INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECANICA Y ELECTRICA

INGENIERIA AERONÁUTICA

Seminario en Manufactura de Alta Precisión

"Mejora en el ajuste y cambio de herramental de tornos CNC para reducir tiempos muertos"

TESIS
Que para obtener el título de.
INGENIERO EN AERONÁUTICA

PRESENTA:
José Benjamín Plata Ventura

Director de Tesis
M. en C. Armando Oropeza Osornio

México, D.F. Junio 2012

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:	INGENIERO EN AERONÁUTICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN:	SEMINARIO
DEBERÁ PRESENTAR:	EL C. PASANTE:
	PLATA VENTURA JOSÉ BENJAMÍN

"MEJORA EN EL AJUSTE Y CAMBIO DE HERRAMENTAL DE TORNOS CNC PARA REDUCIR TIEMPOS MUERTOS"

	INTRODUCCIÓN
	OBJETIVO GENERAL
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
	JUSTIFICACIÓN
	ALCANCE
CAPÍTULO I	**ESTADO DEL ARTE**
CAPÍTULO II	**MARCO TEÓRICO**
CAPÍTULO III	**ANÁLISIS**
CAPÍTULO IV	**APLICACIÓN**
	CONCLUSIÓN
	BIBLIOGRAFÍA
	ANEXOS

México, DF., a 25 de junio de 2012.

A S E S O R

M. EN C. ARMANDO OROPEZA OSORNIO

Vo. Bo.

M. EN C. JOSÉ JAVIER ROCH SOTO
DIRECTOR

ÍNDICE

	PÁG.
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
JUSTIFICACIÓN	6
ALCANCE	6
1 CAPÍTULO I ESTADO DEL ARTE	7
1.1 Reseña	8
1.2 Máquinas de pre-ajuste	9
2 CAPÍTULO II MARCO TEORÍCO	13
2.1 Torno CNC	14
2.1.1 Control numérico	14
2.1.2 Funcionamiento	15
2.1.3 Porta herramientas	15
2.2 Herramientas a utilizar	16
2.2.1 Lluvia de ideas	17
2.2.2 Diagrama causa-efecto	17
2.2.3 Sistema de análisis y mejora de tiempos	19
3 CAPÍTULO III ANÁLISIS	21
3.1 Objetivo del análisis	22
3.2 Antecedentes de fabricación en el proceso de torneado	22
3.3 Delimitar el proceso a estudio	22
3.4 Instrucción de ajuste de torno ATM 20´S Guss&Roch	23
3.5 Control estadístico del proceso	24
3.6 Referencias de la pieza base y condición general	25
3.7 Herramientas utilizadas en la fabricación	27
3.8 Tiempos efectuados en el ajuste	28
3.9 Tiempos productivos e improductivos	29
3.10 Análisis	31
4 CAPÍTULO IV APLICACIÓN	32
4.1 Propuesta de mejora	33
4.2 Preparación de herramental	34

4.2 Requerimientos ó restricciones de diseño 34
4.4 Centros de herramienta en eje Y 40
4.5 Aplicación 42

CONCLUSIÓN 43
BIBLIOGRAFÍA 44
ANEXOS 45

ÍNDICE DE FIGURAS

PAG.
Figura 1. Pre-ajuste de herramientas DMG 9
Figura 2. Pre-ajuste de herramientas tornos 10
Figura 3. Herramientas en torno de cabezal móvil 11
Figura 4. Herramientas en torno de cabezal fijo 12
Figura 5. Torno ATM 20'S 14
Figura 6. Porta herramienta 15
Figura 7. Diagrama causa-efecto 18
Figura 8. Programa Super cep 24
Figura 9. Imágenes de pieza Antrieswelle 25
Figura 10. Dibujo de pieza Antrieswelle 26
Figura 11. Distribución de herramientas en máquina 27
Figura 12. Diagrama causa-efecto de ajuste en tono CNC 31
Figura 13. Placa tope superior 35
Figura 14. Placa tope lateral 35
Figura 15. Tornillos para ensamble entre placas 36
Figura 16. Ensamble placa tope 36
Figura 17. Porta herramientas 37
Figura 18. Ensamble de placa tope a base de portaherramientas 38
Figura 19. Placa tope para porta herramientas 38
Figura 20. Placa tope para eje X instalada 39

ÍNDICE DE TABLAS

PÁG.
Tabla 1. Tiempos efectuados en el ajuste de máquina 28
Tabla 2. Análisis de tiempos 29
Tabla 3. Propuesta de actividades 33
Tabla 4. Restricciones de diseño 34
Tabla 5. Centros para buriles izquierdos 40
Tabla 6. Centros para buriles derechos 41
Tabla 7. Tiempos obtenidos aplicando la propuesta 42

Resumen

La presente tesina se realiza en una empresa metal-mecánica dedicada a la fabricación de piezas torneadas principalmente para dispositivos de la industria automotriz.

Estos dispositivos se producen en un tiempo definido, el cual puede variar dependiendo de algunos de factores tales como fallas en los equipos (maquinaria), detección de errores en los programas, problemas con el material, cambio de herramental por desgaste, etc. Pero sin duda uno de los factores que presenta la mayor cantidad de tiempos muertos y que influyen en los retrasos de la producción, es el ajuste y cambio de herramental.

El cambio de máquina implica la preparación de la misma para asegurar que la pieza se produzca con los estándares de calidad exigidos por el cliente así como las tolerancias específicas.

Este procedimiento se conoce como ajuste y cambio de herramental. Llevar a cabo este procedimiento implica mucho tiempo, el cual que puede ser utilizado para manufacturar otras piezas, o trabajar en nuevos proyectos,

Con este trabajo se busca reducir ese tiempo lo más posible, por medio de un diagrama de Ishikawa (diagrama causa-efecto) se detectaron las causas principales que generan tiempos muertos en el ajuste y cambio de herramental, después se procedió a analizar cada una de éstas.

Después, por medio de una lluvia de ideas se propusieron y aplicaron soluciones quedandoéstas de la siguiente forma:

1.- Diseño y manufactura de una placa tope en el eje x para alineación de buriles.

2.- Diseño de una tablapara documentar los valores obtenidos en ambos tipos de buriles (corte derecho e izquierdo) una vez que éstos fueron centrados manualmente en el eje Y, para que posteriormente en cambios de ajuste sólo se consulten estos valores y no se tenga que centrar de nuevo.

Introducción

En la actualidad vivimos en un mundo que requiere mayor competitividad, y la industria de mecanizados no es la excepción, por eso es importante la optimización de los procesos existentes, ya que la competencia es directa con los países que cuentan con mayor desarrollo en maquinaria que ofrece cambios automáticos de herramental.

En el caso particular de tornos Guss&Roch, que son con los que cuenta la empresa, no existe un método adecuado de ajuste teniendo que adaptarse a las limitaciones de la máquina en los cambios de herramienta, esto se convierte en una oportunidad de cambios para mejorar el método de trabajo y poder reducir los tiempos de ajuste, mediante el cumplimiento de los objetivos generales y específicos que se describen en el desarrollo del proyecto.

Partiendo de la necesidad de las empresas de producir más y mejor y tomando en cuenta todos los recursos disponibles,como son: recursos humanos, materiales pero sobre todo financieros, se establecen procedimientos que se deben cumplir en tiempo y forma ya que en la medida en la que las empresas logren esto, su posición en el mercado se verá beneficiada de manera importante.

Los materiales empleados en la fabricación de piezas de precisión, la gente involucrada en el diseño, en la operación y en la fabricación de éstas, se encuentran comprometidas y son consientes de la importancia de generar productos de calidad superior en el menor tiempo posible, para mantener a la empresa en buena posición y conseguir los mejores contratos en un mercado cada vez más competido que, no se limita a clientes locales ya que se compite con empresas a nivel mundial.

Para lograr esto es necesario coordinar a todos los niveles, contar con capacitación continua, mejores recursos, mantenimiento y compromiso pero sobre todo de saber aprovechar uno de los recursos más importantes, el tiempo, debido a que es dinero y se debe aprovechar de la mejor forma y más productiva posible. Para lograr esto es necesario estudiar todas las formas y herramientas existentes.

Este trabajo se desarrollan 5 capítulos, en el capítulo 1 se estableceel estado del arte, en el en el capítulo 2 se presenta el marco teórico, en el capítulo 3 se muestra el análisis y en el capítulo 4 la aplicación de la propuesta de solución así como los beneficios a obtener con la implementación.

Objetivo general

Proponer una mejora en el ajuste y cambio de herramental de tornos CNC para reducir tiempos muertos.

Objetivos específicos.

- Recolectar información relacionada con tiempos de ajuste y cambios de herramental en tornos CNC en la empresa SAMCO S.A de C.V. (Ver anexo 1).
- Analizar los datos recabados.
- Realizar un diagnóstico de la situación en el proceso de torneado.
- Verificar que el proceso se realice conforme a lo establecido.
- Elaborar una propuesta mediante la creación de acciones correctivas, preventivas y de mejora para optimizar los tiempos de ajuste y cambios de herramental.

Justificación

El proceso de torneado CNC cuenta con alimentadores de materia prima y los cambio de herramentales son previamente establecidos, se ha observadoque estos procedimientos llevan más tiempo del necesario.

La reducción de tiempos muertos permitirá hacer a la máquina más rentable, ya que se produciría más y a menores costos.

Por esta razón es conveniente la implementación de mejoras en la reducción de tiempos muertos y cambiarlos por tiempos productivos.

Alcance

Mejorar el proceso de ajuste y cambio de herramental de una máquina CNC de torneadopara reducir al mínimo el tiempo empleado en realizar estas operaciones y así incrementar el tiempo productivo de la máquina.

Esto se logrará por medio del diseño y manufactura de una placa tope en el eje x para alineación de buriles y el diseño una tabla para documentar los valores obtenidos en ambos tipos de buriles (corte derecho e izquierdo),después de centrar manualmente las herramientasen el eje Y para que posteriormente en cambios de ajuste sólo se consulten estos valores y no se tenga que centrar de nuevo.

CAPÍTULO I
ESTADO DEL ARTE

1.1 Reseña

En las fábricas, las máquinas se utilizan para fabricar diferentes modelos de piezas, lo que permite obtener una tasa de utilización elevada, garantiza su rentabilidad y costos reducidos de producción. Para pasar de un tipo de producto a otro hay que cambiar la herramienta de la máquina. En el ejemplo de una prensa estampadora de chapa, el cambio de tipo de matriz necesita la sustitución de las prensas macho y hembra. Es preciso por lo tanto desmontar la matriz –frecuentemente pesada y fija en la máquina por medio de numerosas sujeciones-, desplazarla, colocar, ajustar y ensayar una primera pieza, la mayoría de las veces es defectuosa, reajustar dispositivos de sujeción, etc. Este trabajo es largo y delicado, no pudiendo ser realizada por el operador de la máquina, siendo por tanto necesario en numerosos casos la intervención de un especialista.

El tiempo utilizado en los ajustes es amplio generando altos costos, por lo cual los cambios de herramientas no pueden efectuarse muy a menudo, siendo necesaria la producción consecutiva de lotes importantes de piezas idénticas, resultando de ello almaceneselevados (stocks), plazos largos de producción, esperas y obstáculos a la fluidez de recorrido de los productos.

La duración del cambio de herramientas viene en gran parte condicionado por la concepción de la máquina. Por ello sin duda, el personal de las fábricas no tiene costumbre de intentar reducir dicha duración. La idea de reducir los tiempos de cambio de herramientas no es, por tanto, tradicional en la industria. Las mismas direcciones generales raramente piensan en ello, cuando su función consiste en especial en fomentar la evolución en el seno de sus empresas. Por tal motivo, los planes de acción que las empresas establecen periódicamente para mejorar su productividad omiten generalmente esta cuestión.

Una fuerte reducción de los tiempos de cambio de herramientas ofrecería sin embargo múltiples ventajas, aumentaría la capacidad de producción de las máquinas y la productividad del personal, permitiría librarse de la producción por lotes y resultaría de ella una fuerte baja de los almacenes (stocks), así como la posibilidad de utilizar las máquinas para producir piezas en el momento en que se tiene necesidad de ellas y con la calidad necesaria. Los problemas de la falta de piezas o del retraso de los pedidos de los clientes se verían con ello reducidos. Por tanto, mejorarían notablemente la eficacia y la flexibilidad de la fábrica. Para comprender el camino a seguir, al realizar un cambio de herramientas. Lo ideal es filmar en video la totalidad de la operación, para poder analizarla posteriormente con detalle y demostrar al personal que resulta fácil mejorar la situación en base a lo analizado. Se descubren entonces que dentro del ajuste existen demasiados tiempos muertoscomo: varias idas y venidas del operario entre la máquina y el almacén de herramientas, situado a distancia: la ausencia de herramientas corrientes (llaves, destornilladores,....) al lado de la máquina; espera por el operario de que estén dispuestos los medios de

mantenimiento como: el cambio de bandas, baleros, etc. que se traduce especialmente en numerosos paros de la máquina; contando con un mantenimiento preventivo adecuado las tareas podrían efectuarse sin comprometer la entrega de producción.

