD/CAM/CAE.

Para conseguir una implantación con éxito y conseguir un entorno de Ingeniería Concurrente competitivo, existen varios ámbitos a abordar y mejorar:

- Determinar con exactitud las necesidades de los clientes. Para ello se cuenta con metodologías como el despliegue de la función de calidad (QFD).
- La creación de equipos de trabajo multidisciplinarios, con unos objetivos claros y una comunicación efectiva entre sus miembros, lo cual es crucial. Estos grupos se pueden organizar con los miembros del equipo trabajando en proximidad, preferiblemente en una oficina de espacios abiertos. También es posible, mediante la utilización de herramientas informáticas, organizar equipos de trabajo cuyos integrantes no estén próximos físicamente.
- Tener en cuenta los procesos de fabricación a través de sus correspondientes consideraciones de diseño. Para ello existe multitud de técnicas de “Diseño para X” (DfX).
- Utilizar las Tecnologías de la Información, como elemento de soporte al trabajo en equipo. Para ello, resultan de enorme interés los sistemas de gestión de datos del producto (PDM).

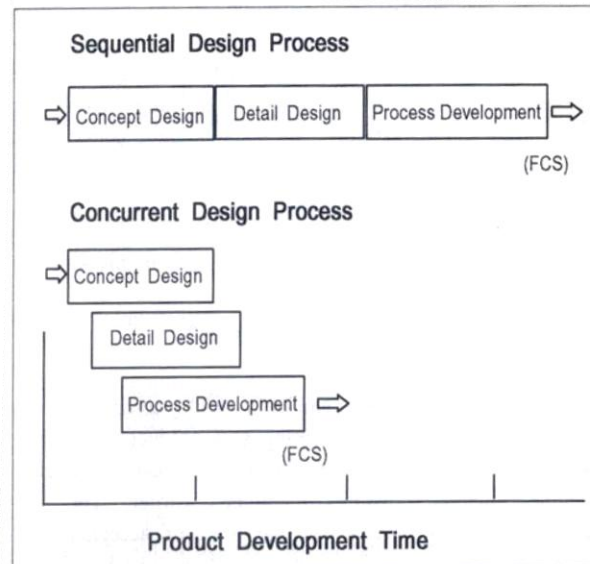
La adquisición y/o desarrollo de programas para ingeniería, diseño y la gestión de sus procesos. La adquisición y/o desarrollo de programas para la comunicación e información entre diferentes ordenadores, programas y localizaciones, junto a las herramientas de integración. La Ingeniería Concurrente supone la integración de todos los medios de la empresa necesarios para el desarrollo del producto, incluyendo el personal, las herramientas, los recursos y la información.

3.2.5 Ingeniería convencional vs. Ingeniería concurrente

El enfoque tradicional o compartimentado genera conflictos y trae como consecuencia muchos cambios y retroalimentaciones en las diferentes etapas, originados porque algunas características necesarias en las etapas posteriores no se consideraron desde el inicio del proceso, lo cual incide directamente en el

incremento de los costos y el tiempo de desarrollo del producto; además, se pone en riesgo la calidad del producto, ya sea porque no se tomaron las medidas correctivas o porque los cambios se aprecian como «parches» que no existirían si desde el inicio se hubiera trabajado en un diseño integrado de producto.

Figura : *Development Time Shift*

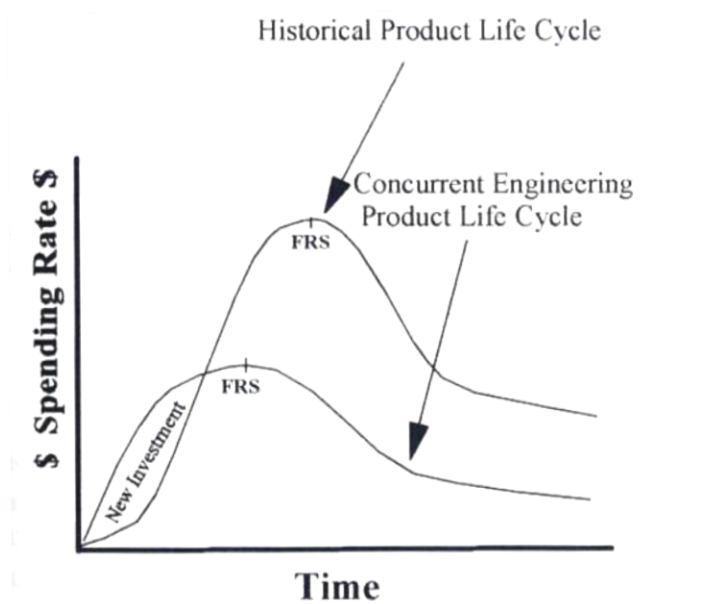


Fuente: Salomone, pág. 16

Como se puede ver en la **Figura** , la Ingeniería Concurrente disminuye el tiempo total requerido para llevar un producto desde la idea, hasta la primera entrega al cliente (FCS).

Otro de los beneficios, es el impacto inmediato en el tiempo y el costo de desarrollo del producto. La **Figura** , muestra la comparación entre la ingeniería convencional y la ingeniería concurrente, donde se ve que no solo el tiempo entre la idea y la entrega (FCS) es más corto, sino que el gasto para el desarrollo global durante el ciclo de vida del producto se reduce.

Figura : *Product Development Spending Rate*



Fuente: Salomone, pág. 35

Todo lo anterior contrasta enormemente con el enfoque de la Ingeniería Concurrente, que se basa en el trabajo simultáneo en las diferentes etapas y exige que se gaste más tiempo en la definición detallada del producto y en la planificación. Así las modificaciones se hacen en la fase del diseño mucho antes de que salga el prototipo o las muestras de producción, lo cual conlleva a una reducción considerable de costo.

Aunque en ocasiones bajo este enfoque en las primeras etapas el tiempo se incrementa, es claro también que el tiempo total de ciclo se reduce sustancialmente.

Un principio clave de la Ingeniería Concurrente es la introducción de la calidad desde el inicio del diseño, eliminando cualquier elemento que pueda verse afectado por variaciones en la producción. Se requiere de una cultura en la que cada una de las personas involucradas en el proceso sea responsable de la calidad. Es aquí donde encaja totalmente la filosofía de Ingeniería Concurrente y la de Calidad Total, cuyo fin común es la satisfacción del cliente.

3.2.6 Ergonomía

La ergonomía según la *International Ergonomics Association* es:

La disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema.

En todas las aplicaciones su objetivo es común, se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores.

El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera de adaptar éstos a las personas y no al contrario.

La lógica que utiliza la ergonomía se basa en el axioma de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas.

Los principios ergonómicos se fundamentan en que el diseño de productos o de trabajos debe enfocarse a partir del conocimiento de cuáles son las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas (consideradas como usuarios o trabajadores, respectivamente), diseñando los elementos que éstos utilizan teniendo en cuenta estas características.

3.2.6.1 Ergonomía en las herramientas de trabajo

Se puede decir en base a la definición de ergonomía, que las herramientas tienen que estar adaptadas al hombre.

Rohmert en 1972 estableció cuatro criterios de evaluación para las herramientas; la factibilidad, la soportabilidad, la admisibilidad y la satisfacción, según un orden creciente de niveles, definiéndolos como:

* **FACTIBILIDAD** (*nivel inferior*)

Factibilidad (a corto plazo): problema psicofísico, antropométrico, campo de acción de la doctrina e investigación científica del trabajo, por ejemplo, máxima área de alcance, máxima fuerza de presión.

*** SOPORTABILIDAD**

Soportabilidad (a largo plazo): Problema de la fisiología y medicina laboral, campo de acción fisiológica y médico de la doctrina e investigación científica del trabajo, como por ejemplo los límites de resistencia del trabajo muscular.

*** ADMISIBILIDAD**

Admisibilidad: Problema sociológico, aceptación por grupos de las condiciones dentro de los límites de la soportabilidad. Campo de aplicación de las ciencias sociales.

*** SATISFACCIÓN** (*nivel superior*)

Satisfacción: Problema psicológico, aceptación de las condiciones admisibles considerando la satisfacción individual; campo de acción de la psicología personal y la psicología social.

- Antropometría:

Se define como "antropometría" a la "ciencia de la determinación y aplicación de las medidas del cuerpo humano"

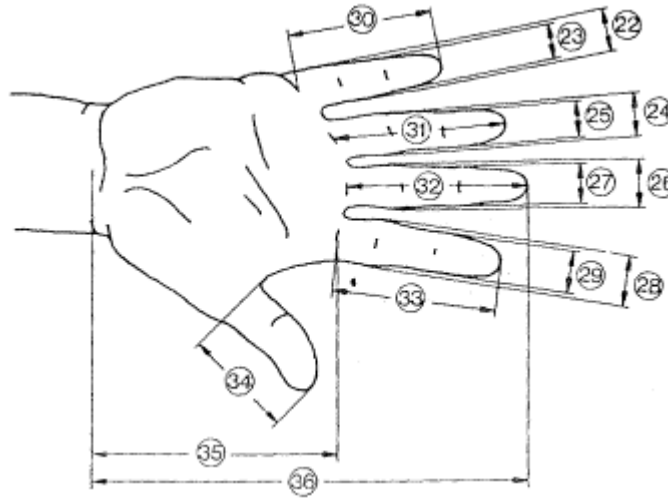
Las medidas del cuerpo humano, ya sean en reposo o en movimiento están determinadas por el largo de los huesos, las capas musculares y la mecánica de las articulaciones.

Para una correcta elección de las herramientas para un determinado puesto de trabajo, es necesario el conocimiento de las medidas más importantes del cuerpo humano y fundamentalmente las extensiones de los movimientos de las manos, brazos, piernas y pies.

Las dimensiones y proporciones del cuerpo humano son muy diferentes de una persona a otra; Sin embargo, en la elección de las herramientas se deben tener en cuenta los valores (de las medidas) de acuerdo a si los usuarios son hombres, mujeres o es una población mixta.

En la Figura , Figura y Figura se dan las medidas de las manos según la Norma DIN 33 402 2° parte, destinadas a ser usadas en el diseño y/o elección de herramientas, utillaje y mandos.

Figura : Medidas de la palma de la mano según la norma DIN 33 402 2°Parte



Fuente:

Tabla : Medidas de la palma de la mano correspondiente a la Figura 12.

Dimensiones En cm.		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25	Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo índice en la	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0

	palma de la mano							
29	Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0		5,2	5,8	6,6
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6		6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2		6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3		6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6		5,2	6,0	6,9
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7		9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1		15,9	17,4	19,0

Figura : Medidas del perfil de la mano según la norma DIN 33 402 2°Parte



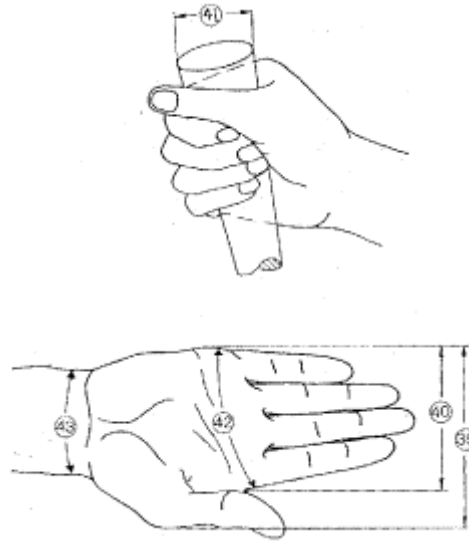
Fuente:

Tabla : Medidas del perfil de la mano correspondientes a la Figura 13.

Dimensiones		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
En cm.		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
37	Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5	1,6	1,9	2,1
38	Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2	2,1	2,6	3,1

(37) medido en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2° parte)
Valores medios X e intervalos de referencia 90° percentil. Estudio basado en 8000 hombres de 20 años y una muestra de control femenina realizada en Alemania por Jurgens.

Figura : Medidas del agarre de la mano según la norma DIN 33 402 2ºParte



Fuente:

Tabla : Medidas del agarre de la mano correspondientes a la Figura 14.

Dimensiones En cm.		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
39	Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
40	Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
41	Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
42	Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
43	Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7

* Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

La medida 41 de la **Tabla** corresponde al anillo descrito por los dedos pulgar e índice.

En las tablas se dan las medidas medias aritméticas como también los valores límites, (superior e inferior).

Dichos valores límites han sido establecidos de manera tal que solo el 5% de las personas sometidas a estudio evidencian valores mayores al límite superior y otro 5% acusan valores menores al límite inferior.

El valor medio aritmético de las medidas corporales solo podrá ser utilizado para la conformación de puestos de trabajo con la condición de que las desviaciones de este valor promedio, ya sea hacia arriba como hacia abajo, tengan los mismos efectos sobre el hombre.

El criterio es diseñar, fabricar o adquirir elementos de trabajo con los cuales la mayoría de las personas (al menos el 90 %), desarrollen sus actividades con absoluta comodidad.

- Antropometría Dinámica:

La antropometría dinámica parte del análisis de la biomecánica de los movimientos (de los desplazamientos de segmentos del cuerpo cuando efectúa alguna actividad), al realizar algún diseño de puesto de trabajo para una tarea específica.

Para mejor aclaración antes de continuar definiremos algunos movimientos que el hombre efectúa con sus extremidades, los mismos los consideraremos como básicos:

- Posición de referencia, es aquella a partir de la cual se miden los movimientos articulares.
- Flexión, se denomina así al movimiento consistente en doblarse o disminuir el ángulo entre dos partes del cuerpo, podemos decir que es un movimiento en el cual un segmento del cuerpo se desplaza en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.
- Extensión, esta consiste en enderezarse, o aumentar el ángulo entre dos segmentos del cuerpo, es un movimiento sagital respecto a un eje transversal tal que, desde una posición de flexión, retorna a la posición del cuerpo de referencia o la sobrepasa.
- Abducción, este movimiento consiste en acercar a la línea media del cuerpo, el movimiento se efectúa en el plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, que aproxima el segmento corporal comprometido a la línea media.
- Abducción de la mano, consiste en separar los dedos, uno de otro, en un plano

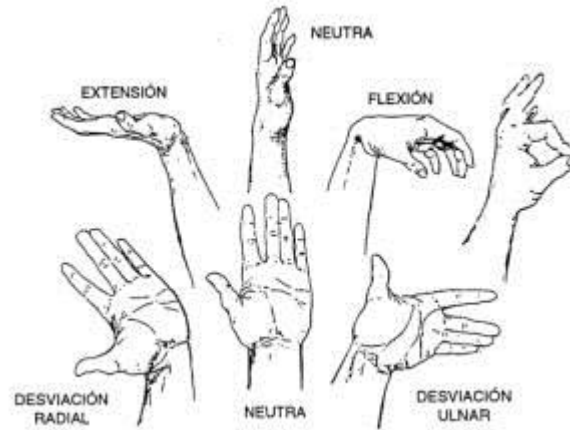
- Aducción, en este caso el movimiento consiste en alejarse de la línea media del cuerpo, movimiento que se efectúa en un plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, el segmento corporal se aleja de la línea media.
- Aducción del pulgar, es extenderlo o flexionarlo en torno a la palma de la mano.
- Aducción de la mano, consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un plano.
- Pronación, el movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia abajo.
- Supinación, consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba
- Circunducción, este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte no necesita rotación.
- Prehensión, acción de tomar envolviendo un objeto, los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.
- Pinza, acción de tomar con las puntas de los dedos opuestos.
- Hiperextensión de los dedos, empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.
- Pinza palpar, tomar un objeto con los dedos índice, mayor, anular y meñique, (flexionados sujetando un objeto). También se define así, la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto solamente
- Compresión digital, es la acción de presionar en forma plana con los dedos
- Compresión pulpar, es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano

Podemos agregar otros en los que no se compromete los miembros, tales como:

- Rotación, acción de girar un segmento corporal en torno de una articulación o varias.
- Flexión de tronco, encorvarse, inclinarse hacia delante.
- Lateralización, es el inclinarse hacia un lado pivotando sobre la cadera

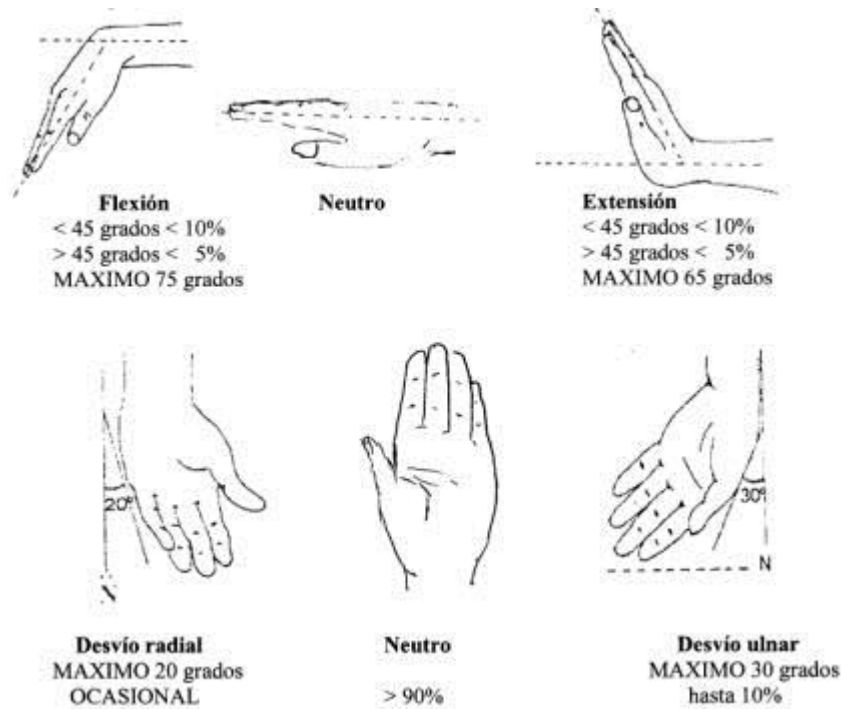
En la siguiente se muestran las diferentes posturas definidas anteriormente

Figura : Diferentes posturas de la mano y muñeca I



Fuente: Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura : Diferentes posturas de la mano y muñeca II



Fuente: Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura : Diferentes posturas de la mano y muñeca III



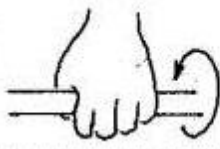
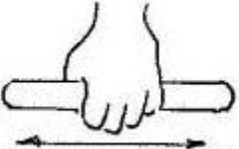

Fuente: Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

- Conformación ergonómica del mando de la herramienta

Al hacer un análisis sobre lo que ocurre en el uso de las palancas, pedales, perillas, mangos, empuñaduras, es decir, los elementos que interactúan con las extremidades del hombre, uno se ve obligado a estudiar las distintas formas de aferrarse a los medios de elaboración (como está realizado el acople), según lo expresan Solf y Rieger en una publicación del año 1970, el diámetro correcto de asir, en el caso de tomar al elemento en forma envolvente, depende de:

- 1- El tipo de material con que está construido el sector de sujeción.
- 2- La forma del sector de sujeción
- 3- Las dimensiones
- 4- El tamaño de la mano
- 5- Dirección de la fuerza, (giro a la derecha o a la izquierda, o tracción, etc.).
- 6- La postura de la mano (en arrastre de fricción, en arrastre de forma, etc.).

Tabla : Diámetros de empuñaduras

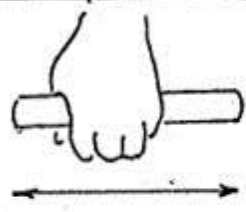

Modo de asir			
--------------	---	--	---

Material	Material Sintético (Plástico)	45 m.m. o 70 cmkp	30 m.m. o 25 kp	30 m.m. o 30 kp
	Madera	45 m.m. o 80 cmkp	30 m.m. o 26 kp	30 m.m. o 30 kp
	Metal	45 m.m. o 90 cmkp	30 m.m. o 27 kp	30 m.m. o 30 kp

Existen varias formas de sujetar las herramientas en base al uso o al diseño, estas son:

- Empuñando.
- Aferrando
- Contacto

Tabla : Modos de asir y disposición de la mano.

Disposición de la mano:	Modo de asir		
	Empuñando	Aferrando	Contacto
En arrastre de fricción			
En arrastre de contacto			

3.2.7 Procesos de manufactura

3.2.7.1 Aclaración de conceptos relacionados

- Proceso:

Un proceso es un conjunto de actividades que añaden valor al producto o servicio y que, en cada etapa, comienzan siendo entradas (inputs) y, tras una transformación, se convierten en salidas (outputs) y que deben satisfacer los requerimientos o necesidades del cliente o usuario, ya sea interno o externo.

Elementos de un proceso

Un proceso consta de los siguientes elementos:

- **Entradas (inputs)** que cumplen los requisitos de aceptación: materiales (materias primas) o inmateriales.
- Unos medios " **recursos** ", y determinados **requisitos** " Requerimientos del cliente"
- Una serie de **actividades que transforman** o agregan valor a las entradas o inputs.
- **Salidas** (outputs), que genera el proceso, y que son entradas del siguiente proceso, o bien el producto entregado o servicio.
- **Sistema de evaluación:** medimos el funcionamiento del proceso y la satisfacción del cliente mediante " indicadores".
- **Límites:** Necesidad del cliente (comienzo) y necesidad satisfecha (fin).

3.2.7.2 Proceso de Manufactura desde la perspectiva del Ingeniero Industrial

"Proceso de manufactura es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado"

Clasificación

- Procesos que cambian la forma del material
- Procesos que cambian las superficies
- Procesos para el ensamblado de materiales
- Procesos para deformación

3.2.7.2.1 Procesos de cambio de forma:

Corte: Es la acción de dividir una pieza en dos o más partes así como en diversos contornos (depende especificación) por medio de herramientas y procesos específicos, dependiendo del material.

- **Oxicorte:** El oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, que se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar cuando son de espesor considerable, y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos.

Este proceso consta de dos etapas: en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900°C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y remueve los óxidos de hierro producidos.

En este proceso se utiliza un gas combustible cualquiera (acetileno, hidrógeno, propano, hulla, tetreno o crileno), cuyo efecto es producir una llama para calentar el material, mientras que como gas comburente siempre ha de utilizarse oxígeno a fin de causar la oxidación necesaria para el proceso de corte.

Usos: metales ferrosos a excepción del inoxidable y no se recomienda para calibres menores a 3 mm.

- **Plasma:** Se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 30.000 °C, llevando el material hasta el cuarto estado de la materia, el plasma.

El plasma es un estado de la materia donde algunos o todos los electrones han sido separados de las orbitas externas del átomo.

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar.

Usos: metales ferrosos hasta en calibres delgados, lo cual con oxicorte no es posible, y también cobre y aluminio.

- **Láser:** El corte con láser es un proceso rápido y silencioso con un mínimo de pérdida de material y sin distorsiones. Cabe destacar que este corte se lleva a cabo con un altísimo nivel de precisión, lo que permite realizar tareas sumamente avanzadas y delicadas.

Usa la energía luminosa para remover un material mediante vaporización y desgaste.

Los tipos de láser utilizados para éste proceso son de gas de dióxido de Carbono y de estado sólido.

Usos: chapas finas de metal, madera, plástico, tela o cerámica.

- **Chorro de Agua:** En el corte por chorro de agua a alta presión se utiliza una tobera por la que sale el agua a más de 1000 Mts por segundo. Para alcanzar esta velocidad el agua tiene que ser comprimida a más de 4000 Kgs./cm

Para obtener un chorro fino de agua se utiliza una pequeña abertura de boquilla con diámetro de 0.1 a 0.4 mm.

En el caso de materiales difíciles como rocas, vidrios, metales se añade un abrasivo al agua.

Usos: Papel, cartón ondulado, plásticos, compuestos, material espumado, comestibles.

Con abrasivos: Vidrio plano, piedra natural y artificial acero, fibra de vidrio, acero templado.
- **Aserrado:** Proceso de corte en el cual se genera una hendidura en la pieza de trabajo con una herramienta que tiene una serie de dientes afilados y espaciados. Este proceso de separación, pues comúnmente se utiliza para dividir en dos la pieza de trabajo

Existen diferentes tipos:

 - Segueta: Utilizado en operaciones de Trozado. Herramienta delgada y recta con dientes cortantes en uno de sus bordes.
 - Aserrado con cinta: utiliza una cierra de cinta con dientes en uno de sus bordes. El corte de la pieza puede ser manual o mecánico.
 - Sierra circular: Sierra circular giratoria. Se utiliza para cortar barras largas, tubos.
- **Cizalla:** Herramienta manual de corte que se utiliza para cortar papel, plástico y láminas metálicas de poco espesor.

Cuando el grosor de la chapa a cortar es muy grueso se utilizan cizallas muy potentes que son activadas por un motor eléctrico.

La cizalla tiene el mismo principio de funcionamiento que una tijera normal, solamente que es más potente y segura en el corte que las tijeras.

Se usa sobre todo en imprentas, para cortar láminas de papel, y en talleres mecánicos para cortar chapas metálicas que no sean muy gruesas o duras.

3.2.7.2.2 Procesos para el cambio de superficies

Estos procesos se usan para:

- Mejorar la resistencia al desgaste, la erosión y la penetración.

- Controlar la fricción
- Reducir la adhesión
- Mejorar la lubricación
- Mejorar la resistencia a la corrosión y oxidación
- Mejorar la resistencia a la fatiga
- Reconstruir las superficies
- Modificar texturas superficiales
- Proporcionar rasgos decorativos

Existen varios tipos de procesos para cambio de superficies, se clasifican como:

- Tratamientos superficiales mecánicos.
- Recubrimientos de conversión
- Texturizado superficial
- Proceso de pintura
- Limpieza de superficies

3.2.7.2.3 Procesos para el ensamble de materiales

Soldadura: La soldadura es un proceso de unión de materiales en la cual se funden las superficies de contacto de dos (o más) partes mediante la aplicación conveniente de calor o presión.

La importancia comercial y tecnológica de la soldadura se deriva de:

1. La soldadura proporciona unión permanente
2. La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales.
3. En general, la soldadura es una forma más económica de unir componentes, en términos de uso de materiales y costos de fabricación.
4. La soldadura no se limita al ambiente de fábrica. Puede realizarse en el campo.

Tipos de Soldadura

- Soldadura por fusión: estos procesos usan el calor para fundir los materiales base. En muchas operaciones de soldadura por fusión, se añade un metal de aporte a la combinación fundida para facilitar el proceso y aportar volumen y resistencia a la unión soldada.
- Soldadura de estado sólido: este proceso se refiere a los procesos de unión en los cuales la fusión proviene de la aplicación de presión solamente o una

combinación de calor y presión. Algunos procesos representativos de este proceso son:

Soldadura por difusión, las partes se colocan juntas bajo presión a una temperatura elevada.

- Soldadura por fricción, es un proceso similar al de difusión, solo que la temperatura se obtiene al friccionar las partes a unir.

- Soldadura ultrasónica: se realiza aplicando una presión moderada entre las dos partes y un movimiento oscilatorio a frecuencias ultrasónicas en una dirección paralela a las superficies de contacto. La combinación de las fuerzas normales y vibratorias produce intensas tensiones que remueven las películas superficiales y obtienen la unión atómica de las partes.

- La soldadura por resistencia: es principalmente un tipo de soldadura por fusión donde el calor se obtiene mediante la generación de un gran resistencia eléctrica dirigida hacia el flujo de corriente en la unión que se va a soldar

- Existe otros tipos de soldadura como:
 1. Soldadura metálica con arco protegido
 2. Soldadura metálica con arco eléctrico y gas
 3. Soldadura con núcleo fundente
 4. Soldadura electro gaseosa
 5. Soldadura con arco sumergido

Uniones adhesivas: Los adhesivos tienen un alto rango de aplicaciones de unión y sellado, para integrar materiales similares y diferentes, como metales, plásticos, cerámica, madera, papel y cartón entre otros.

