

Título Diseño y fabricación de una máquina CNC de 4 ejes

Tipo de Producto Informe Técnico

Autores Vilar, Pablo Javier

Código del Proyecto y Título del Proyecto

A17S24 - Centro Mecanizado CNC 4EJES (Parte B – Manufactura y Construcción de los componentes motores)

Responsable del Proyecto

Vilar, Pablo Javier

Línea

Desarrollos Funcionales

Área Temática

Diseño

Fecha

Noviembre 2017

INSOD

Instituto de Ciencias Sociales y Disciplinas
Proyectuales

UADE 



Código
del
Proyecto

A17S24

INFORME TECNICO FINAL

**Centro Mecanizado CNC 4EJES (Parte B – Manufactura y
Construcción de los componentes motores)**

FADI - DEDIN – INSOD

Licenciatura en Diseño Industrial

Informe Final Actividad Científica y Tecnológica

EQUIPO DE TRABAJO

Responsable:

- Ing. Pablo Javier Vilar

Alumnos:

- Cristian Girardi
- Pablo Daniel Ruggeri Acción
- Lucas Acurso
- Fabrizio Colautti
- Julián Emanuel Bardón
- Fernando Ezequiel Lescano Núñez
- Mercedes Yunis Gómez

Docentes colaboradores:

- D.I. Juan Gill

Fundamentación y objetivos de la ACyT

Uno de los principales objetivos de los UADE Labs, y en particular del Laboratorio de Diseño Industrial e Interiores (L401), es acercar a los estudiantes, a través del uso de sus herramientas y equipos, a prácticas profesionales concretas. Mediante éstas los alumnos comienzan a comprender la escala de producción a nivel tecnológico y técnico, como a interiorizarse con los procesos de fabricación de productos. Los equipos con los que cuenta en el laboratorio permiten la realización de maquetas, modelos, moldes y prototipos muy útiles para la presentación de los proyectos. La investigación y el desarrollo de innovaciones tecnológicas in situ, permite sumar conocimientos sobre los procesos de diseño tanto productivos como tecnológicos que facilitan la integración de los alumnos en el mundo profesional. Este tipo de trabajos, desarrollan en el alumno la capacidad de innovación y un deseo para la generación de nuevas propuestas y tecnologías, que son sumamente positivas para su futuro profesional.

La versatilidad que provee un centro de Mecanizado, sería el salto tecnológico necesario para llevar a los Labs a un nivel de producción cercano al de centros educativos de alto nivel. Necesario para desarrollar prototipos y estudios de forma con un nivel de conclusión cercano al producto final.

El objetivo del proyecto es desarrollar y construir, mediante las tecnologías existentes en los UADE Labs, un centro de mecanizado CNC de 4 Ejes, que permita la fabricación de prototipos u objetos complejos mediante el desbaste o extracción de viruta de materiales.

La fundamentación es seguir expandiendo el conocimiento de los alumnos en los distintos tipos de procesos de producción, en este caso el trabajo de un centro de mecanizado y el control numérico. Formar un equipo de trabajo, capaz de replicar dicho proceso de diseño – construcción de una máquina a control numérico en cualquier otra de similar concepto (impresora 3d, corte laser, corte a hilo caliente, etc).

Descripción del proyecto

El requerimiento de diseño de la máquina es tener la capacidad de mecanizar formas complejas de gran tamaño como ser autos a escala 1:4. Por lo tanto, la manera de lograr esto es con un centro de mecanizado con capacidad de controlar 4 ejes, es decir tres de desplazamiento lineal y un cuarto de rotación de tal manera que la pieza pueda ir girando a medida que se va desbastando en 360°.

Por consiguiente, el diseño de la estructura nació en base al material en bruto a mecanizar, el cual fue considerado como un bloque de 500x500x1000 de madera o polifan. Adicionalmente la máquina tendrá la capacidad de mecanizar aluminio como router 3D y contará con la capacidad de usar el cuarto eje en piezas de menores dimensiones.

Si bien la configuración de la máquina está diseñada y pensada para operar con el cuarto eje, se proyecta también fabricar una mesa removible, para poder utilizarla como un router 3D de grandes capacidades de mecanizado.

La ventaja de la máquina con respecto al router existente en el Uade Labs es la capacidad de trabajo del eje Z de 300 mm, lo cual triplica la capacidad actual disponible. Dicho valor permitirá la fabricación de moldes de grandes dimensiones para moldes de termoformado, moldes para laminado de materiales compuestos, moldes para inyección de plásticos, piezas de grandes dimensiones, etc.

Por otro lado, debido al tipo de motorización elegida permitirá realizar los mismos trabajos pero con tiempos de mecanizado significativamente menores.

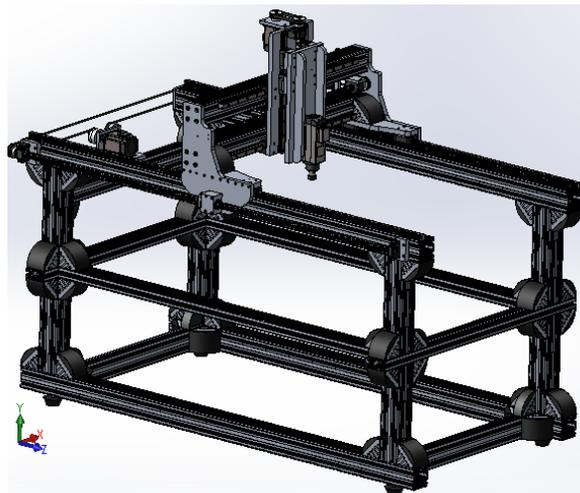


Fig. 1: Estructura de la máquina

Desarrollo del proyecto

Esta parte del proyecto se subdividió en las siguientes etapas.

- 1) Etapa 1 – Armado de la estructura
 - a) Adquisición de elementos restantes para el armado
 - b) Fabricación de las placas portantes de los motores
 - c) Nivelación y escuadrado de la estructura
 - d) Realización de documentación técnica de los procesos y modificaciones (planos)

- 2) Etapa 2 –Investigación, análisis, cálculo y adaptación de los componentes de guía lineal
 - a) Investigación de elementos existentes en el mercado
 - b) Análisis y elección de la tecnología a utilizar
 - c) Cálculo de las dimensiones adecuadas para el diseño de la máquina
 - d) Relevamiento en cad 3D para incorporación en el conjunto digital de la máquina
 - e) Realización de documentación técnica de los procesos y modificaciones (planos)

- 3) Etapa 3 –Investigación, análisis, cálculo y adaptación de los componentes de traslación lineal (tornillos de bolas recirculantes)
 - a) Análisis y elección de la tecnología a utilizar
 - b) Cálculo de las dimensiones adecuadas para el diseño de la máquina
 - c) Mecanismos de adaptación necesarios
 - d) Relevamiento en cad 3D para incorporación en el conjunto digital de la máquina
 - e) Realización de documentación técnica de los procesos y modificaciones (planos)

- 4) Etapa 4 –Investigación, análisis y cálculo de los motores de los movimientos principales
 - a) Análisis y elección de la tecnología a utilizar
 - b) Cálculo de las dimensiones y potencia adecuados para el diseño y uso de la máquina
 - c) Relevamiento en cad 3D para incorporación en el conjunto digital de la máquina
 - d) Diseño de elementos de vínculo a los tornillos
 - e) Realización de documentación técnica de los procesos (planos)

- 5) Etapa 5 –Ajuste y calibración de la máquina para control de movimientos
 - a) Realización de procedimiento de calibración del conjunto de los componentes móviles
 - b) Verificación de estabilidad y desplazamientos de la máquina
 - c) Evaluación y cuantificación de elementos restantes para la culminación del proyecto en la tercera etapa.

1) Etapa 1 – Armado de la estructura

1.a) Adquisición de elementos para el armado de la estructura

La estructura está conformada en su totalidad con elementos estándar, en particular está constituida por perfiles de aluminio Bosch Rexroth 90x90 L y perfiles 45x90L

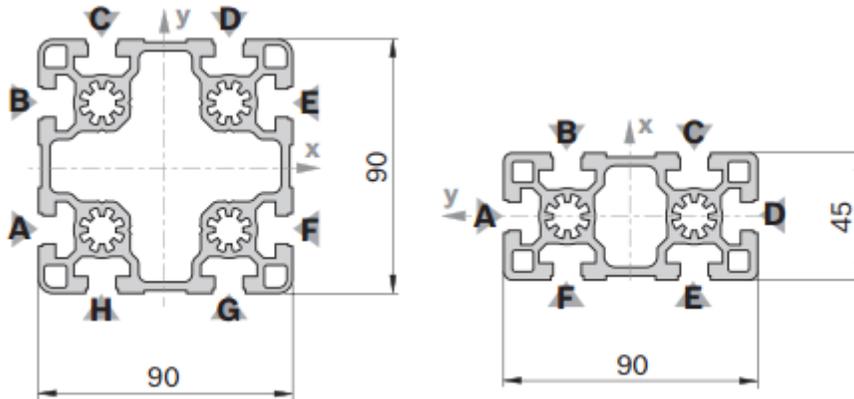


Fig. 2: Perfiles usados

Dichos perfiles son vinculados con escuadras provistas para tal fin, de tal manera que el tipo de estructura es el de vinculaciones atornilladas y por lo tanto tiene la ventaja de ser modular y desarmable.



Fig. 3: Nudo de unión de las esquinas de la estructura



Fig. 4: Estructura base ensamblada

Además, la estructura va apoyada sobre cuatro patas de gomas para compensar los desniveles del suelo y absorber las vibraciones de la máquina. Las mismas fueron seleccionadas en base al peso total estimado de 200 kgf.

1.b) Fabricación de las placas portantes de los motores

Para la culminación de la estructura se debe montar el puente de la máquina que será el portador del husillo motor y le brindará el movimiento en los tres ejes de transmisión X, Y y Z. Para fabricar dicho puente se diseñaron y fabricaron placas soportes para cada movimiento.

Todas las placas fabricadas fueron realizadas en aluminio 6061 T6, de tal manera de poder anodizarlas. La elección del material es debida a que con este tipo de aluminio se puede lograr la resistencia necesaria para evitar deformaciones, además al ser el mismo material que los perfiles se garantiza la estabilidad dimensional de la estructura antes cambios de temperatura.