Resulta fácil remediar estas deficiencias, basta con algunas ideas muy simples: cambio de todos los sistemas de fijación por sistemas de bloqueo instantáneo, disminución del número de tornillos y pernos, creación de conjuntos de herramientas ligeras situadas de modo permanente junto a la máquina, carro transportador dedicado a la máquina, revisión de la secuencia de las operaciones, creación de un almacén, entre otros muchos cambios. Concebir estas modificaciones es fácil, puede efectuarse por el mismo personal de producción, asistido puntualmente por los especialistas del servicio de métodos.

Un programa de reducción generalizada de los tiempos de cambio de herramientas es un imperativo de competitividad para todas las sociedades industriales. Lleva consigo mejoras importantes en el plano de los plazos, de los costos y de la flexibilidad. La mejor forma de encarar la reducción de los tiempos de cambio es tomando nota de cada una de las operaciones que constituyen un determinado cambio de herramientas y los tiempos que ellos consumen, posteriormente mediante un análisis de causa-efecto se debe determinar cuáles son los pocos vitales (aquellas pocas tareas que consumen la mayor parte del tiempo) y cuales los muchos triviales. De tal forma, deberán concentrarse en reducir los tiempos correspondientes a aquellas pocas tareas que representan la mayor parte del total de tiempo consumido.[1]

1.2 Máquinas de pre-ajuste

Algunos fabricantes de herramientas y maquinaria se han dado a la tarea de analizar los cambios de herramientas en los tornos CNC y centros de mecanizado y han dado cavidad a las máquinas de pre-ajuste de herramientas(presetters), sin embargo, queda limitado a las marcas más reconocidas o bien a aquellas máquinas que tienen un alto costo de venta.

A continuación se muestran ejemplos de máquinas de pre-ajuste de herramientas con dos de las marcas más reconocidas DMG (ver Fig. 1) y Tornos (ver Fig. 2).

[1]http://manualingenieriaindustrial.blogspot.mx/2009/05/el-cambio-rapido-de-herramientas.html

DMGPRIMA 500

Figura 1. Pre-ajuste de herramienta DMG

La línea de productos PRIMA dispone de todos los elementos para los más innovadores procesos de ajuste y medición de herramientas. Como en todos los modelos DMG MICROSET la bancada de máquina de fundición gris, reforzada con nervaduras y resistente a la torsión, forma la base para una calidad duradera. La construcción completa está diseñada para fácil manejo y una óptima ergonomía. La detección del filo de corte se realiza mediante una cámara CMOS y el Edge-Finder. Así, los resultados permanecen iguales, también al cambiar el operario.

TORNOS DELTA

Figura 2. Pre-ajuste de herramienta

Sistema modu-line ofrecida por cuatro fabricantes de herramienta Applitec, Utilis, Dieterle y Bimo, el posicionamiento gracias a dos tornillos y un sistema de tope, en cuanto su rigidez se garantiza por el perfil dentado de las superficies de contacto.

Posicionamiento de herramientas

Es importante indicar a la máquina de control numérico, la posición de las herramientas antes de ejecutar el programa, esto ayudará a la máquina a tener como referencia un punto de origen y así evitar colisiones, que demeriten la calidad del producto.

Para indicar la posición, las herramientas deben centrarse en los ejes X y Y, para posteriormente colocar el origen de las herramientas en el eje Z.

De acuerdo al modelo del torno se facilitará el trabajo de colocar la posición de las herramientas, a continuación se muestran algunos ejemplos:

Torno de cabezal móvil

Facilita la colocación de orígenes de herramienta debido a que la barra de material a maquinar, funciona como tope para las herramientas de torneado y la fijación se realiza por medio de guías de fácil acceso.

Figura3. Herramientas en torno de cabezal móvil

Torno de cabezal fijo

La sujeción de herramientas en este tipo de tornos y en especifico de la marca Guss&Roch se debe de realizar sobre el eje X, no se tiene un fácil acceso a esta área para apretar los portaherramientas y tomar la barra como tope, por lo que se deben apretar las herramientas cuando el material a maquinar se encuentra dentro de la boquilla.

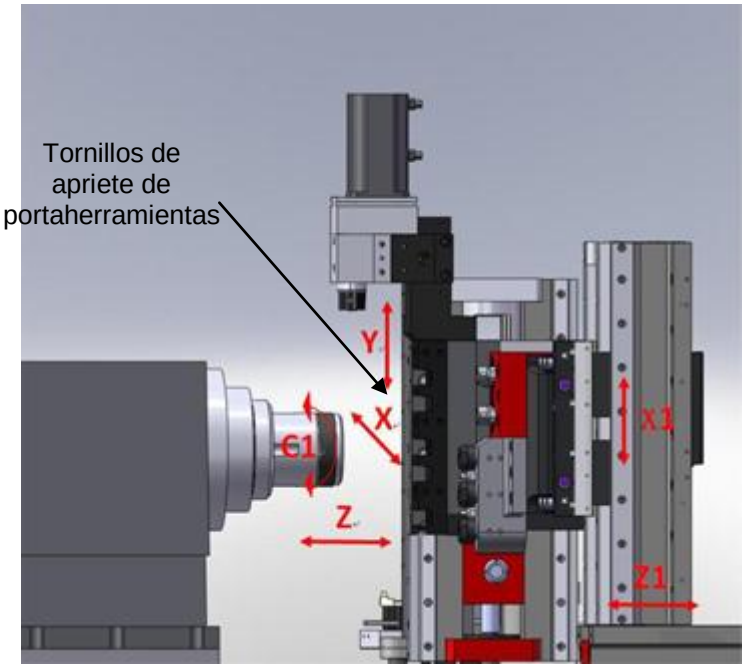


Figura4. Herramientas en torno de cabezal fijo

CAPÍTULO II
MARCO TEORÍCO

\

2.1 Torno CNC

Torno de control numérico o torno CNC se refiere a una máquina herramienta, que se utiliza para mecanizar piezas de revolución mediante un software de computadora que utiliza datos alfa-numéricos, siguiendo los ejes cartesianos X,Y,Z. Se utiliza para producir en cantidades y con precisión porque la computadora que lleva incorporado controla la ejecución de la pieza.

Un torno CNC (Ver figura 4) puede hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de tornos como paralelos, copiadores, revólver, automáticos e incluso los verticales. Su rentabilidad depende del tipo de pieza que se fabrique y de la cantidad de piezas que se tengan que mecanizar en una serie.

Figura 5. Torno ATM 20'S

2.1.1 Control numérico

El primer desarrollo en el área del control numérico lo realizó el inventor norteamericano John T. Parsons junto con su empleado Frank L. Stulen, en la década de 1940. El control numérico (CN) es un sistema de automatización para máquinas herramientas en que se utilizan números, letras y símbolos. Cuando cambia la tarea a realizar, se cambia el programa de instrucciones.

Los caracteres establecidos para estos programas están regidos por las normas DIN 66024 y 66025. Algunos de los caracteres son:

- N - corresponde al número de bloque o secuencia. Luego de la letra se coloca el número del o los bloques que se deben programar. El número de bloques debe estar comprendido entre 1 y 9999.

- X, Y, Z - corresponde a los ejes de coordenadas X, Y, Z de la máquina herramienta. En los tornos solo se utilizan las coordenadas X y Z. El eje Z corresponde al desplazamiento longitudinal de la herramienta en las operaciones de cilindrado mientras que el X es para el movimiento transversal en las operaciones de refrentado y es perpendicular al eje principal de la máquina. El eje Y opera la altura de las herramientas del CNC.
- G - son funciones preparatorias que informan al control las características de las funciones de mecanizado. Está acompañado de un número de dos cifras para programar hasta 100 funciones

2.1.2 Funcionamiento

Los ejes X, Y y Z pueden desplazarse simultáneamente en forma intercalada, dando como resultado mecanizados cónicos o esféricos según la geometría de las piezas.

Las herramientas se colocan en portaherramientas que se sujetan a un cabezal que puede alojar hasta 20 herramientas diferentes que rotan según el programa elegido, facilitando la realización de piezas complejas.

En el programa de mecanizado se pueden introducir como parámetros la velocidad de giro de cabezal porta-piezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza. La máquina opera a velocidades de corte y avance muy superiores a los tornos convencionales por lo que se utilizan herramientas de metal duro o de cerámica para disminuir la fatiga de materiales.

2.1.3 Porta herramientas

Un porta-herramientas es un dispositivo de sujeción de la herramienta de corte de una máquina herramienta. Hay muchas herramientas de corte diferentes en cuanto a forma y tamaño. El tipo de portaherramientas debe ser elegido en función de la máquina y de la herramienta a utilizar. En las máquinas modernas de control numérico por computadora (CNC), la elección de un portaherramientas adecuado es importante para asegurar un mecanizado preciso con productividad.

Figura 6. Portaherramienta

Las principales cualidades necesarias en un portaherramientas son:

- Ser suficientemente rígido para soportar las fuerzas de corte sin sufrir vibraciones durante el mecanizado y ofrecer estabilidad y repetibilidad al proceso.
- Tener precisión en la ubicación de la punta de la herramienta, especialmente, en herramientas rotativas, donde deben evitarse desviaciones en la concentricidad de la herramienta, así como un insuficiente equilibrado que daría lugar a fuerzas centrífugas excesivas.
- Poder transmitir los esfuerzos de corte entre el soporte y la herramienta sin desplazamientos indeseados de la herramienta.
- Tener buena accesibilidad, versatilidad operativa y mantenimiento sencillo, para reducir los tiempos de cambio de herramienta así como, paradas de medición.

Los tornos de gran productividad utilizan portaherramientas de plaquetas intercambiables de metal duro que se atornillan al portaherramientas. Los tornos más artesanales utilizan herramientas enterizas con plaquetas de metal duro soldadas.

El tipo de operación y, en cierto modo, el tamaño de la pieza de trabajo, determinan la selección del sistema de sujeción.

Los tipos de porta-plaquetas (ver figura 3) están definidos por el ángulo de posición y la forma y el tamaño de la plaqueta que se utiliza.

2.2 Técnicas y herramientas a utilizar[2]

Las herramientas de calidad tienen aportan grandes beneficios si son utilizadas e interrelacionadas entre sí a los efectos de lograr los resultados.

- Utilización de cronómetro
- Gráfica de Gantt
- Cursograma
- Planilla de relevamiento
- Planilla de análisis y mejora
- Diagrama de Pareto
- Camino crítico
- Las seis preguntas fundamentales

[2]Manual de herramientas de calidad, TetsuchiAsaka Pag.103

- Los cinco ¿Por qué? Consecutivos
- Control estadístico de procesos (CEP)
- Histogramas
- Medias-modas-medianas
- Diagrama de Ishikawa
- Lluvia de ideas
- Análisis inverso
- Diagrama del proceso de operación
- Benchmarking
- Sistema de análisis y mejora de tiempos.

Para el análisis de este proyecto se utilizarán las siguientes herramientas:

2.2.1 Lluvia de ideas[3]

La lluvia de ideas (en inglés*brainstorming*), también denominada tormenta de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Es un proceso interactivo de grupo no estructurado que genera más y mejores ideas que las que los individuos pueden producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de hacer sugerencias sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

2.2.2 Análisis de causa-efecto[4]

El primer diagrama causa-efecto fue desarrollado por Kaoru Ishikawa, en 1943, cuando explicaba a algunos ingenieros de una empresa japonesa cómo ordenar variados factores de una forma lógica. También se llama de “Diagrama de Ishikawa” o “Diagrama Espina de Pescado” (Ver figura 5).

Es una de las herramientas más eficaces y más utilizadas en acciones de mejoramiento y control de calidad en las organizaciones, ya que permite, de una forma sencilla, agrupar y visualizar las razones que han de estar en el origen de un cualquier problema o resultando que se pretenda mejorar.

La elaboración de estos diagramas se hace, habitualmente, en grupos de trabajo envolviendo todos los agentes del proceso en análisis. Tras identificar

[3]Esta herramienta fue ideada en el año 1938 por Alex FaickneyOsborn.
[4] Introducción al control de calidad, Kaoru Ishikawa. Pág. 46

claramente el problema o efecto a estudiar (fallos, averías, tiempos de ejecución demasiado largos…), se va componiendo una lista de las distintas causas que hayan podido producir tal efecto, empezando por un nivel más general y enfocando con más y más detalle las sub-causas. El diagrama causa – efecto representa gráficamente las causas de un suceso.

El procedimiento a seguir para elaborar un diagrama causa-efecto se puede sistematizar de la siguiente manera:

1. Determinar la característica de calidad cuyas causas se pretenden identificar;

2. A través de la investigación y discusión con un grupo de personas (Brainstorming), identificar las causas que más directamente afectan dicha característica, es decir, aquellas que tienen una influencia directa en el problema a solucionar (causas primarias o causas nivel 1);

3. Trazar el esqueleto del diagrama escribiendo, en uno de los extremos, la característica de calidad planteada. A partir de ella diseñar la "espina de pescado", esto es, una línea horizontal en la que confluyen varias ramas incorporando las causas apuntadas como primarias.