La unión con adhesivos es un proceso en el cual se usa un material ajeno a los materiales que se desea unir para la fijación de ambas superficies.

Generalmente, las uniones con adhesivos no son tan fuertes como las que se hacen con soldadura, y para eso se toman en cuenta algunos principios:

1. Se debe maximizar el área de contacto de la unión
2. Los pegados son más fuertes en cizalla y en tensión, y las uniones deben diseñarse para que se apliquen tensiones de esos tipos.
3. Los pegados son más débiles en hendiduras o desprendimientos, y deben diseñarse para evitar este tipo de tensiones.

Tipos de Adhesivos

Existe una gran cantidad de adhesivos comerciales, pero todos estos pueden clasificarse dentro de 3 categorías: 1) naturales, 2) inorgánicos y 3) sintéticos.

Los adhesivos naturales son materiales derivados de fuentes como plantas y animales, e incluyen las gomas, el almidón, la dextrina, el flúor de soya y el colágeno. Este tipo de adhesivos se limita aplicaciones de bajo tensión.

Lo adhesivos inorgánicos se basan principalmente en el silicio de sodio y el oxiclورو de magnesio, aunque el costo de estos es relativamente bajo, su resistencia es similar a los naturales.

Los adhesivos sintéticos constituyen la categoría más importante en la manufactura; incluyen diversos polímeros termoplásticos y duroplásticos

Métodos de aplicación de adhesivos

- 1) Aplicación con brocha
- 2) Rodillos manuales
- 3) Serigrafía
- 4) Por flujo
- 5) Por aspersion o atomización
- 6) Con aplicadores automáticos
- 7) Recubrimiento mediante rodillo

Ensamble Mecánico

Tornillos, Tuercas y Pernos: Los tornillos y los pernos son sujetadores con roscas externas. Hay una diferencia técnica entre un tornillo y un perno, que con frecuencia se confunde en él su uso popular. Un *tornillo* es un sujetador con rosca externa que, por lo general, se ensambla en un orificio roscado ciego. Un *perno* es un sujetador con rosca externa que se inserta a través de orificios en las partes y se asegura con una tuerca en el lado opuesto.

Existen distintos tipos de cabezas para los tronillos y los pernos, entre estos destacan los de la siguiente figura:

Figura : Estilos de cabezas de tornillos y pernos

FIGURA 31.2. Diferentes estilos de cabeza disponibles en tornillos y pernos. Hay varios estilos de cabeza adicionales que no se muestran.



Fuente: H. C. Kazanas, genn E. Backer, Thomas Gregor, Procesos básicos de Manufactura

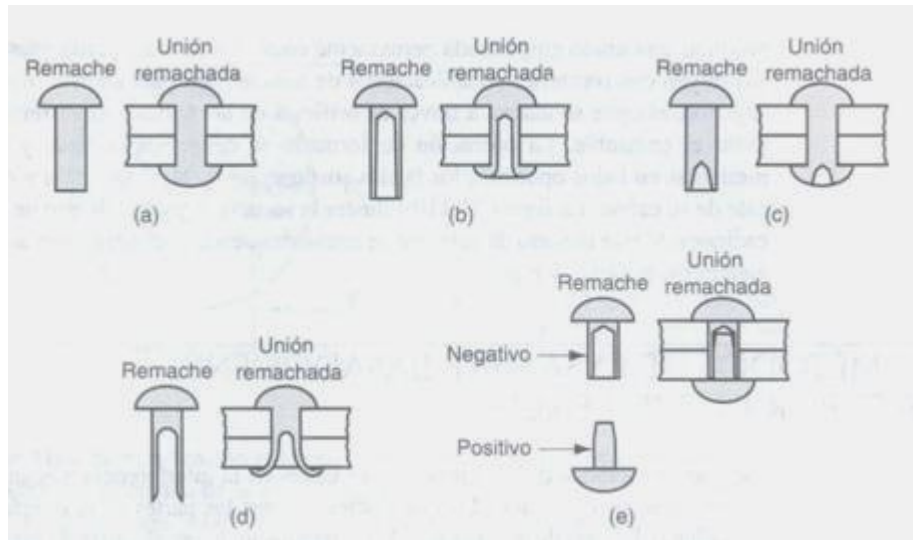
Otros sujetadores roscados y equipo relacionado

- 1) Los *insertos con tornillo de rosca* son pernos sin cabeza con rosca interna o rollos de alambre hechos para insertarse en un orificio sin rosca y para aceptar un sujetador con rosca externa.
- 2) Los *sujetadores roscados prisioneros* son sujetadores con rosca que han pre ensamblado permanentemente a una de las partes que se van a unir.

Remaches y ojillos

Los *remaches* son sujetadores que se utilizan ampliamente para obtener una unión permanente en forma mecánica. Estos remaches son una punta con cabeza y sin rosca que se usa para unir dos(o más) partes, la punta pasa a través de orificios en las partes y después forma una segunda cabeza en la punta del lado opuesto.

Figura : Remaches y ojillos



Fuente: H. C. Kazanas, genn E. Backer, Thomas Gregor, Procesos básicos de Manufactura

Los *ojetes* u *ojillos* son sujetadores tubulares de paredes delgadas con un reborde en un extremo. Se usan para producir una unión empalmada permanente entre dos (o más) partes planas.

Ajustes por interferencia

Los *ajustes de agarre automático* son la unión de dos partes, en las cuales los elementos que coinciden poseen una interferencia temporal mientras se oprimen juntos, pero una vez que se ensamblan se entrelazan para conservar el ensamble.

Existen otros ajustes por interferencia como:

- a) Puntillado – es una operación de sujeción en la cual se usa una máquina que produce las puntillas en forma de U de alambre de acero, y de inmediato las inserta a través de las dos partes que se van a unir.
- b) Engrapado – son grapas en forma de U que se clavan a través de dos partes que se van a unir.
- c) Cosido – es un método de unión común para partes suaves y flexibles, tales como telas y piel, el método implica el uso de un cordón o hilo largo entrelazado con las partes para producir una costura continua entre ellas.

3.2.7.2.4 Procesos para deformación

Deformación Plástica

Los dos tipos principales de trabajo mecánico en los cuales el material puede sufrir una deformación plástica y cambiarse de forma son trabajos en caliente y trabajos en frío.

Como muchos conceptos metalúrgicos, la diferencia entre trabajo en caliente y en frío no es fácil de definir. Cuando al metal se le trabaja en caliente, las fuerzas requeridas para deformarlo son menores y las propiedades mecánicas se cambian moderadamente. Cuando a un metal se le trabaja en frío, se requieren grandes fuerzas, pero el esfuerzo propio del metal se incrementa permanentemente.

La temperatura de recristalización de un metal determina si el trabajo en caliente o en frío está siendo cumplido o no.

El trabajo en caliente de los metales toma lugar por encima de la recristalización o rango de endurecimiento por trabajo. El trabajo en frío debe hacerse a temperaturas abajo del rango de recristalización y frecuentemente es realizado a temperatura ambiente. Para el acero, la recristalización permanece alrededor de 500 a 700 °C, aunque la mayoría de los trabajos en caliente del acero se hacen a temperaturas considerablemente arriba de este rango. No existe tendencia al endurecimiento por trabajo mecánico hasta que el límite inferior del rango recristalino se alcanza.

Algunos metales, tales como el plomo y el estaño, tienen un bajo rango recristalino y pueden trabajarse en caliente a temperatura ambiente, pero la mayoría de los metales comerciales requieren de algún calentamiento. Las composiciones aleadas tienen una gran influencia sobre todo en el rango de trabajo conveniente, siendo el resultado acostumbrado aumentar la temperatura del rango recristalino. Este rango también puede incrementarse por un trabajo anterior en frío.

Durante todas las operaciones de trabajo en caliente, el metal está en estado plástico y es formado rápidamente por presión. Adicionalmente, el trabajo en caliente tiene las ventajas siguientes:

1. La porosidad en el metal es considerablemente eliminada. La mayoría de los lingotes fundidos contienen muchas pequeñas sopladuras. Estas son prensadas y a la vez eliminadas por la alta presión de trabajo.
2. Las impurezas en forma de inclusiones son destrozadas y distribuidas a través del metal.
3. Los granos gruesos o prismáticos son refinados. Dado que este trabajo está en el rango recristalino, sería mantenido hasta que el límite inferior es alcanzado para que proporcione una estructura de grano fino.

4. Las propiedades físicas generalmente se mejoran, principalmente debido al refinamiento del grano. La ductilidad y la resistencia al impacto se perfeccionan, su resistencia se incrementa y se desarrolla una gran homogeneidad en el metal. La mayor resistencia del acero laminado existe en la dirección del flujo del metal.
5. La cantidad de energía necesaria para cambiar la forma del acero en estado plástico es mucho menor que la requerida cuando el acero está frío.

Todos los procesos de trabajo en caliente presentan unas cuantas desventajas que no pueden ignorarse. Debido a la alta temperatura del metal existe una rápida oxidación o escamado de la superficie con acompañamiento de un pobre acabado superficial. Como resultado del escamado no pueden mantenerse tolerancias cerradas. El equipo para trabajo en caliente y los costos de mantenimiento son altos, pero el proceso es económico comparado con el trabajo de metales a bajas temperaturas.

El término acabado en caliente, se refiere a barras de acero, placas o formas estructurales que se usan en estado "laminado" en el que se obtienen de las operaciones de trabajo en caliente. Se hacen algunos desescamados pero por lo demás el acero está listo para usarse en puentes, barcos, carros de ferrocarril, y otras aplicaciones en donde no se requieren tolerancias cerradas. El material tiene buena soldabilidad y maquinabilidad, dado que el contenido de carbono es menor del 0.25%.

Los principales métodos de trabajo en caliente de los metales son:

- Láminado
- Forjado
 - Forja de herrero o con martillo
 - Forja con martinete
 - Forja horizontal
 - Forja con prensa
 - Forja de laminado
 - Estampado
- Extrusión
- Embutido

3.2.7.3 Materiales y forma de trabajarlos

3.2.7.3.1 Los Metales

Características básicas de los metales:

- Elasticidad: las deformaciones desaparecen cuando se anula el esfuerzo que las provoca.
- Plasticidad: permite que el material tenga deformación permanente sin llegar a la rotura.
- Tenacidad: Energía requerida para producir la rotura, capacidad para absorber energía de golpes o deformación.
- Resiliencia: energía absorbida por el material en un régimen elástico.
- Ductilidad: Propiedad que permite que el material se deforme antes de llegar a la rotura.
- Fragilidad: opuesta a la ductilidad, el material se rompe con deformación nula o despreciable.
- Maleabilidad: propiedad que permite, por procesos mecánicos, formar láminas delgadas sin fracturas.
- Tensión: relación entre fuerza y superficie.
- Resistencia al desgaste: resistencia que ofrece el material a dejarse erosionar cuando está en contacto de fricción con otro material.
- Dureza: capacidad de el material para resistir a las ralladuras o a las muescas.

Los metales en su mayoría provienen de los minerales. Los metales más abundantes en la corteza terrestre, que existen en forma mineral son: aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, titanio, y manganeso. La obtención de estos elementos puros se logra mediante procesos metalúrgicos.

Estos procesos metalúrgicos implican varios pasos:

1. Explotación de las minas
2. Concentración de la mina
3. Reducción del mineral para obtener el metal libre
4. Refinación o purificación del metal
5. Mezclado del metal con otros elementos para modificar sus propiedades.

Este último proceso produce una aleación, es decir, un material metálico compuesto de dos o más elementos.

Tipos principales de metales:

- **Metales Ferrosos:**

Derivados de hierro, el cual es muy abundante en la naturaleza y es el metal más utilizado.

- ✓ Tiene una gran densidad.
- ✓ Es un material magnético.
- ✓ Cuando entra en contacto con el aire, se forma en su superficie una capa de óxido, razón por la cual no puede utilizarse sin protección superficial.
- ✓ Tiene una conductividad eléctrica baja.

Su principal problema es la corrosión.

- **El Acero:**

Pueden ser considerados como aleaciones Hierro-Carbono con agregados e impurezas naturales como fósforo o azufre.

El acero está compuesto por Hierro y carburo de hierro (Cementita)

El acero es hierro descaburado, con una proporción de carbono entre 0,1 y 0,2% que puede adquirir otras propiedades mediante tratamientos térmicos o mecánicos.

Se usa para productos con requerimientos especiales de resistencia a la tracción, fricción y tenacidad.

❖ **Aceros al carbono:** aceros ordinarios, cuya composición, es modificada ligeramente (sobre todo la proporción de carbono) para obtener:

- ✓ Acero extrasuave (clavos, tornillos, chapa para embutido, piezas de forja)
- ✓ Acero suave (armazones metálicos, barras perfiladas, pernos, alambres)
- ✓ Acero semisuave (vaciado, maquinaria, forja)
- ✓ Acero semiduro (vaciado, ejes de transmisión, herramientas)
- ✓ Aceros duros (vaciado, armas, herramientas, rieles, resortes, cuchillos)
- ✓ Aceros extraduros (cables, cuerdas de piano, resortes, herramientas para trabajar materiales).

PORCENTAJE CARBONO	DENOMINACIÓN	RESISTENCIA
0.1 a 0.2	Aceros extra suaves	38 - 48 Kg / mm ²
0.2 a 0.3	Aceros suaves	48 - 55 Kg / mm ²
0.3 a 0.4	Aceros semi suaves	55 - 62 Kg / mm ²
0.4 a 0.5	Aceros semiduros	62 - 70 Kg / mm ²
0.5 a 0.6	Aceros duros	70 - 75 Kg / mm
0.6 a 0.7	Aceros extra duros	75 - 80 Kg / mm ²

También existen aceros con usos más específicos como:

1.- **Aceros de baja aleación - Estructurales:** Los usados para fabricar cualquier tipo de estructura y está regido por las Normas **ASTM**

2.- **Aceros de media aleación – Para Máquinaria:** Aceros de ingeniería que son usados para fabricar cualquier tipo de parte de Máquina y está regido por las Normas **SAE / AISI**

3.- **Aceros de alta aleación – Para Herramientas:** Aceros usados en la fabricación de herramientas; entendiéndose como herramienta el utillaje empleado en la industria metalmecánica (punzones, troqueles, estampas, moldes etc.) Están regidos por las Normas **SAE / AISI**

❖ **Los elementos de aleación:** Los elementos de aleación específicos y sus cantidades determinan el tipo de acero de aleación y sus propiedades particulares.

Los efectos principales de algunos de los elementos más comunes son:

ALUMINIO	Empleado en pequeñas cantidades, actúa como un desoxidante para el acero fundido y produce un Acero de Grano Fino.
BORO	Aumenta la templabilidad (la profundidad a la cual un acero puede ser endurecido).
CROMO	Aumenta la profundidad del endurecimiento y mejora la resistencia al desgaste y corrosión.
COBRE	Mejora significativamente la resistencia a la corrosión atmosférica.
MANGANESO	Elemento básico en todos los aceros comerciales. Actúa como un desoxidante y también neutraliza los efectos nocivos del azufre, facilitando la laminación, moldeo y otras operaciones de trabajo en caliente. Aumenta también la penetración de temple y contribuye a su resistencia y dureza.
MOLIBDENO	Mediante el aumento de la penetración de temple, mejora las propiedades del tratamiento térmico. Aumenta también la dureza y resistencia a altas temperaturas.
NÍQUEL	Mejora las propiedades del tratamiento térmico reduciendo la temperatura de endurecimiento y distorsión al ser templado. Al emplearse conjuntamente con el Cromo, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste.
SILICIO	Se emplea como desoxidante y actúa como endurecedor en el acero de aleación.
AZUFRE	Normalmente es una impureza y se mantiene a un bajo nivel. Sin embargo, alguna veces se agrega intencionalmente en grandes cantidades (0,06 a 0,30%) para aumentar la maquinabilidad (habilidad para ser trabajado mediante cortes) de los aceros de aleación y al carbono.
TITANIO	Se emplea como un desoxidante y para inhibir el crecimiento granular. Aumenta también la resistencia a altas temperaturas.

TUNGSTENO	Se emplea en muchos aceros de aleación para herramientas, impartiendoles una gran resistencia al desgaste y dureza a altas temperaturas.
VANADIO	Imparte dureza y ayuda en la formación de granos de tamaño fino. Aumenta la resistencia a los impactos (resistencia a las fracturas por impacto) y también la resistencia a la fatiga.

- **Metales No Ferrosos (principales):**

Los metales no ferrosos, tienen menor resistencia a la tensión y dureza que los metales ferrosos, sin embargo su resistencia a la corrosión es superior.

- ✓ *EL COBRE*

Metal pesado, se encuentra en la naturaleza, en estado puro o combinado con óxidos y azufre.

Se utiliza sobre todo en la construcción de cables eléctricos, por su capacidad conductora de electricidad.

Propiedades

- Maleable y blando
- Tiene alta resistencia a la corrosión
- Es buen conductor de la electricidad y el calor.

Las principales aleaciones que se forman con el cobre son Bronce, Latón y Naval.

- ✓ *ALUMINIO*

Se obtiene a partir de la bauxita es de color blanco brillante y es muy abundante en la tierra.

Propiedades

- Alta conductividad eléctrica y térmica
- Resistencia a la corrosión
- Blando y maleable
- Facilidad de reciclaje
- Temperatura de fusión baja.

✓ TITANIO

Es un metal ligero que se obtiene de la ilmenita, color gris oscuro-negro. Se aplica en la aeronáutica, industria química, fabricación de gafas, bicicletas, prótesis en huesos, entre otros.

Propiedades

- Baja densidad
- Alta temperatura de fusión
- Muy resistente y Dúctil
- Fácil de trabajar.

✓ NÍQUEL

Metal pesado que se obtiene de un mineral llamado garnierita, Los principales aleantes del níquel son el cromo, el molibdeno y el cobre. Se utiliza para la fabricación de bombas hidráulicas, válvulas, recubrimientos, entre otros.

Propiedades

- Resistencia al desgaste
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a las altas temperaturas.

Principales aceros para la fabricación de elementos de alta resistencia mecánica:

- SAE/AISI 4140
Por su alta resistencia a la tracción, a la torsión, desgaste e impacto, además que conserva todas estas propiedades hasta temperaturas de 450°C debido a su aleación con Cr: 1,1% y Mo: 0,20%
- SAE/AISI 1045
Por su mayor resistencia a la ruptura, abrasión y fricción. Es usado para partes de maquinaria y piezas de mediana exigencia.
- SAE/AISI 316
Por su alta resistencia a la corrosión y a altas temperaturas por su aleación con Cr: 17,0% y Mo: 2,2%

- SAE/AISI 1020
Por su alta resistencia mecánica y a la corrosión debido a su contenido de Cr: 13,0%
- SAE/AISI T-1 (Alemania W St. N° 8921A/8922B)
Por su resistencia al impacto, a la abrasión y su bajo costo, debido a su aleación con Cr: 0,53%, Mo: 0,22%, V: 0,06% y Ti.
- SAE/AISI 8620
Usado en maquinaria y herramientas de máxima exigencia, sometidas a grandes esfuerzos dinámicos y desgaste mecánico, aleación Cr: 0,90%
- SAE/AISI 4340
Por su especial resistencia a la tracción y torsión, y su resistencia al desgaste e impacto, conservando estas propiedades hasta temperaturas de 500°C. Es usado para piezas sometidas a altos esfuerzos dinámicos.
Aleación Cr: 1,5% y Mo: 0,20%
- AISI S1 (My – Extra)
Soporta altos impactos, resistente al desgaste y dureza a altas temperaturas.
Aleación Cr: 1,0%, V: 0,18% y W: 2,0%

3.2.7.3.2 Fundición de metales

El proceso para producir piezas u objetos útiles con metal fundido se le conoce como proceso de fundición. Este proceso se ha practicado desde el año 2000 ac. Consiste en vaciar metal fundido en un recipiente con la forma de la pieza u objeto que se desea fabricar y esperar a que se endurezca al enfriarse.

Para lograr la producción de una pieza fundida es necesario hacer las siguientes actividades:

1. Diseño de los modelos de la pieza y sus partes internas
2. Diseño del molde
3. Preparación de los materiales para los modelos y los moldes
4. Fabricación de los modelos y los moldes
5. Colado de metal fundido
6. Enfriamiento de los moldes
7. Extracción de las piezas fundidas
8. Limpieza de las piezas fundidas
9. Terminado de las piezas fundidas

10. Recuperación de los materiales de los moldes

- **Moldes temporales**

Los recipientes con la forma deseada se conocen como moldes, éstos se fabrican de diferentes materiales como: arena, yeso, barro, metal, etc. Los moldes pueden servir una vez o varias. En el primer caso se les conoce como moldes temporales y los que se pueden utilizar varias veces, se les conoce como moldes permanentes.

- **Modelos desechables y removibles**

Los moldes se fabrican por medio de modelos los que pueden ser de madera, plástico, cera, yeso, arena, poliuretano, metal, etc. Si los modelos se destruyen al elaborar la pieza, se dice que éstos son desechables o desechables y si los modelos sirven para varias fundiciones se les llama removibles.

- **Fundición en moldes de arena**

Uno de los materiales más utilizados para la fabricación de moldes temporales es la arena sílica o arena verde (por el color cuando está húmeda). El procedimiento consiste en el recubrimiento de un modelo con arena húmeda y dejar que seque hasta que adquiera dureza.

- **Fundición en moldes de capa seca**

Es un procedimiento muy parecido al de los moldes de arena verde, con excepción de que alrededor del modelo (aproximadamente 10 mm) se coloca arena con un compuesto que al secar hace más dura a la arena, este compuesto puede ser almidón, linaza, agua de melaza, etc. El material que sirve para endurecer puede ser aplicado por medio de un rociador y posteriormente secado con una antorcha.

- **Fundición en moldes con arena seca**

Estos moldes son hechos en su totalidad con arena verde común, pero se mezcla un aditivo como el que se utiliza en el moldeo anterior, el que endurece a la arena cuando se seca. Los moldes deben ser cocidos en un horno para eliminar toda la humedad y por lo regular se utilizan cajas de fundición, como las que se muestran más adelante. Estos moldes tienen mayor resistencia a los golpes y soportan bien las turbulencias del metal al colarse en el molde.

- **Fundición en moldes de arcilla**

Los moldes de arcilla se construyen al nivel de piso con ladrillos o con materiales cerámicos, son utilizados para la fundición de piezas grandes y algunas veces son reforzados con cajas de hierro. Estos moldes requieren mucho tiempo para su fabricación y no son muy utilizados.

- **Fundición en moldes furánicos**

Este proceso es bueno para la fabricación de moldes o corazones de arena. Están fabricados con arena seca de grano agudo mezclado con ácido fosfórico, el cual actúa como acelerador en el endurecimiento, al agregarse a la mezcla una resina llamada furánica. Con esta mezcla de ácido, arcilla y resina en dos horas el molde se endurece lo suficiente para recibir el metal fundido.

- **Fundición con moldes de CO₂**

En este tipo de moldes la arena verde se mezcla con silicato de sodio para posteriormente ser apisonada alrededor del modelo. Una vez armado el molde se inyecta bióxido de carbono a presión con lo que reacciona el silicato de sodio aumentando la dureza del molde. Con la dureza adecuada de la arena del molde se extrae el modelo, si este fuera removible, para posteriormente ser cerrado y utilizado.

También los procesos de moldeo pueden ser clasificados por el lugar en el que se fabrican.

1. Moldeo en banco. Este tipo de moldeo es para trabajos pequeños y se fabrican en un banco que se encuentre a la mano del trabajador.
2. Moldeo de piso. Para piezas grandes en las que su manejo es difícil y no pueden ser transportadas de un sitio a otro.
3. Moldeo en fosa. Cuando las piezas son extremadamente grandes y para su alimentación es necesario hacer una fosa bajo el nivel medio del piso.

Ventajas de los modelos desechables

1. Para la fabricación de moldes sin máquinas de moldeo se requiere menos tiempo.
2. No requieren de tolerancia especiales.
3. El acabado es uniforme y liso.
4. No requiere de piezas sueltas y complejas.
5. No requiere de corazones
6. El moldeo se simplifica notablemente.

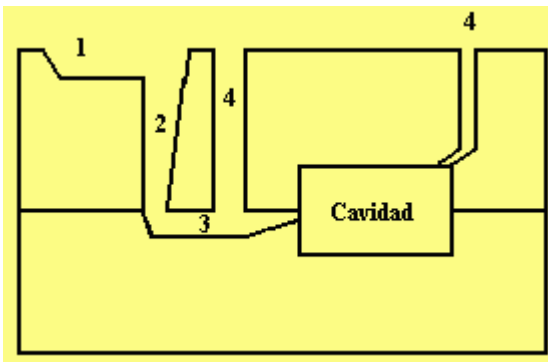
Desventajas de los modelos desechables

1. El modelo es destruido en el proceso de fundición.

2. Los modelos son más delicados en su manejo.
3. No se puede utilizar equipo de moldeo mecánico.
4. No se puede revisar el acabado del molde.

Partes de un molde

Figura : Partes de un molde



Fuente: Tema VI, Procesos de fundición, www.aprendizaje.com.mx

1. Vasija de vaciado. Entrada del metal fundido al molde.
2. Bebedero. Conducto por el cual baja el metal fundido para la alimentación del metal al molde.
3. Corredor alimentador. Vasija inferior que permite la entrada del material a la cavidad. En algunos casos se coloca un rebosadero antes del corredor alimentador para que se atrape la escoria o partículas extrañas del metal fundido.
4. Rebosaderos. Son espacios que pueden ser ciegos o abiertos y que sirven para permitir que la escoria del material fundido flote y sea atrapada. También sirven para conocer si el material llenó en su totalidad la cavidad del molde.

Tolerancias en los modelos

En el diseño de los modelos que se utilizan para construir un molde es necesario tener en consideración varias tolerancias.

1. Tolerancia para la contracción. Se debe tener en consideración que un material al enfriarse se contrae dependiendo del tipo de metal que se esté utilizando, por lo que los modelos deberán ser más grandes que las medidas finales que se esperan obtener.
2. Tolerancia para la extracción. Cuando se tiene un modelo que se va a remover es necesario agrandar las superficies por las que se deslizará, al

fabricar estas superficies se deben considerar en sus dimensiones la holgura por extracción.

3. Tolerancia por acabado. Cuando una pieza es fabricada es necesario realizar algún trabajo de acabado o terminado de las superficies generadas, esto se logra puliendo o quitando algún material de las piezas producidas por lo que se debe considerar en el modelo esta rebaja de material.
4. Tolerancia de distorsión. Cuando una pieza es de superficie irregular su enfriamiento también es irregular y por ello su contracción es irregular generando la distorsión de la pieza, estos efectos deberán ser tomados en consideración en el diseño de los modelos.
5. Golpeteo. En algunas ocasiones se golpean los modelos para ser extraídos de los moldes, acción que genera la modificación de las dimensiones finales de las piezas obtenidas, estas pequeñas modificaciones deben ser tomadas en consideración en la fabricación de los modelos.

Observe que cuando se utilizan modelos disponibles muchas de las tolerancias antes mencionadas no son aplicables.

- **Procesos Especiales De Fundición**

Fundición en moldes metálicos

La fundición en moldes permanentes hechos de metal es utilizada para la producción masiva de piezas de pequeño o regular tamaño, de alta calidad y con metales de baja temperatura de fusión. Sus ventajas son que tienen gran precisión y son muy económicos, cuando se producen grandes cantidades. Existen varios tipos de moldes metálicos utilizados para la fabricación de piezas por lo regular de metales no ferrosos, a continuación se mencionan algunos de los más utilizados.

Fundición en matrices

En este proceso el metal líquido se inyecta a presión en un molde metálico (matriz), la inyección se hace a una presión entre 10 y 14 Mpa, las piezas logradas con este procedimiento son de gran calidad en lo que se refiere a su terminado y a sus dimensiones. Este procedimiento es uno de los más utilizados para la producción de grandes cantidades de piezas fundidas. Se pueden utilizar dos tipos de sistema de inyección en la fundición en matrices.

