

**Modificación del Auxiliary Mirror System  
para la instalación del nuevo receptor de  
bandas Q y K.**

*C.Albo, J. Fernández, J.M<sup>a</sup>. Yagüe*

Informe Técnico IT-CDT-2013-8



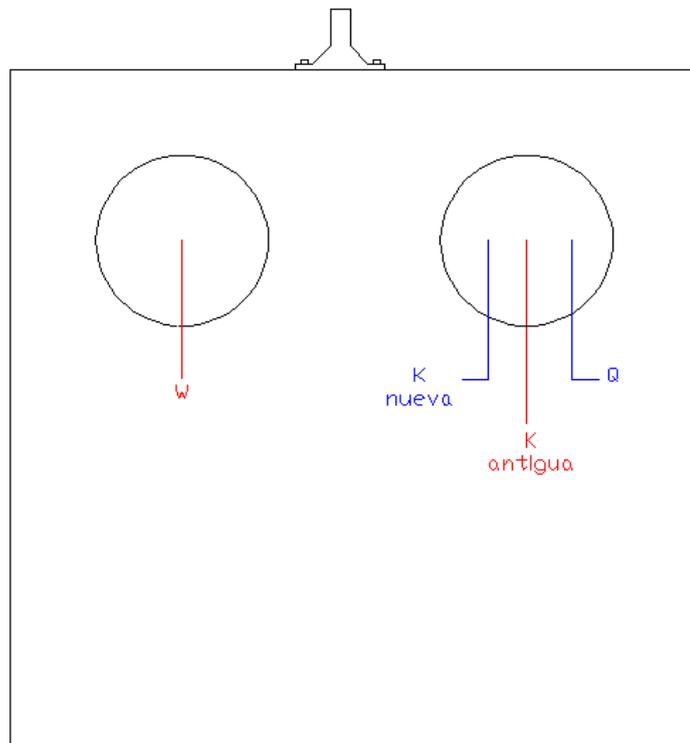
## Índice

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b><i>Identificación de las modificaciones necesarias.</i> .....</b>	<b>2</b>
2.1	Interferencias entre mesa móvil y mesa fija.....	2
2.1.1	Posición inferior.....	2
2.1.2	Posición superior.....	3
2.2	Interferencias externas.....	4
<b>3</b>	<b>Soluciones adoptadas.....</b>	<b>4</b>
3.1	Interferencias entre mesa móvil y mesa fija.....	4
3.1.1	Posición inferior.....	4
3.1.2	Posición superior.....	5
3.2	Interferencias externas.....	5
<b>4</b>	<b>Modificaciones de los límites eléctricos.....</b>	<b>6</b>
4.1	Límite eléctrico superior.....	6
4.2	Límite eléctrico inferior.....	6
<b>5</b>	<b>Modificación de los límites mecánicos.....</b>	<b>7</b>
5.1	Límite mecánico superior.....	7
5.2	Límite mecánico inferior.....	8
<b>6</b>	<b>Modificación de la posición de los patines.....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Modificación del accionamiento.....</b>	<b>10</b>
7.1	Cambio de la posición del servomotor.....	11
7.2	Cambio de posición de los soportes del husillo.....	12
7.3	Cambio del husillo.....	13
<b>8</b>	<b>Mecanizado de la mesa móvil.....</b>	<b>14</b>
8.1	Desmontaje de la mesa móvil.....	14
8.2	Montaje de la mesa móvil.....	16
<b>9</b>	<b>Modificación de la mesa fija.....</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>Instalación del husillo nuevo.....</b>	<b>18</b>
<b>11</b>	<b>Modificación de parámetros del subsistema.....</b>	<b>20</b>
<b>12</b>	<b>Modificación de la carga caliente del 3mm.....</b>	<b>20</b>

**Anexo I. Planos.....24**

# 1 Introducción

El Observatorio de Yebes ha ampliado las bandas de observación del radiotelescopio de 40 metros incluyendo la banda Q en la rama de baja frecuencia del Auxiliary Mirror System (AMS). El sistema de espejos tiene todos los habitáculos para receptores ocupados, por lo que ha sustituido el criostato del antiguo receptor de banda K por uno nuevo que contiene un receptor de banda K y otro de banda Q. En el criostato del antiguo receptor de banda K, el alimentador estaba centrado. Su posición en el subsistema 22GHz-3mm era la de 0 mm. En el nuevo criostato, los alimentadores están descentrados. El alimentador de banda K está desplazado 55 mm en sentido positivo, mientras que el banda Q lo está 65 mm en sentido negativo. El subsistema modificado se denomina Q-K-3mm.