4. Identificar las causas (secundarias o de nivel 2) que afectan las causas primarias y bien aquellas (causas terciarias) que afectan las causas secundarias. Cada uno de estos niveles se convertirá en una rama que ha de incorporar causas de nivel inmediatamente inferior.

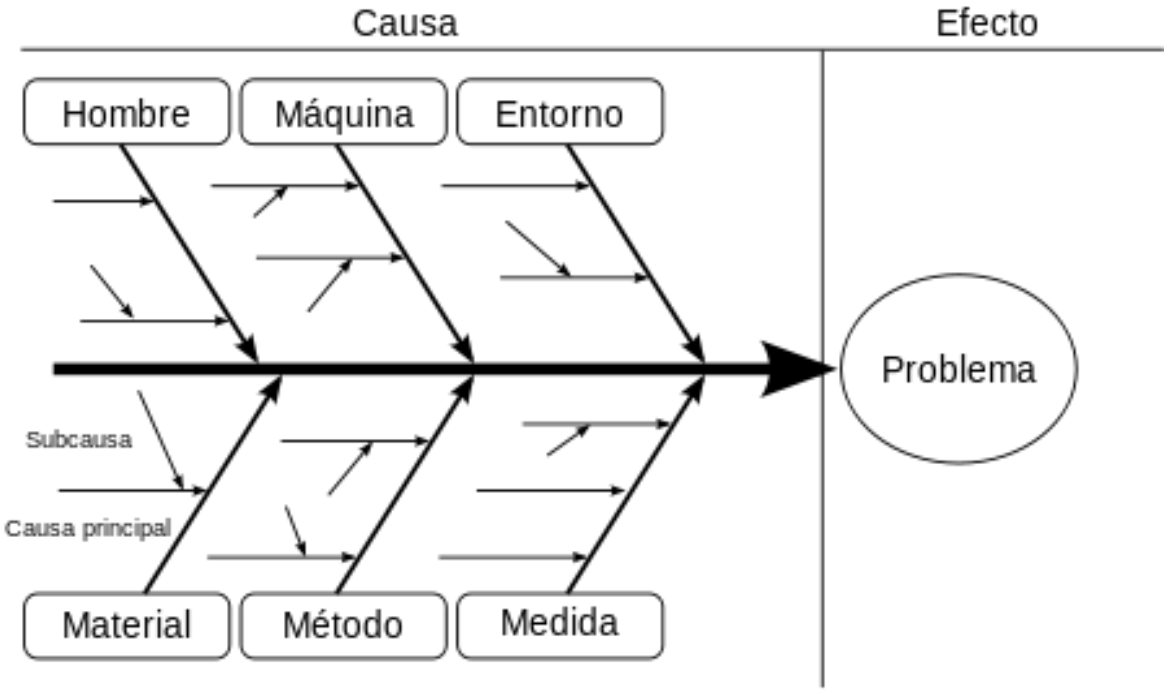


Figura 7. Diagrama de causa-efecto

2.2.3Sistema de análisis y mejora de tiempos (SAMT)

1. Se procede a relevar el proceso de preparación. Dicho proceso está constituido por un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, las cuales permiten dar inicio a una actividad industrial o de servicios.
2. Durante el relevamiento se toma en primer lugar nota de dichas actividades expresadas en su mínima expresión (nivel de simplicidad) dejando debida nota del tiempo insumido, cómo de su ordenamiento o secuencia.
3. Tomar nota de la forma en que se efectúan dichas actividades, formas, medios, útiles, componentes, personas, etc.
4. Luego de varios relevamientos realizados a los efectos de verificar tanto las actividades efectuadas cómo su ordenamiento y los tiempos total insumidos, se procede a representar las mediciones en un control estadístico de procesos, determinando tanto el tiempo medio, como los límites de control superior e inferior. Analizar luego las variaciones y en consecuencia determinar la capacidad del actual proceso de preparación.
5. Se procede a representar para cada actividad los respectivos histogramas.
6. Determinación de los tiempos medios, modas y mediana correspondiente a cada actividad, y al total del proceso de preparación.
7. Se procede a analizar cada una de las actividades mediante las seis preguntas fundamentales: ¿qué? ¿quién? ¿cuándo? ¿dónde? ¿cómo? y ¿porqué? De tal forma, se podrá determinar para cada actividad:

- Sí realmente es necesaria, y de no serlo proceder a su eliminación
- ¿Quién lo hace? y ¿quién debería hacerlo?, en función a conocimientos, experiencias y aptitudes necesarias.
- ¿En qué otro momento podría hacerse?
- ¿En qué otro lugar puede efectuarse?
- ¿De qué otra forma podría realizarse?

Todo ello a los efectos de eliminar, combinar, reordenar, efectuarlos en paralelo o simplificar las actividades de manera tal de reducir los tiempos y sus respectivos costos, además de hacerlos más seguros y convenientes.

1. Representar el proceso con sus respectivos tiempos mediante un diagrama de flujo y camino crítico.
2. Determinar las actividades críticas en función de los tiempos máximos que utilizan, los cuales son aquellos en que debe ser concentrada la labor de reducción.
3. Representar y utilizar el diagrama de pareto (análisis paretiano) a los efectos de concentrarse en las actividades principales (en cuanto al uso de tiempo).
4. Volcar los datos en planilla de análisis.
5. Se conforma grupo de análisis integrado por los actuales encargados de las preparaciones, aquellos que son responsables de los procesos

productivos y los clientes internos. Se determina el problema a resolver en función a los tiempos que deben ser reducidos, y por tanto objeto de atención, procediéndose a continuación a analizar las causas del problema, estimar las consecuencias, generar posibles soluciones y seleccionar las más apropiadas. Para ello se debe dar aplicación a un sistema de resolución de problemas.

Se trabaja sobre la base de los análisis efectuados por el consultor o facilitador en el punto 7. Para cada objeción debe emplearse los sucesivos ¿Por qué? hasta dejar en claro la razón de ser de cada ítem.

6. Dando comienzo a las actividades grupales y utilizando los datos recabados, proceder al análisis conjunto mediante el uso del *diagrama de Ishikawa*. Si bien debe haber una persona versada en la metodología de análisis de mejora y reducción de tiempos en su carácter de facilitador, debe darse protagonismo al personal de planta por dos motivos: *Primero* porque son los que más conocen de cada tarea en concreto, y *segundo* para facilitar la puesta en práctica, evitando de tal forma la resistencia al cambio. (Aclaración: aunque una actividad pueda no ser crítica en cuanto al tiempo, puede y debe ser tratada a los efectos de disminuir el costo total correspondiente a los procesos y actividades de preparación).
7. Proceder a la "tormenta de ideas" a los efectos de generar la máxima cantidad y variedad de propuestas. En la medida en que el personal sea capacitado y adquiera experiencia, además de ser motivado e incentivado, las propuestas serán cada vez mejores y más factibles y maduras. Analizar detenidamente las ideas propuestas haciendo participar a personal técnico; el cual es conveniente que siempre estén presente en las actividades grupales.
8. Seleccionar las propuestas más factibles tomando en consideración cuestiones de seguridad, recursos financieros y humanos, tiempos de puesta en marcha entre otros.
9. Proponer las soluciones al comité quién ha de reanalizarlas con personal técnico y consultores. De ser necesario se solicitarán ajustes y reconsideraciones a la propuesta.

.

CAPÍTULO III
ANÁLISIS

3.1 Objetivo del análisis

Obtener una visión general del proceso de torneado y analizar los factores que influyen en su realización para detectar áreas de oportunidad.

3.2 Antecedes de fabricación del proceso de torneado

El proceso de fabricación inicia con la planeación por parte de las áreas de: producción, planeación de la producción, calidad, ingeniería y métodos. En el departamento de planeación de la producción es donde se genera la orden de fabricación para nuevos productos o productos de línea, los almacenes de materia prima y herramientas entregan al área de tornos los materiales y herramientas para iniciar con el proceso de ajuste de torneado una vez dimensionado el producto de acuerdo al plano, el departamento de calidad es responsable de liberar el proceso para iniciar con la producción conforme a las especificaciones previamente establecidas.

El torno CNC cuenta con un cabezal fijo y dos sistemas de trabajo, el primero tiene 6 herramientas de torneado y dos herramientas transversales con movimientos en los ejes X, Y y Z; el segundo sistema cuenta con cuatro herramientas de barrenado frontal y movimientos en el eje vertical y longitudinal.

3.3 Delimitar el proceso a estudio

La compañía SAMCO cuenta con nueve áreas de producción (Ver anexo 2) de las cuales, tornos de levas y tornos CNC son las encargadas de la fabricación de las piezas y su participación puede ir desde un 70 a un 100%, esto dependerá del grado de complejidad en la pieza o bien de los procesos externos necesarios en las mismas.

Es importante que en estos procesos se aprovechen al máximo los tiempos productivos para poder cumplir con fecha de entrega,por lo cual se analizara en que parte del proceso de torneado CNC se encuentra el mayor tiempo improductivo, analizando los tiempos utilizados en el ajuste de máquina para una de las piezas de mayor volumen (Ver figura 3 y 4, imágenes y dibujo de Antrieswelle).

Para poder determinar el factor más representativo de tiempo es importante conocer el proceso actual del ajuste, por lo que a continuación se muestra la instrucción de ajuste de torneado.

3.4 Instrucción de ajuste de tornoATM 20´S Guss & Roch

1.- Retirar las herramientas del 1er y 2do sistema (según sea el caso), pinza y bujes, revisar el estado de la tornillería para cambiarlos en caso de ser necesario y limpiar el porta pinza y la parte interna de los bujes.

2.- Llevar el herramental al almacén para recibir las nuevas herramientas y dibujo de la pieza a fabricar.

3.- Revisar si el programa de la pieza a fabricar se encuentra en la máquina programada, en caso contrario cargarlo.

4.- Realizar colocación de herramientas conforme al dibujo entregado.

5.- Colocar la boquilla y bujes conforme al diámetro de la materia prima (dichos bujes deben tener una holgura máxima con el material de 0.25mm por lado)

6.- Colocar barra e introducirla en el torno para verificar que la presión de la pinza sea la correcta y que los sensores de abrir y cerrar pinza se encuentren en su posición ideal.

7.- Carrear la barra del material hasta que su superficie frontal esté libre de deformaciones. Correr el programa hasta la línea en la que tope de la posición de longitud total de la pieza, presionar reset y sacar el tope para proceder a la colocación de origen de los ejes (settings)X, Y, Z, X1 y Z1 de las herramientas.

8.- Correr el programa sin material para verificar que sean correctos los giros del husillo con respecto al corte de las herramientas (sean derechas o izquierdas).

9.- Fabricar una pieza para realizar la medición de las dimensiones y de ser necesario ajustar medidas.

10.- Una vez que las dimensiones sean conforme a lo especificado en el dibujo, se procede a fabricar 33 piezas para posteriormente registrarlas en el programa supercep y verificar que cumpla con las especificaciones de habilidad y capacidad para validar el proceso, en caso contrario se debe analizar la causa y hacer la corrección para validar el proceso y enviar la piezas al departamento de calidad para la liberación del ajuste.

11.- Introducir parámetros de diámetro y longitud (long. de pza. mas ancho de buril de corte) en el panel del alimentador de barras.

12.- Verificar el cambio de barra con el cargador en modo automático para garantizar que el proceso de ajuste está completo,

13.- Verificar niveles de aceite en torno y alimentador, así como que el estado de la tornillería del alimentador para garantizar su correcto funcionamiento.

3.5 Control estadístico del proceso.[5]

Una de las herramientas actuales para mantener el control y calidad del proceso, y asegurar que todas las piezas se encuentran dentro de tolerancias es conocida como control estadístico del proceso.

En la empresa se utiliza el software Super Cep (ver fig. 6), en el cual se ingresan los valores críticos de medición de la pieza, los cuales se especifican en el plano de la misma, desde el diseño estas mediciones criticas se van capturando por medio de un cable conector que se coloca en el instrumento, ya sean calibradores, micrómetros, rugosímetros, etc.

Estas mediciones se registran una en cada celda de la plataforma del programa y éste se encarga de calcular y generar una grafica sobre la capacidad del proceso.