- Cámara caliente
- Cámara fría

El procedimiento de fusión en cámara caliente se realiza cuando un cilindro es sumergido en el metal derretido y con un pistón se empuja el metal hacia una salida la que descarga a la matriz. Las aleaciones más utilizadas en este método son las de bajo punto de fusión como las de zinc, estaño y plomo. Las piezas que se producen son de 20 a 40 kg y se llegan a manejar presiones superiores a los 35 Mpa. Es un proceso rápido que se puede fácilmente mecanizar.

El proceso con cámara fría se lleva metal fundido por medio de un cucharón hasta un cilindro por el cual corre un pistón que empuja al metal a la matriz de fundición, las piezas obtenidas son de unos cuantos gramos a 10 kg y sólo es recomendable en trabajos de poca producción.

Fundición en cámara fría

Fundición con molde permanente por gravedad

Este tipo de fundición es utilizado para piezas en las que la calidad de terminado y dimensional no está sujeto a restricciones de calidad, debido a que la única fuente de energía que obliga al metal a llenar la cavidad del molde es la fuerza de la gravedad, un ejemplo de la utilización de este método en la fabricación de lingotes de metal.

La fusión de moldes de baja presión

Es un sistema de fusión que consiste en la colocación de un tallo sobre un crisol sellado, al inyectar presión al centro del crisol la única salida del metal fundido será el tallo por lo que se genera el flujo del metal por el tallo hasta que se llena la matriz y se forma la pieza.

Con este procedimiento se pueden fabricar piezas hasta de 30 kg y es rentable para grandes cantidades de piezas sin grandes requerimientos de calidad.

Fundición a vacío

Fundición hueca

Es un sistema de producción de piezas metálicas huecas sin corazones fijos. Consiste en vaciar metal fundido en un molde que es volteado cuando se empieza a solidificar el metal. El metal que no se ha solidificado sale del molde para ser

utilizado en otra pieza y el metal solidificado forma las paredes de la pieza. El resultado son paredes delgadas de metal.

Fundición prensada o de Corthias

Es un proceso para producir piezas huecas pero de mayor calidad que la fundición hueca. Se vacía una cantidad específica de metal fundido en el interior de un molde con un extremo abierto por el que se introduce un corazón que obliga al metal fundido a distribuirse uniformemente en todo el molde, una vez que empieza a solidificarse el metal del molde, se extrae el corazón, lo que origina una pieza de buena calidad. Este sistema de fundición es considerado como artesanal y sólo es rentable cuando se van a fabricar pocas piezas.

Fundición centrífuga

La fundición centrífuga es un método en el que aprovecha la fuerza centrífuga que se puede general al hacer girar el metal en torno de un eje. Existen tres tipos de fundición centrífuga:

- I. Fundición centrífuga real
- II. Fundición semicentrífuga
- III. Centrifugado

I. Fundición centrífuga real

Es el procedimiento utilizado para la fabricación de tubos sin costura, camisas y objetos simétricos, los moldes se llenan del material fundido de manera uniforme y se hace girar al molde sobre su eje de rotación.

II. Fundición semicentrífuga

Es un método en el que el material fundido se hace llegar a los extremos de los moldes por la fuerza centrífuga que genera hacer girar a los moldes, los extremos se llenan del material fundido, con buena densidad y uniformidad. El centro tiene poco material o de poca densidad. Por lo regular el centro en este tipo de sistemas de fundición es maquinado posteriormente.

III. Centrifugado

Es un sistema donde por medio de un tallo se hace llegar metal fundido a racimos de piezas colocadas simétricamente en la periferia. Al poner a girar el sistema se genera fuerza centrífuga la que es utilizada para aumentar la uniformidad del metal que llena las cavidades de los moldes.

Procesos de fundición especiales

Proceso de fundición a la cera perdida

Es un proceso muy antiguo para la fabricación de piezas artísticas. Consiste en la creación de un modelo en cera de la pieza que se requiere, este modelo debe tener exactamente las características deseadas en la pieza a fabricar. El modelo de cera es cubierto con yeso o un material cerámico que soporte el metal fundido. Para que seque ese material cerámico se introduce a un horno, con ello el material cerámico se endurece y el modelo de cera se derrite. En el molde fabricado se vacía el metal fundido y se obtiene la pieza deseada. Es un proceso que es utilizado para la fabricación de piezas ornamentales únicas o con muy pocas copias.

Proceso de cáscara cerámica

Es un proceso parecido al de la cera perdida, sólo que en este proceso el modelo de cera o un material de bajo punto de fusión se introduce varias veces en una lechada refractaria (yeso con polvo de mármol) la que cada vez que el modelo se introduce este se recubre de una capa de la mezcla, generando una cubierta en el modelo. Posteriormente el modelo y su cáscara se meten en un horno con lo que el material refractario se endurecerá y el modelo se derrite. Así se tiene un molde listo para ser llenado con un metal y producir una fundición sólida o hueca.

Fundición en molde de yeso

Cuando se desea la fabricación de varios tipos de piezas de tamaño reducido y de baja calidad en su terminado superficial, se utiliza el proceso de fundición en molde de yeso. Este consiste en la incrustación de las piezas modelo que se desean fundir, en una caja llena con pasta de yeso, cuando se ha endurecido el yeso, se extraen las piezas que sirvieron de modelo y por gravedad se llenan las cavidades con metal fundido. El sistema anterior puede producir grandes cantidades de piezas fundidas con las formas deseadas.

3.2.7.4 Selección de procesos

Se refiere a la decisión estratégica de seleccionar qué tipos de procesos de producción se deben tener en la planta para la elaboración de un producto. Esta decisión se toma, teniendo en cuenta dos puntos de vista, uno técnico funcional y el otro económico.

Desde el punto de vista técnico funcional, se debe seleccionar el material con base en los requerimientos funcionales. Una vez seleccionado el material, la elección de los procesos posibles se delimita considerablemente. El proceso seleccionado debe satisfacer las dimensiones, tolerancias, acabado superficial ya establecidas. El proceso debe ser capaz de cumplir con el volumen y la velocidad requerida de producción. Deben elegirse proceso de manera que el producto se realice en una mínima cantidad de pasos. Cuando sea posible el proceso debe ser lo suficientemente flexible para absorber cambios en el diseño de ingeniería.

Desde el punto de vista económico, se deben analizar los métodos alternos para fabricar una pieza o un producto se enfrentan a costos variables en relación con materiales, cantidad de operarios, herramientas especiales, entre otros. La interrelación de estas variables puede ser considerable y, por tanto, hay que hacer una comparación detallada de las opciones para evaluar a fondo su efecto en los costos unitarios totales.

En el nivel más básico, los tipos de proceso se pueden clasificar de la siguiente manera:

- 1. Procesos de conversión:**

Ejemplo: Convertir el hierro en láminas de acero o convertir todos los ingredientes que figuran en el empaque de una pasta dental en dentífrico.

- 2. Procesos de fabricación:**

Ejemplo: Darles a las materias primas una forma específica, convertir un trozo de oro en una corona dental.

- 3. Procesos de ensamble:**

Ejemplo: Colocar los tubos de pasta dental en una caja de empaque.

4. **Procesos de prueba:** No es estrictamente hablando un proceso fundamental, pero es una de las principales actividades fundamentales.

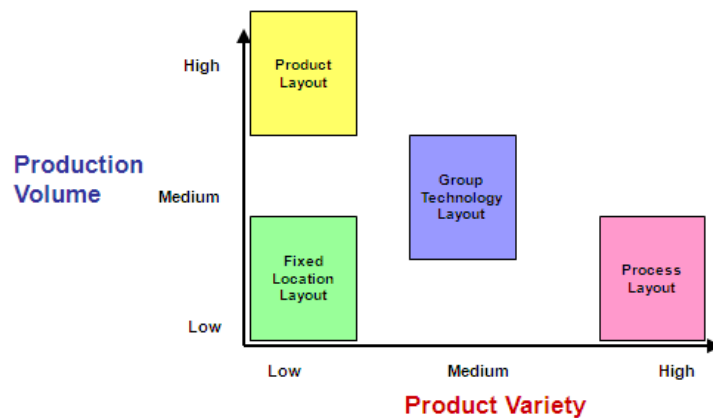
Además de conocer los tipos de procesos, es necesario identificar el flujo de procesos, lo cual implica la concentración en los procesos específicos que siguen las materias primas, los componentes y los sub-ensambles a medida que pasan por la planta.

Estos se dividen en:

- **Talleres de trabajo:** Producción de pequeñas series de una gran cantidad de productos diferentes, la mayor parte de las cuales requiere una serie o secuencia distinta de pasos de procesamiento.
Ejemplo: Fabricantes de aviones de diseño personalizado.
- **Lotes:** Es una especie de taller de trabajo un poco estandarizado, esta estructura suele emplearse cuando una empresa tiene una línea de productos relativamente estable, cada uno de los cuales se produce en lotes periódicos, ya sea de acuerdo con los pedidos del cliente o como inventario.
Ejemplo: Confecciones.
- **Línea de ensamble:** Producción de componentes discretos, que pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado, siguiendo la secuencia requerida para la fabricación del producto.
Ejemplo: Ensamble manual de electrodoméstico.
- **Flujo continuo – Producción en serie:** Conversión o procesamiento adicional de materiales no diferenciados como petróleo, químicos o cerveza. A semejanza de lo que ocurre en las líneas de ensamble, la producción pasa por una secuencia de pasos predeterminada, pero el flujo es continuo en lugar de discreto. Estas estructuras suelen ser altamente automatizadas, ya que constituyen una máquina que trabaja 24 horas.
Ejemplo: Refinerías químicas (aceite, azúcar).

3.2.8 Distribución de planta

Figura : Tipos de distribución de planta



Fuente: Rivera, Layout-1-05166-071 Diapositiva 3

3.2.9 Distribución por posición fija

Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella.

Ventajas

- Se logra una mejor utilización de la maquinaria
- Se adapta a gran variedad de productos
- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente
- Presenta un mejor incentivo al trabajador
- Se mantiene más fácil la continuidad en la producción

- **Distribución por proceso**

En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas.

Ventajas

- Reduce el manejo del material
- Disminuye la cantidad del material en proceso
- Se da un uso más efectivo de la mano de obra
- Existe mayor facilidad de control
- Reduce la congestión y el área de suelo ocupado.

- **Distribución por producto**

En esta, producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija. El material está en movimiento.

Ventajas

- Reduce el manejo de la pieza mayor
- Permite operarios altamente capacitados
- Permite cambios frecuentes en el producto
- Se adapta a una gran variedad de productos
- Es más flexible

• **Distribución por celdas de manufactura**

Grupo de máquinas disímiles o personas de una célula de manufactura para producir una familia de partes en un proceso o segmentos de proceso

Ventajas

- Mejora de calidad
- Reducción de Inventario en proceso
- Menor espacio
- Menos acarreo de materiales
- Lotes más pequeños
- Facilita toma de decisiones

3.2.10 Reseña histórica de los bomberos

La historia de los bomberos, tiene su comienzo en lo profundo de la historia de la humanidad, puesto que podemos estar seguros que el descuido nació en el hombre antes de la idea de frotar pedernales para hacer fuego con que cocinar sus alimentos y calentarse en los fríos días invernales.

Es lógico pensar que el hombre conoció el fuego a través de la naturaleza y sus fenómenos, tales como el rayo, la combustión espontánea o el volcán en erupción. Pero así como la naturaleza le enseñó al hombre lo que era fuego y los daños que podía ocasionar, le enseñó también como extinguirlo. Fue así como el hombre de la prehistoria pudo ver que el agua que caía, en forma de lluvia, apagaba el fuego ocasionado por el rayo o el volcán. De esta manera, a lo largo

de los siglos y a lo ancho del mundo, el agua siempre ha sido el principal agente extintor de incendios.

La historia de los bomberos, debidamente organizados, se remonta a los tiempos en que las antiguas ciudades de Grecia y Roma estaban en apogeo de su esplendor, es decir varios siglos antes de la era cristiana. Lentamente, estas organizaciones fueron desarrollándose, mejorando en cuanto a técnica y equipo se refiere y a su vez alcanzando un alto grado de eficiencia, sobre todo, durante el primer siglo después de Cristo en la ciudad de Roma. Sin embargo, el primer cuerpo de bomberos, cuya organización le acredita para llamarse como tal, funciono en Roma durante el primer siglo antes de Cristo. Este fue organizado en el año 22 antes de Cristo por el emperador Augusto Cesar y se componía de seiscientos esclavos a los que se llamaban vigiles. Este sistema de esclavos bomberos funciono hasta seis años después de Cristo, cuando Augusto reorganizo el cuerpo de bomberos, creando un departamento mejor entrenado y organizado, más a tono con las necesidades y el prestigio de una gran ciudad, la cual era la capital del mundo en aquella época. Este nuevo departamento rindió esplendidos servicios hasta la caída del imperio Romano (476 d.c.)

Las primeras máquinas contra incendio, funcionaron en la antigua ciudad de Alejandría en el siglo primero antes de Cristo. Consistía en bromosas y pesadas jeringas llenas de agua, que bajo presión arrojaban chorros contra el fuego.

Es, en 1712 cuando se integra en Francia el 1er. Cuerpo de bomberos debidamente organizado.

La moderna máquina contra incendios prospero en el siglo XIX, fue construida en 1.829 por George Braithwaits, de Londres y arrojaba un chorro de agua a una distancia de 27 metros.

En los estados unidos fue Benjamin Franklin quien organizo el primer cuerpo de bomberos en el año de 1.736 en Filadelfia.

En sus esfuerzos por poder controlar la fuerza del fuego, los hombres fueron agregando elemento tras elemento; comprendieron que el agua extingue las llamas y que arrojando tierra sobre una fogata eliminaban el aire, factor necesario

para un proceso de combustión. Estos elementales y rudimentarios principios no siempre eran efectivos, y transcurrió un largo tiempo para que el hombre pudiera aprender a detalle la naturaleza y uso del fuego, hasta llegar a desarrollar el conocimiento y las técnicas de combate de incendios que hoy tenemos.

Hoy en día, los incendios son más complejos y peligrosos (con productos de alta inflamabilidad, utilizados en la vida cotidiana), es una obligación para todo bombero, conocer el fuego que debe combatir. Debe de saber, no sólo como apagar un incendio; si no cómo se inicia, se desenvuelve y los efectos que puede producir. Estos conocimientos son de vital importancia para la capacitación y entrenamiento de todo bombero, y son el prelude para entender la historia de cómo el hombre se ha enfrentado al fuego.

La evolución del equipo contra incendios, permite conocer la historia de los bomberos y proveen de un legado histórico de las ideas de los principios del funcionamiento de los avances tecnológicos que en este nuevo siglo XXI, conocemos.

El siglo XX tuvo contribuciones de marcas y técnicas a diferencia de los siglos anteriores. El poder hidráulico contribuyó a la fabricación de los snorkels que permiten desplazar una canastilla de seguridad sobre el humo y las llamas, hacía arriba o abajo y de un lado al otro y acceder casi a cualquier parte, mientras se arroja una cortina de agua que protege a los ocupantes de la misma. También contamos con la escalera telescópica que extiende su brazo arriba y al frente de un edificio para combatir al fuego amenazante.

Plataformas giratorias, grandes bombas contra incendios, torres de agua, equipo para emergencias químicas; son los equipos con que trabajan los bomberos de esta post-modernidad, para combatir desde incendios en casas, oficinas, fábricas, bodegas o incendios forestales; hasta incendios de aeronaves o siniestros con productos derivados del petróleo, y una gran diversidad de emergencias.

3.3 APORTE INTELECTUAL DE LOS INVESTIGADORES

La contribución de este proyecto es el desarrollo de un nuevo producto que satisfaga mejor las necesidades de los bomberos. Por medio de esta herramienta se pretende mejorar el servicio prestado por los bomberos, sus condiciones de trabajo y reducir el riesgo laboral de los mismos. Por otro lado, se quiere despertar el interés de las empresas nacionales en el desarrollo de productos especializados para los cuerpos de rescate del país.

Para el desarrollo del producto es de suma importancia temas como la ingeniería concurrente, investigación de mercados, el despliegue de función de calidad, la generación de conceptos, la selección de conceptos y los procesos de manufactura entre muchos otros. Estos temas accederán a integrar los aspectos necesarios para el desarrollo adecuado del mismo.

Por ejemplo la investigación de mercados exploratoria como lo son las entrevistas, grupos focales u observaciones del producto en uso permitirán explorar y conocer las necesidades del cliente. Esto siendo un componente también de una herramienta como QFD que permite trasladar esas necesidades encontradas en el mercado en especificaciones del producto, así como comparar los productos existentes en el mercado.

Por otro lado el uso de métodos estructurados para la generación de conceptos condesciende a reducir la probabilidad de encontrar problemas esperados o que puedan ser muy costosos. Estos métodos ayudan a reducir efectos como la consideración de pocas alternativas, la no integración de otros conceptos, la falta de participación, integración inefectiva y falta de pensamiento sistémico, entre otros. También los procesos de selección de ideas, como lo son la tamización y la selección por ponderación, permiten filtrar los diferentes conceptos generados para al final llegar a aquel “mejor” concepto que dará pie al desarrollo del prototipo.

Aunque existen muchas herramientas que sirven para aplicar la ingeniería concurrente en este proyecto no utilizaremos herramientas de análisis de computación o software avanzado como la CADD 4X, si se utilizara herramientas de CAD como Solidworks para el modelado en 3D. Este software avanzado, además de realizar el modelado en 3D del producto generado permite simular

funciones cinéticas para de esta forma identificar problemas de partes adyacentes. No contamos con estas herramientas tecnológicas avanzadas utilizadas para la gestión de desarrollo de productos y/o no las utilizaremos en este proyecto porque aún no las hemos profundizado en nuestro desarrollo profesional.

4 ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE TRABAJO

Para el desarrollo del Nuevo producto utilizando la ingeniería concurrente se seguirán los siguientes pasos:

- Identificación de necesidades
- Establecimiento de especificaciones iniciales
- Generación de conceptos
- Selección de conceptos
- Prueba de conceptos
- Fijación de especificaciones
- Planeación de actividades de desarrollo

Para identificar las necesidades que tienen los bomberos respecto al producto en cuestión se realizarán técnicas de investigación de mercados cualitativas como grupos focales y entrevistas (a los bomberos de la región).

Identificadas estas necesidades, se utilizará una herramienta conocida como QFD o la casa de la calidad. Esta herramienta permite transferir las necesidades de los clientes en especificaciones de producto. Las especificaciones iniciales del producto serán los requerimientos que el cliente exige que el producto tenga para asegurar una buena calidad. Estas especificaciones de producto serán utilizadas para la generación de conceptos. Como método de generación de conceptos utilizaremos un método estructurado, el cual pretende comprender mejor el producto a través de su descomposición funcional. Esto en conjunto a las especificaciones, será la base para la generación de ideas de nuevos productos que serán dibujadas, y explicadas mediante textos. Esta descripción permitirá conocer la forma, material, tecnología y costos de cada idea generada.

Una vez generados los diferentes conceptos iniciales, los mejores se seleccionaran por medio de técnicas estructuradas de matrices. La primera técnica es conocida como técnica de tamización, esta es una técnica que permite filtrar rápidamente. Consiste en comparar los nuevos conceptos generados con el concepto actual. Se seleccionan los mejores conceptos.

Estos nuevos conceptos seleccionados se utilizaran para generar otros nuevos conceptos mejorados (dibujados y explicados textualmente). Después, se utilizara la segunda técnica de selección conocida como asignación de puntajes. Aquí se indagara con los bomberos cuales de las necesidades identificadas son las más importantes para ellos, y se le asignaran puntajes ponderados de importancia a cada una necesidad. Se hace la comparación con la mejor técnica seleccionada del proceso de tamización y de aquí se escogerá el mejor concepto y se fijaran las especificaciones finales.

Por último, se identificarán las actividades, procesos y materiales necesarios para la producción en masa del producto.

Hay que tener en cuenta, que durante todo el proceso anterior, se analizara constantemente la viabilidad económica y de construcción del producto en las diferentes etapas.

4.1 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Tabla : Matriz de marco lógico

Objetivo	Resumen Narrativo	Indicadores		Medios de verificación	Supuestos	Contingencia
		Enunciado	Formula			
General	Mejorar el servicio prestado por los cuerpos de rescate del Valle del Cauca.					
Del Proyecto	Desarrollar una nueva herramienta (producto) que satisfaga mejor	Porcentaje de cumplimiento o del proyecto	Objetivos Alcanzados / Objetivos Propuestos	Aprobación por parte del comité y de los cuerpos de bomberos.		

	los requerimientos/necesidades de los cuerpos de bomberos en operaciones de rescate aplicando ingeniería concurrente.		Nivel de Satisfacción Con el nuevo producto > Nivel de Satisfacción con la herramienta inicial			
Específico	Revisar la información bibliográfica que existe sobre desarrollo de producto usando ingeniería concurrente, producción en serie de un producto, y políticas, procesos y procedimientos de los cuerpos de bomberos, relevante para el desarrollo de nuestro proyecto.	Porcentaje de cumplimiento o con las actividades propuestas	# de actividades realizadas / # de actividades planteadas			
Actividades	Acudir a los cuerpos de bomberos de la región y recopilar información sobre las políticas, procesos y procedimientos de estas instituciones	Conocimiento sobre estas instituciones	Si / No	Información consignada en el proyecto.	Se nos permite el acceso a las instituciones y a la información de las mismas	Obtener la información por medios de segunda mano (páginas de internet) u otras personas relacionadas con la institución

	Buscar en la base de datos de las universidades tesis y/o proyectos de grado desarrollados previamente que traten el tema de nuestro proyecto.	Tesis y/o proyectos relevantes encontrados	Si / No	Información consignada en el proyecto.		
	Ir a la biblioteca y recopilar toda la información necesaria sobre desarrollo de producto usando ingeniería concurrente y la producción en serie de un producto.	Información específica	Si / No	Información consignada en el proyecto.		
Específico	Analizar la situación actual identificando las necesidades que se presentan en el campo profesional de los bomberos.	Porcentaje de cumplimiento o con las actividades propuestas	# de actividades realizadas / # de actividades planteadas			
Actividades	Contactar a los cuerpos de bomberos de Cali, Jamundí y Yumbo para definir con cuales vamos a trabajar.	Porcentaje de instituciones contactadas	Numero de instituciones contactadas / número de instituciones propuestas	Actas de visitas y/o reportes de llamadas telefónicas		
	Investigar sobre la situación de los cuerpos de bomberos y hablar con personas que conocen las problemáticas que enfrentan actualmente.			Entrevistas informales		

Específico *	Seleccionar una herramienta y aplicar los conceptos de ingeniería concurrente al producto.	Porcentaje de cumplimiento o con las actividades propuestas	# de actividades realizadas / # de actividades planteadas			
Actividades	Identificar las principales herramientas que usan los bomberos y las actividades realizadas con las mismas.			Anexo con la información		
	Escoger la herramienta que más se utilice y necesite mejoras	Identificación de la herramienta a trabajar	Si / No	Análisis de un diagrama de Pareto / Análisis viabilidad / Análisis problemáticas		
	Desarrollar una guía de entrevista para identificar necesidades sobre el producto escogido.	Guía generada	Si / No	Guía en los anexos del documento.		
	Realizar entrevistas o grupos focales a los bomberos	Porcentaje de entrevistas o grupos focales realizados	Numero de entrevistas o grupos focales hechos/ número de entrevistas o grupos focales propuestos	Grabación (voz o video).	Los bomberos tienen el tiempo para realizar la actividad	Observación por parte de los investigadores
	Identificar y plasmar necesidades para el producto a partir de la entrevista					

	Establecer especificaciones del producto utilizando la herramienta de la casa de la calidad QFD	Documento generado	Si / No	Documento anexo		
	Descripción funcional y descomposición del producto	Documento generado	Si / No	Documento anexo		
	Dibujar y explicar una serie de conceptos (propuestas) del nuevo producto.	Porcentaje de conceptos generados	# de conceptos generados / # de conceptos propuestos	Bocetos ilustrados y explicados en los anexos		
	Seleccionar los mejores conceptos por medio Tamización	Documento generado	Si / No	Documento en los anexos del proyecto		
	Selección del concepto por medio de Asignación de puntajes	Documento generado	Si / No	Documento en los anexos del proyecto		
Específico *	Desarrollar un prototipo de producto.	Porcentaje de cumplimiento o con las actividades propuestas	# de actividades realizadas / # de actividades planteadas			
Actividades	Hacer un prototipo en 3D con las especificaciones finales	Generación del prototipo en 3D	Si / No			
	Realizar la cotización del prototipo					
	Buscar presupuesto para la realización del prototipo					

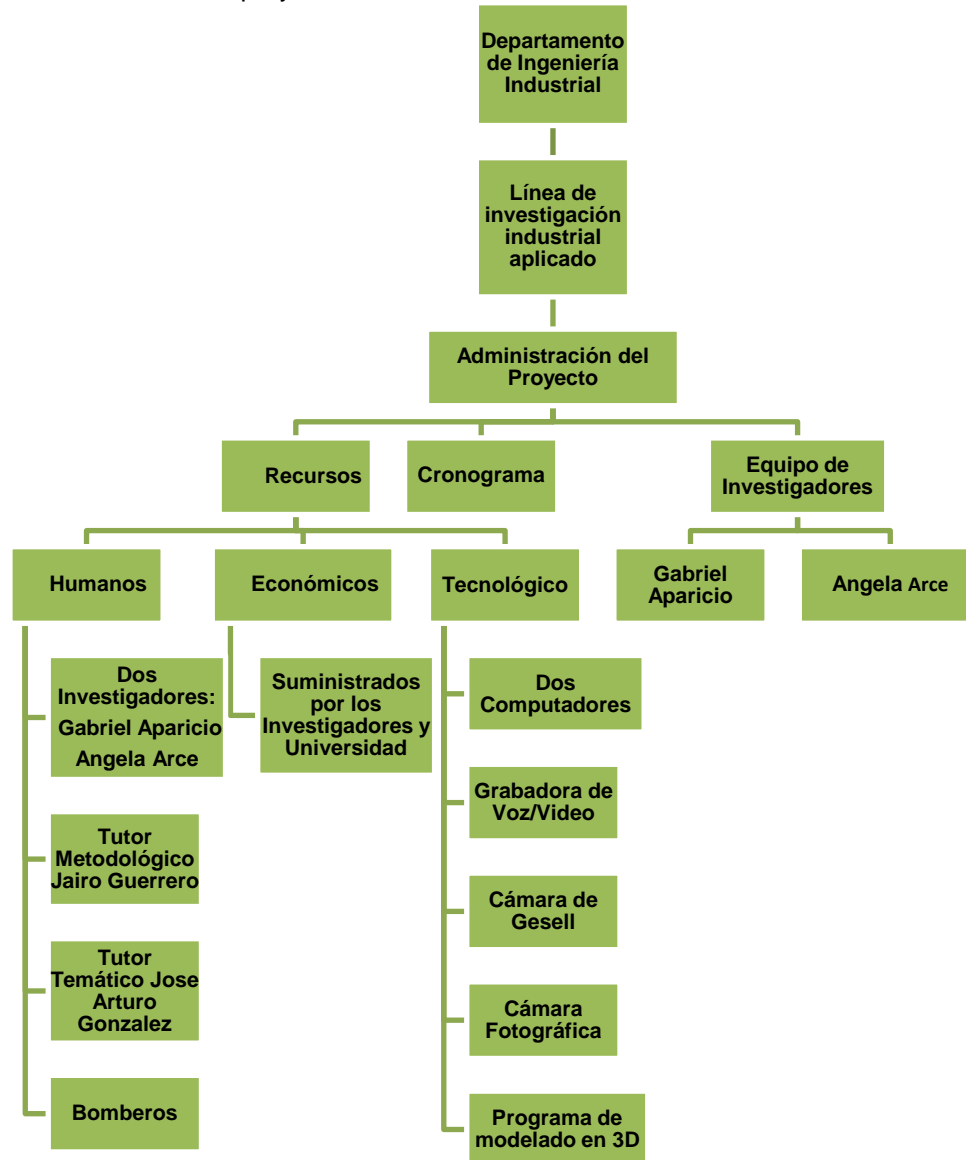
	Buscar talleres/empresas donde se puedan realizar los diferentes componentes del prototipo y se pueda ensamblar el mismo.					
	Desarrollar prototipo físico con especificaciones finales	Generación del prototipo	Si / No		Se cuenta con el tiempo necesario, se tiene el apoyo financiero para el desarrollo del producto y es viable la producción unitaria del mismo.	Se realizara un prototipo en materiales alternos.
Específico	Cualificar la satisfacción de las necesidades y la mejora en el desempeño de los cuerpos de bomberos respecto al producto desarrollado.	Porcentaje de cumplimiento o con las actividades propuestas	# de actividades realizadas / # de actividades planteadas		Se tiene el prototipo final en los materiales idóneos	Se validara con ayuda del modelo en 3D y el prototipo alterno, por medio de supuestos teóricos en conjunto con los bomberos
Actividades	Llevar el producto a los bomberos para que ellos lo prueben.					
	Validar por medio de encuestas realizadas a los bomberos el prototipo final.	Porcentaje de satisfacción de necesidades	Nivel de satisfacción por cada necesidad del prototipo > Nivel de satisfacción por cada necesidad del producto inicial	Encuestas realizadas sobre satisfacción a los bomberos		

Específico *	Definir y evaluar los materiales y procesos necesarios para la producción en serie del producto.	Porcentaje de cumplimiento o con las actividades propuestas	# de actividades realizadas / # de actividades planteadas			
Actividades	Identificar las piezas del producto	Realización de una explosión de materiales (BOM)	Si / No	Documento en los anexos del proyecto		
	Determinar los procesos necesarios para la elaboración del producto	Diagrama de flujo del proceso	Si / No	Documento en los anexos del proyecto		
	Determinar el sistema más adecuado de producción del producto	Diagrama de la distribución de planta.	Si / No	Documento en los anexos del proyecto		
	Determinar los costos aproximados de manufactura	Documento de costos generados	Si / No	Documento en los anexos del proyecto		
*	De forma simultánea al desarrollo de los objetivos se realizara un análisis de costos y viabilidad de los conceptos.					