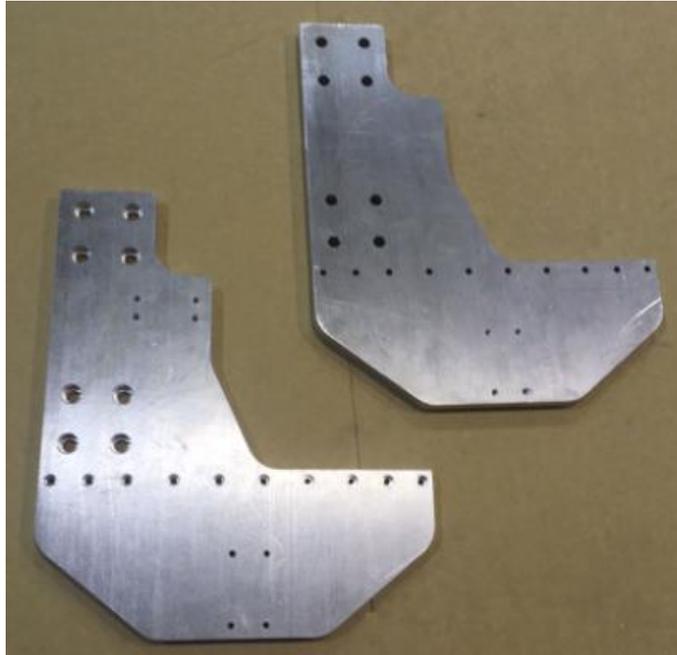


Fig. 5: Placas laterales de aluminio 6061 T6 mecanizadas por CNC

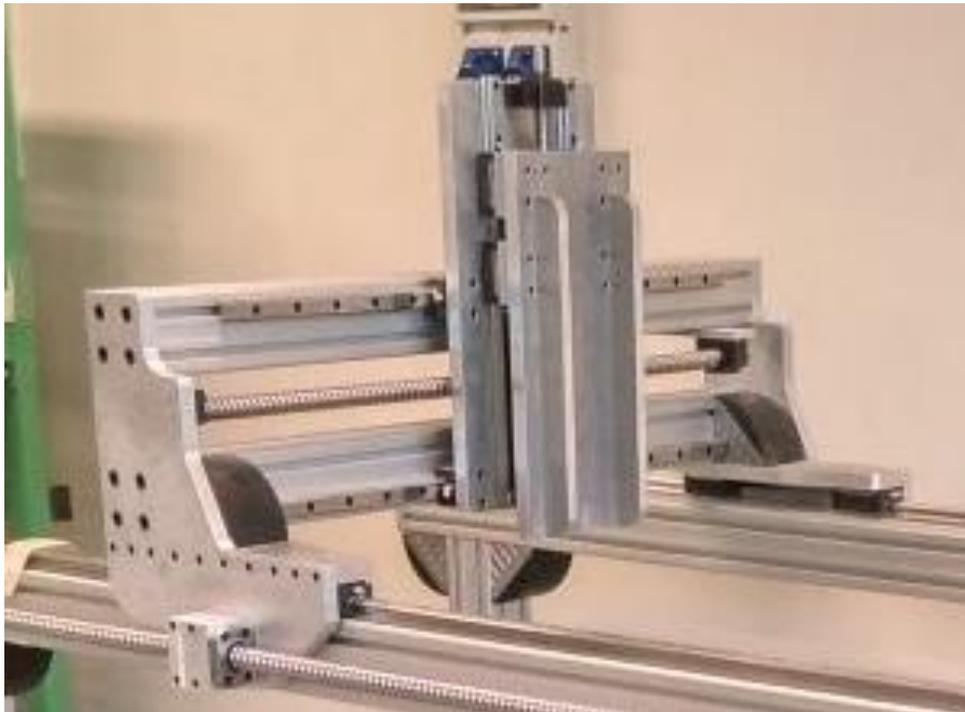


Fig. 6: Puente de la máquina

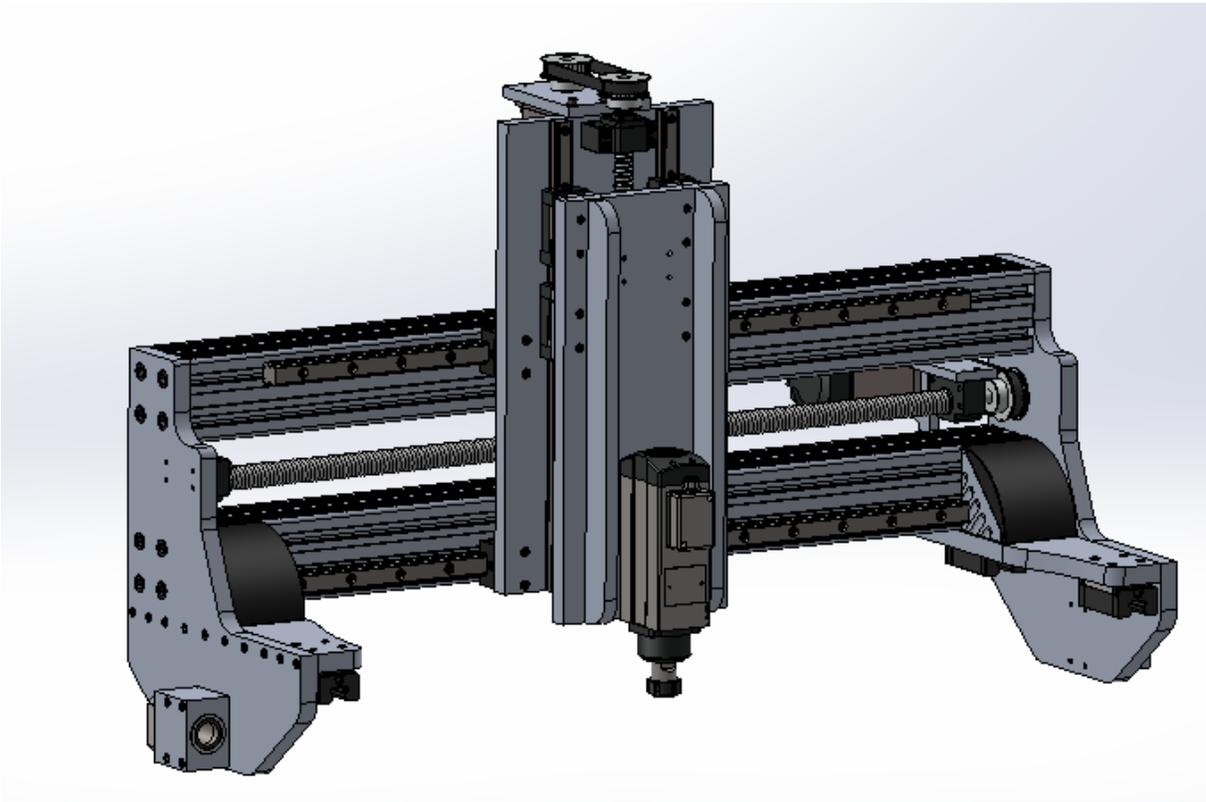


Fig. 7: Puente de la máquina completo

1.c) Nivelación y escuadrado de la estructura

Para el armado final se ajustaron los tornillos de cada escuadra según el torque especificado y siguiendo un orden secuencial alineando con niveles y escuadras en todo momento.

Para el escuadrado se debió ajustar cada pieza en forma individual para garantizar la perpendicularidad y alineación de todos los componentes.



Fig. 8: Estructura escuadrada y nivelada

1.d) Realización de documentación técnica de los procesos y modificaciones (planos)

Los planos fueron realizados por alumnos participantes del proyecto vinculado a las prácticas de medición y realización de la materia Tecnología y Producción IV del DEDIN.

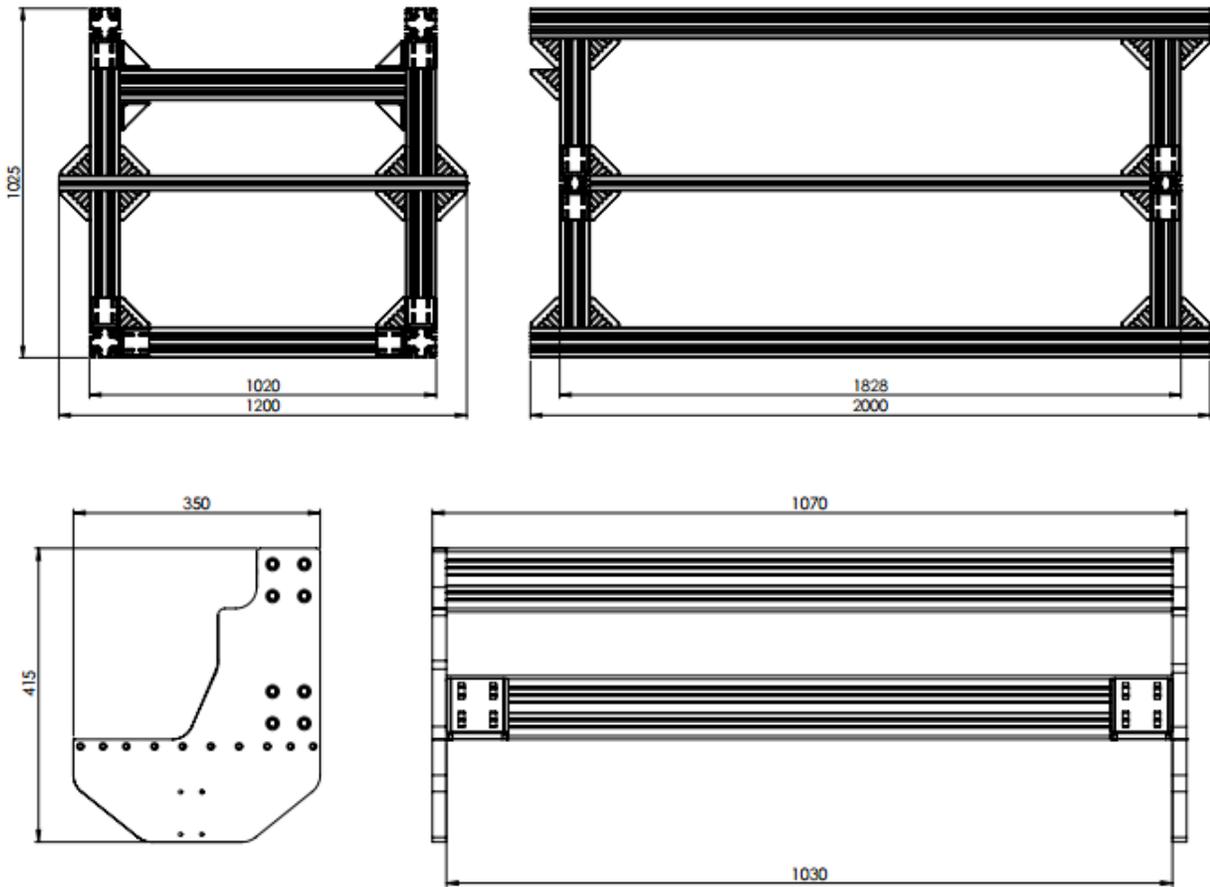


Fig. 9: Partes de los planos realizados con las medidas generales

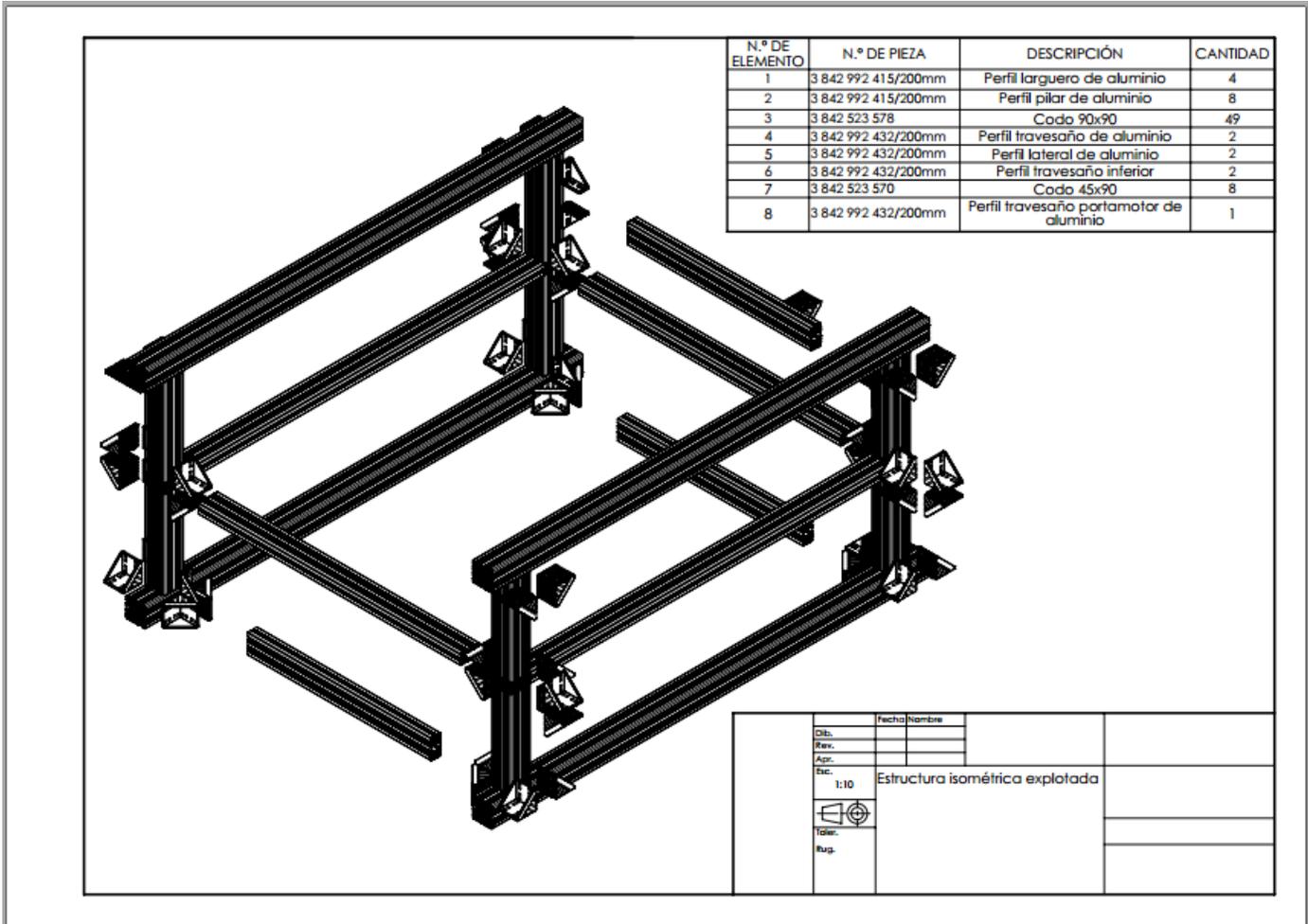


Fig. 10: Despiece de la estructura

2) Etapa 2 –Investigación, análisis, cálculo y adaptación de los componentes de guía lineal

2.a) Investigación de elementos existentes en el mercado

Para el correcto deslizamiento de los movimientos guiado y sin juegos se debe contar con guías y rodamientos lineales que deben garantizar un bajo rozamiento y un mínimo juego entre componentes.