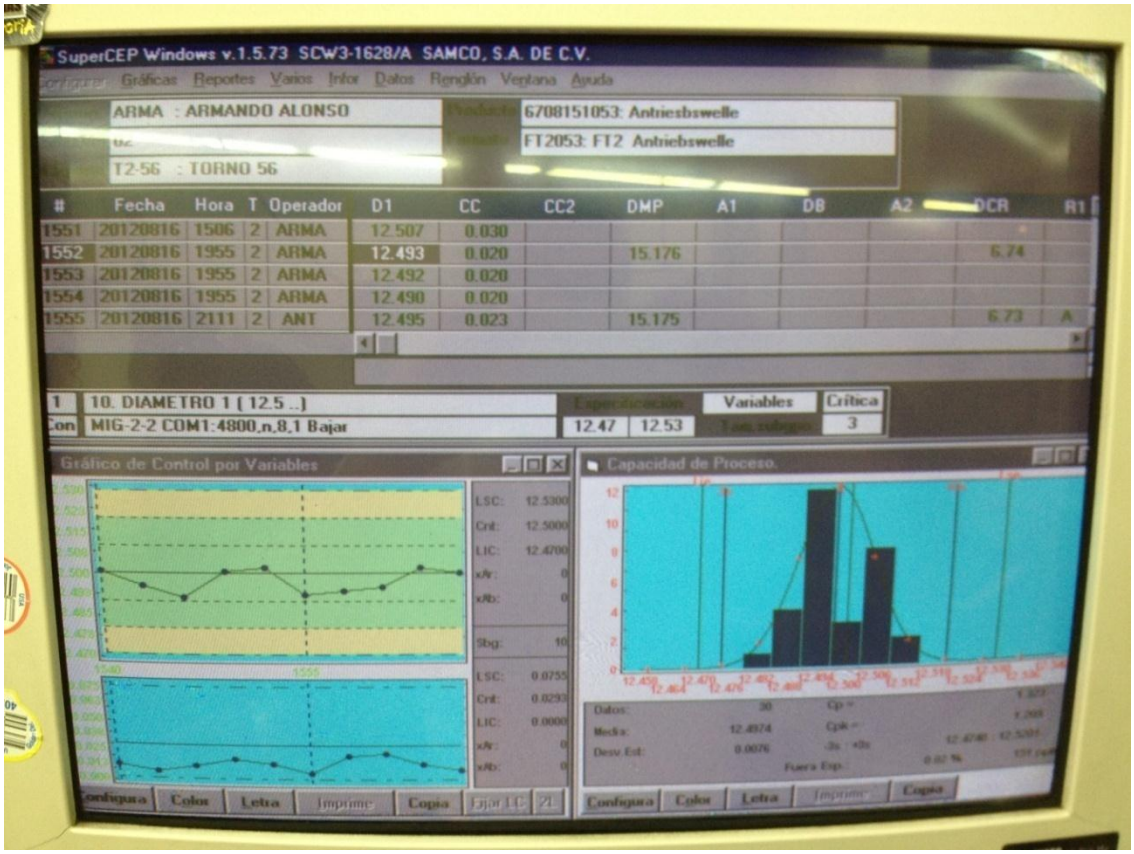


Figura 8. Programa Super Cep

[5]En su libro Administración de la Calidad Total para Ingenieros, Mohamed Zairi hace referencia a Walter Shewart, quien fue el primero en implementar el Control estadístico del proceso.

3.6 Definición de la pieza base y condición general.

En el área de tornos CNC con cabezal fijo se fabrican más de 80 productos que van desde bujes, flechas, válvulas, etc., en materiales como son latón, aceros suaves, aceros inoxidables, plásticos, aluminio y aceros con dureza de 60-65 HRc.

La producción de estas piezas es intermitente y se realiza por lotes, por lo tanto el análisis del ajuste máquina involucra la limpieza de la misma para poder realizar el siguiente ajuste.

Parte: Antrieswelle (Ver figuras 7 y 8)
No de Parte: 67 0815-1053
Producción promedio mensual: 16,000 piezas que su incremento o disminución dependerá de la demanda del cliente.

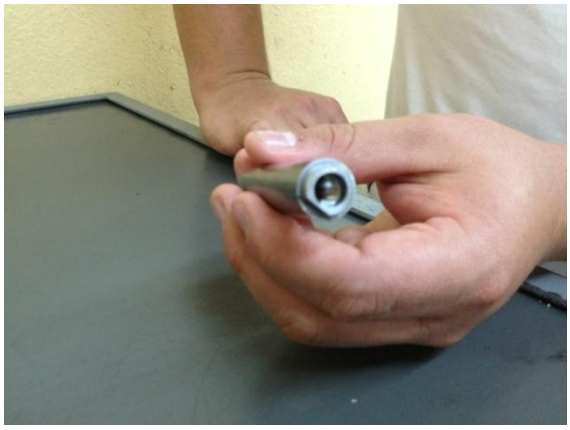
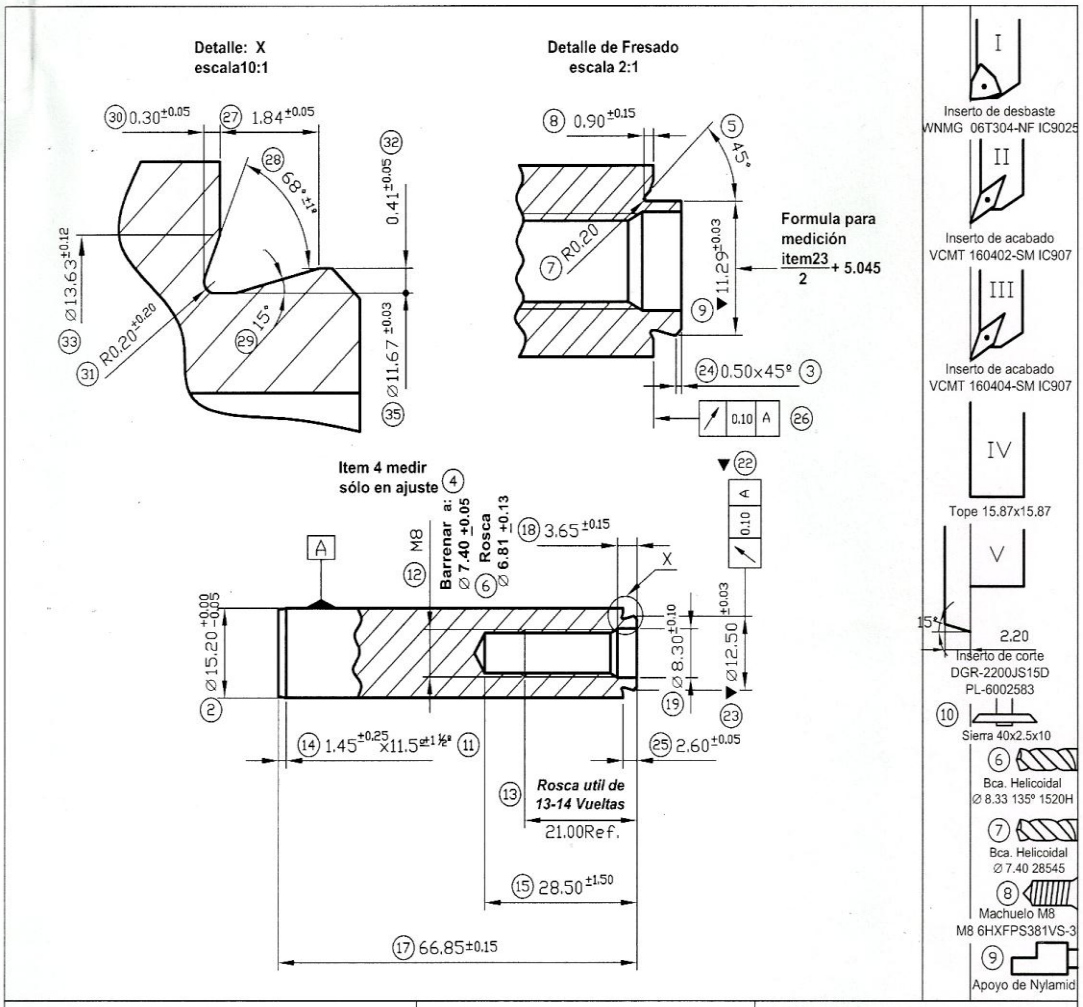


Figura 9, Imágenes de pieza Antrieswelle



TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS: ± 0.10			TOLERANCIAS ANGULARES: ± 1°		NIVEL DIBUJO DE CLIENTE: 1
INSTRUCCION DE PROCESO			**ITEM**	**INSTRUCCION DE MEDICION**	
- SOPLETEAR LAS PIEZAS EN LA ROSCA ANTES			▼ 23 9	MICROMETRO DE EXTERIORES	
DE DEPOSITAR LAS PIEZAS EN EL			▼ 22 - 26	ITEM 22 IND. VERTICAL Y APOYO EN V ITEM 26 TORNO P. Y RELOJ IND.	
CONTENEDOR AZUL			17 19 4 6	CALIBRADOR. ITEM 6 GAUGE PASA NO PASA 07-DB-6.81	
			25	INDICADOR VERTICAL Y BASE 07-BP-15.20	
- COLOCAR LA PIEZA CON LA ROSCA HACIA EL			2	MICROMETRO DE EXTERIORES	
PLASTICO DEL CONTENEDOR AZUL			3 24 11 14 27 33 35	COMPARADOR OPTICO	
			8 18 15	COMPARADOR OPTICO PARTIR PZA. MEDIR SOLO EN AJUSTE	
- AJUSTAR EL TOPE LO MAS CERCANO POSIBLE			30 29 28 32	COMPARADOR OPTICO PARTIR PZA. MEDIR SOLO EN AJUSTE	
A LA PLACA SUJETADORA DEL PORTA			5 7 31	ITEM 5 Y 7 MEDIR SIERRA E ITEM 31 MEDIR INSERTO No. 2	
HERRAMIENTAS			12 13	GAUGE PASA NO PASA M8	
9	HERRAMIENTA 7 E ITEM 4 ERA: Ø7.45 Y BURIL V ERA: PL-GMM2020RMT15D	17/01/12	ESCALA: 1:1	ACOT.: mm	SAMCO S.A DE C.V.
8	SE AGREGA INSTRUCCION DE PROCESO PARA EL AJUSTE	16/03/11	REVISO:	FECHA: 17/04/2008	PARTE: ANTRIEBSWELLE
7	MEDICION DE ITEM 25 ERA: BASE DE APOYO EN V y APOYO DE NYLAMID ERA CONTRAPUNTO	24/05/10	APROBO:	FECHA: 17/04/2008	CODIGO: 67 0815-1053
NIVEL	DESCRIPCION DEL CAMBIO	FECHA:	APRO.	MATERIAL: ACERO 16MnCrPb5/Ø 15.20	CLIENTE: BOCAR, S.A. DE C.V.

ISO 9001: 2008 FOR-GPR-07-06-2

Figura 10. Dibujo de pieza Antrieswelle

3.7 Herramientas utilizadas en la fabricación.

Para dimensionar la pieza es necesario partir una en el ajuste y medir las profundidades de los barrenados, cuenta con veinte dimensiones a capturar en el sistema supercep.

Para la fabricación de esta pieza se requiere: un tope, tres buriles de torneado, un buril de corte, dos brocas helicoidales, un machuelo, un apoyo para sostener la pieza en el corte y una sierra para fresado transversal.

En la siguiente imagen se muestran las herramientas utilizadas en el proceso de maquinado de la pieza (Ver figura 9).

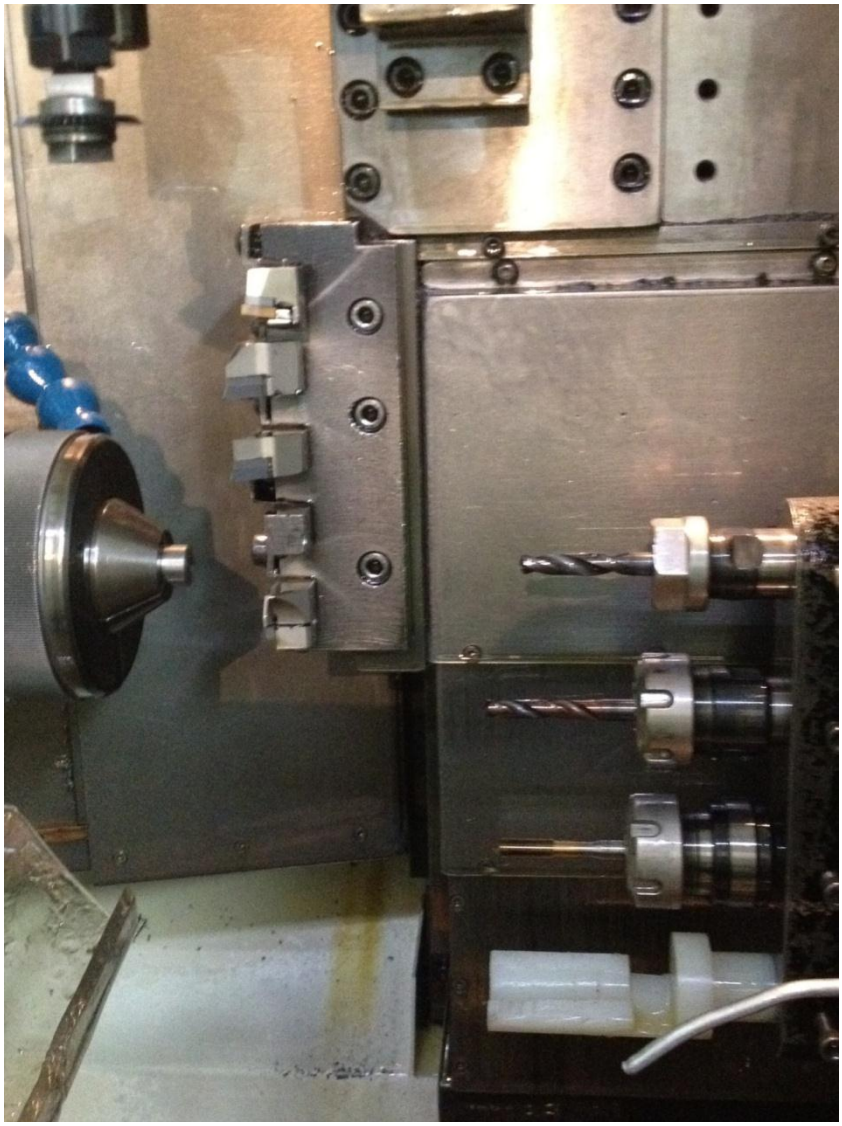


Figura 11. Distribución de herramientas en máquina

3.8 Tiempos efectuados en el ajuste.

A continuación se muestran los tiempos efectuados en el ajuste de máquina para la pieza **Antrieswelle**, cuya producción mensual es de 16,000 piezas (ver tabla 1).