Fuente: Los autores

5 ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS

Figura : Administración del proyecto



Fuente: Los autores

5.1 RECURSOS DISPONIBLES

Para este proyecto se requiere de los siguientes recursos:

- I. **Humanos:** Este proyecto será realizado por los investigadores titulares, estudiantes de Ingeniería Industrial y, Mercadeo Internacional y

Publicidad. Se contará con el apoyo del tutor temático José Arturo González, y el tutor metodológico Jairo Guerrero. Además de las personas externas a la universidad, relacionados con el cuerpo de bomberos, que van a ser la base de la información para el desarrollo del producto.

Investigador: Gabriel Aparicio Betancourt

Estudiante de octavo semestre de ingeniería industrial y Mercadeo Internacional y Publicidad de la universidad ICESI que realiza este proyecto para optar al título de ambas carreras mencionadas. Su motivación para la selección de este proyecto de tipo industrial aplicado fue la oportunidad de aplicar metodologías modernas al desarrollo de nuevos productos, y poder mejorar la calidad de trabajo del cuerpo de bomberos y aplicar todos sus conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera.

Investigador: Angela María Arce Reina

Estudiante de octavo semestre de ingeniería industrial y Mercadeo Internacional y Publicidad de la universidad ICESI que realiza este proyecto para optar al título de ambas carreras mencionadas, su motivación para la selección de este proyecto de tipo industrial aplicado fue la oportunidad de realizar cambios significativos en el desempeño laboral de los bomberos por medio de la mejora de una de las herramientas utilizadas.

- II. **Financieros:** Para la realización de este proyecto se utilizaran recursos económicos por parte de los investigadores para acceder a los sitios de bomberos de la ciudad, fotocopias y refrigerios. Por otro lado, se pretende elaborar un prototipo real del producto. Para el desarrollo físico de este es necesario un sustento económico, por ello, se le presentara el proyecto a la Universidad para lograr la viabilidad del mismo. Si esto no es viable a través de la Universidad, se realizará el prototipo en materiales alternos cuyos costos serán asumidos por los investigadores.

Tabla : Presupuesto

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Cantidad	Costo unitario o Costo/hora	Total
Fotocopias/ impresiones	Material	F	300	\$80,00	\$24.000,00
Transporte	Servicio	T	30	\$1.500,00	\$45.000,00
Refrigerios	Alimentación	A	20	\$2.000,00	\$40.000,00
Prototipo	Material	P		Por definir	
Angela Arce	Trabajo	AA	256	\$5.500,00	\$1.408.000,00
Gabriel Aparicio	Trabajo	GA	256	\$5.500,00	\$1.408.000,00
Jose Arturo Gonzalez	Trabajo	JA	64	\$80.000,00	\$5.120.000,00
Jairo Guerrero	Trabajo	JG	64	\$80.000,00	\$5.120.000,00
Lector	Trabajo	L		\$80.000,00	\$0,00
				TOTAL	\$13.165.000,00

Fuente: Los autores

III. Equipos:

- Computadores: se requiere de dos computadores para realizar la documentación del proyecto con acceso a Microsoft Office 97-2003 ó 2007. Por lo menos uno de ellos con Visio para realizar diagramas, Project para realizar un cronograma, y Solidworks para realizar el prototipo computarizado en 3D.
- Cámara de gesell: se necesitará para realizar los respectivos grupos focales o entrevistas a los bomberos.
- Grabadora: se requerirá para tener un registro de las diferentes entrevistas o grupos focales (en caso de no contar con la cámara de Gesell) que se le hagan a los bomberos.
- Cámara fotográfica: se requiere para tener registros visuales del producto actual y sus formas de uso.

6 DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 Actualidad cuerpo de bomberos:

Para conocer la actualidad del cuerpo de bomberos de la ciudad, se realizaron entrevistas con bomberos que llevan más de 10 años en la institución y conocen perfectamente la historia y situación que vive actualmente el cuerpo de bomberos de Cali.

Entrevistados:

- Capitán Álvaro Gutiérrez
- Cabo Iván Martínez

Gracias a la metodología empleada para seleccionar la herramienta, mucha de esta información fue corroborada por los diferentes bomberos.

- **Servicio y Estaciones**

Actualmente, el cuerpo de bomberos de la ciudad cuenta con 8 estaciones operativas, que tienen como objetivo cubrir las emergencias de incendios y de rescate de toda la ciudad. Esta organización tiene como meta lograr atender las emergencias o accidentes ocurridos en cualquier punto de la ciudad, en máximo 5 minutos desde el momento que la emergencia es reportada en las instalaciones de la estación más cercana a la emergencia. Sin embargo, debido a problemas económicos, el cuerpo de bomberos para poder cumplir con este objetivo necesita 6 estaciones adicionales en puntos estratégicos que les permita cubrir adecuadamente con las emergencias en todos los diferentes puntos de la ciudad de Cali.

Por otro lado, el cuerpo de bomberos a diferencia de unos años atrás, no solo se encarga de las emergencias relacionadas con los incendios, sino también se encuentra dentro de sus servicios las operaciones de rescate, incluido aquí, la atención pre-hospitalaria necesaria a la víctima cuando sucede un accidente. Es por eso que el cuerpo de bomberos cuenta hoy en día con un escuadrón de emergencias mucho más especializado que el de tiempos atrás, pues para atender estos nuevos tipos de emergencia se requiere tecnólogos, paramédicos, mecánicos y gente mucho más experta y preparada para poder atender las

nuevas emergencias que se presentan en el día a día. Por ello también se han visto obligados a suplirse de equipo especializado en estos nuevos retos. Las nuevas máquinas (camiones) de bomberos, como lo menciona el cabo Iván Martínez, necesitan que además de tener un buen espacio para el almacenamiento de agua (aprox. 1000 litros), tener espacio para el almacenamiento de herramientas de rescate y para poder trasportar a las víctimas de ser necesario, a un hospital o centro de salud. Desafortunadamente, el presupuesto de esta organización no es suficiente para la compra de estos nuevos equipos.

Las principales actividades que atendieron durante el año 2009 en las diferentes estaciones del Cuerpo de Bomberos de Cali son:

Tabla : Estadística de principales incidentes atendidos durante el 2009

MES	(Todas)
ESTACIÓN	(Todas)

TIPO ACTUACIÓN	Cantidad
Auxilio de personas en vía pública	1341
Derrame de líquidos automotores en vía pública	170
Eliminación de enjambre de abejas	407
Incendio de basuras	198
Incendio eléctrico	184
Incendio estructural	259
Incendio forestal	945
Lab. de prev. por auxilio de personas en vía pública	262
Lab. de prev. por eliminación de enjambre de abejas	600
Socorro a heridos	167
Total general	4533

Fuente: Área de comunicaciones del Cuerpo de Bomberos de Cali

- **Económica**

Actualmente, los cuerpos de bomberos reciben dinero de diferentes fuentes; del municipio o los ciudadanos, por medio de impuestos, de donaciones de

particulares o de instituciones. Además, los cuerpos de bomberos de Cali han desarrollado dos alternativas de negocio para ayudarse en el sostenimiento de los mismos; una de ellas es la venta de equipos de bomberos y de equipos de buceo especializados, que realizan por medio de un punto de venta que tienen en la ciudad; la otra alternativa es la organización de capacitaciones en diferentes temas y técnicas relacionadas a su oficio.

Los cuerpos de bomberos de Cali, para su funcionamiento requieren de aproximadamente 12,500 millones de pesos, de los cuales apenas alrededor de 7,000 son cubiertos por los impuestos de los ciudadanos, y lo restante lo adquieren de los otros medios de ingresos. De esta forma, el dinero recaudado por este ente organizativo es muy limitado, y a duras penas alcanza para cubrir las necesidades de funcionamiento que tiene la organización. Como se dijo anteriormente, este presupuesto es únicamente para el funcionamiento (administración) y no tiene en cuenta las inversiones necesarias para poder prestar cada vez un mejor servicio.

No se cuenta con presupuesto suficiente para renovar o adquirir nuevos equipos, y para desarrollar competencias mucho más especializadas. Es por esto, que los equipos utilizados por los cuerpos de bomberos de la ciudad de Cali, en su mayoría, son equipos obsoletos o poco modernos, sin la tecnología que puede necesitarse hoy en día en las operaciones a realizar.

Por otro lado, existen casos en los que se adquieren las herramientas o equipos, pero no se capacita a los bomberos por lo que estos o les dan un uso inadecuado, o simplemente deciden no usarlas y defenderse con los recursos que conocen.

Cabe mencionar que gracias al compromiso e insistencia por parte de varios de los miembros de la institución, se ha de cierto modo obligado a la misma a adquirir ciertos equipos y dar algunas capacitaciones que ayudan a garantizar la prestación de un mejor servicio a la comunidad y que a su vez brindan mayor seguridad a los bomberos, sin embargo todavía hace falta mucho para poder cumplir con todo lo necesario, no solo en términos de equipos y herramientas, sino de capacitación y formación al personal.

- **Compra de materiales**

Actualmente los cuerpos de la ciudad de Cali, importan la mayoría de las herramientas que utilizan. Principalmente estas herramientas son importadas

desde Estados Unidos y Europa. En el momento de comprar las herramientas el cuerpo de bomberos exige que estas cumplan con las normas NFPA, que son las normas americanas que regulan el uso de herramientas. Las compras son coordinadas por la oficina central del cuerpo de bomberos, y se realizan según las necesidades encontradas en las diferentes estaciones de bomberos de la ciudad, limitadas también lógicamente, por el presupuesto con que cuenta el cuerpo de bomberos en el momento.

- **Social - Voluntariado**

En la actualidad, el cuerpo de bomberos de la ciudad de Cali está pasando por una crisis debido a la poca oferta de bomberos voluntarios aptos en la ciudad, y la creciente demanda que se tiene por parte de esta entidad. Se enfrentan con un problema generacional y cultural; los nuevos voluntarios no tienen la disciplina ni las competencias que requiere un bombero, los nuevos bomberos en su mayoría no siguen órdenes y sus funciones las ponen en frecuente cuestionamiento. Estas nuevas generaciones, en su mayoría, dice el cabo Iván Martínez están en la institución no por gusto y porque les apasione lo que hacen, sino por recibir un sueldo, lo que se refleja en su desinterés por el cuerpo de bomberos.

Es por ello que se está acabando el voluntariado en la ciudad.

6.2 Tipos de operaciones atendidas y herramientas para la atención de emergencias.

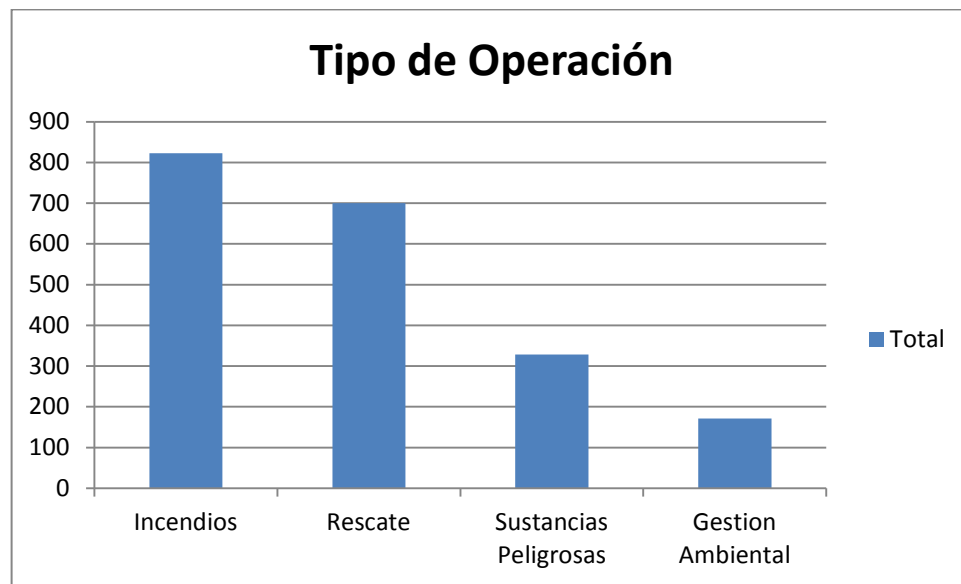
6.2.1 Tipos de operaciones

Tabla : Principales tipos de operaciones atendidas por el Cuerpo de Bomberos de Cali

MES	(Todas)
Tipo de Operación	Cantidad de llamados
Incendios	823
Rescate	700
Sustancias Peligrosas	328
Gestión Ambiental	171
Total general	2022

Fuente: Área de comunicaciones del Cuerpo de Bomberos de Cali

Figura : Grafico de barras principales tipos de operaciones atendidas por el Cuerpo de Bomberos de Cali



Fuente: Área de comunicaciones del Cuerpo de Bomberos de Cali

Debido a que los equipos para apagar incendios ameritan conocimientos avanzados de química sobre combustión, entre otros, se decidió trabajar con las herramientas utilizadas para operaciones de rescate.

6.2.2 Herramientas utilizadas para la atención de operaciones de rescate



BARRA HOOLIGAN

Esta herramienta es multiusos, principalmente es utilizada para entrada forzada.

Sus diferentes puntas permiten romper candados, chapas, vidrios, paredes delgadas y sirve para hacer palanca.



HACHA PLANA

Esta herramienta normalmente se utiliza conjuntamente con la barra hooligan, a lo cual llaman matrimonio.

Se utiliza para romper paredes delgadas o puertas de madera, y por el borde plano para hacer presión a las puntas de la barra hooligan y abrir puertas.

	<p style="text-align: center;">GANCHO</p> <p>Es utilizado para alcanzar objetos a distancia, principalmente para alcanzar los cables de energía.</p>
	<p style="text-align: center;">QUIJADA DE LA VIDA</p> <p>Utilizado para separar los hierros retorcidos y liberar a las personas que han sufrido un accidente de tránsito.</p> <p>Se utilizan para separar o comprimir los hierros y romper portezuelas.</p>
	<p style="text-align: center;">CIZALLA</p> <p>Se utiliza en el caso de accidentes automovilísticos.</p> <p>Corta estructuras metálicas, tubos, perfiles y placas de acero.</p>

6.3 Herramienta a Trabajar: Barra Hooligan

Razones:

- Es una herramienta que todo cuerpo de bomberos carga.
- Es de las herramientas básicas de rescate.
- Es una herramienta que se utiliza en el día a día de los bomberos de la ciudad, y con la cual se atiende la mayoría de emergencias de rescate.

- Es una herramienta multiusos, que le permite al bombero estar preparado para cualquier evento de rescate.
- No necesita energía eléctrica para funcionar, y en relación a otras herramientas de uso frecuente como la Quijada de la vida es más liviana.

6.4 Creación Nueva Herramienta Multiusos

6.4.1 Investigación Cualitativa para la identificación de necesidades

Objetivo General de la investigación Cualitativa

Identificar las necesidades funcionales y de forma que tienen los bomberos respecto a la barra Hooligan.

Objetivos específicos.

- Conocer las actividades o acciones que realizan los bomberos en el momento de un rescate.
- Determinar los diferentes usos que se le da a la barra Hooligan por parte de los bomberos en las actividades de rescate.
- Identificar la percepción que tienen los bomberos de la herramienta
- Identificar las mejoras que le harían los bomberos a la barra Hooligan

Universo: # total de bomberos en la estación de rescate de la ciudad de Cali = 15.

Muestra: 6 bomberos

Tipo de muestreo: Casos extremos

Muestreo por cuotas:

- 3 bomberos experimentados. \geq a 10 años en el cuerpo de bomberos.
- 3 bomberos de menor experiencia. $<$ a 10 años de experiencia como bombero.

Matriz de muestreo:

Objetivo Específico	Tipo de método cualitativo a utilizar
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las actividades o 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista a profundidad

acciones que realizan los bomberos en el momento de un rescate.	
<ul style="list-style-type: none"> Determinar los diferentes usos que se le da a la barra Hooligan por parte de los bomberos en las actividades de rescate. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista a profundidad Observación
<ul style="list-style-type: none"> Identificar la percepción que tienen los bomberos de la herramienta 	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista a profundidad
<ul style="list-style-type: none"> Identificar las mejoras que le harían los bomberos a la barra Hooligan 	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista a profundidad Observación

Cantidad de registros:

MUESTRA	TIPO DE REGISTRO	# DE REGISTROS
Bomberos experimentados	Entrevista a profundidad (grabación-Audio)	3
	Observación Asistida por video (grabación- video)	3
Bomberos de menor experiencia	Entrevista a profundidad (grabación-Audio)	3
	Observación Asistida por video (grabación- video)	3

La guía de entrevista se encuentra en los anexos.

Después de realizar las entrevistas a profundidad, se codificaron tras lo cual identificamos que las principales necesidades que se necesitan en este tipo de herramienta son:

VERBATIM/ OBSERVACIÓN	NECESIDAD
"cuando uno está en un rescate muchas veces se puede caer, y caer sobre la punta	Segura al portarla

de esta herramienta y hacerse daño"	
"Con esta herramienta rompemos candados y hacemos una entrada forzada"	Romper Candados
"Solo la llevo cuando la necesito porque es algo incomoda de llevar"	Fácil de transportar
"A veces no la cargamos porque la herramienta es algo pesada, y cuando uno va a subir ya sean 15 pisos con esta herramienta llega cansado"	Liviana
"En algunas situaciones no la podemos utilizar porque el espacio en el sitio ya sea el carro accidentado, es muy pequeño"	Maniobrable en espacios confinados
"En muchos de los accidentes de tránsito que atendemos día a día, nos toca cortar lámina para rescatar a la víctima"	Corte lámina
"La usamos para romper ya sea una pared de madera o de panel yeso, y después halar y rasgar"	Romper paredes delgadas
"Es una herramienta que la podemos dejar en cualquier lado, en la lluvia y no se daña"	No se corroa
Observación: Observamos que para su uso muchas veces requiere de mucha fuerza, por lo que es necesario para su funcionamiento que haya un agarre que no permita deslizamientos, y que a su vez permita al bombero realizar toda la fuerza necesaria	Agarre Seguro
"Con esta herramienta hacemos palanca, ya sea para separar materiales y así darle espacio a la víctima, o para forzar una puerta"	Hacer palanca
"La pata de cabra la usamos muchas veces también para abrir puertas y romper candados, o también para abrir válvulas de gas o también para sacar clavos o cualquier cosa así en forma de clavo"	Abrir válvulas de gas
	Sacar clavos

"Muchas veces necesitamos cortar a algún cable de alta tensión después de haber interrumpido la corriente, que no alcanzamos, y no tenemos la escalera o no se puede acceder a ella"	Cortar Cables de alta tensión
Observación: Dentro de una de las demostraciones vimos que esta herramienta al impactarse con otro metal generó una pequeña chispa. Esto sumado a un relato de una historia, en donde murieron 8 bomberos a causa de una explosión causada por gas concentrado que se prendió por una chispa, surge la siguiente necesidad.	No genere chispa
"Es una herramienta que la tenemos hace muchísimos años, no se ha dañado, y nos da la tranquilidad al momento de salir al rescate de que nunca nos va a dejar tirados"	Que sea confiable
"En los cables de alta tensión se enredan cosas que pueden impedir el buen actuar"	Que pueda agarrar elementos distantes

De las entrevistas a profundidad y las observaciones logramos identificar las necesidades que tienen el cuerpo de bomberos a la hora de un rescate. Sin embargo, para ellos algunas necesidades eran más importantes que otras.

Para medir esto se les realizó la siguiente encuesta a los 15 bomberos que prestan sus servicios en la estación de rescate de Cali que corresponde a la estación de Villa del Sur:

Califique de 1 a 5 la importancia que para usted tienen las siguientes características/necesidades de la barra hooligan a la hora de un rescate. Siendo 1 Muy poco importante, y 5 muy importante.

NECESIDADES / CARACTERÍSTICA	POCO IMPORTANTE		MUY IMPORTANTE	

Segura al portarla	1	2	3	4	5
Romper Candados	1	2	3	4	5
Fácil de transportar	1	2	3	4	5
Liviana	1	2	3	4	5
Maniobrable en espacios confinados	1	2	3	4	5
Corte lámina	1	2	3	4	5
Romper paredes delgadas	1	2	3	4	5
No se corroa	1	2	3	4	5
Agarre Seguro	1	2	3	4	5
Hacer Palanca	1	2	3	4	5
Abrir/ cerrar válvulas de gas	1	2	3	4	5
Sacar clavos	1	2	3	4	5
Cortar cables de alta tensión	1	2	3	4	5
No genere chispa	1	2	3	4	5
Que sea confiable	1	2	3	4	5
Que pueda agarrar elementos distantes	1	2	3	4	5

Se obtuvieron los siguientes resultados aproximados a números enteros:

NECESIDADES	IMPORTANCIA ASIGNADA
Segura al portarla	4
Romper Candados	5
Fácil de transportar	3
Liviana	3
Maniobrable en espacios	5

confinados	
Corte lámina	5
Romper paredes delgadas	3
No se corroa	3
Agarre seguro	2
Hacer palanca	5
Abrir/Cerrar válvulas de gas	3
Sacar clavos	3
Cortar cables de alta tensión	1
No genere chispa	4
Que sea confiable	5
Que pueda agarrar elementos distantes	3

Luego, se evaluó que tanto estaba cumpliendo la herramienta actual con dichas necesidades identificadas, por medio de la siguiente encuesta:

Califique de 1 a 5, que tan bien satisface la barra hooligan actual las siguientes necesidades. Coloque 5 si la herramienta satisface muy bien la necesidad o 1 si la satisface muy poco.

NECESIDADES / CARACTERÍSTICA	POCO SATISFECHO			MUY SATISFECHO	
	1	2	3	4	5
Segura al portarla	1	2	3	4	5
Romper Candados	1	2	3	4	5
Fácil de transportar	1	2	3	4	5
Liviana	1	2	3	4	5
Maniobrable en espacios confinados	1	2	3	4	5
Corte lámina	1	2	3	4	5
Romper paredes delgadas	1	2	3	4	5

No se corroa	1	2	3	4	5
Agarre Seguro	1	2	3	4	5
Hacer Palanca	1	2	3	4	5
Abrir/ cerrar válvulas de gas	1	2	3	4	5
Sacar clavos	1	2	3	4	5
Cortar cables de alta tensión	1	2	3	4	5
No genere chispa	1	2	3	4	5
Que sea confiable	1	2	3	4	5
Que pueda agarrar elementos distantes	1	2	3	4	5

Los resultados arrojados aproximados a enteros fueron los siguientes:

NECESIDADES	BARRA HOOLIGAN ACTUAL				
	1	2	3	4	5
Segura al portarla	X				
Romper Candados					X
Fácil de transportar		X			
Liviana		×			
Maniobrable en espacios confinados	X				
Corte lámina		×			
Romper paredes delgadas					×
No se corroa			×		
Agarre seguro			X		
Hacer palanca				X	
Abrir/Cerrar válvulas de gas			X		
Sacar clavos			X		
Cortar cables de alta tensión	X				
No genere chispa	X				
Que sea confiable					X
Que pueda agarrar elementos distantes	X				

6.4.2 Especificaciones de producto:

Una vez identificadas las necesidades se procedió a establecer las especificaciones de producto o requerimientos de ingeniería necesarios:

- **RESISTENCIA MECÁNICA HERRAMIENTA:** Se refiere a la resistencia que tiene el material a los esfuerzos mecánicos a los cuales es sometido. Recopila todas las fuerzas involucradas en momentos de uso de la herramienta. Estas incluyen la resistencia a la tensión, compresión, flexión, torsión entre otras.
- **LARGO BARRA:** Se refiere a la longitud en Metros o Centímetros de la barra de la herramienta extendida.
- **DIÁMETRO BARRA:** Se refiere a la distancia/longitud en centímetros del diámetro de la barra.
- **PESO HERRAMIENTA:** Es la fuerza que ejerce la pieza sobre un punto de apoyo ocasionada por la gravedad $F = mg$.
- **DUREZA BARRA:** Es una propiedad mecánica que hace referencia a la dificultad que existe para rayar la superficie del material.
- **SUPERFICIE ANTIDESLIZANTE BARRA:** Se refiere a la fricción existente entre la mano/agarre y la superficie de la herramienta.
- **LONGITUD AGARRE:** Es la longitud en centímetros de las zonas de agarre de la herramienta.
- **LARGO BIFURCACIÓN/GARRA:** Es la longitud en centímetros o milímetros del largo de esta pieza.
- **DUREZA BIFURCACIÓN :** Es una propiedad mecánica que hace referencia a la dificultad que existe para rayar la superficie del material.