En conclusión el sistema de guía lineal tiene las siguientes tareas principales:

- Soportar los componentes de la maquina
- Guiar la máquina en forma precisa y con el mínimo juego
- Soportar las cargas secundarias debido a las fuerzas laterales y torques.

Básicamente hay dos grandes tipos:

- Guías lineales conformadas por barras rectificadas y rodamientos lineales.



Fig. 11: Guías y rodamientos lineales

- . Guías lineales conformadas por colisas y patines lineales con un sistema de bolas recirculantes.

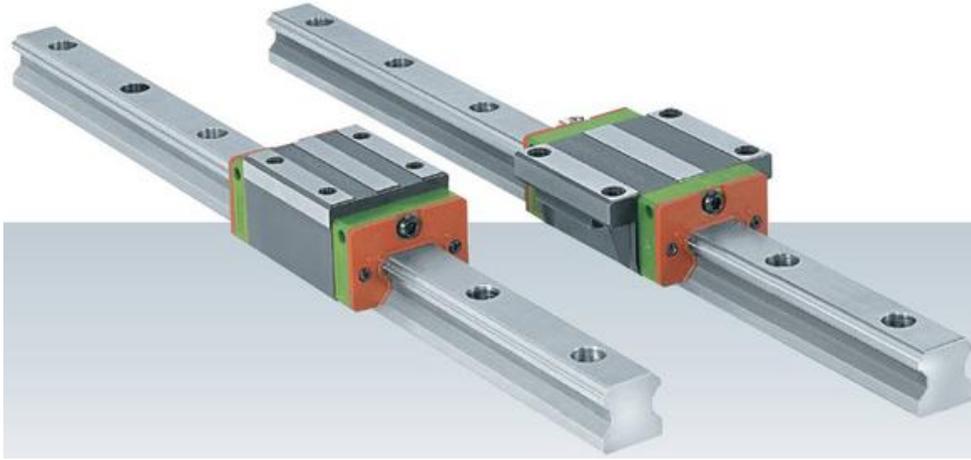


Fig. 12: Guías líneas de bolas recirculantes

2.b) Análisis y elección de la tecnología a utilizar

Hay varias ventajas para los sistemas de guía lineal. Para empezar, son muy robustos y precisos debido a su construcción. Los sistemas de bloque de guía usan rodamientos de bolas para hacer rodar la carga a lo largo del riel, lo que significa una alta eficiencia. Esta alta eficiencia significa que el sistema de accionamiento debe realizar menos trabajo para mover la carga.

Los sistemas de patines con bolas recirculantes tienen la ventaja de soportar mayores cargas y garantizar un mínimo juego. De esta manera se asegura una buena terminación superficial de las piezas mecanizadas con la máquina. Es por éste motivo que dichos elementos son los adecuados y los usados en la mayoría de los centros de mecanizado.

2.c) Cálculo de las dimensiones adecuadas para el diseño de la máquina

2.d) Relevamiento en cad 3D para incorporación en el conjunto digital de la máquina

El dimensionamiento de las guías se realiza en base a las cargas estimadas que va a recibir cada uno en función de las posiciones a las cuales se ubiquen.

El cálculo se realiza según catálogo del fabricante de las mismas siendo las medidas que definen el mismo.

D1: Distancia entre guías transversales.

D2: Distancia entre patines del eje Z.

D3: Distancia entre el centro de los patines y la aplicación de la fuerza de corte.

D4: Distancia entre las guías transversales y la aplicación de la fuerza de corte.

D5: Distancia entre el tornillo del eje Z y la aplicación de la fuerza.

D7: Distancia entre el tornillo del eje Z y la aplicación de la fuerza.

D8: Distancia entre patines longitudinales.

D9: Distancia entre el centro del puente y la aplicación de la fuerza.

Mientras las distancias entre patines (D1 – D6) sean menores, menor torque se genera sobre los mismos y por ende la medida necesaria para soportarlos es menor. Sin embargo para los fines de estabilidad de la máquina dicha medida es conveniente que sea lo mayor posible. Por lo tanto, el dimensionamiento será un compromiso entre ambas priorizando la estabilidad que la dará rigidez a cada eje de movimiento mejorando la terminación superficial y dimensional de los mecanizados.

Las medidas (D3 - D4 – D5 – D7 – D9) para los fines de estabilidad de la estructura son convenientes que sean lo menor posible. Salvo la medida D3 que es la que define la profundidad de mecanizado del eje Z y por lo tanto la elección de la misma será una elección de compromiso entre estabilidad y prestaciones.