Tabla 1. Tiempos efectuados en ajuste de máquina

No.	Actividad	Tiempo (min)
1	Retirar herramientas en Sistemas 1 y 2	12
2	Retirar boquilla	2
3	Retirar bujes	7
4	Revisión de tortillería	3
5	Limpieza de pinza bujes y cambio de los mismos	30
6	Llevar herramienta al almacén	3
7	Pedir herramienta, dibujo y pinza para el nuevo ajuste	30
8	Regreso con herramienta	3
9	Revisión de programa en la maquina	5
10	Colocación de herramienta conforme a plano	12
11	Colocar barra	15
12	Revisión de sensores	2
13	Carear barra y centrar	17
14	Colocar Settings	17
15	Verificar giros de maquina	5
16	Fabricación de 1 pza.	2
17	Ajuste de dimensiones	20
18	Fabricación de 33 piezas	45
19	Capturar dimensiones de las piezas en programa SuperCep	40
20	Envío de piezas a calidad	2
21	Liberación de ajuste para iniciar fabricación	60
Total		**5.53 horas**

3.9Tiempos productivos e improductivos.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de las causas raíz de los tiempos improductivos.

Tabla 2 Análisis de tiempos

No.	Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo muerto	Causas	Tiempo real
1	Retirar las herramientas del 1er y 2do sistema.	12	3	No se tenía cerca la herramienta	15
2	Retirar pinza	2	0		2
3	Retirar bujes	7	0		7
4	Revisar la tornillería	3	0		3
5	Limpieza de Pinza bujes, y cambio de los mismos.	28	2		30
6	Llevar el herramental al almacén.	3	0		3
7	Pedir herramientas, dibujo y pinza para el nuevo ajuste.	5	25	No se tenía herramienta preparada	30
8	Regreso con herramienta.	3	0		3
9	Revisión de programa en maquina.	3	2	Se requieren algunas modificaciones al programa.	5
10	Colocación de herramientas	9	3	No se tiene cerca la herramienta.	12

	conforme al dibujo entregado.				
11	Colocar barra	15	0		15
12	Revisión de sensores	2	0		2
13	Carear barra y centrar	17	0		17
14	Colocar settings	17	0		17
15	Verificar giros de maquina	5	0		5
16	Fabricar una pieza	1	0	No hay tiempos muertos siempre cuando no existan errores.	2
17	Ajuste de dimensiones	15	5	Instrumentos siendo utilizados por otros operadores.	20
18	Fabricar 33 piezas	45	0	Se debe detener la producción cada cierto tiempo para retirar rebabas.	45
19	Capturar dimensiones de piezas en programa supercep	30	10	En algunas ocasiones no se tienen los instrumentos a la mano. Es necesario ir a metrología.	40
20	Envío de piezas a calidad.	2	0		2
21	Liberación de ajuste de fabricación	60	0	Tiempos elevados debido a que se requieren varias liberaciones de ajuste a la vez.	60

3.10Análisis

Analizando la información obtenida de los tiempos de ajuste, mediante un diagrama de causa efecto (Ver figura 10) se encontraron tres causas principales en el incremento de los tiempos muertos.

- Los buriles presentan la problemática de que deben ser colocados a la misma altura fuera del bloque de portaherramientas para establecer los valores de centros, esto se debe realizar en cada cambio de herramental debido a que no se tienen registrados los valores en el eje X.

Caso contrario de las brocas, en las que los centros por diseño de máquina corresponden siempre con el centro de la pieza a maquinar.

- Cuando se tienen cambios de herramienta por sentido de corte izquierdo o derecho se deben centrar las herramientas en el eje Y.

- Se observan elevados tiempos improductivos en la entrega de materiales.

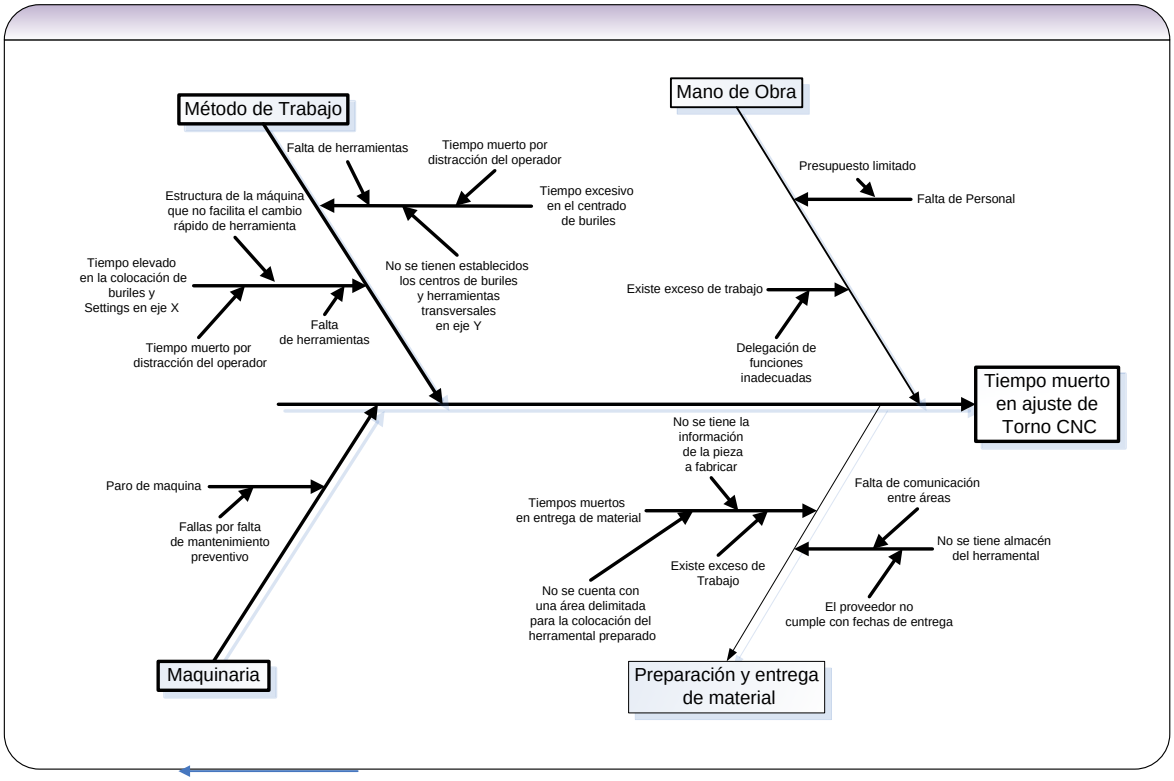


Figura 12. Diagrama causa-efecto de ajuste de torno CNC

CAPÍTULO IV
APLICACIÓN

4.1 Propuesta de mejora

Como resultado de las causas raíz de los tiempos improductivos se tienen tres factores de oportunidad a mejorar.

Tabla 3. Propuesta de actividades

Actividad	Causa Actual	Efecto	Propuesta
Preparación y entrega de herramental	No se anticipa la preparación del herramental a la entrega del mismo.	Tiempo muerto 10 a 60min	Contar con un contenedor donde se puedan colocar las herramientas que están por iniciar producción
Centrar buriles en eje Y	Cuando se tienen cambios de herramienta por sentido de corte izquierdo o derecho se deben centrar las herramientas	Tiempo muerto de 10 a 20 min	Generar las hojas de ajuste de centros en eje Y para buriles izquierdos y derechos
Centrar buriles en el eje X	No se tienen registrados los valores en el eje X y en cada cambio de herramental se colocan los valores de estos centros	Tiempo muerto de 15 a 30 min	Crear el diseño de un placa de metal que se funcione como tope y ayude a mantener la dimensión de centrado en el eje X

4.2 Preparación de herramental

Se observó en el área de métodos que algunas veces no se previene la preparación de herramental, debido a que no cuenta con un área que facilite el almacenamiento de las herramientas para las diferentes órdenes de producción.Actualmente cuentan con una mesa que está limitada en su dimensión para preparación de dos o tres órdenes.

Se recomienda adquirir un mueble con cajones, donde se puedan almacenar los paquetes de herramienta por orden de producción y así evitar los tiempos muertos en ajuste por espera de herramental

4.3 Requerimientos o restricciones de diseño

La colocación de las longitudes de portaherramientas en el eje X depende de la posición al momento de la colocación, actualmente la manera de colocarlas se realiza simplemente al cálculo del ajustador sin tener una distancia establecida.Teniendo la necesidad de colocar en el eje X el origen de trabajo (setting) para cada una de las herramientas, existiendo una variación muy visible entre ellas.

Analizando el diagrama causa-efecto y las conclusiones a las que se llego con la lluvia de ideas se determino la necesidad de diseñar y manufacturar una placa tope a escuadra. A continuación se especifican algunas restricciones y requerimientos de diseño.

Tabla 4 Restricciones de diseño

Restricción	Como lograrlo
Fácil de instalar	Diseño sencillo y placas delgadas.
Barato	Costos de manufactura reducidos al incluir pocos procesos en su desarrollo.
Ligero, peso similar al de una herramienta común.	Escoger un material estándar para herramientas comunes, utilizar la menor cantidad de material en el diseño.
Buen acabado	Incluir un proceso de rectificado.
Resistente al desgaste y torcimiento	Seleccionar un material que tenga buenas propiedades de resistencia y dureza.
Larga duración	Seleccionar un material que asegure la duración de la pieza, vigilar el proceso de manufactura.
Buena maniobrabilidad	Realizar un diseño ergonómico y ligero con la menor cantidad de material posible.
Resistente a la corrosión	Aplicar químicos especiales.

Para mantener la misma distancia entre las herramientas,se tomaron dimensiones, se diseño la placa tope a escuadra utilizando el software CATIA V5 R20 y se manufacturó con dos placas rectificadas de 25.4x4.76mm de acero plata por ser el material que presentaba la mayoría de las propiedades requeridas por diseño. Esta placa incluye en la parte superior dos fresados para sujetar a la base del portaherramientas por medio de tornillos.