**Figura 1.** Posiciones de alimentadores. Mesa móvil vista desde abajo.

Cada subsistema móvil del AMS tiene el movimiento limitado en tres niveles. El límite software es el primero en actuar, y lo hace a nivel del código de control asegurando que el sistema no sobrepase una posición determinada. El límite eléctrico es el segundo en actuar. Está implementado gracias a un interruptor de precisión instalado en la mesa fija y conectado directamente al servomotor. Cuando el interruptor es activado por una leva tipo rueda colocada en la mesa móvil, el servomotor se para independientemente de la orden cursada por el sistema de control. Por último, existe un tope mecánico consistente en una pieza rígida fijada a la mesa fija y otra con los extremos forrados de goma en la mesa móvil. Ambas piezas llegarían a chocar si se sobrepasan los límites anteriores. Las posiciones de los límites y de observación en el subsistema antiguo se muestran en la siguiente tabla:

Límite mecánico superior	Límite eléctrico superior	Límite software superior	Banda W	Banda K	Límite software inferior	Límite eléctrico inferior	Límite mecánico inferior
517,0	506,6246	506,2	506,0	0	-5,0	-7,9644	-17,0

**Tabla 1.** Posiciones del subsistema antiguo.

La incorporación del nuevo criostato requiere modificar las posiciones de observación y de los límites en ambos extremos. Para definir las nuevas posiciones se han considerado las siguientes condiciones:

- El nuevo subsistema debe permitir poder determinar la posición de máxima eficiencia de cada alimentador, algo que se realiza experimentalmente posicionándolo en diferentes posiciones alrededor de la nominal. Más tarde se define la posición resultante como la posición real de observación. Para poder realizar esta operación es necesario disponer de un rango de movimiento de al menos 10 mm alrededor de cada posición de observación nominal.
- Manteniendo la filosofía del resto de subsistemas del AMS, se utilizan solo valores positivos para las posiciones de observación, siendo la menor de ellas la posición 0.
- Las posiciones de los límites deberán superar al menos en 5 mm al límite anterior

Las nuevas posiciones de partida para el subsistema se indican en la Tabla 2..

Límite mecánico superior	Límite eléctrico superior	Límite software superior	Banda W	Banda K	Banda Q	Límite software inferior	Límite eléctrico inferior	Límite mecánico inferior
> 591	> 586	581	571	120	0	-10	< -15	< -20

**Tabla 2.** Posiciones del subsistema modificado.

Los nuevos requisitos de posiciones hace necesario modificar el subsistema para ampliar el rango de movimiento en ambos extremos. El presente informe describe los trabajos realizados para implementar los cambios necesarios.

## **2 Identificación de las modificaciones necesarias.**

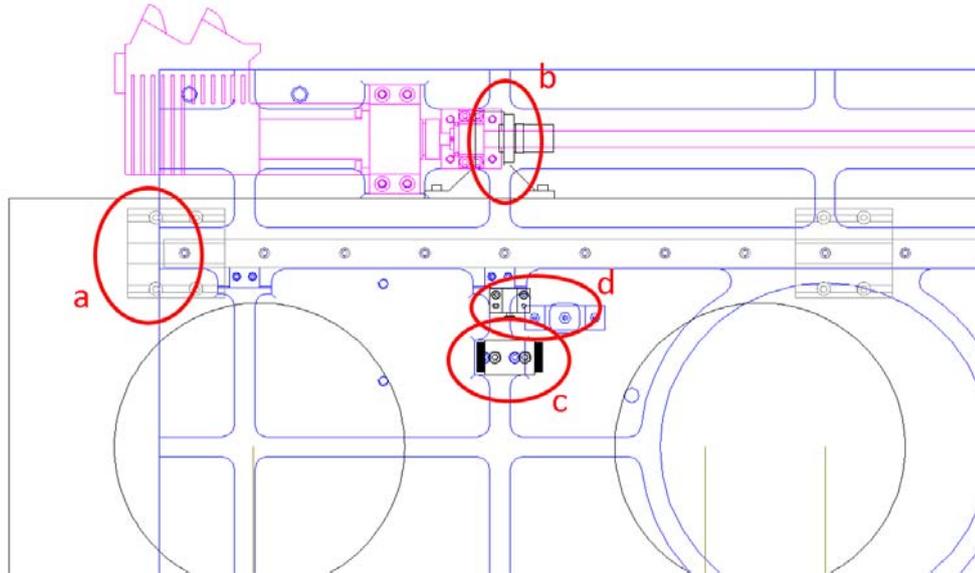
### **2.1 Interferencias entre mesa móvil y mesa fija.**

Se ha realizado un modelo en 2D y 3D de las mesas para identificar las modificaciones que son necesarias para permitir el nuevo rango de movimiento de la mesa móvil. Se ha trabajado con dichos modelos para estudiar las soluciones a adoptar y para generar los planos con las modificaciones a realizar. Las posibles interferencias se encuentran en los extremos del nuevo rango de movimiento.