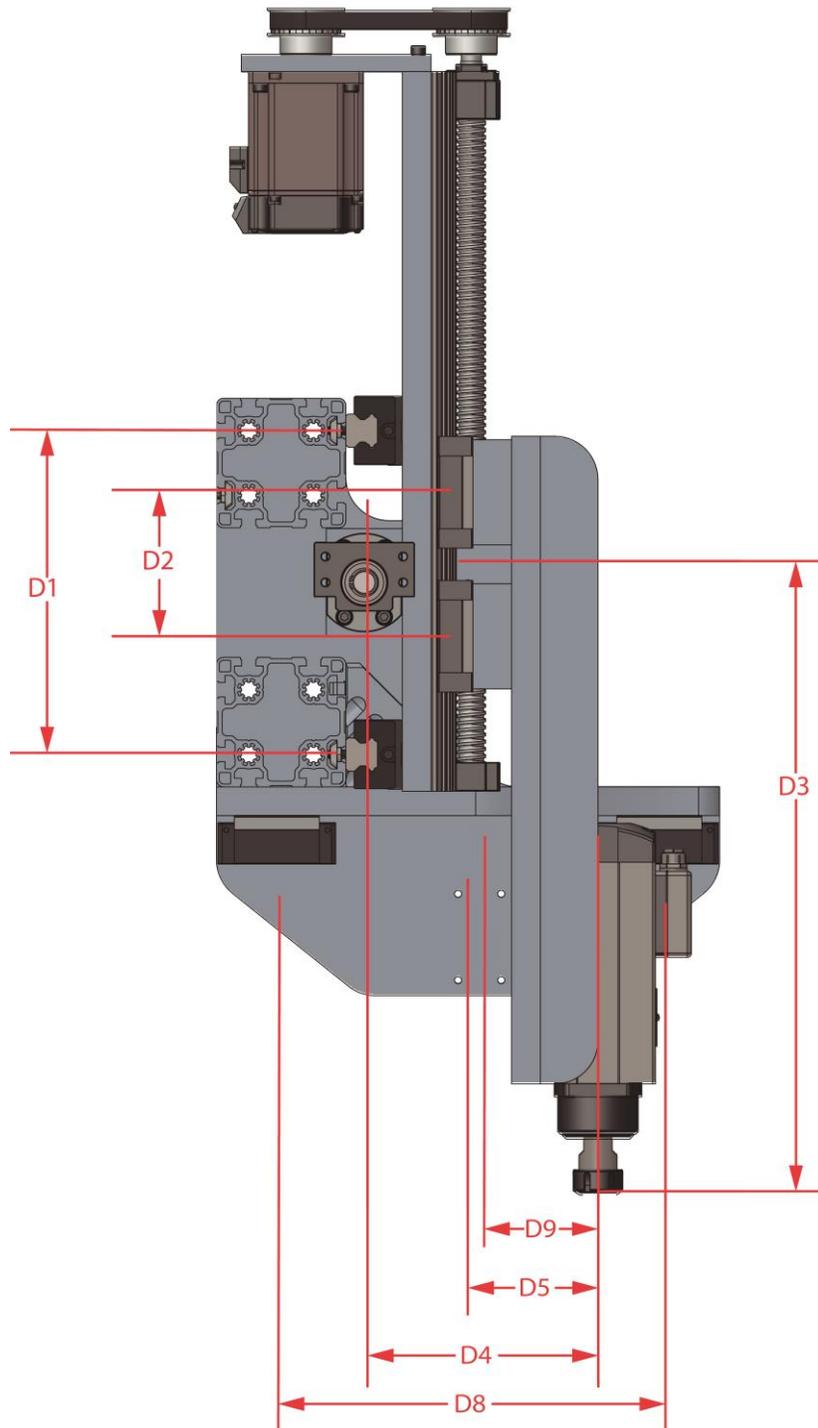


Fig. 13: Cotas que definen la elección de las guías

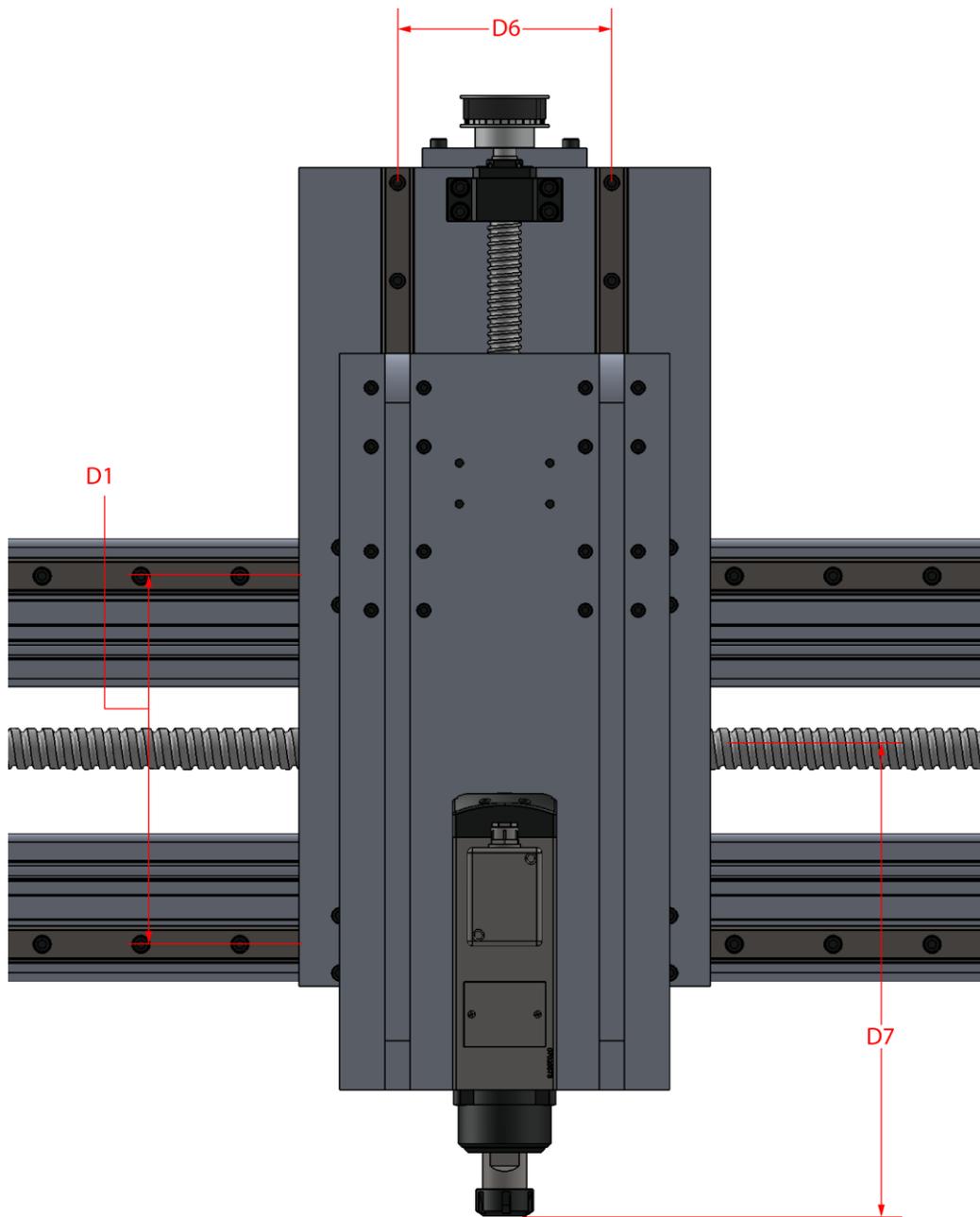


Fig. 14: Cotas que definen la elección de las guías

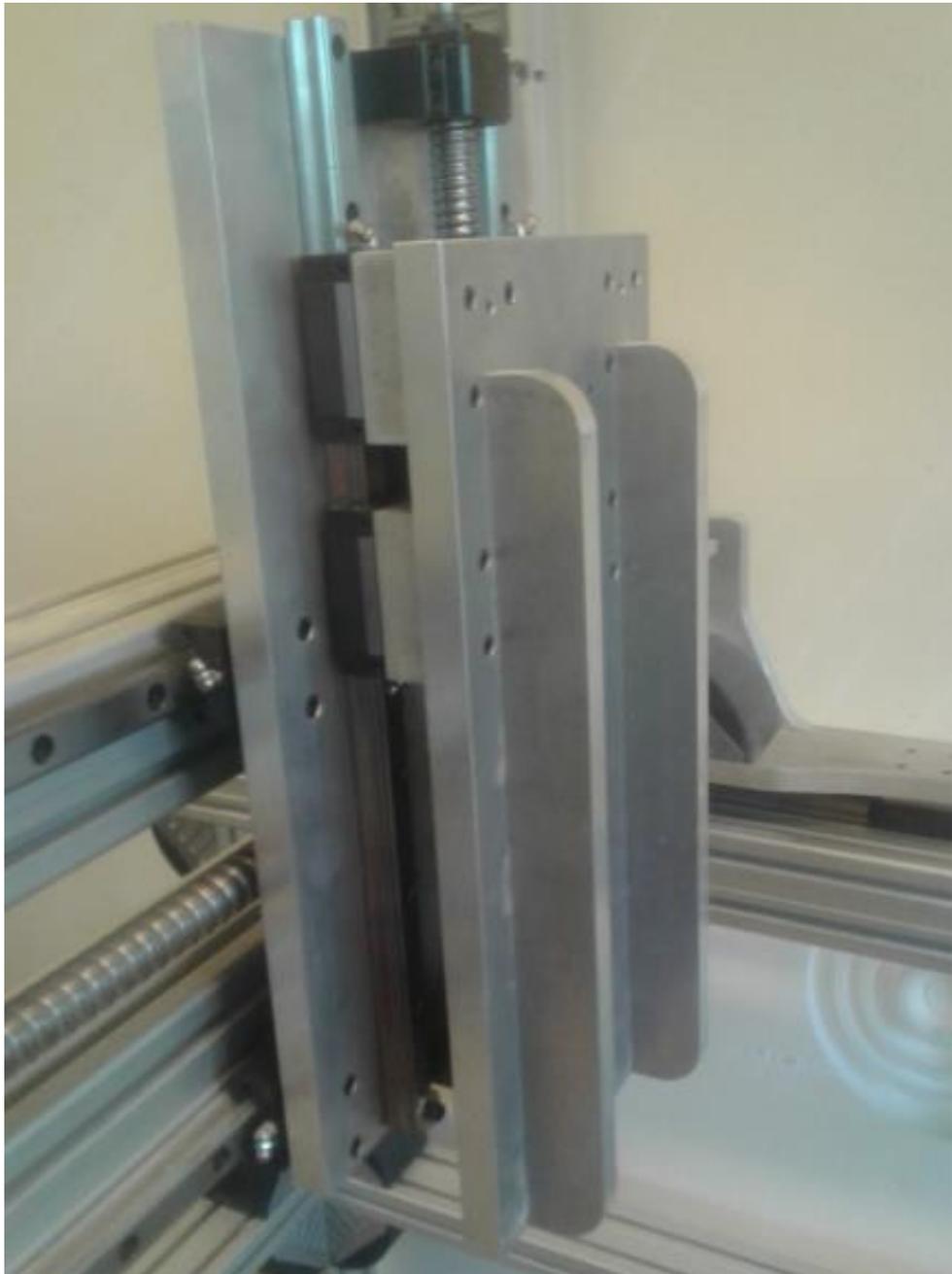


Fig. 15: Configuración del eje Z

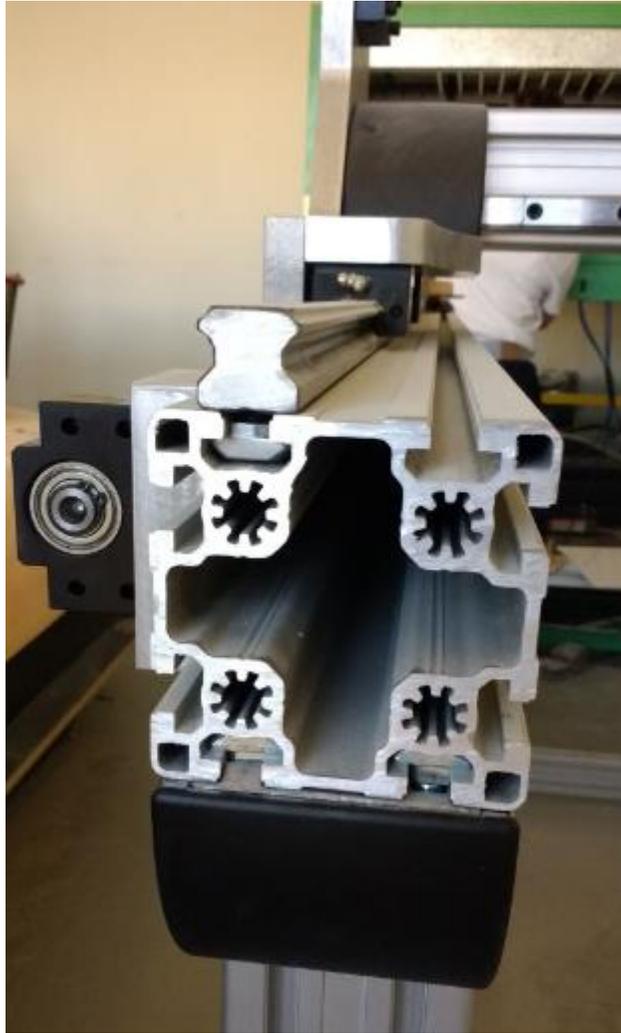


Fig. 16: Fijación de las guías a los perfiles por tornillo y tuerca de martillo R10 M6

2.e) Realización de documentación técnica de los procesos y modificaciones (planos)

Los planos fueron realizados por alumnos participantes del proyecto vinculado a las prácticas de medición y realización de la materia Tecnología y Producción IV del DEDIN.

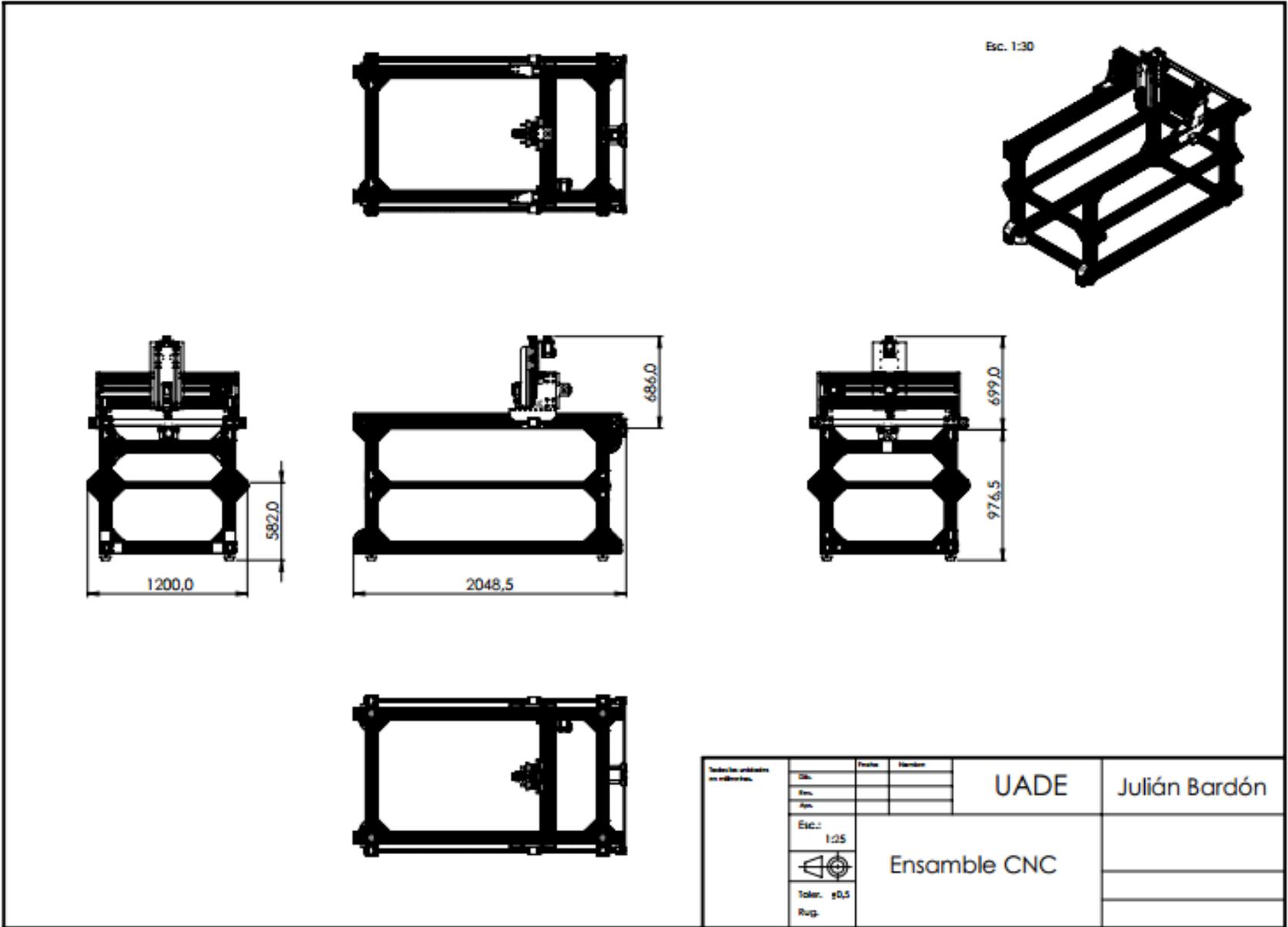


Fig. 17: Plano de la estructura general con el puente y guías

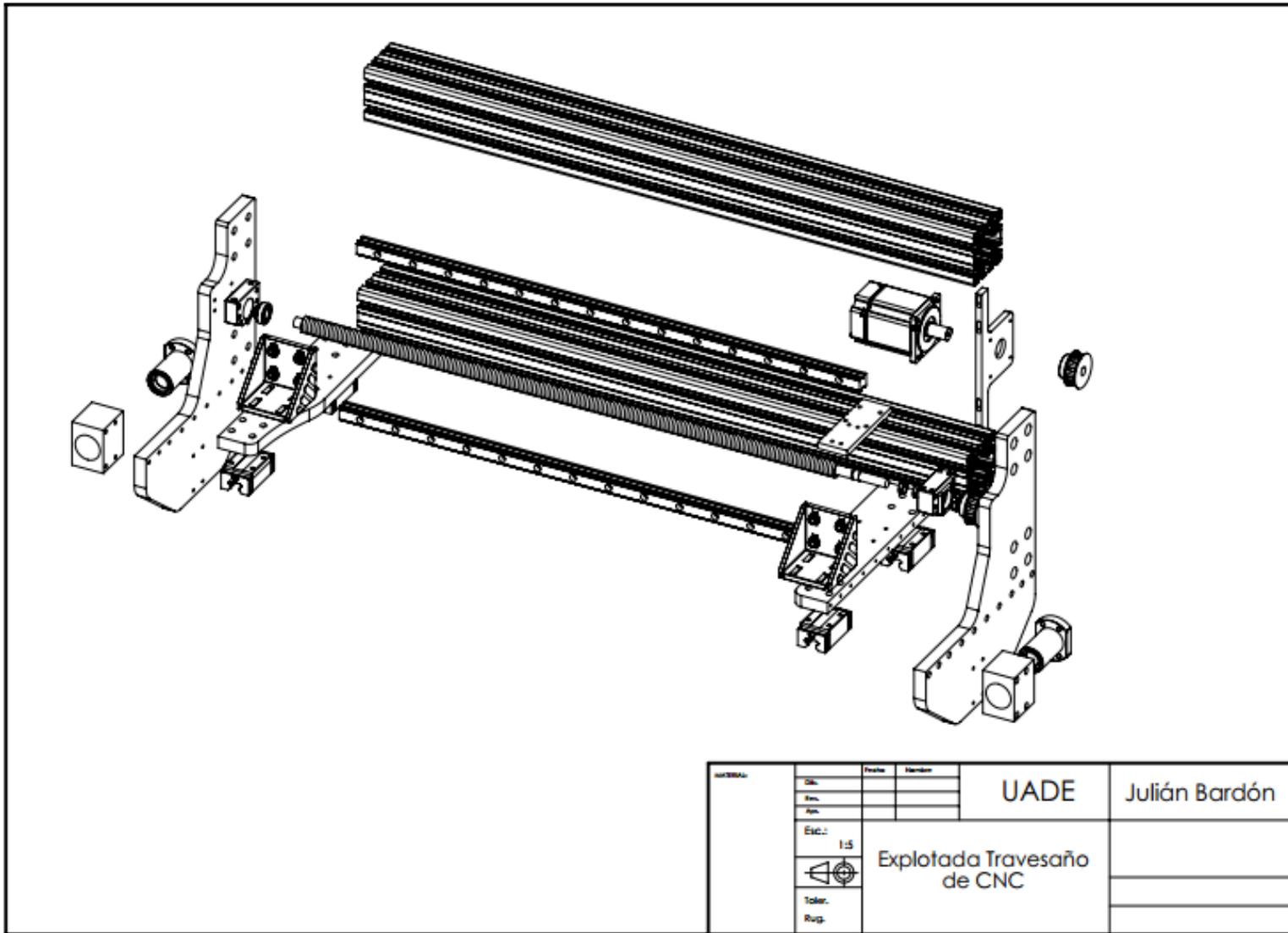


Fig. 18: Conjunto de despiece del puente de la estructura

3) Etapa 3 –Investigación, análisis, cálculo y adaptación de los componentes de traslación lineal (tornillos de bolas recirculantes)

3.a) Análisis y elección de la tecnología a utilizar

Para producir los movimientos lineales de transmisión el medio empleado para una máquina de mecanizado CNC de altas prestaciones es el tornillo. Dentro de los tornillos usados existen los trapezoidales convencionales y los tornillos de bolas recirculantes.