- **RESISTENCIA AL CORTE BIFURCACIÓN:** Esta especificación se refiere a la capacidad de la pieza de resistir las tensiones cortantes que aparecen por medio de la aplicación de esfuerzos.
- **ANCHO BIFURCACIÓN:** Es la longitud en centímetros o milímetros del ancho de esta pieza.
- **DISTANCIA ENTRE GARRAS:** Es la longitud en milímetros de la distancia existente al final de la bifurcación.
- **ANGULO DE CORTE BIFURCACIÓN:** Se refiere al ángulo que tiene la pieza en aquellos puntos donde entra en contacto con otro material con el objetivo de generar algún tipo de corte. De esta forma esta especificación hace referencia al filo de la herramienta en estos puntos.
- **PROPIEDADES DEL MATERIAL:** Dejando de lado las propiedades mecánicas ya tenidas en cuenta en otra especificación, las propiedades del material hacen referencia a los efectos que tiene el material cuando se es expuesto a factores externos, como el agua, la corriente entre otros. De esta forma se tiene en cuenta la resistencia a la corrosión, la capacidad de generar chispa, la capacidad de conducir electricidad etc.
- **LARGO PICA:** Es la longitud en centímetros o milímetros del largo de esta pieza.
- **DIÁMETRO PICA:** Es la longitud en centímetros o milímetros del diámetro de esta pieza.
- **DUREZA PICA:** Es una propiedad mecánica que hace referencia a la dificultad que existe para rayar la superficie del material.
- **ANGULO PUNTA PICA:** Se refiere al ángulo que tiene la pieza en aquellos puntos donde entra en contacto con otro material con el objetivo de generar algún tipo de corte. De esta forma esta especificación hace referencia al filo de la herramienta en estos puntos.
- **LARGO CUÑA/PALA:** Es la longitud en centímetros o milímetros del largo de esta pieza.

- ANCHO CUÑA: Es la longitud en centímetros o milímetros del ancho de esta pieza.
- GROSOR CUÑA : Es la longitud en centímetros o milímetros de la altura de esta pieza.
- ANGULO CUÑA: Se refiere al ángulo que tiene la pieza en aquellos puntos donde entra en contacto con otro material con el objetivo de generar algún tipo de corte. De esta forma esta especificación hace referencia al filo de la herramienta en estos puntos.
- ELEMENTOS PROTECTORES: Se refiere a los elementos que protegen a la persona del contacto con las piezas de la herramienta que pueden ocasionar lesiones.

6.4.3 Desarrollo QFD (Casa de la Calidad)

Las siguientes tablas todas se unen y se expresan en una sola matriz, matriz que se conoce como la casa de la calidad. (ANEXOS).

Asignación de puntajes de relación entre necesidad y especificación

PUNTAJE	NIVEL DE RELACIÓN
	NO HAY NINGUNA RELACIÓN
1	RELACIÓN ES BAJA
3	RELACIÓN ES MEDIA
9	RELACIÓN ES ALTA

Explicación de puntajes asignados:

Tabla : Puntajes relación entre necesidades y especificaciones QFD

NECESIDAD	ESPECIFICACIÓN	PUNTAJE	RAZÓN
-----------	----------------	---------	-------

		ASIGNADO	
Segura al portarla	Resistencia Mecánica Herramienta	3	En el momento en que se aplica alguna fuerza en la herramienta, puede ocurrir que la herramienta no sea lo suficientemente resistente y se quiebre, ocasionando que la persona se pueda hacer daño ya sea con la misma herramienta o con el impulso de su fuerza.
Segura al portarla	Largo Barra	1	Entre más larga sea la barra, va a ser menos maniobrable para la persona que la esté utilizando. Puede ocasionar que se golpee con la misma herramienta o que golpee a otras personas.
Segura al portarla	Peso Herramienta	3	Entre más peso, la posibilidad de golpearse gravemente aumenta, pues la pieza puede llegar a golpear con más fuerza.
Segura al portarla	Superficie antideslizante barra	3	Si en el momento de aplicar una fuerza, la persona pierde el agarre de la misma puede golpearse con el impulso de la esta.
Segura al portarla	Longitud Agarre	1	Si en el momento de aplicar una fuerza, la persona pierde el agarre de esta por falta de superficie de agarre puede golpearse con el impulso de la misma.
Segura al portarla	Angulo de corte bifurcación	3	El ángulo tiene que ver con el filo de la herramienta en este sector. Entre más filuda la posibilidad de cortarse gravemente aumenta.
Segura al portarla	Angulo Punta Pica	3	Entre menos ángulo mas punta, por lo tanto si la persona llega a golpearse con esto, hay más posibilidades de que se entierre esto gravemente.
Segura al portarla	Angulo cuña	3	Entre menos ángulo mas filo, por lo tanto si la persona llega a golpearse con esto, hay más posibilidades de que se corte gravemente.
Segura al portarla	Elementos Protectores	9	Los elementos protectores van a prevenir que la persona se hiera ante un posible golpe con algún artefacto de la herramienta.
Romper	Resistencia mecánica	9	En el momento de aplicar una fuerza la Herramienta debe ser capaz de romper con

candados	Herramienta		los artículos especificados, por lo que ésta debe tener unas características de dureza y compresión.
Romper candados	Peso Herramienta	1	Entre mayor peso de la Herramienta menor fuerza para romper el candado.
Romper candados	Diámetro pica	9	En el momento de abrir es necesario que el tamaño sea parecido (estándar de los candados) para mayor facilidad.
Romper candados	Dureza pica	9	Entre mayor dureza tenga la pica, menor desgaste de la herramienta y mayor facilidad de romper metales al aplicarle una fuerza.
Fácil de transportar	Largo barra	9	Entre mayor sea la longitud de la barra mayor facilidad de agarre y de maniobrarla.
Fácil de transportar	Diámetro barra	9	El diámetro de la barra va a influir en la facilidad de agarre de la persona.
Fácil de transportar	Peso Herramienta	9	Entre mayor peso mayor dificultad para una persona para transportar la Herramienta.
Fácil de transportar	Longitud agarre	3	Entre mayor longitud, mayor agarre que tiene la persona, de lo contrario el agarre se haría en la mitad del cuerpo de la Herramienta y no sería ergonómico.
Fácil de transportar	Ancho bifurcación	3	Entre mayor ancho de bifurcación menor facilidad para transportar la Herramienta en cualquier lado.
Fácil de transportar	Largo pica	3	Entre mayor longitud tenga la pica mayor dificultad de transportar la Herramienta porque puede ser peligroso para la persona en el momento de cualquier tropiezo.
Fácil de transportar	Ángulo punta pica	3	Entre menor ángulo, mayor peligro de la accidentarse con la punta, por lo tanto se requiere una mayor atención a la hora de transportarla.
Fácil de transportar	Largo cuña/pala	3	Entre mayor longitud tenga la pala, mayor dificultad para transportarla debido al peligro de accidentalidad que tiene la persona.
Fácil de	Elementos	3	Los elementos protectoras van a prevenir que ninguna pieza de la Herramienta hiera a la

transportar	protectores		persona en el momento del transporte.
Liviana	Resistencia mecánica Herramienta	3	Generalmente entre mayor sea la resistencia de un material, mayor densidad y mayor peso (metales), por lo tanto el peso se ve afectado por el material.
Liviana	Largo barra	9	Entre mayor longitud de la barra, mayor el peso. El material también afecta el peso y por lo tanto entre mayor longitud mayor peso.
Liviana	Peso Herramienta	9	El material afecta directamente el peso, normalmente entre mayor densidad, mayor peso del material.
Liviana	Dureza barra	3	La dureza requerida va a condicionar el tipo de material escogido y este tendrá una densidad y un peso determinado.
Liviana	Elementos protectores	3	Los elementos protectores van a proteger a la persona de cualquier accidente que se tenga con la Herramienta, como una caída.
Maniobrable en espacios confinados	Largo barra	9	Entre mayor longitud de la barra, mayor dificultad para maniobrar ya que no va a tener el espacio suficiente para mover y aplicar la fuerza necesaria en la Herramienta como se desee.
Maniobrable en espacios confinados	Peso Herramienta	3	Entre mayor peso, mayor dificultad para mover la Herramienta con facilidad y aplicar la fuerza deseada.
Maniobrable en espacios confinados	Ancho bifurcación	3	Entre mayor sea el ancho de bifurcación mayor dificultad para atravesar la Herramienta por cualquier espacio o moverla.
Maniobrable en espacios confinados	Largo pica	3	Entre mayor longitud tenga la pica, mayor espacio va a ocupar y mayor dificultad para mover la Herramienta en espacios confinados.
Maniobrable en espacios confinados	Largo cuña/pala	3	Entre mayor la longitud de la pala mayor espacio que va a ocupar en el lugar y menor movimientos posibles.
Maniobrable en espacios	Ancho cuña	3	Mayor ocupación del espacio, menor movilidad y menor dificultad para mover la

confinados			Herramienta.
Corte lámina	Resistencia mecánica Herramienta	9	Entre mayor resistencia mecánica tenga el material de la herramienta, mayor corte que va a realizar.
Corte lámina	Largo barra	3	El largo permite que la persona maniobre de cualquier manera para realizar el corte y para aplicar la fuerza.
Corte lámina	Dureza bifurcación	3	Entre mayor dureza tenga la bifurcación mayor facilidad de corte ya que si el material es duro menos posibilidad de dañarse durante la acción.
Corte lámina	Resistencia al corte bifurcación	9	La relación es muy fuerte porque si la resistencia es baja, con el primer uso la Herramienta se va a desgastar y no va a permitir cortar más.
Corte lámina	Distancia entre garras	9	La distancia entre garras debe estar relacionada con el tipo de láminas que se quiera cortar, porque si la lámina es muy gruesa la garra no va a poder engancharla.
Corte lámina	Angulo de corte bifurcación	9	Entre menor ángulo de corte de bifurcación, mayor filo y entre mayor filo mayor facilidad para realizar el corte.
Romper paredes delgadas	Resistencia mecánica Herramienta	9	Al aplicar fuerza en la herramienta, esta debe resistir y realizar la acción deseada, por lo que a mayor resistencia del material de la herramienta, mayor facilidad para romper paredes.
Romper paredes delgadas	Peso Herramienta	3	El peso es inversamente proporcional a la fuerza que se debe aplicar para romper una pared, entre mayor peso, menor fuerza aplicada.
Romper paredes delgadas	Largo pica	3	Entre mayor sea el largo de la pica mas alcance de penetración.
Romper paredes delgadas	Diámetro pica	3	Entre mayor diámetro de pica mayor el orificio de penetración.

Romper paredes delgadas	Dureza pica	9	Entre mayor dureza existe mayor facilidad para romper las paredes y menor posibilidad de que la herramienta con el tiempo se dañe.
Romper paredes delgadas	Ángulo punta pica	9	Entre menor sea el ángulo de la pica, mayor será el filo y por lo tanto mayor facilidad para romper las paredes y crear hueco.
No se corroa	Propiedades del material	9	Esta relación es muy alta porque la herramienta va a estar expuesta a diferentes ambientes donde el material puede verse afectado. Por lo tanto entre mayor propiedad de corrosión menor desgaste de la Herramienta.
Agarre seguro	Diámetro barra	9	El diámetro de la barra debe ser proporcional al tamaño de la mano de la persona para que la mano tenga un agarre seguro
Agarre seguro	Superficie antideslizante barra	9	Esta relación es alta porque la persona va a entrar en contacto con la herramienta normalmente con guantes por lo que la superficie debe de ser de un material antideslizante que no permite que se caiga o se resbale.
Agarre seguro	Longitud agarre	9	Entre mayor longitud mayor facilidad de agarre ya que tiene más posibilidades de extender la mano y ubicarla como desee.
Hacer palanca	Resistencia mecánica Herramienta	9	Al someter la herramienta a esfuerzos de palanca, las fuerzas a las que se somete el material son muy altas, por ello resistencias como la flexión, o torsión, están condicionadas por la cantidad de fuerza de palanca que se pueda realizar.
Hacer palanca	Largo barra	9	El radio o largo de la palanca tiene una relación directa con la cantidad de fuerza que una persona debe realizar para generar un mismo efecto. Entre más larga sea la herramienta, menos fuerza se necesitará imprimírle a la herramienta para realizar un mismos efecto.
Hacer palanca	Diámetro barra	3	La cantidad de fuerza que la palanca puede realizar, va a condicionar el diámetro, dado a que este debe ser lo suficientemente ancho

			para resistir los esfuerzos a los que se somete la herramienta.
Hacer palanca	Peso herramienta	3	El peso de la herramienta influye en la fuerza que hay que imprimirle a la herramienta a la hora de hacer una palanca, dado que cuando la fuerza se realiza a favor de la gravedad, el peso de la herramienta se suma a la fuerza ejercida.
Hacer palanca	Largo bifurcación/garra	3	La bifurcación la utilizan ocasionalmente para hacer palanca. El radio o largo de la palanca tiene una relación directa con la cantidad de fuerza que una persona debe realizar para generar un mismo efecto. Entre más larga sea la herramienta, menos fuerza se necesitará imprimirle a la herramienta para realizar un mismo efecto.
Hacer palanca	Largo cuña/pala	9	La cuña es la pieza que se utiliza por excelencia para hacer palanca (abrir puertas). El radio o largo de la palanca tiene una relación directa con la cantidad de fuerza que una persona debe realizar para generar un mismo efecto. Entre más larga sea la herramienta, menos fuerza se necesitará imprimirle a la herramienta para realizar un mismo efecto.
Hacer palanca	Ancho cuña	3	El ancho de la cuña, va a permitir que la herramienta se pueda ajustar a un punto extrema (cuñar), si este es muy ancho, no podrá cuñarse en puntos de poco espacio, y por lo tanto no se podrá hacer palanca.
Hacer palanca	Grosor cuña	9	Al introducir la cuña a un punto donde se juntan 2 elementos (pared y puerta), se logrará ajustar la herramienta en un punto fijo. Si este grosor no es lo suficientemente delgado para cuñar en el espacio libre entre estos 2 elementos, no se podrá realizar la palanca.
Hacer palanca	Angulo cuña	3	En ángulo permitirá que la cuña se introduzca con facilidad, al ser golpeada por el hacha plana.

Abrir/ cerrar válvulas de gas	Resistencia mecánica de la herramienta	1	Al abrir valvular con la pieza de bifurcación, se somete la herramienta a esfuerzos de torsión, y flexión.
Abrir/ cerrar válvulas de gas	Largo bifurcación	3	El largo de la bifurcación va a permitir que esta pieza se introduzca lo suficiente para poder abrir las válvulas.
Abrir/ cerrar válvulas de gas	Dureza Bifurcación	1	La dureza va influir no solo en la herramienta, sino también en el contacto que esta haga con las válvulas, dado a que también se debe cuidar el material de la válvula
Abrir/ cerrar válvulas de gas	Ancho bifurcación	1	El ancho de la bifurcación va a condicionar la distancia entre las garras.
Abrir/ cerrar válvulas de gas	Distancia entre garras	9	La distancia entre las garras debe lo suficientemente ancha para que quepa una válvula estándar de gas, y lo suficientemente angosta para que se pueda ejercer la rotación en la válvula.
Sacar Clavos	Resistencia Mecánica Herramienta	3	Al sacar clavos se aplica también una palanca, y de esta forma se somete la herramienta a diferentes esfuerzos como el de la flexión.
Sacar Clavos	Dureza Bifurcación	1	Al tener contacto esta herramienta con otros metales fuertes, esta debe tener la suficiente dureza para resistir el contacto con esto a lo largo del tiempo.
Sacar Clavos	Ancho Bifurcación	1	El ancho de la bifurcación va a condicionar la distancia entre las garras.
Sacar Clavos	Distancia entre garras	9	La distancia entre las garras debe lo suficientemente ancha para que quepa un tornillo, y lo suficientemente angosta para que se pueda enganchar la cabeza del tornillo.
Cortar cables de alta tensión	Largo barra	3	Los cables de alta tensión generalmente se encuentran a una altura de 3-6 metros del nivel del piso, de esta forma el largo de la herramienta influirá en la facilidad de lograr esta operación.
Cortar cables	Resistencia la	1	La resistencia cortante va a permitir que la herramienta no se dañe cuando se esté

de alta tensión	corte bifurcación		realizando el corte.
Cortar cables de alta tensión	Distancia entre garras	3	La distancia entre las garras debe lo suficientemente ancha para que quepa un cable, y lo suficientemente angosta para que se pueda enganchar el cable en la pieza.
Cortar cables de alta tensión	Angulo de corte bifurcación	3	El filo dado por el ángulo de corte, va a condicionar la facilidad en tiempo y esfuerzo de esta operación.
No genere chispa	Propiedades del material	9	Las propiedades conductivas del material van a reducir la propensidad que este tiene de generar chispa cuando entre en contacto con otros materiales por medio de impacto o fricción.
Que sea confiable	Resistencia mecánica herramienta	9	Los bomberos esperan que la herramienta siempre les funcione en el momento que la necesiten, por ello esta es una relación muy fuerte pues entre más resistencia mecánica tenga la herramienta, la probabilidad de que se dañe ante los esfuerzos a la que se somete va a ser menor, y la confiabilidad será mayor.
Que sea confiable	Largo barra	3	Los bomberos confían en que la herramienta siempre va a funcionar para lo que ellos necesiten, si el largo no es adecuado, quizá la fuerza ejercida en la palanca no sea lo suficiente para lograr los objetivos.
Que sea confiable	Diámetro barra	3	El diámetro va a ayudar a la resistencia ante los esfuerzos, lo que implica que si no es adecuado no va a resistir y por lo tanto la herramienta no será confiable.
Que sea confiable	Superficie antideslizante barra	9	En el momento de esfuerzos el punto de agarre juega un rol importante, si este punto se desliza el bombero se puede golpear.
Que sea confiable	Longitud agarre	3	En el momento de esfuerzos el punto de agarre juega un rol importante, si este punto no tiene el área suficiente para proveer un buen agarre el bombero se puede golpear.
Que sea confiable	Propiedades del material	3	Las propiedades del material van a permitir que el bombero confíe más en la herramienta,

			por ejemplo, si es un material que no genera chispa, el bombero va a tener la tranquilidad de poder impactar cualquier cosa, sin correr el riesgo de que algo pueda explotar.
Que sea confiable	Elementos protectores	9	Los elementos protectores, van a proteger a la persona de los puntos peligrosos de la herramienta (puntos filudos) y esto la va a hacer más confiable.
Que pueda agarrar elementos distantes	Resistencia mecánica herramienta	3	Al recoger elementos distantes la herramienta requiere de gran resistencia a la flexión, si esta no fuese suficiente esto no se podría lograr.
Que pueda agarrar elementos distantes	Largo barra	9	Los elementos distantes como la palabra lo indica, están a largas distancias, por esto se necesita que la herramienta alcance dichas distancias por medio de la longitud.
Que pueda agarrar elementos distantes	Diámetro barra	3	El diámetro de la barra va a influir en el peso y el agarre necesario para recoger objetos distantes.
Que pueda agarrar elementos distantes	Peso herramienta	9	El peso de la herramienta juega un rol importante, dado que al extenderse se acciona una palanca en contra impulsada por el propio peso de la herramienta, y se haría muy difícil de sostener.
Que pueda agarrar elementos distantes	Propiedades del material	3	Las propiedades del material van a condicionar la densidad y el peso del mismo.

De igual forma, también existen relaciones dentro de las mismas especificaciones, que generan una serie de restricciones:

Tabla : Relación entre especificaciones QFD

ESPECIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN	PUNTAJE ASIGNADO	RAZÓN
----------------	----------------	------------------	-------

Resistencia Mecánica	Largo Barra	9	La relación es muy fuerte pues, el largo de la barra va a influir en la cantidad de palanca y fuerza que pueda ejercer la herramienta, entre más larga la herramienta más fuerza podrá ejercer en su palanca, por ello se necesitará una mayor resistencia mecánica.
Resistencia Mecánica	Diámetro Barra	9	El grosor o diámetro de la herramienta va a influir en la capacidad que tenga la herramienta de resistir ante las fuerzas aplicadas sin romperse. De igual forma, según la resistencia mecánica que se necesite, se necesitará determinado diámetro.
Resistencia Mecánica	Peso Herramienta	9	Las características necesarias en la resistencia, van a influir en el tipo de material que se escoja para cumplir dichas características, generalmente en los metales, la densidad y el peso aumenta a medida que aumentan las resistencias.
Resistencia Mecánica	Dureza Barra	3	La dureza de la barra dependerá de la resistencia que necesite la herramienta en general.
Resistencia Mecánica	Dureza Bifurcación	3	La dureza de la bifurcación dependerá de la resistencia que necesite la herramienta en general.
Resistencia Mecánica	Resistencia al corte bifurcación	3	La resistencia al corte de la bifurcación dependerá de la resistencia que necesite la herramienta en general.
Resistencia Mecánica	Propiedades del material	9	Las restricciones en cuanto a la resistencia van a afectar la escogencia del material y por ende las propiedades que este mismo tenga.
Resistencia Mecánica	Dureza pica	3	La dureza de la pica dependerá de la resistencia que necesite la herramienta en general.
Largo Barra	Diámetro Barra	9	El largo va a influir en la fuerza de palanca que se pueda aplicar, y de esta forma el diámetro va a estar condicionado por la resistencia que dicha fuerza a lo largo de la barra requiera.
Largo Barra	Peso Herramienta	9	Entre más larga la barra, mas material requiere (más volumen) y por tanto un mayor peso.

Largo Barra	Longitud Agarre	3	La superficie de agarre estará condicionada por la longitud de la barra.
Diámetro Barra	Peso Herramienta	9	A mayor diámetro mayor volumen y por tanto mayor peso.
Peso Herramienta	Dureza Barra	3	La dureza del material va a condicionar el tipo de material, y cada material tiene una densidad y peso distinto.
Peso Herramienta	Largo Bifurcación	3	Entre más longitud tenga la bifurcación, se requiere más material, esto implica más peso.
Peso Herramienta	Dureza Bifurcación	1	La dureza del material va a condicionar el tipo de material, y cada material tiene una densidad y peso distinto. Sin embargo, no necesariamente a mayor dureza mayor peso, por ello la relación es débil.
Peso Herramienta	Ancho Bifurcación	3	Entre más ancho, más volumen, mayor peso.
Peso Herramienta	Propiedades del material	9	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material, cada material tiene una densidad y peso distinto.
Peso Herramienta	Largo Pica	3	A mayor longitud, más material se requiere, mayor volumen y por ende mayor será el peso.
Peso Herramienta	Diámetro Pica	3	A mayor diámetro, mayor volumen y por tanto mayor peso
Peso Herramienta	Dureza Pica	1	La relación es débil pues aunque la dureza del material va a condicionar el tipo de material, y cada material tiene una densidad y peso distinto, no necesariamente el peso está es proporcional a la dureza.
Peso Herramienta	Largo Cuña	3	A mayor longitud, más material se requiere, mayor volumen y por ende mayor será el peso.
Peso Herramienta	Ancho Cuña	3	A mayor ancho, mayor volumen y por tanto mayor peso
Peso Herramienta	Grosor Cuña	3	A mayor grosor, mayor volumen y por tanto mayor peso
Dureza Barra	Propiedades del material	3	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material escogido, y la dureza del

			mismo.
Dureza Barra	Dureza Bifurcación	9	En el punto de ensamble, la dureza de un elemento respecto a otro va a influir, pues ante esfuerzos ambos materiales en estos puntos de encuentro deben resistir.
Superficie antideslizante barra	Longitud Agarre	3	La superficie antideslizante en la barra estará y dependerá de la longitud que se le asigne al agarre.
Superficie antideslizante barra	Propiedades del material	3	La fricción entre la mano y la herramienta dependerá de las propiedades del material.
Largo Bifurcación	Distancia entre Garras	3	A medida que aumenta la longitud de la pieza, va aumentando las distancias entre sus puntas o garras.
Dureza Bifurcación	Propiedades del material	3	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material escogido, y la dureza del mismo.
Resistencia al corte Bifurcación	Angulo de corte Bifurcación	9	Entre más ángulo requiera el corte, una mayor resistencia al corte será necesaria para la duración del filo y para prevenir el desgaste de la pieza en esta zona
Resistencia al corte bifurcación	Propiedades del material	3	La resistencia al corte estará condicionada por los requerimientos de las propiedades del material.
Ancho Bifurcación	Distancia Entre Garras	9	La relación es muy fuerte ya que a mayor distancia requerida por las garras, la pieza va a ser más ancha.
Ángulo de corte bifurcación	Propiedades del material	3	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material escogido, y el ángulo mínimo de corte que se le pueda dar al mismo
Propiedades del material	Dureza Pica	3	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material escogido, y la dureza del mismo.
Propiedades del material	Angulo punta pica	3	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material escogido, y el ángulo mínimo de corte que se le pueda dar al mismo

Propiedades del material	Angulo cuña	3	Las propiedades que requiera el material, van a condicionar el material escogido, y el ángulo mínimo de corte que se le pueda dar al mismo
Largo Pica	Diámetro Pica	9	La relación es fuerte ya que la resistencia va a depender de la relación que exista entre el diámetro y el largo de la herramienta, debido a las fuerzas al cual se somete la herramienta.
Largo cuña	Ancho Cuña	9	La relación es fuerte ya que la resistencia va a depender de la relación que exista entre el diámetro y el largo de la herramienta, debido a las fuerzas al cual se somete la herramienta.
Largo cuña	Grosor cuña	9	La relación es fuerte ya que la resistencia también va a depender de la relación que exista entre el grosor y el largo de la herramienta, debido a las fuerzas al cual se somete la herramienta.
Ancho cuña	Grosor cuña	9	Las fuerzas sometidas en esta pieza actúan en las 3 dimensiones, la resistencia también va a depender de la relación que exista entre el grosor y el ancho de la herramienta.
Grosor cuña	Angulo cuña	9	La relación es muy fuerte dado a que el ángulo va a condicionar el grosor del extremo de la cuña. A menor ángulo menor grosor.
Elementos protectores	Largo Bifurcación	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.
Elementos protectores	Ancho Bifurcación	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.
Elementos protectores	Angulo de corte bifurcación	9	La relación es muy fuerte debido a que de la capacidad de corte que tenga esta pieza va a depender el tipo de material que se seleccione para el elemento protector. El material tiene que ser lo suficientemente resistente para que no se rompa ante una posible presión o impacto por parte de esta pieza.
Elementos protectores	Largo Pica	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.

Elementos protectores	Diámetro Pica	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.
Elementos protectores	Angulo punta pica	9	La relación es muy fuerte debido a que de la capacidad de corte que tenga esta pieza va a depender el tipo de material que se seleccione para el elemento protector. El material tiene que ser lo suficientemente resistente para que no se rompa ante una posible presión o impacto por parte de esta pieza.
Elementos protectores	Largo cuña	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.
Elementos protectores	Ancho cuña	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.
Elementos protectores	Grosor cuña	9	La relación es fuerte ya que las dimensiones de los elementos protectores dependen de las dimensiones de las piezas.
Elementos protectores	Ángulo cuña	9	La relación es muy fuerte debido a que de la capacidad de corte que tenga esta pieza va a depender el tipo de material que se seleccione para el elemento protector. El material tiene que ser lo suficientemente resistente para que no se rompa ante una posible presión o impacto por parte de esta pieza.

6.4.4 Descomposición del problema

Herramienta ACTUAL

Composiciones generales: La herramienta actual es una herramienta que viene ensamblada en una sola pieza totalmente fija (las piezas no se pueden intercambiar ni quitar). Es una herramienta hecha completamente de acero, que en un extremo tiene una bifurcación y en el otro cuenta con una pica y una cuña. Esta herramienta es transportada en el carro de bomberos cuando estos se dirigen al sitio de rescate, y en el momento de su uso la llevan cargada en su mano en conjunto con un hacha plana. El hacha plana es el complemento de esta barra

hooligan, tanto así que comúnmente la relación de estas 2 herramientas es conocida como el matrimonio. El hacha plana sirve para golpear la barra hooligan con la superficie plana que esta tiene en uno de sus extremos, para que la barra hooligan se logre cuñar en medio de 2 superficies y de esta forma se logre tener un punto extremo fijo de palanca. Es una herramienta que se somete a muy grandes esfuerzos mecánicos y que deben cargar los bomberos como herramienta básica y esencial para todo tipo de operación de rescate.