#### **2.1.1 Posición inferior.**

La Figura 3 muestra las interferencias detectadas en la posición de -20 mm, posición mínima para el límite mecánico inferior. Como se observa son cuatro las interferencias detectadas:

- a) El patín sobrepasa el borde del final del carril.
- b) La tuerca del husillo sobrepasa la posición del soporte.
- c) El tope mecánico de la mesa móvil (negro) sobrepasa al tope mecánico de la mesa fija (azul).
- d) La leva de la mesa móvil (negro) sobrepasa al interruptor de la mesa fija (azul).

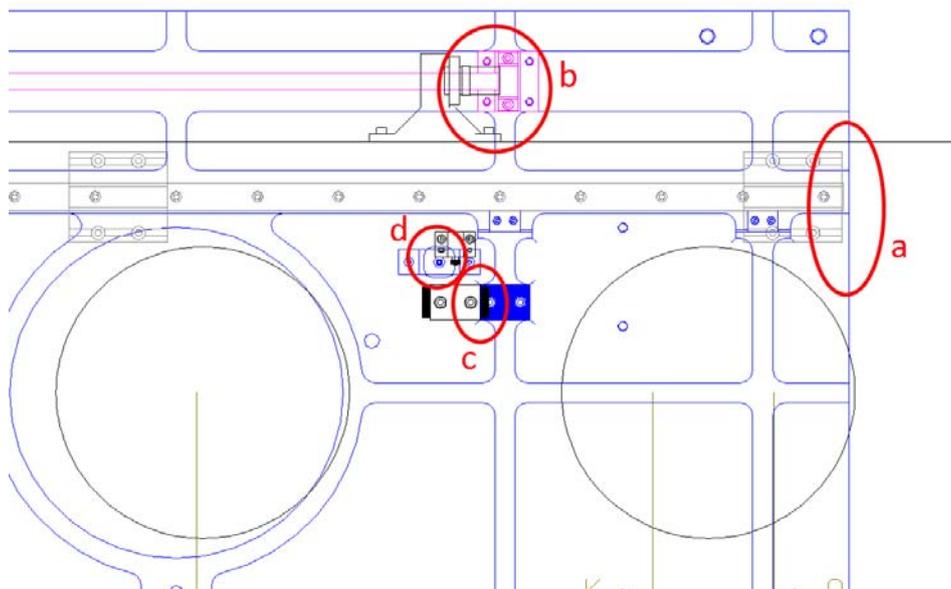


**Figura 2.** Interferencias en la posición inferior

### 2.1.2 Posición superior.

La Figura 3 muestra las interferencias detectadas en la posición de 591 mm, posición mínima para el límite mecánico superior. Como se observa, las interferencias detectadas coinciden con las detectadas para la posición inferior.

- a) El patín está prácticamente al borde del final del carril.
- b) La tuerca del husillo sobrepasa la posición del soporte.
- c) El tope mecánico de la mesa móvil (negro) sobrepasa al tope mecánico de la mesa fija (azul).
- d) La leva de la mesa móvil (negro) sobrepasa al interruptor de la mesa fija (azul).



**Figura 3.** Interferencias en la posición superior

## 2.2 Interferencias externas.

Al ampliar el rango de movimiento de la mesa móvil, es necesario asegurarse de que ni la mesa ni los elementos que cuelgan de ella choquen con otros objetos situados en los alrededores del subsistema. En las posiciones superiores la mesa móvil se acerca a la pared derecha de la cabina de receptores. Este espacio está libre de equipamiento, por lo que no existe ningún riesgo de choque. En las posiciones inferiores, la mesa móvil se desplaza hacia la izquierda, donde se encuentra la mesa soporte del receptor de 3 mm. En esta ocasión el soporte del espejo elíptico M6 que cuelga de la mesa móvil puede chocar con varios elementos, como muestra la siguiente figura:

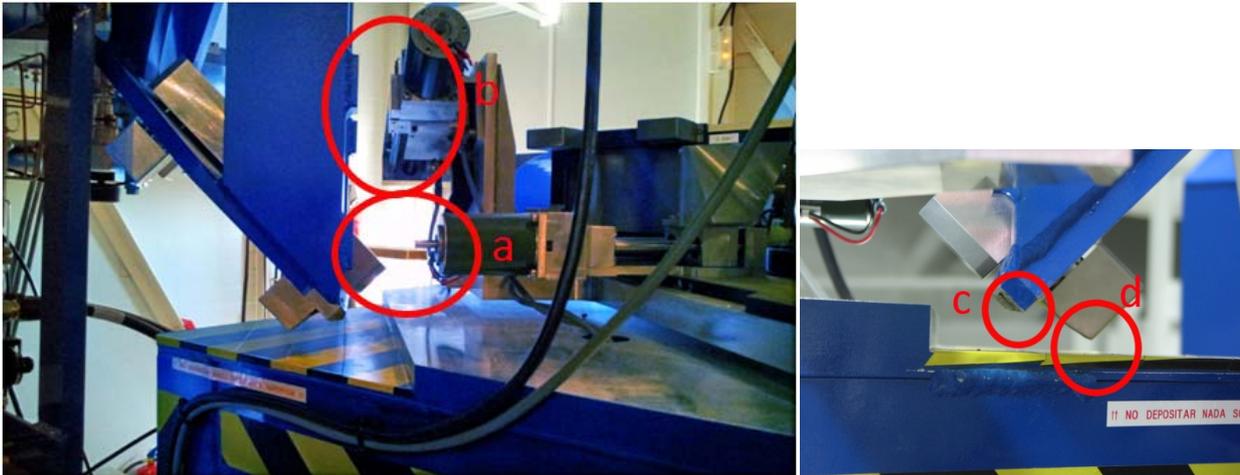


Figura 4. Interferencias con mesa soporte del receptor de 3 mm.

Las interferencias encontradas son las siguientes:

- a) El soporte del espejo choca con el motor de carga fría del canal no usado.
- b) El soporte del espejo choca con el motor de carga caliente.
- c) El borde inferior del soporte del espejo choca con el escalón en la superficie de la estructura soporte del receptor de banda W.
- d) La carcasa protectora del tornillo de ajuste inferior del espejo puede chocar con el escalón en la superficie de la estructura soporte del receptor de banda W.

## 3 Soluciones adoptadas.

### 3.1 Interferencias entre mesa móvil y mesa fija.

#### 3.1.1 Posición inferior.

##### a) Patines.

Según el fabricante, el patín no está preparado para trabajar con parte de su zona de rodadura fuera del carril. Pueden adoptarse dos soluciones: alargar los carriles o mover de posición los patines. La primera solución no requiere desmontar la mesa móvil, pero se necesita diseñar una estructura sólida donde sujetar y alinear perfectamente una extensión de carril. Esta solución parece compleja y arriesgada, pues si no se alinean bien los carriles surgirán problemas cuando los patines pasen a la extensión. La mejor solución es modificar la posición de los patines, de forma que no sobresalgan en la posición del límite mecánico inferior.

##### b) Husillo.

Se necesita desplazar el soporte del husillo hacia la izquierda. Los nuevos taladros se pueden hacer en el mismo nervio de la mesa.

El desplazamiento del soporte obliga a desplazar la misma distancia al servomotor. En este caso el soporte del motor no tiene base en la mesa donde atornillarlo, por lo que se necesita construir unas piezas para ocupar el espacio vacío a ambos lados del nervio de la mesa.

c) Tope mecánico.

Se puede optar por desplazar el tope mecánico de la mesa móvil hacia la derecha o el tope de la mesa fija hacia la izquierda. La primera solución parece más sencilla porque el tope está situado en la superficie superior de la mesa, que es uniforme y lisa. Sin embargo, esto aumentaría la interferencia en el límite superior. Por ello se ha optado en desplazar el tope de la mesa fija. Para situar el tope en su nueva posición es necesario construir una pieza interfase para mantener el tope a la altura necesaria

d) Tope eléctrico.

La leva de la mesa móvil coincide con un nervio de la mesa fija que impide colocar el interruptor de precisión en dicha posición. Es necesario desplazar el interruptor hacia la izquierda para evitar el nervio. También es necesario desplazar la leva para que active al interruptor en la posición adecuada.

### 3.1.2 Posición superior.

a) Patines.

En este caso el patín puede trabajar en la posición original. Sin embargo, se mantendrá una simetría con los patines izquierdos, por lo que se desplaza hacia la derecha.

b) Husillo.

Se necesita desplazar el soporte del husillo hacia la derecha. Los nuevos taladros se pueden hacer en el mismo nervio de la mesa.