Las ventajas de los tornillos de bolas recirculantes son que tienen un coeficiente de rozamiento muy bajo lo que permite disminuir las perdidas mecánicas, otra ventaja es que por el sistema de pretensado de las bolas y la calidad de fabricación de las mismas tienen un mínimo juego entre tornillo y tuerca, lo cual redundará en la precisión del mecanizado.



Fig. 19: Corte de un tornillo y tuerca de bolas recirculantes

3.b) Cálculo de las dimensiones adecuadas para el diseño de la máquina

Las dimensiones del tornillo (diámetro) se define según catálogo de fabricante en función de las cargas que recibirá debido al proceso de corte.

El parámetro importante a definir es el paso del mismo el cual definirá, conjuntamente con

la velocidad del motor, la velocidad de avance de la máquina. A mayor paso del tornillo se tendrá un mayor velocidad de avance lo cual permite menores tiempo de mecanizado.

Por tal motivo, para la máquina dado que se quiere priorizar obtener bajos tiempos de mecanizado y considerando que los requerimientos de diseño es lograr piezas de grandes dimensiones, se eligió un paso de 10 mm para los tornillos longitudinales y transversales y un paso de 5 mm para el eje Z.

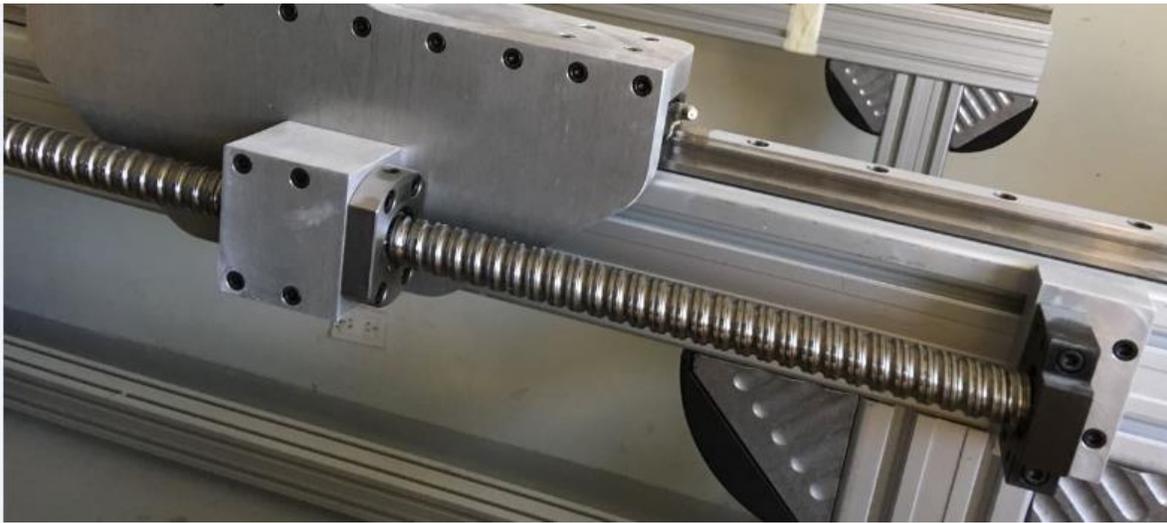


Fig. 20: Tornillo longitudinal de 25 mm paso 10 mm

3.c) Mecanizados de adaptación necesarios

Para poder vincular los tornillos con sus soportes y tuercas se diseñaron y fabricaron diversas piezas de vinculación de aluminio 6061 T6.

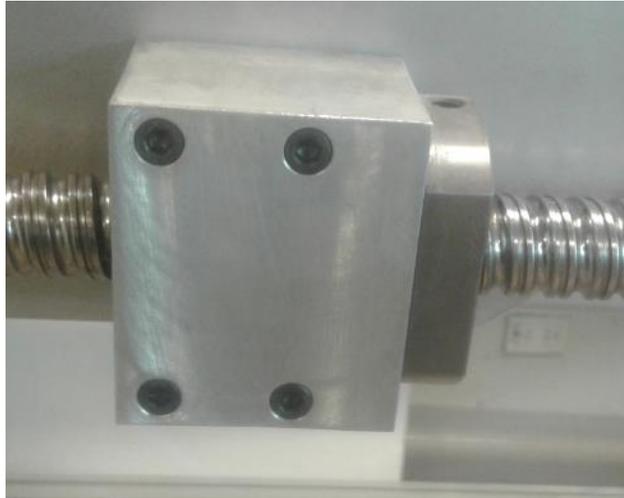


Fig. 21: Piezas de vinculación fabricadas

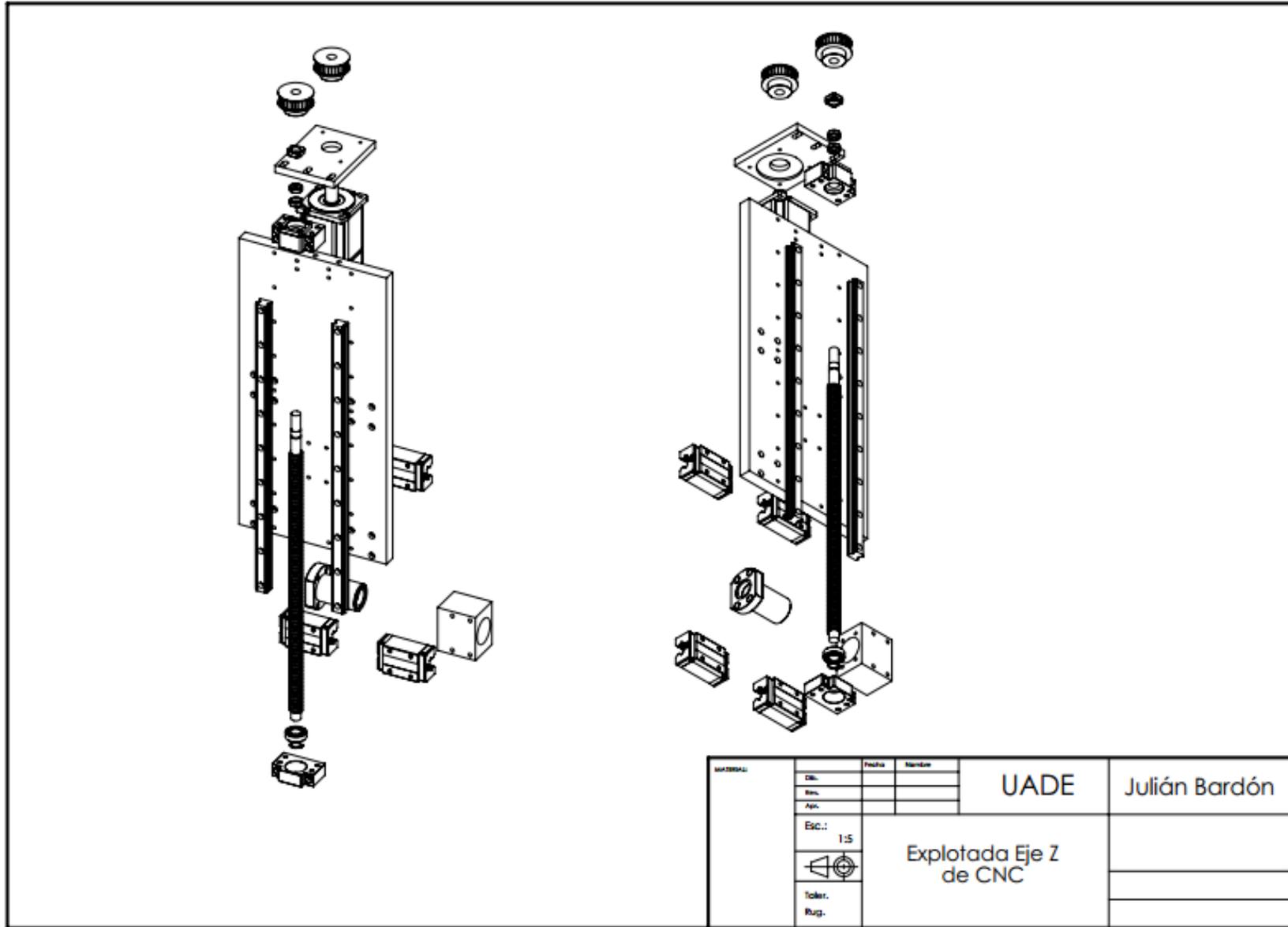


Fig. 22: Piezas de vinculación fabricadas

.3.c) Relevamiento en cad 3D para incorporación en el conjunto digital de la máquina

3.d) Realización de documentación técnica de los procesos y modificaciones (planos)

Los planos fueron realizados por alumnos participantes del proyecto vinculado a las prácticas de medición y realización de la materia Tecnología y Producción IV del DEDIN.



AUTORIDAD:	Fecha	Nombre	UADE	Julián Bardón
	Dib.			
	Rev.			
	Apr.			
	Esc.: 1:5	Explotada Eje Z de CNC		
Toler.				
Rug.				