Largo: 93 cm

Peso: 15 kg

DESCOMPOSICIÓN DE LA HERRAMIENTA

La herramienta se puede descomponer en 4 elementos base:

- Barra
- Bifurcación o garra
- Cuña
- Pica

Barra:

Descripción física:

- 70 cm de largo
- 3 cm de ancho
- 2 secciones anti deslizantes en los extremos

Descripción funcional:

- Entrada:
 - Energía externa física: Proveniente Bombero
 - Agarre
- Salida:
 - Fuerza rotacional
 - Fuerza lineal

Objetivo de la pieza:

- Multiplicar la fuerza aplicada utilizando un sistema de palanca
- Proveer energía a piezas extremos
- Proveer un agarre seguro

Condiciones:

- Resistencia a la flexión -ALTA

- Resistencia a la torsión - ALTA
- Resistencia a la compresión - MEDIA
- Resistencia en puntos extremos de coyuntura – ALTA
- Dureza – MEDIA/BAJA

Bifurcación o garra:

Descripción física:

- Largo: 18cm
- Ancho: 7 cm
- Grosor máximo: 3.5 cm
- 2 abiertos paralelos (bifurcación)
- Puntas afiladas
- Parte superior: Plana
- Parte inferior: curva cóncava

Descripción funcional:

- Entradas:
 - Fuerza externa: Proveniente de barra
 - Fuerza lineal
 - Fuerza de torsión
 - Fuerza rotacional
- Salidas:
 - Fuerza rotacional
 - Fuerza lineal
 - Acción cortante

Objetivo de la pieza:

- Cerrar/abrir válvulas de gas
- Abrir pasadores
- Romper candados
- Hacer palanca

Condiciones

- Resistencia a la flexión - ALTA
- Resistencia en puntos de coyuntura - MEDIA
- Dureza – ALTA

Cuña:

Descripción física:

- Largo: 11 cm
- Ancho: 4.5 cm
- Grosor máximo: 1.5 cm
- Cuña curvada (Implica disminución de su grosor a medida que se avanza al extremo). Grosor extremo = .05 cm
- Punta afilada

Descripción Funcional:

- Entradas
 - Fuerza externa proveniente de barra (angular)
 - Fuerza externa proveniente de hacha plana (lineal)
- Salidas:
 - Fuerza angular
 - Fuerza lineal
 - Acción cortante

Objetivos de la pieza:

- Forzar puertas
- Forzar ventanas
- Hacer palanca

Condiciones:

- Resistencia a la flexión- ALTA
- Resistencia en puntos de coyuntura - ALTA
- Resistencia al impacto – ALTA
- Resistencia a la compresión - ALTA

Debe ser lo suficientemente delgada para cuñar en espacios reducidos

Pica:

Descripción física:

- Largo: 13 cm
- Diámetro máximo: 3.5 cm
- Extremo puntudo

- Pica curvada

Descripción funcional:

- Entradas:
 - Fuerza externa: lineal y angular proveniente de barra
 - Fuerza Externa: Lineal proveniente del hacha plana
- Salidas:
 - Fuerza lineal
 - Acción cortante

Objetivos de pieza:

- Perforar
- Romper paredes delgadas
- Romper candados y cerrojos
- Romper vidrios

Condiciones:

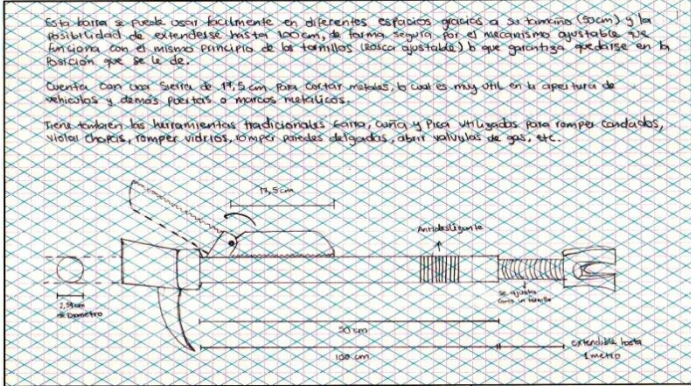
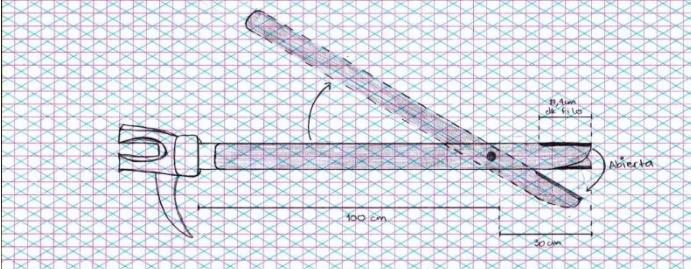
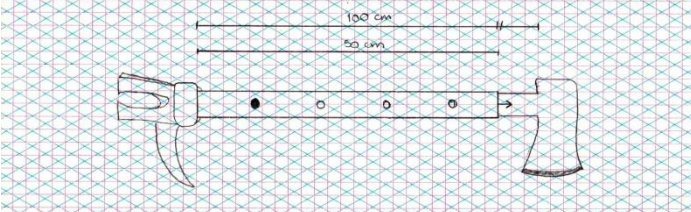
- Dureza - ALTA
- Resistencia al impacto - ALTA
- Resistencia mecánica – (compresión ALTA, Flexión – Media)

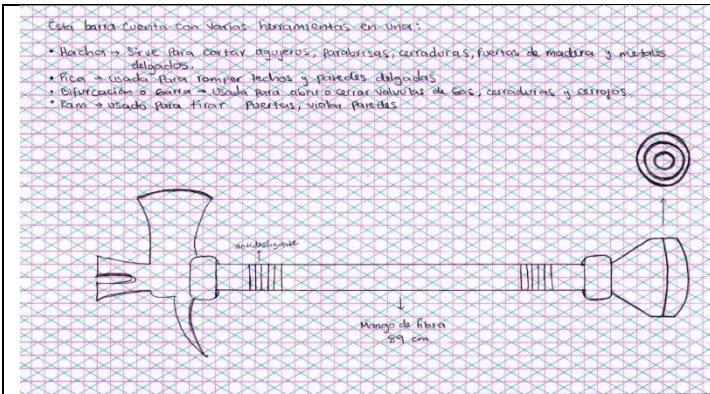
Habiendo ya entendido como funciona la herramienta, y cuál es la función de sus diferentes piezas. Se desarrollaron diferentes conceptos de producto en conjunto con personas especialistas en las diferentes áreas de una empresa (diseñadores, clientes-bomberos, manufactura, mercadeo, producción, salud ocupacional etc.) y teniendo en cuenta todas las especificaciones, las restricciones de costo, las necesidades de los clientes, la competencia y los materiales.

6.4.5 Generación De Conceptos y selección del mejor

6.4.5.1 Conceptos iniciales de producto:

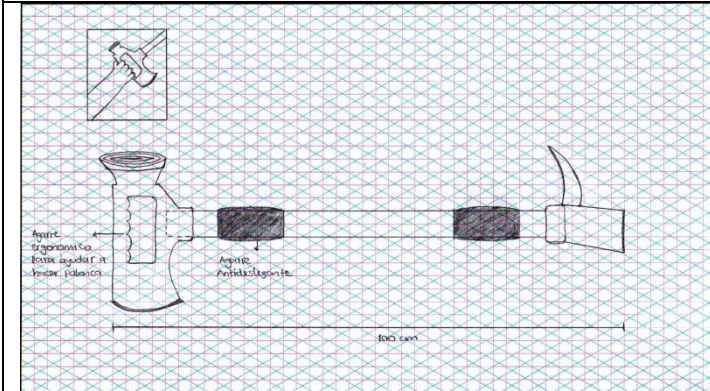
Tabla : Descripción conceptos iniciales

DESCRIPCIÓN GRÁFICA	DESCRIPCIÓN ESCRITA
<p>Este boteo se puede usar fácilmente en diferentes superficies gracias a su tamaño (30cm) y la posibilidad de ajustarse hasta 100cm, de forma sencilla, por el mecanismo ajustable que funciona con el mismo principio de los tornillos (bolso ajustable) lo que garantiza quedarse en la posición que se le da.</p> <p>Cuenta con una sierra de 17,5cm para cortar metales, lo cual es muy útil en la apertura de vehiculos y demás puertas o marcos metálicos.</p> <p>Tiene también los instrumentos tradicionales: cacha, cuña y pica utilizadas para romper conductos, violar charcos, romper vidrios, romper paredes delgadas, abrir valvulas de gas, etc.</p> 	<p>Boceto 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se ajusta el largo por medio de un sistema de tornillo. • Se adapta a espacios confinados • Ranuras antideslizantes en punto de agarre. • Sierra para el corte de metal. • Poca conductividad en sus extremos. • Piezas típicas; pica, cuña y bifurcación. • Material : Acero carbón, acero
<p>Este boteo además de contar con la pica y la gacha de la actual barra hooligan, cuenta con una herramienta de corte, útil para cortar laminas de vehiculos y cortar cables.</p> <p>Esta herramienta de más de un metro de largo permite tener acceso a cables y elementos fuera del alcance del bombero sin la necesidad de una escalera, además de protegerlo al permitirle cumplir con su labor guardando distancia.</p> 	<p>Boceto 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bifurcación y pica integradas en mismo lado. • Sistema de tijeras para corte de metales y cables. • Filo en zona exterior para mayor facilidad de corte • Material: Acero
<p>Esta barra facilita la labor del bombero al no tener que cargar más de una herramienta, sino que tiene las bondades de un hacha y una barra hooligan juntas.</p> <p>También se puede utilizar en espacios pequeños gracias a el sistema de extensión que la lleva de 50 cm a 100 cm rápidamente.</p> 	<p>Boceto 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema telescópico ajustable en 4 puntos. • Sistema de ajuste por medio de resorte balín. • Hacha en extremo para facilitar rompimiento de paredes y evitar transporte de hacha plana. • Pica y bifurcación integradas en mismo extremo. • Material: Acero



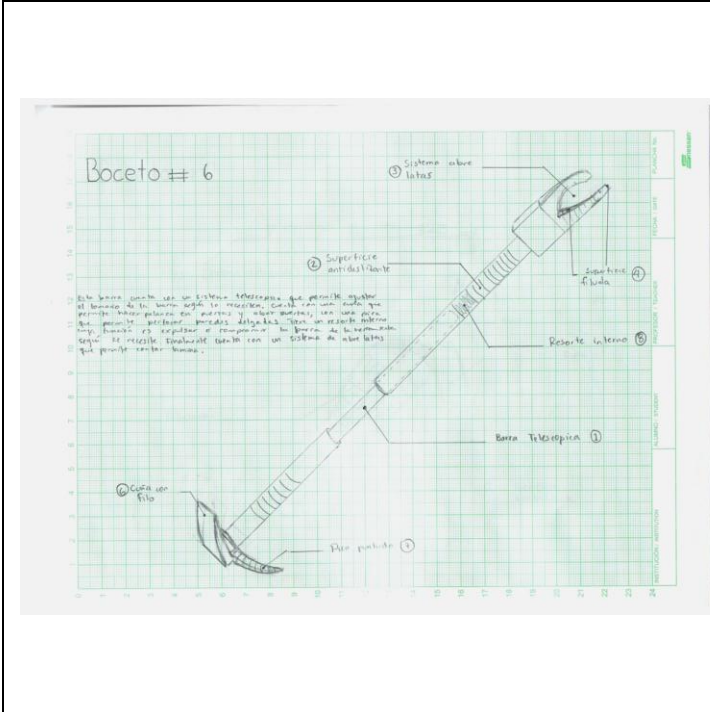
Boceto 4.

- Mango de fibra para un menor peso y facilidad de transporte.
- Hacha bifurcación y pica integradas en mismo extremo.
- Sistema RAM en extremo para entrada forzada.
- Ranuras antideslizantes para agarre.
- Material: Fibra y acero



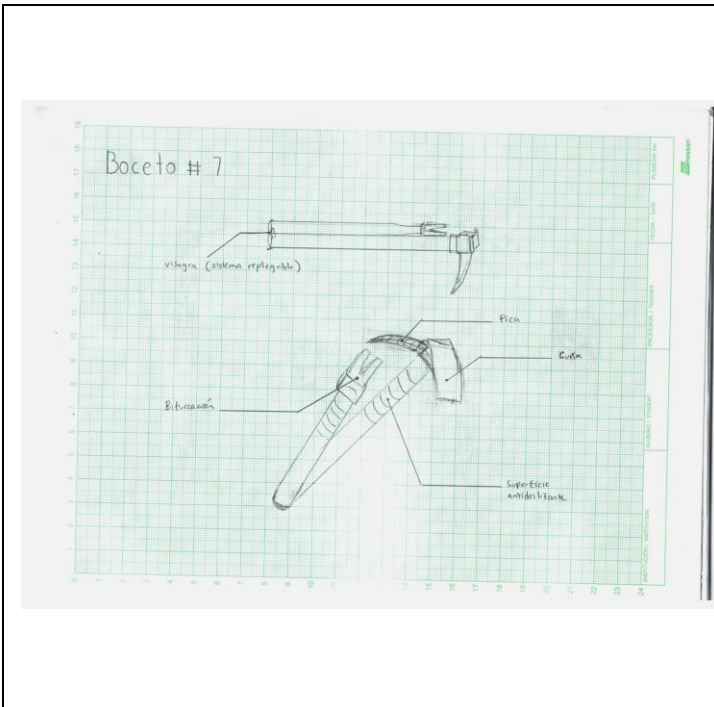
Boceto 5.

- Agarre en extremo ergonómico para facilidad de hacer palanca.
- Mangos para mejor agarre.
- Sistema hacha y Ram en un mismo extremo.
- Sistema pica y cuña en extremo contrario.
- Materiales: Acero, plástico



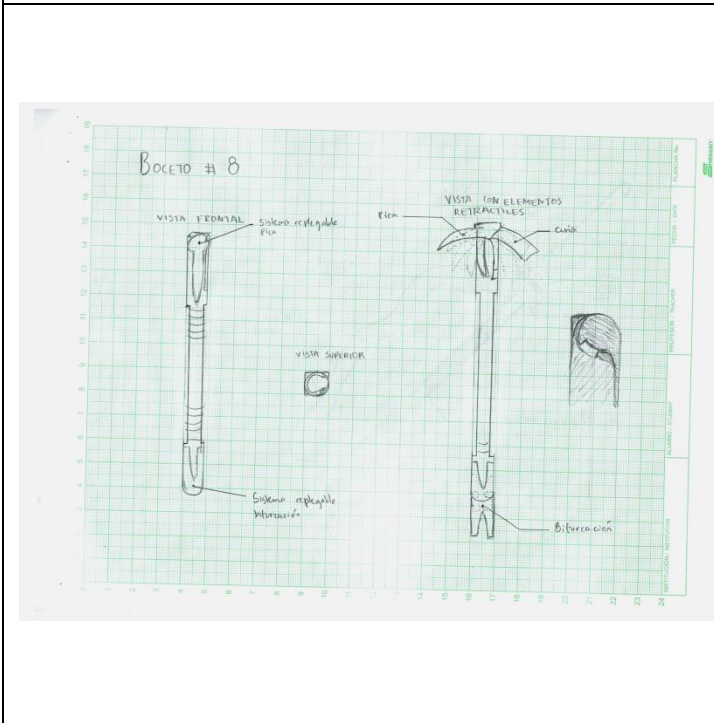
Boceto 6.

- Sistema telescópico replegable vía resorte.
- Permite funcionamiento en espacios confinados.
- Bifurcación con forma de abre latas, para el corte de lámina.
- Ranuras antideslizantes para un agarre seguro.
- Material: Acero



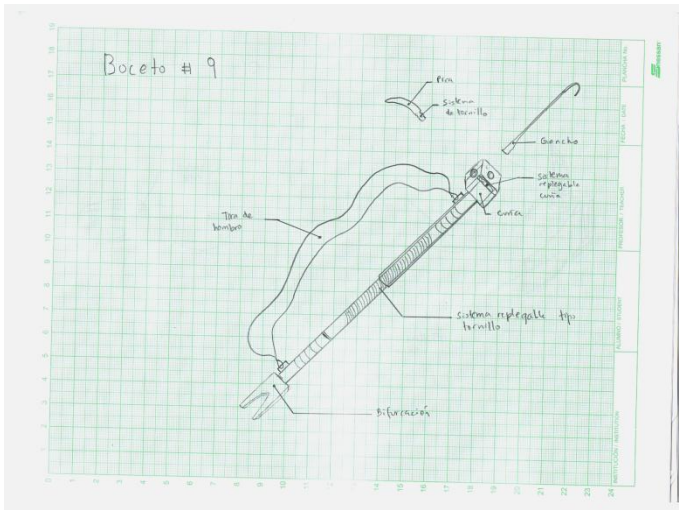
Boceto 7.

- Sistema replegable por medio de bisagra.
- Permite trabajar en espacios confinados.
- Facilidad a la hora de transporte
- Ranuras antideslizantes para un agarre seguro.
- Material: acero



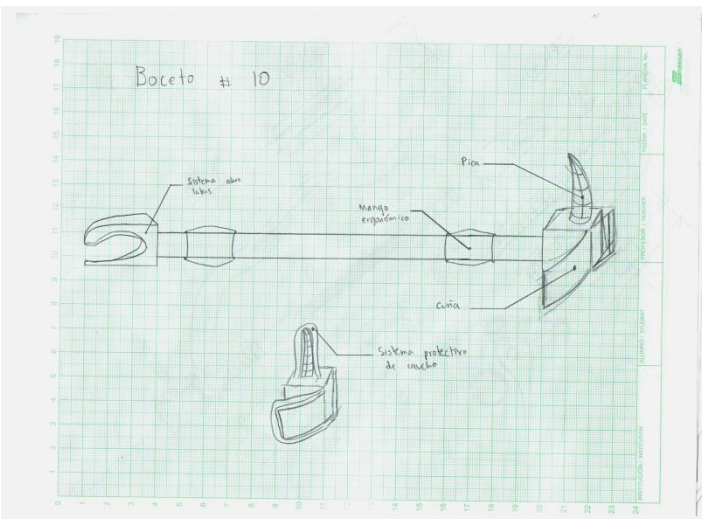
Boceto 8.

- Sistema replegable de piezas tipo navaja.
- Mayor seguridad a la hora de portarla.
- Pica y cuña replegables 90 grados.
- Bifurcación replegable 180 grados
- Material: Aluminio



Boceto 9.

- Sistema tipo tornillo para ajuste del largo.
- Sistema tipo navaja para cuña (replegable).
- Sistema de rosca para pica.
- Sistema de gancho para recoger elementos distantes.
- Cinturón para fácil transporte.
- Extremos generan muy poca chispa al momento de impacto o fricción.
- Material: Acero y aluminio



Boceto 10.

- Mangos ergonómicos para mejor agarre.
- Bifurcación en forma de abre latas para el corte de lámina.
- Sistema protector para asegurar seguridad a la hora de portar la herramienta.
- Extremos generan muy poca chispa al momento de impacto o fricción.
- Material: Acero, plástico

6.4.5.2 Selección por medio de Tamización de conceptos

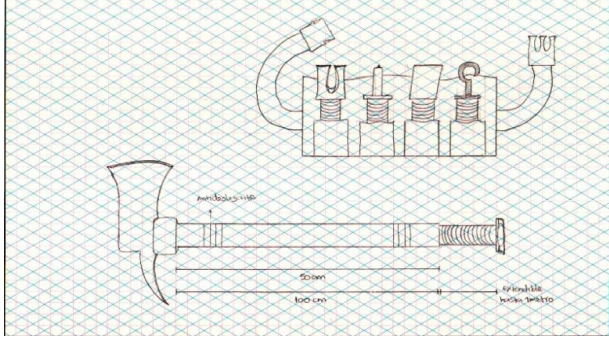
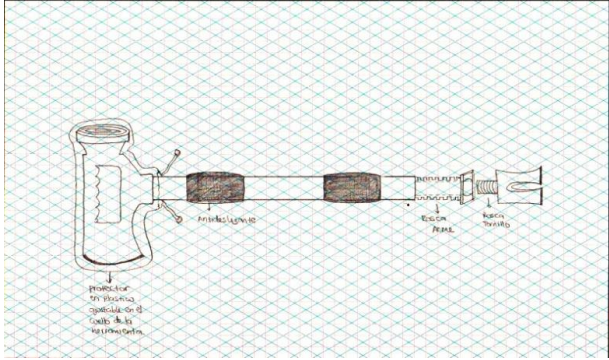
Se utilizó un método de tamización de conceptos, que consta en comparar cada uno de los bocetos con la herramienta actual según las necesidades. Se selecciona el boceto con mayor puntaje.

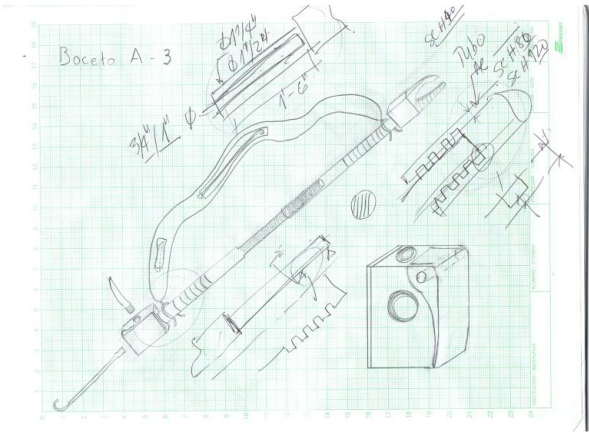
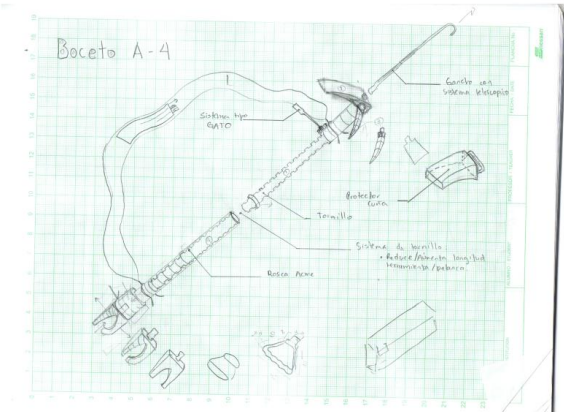
Tabla : Tamización de conceptos

NECESIDADES	TAMIZACIÓN DE CONCEPTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Segura al portarla	-	-	S	+	S	S	S	+	+	+
Romper Candados	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Fácil de transportar	+	S	+	+	-	+	+	+	+	S
Liviana	S	-	+	+	S	+	+	+	S	S
Maniobrable en espacios confinados	+	S	+	+	S	+	+	S	+	S
Corte lámina	+	+	+	S	+	+	S	S	S	+
Romper paredes delgadas	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
No se corroa	S	+	S	S	S	S	S	S	S	S
Agarre seguro	-	+	-	+	+	S	S	S	S	+
Hacer palanca	S	S	S	+	+	+	S	S	+	S
Abrir/Cerrar válvulas de gas	S	S	S	S	-	-	S	S	S	-
Sacar clavos	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cortar cables de alta tensión	+	+	S	S	+	+	S	S	S	+
No genere chispa	+	S	S	S	S	S	S	S	+	+
Que sea confiable	-	-	-	-	S	-	-	-	-	S
Que pueda agarrar elementos distantes	S	S	S	S	S	S	S	S	+	S
+	5	4	4	6	4	6	3	3	6	5
-	2	3	2	1	2	2	1	1	1	1
S	8	9	10	9	10	8	12	12	9	10
RESULTADO	3	1	2	5	2	4	2	2	5	4

Los mejores bocetos fueron el boceto 4, 6, 9 y 10. A partir de estos bocetos se generaron unos nuevos conceptos mejorados:

Tabla : Descripción conceptos finales

DESCRIPCIÓN GRÁFICA	DESCRIPCIÓN ESCRITA
 <p>The drawing shows a belt-mounted holder with four slots for tools. Below it is a long handle tool with a pickaxe head on one end and a hook on the other. Dimensions are given as 50 cm for the handle length and 100 cm for the total length. Labels include 'punta de piqueta', '50 cm', '100 cm', and 'triple bisel boca trípala'.</p>	<p>Boceto A1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cinturón para situar objetos intercambiables permitiendo un rápido acceso y evitando pérdida de objetos. • Sistema pica y hacha integradas en un extremo. • Sistemas intercambiable de piezas por medio de roscas. • Ranuras para generar un agarre antideslizante. • Ajuste de largo por medio de un sistema de tornillo, con rosca acmé para mayor potencia. • Material: Acero carbón, acero.
 <p>The drawing shows a tool with a handle that has a textured grip. The handle is attached to a long shaft that ends in a bifurcated tip. Labels include 'protección en posición opuesta de la herramienta', 'antideslizante', 'bifurcación', 'rosca acmé', 'tornillo', and 'hacha trípala'.</p>	<p>Boceto A2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agarre ergonómico en extremo para mayor facilidad de palanca. • Hacha y sistema Ram, en conjunto en un extremo. • Mangos ergonómicos para un agarre más descansado y seguro. • Sistema replegable tipo tornillo con rosca acmé para mayor potencia. • Bifurcación al final de la herramienta. • Material: Acero, caucho.

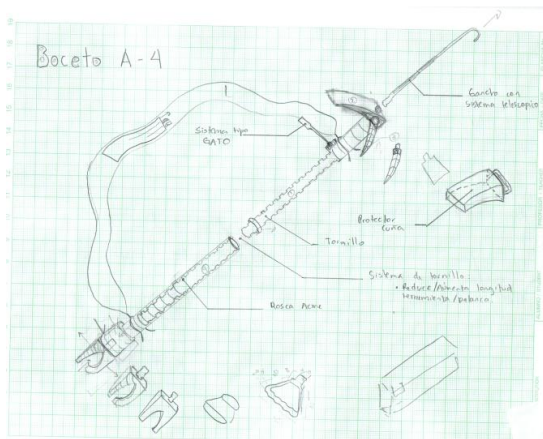
	<p>Boceto A3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuña replegable tipo navaja. • Gancho en rosca para enganchar objetos lejanos. • Pica en rosca para mejorar seguridad del bombero a la hora del transporte. • Cinturón para facilitar el transporte con clips especiales para un rápido desenganche. • Largo ajustable por medio de un sistema tipo tornillo, rosca acmé para mejorar potencia de tuerca. • Bifurcación en forma de abre latas para el corte de lámina. • Material: Acero, Acero carbón, aluminio
	<p>Boceto A4.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos intercambiables al extremo de la bifurcación. • Agarre fácil con nueva pieza (agarre de pala). • Sistema intercambiable de ensamble por medio de ajuste por resorte balín. • Sistema intercambiable de piezas en extremo pica. • Gancho para alcanzar objetos lejanos. • Cuña fija para mayor seguridad de duración. • Ajuste del largo por medio de sistema telescópico en conjunto con resorte balín. • Elemento protector para la cuña hecho en caucho. • Cinturón con clips para fácil transporte y desenganche. • Material: Acero carbón, Acero, Aluminio.

6.4.5.3 Selección por medio de asignación de puntajes

A estos nuevos conceptos se les aplicó una selección por medio de asignación de puntajes. En conjunto con los bomberos se le asignó a cada concepto un valor de 1 a 5, donde 1 significa que el boceto cumple menormente dicha necesidad que el boceto seleccionado en el proceso anterior, y 5 que el boceto cumple mucho mejor dicha necesidad en comparación al boceto anterior. Dicho puntaje se multiplicó por la importancia que tiene cada una de las necesidades y se sumaron en un total. El boceto con mayor puntaje es el seleccionado.

Tabla : Selección de concepto por asignación de puntajes

NECESIDADES	IMPORTANCIA	CONCEPTOS				PUNTAJE			
		A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Segura al portarla	4	2	3	5	4	8	12	20	16
Fácil de transportar	3	2	3	4	4	6	9	12	12
Liviana	3	3	3	3	3	9	9	9	9
Maniobrable en espacios confinados	5	4	4	4	5	20	20	20	25
Corte lámina	5	3	3	5	5	15	15	25	25
Hacer palanca	5	3	3	4	5	15	15	20	25
Abrir/Cerrar válvulas de gas	3	5	5	3	4	15	15	9	12
Cortar cables de alta tensión	1	3	2	2	2	3	2	2	2
No genere chispa	4	4	4	4	4	16	16	16	16
Que sea confiable	5	4	4	2	3	20	20	10	15
Que pueda agarrar elementos distantes	3	2	2	4	4	6	6	12	12
TOTAL						133	139	155	169



El boceto seleccionado fue el boceto A4.