Teniendo en cuenta que, con las modificaciones a realizar, la distancia entre los soportes del husillo aumenta, será necesario adquirir un nuevo husillo con la longitud adecuada.

c) Tope mecánico.

Como se vio en el punto 3.1.1-c), el tope mecánico de la mesa móvil va a quedar desplazado hacia la izquierda. En principio esto elimina la interferencia, y no es necesario modificar la posición original del tope mecánico superior de la mesa fija.

d) Tope eléctrico.

Como se vio en el punto 3.1.1-d), la leva de la mesa móvil va a quedar desplazado hacia la izquierda. En principio esto elimina la interferencia, y no es necesario modificar la posición original del interruptor de la mesa fija.

### 3.2 Interferencias externas.

a) Motor de la carga fría del canal no usado.

En la actualidad este motor no se utiliza. Para evitar esta interferencia se decide desmontar el motor de la mesa del receptor de 3 mm.

b) Carga caliente.

Es necesario modificar la posición del accionamiento de la carga caliente para que su mecanismo de accionamiento no choque con el soporte del espejo M6. En el peor de los casos, cuando el subsistema está en el límite mecánico inferior, se estima que el espacio que el soporte de M6 está desplazado unos 40 mm dentro del espacio que ocupa el accionamiento de la carga caliente.

c) Borde inferior del soporte del espejo.

El borde inferior del soporte de M6 debe ser rebajado para salvar el escalón de la estructura soporte del receptor de 3 mm.

d) Carcasa protectora del tornillo de ajuste inferior del espejo.

Esta carcasa tiene poco juego para modificarse. Su posición impondrá la posición del límite mecánico inferior en el nuevo subsistema Q-K-3mm del AMS.

## 4 Modificaciones de los límites eléctricos.

### 4.1 Límite eléctrico superior.

El límite eléctrico superior se puede establecer en la posición 586 o mayor. En dicha posición la leva de la mesa móvil sobrepasa en 11 mm la posición del interruptor de precisión. El interruptor no se puede desplazar esa distancia hacia la derecha por la proximidad del nervio de refuerzo de la mesa fija, que impide colocar su soporte. Por ello es necesario desplazar la leva hacia la izquierda. Para aprovechar parte de los taladros existentes para sujetar la leva, se decide desplazarla 28 mm hacia la izquierda. En esa posición la leva queda a 17 mm del interruptor de precisión.

El límite eléctrico superior queda así establecido en  $586 + 17 = 603$  mm.

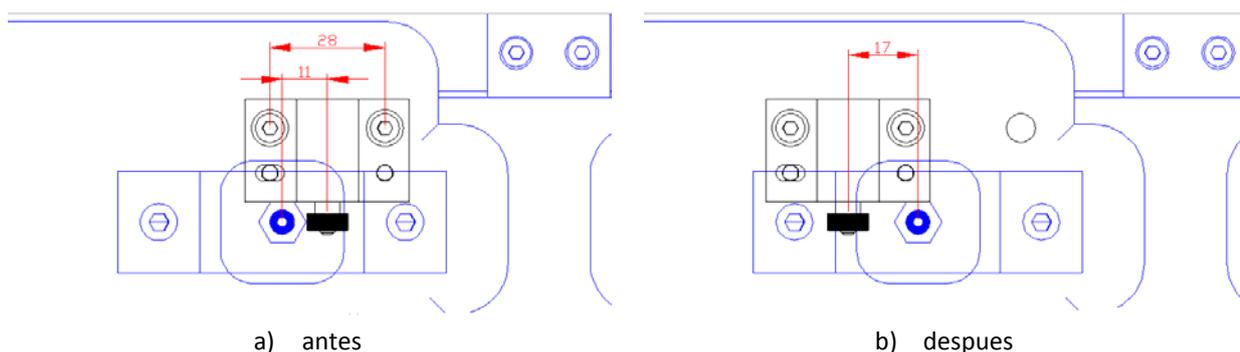


Figura 5. Modificación del límite eléctrico superior. Posición de la mesa = 586.

### 4.2 Límite eléctrico inferior.

Para estudiar esta modificación, se considera implementada la indicada en el apartado anterior.

El límite eléctrico inferior se puede establecer en la posición -15 o menor. En dicha posición, la leva de la mesa móvil sobrepasa en 98 mm la posición del interruptor de precisión. Es necesario desplazar el interruptor hacia la izquierda. Debido al nervio de refuerzo de la mesa fija y a la transición redondeada entre el nervio y la base, el soporte del interruptor de precisión debe ser desplazado al menos 121 mm. No es conveniente que este límite sea muy amplio debido a las interferencias existentes con la mesa del receptor de banda W, por lo que se decide desplazar el interruptor en su soporte hacia la derecha el máximo que se puede, que son 8 mm. De esta forma el interruptor queda a 15 mm de la leva.