Fig. 23: Conjunto de despiece del eje Z

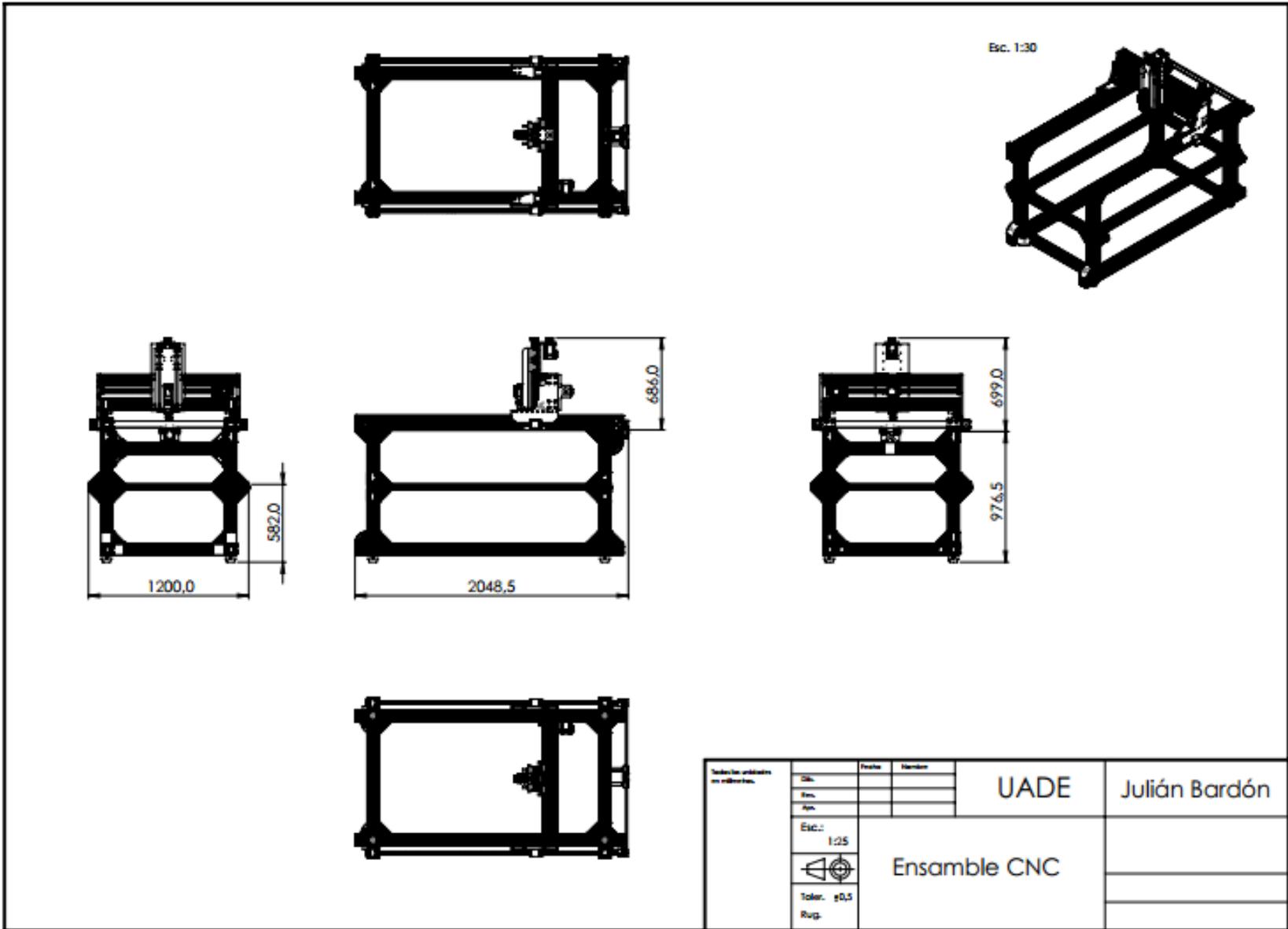


Fig. 24: Plano de medidas generales

4) Etapa 4 –Investigación, análisis y cálculo de los motores de los movimientos principales

4.a) Análisis y elección de la tecnología a utilizar

Para la motorización de los movimientos de un centro de mecanizado hay dos grandes opciones los motores paso a paso o los servomotores.

Los motores paso a paso básicamente son motores que se mueven por pasos definidos por una señal de pulso y dirección sin realimentación. Los servomotores en cambio cuentan con una realimentación de su posición angular dada por un encoder.

La gran diferencia que esto produce es la mayor precisión de los servomotores debido a que siempre “conocen” su posición angular y en caso de desviarse, por algún motivo, de la orden de posición recibida corrigen automáticamente tal variación.

Otra gran diferencia es que los motores paso a paso se definen por su torque de sostenimiento el cual decae notoriamente con la velocidad de giro, limitando las velocidades de uso de la máquina. En cambio los servomotores tienen un torque casi independiente de la velocidad y por lo tanto motores del mismo tamaño pueden trabajar a velocidades mucho mayores que las de un paso a paso, lo cual contribuye notoriamente a la reducción de los tiempos de mecanizado.

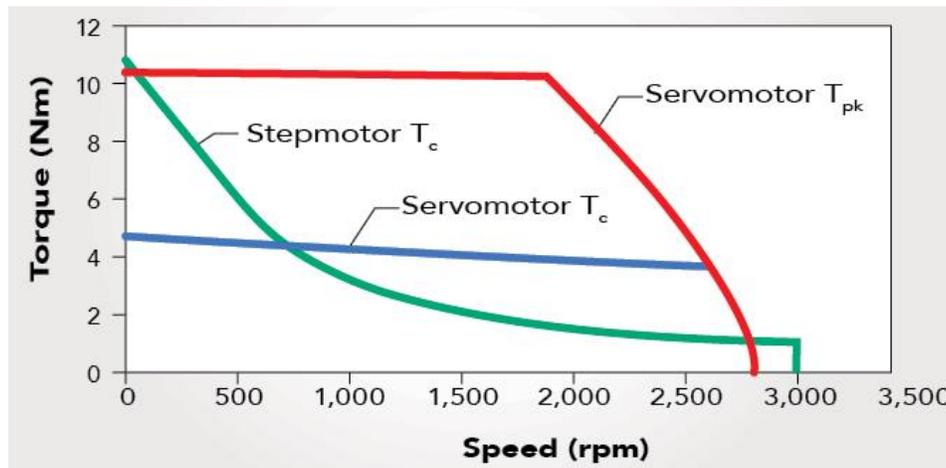


Fig. 25: Comparación de torques de servomotor y paso a paso (stepmotor)

4.b) Cálculo de las dimensiones y potencia adecuadas para el diseño y uso de la máquina

Los motores paso a paso vienen definidos por el torque de sostenimiento y el tamaño de la carcasa según los estándares NEMA, en cambio los servomotores vienen definidos por la potencia de los mismos. La elección de la potencia o torque dependerá del régimen de velocidad que se quiera mecanizar y de los materiales a trabajar.

Para el centro de mecanizado a fabricar, en base a los materiales y profundidades de pasada a usar se podría utilizar motores paso a paso sin embargo se prefiere utilizar servomotores dado que para un mismo tipo de mecanizado el servomotor va a poder trabajar a velocidades mucho mayores. Lo cual redundará en la disminución del tiempo de mecanizado de la pieza.

4.c) Relevamiento en cad 3D para incorporación en el conjunto digital de la máquina

4.d) Diseño de elementos de vínculo a los tornillos

En base a los servomotores seleccionados se diseñaron los soportes de los mismos y los elementos de vinculación con los tornillos de transmisión.

Para la transmisión de los movimientos de los motores a los tornillos se utilizarán correas sincronizadas.

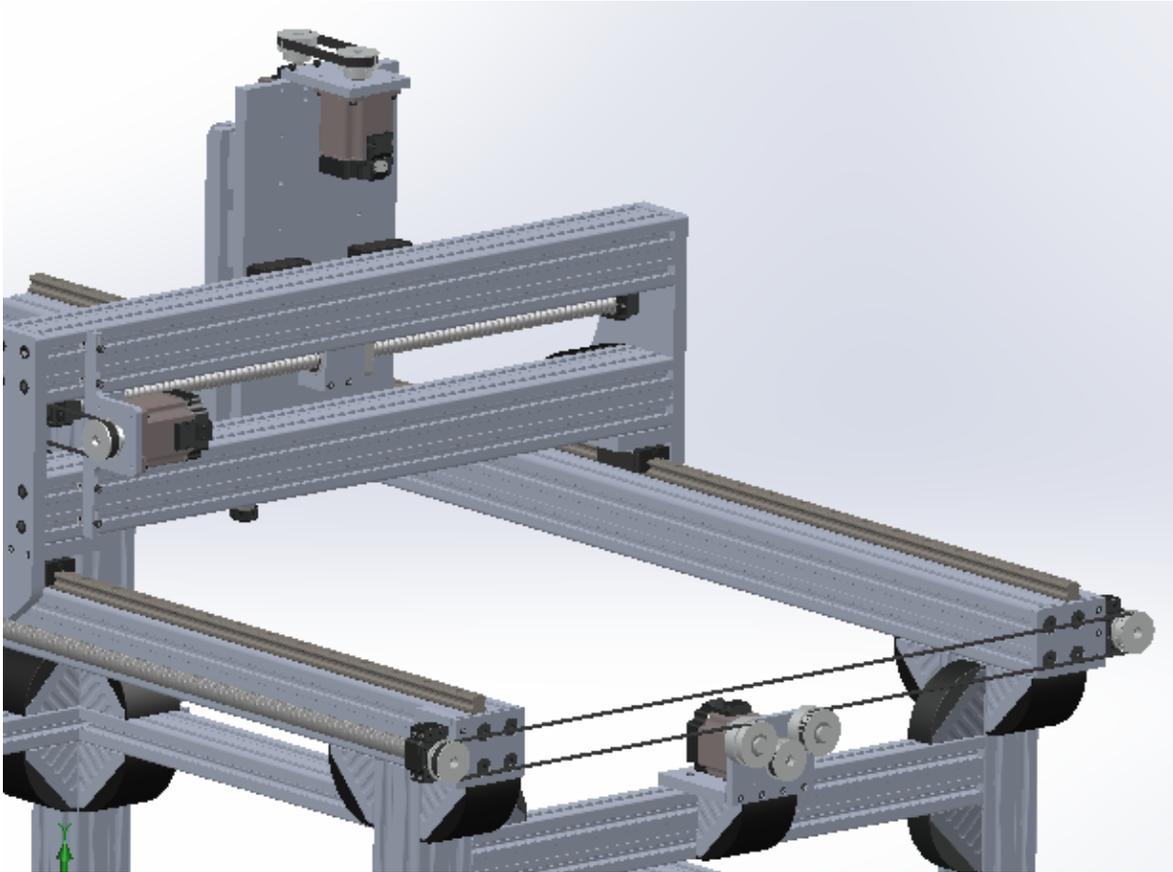


Fig. 26: Fijaciones de los motores con transmisión por correa sincronizada

4.e) Realización de documentación técnica de los procesos (planos)

Los planos fueron realizados por alumnos participantes del proyecto vinculado a las prácticas de medición y realización de la materia Tecnología y Producción IV del DEDIN.

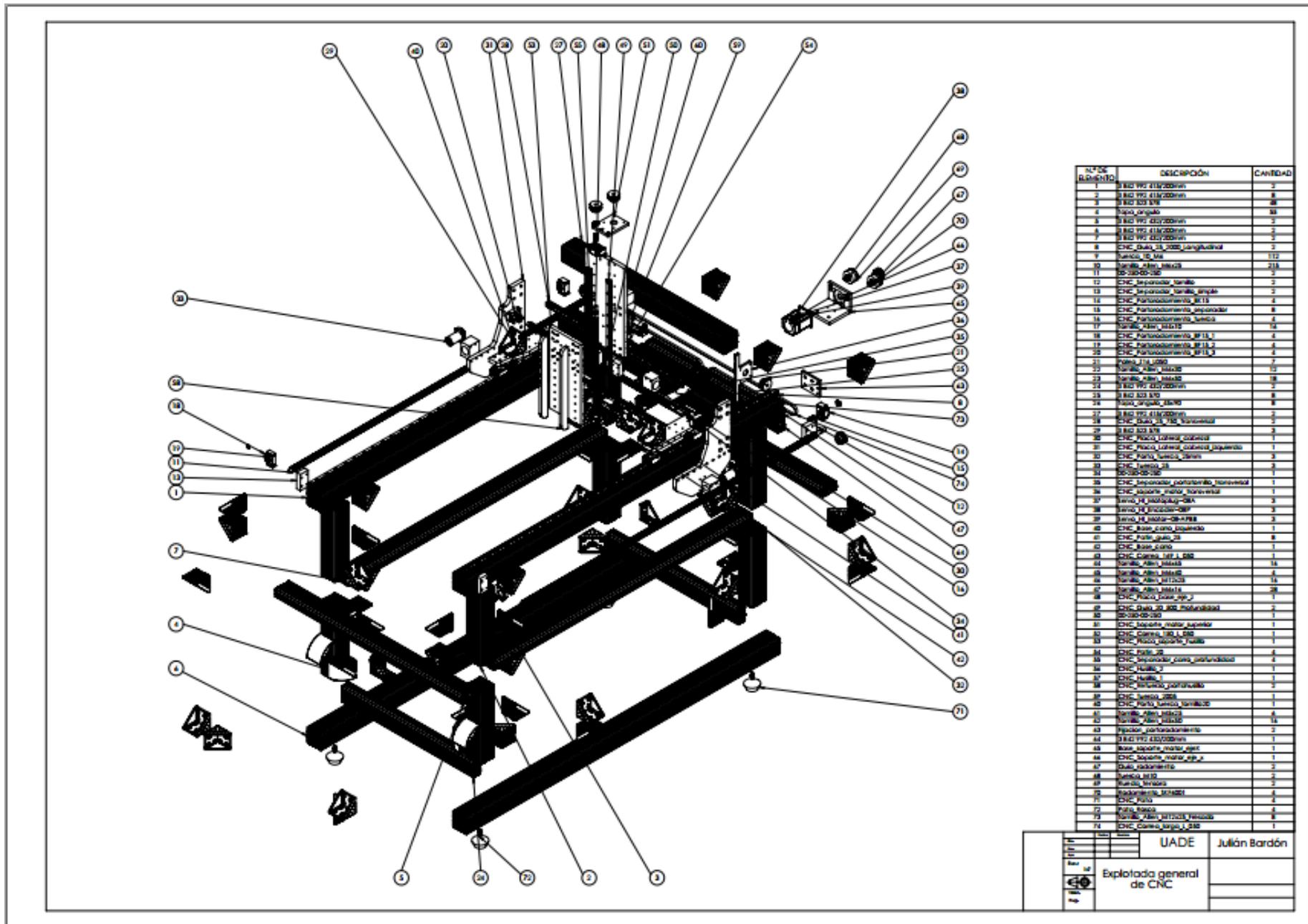


Fig. 27: Plano de medidas generales

5) Etapa 5 –Ajuste y calibración de la máquina para control de movimientos

5.a) Realización de procedimiento de calibración del conjunto de los componentes móviles

5.b) Verificación de estabilidad y desplazamientos de la máquina

Paralelamente a los trabajos de diseño de los componentes restantes se procedió a la calibración y verificación de la resistencia y rigidez de la estructura como así también de la suavidad de los movimientos.