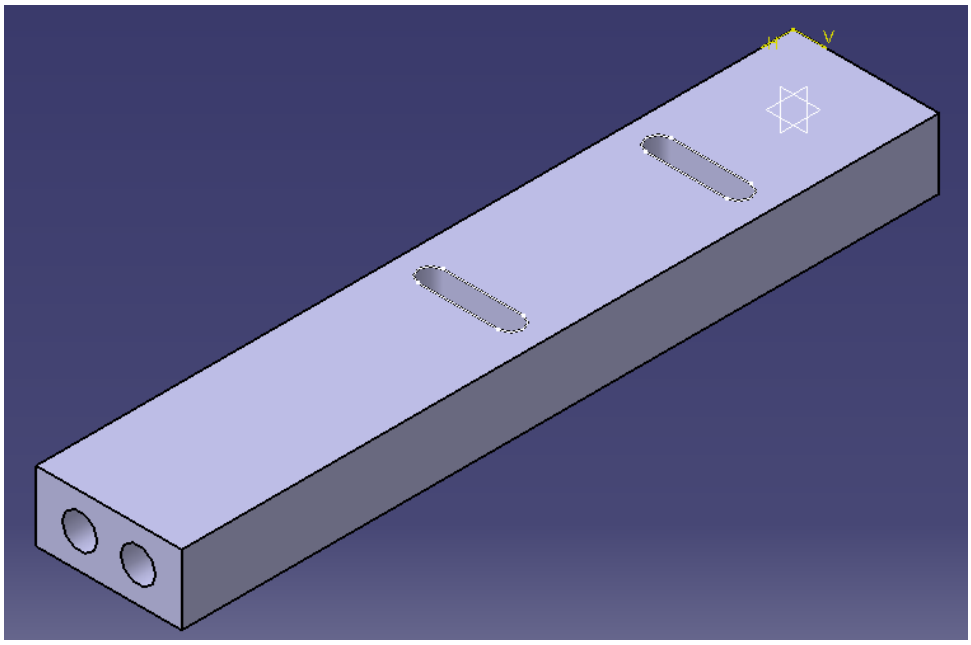


Fig.13 Placa tope superior

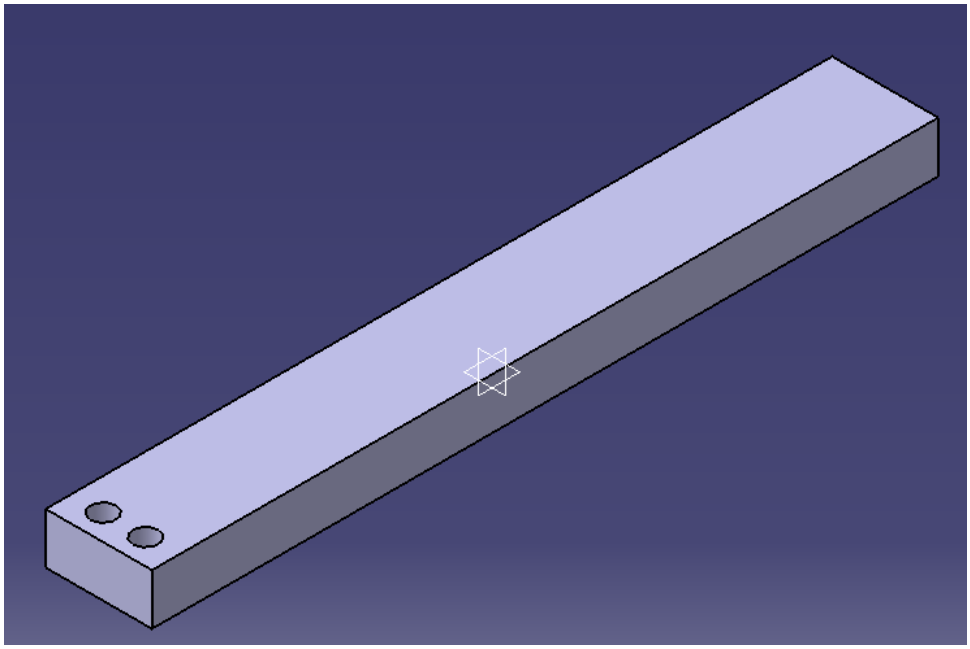


Fig.14 Placa tope lateral

Fig.15 Tornillos para ensamble entre placas tope

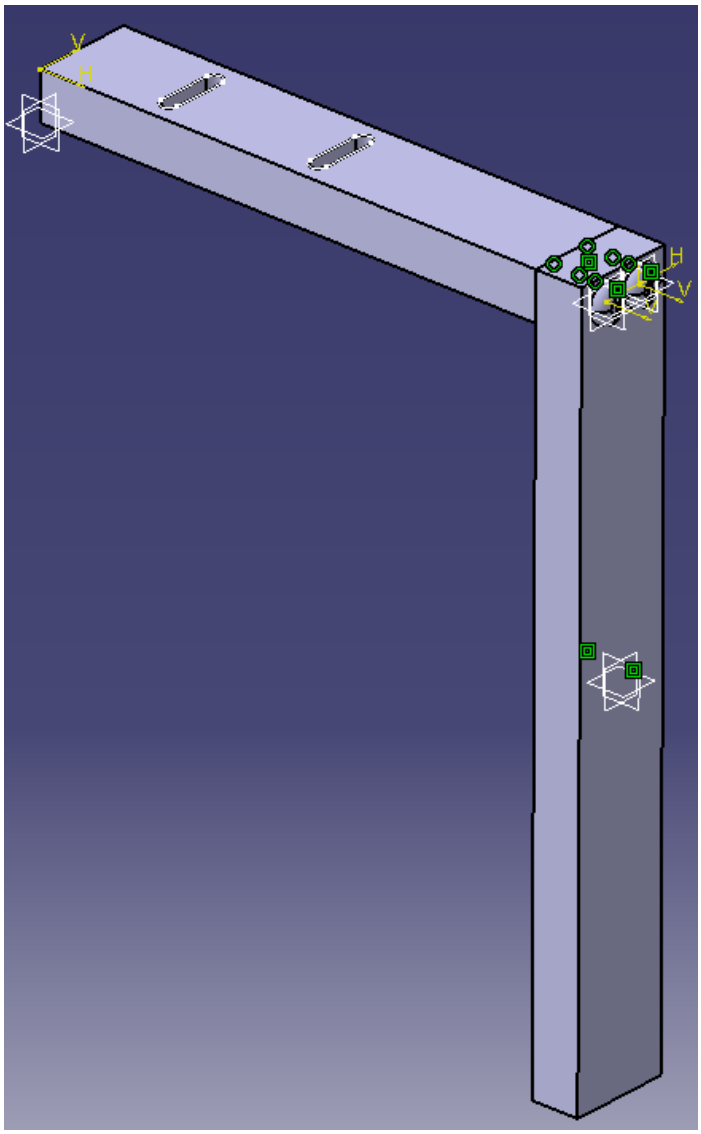


Fig. 16 Ensamble placa tope

Después esta placa tope es colocada sobre la base para portaherramientas que tiene la posición específica a la que deben quedar las herramientas y así se tendrá el mismo valor longitudinal para todas las herramientas. (Ver fig. 15)

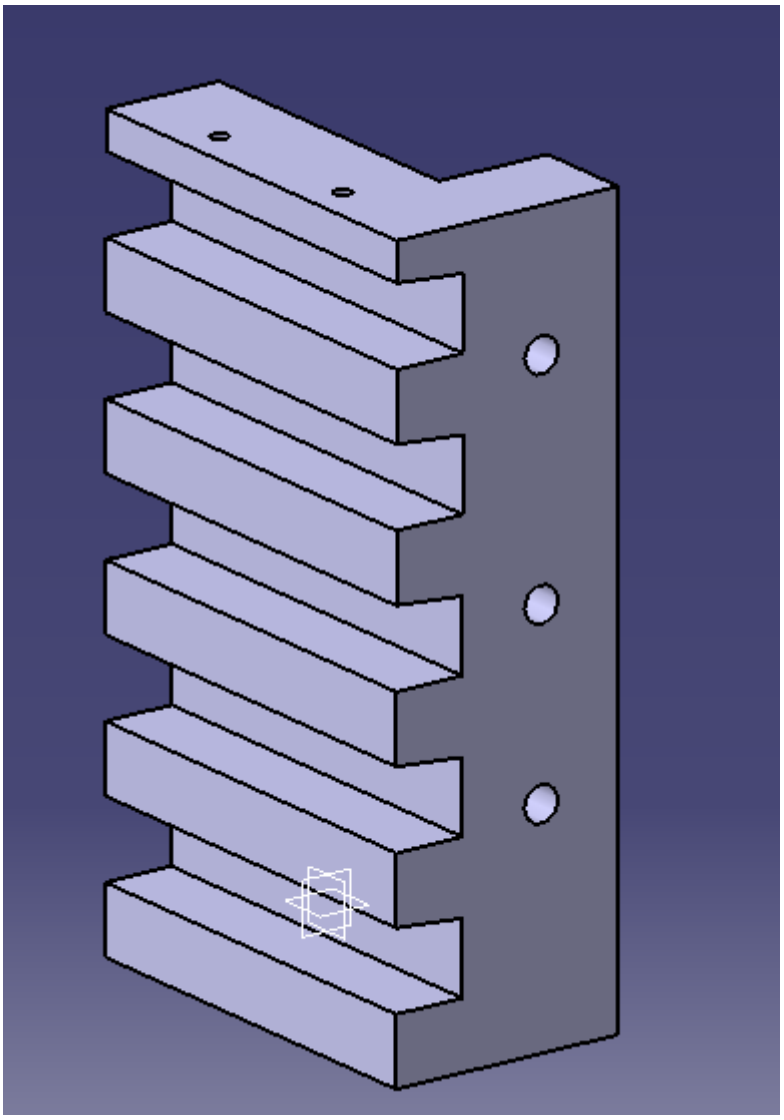


Fig. 17 Porta herramientas

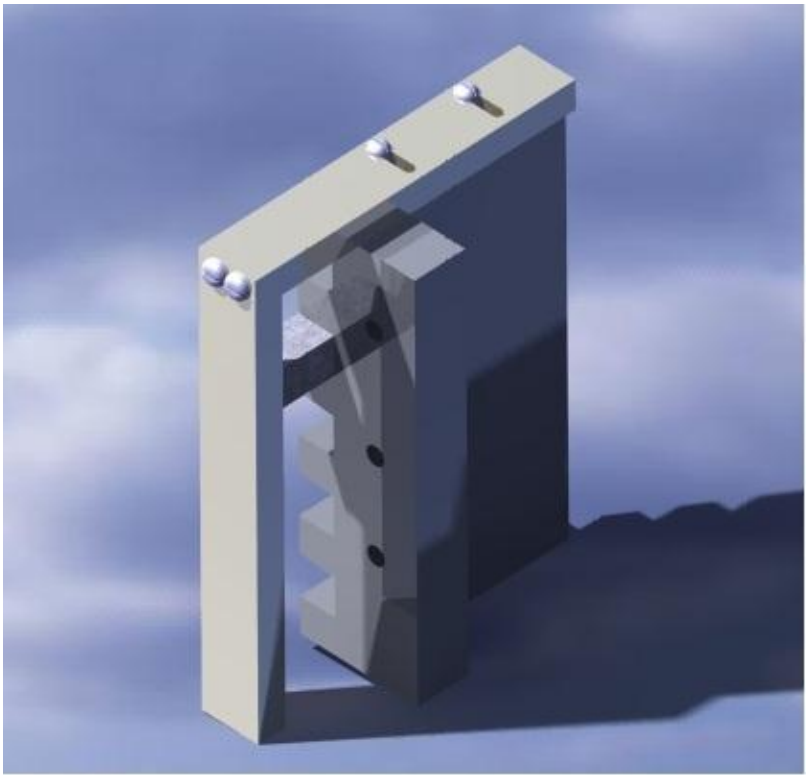


Figura 18. Ensamble de placa tope a base de portaherramientas

Figura 19. Placa tope para porta herramientas

Este procedimiento de colocación de la placa funciona como tope para mantener la dimensión de centrado en el eje X de todas las herramientas, obteniendo la reducción tiempo empleado en la colocación de centrado de cinco herramientas a sólo una, por lo que, la disminución de tiempo es muy significativa.

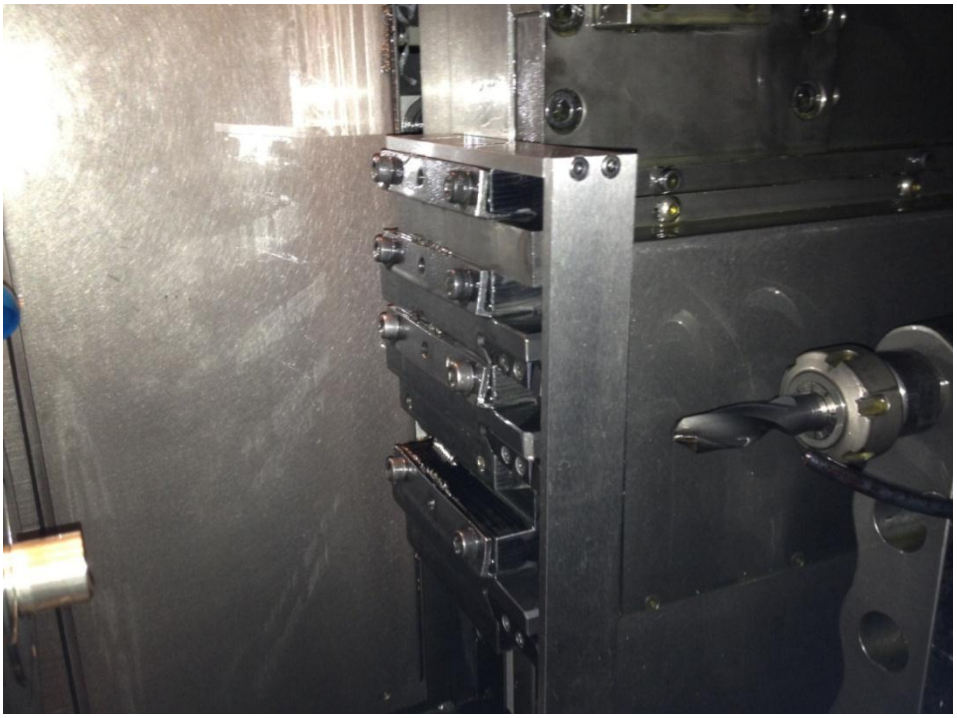


Figura 20. Placa tope para eje X instalada

4.4Centros de herramientas en el eje Y.

Se centraron manualmente las herramientas en el eje Y para buriles con corte izquierdo y derecho y se diseño una hoja para documentar los valores obtenidos en ambos tipos de buriles, reduciendo el tiempo de centrado ya que para cambios de ajuste no se requerirá centrar, sólo se consultarán los valores establecidos en éste documento (Ver tablas 4 y 5).