El límite eléctrico inferior queda establecido en  $-15 - 15 = -30$  mm.

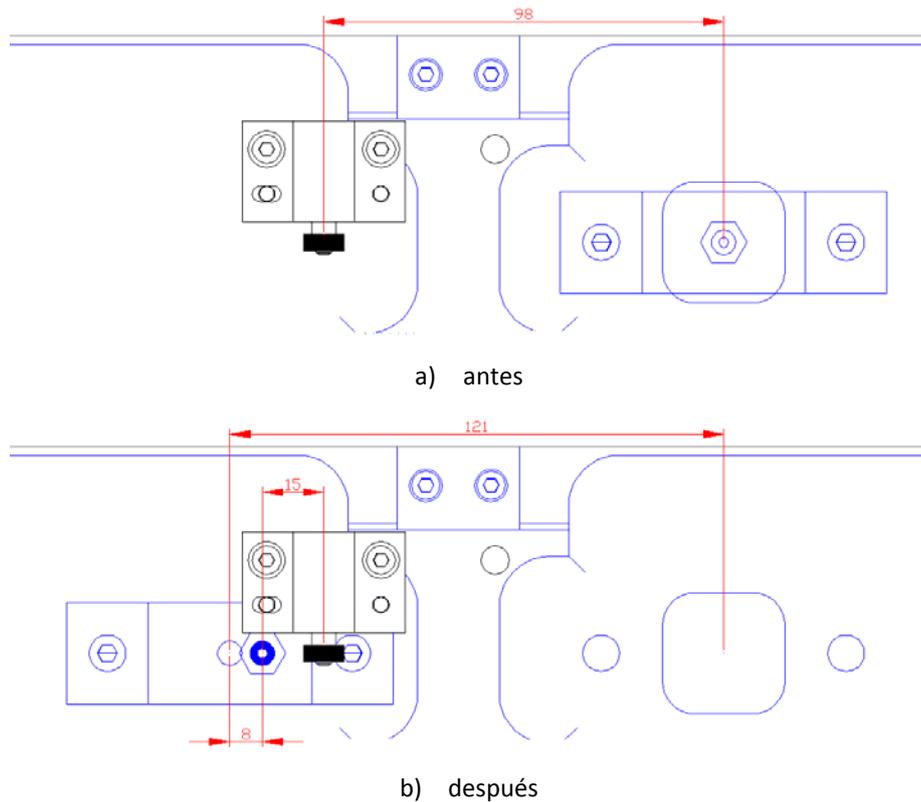


Figura 6. Modificación del límite eléctrico inferior. Posición de la mesa = -15.

## 5 Modificación de los límites mecánicos.

### 5.1 Límite mecánico superior.

Partiendo de la posición definida para el límite eléctrico superior, el límite mecánico superior se puede establecer en la posición 608 o mayor. En dicha posición el tope mecánico de la mesa móvil (en negro) sobrepasa en 26 mm la posición del tope mecánico de la mesa fija (en azul). El tope de la mesa fija no se puede desplazar esa distancia hacia la derecha debido al borde del mecanizado de la mesa fija donde está fijado. Por ello es necesario desplazar el tope de la mesa móvil hacia la izquierda. Para aprovechar parte de los taladros existentes para sujetar el tope, se decide desplazarlo 30 mm hacia la izquierda, de forma que en esa posición queda a 4 mm del tope de la mesa fija.