Para ello se mueven los tornillos en forma manual o a través de una maquina manual tal como un taladro de mano representando el movimiento y velocidad de los motores.

Se procede a realizar los movimientos en toda la longitud de cada tornillo garantizando la suavidad y regularidad del mismo y en caso contrario se van ajustando las piezas convenientemente para lograr la alineación de todas ellas.

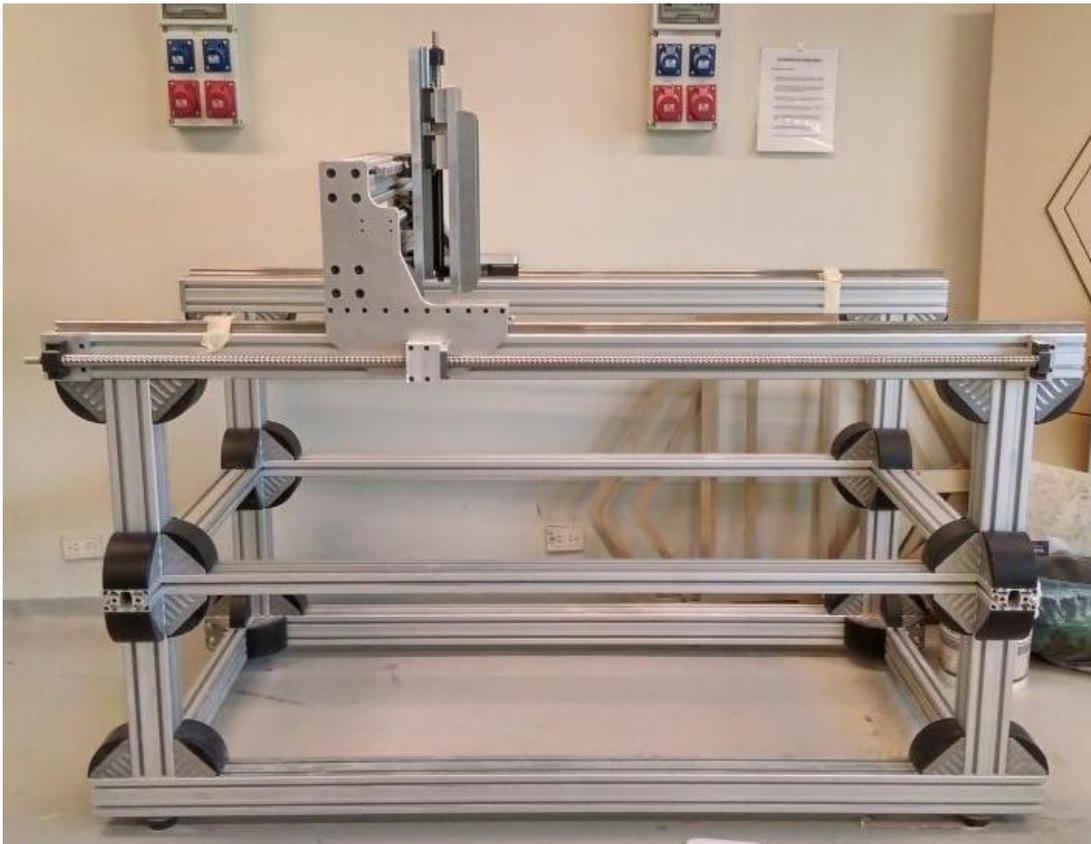


Fig. 28: Estructura ensamblada y calibrada



Fig. 29: Estructura ensamblada y calibrada



Fig. 30: Estructura ensamblada y calibrada

5.c) Evaluación y cuantificación de elementos restantes para la culminación del proyecto en la tercera etapa.

Para la culminación de la máquina además de la adición de los motores, restará el diseño y fabricación del recubrimiento y protecciones de la máquina.

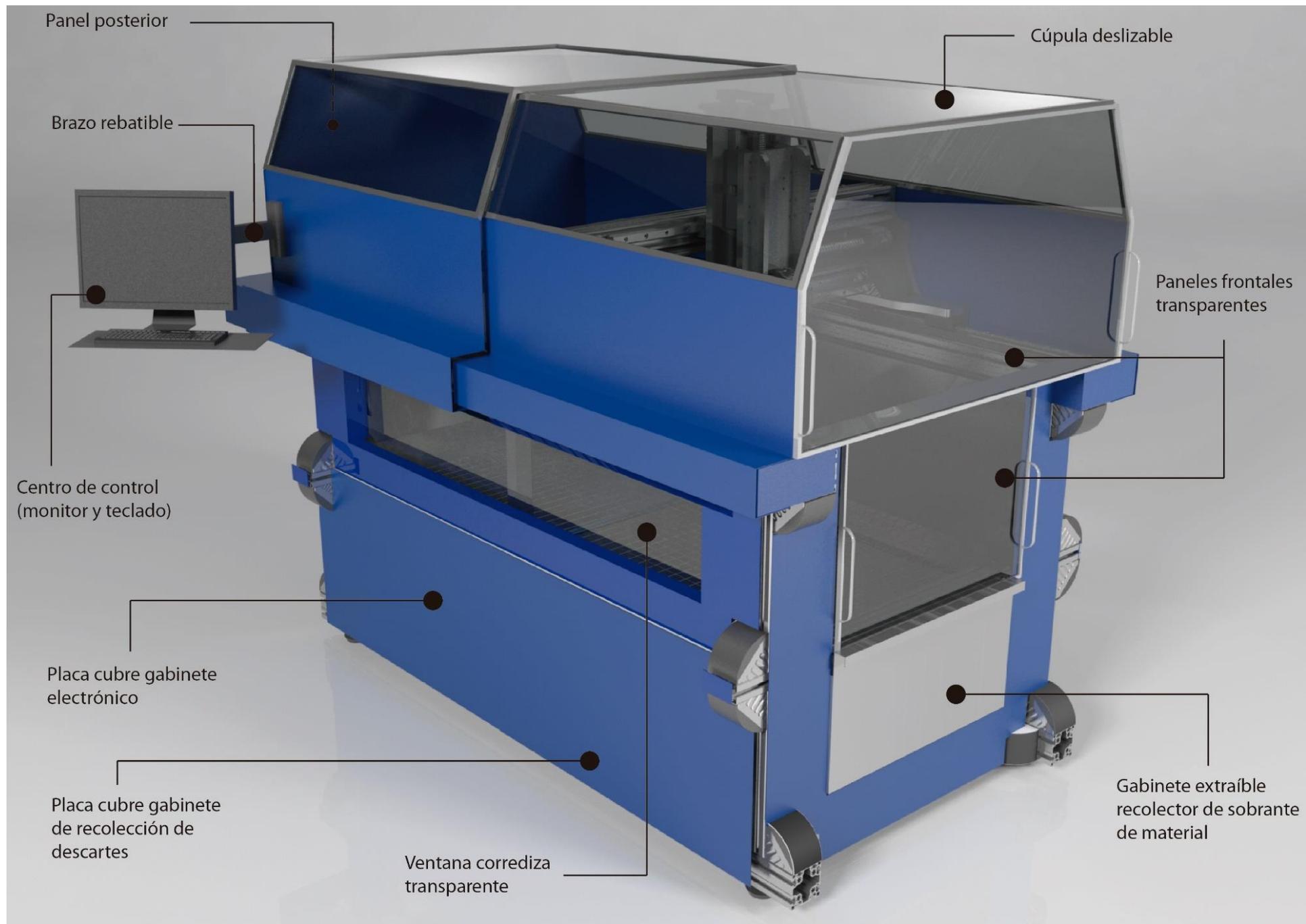


Fig. 31: Descripción de las protecciones

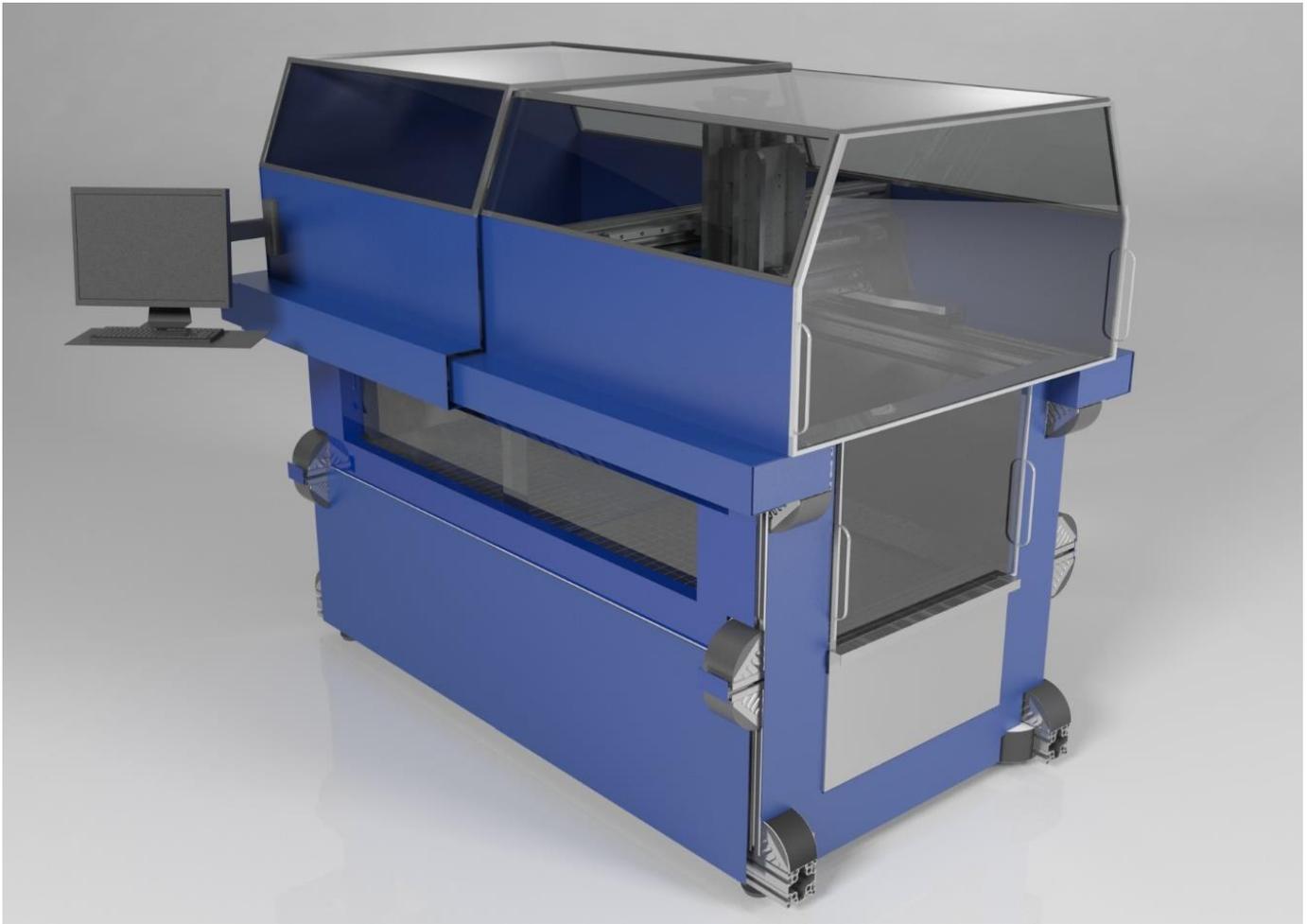


Fig. 32: Máquina en condición de mecanizado

El cerramiento de la máquina cuenta con un brazo abatible en donde se monta un monitor junto con teclado para programar y controlar todo el sistema y trabajos de mecanizado.

El gabinete con el sistema informático se encuentra alojado en la zona inferior de la máquina, detrás del gabinete de recepción de material de descarte, debidamente sellado para evitar ingreso de fluidos, polvo y virutas del material de trabajo.