Tabla 5. Centros para buriles izquierdos

CENTROS DE HERRAMIENTAS EN EJE "Y" PARA MAQUINA ATM-20S T2-56		
PARTE: N/A	CLIENTE: N/A.	
No. PARTE: N/A	NIVEL CLIENTE: N/A	NIVEL SAMCO: 1

HERRAMIENTA No. 10	HERRAMIENTA No. 11
———	

Nota: Estos valores aplican para todo tipo de buriles derechos en el eje "Y"

HERRAMIENTA No. 1
X= Y=-106.600 Z=
HERRAMIENTA No. 2
X= Y=-75.600 Z=
HERRAMIENTA No. 3
X= Y=-44.600 Z=
HERRAMIENTA No. 4
X= Y=-13.600 Z=
HERRAMIENTA No. 5
X= Y=+17.400 Z=

HERRAMIENTA No. 6
X1=-275.770 Z1=
HERRAMIENTA No. 7
X1=-165.770 Z1=
HERRAMIENTA No. 8
X1=-55.770 Z1=
HERRAMIENTA No. 9
X1=+54.230 Z1=

Tabla 6. Centros para buriles derechos

CENTROS DE HERRAMIENTAS EN EJE "Y" PARA MAQUINA ATM-20S T2-56		
PARTE: N/A	CLIENTE: N/A.	
No. PARTE: N/A	NIVEL CLIENTE: N/A	NIVEL SAMCO: 1

HERRAMIENTA No. 10	HERRAMIENTA No. 11
———	

Nota: Estos valores aplican para todo tipo de buriles izquierdos en el eje "Y"

HERRAMIENTA No. 1
X= Y=-90.600 Z=
HERRAMIENTA No. 2
X= Y=-59.600 Z=
HERRAMIENTA No. 3
X= Y=-28.600 Z=
HERRAMIENTA No. 4
X= Y=-2.400 Z=
HERRAMIENTA No. 5
X= Y=+28.600 Z=

HERRAMIENTA No. 6
X1=-275.770 Z1=
HERRAMIENTA No. 7
X1=-165.770 Z1=
HERRAMIENTA No. 8
X1=-55.770 Z1=
HERRAMIENTA No. 9
X1=+54.230 Z1=

4.5 Aplicación

Tiempos efectuados en el ajuste con mejoras implementadas.

Tabla 7. Tiempos obtenidos aplicando la propuesta

No.	Actividad	Tiempo (min)
1	Retirar herramientas en sistemas 1 y 2	12
2	Retirar boquilla	2
3	Retirar bujes	7
4	Revisión de tortillería	3
5	Limpieza de pinza bujes y cambio de los mismos	30
6	Llevar herramienta al almacén	3
7	Pedir herramienta, dibujo y pinza para el nuevo ajuste	3
8	Regreso con herramienta	3
9	Revisión de programa en la maquina	5
10	Colocación de herramienta conforme a plano	12
11	Colocar barra	15
12	Revisión de sensores	2
13	Carear barra y centrar	2
14	Colocar settings	0
15	Verificar giros de maquina	5
16	Fabricación de 1 pza.	2
17	Ajuste de dimensiones	20
18	Fabricación de 33 piezas	45
19	Capturar dimensiones de las piezas en programa SuperCep	40
20	Envío de piezas a calidad	2
21	Liberación de ajuste para iniciar fabricación	60
Total		**4.55 horas**

Reducción del tiempo de ajuste y cambio de herramental: 59 minutos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la aplicación, se concluye que efectuando las recomendaciones, se obtuvo una disminución de 59 minutos en el proceso de ajuste, cumpliendo satisfactoriamente el objetivo de este proyecto.

Cabe mencionar que el análisis y mejora de tiempos ayudó a analizar la información obtenida para establecer los puntos de mejora y así agilizar los futuros cambios de herramientas.

Es importante resaltar que las limitaciones del diseño de la máquina influyen directamente en los tiempos efectuados en el ajuste, sin embargo, al analizar el proceso se determinaron puntos importantes para una reducción de tiempo y aprovechando los recursos existentes se lograron cambios sin inversiones elevadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Millán Gómez, Simón (2006). *Procedimientos de Mecanizado*. Madrid: Editorial Paraninfo. ISBN 84-9732-428-5.

- *Guía técnica*. Sandvik Coromant.

- Larburu Arrizabalaga, Nicolás (2004). *Máquinas. Prontuario. Técnicas máquinas herramientas.*. Madrid: Thomson Editores. ISBN 84-283-1968-5.

- Mohamed Zairi, MZ (1996). *Administración de la calidad total para ingenieros.* Panorama Editorial.

- Kaoru Ishikawa, KI (1994). *Introducción al control de calidad*. Diaz de Santos.

- Tetsuichi Asaka, TA (1988). *Manual de herramientas de calidad*. Madrid: Japanese Standards Association.

Referencias de internet

- www.tornosch
- www.DMG.com

ANEXOS

Anexo 1

Antecedentes generales de la empresa

SAMCO, S.A. DE C.V. se dedica a la fabricación de piezas torneadas y maquinadas de alta precisión para la industria electrodoméstica, electromecánica y automotriz entre otras.

Datos generales

Nombre: SAMCO, S.A. DE C.V.

Domicilio: Avena No. 218 Col. Granjas México
C.P. 08400 México D.F.

Director General:Ing. RolandBirkleG.

Teléfonos: 56 50 50 21 y 56 50 49 63
Fax: 56 50 78 42

Política de calidad

Satisfacer las expectativas de nuestros clientes en cuanto a calidad, precio y entrega oportuna de nuestros productos, mediante el cumplimiento eficaz del sistema de gestión de calidad de conformidad con la norma ISO 9001:2000 y con el compromiso de la mejora continua, a través de la participación creativa de todo el personal en un marco de cordial armonía.

Historia de la empresa

En el año de 1982 SAMCO inicia sus operaciones fabricando piezas torneadas para la industria relojera y fabricantes de armazones para lentes.

En el año de 1984 el ser un proveedor confiable para el cliente VistarMoulinex les permite un crecimiento considerable, basado en la satisfacción de sus necesidades en cuanto a productos de alta calidad y en el momento oportuno.

En 1987 incrementa el mercado hacia la industria automotriz mediante la incursión de clientes como Bocar, Atsugi Mexicana (Ahora Unisia Mexicana) y Cables Automotrices.

De acuerdo a las exigencias de la rama automotriz, se incorpora el departamento de control de calidad, se adquiere el sistema súper cep, el cual apoya a llevar un control estadístico del proceso, garantizando así la calidad de los productos.
En 1993 inicia la fabricación de partes maquinadas que sustituyen importaciones para el cliente: PHOENIX-INTERNACIONAL (MarsElectronics International de México y Triquest) de la industria electromecánica.

En 1996 inicia la fabricación de flechas de mando para el mecanismo de elevador de cristales para los clientes Robert Bosch, (PlasticTec y TomcoPlastic, Ahora ITW Tomco) y CW Tool&Mold CO., INC. (Ahora ATS Precision).

Se realiza la primera exportación a Alemania para el cliente FTE Automotive, así mismo se inicia la integración de partes del sistema de frenos a través de FTE Mexicana para el proyecto A4 de Volkswagen en México.

En 1997 se realiza un proyecto con el cliente DIPESA. (Grupo Clarión) fabricando piezas del ramo de micro-maquinados para sus mecanismos de toca cassettes, ampliando la infraestructura de la empresa con una nave.

En 1999 se adquiere el compromiso firme de certificar el sistema de calidad basado en la norma ISO-9002-1994 para así, satisfacer todas las expectativas de nuestros clientes.

En el 2000 se desarrolla un nuevo proyecto para el cliente DIPESA en su nuevo mecanismo de CD ampliando la infraestructura con otra nave.

En el 2001 se desarrolla un nuevo proyecto con HEWLETT PACKARD fabricando piezas para sus mecanismos de la impresora.

En el 2002 SAMCO, S.A. de C.V. actualiza y mejora su sistema de gestión de calidad con base en la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 con el fin de obtener resultados a corto plazo como la certificación y mejora continua en los procesos y productos logrando así satisfacer las necesidades de las áreas de interés.

En el 2003 se desarrolla un nuevo proyecto con SIEMENS VDO Automotive fabricando dos modelos de flechas.

En el 2004 se obtiene la certificación del SGC ISO 9000:2000 y se realiza la primera exportación a China para el cliente Sumida de México.

En el 2006 se inicia un proyecto con el cliente MEI Querétaro para la fabricación de pernos para componentes eléctricos.

En el 2007 se desarrolla un proyecto para la compañía BehrThermot-Tronik quien realiza sensores para la industria automotriz.

En el 2008 se adquieren dos tornos CNC para incursionar en nuevos mercados y en la actualidad se cuenta con nueve tornos CNC de cabezal fijo y tres tornos con cabezal móvil y contra husillo con los cuales se han abierto mercados de mayor competitividad.

Principalesclientes

AcmeLamusa S.A. de C.V.
Automation Tooling Systems.
Bocar S.A. de C.V.
Electrónica Clarion, S.A. de C.V.
Emz Hanauer GmbH & Co KgaA
FTE Automotive GMBH
Flextronics Internacional Latin América LTD
Natsteel Electronic Systems S.A. de C.V.
Representaciones Albis S.A. de C.V.
MEI Querétaro S de R.L. de C.V.
Unisia Mexicana, S.A. de C.V.
Vistar S.A. de C.V.
Auma, S.A. de C.V.
Behr Thermot-Tronik GmbH & Co
Behr Prettel
ComercializadoraRoffi
Eldemex, S.A. de C.V.
Dolphin México S.A. de C.V.
FTE Mexicana S.A. de C.V.
ITW Tomco.
Plastic Tec. S.A. de C.V.
RSP de México, S.A. de C.V.
Triquest S.A. de C.V.
SIEMENS VDO AutomotiveCorp.
Robert Bosch Automotive Corp.
Robert Bosch Tool
Tijeras Barrilito, S.A. de C.V.
GW Plastics
Indústria Ripani
High P, S de R.L. de C.V.

Anexo 2

Áreas de producción

Almacén de materia prima: Este departamento se encarga del recibo de la materia prima, herramentales, dispositivos y piezas que fueron enviadas a algún tratamiento externo, ya sea recubrimiento, tratamiento térmico, pintado, etc., así como de proveer la materia prima a las áreas correspondientes.

Tornos 1 y 2: En esta área se cuenta con tornos automáticos de levas, este proceso es fundamental para la empresa, ya que es aquí donde se realiza la primer operación o bien el producto terminado, dependiendo de la complejidad de la pieza a maquinar.

Tornos CNC: En esta área se tienen tornos CNC y con este tipo de maquinaria se realizan piezas de mayor complejidad, ya que, por sus características de mayor número de herramientas y de mayor precisión, no es necesario que pasen a una segunda operación teniendo con esto la oportunidad de incursionar en nuevos mercados.

Segundas operaciones: Como su nombre lo indica es aquí donde se realizan las operaciones subsecuentes al torneado como el barrenado, fresado, rectificado, moleteado y troquelado.

Lavado: Aquí se realiza la limpieza de las piezas, separación de la rebaba, reciclaje de aceite, tamboreo y lubricación de las piezas para evitar su oxidación.

Mesa de control: Se encarga de pesar y registrar las piezas en el sistema para tener una trazabilidad y control sobre las cantidades fabricadas en cada proceso.

Inspección de calidad: Este departamento se encarga de realizar la inspección de materias primas y herramientas, la liberación de fabricación en cada orden de producción y en sus diferentes etapas de proceso para garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria y ajuste de la misma, la inspección en proceso e inspección final.

Selección 100%: Por control de la industria automotriz la inspección de algunas piezas debe estar garantizada en su totalidad en las dimensiones críticas.

Almacén de Producto terminado: Es aquí donde se realiza el empaque del producto terminado para enviar al cliente.