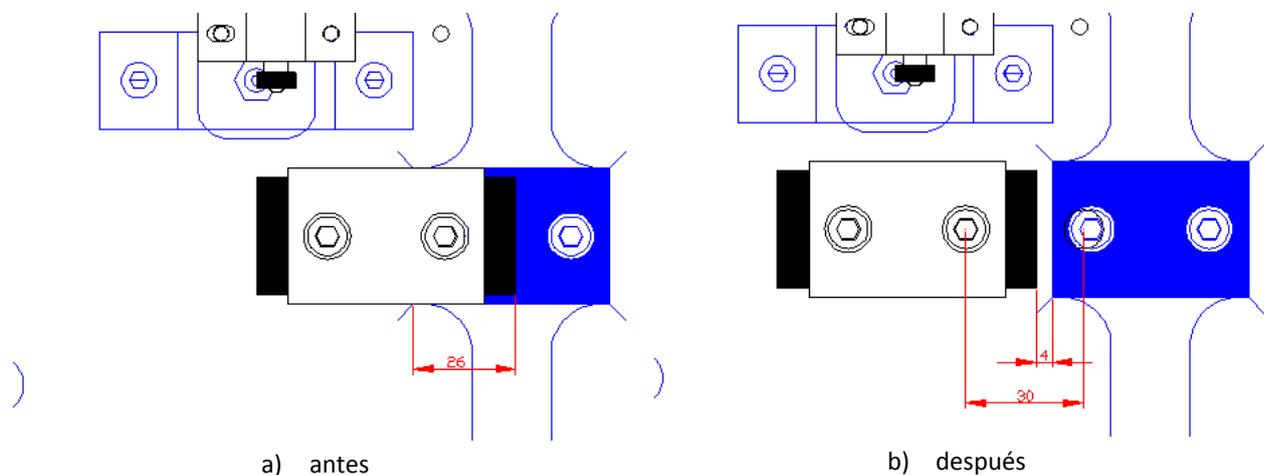


Figura 7. Modificación del límite mecánico superior. Posición de la mesa = 608.

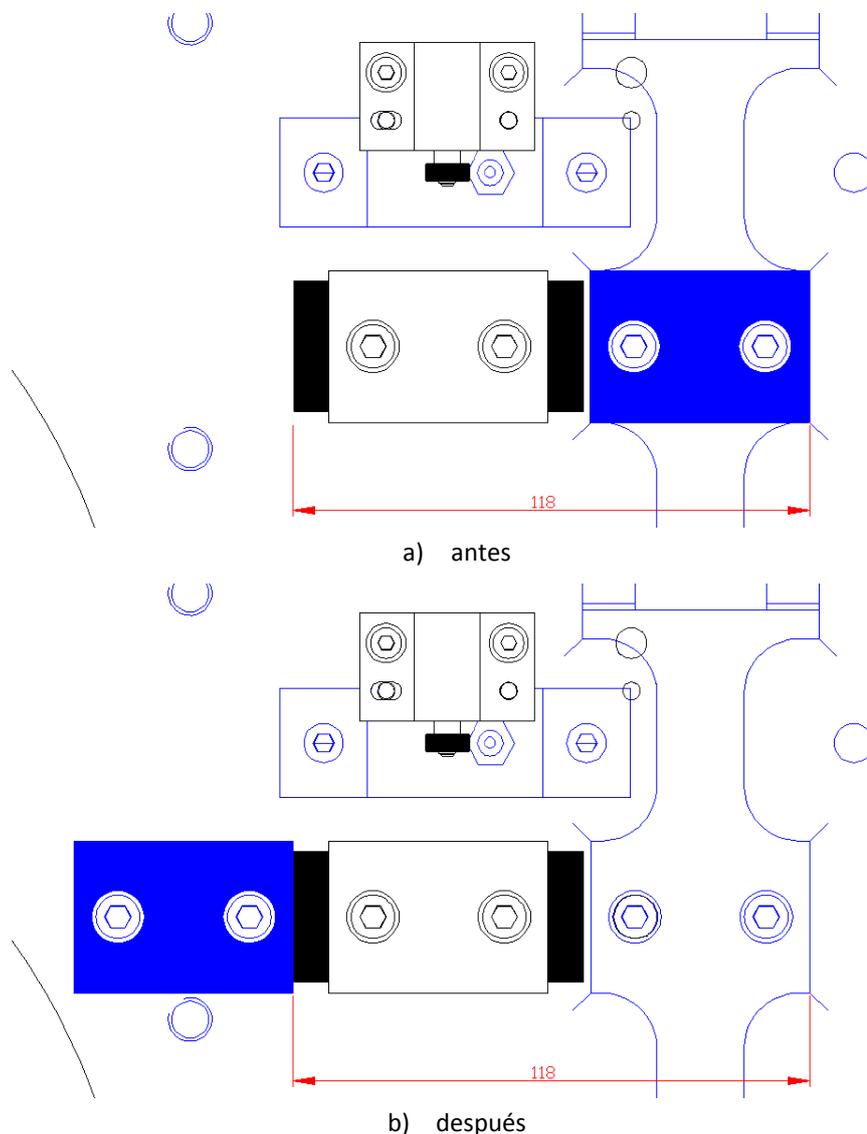
El límite eléctrico superior queda así establecido en  $608 + 4 = 612$  mm.

## 5.2 Límite mecánico inferior.

Para estudiar esta modificación, se consideran implementadas las indicadas en los apartados anteriores.