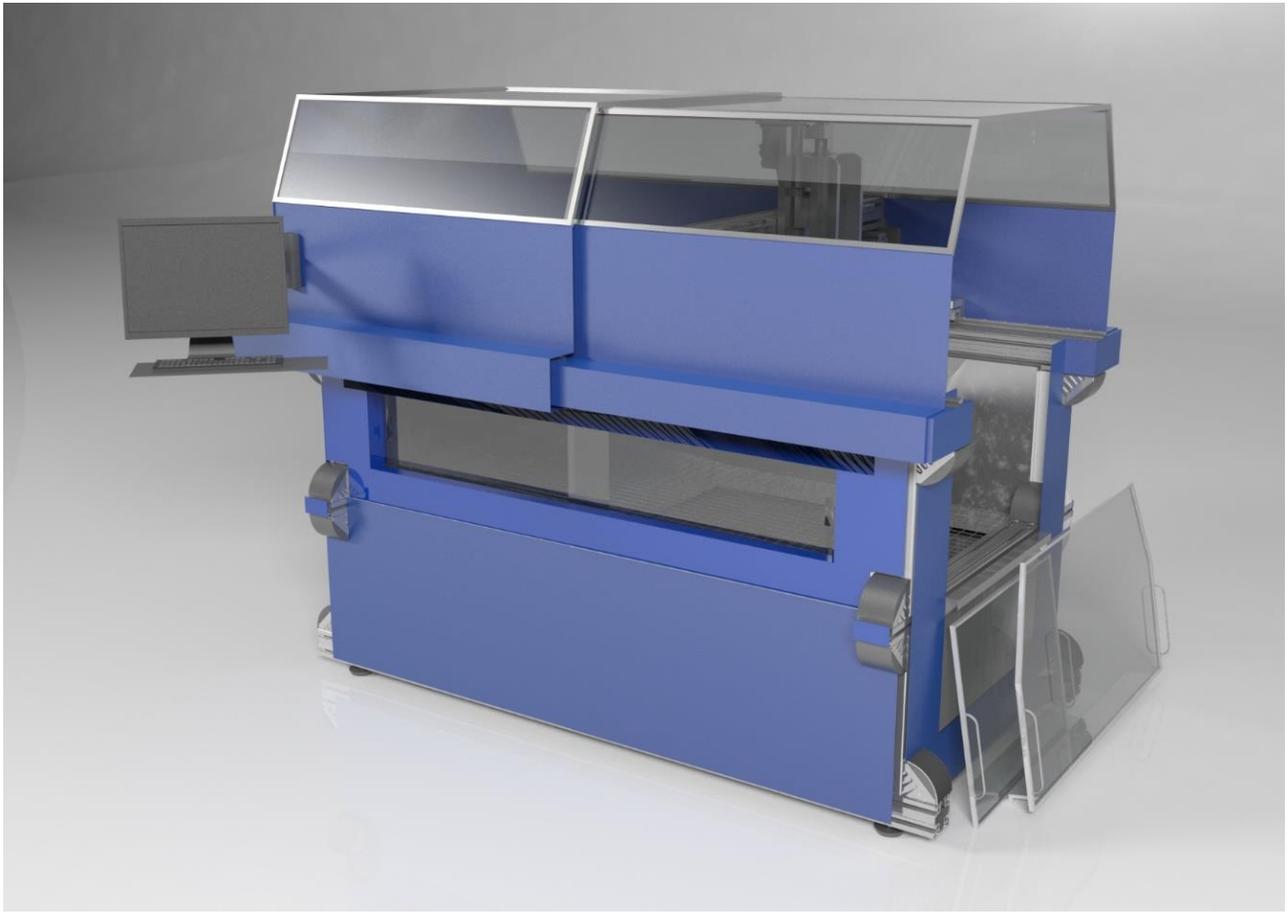


Fig. 33: Máquina en condición posicionamiento de pieza.

Los paneles transparentes frontales poseen un sistema de trabas y manijas que dan la posibilidad de un fácil desmontaje de los mismos, para permitir la apertura de la cúpula deslizante con el fin de lograr un acceso sin complicaciones a la zona de trabajo.

La sección lateral baja de la máquina está compuesta por dos (2) paneles que cubren el gabinete informático y el gabinete de recepción de material sobrante.

Dichos paneles aseguran que el usuario no pueda acceder accidentalmente a partes con riesgo de choque eléctrico como así también zonas donde se halla la maquinaria en funcionamiento.

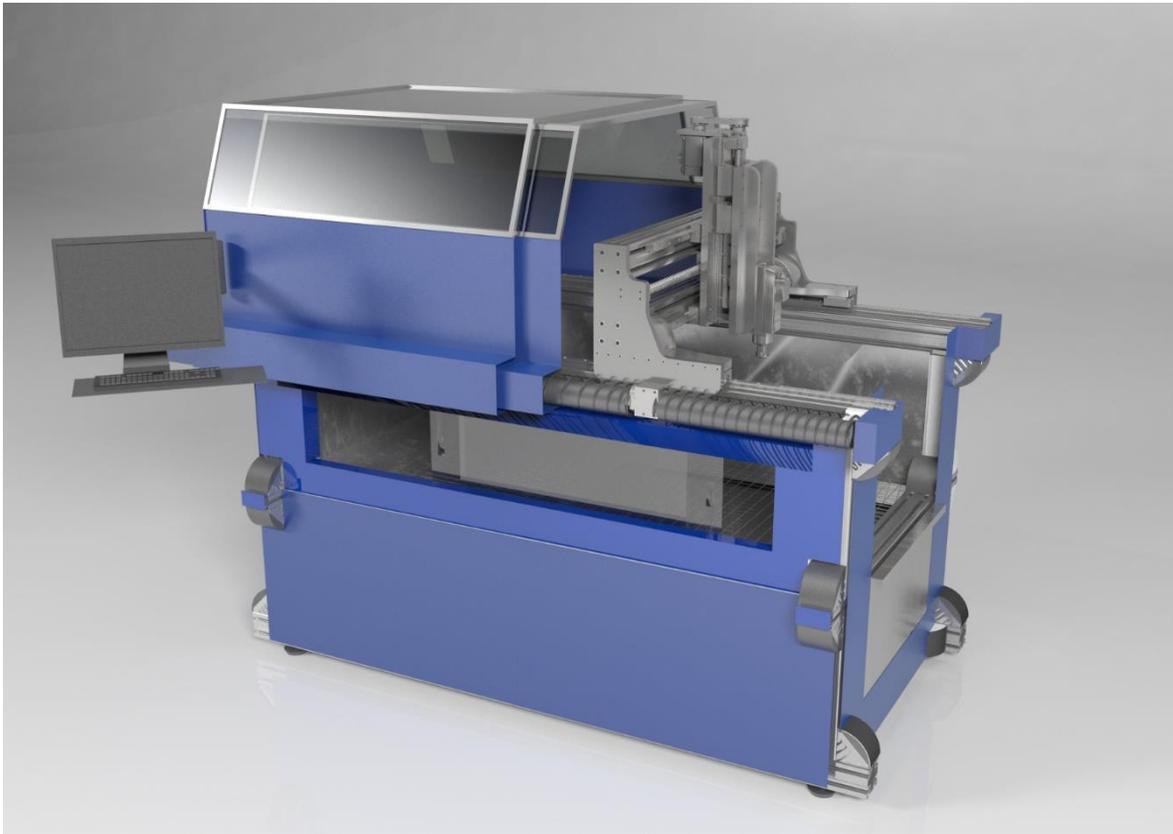


Fig. 34: Máquina en condición posicionamiento de pieza y herramienta.

La cúpula cuenta con un sistema de guías que permiten el deslizamiento hasta la mitad del largo total de la estructura superior, dejando un espacio amplio para acceder a la zona de trabajo para posicionar el material a trabajar y retirar la pieza terminada.

Al mover la cúpula se dejan al descubierto las fundas protectoras de los tornillos laterales, conformadas por una malla flexible con estructura de fuelle externa que evitan el acceso de virutas u otro excedente de material proveniente de la zona de trabajo.

En el lateral se pueden apreciar dos (2) ventanas transparentes cuya función es la de permitir una visual a nivel del trabajo.

Al contar con la capacidad de deslizamiento en ambas direcciones, se logra una mayor accesibilidad a partes de la zona de trabajo que serían difíciles de alcanzar de no existir estas aberturas.

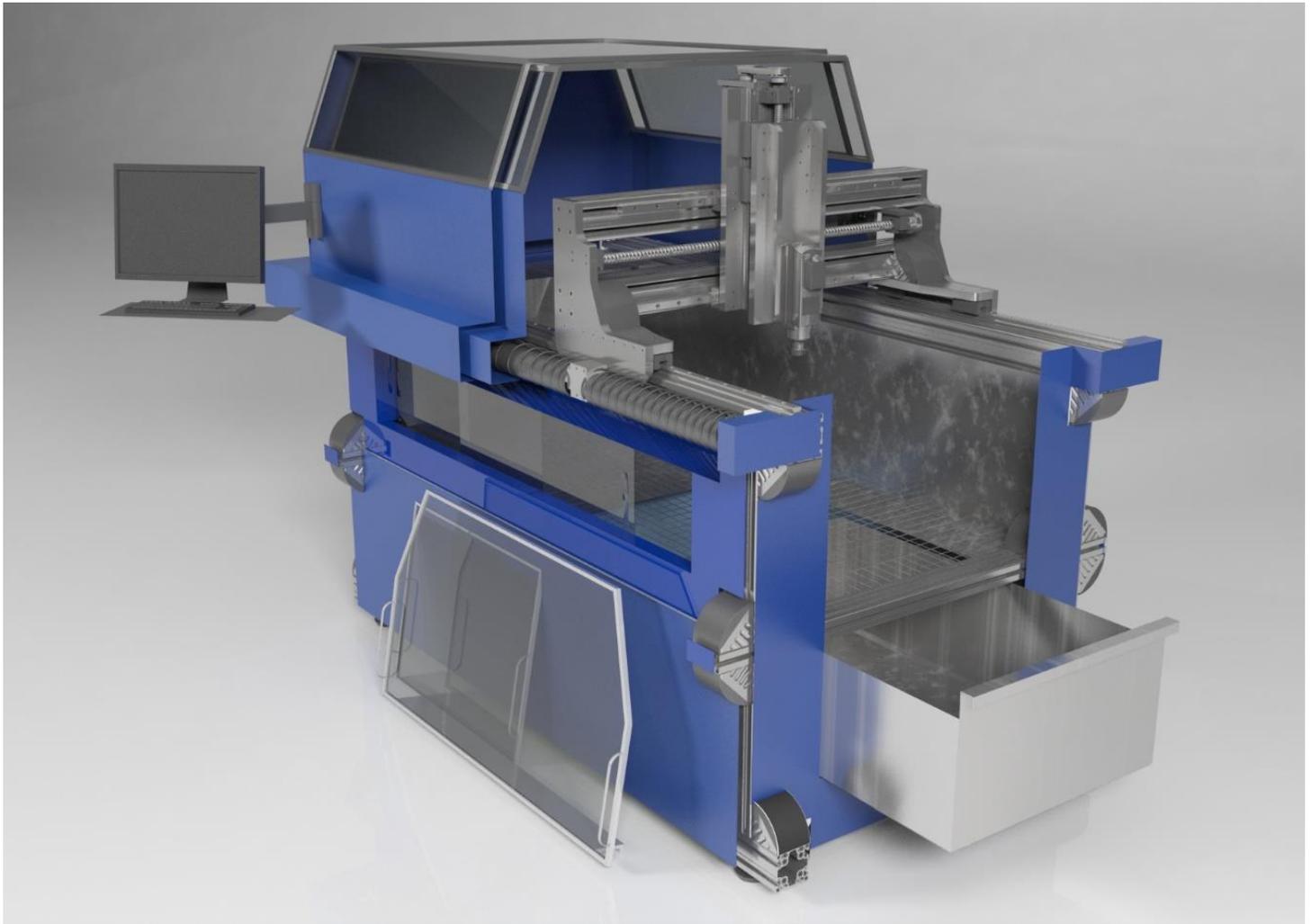


Fig. 35: Máquina en condición de limpieza

El cerramiento cuenta con un gabinete extraíble en su vista frontal, que recibe los fluidos y material de descarte que se desprende de la zona de trabajo, permitiendo accesibilidad para la limpieza de sobrantes de manera simple y rápida.



Fig. 36: Protecciones traseras de las partes mecánicas

En la vista posterior del cerramiento puede apreciarse una zona protuberante para dejar espacio al motor interior y el sistema de correa que moverá los tornillos laterales.

Se proyecta que se componga de dos (2) a tres (3) piezas para maximizar la efectividad del cierre y posibilitar el fácil mantenimiento y limpieza de las piezas internas de la maquinaria.