Este prototipo cumple con mejor precisión las diferentes necesidades que se habían identificado al realizar las entrevistas a profundidad a los bomberos, lo cual se explica en la siguiente tabla:

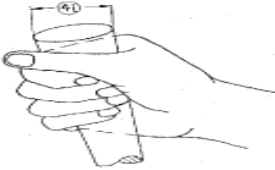
Tabla : Explicación cumplimiento de necesidades por parte del boceto A4

NECESIDADES	CARACTERÍSTICA DE INGENIERÍA
Segura al portarla	<ul style="list-style-type: none"> • Estuche de caucho para proteger al bombero ante el potencial peligro del filo de la cuña. • Elementos/piezas intercambiables que permiten que el bombero no tenga que transportar la herramienta necesariamente con la pica y la bifurcación, ambos elementos con filo que pueden ocasionar daño. • Barra telescópica que permite reducir el tamaño de la herramienta y de esta forma hacerla más maniobrable y lograr movimientos más seguros.
Romper Candados	<ul style="list-style-type: none"> • Pica de acero 4340; permite romper/abrir candados por su alta dureza y resistencia al impacto.
Fácil de transportar	<ul style="list-style-type: none"> • Barra telescópica que reduce su largo hasta 50 cm, haciéndola más fácil de llevar. • Elementos/piezas intercambiables que permiten que el bombero no tenga que transportar la herramienta necesariamente con la pica y la bifurcación, elementos que en el momento del transporte causan incomodidad y a su vez ocupan espacio en ejes que puede ocasionar el tropiezo de la herramienta contra otros elementos.
Liviana	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos/piezas intercambiables que permiten que el bombero no tenga que transportar la herramienta necesariamente con la pica y la bifurcación, elementos que suman al peso total de la herramienta.
Maniobrable en espacios confinados	<ul style="list-style-type: none"> • Barra telescópica que reduce su largo hasta aprox. 50 cm, permitiendo de esta manera que el bombero la utilice en espacios hasta 43 cm mas confinados que la herramienta actual.
Corte lámina	<ul style="list-style-type: none"> • Pieza con forma especializada para el corte de lámina, de acero 4340.
Romper paredes delgadas	<ul style="list-style-type: none"> • Pica de acero 4340; permite punzar/perforar.
No se corroa	<ul style="list-style-type: none"> • Acero 4340 en sus piezas - alto en cromo que permite resistencia a corrosión.
Agarre seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro de agarre en barra a medida ideal de agarre para el cuerpo de bomberos de la estación de villa del sur, 3.1 cm de diámetro. • Manilla para mayor comodidad también con diámetro ajustado a medida ideal del largo del agarre del cuerpo de bomberos.
Hacer palanca	<ul style="list-style-type: none"> • Barra extensible hasta 70 cm que permite al bombero potencializar su fuerza y reducir el esfuerzo necesario en el momento de una palanca.
Abrir/Cerrar válvulas de gas	<ul style="list-style-type: none"> • Pieza bifurcación con distancia entre garras requerida.
Sacar clavos	<ul style="list-style-type: none"> • Pieza bifurcación con curvatura y distancia de garras requerida.
Cortar cables de alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Pieza con forma especializada para el corte.
No genere chispa	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas de acero con cobre para reducir la propensidad a generar chispa.
Que sea confiable	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustes por medio de sistema resorte balín, permite el rápido uso y a su vez una excelente durabilidad en puntos de ensamble.
Que pueda agarrar elementos distantes	<ul style="list-style-type: none"> • Pieza intercambiable extensible hasta 2.1 metros, hecha de aluminio, con gancho al final para alcanzar y halar objetos distantes.

A parte de las necesidades identificadas por los bomberos al momento de la entrevista, este tipo de herramienta debe cumplir con ciertos parámetros ergonómicos como el diámetro de agarre de la mano, para así asegurar una mejor portabilidad y utilización de la herramienta.

Para cumplir con la necesidad de agarre seguro, se obtuvieron 15 registros de los bomberos de la estación de rescate de Villa del Sur de la ciudad de Cali.

Tabla : Medidas diámetro de agarre de la mano

DIÁMETRO DE AGARRE DE LA MANO		
* Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice		
		
Dato	Medida (cm)	$L = 2 \cdot \pi \cdot r$
1	18.5	2.944366447
2	19.5	3.10352139
3	18.5	2.944366447
4	19.6	3.119436885
5	20	3.183098862
6	18.5	2.944366447
7	18.6	2.960281942
8	19.7	3.135352379
9	19.4	3.087605896
10	18.4	2.928450953
11	19.6	3.119436885
12	19.3	3.071690402
13	19.5	3.10352139
14	19.2	3.055774907
15	19.7	3.135352379
Media	19.2	3.06

El objetivo de estas medidas fue determinar un tamaño de diámetro de la herramienta adecuado para asegurarles un agarre seguro a los bomberos en el momento de su uso. Como resultado se obtuvo que en promedio los bomberos tienen un agarre seguro cuando agarran elementos de diámetro de aprox. 3.06 cm. Por lo cual se escogió un perfil de macizo redondo que se acercara a dicha medida, y también se desarrolló una manilla cuyo diámetro cumpliera con este requerimiento.

6.4.6 Diseño y Modelado en 3D

Para el diseño y modelado en 3D, primero se revisó el boceto y con la ayuda de las personas que se nombran más adelante colaboraron con el proceso, se validó y corrigieron pequeños detalles del boceto ganador.

Después de esto se realizó el modelado en 3D en el software SolidWorks.

Este programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción.

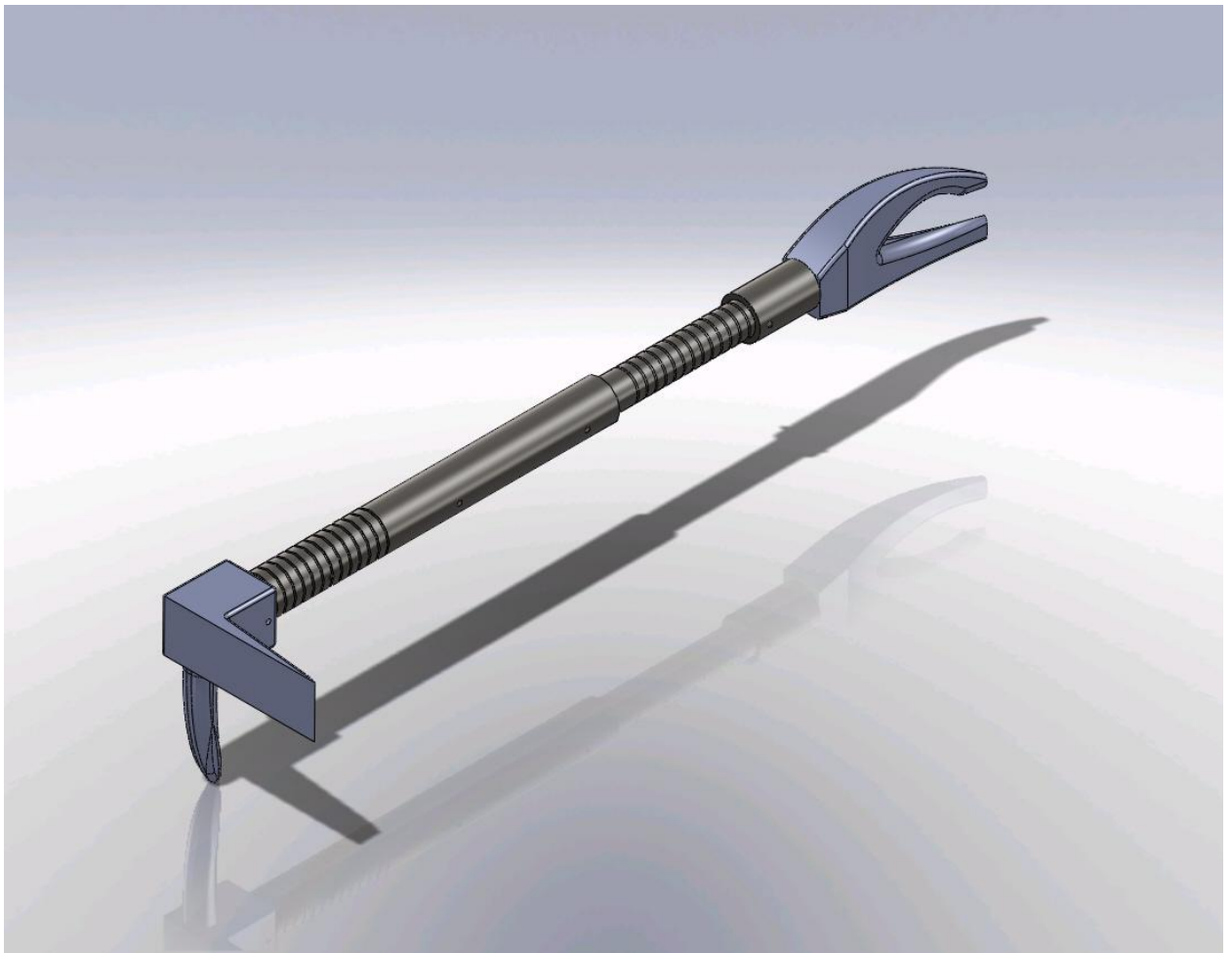
Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasladar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.

SolidWorks nos permitió realizar las diferentes piezas que componen la herramienta, el ensamble de la misma, sacar los planos con las medidas y finalmente renderizar el modelo para darle una apariencia más real acorde a los materiales que se decidieron utilizar.

A continuación se muestran una a una las piezas y ensambles realizados:

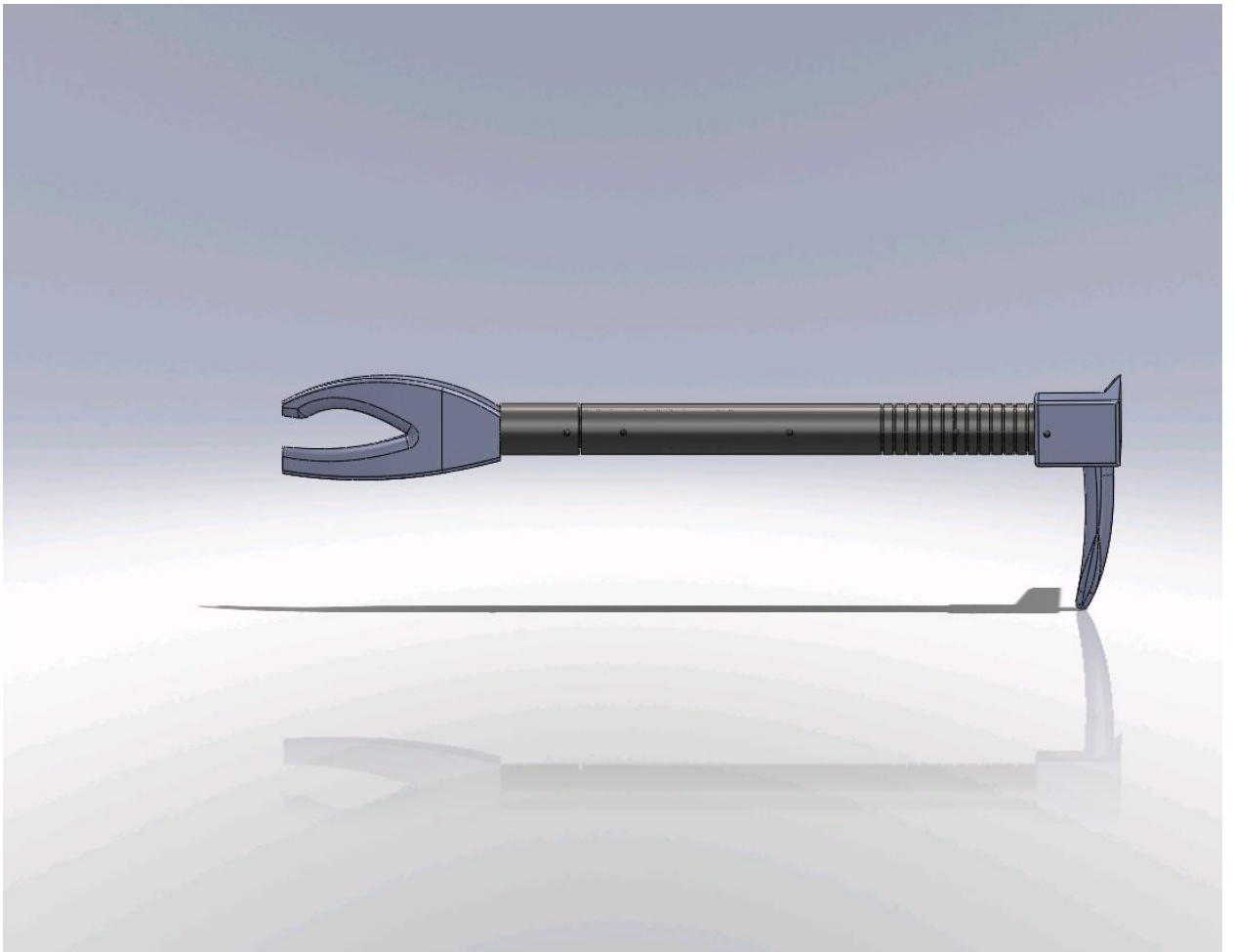
Barra Multiusos extendida con
Pica y Bifurcación cortante incluida
Acabados SolidWorks

Figura : Herramienta Multiusos Acabado SolidWorks



Fuente: Los autores

Barra Multiusos recogida con
Pica y Bifurcación cortante incluida
Acabados SolidWorks



Barra Multiusos extendida con
Pica y Bifurcación cortante incluida
Acabados finales

Figura : Barra Multiusos Acabados Finales



Fuente: Los autores

Barra Multiusos extendida con
Pica y Manilla incluida
Acabados Finales



Barra Multiusos replegada con
Pica y Manilla incluida
Acabados finales



Barra Multiusos replegada en su ensamble básico con estuche

Modo transporte

Acabados finales



Barra Multiusos replegada con
Pica y bifurcación original incluida
Acabados finales



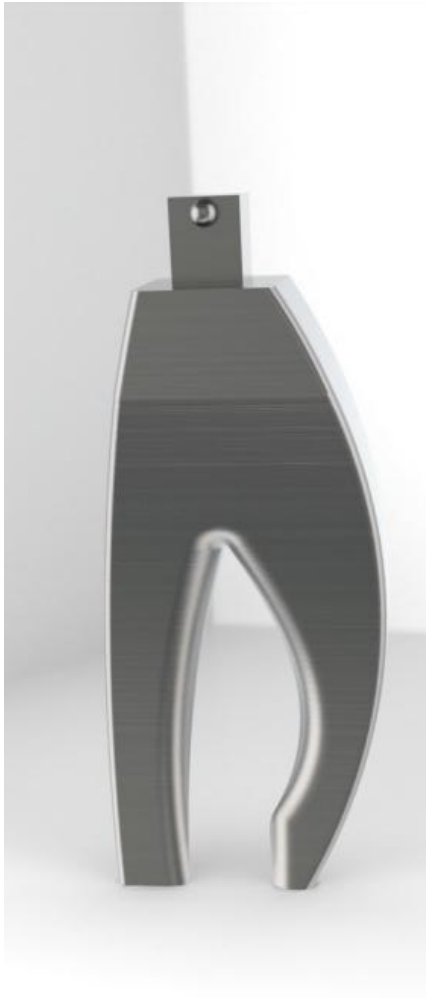
Barra Multiusos replegada con
Manilla y Gancho incluida
Acabados finales



Pica con sistema
Resorte balón para ajuste
Acabados finales



Bifurcación cortante con
Sistema resorte balín incluido
Acabados finales



Cuña

Acabados finales



Tubo
Acabados Finales



Macizo Redondo con
Sistema resorte balín incluido
Acabados Finales



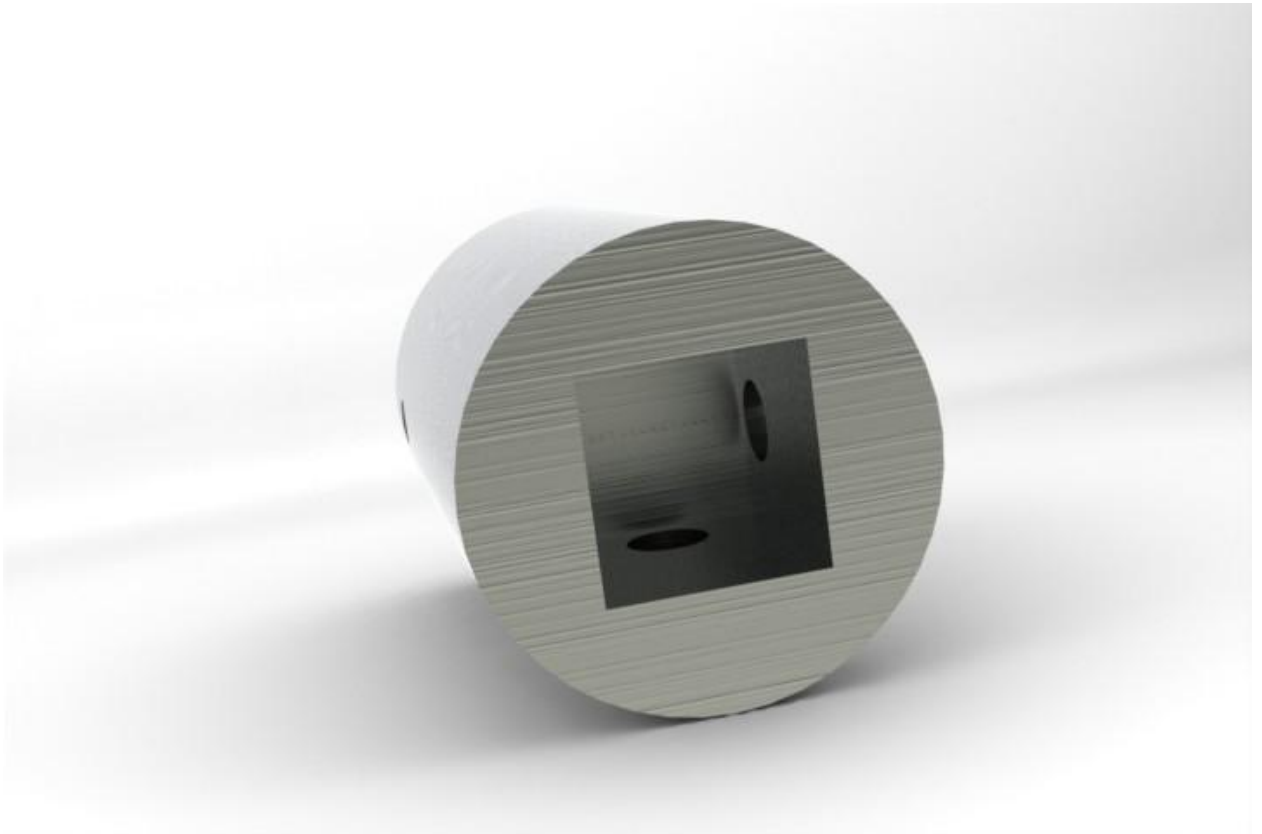
Sistema telescópico

Acabados finales



Pieza para ensamble

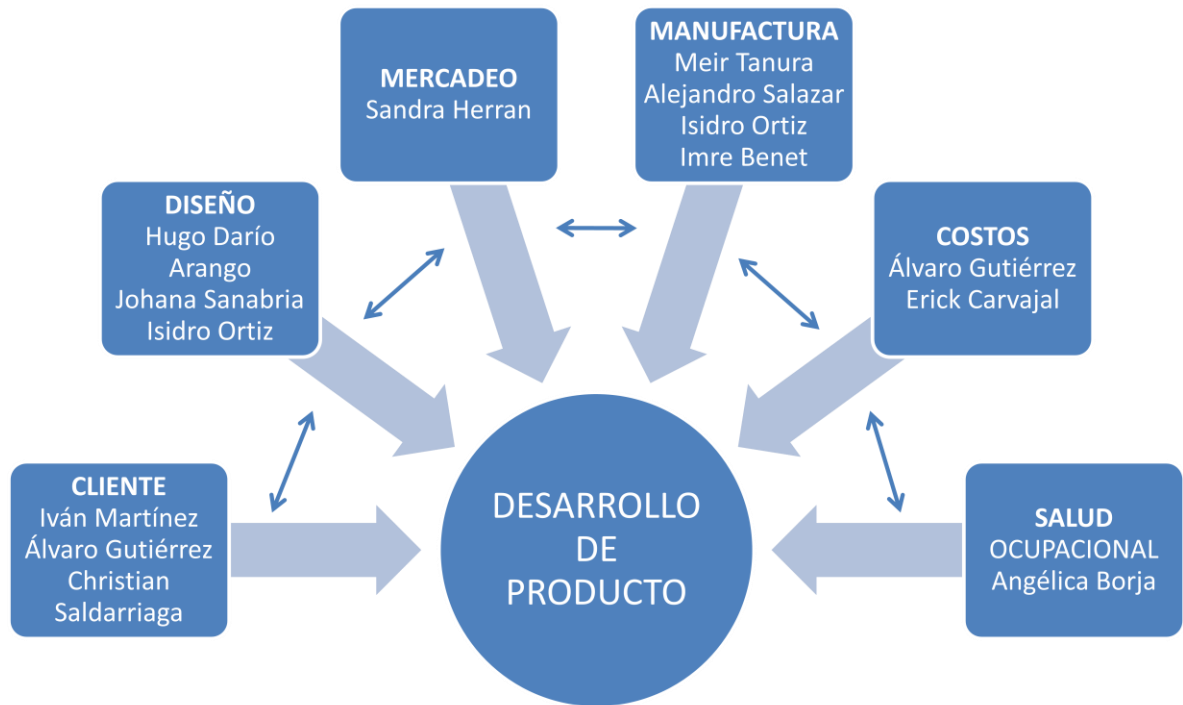
Acabados Finales



La ingeniería concurrente se basa en la formación de un grupo interdisciplinar, donde los conocimientos sobre las diferentes áreas hacen del proceso de diseño de nuevos productos algo más eficiente y que cumple de mejor manera con las necesidades del cliente, es por esto que nosotros en el transcurso del proyecto contamos con la colaboración de varias personas, especialistas en diferentes áreas que complementaron nuestra labor.

En la siguiente figura se nombran estas personas y su área de conocimiento.

Figura : Equipo de Ingeniería Concurrente colaborador del proyecto



Fuente: Los Autores

6.4.7 Elección de materiales

Para la selección de los materiales de fabricación de la herramienta, se tuvieron en cuenta las condiciones a las que va a estar expuesta la misma, además de las especificaciones técnicas que se determinaron a partir de la identificación de necesidades.

El hecho de que la herramienta sea portátil y multifuncional, implica que esta tenga un número mayor de componentes que la herramienta original y se necesiten diferentes materiales para lograr las mejores condiciones posibles, debido a lo cual se seleccionaron los siguientes materiales:

- **Pieza para ensamble (mango – piezas intercambiables)**

Se seleccionó el **Acero 1045**, debido a su mayor resistencia a ruptura, abrasión y fricción.

Este acero es perfecto para piezas de mediana exigencia, además es fácil de mecanizar.

Debido a algunos de los detalles que permiten el ensamble del mango con las piezas intercambiables es necesaria la propiedad de mecanizado de este material para esta pieza, además su resistencia a la fricción lo hace la elección perfecta ya que es una pieza que va a estar en constante roce con las diferentes puntas intercambiables debido a el constante cambio de las mismas.

Gracias a su porcentaje de carbono, se garantiza su dureza y tenacidad, lo cual soporta golpes y esfuerzos sin romperse, al absorber la energía que estos le generan.

Densidad: 7,87 g/cm³

- **Pica, Bifurcación, Bifurcación cortante, Cuña y Manija**

La mayoría de estas piezas son herramientas sometidas a impactos y aplicación de cargas, por lo que requieren un acero de alta resistencia a la tracción, torsión, desgaste e impacto, lo que nos lleva a seleccionar el **Acero 4340**.

Este acero soporta hasta los 500°C, y es usado para piezas sometidas a altos esfuerzos dinámicos esto gracias a sus componentes de aleación Cr: 1,5% y Mo: 0,20%.

El cromo le proporciona una mayor resistencia al desgaste y a la corrosión, propiedades necesarias para estas piezas por el ambiente en el que son utilizadas.

El Molibdeno, aumenta su dureza y la resistencia a altas temperaturas, lo cual es perfecto debido a los esfuerzos que deben soportar las piezas y a que pueden ser usadas a altas temperaturas (incendios) sin afectar sus propiedades.

- **Perfiles comerciales (Tubo SCH 80, Barra maciza y Ejes cuadrados)**

Estos perfiles vienen elaborados en **Acero al carbono**, el cual por su contenido en carbono tiene una elevada resistencia a la tracción, la torsión, el desgaste y disminuye la conductibilidad

El tubo se Específico con SCH 80, lo cual implica un mayor espesor y resistencia.

En el mercado mundial existen espesores hasta SCH 120, pero en Colombia lo máximo que se comercializa es SCH 80 y es muy escaso.

El diámetro se selecciono después de realizar el estudio de ergonomía para el mango de la herramienta, el cual se determino en 3,06mm, por lo que el

perfil comercial más cercano a estas medidas fue el de 1 ¼” que fue el que se selecciono.

- **Opresores y tornillos**

Estas piezas normalmente vienen fabricadas en **aceros bajos en cromo** que le proporcionan la dureza necesaria para que no se deformen o desgasten.

El opresor es simplemente el sistema de enclavamiento que nos ayuda a mantener los diferentes accesorios en su lugar, y en el caso del mango, que sea posible la extensión o compresión del mismo, por lo que se busca que el balín aplique la presión necesaria para trabar las piezas.

Los tornillos son usados como ensamble, por lo que con las propiedades que les brinda el acero es suficiente.

Estos elementos no son fabricados, sino que serán adquiridos en el mercado, por lo que la selección del material está limitada a los que se ofrece en el mercado.