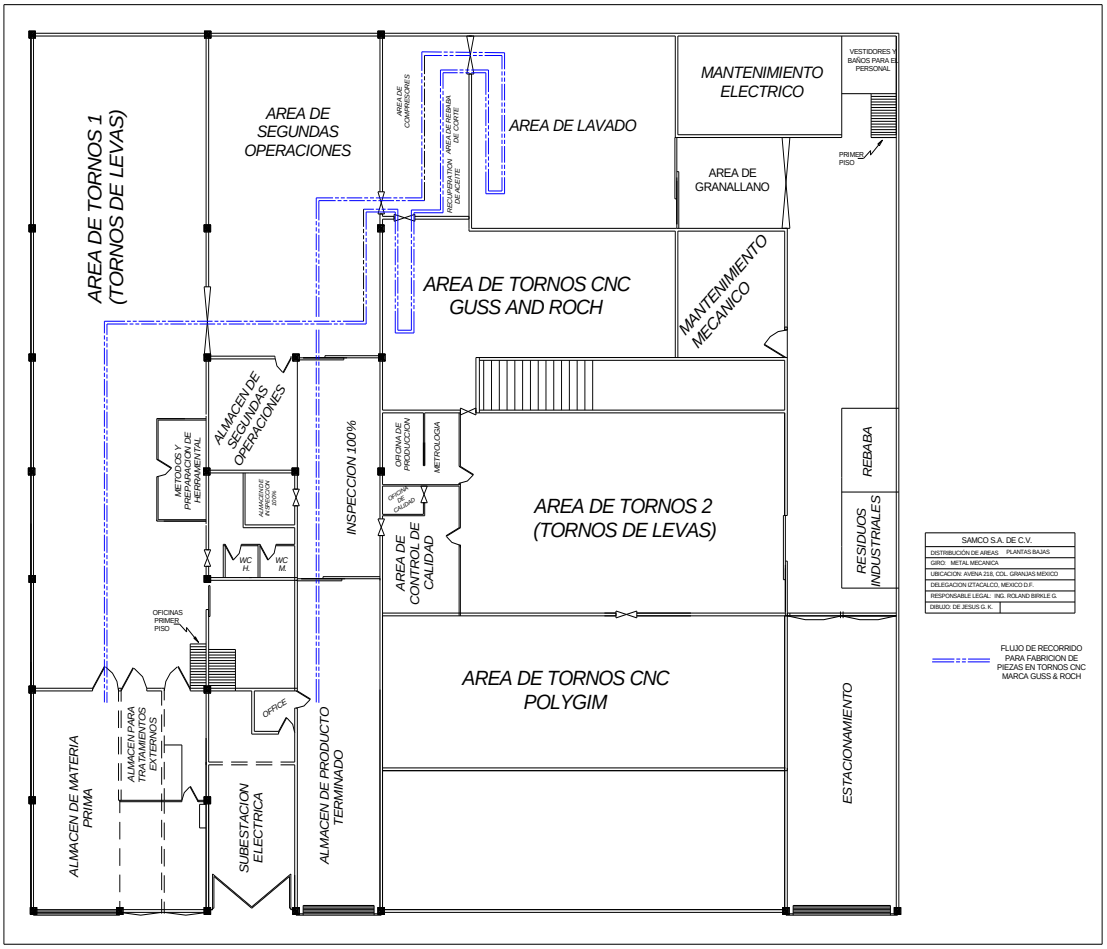


Figura 13. Distribución de áreas de producción

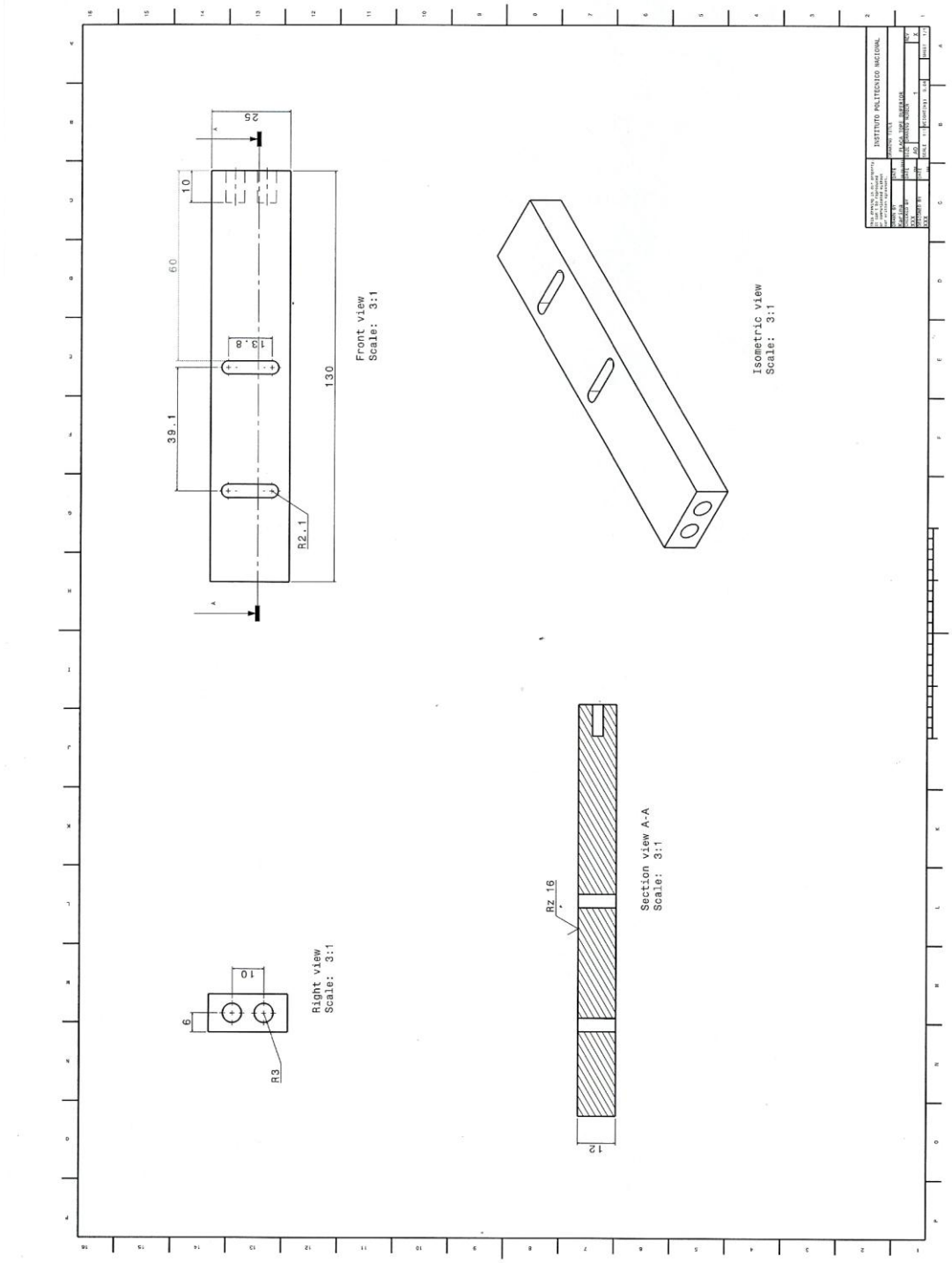


Figura 11. Dibujo de placa tope superior

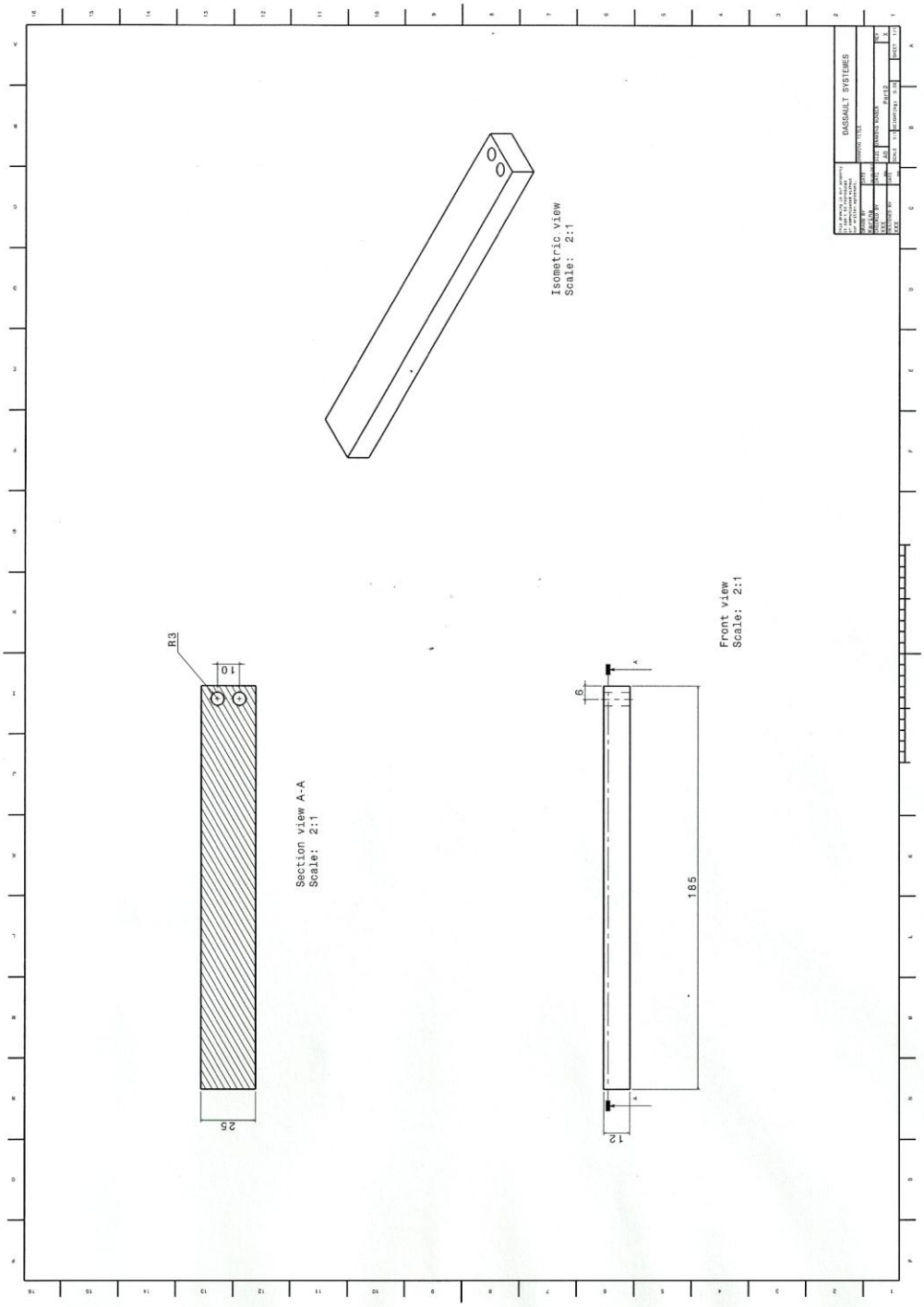


Figura 12. Dibujo de placa tope lateral

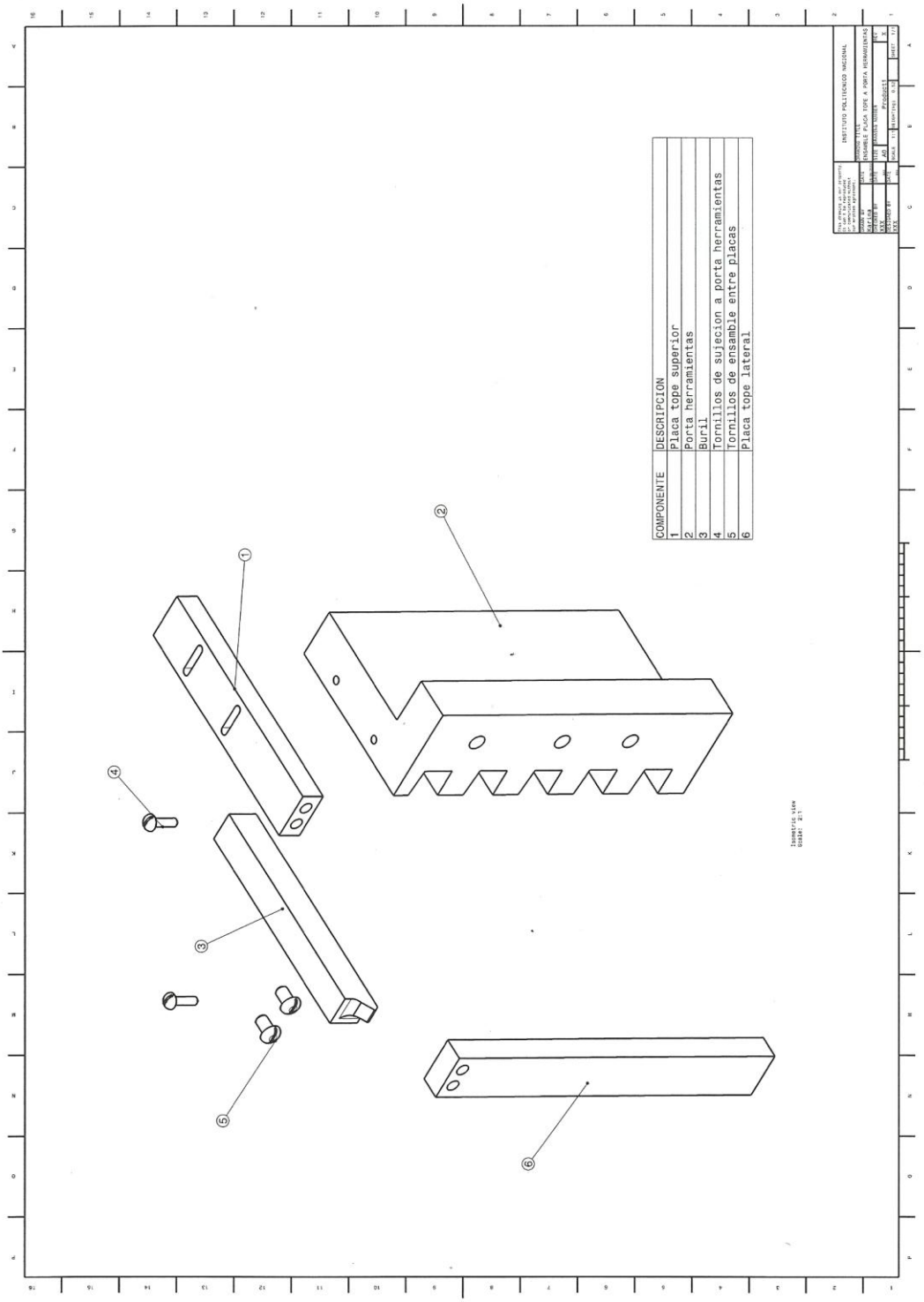


Figura 13. Dibujo de ensamble