6.4.8 Explosión de materiales (BOM)

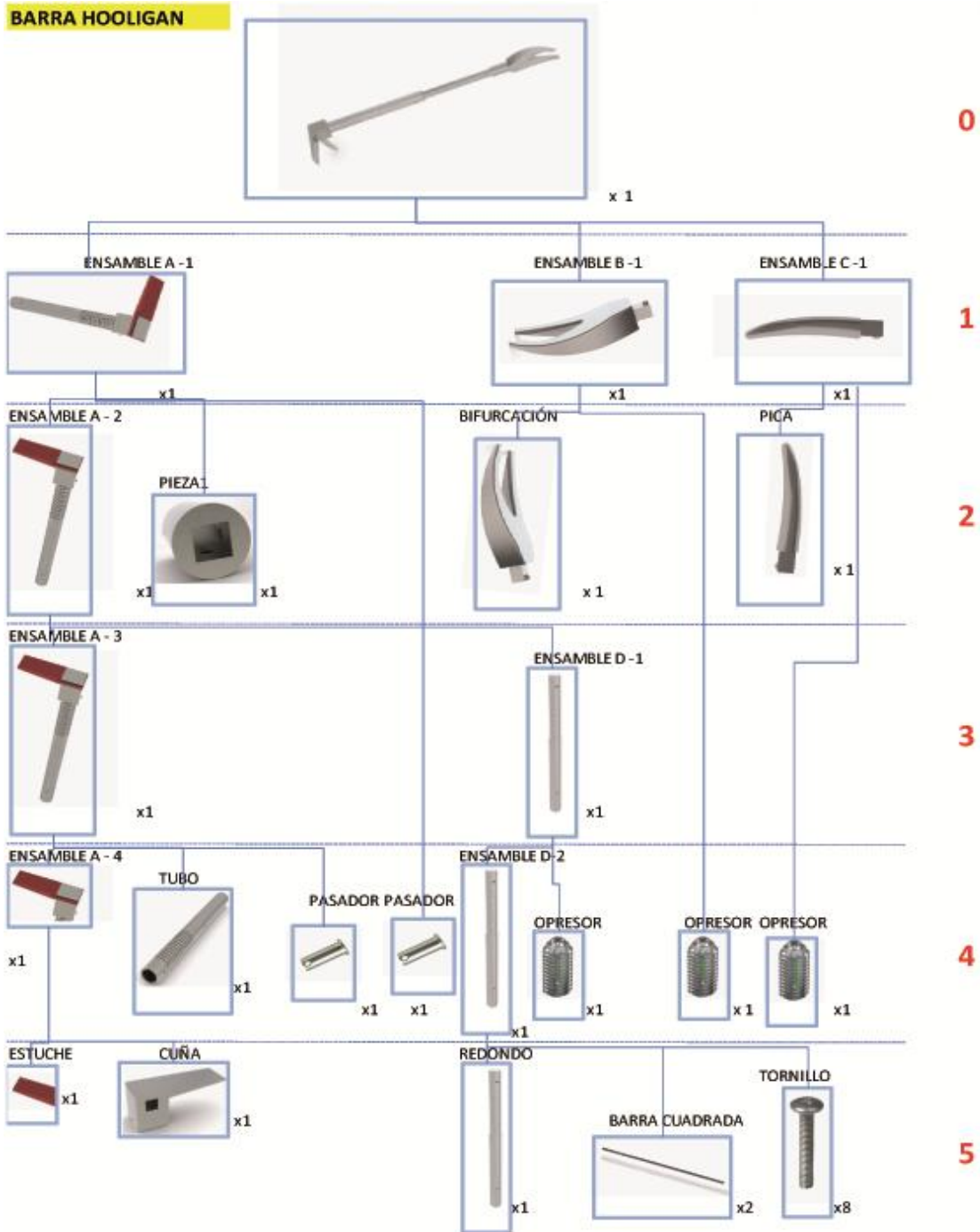
La explosión de materiales muestra las diferentes partes que componen la herramienta.

Por medio de un árbol de fabricación, se llega a los materiales involucrados en el proceso conjuntamente con sus cantidades, esto es lo que se llama lista de materiales (BOM).

En la cabecera de la lista de materiales definimos la cantidad base del producto que deseamos fabricar, para este caso la elaboración es una sola herramienta que será el prototipo. Todas las demás cantidades de los niveles por debajo de la cabecera, se relacionan con la cantidad base.

Las diferentes piezas que componen nuestra herramienta se pueden observar en la siguiente figura:

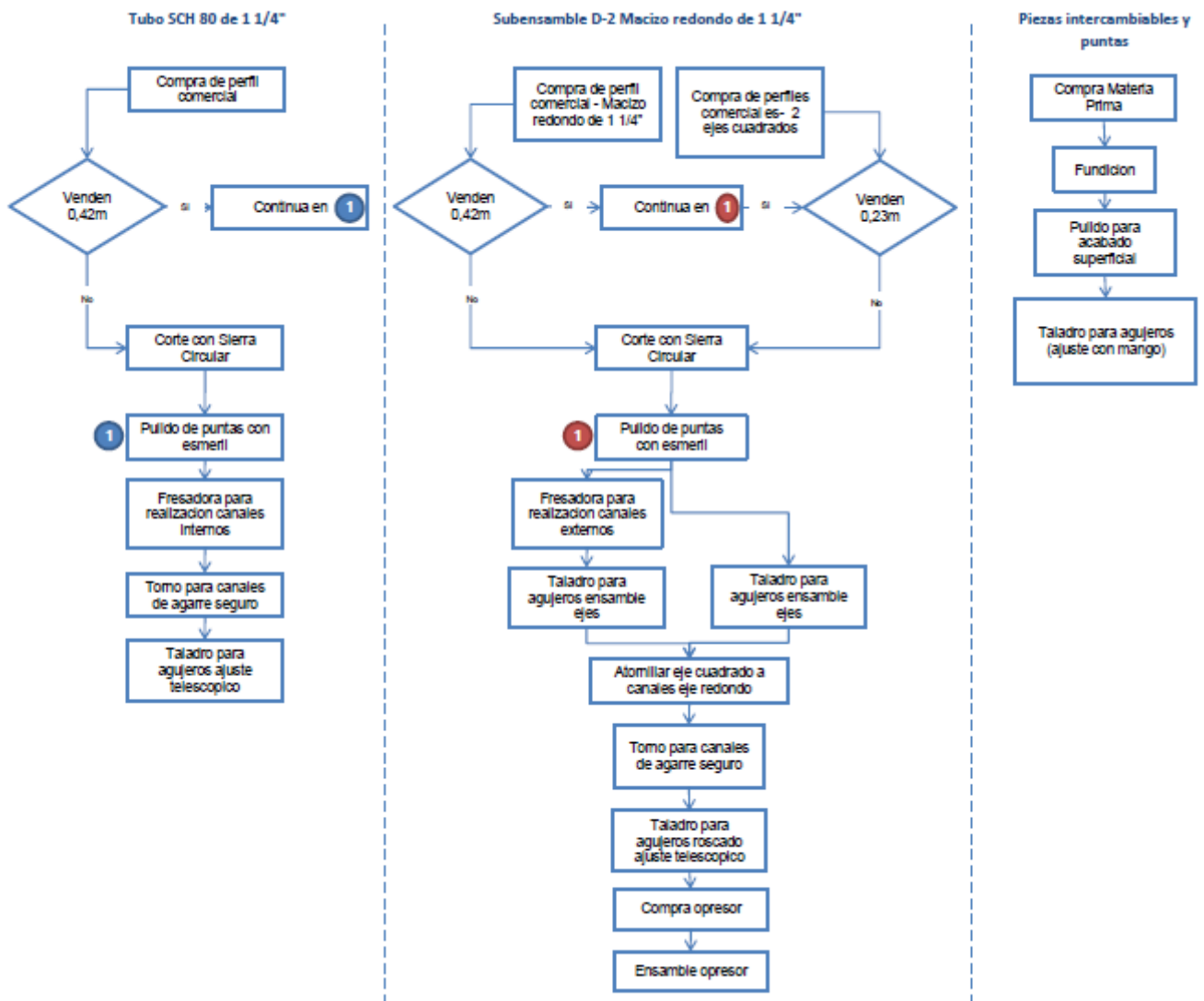
Figura : BOM de materiales



Fuente: Los autores

6.4.9 Procesos para la fabricación de la herramienta

Figura : Diagrama de flujo procesos fabricación



Fuente: Los autores

- I. **Compra de los perfiles comerciales por metro:**
 - 0,42m de Tubo SCH 80 de 1 1/4" de diámetro
 - 0,42m de barra redonda maciza de 1 1/4" de diámetro
 - 2 ejes cuadrados de 0,23m de longitud

- II. **Corte:**

La Sierra Circular es la herramienta más adecuada para el tubo y la barra.

Esta máquina es especial para aserrar longitudinal o transversalmente y también para seccionar maderas o metales, dependiendo del material de la hoja y la forma de los dientes.

Gracias a sus guías se logra una dirección de corte muy exacta, ajuste de profundidad de corte sencillo y rápido, y corta el acero sin rebaba. Los gastos de corte son muy bajos, además corta sin formar chispas gracias al protector de seguridad. Las virutas desvían el calor, por lo que la formación de calor durante el corte es inferior a otros procesos.

Es especial para cortar perfiles de acero y hierro, chapas, planchas onduladas, materiales compuestos, aluminio, aleaciones, acero inoxidable, perfiles trapezoidales, madera, etc.

III. Esmerilado:

El objetivo consiste en conseguir una superficie plana, con unos daños mínimos, en el tiempo más corto posible. El esmerilado consiste en la eliminación de la deformación existente del corte, mediante la utilización de partículas de abrasivos fijas, que extraen virutas del material; por lo que es perfecto para emparejar los extremos de los perfiles cortados y así evitar puntas o deformaciones del material que puedan ser corto punzantes.

IV. Fresadora:

La fresadora es una máquina eléctrica de cortar, destinada a la realización de molduras, ranuras y rebajes. Permite también igualar y trazar en hueco.

La profundidad máxima suele estar entre 50 y 60 mm según el modelo. Es por estas características que la fresadora es la herramienta adecuada para ranurar el perfil redondo y crear una superficie plana para lograr un mejor ensamble con el eje cuadrado que estamos utilizando.

En este método, la pieza se coloca sólidamente fijada a un carro que la acerca a la fresa en las tres direcciones, esto es en los ejes X, Y y Z, lo que permite ranurar el tubo.

La profundidad máxima que alcanza la fresadora en este caso es de 20 a 25cm, por lo que se debe mecanizar la pieza 2 veces para lograr una ranura, por cada extremo del tubo se alcanza una ranura de longitud

aproximada de 25cm y así se logra el resultado final que se busca que es ranura toda la longitud del tubo.

V. Taladrar:

Se llama taladrar a la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca.

Esta operación permite, según el tipo de broca realizar agujeros lisos o roscados, además de ser de los procesos más sencillos de mecanizado; es por esto que lo hemos escogido para perforar el tubo, y conseguir los agujeros necesarios del ajuste barra-tubo telescópico.

De igual forma usamos este procesos para realizar los agujeros roscados necesarios en el macizo redondo, en los cuales se enroscaran los opresores encargados de mantener fijo el ajuste barra-tubo telescópico; y para realizar los agujeros roscados que permiten realizar el ensamble D-2, donde los perfiles cuadrados están atornillados al macizo redondo.

VI. Torneado:

Este proceso al igual que el fresado y el taladrado es un proceso de mecanizado, que permite el arranque de viruta.

El torneado permite mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta, lo que facilita la realización de las hendiduras o ranuras que tiene tanto el tubo, como el macizo que componen el mango de la herramienta, y que ayudan a su ergonomía y agarre.

VII. Fundición (fabricación de piezas intercambiables y puntas)

Para la producción del prototipo se puede pensar en fundición en molde desechable, pero ya para la fabricación en serie, es mucho mejor la fundición en molde permanente, ya que este da un mejor acabado superficial y una mayor precisión dimensional, además los costos de las piezas fundidas son más favorables al largo plazo.

Ya que el tipo de detalle necesario en las piezas a fabricar no es tan alto, se podría usar fundición con moldes de arena, el cual disminuye los

costos y la velocidad de enfriamiento ayuda a que no se produzcan esfuerzos residuales.

6.5 Comparación especificaciones herramienta desarrollada con prototipo

La siguiente es una tabla comparativa de las medidas de las especificaciones de la herramienta patrón vs la herramienta desarrollada:

Tabla : Comparación especificaciones herramienta patrón Vs herramienta desarrollada

ESPECIFICACIONES	MEDIDA DE ESPECIFICACIÓN	
	HERRAMIENTA PATRÓN	HERRAMIENTA DESARROLLADA
RESISTENCIA MECÁNICA HERRAMIENTA	80 kg/mm	70 kg/mm
LARGO BARRA	70 cm	35 - 70 cm
DIÁMETRO BARRA	3 cm	3.1 cm
PESO HERRAMIENTA	9 kg	6kg - 10 kg
DUREZA BARRA	40 HCR	40 HCR
SUPERFICIE ANTIDESLIZANTE BARRA	SAME	SAME
LONGITUD AGARRE	10 cm	10 cm
LARGO BIFURCACIÓN/GARRA	18 cm	18 cm
DUREZA BIFURCACIÓN	45 HCR	45 HCR
RESISTENCIA AL CORTE BIFURCACIÓN	45 kg /mm	45 kg / mm
ANCHO BIFURCACIÓN	7 cm	7 cm
DISTANCIA ENTRE GARRAS	3 cm	3 cm
ANGULO DE CORTE BIFURCACIÓN	15 grados	15 grados
PROPIEDADES DEL MATERIAL	acero	acero carbono
LARGO PICA	13 cm	13 cm
DIÁMETRO PICA	3.5 cm - .1 cm	3.5 cm - .1 cm
DUREZA PICA	45 HCR	45 HCR
ANGULO PUNTA PICA	15 grados	15 grados
LARGO CUÑA/PALA	11 cm	11 cm
ANCHO CUÑA	4.5 cm	6 cm
GROSOR CUÑA	1.5 cm - .1 cm	1.5 cm - .1 cm
ANGULO CUÑA	10 grados	10 grados
ELEMENTOS PROTECTORES	0	1

Las medidas de las especificaciones para la herramienta desarrollada fueron sacadas desde un punto de vista teórico por medio de métodos Delphi, la herramienta actual, información teórica y a partir del diseño mejorado que se propuso. Sin embargo, para unos datos exactos es necesario comprobar dichas medidas por medio de pruebas de resistencia y destructivas al prototipo real desarrollado.

6.6 Validación de la nueva herramienta por parte del cliente (Cuerpo de Bomberos)

Para medir que tanto satisface la herramienta desarrollada las necesidades del cuerpo de bomberos, se llevó el prototipo en conjunto con la descripción dibujada en 3D SolidWorks y la descripción funcional verbal a la estación de bomberos de Villa del Sur.

Aquí se le mostró la herramienta desarrollada a 15 integrantes del cuerpo de bomberos, y se les realizó la siguiente encuesta.

ENCUESTA

Califique de 1 a 5, que tan bien satisface la barra multiusos desarrollada las siguientes necesidades en un momento de rescate. Coloque 5 si la herramienta satisface muy bien la necesidad o 1 si la satisface muy poco.

Tabla : Satisfacción de necesidades nueva herramienta

NECESIDADES CARACTERÍSTICA	POCO SATISFECHO					MUY SATISFECHO				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Segura al portarla	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Romper Candados	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fácil de transportar	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Liviana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Maniobrable en espacios confinados	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Corte lámina	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Romper paredes delgadas	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
No se corroa	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Agarre Seguro	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Hacer Palanca	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Abrir/ cerrar válvulas de gas	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Sacar clavos	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Cortar cables de alta tensión	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
No genere chispa	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Que sea confiable	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Que pueda agarrar elementos distantes	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

De la anterior encuesta se obtuvieron los siguientes resultados, que se compararon con los resultados obtenidos para la herramienta actual.

Tabla : Comparación resultados de satisfacción Barra hooligan vs Nueva herramienta

NECESIDADES / CARACTERÍSTICA	Importancia	Herramienta actual	Nueva herramienta	Ponderado herramienta actual	Ponderado herramienta nueva	RESULTADO	
Segura al portarla	4	1	4	4	16	+	
Romper Candados	5	5	4	25	20	-	
Fácil de transportar	3	2	5	6	15	+	
Liviana	3	2	3	6	9	+	
Maniobrable en espacios confinados	5	1	4	5	20	+	
Corte lámina	5	2	4	10	20	+	
Romper paredes delgadas	3	5	4	15	12	-	
No se corroa	3	3	3	9	9	IGUAL	
Agarre Seguro	2	3	4	6	8	+	
Hacer Palanca	5	4	5	20	25	+	
Abrir/ cerrar válvulas de gas	3	3	3	9	9	IGUAL	
Sacar clavos	3	3	3	9	9	IGUAL	
Cortar cables de alta tensión	1	1	2	1	2	+	
No genere chispa	4	1	4	4	16	+	
Que sea confiable	5	5	3	25	15	-	
Que pueda agarrar elementos distantes	3	1	4	3	12	+	
				TOTAL	157	217	+
				De 1 a 5	2,75	3,81	+

La anterior tabla nos muestra que el ponderado acumulado de la nueva herramienta es mucho mayor que el de la herramienta actual, que en una escala de 1 a 5 se puede ver con mayor claridad. Lo que implica que la nueva herramienta va a satisfacer mucho mejor las necesidades que tienen los cuerpos de bomberos en el momento de un rescate.

Cabe aclarar que debido a que varias de las necesidades se contradicen entre si, la herramienta desarrollada jamás va a llegar a satisfacer 100 todas las necesidades a la vez.

Para mejorar el nivel de satisfacción de la herramienta desarrollada se podría pensar en hacer pruebas en ambientes reales con la misma para comprobar si

una aleación de aluminio podría cumplir realmente con las necesidades que requieren teóricamente que la herramienta tenga cierto peso, y así se podría hacer una herramienta mucho más liviana y maniobrable.

Además al realizarle pruebas a la nueva herramienta, la confiabilidad en la misma sería máxima y así mismo muchas de las calificaciones de las necesidades que al realizar la encuesta con un modelo 3D no se pueden apreciar a plenitud.

Vemos sin embargo, que hubo que sacrificar una serie de necesidades con el fin de obtener otras. Por ejemplo, observando aquellas necesidades donde la herramienta actual es mejor que la nueva herramienta, vemos que al haber hecho que la pica sea una pieza ajustable/removible, los bomberos consideraron que pudiese fallar en el momento de su uso para romper candados o paredes. Sin embargo, estuvieron de acuerdo en que hacer esto removible, implica una mayor seguridad personal, y una mayor facilidad a la hora de su transporte, y que permitía poder utilizar otra pieza como lo es la de agarrar elementos distantes.

La otra necesidad en que la herramienta actual fue calificada mejor que la nueva herramienta, fue en la necesidad de “Que sea confiable”. Que la herramienta sea confiable implica para los bomberos, que esta nunca vaya a fallar en un momento de rescate. Ellos consideraron que la nueva herramienta, al tener más piezas y mas ensambles, tiene muchas más posibilidades de que algo falle, y esto hizo que la calificaran por debajo de la actual.

Por otro lado, se obtuvo excelentes resultados en una serie de necesidades de los cuales resaltamos los siguientes.

Segura al portarla: Los bomberos siempre consideraban la pica, la cuña y la bifurcación de esta herramienta como un potencial peligro, tanto para ellos como para sus compañeros en el momento de un rescate, dado al filo, y el daño potencial que ellos se podrían realizar con estas piezas. Por ello el hecho de poder eliminar ocasionalmente 2 de estos peligros (la bifurcación, y la pica) por medio de piezas removibles, hace la herramienta más segura, y esto sumado al estuche protector que se le diseñó a la cuña, hizo que los bomberos calificarán esta necesidad muy superior en la nueva herramienta que en la herramienta actual.

Fácil de transportar, liviana y maniobrable en espacios confinados: Para los bomberos transportar la herramienta actual no era cómodo, dado a su largo tamaño, a que debían ocupar sus manos para hacerlo, y a su peso. Su largo también impedía que ellos la pudiesen utilizar en espacios confinados. La nueva herramienta, tiene la opción de reducir su tamaño hasta cerca de los 50 cm, casi

43 cm menos que la herramienta actual, lo que implica que la pueden cargar más fácilmente, inclusive insertarla en su cinturón si así lo desean, y a su vez la pueden usar en espacios confinados dado a que mide 43 cm menos. Además de esto, como ya mencionado anteriormente tiene la opción de remover varias de sus piezas, lo que hace que en el momento de transporte sea más liviana que la herramienta actual, cuando ninguna de estas piezas vaya a ser utilizada, y también, existe menos posibilidad de que la golpeen contra algo/alguien y por tanto una mayor facilidad de transporte.

Corte lámina: Dentro de las emergencias diarias, los accidentes de tránsito son muy frecuentes. En estos accidentes a los bomberos les toca en ocasiones cortar lámina del carro para poder sacar a las víctimas. Una de las piezas creadas, fue una bifurcación, en forma de abre latas, filudo en sus puntos internos, con el objetivo de poder palanquear la lámina y cortarla.

Observando el resultado global, vemos que partiendo desde un punto de vista teórico y suponiendo que las piezas funcionarán de forma eficiente y adecuada (tal cual como fueron diseñadas) la nueva herramienta va a satisfacer mucho mejor los requerimientos/necesidades de los cuerpos de bomberos del valle del cauca en las operaciones de rescate.

Los anteriores resultados fueron calificados desde un punto de vista teórico. Con esto lo que se quiere decir es que la nueva herramienta no se puso a prueba en sus diferentes usos, pues el prototipo no está hecho en los materiales adecuados para estos efectos (dado a restricciones económicas). Por ello, la calificación la hicieron los bomberos bajo los supuestos de que la herramienta y sus piezas funcionan para lo que fueron creadas, y teniendo en cuenta las consideraciones de lo que podría pasar con el nuevo diseño.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Las herramientas/productos utilizados actualmente por los cuerpos de rescate del valle del cauca no están satisfaciendo plenamente las necesidades de los mismos. Esto por una serie de factores:

- Las herramientas que utilizan en sus labores diarias, son en su gran mayoría herramientas importadas de empresas especializadas en el desarrollo de herramienta de bomberos de los Estados Unidos y de Europa. Pero estas herramientas son hechas y diseñadas para los usos y las necesidades que tienen los cuerpos de bomberos de sus respectivos países, y en muchas ocasiones no se adaptan a las necesidades y usos que tienen los bomberos en el valle del cauca.
- No existen empresas nacionales especializadas en el desarrollo de herramientas para el cuerpo de bomberos del país, por lo tanto no hay herramientas diseñadas especialmente para las necesidades y las atenciones diarias que tienen que atender los cuerpos de rescate del país.
- No existe el presupuesto suficiente en el cuerpo de bomberos del valle del cauca para comprar herramientas equipos y vehículos de punta. La mayoría de los elementos (equipos, herramientas, vehículos) que hoy en día utiliza el cuerpo de bomberos de la ciudad de Cali, son elementos viejos. De esta forma el cuerpo de bomberos no ha podido aprovechar muchas de las herramientas nuevas, que se adaptarían a sus necesidades de una manera mucho mejor.

De las emergencias atendidas por los cuerpos de bomberos de la ciudad de Cali, una gran mayoría obedecen a emergencias de rescate. Para atender estas emergencias, los bomberos utilizan una serie de herramientas. Una de las principales y más utilizadas es conocida como la barra hooligan; una herramienta multiusos que en términos generales sirve para ayudar a los bomberos a liberar o acudir a las víctimas por medio de sistemas de palanca, sin embargo esta herramienta actual no satisface plenamente las necesidades del cuerpo de bomberos.

En el momento de un rescate los cuerpos de bomberos de la ciudad de Cali tienen las siguientes necesidades respecto a las herramientas que cargan:

- Segura al portarla
- Romper Candados
- Fácil de transportar
- Liviana
- Maniobrable en espacios confinados
- Corte lámina
- Romper paredes delgadas
- No se corroa
- Agarre seguro
- Hacer palanca
- Abrir/Cerrar válvulas de gas
- Sacar clavos
- Cortar cables de alta tensión
- No genere chispa
- Que sea confiable
- Que pueda agarrar elementos distantes

La herramienta QFD conocida como Quality Function Deployment o despliegue de la función de calidad es una herramienta que permite traducir las necesidades de los clientes en especificaciones de ingeniería. Esta es fundamental para entender las necesidades del cliente y adaptar el producto a ellas, lo cual es clave para medir la satisfacción futura de las necesidades expresadas por el cliente

La Ingeniería Concurrente es una filosofía que consiste en integrar a todas las áreas de una empresa y al cliente en el proceso de desarrollo de producto, con el objetivo de crear una colaboración interdepartamental, poder realizar un trabajo en equipo multidisciplinario, y de esta forma superar el enfoque secuencial del “salto de muro”. Esto con el objetivo de diseñar productos que se adapten mucho mejor a las necesidades de los clientes, reducir tiempos de diseño de nuevos productos, y reducir costos representados en los tiempos, en el reprocesamiento y en la necesidad de adaptarse rápidamente a las necesidades de un mercado en un entorno competitivo.

El desarrollo de producto por medio de esta filosofía, permitió que se desarrollara una herramienta que satisface mucho mejor las necesidades que tienen los cuerpos de bomberos de la ciudad de Cali en el momento de un rescate. Como lo

vemos en el resultado, la calificación de satisfacción respecto a la herramienta desarrollada en comparación a la de la herramienta actual es mucho mayor.

Herramienta desarrollada:



A nivel profesional y personal hemos aprendido que tanto en las empresas como en la vida misma, trabajar en equipo siempre conlleva a mejores resultados. Tener en cuenta la opinión de personas con otros conocimientos, con otros puntos de vista, va a permitir tener una visión más amplia de los problemas y de esta forma poder adaptarse, prepararse y reaccionar de una forma mucho mejor y más eficiente ante ellos.

7.2 Recomendaciones

El principal problema de los cuerpos de bomberos es el presupuesto con el que cuentan, es por esto que no tienen las herramientas, equipos o capacitaciones necesarias para atender las emergencias como ellos quisieran.

Entre las posibilidades que hay para este sector es buscar aliados, de tal forma que puedan empezar a desarrollar herramientas para necesidades específicas en el país y así minimizar los costos de las mismas.

Más propuestas y proyectos como este son una excelente forma de desarrollar conocimiento en los estudiantes y a la vez brindar soluciones prácticas y económicas a los bomberos para el funcionamiento diario de las estaciones, ya que estas funcionan al igual que una empresa, que necesita ser administrada, e innovar cada día para prestar un mejor servicio.

Es por esto que se ve una gran oportunidad de negocio en el desarrollo de herramientas y equipos para este sector.

En cuanto al proyecto desarrollado, entre los obstáculos que se tuvieron está el tiempo, ya que no solo se necesitan conocimientos de Ingeniería y Mercadeo, sino también de Diseño.

Se podría pensar en continuar el proyecto, realizando pruebas de resistencia y funcionamiento en situaciones reales para identificar mejoras, y llegar a la producción de la herramienta en serie.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Company Calleja, Pedro Pablo. Implantación de Tecnologías Avanzadas de Diseño y Fabricación en el Ámbito de la Ingeniería Concurrente. Aplicación a una empresa de componentes para automoción. Universidad Jaume I. 1997.
- [2]. HIGUERA MARÍN, Miguel Enrique. DEL BOCETO AL OBJETO: El uso de herramientas computacionales en el proceso de Diseño. Universidad Industrial de Santander. 2006
- [3]. LUNA AMAYA, Carmenza; MENDOZA BAYUELO, Adriana Carmelina. Metodología para Mejorar la Ingeniería de Producto/Proceso Basada en Ingeniería Concurrente. Universidad del Norte. 2004
- [4]. Artículos Técnicos. FAL Presenta su Innovadora Bota Dragón Para Bomberos. En: Revista Formación de Seguridad Laboral. Madrid. Nº83, SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2005. Pág. 7.
- HEROICO CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO FEDERAL, **Historia** de los bomberos en el mundo.
 - BASURTO SCARPETTA, Mauricio. Apuntamientos para una historia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cali: factores determinantes que motivaron la creación del cuerpo de Bomberos voluntarios de Cali.
http://www.bomberoscali.org/hydor_media/uploads/files/apuntamientos.pdf
 - CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE YUMBO. Reseña Histórica.
<http://www.bomberosyumbo.org/>
 - CAPUZ RIZO, Salvador INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE PRODUCCIÓN: Ingeniería Concurrente para el diseño de producto. Editorial Alfaomega. Pág. 12, 36-43.
 - IBÁÑEZ, J.M. *La gestión del diseño en la empresa*. McGraw-Hill, Madrid, 2000.
 - KRUGLIANSKAS, Isak. *Ingeniería Simultánea y Técnicas Asociadas en empresas tecnológicamente dinámicas*, Brasil, 1995.
 - CARRANZA ALVARADO, Mario. Conceptos y Herramientas Análisis del Producto. Tecnológico de Monterrey. 2006
 - RIVERA, Leonardo. Material Clase Distribución de Planta. Universidad ICESI. 2007

- TANURA, Meir. Material Clase Procesos de Manufactura. Universidad ICESI. 2007
- CASA ACTUAL, Como utilizar la fresadora.
<http://www.casaactual.com/articulo.asp?id=156>