El nuevo límite eléctrico inferior quedó establecido en la posición -30 mm. Por otra parte la distancia entre los límites eléctrico y mecánico inferiores ha quedado en 9 mm. Esta distancia, que redondeando se queda en 10 mm, se traslada a los límites inferiores, por lo que el límite mecánico inferior queda establecido en -40 mm. En dicha posición el tope mecánico de la mesa móvil (en negro) sobrepasa en 118 mm la posición del tope mecánico de la mesa fija (en azul). Esa distancia es la que se debe desplazar el tope de la mesa fija hacia la izquierda.

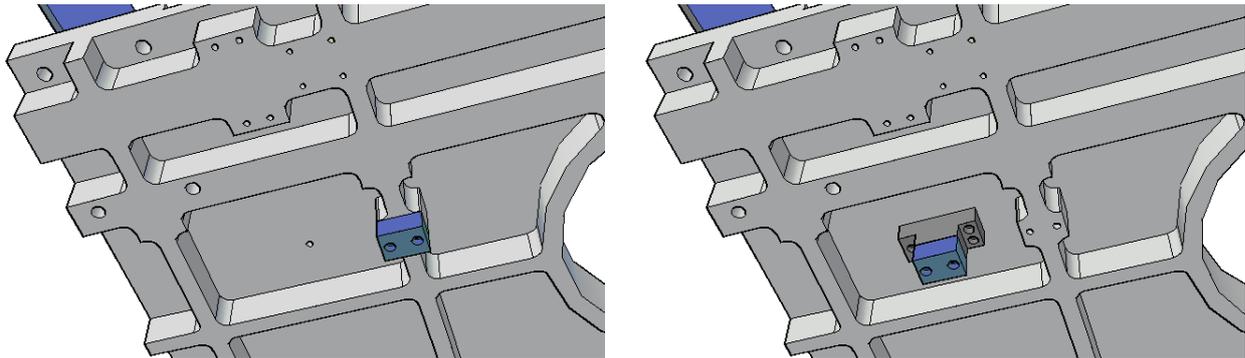
El límite mecánico inferior queda establecido en  $-30 - 10 = -40$  mm.



**Figura 8.** Modificación del límite eléctrico inferior. Posición de la mesa = -40.

El tope mecánico de la mesa fija estaba originalmente atornillado a ésta en un refuerzo de uno de los nervios que tiene en su cara inferior. En la posición nueva, la mesa está cajeada, sin refuerzo alguno para situar al tope a la altura necesaria. Para instalar el tope en la nueva posición es necesario construir

una pieza adicional para mantener el tope a la misma altura que estaba originalmente y así hacer contacto con el tope de la mesa móvil como antiguamente.



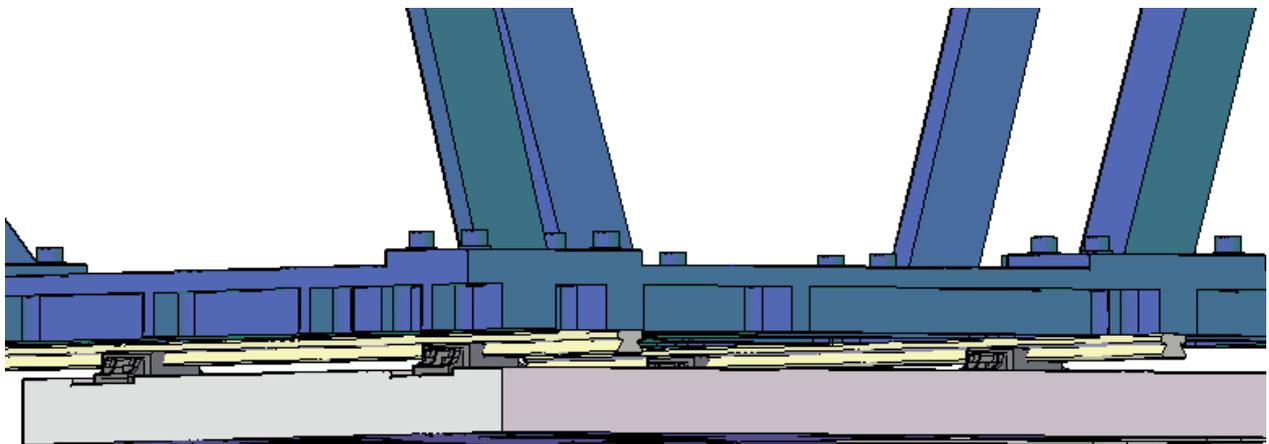
a) antes

b) después

**Figura 9.** Reubicación de tope mecánico superior en mesa fija.

## 6 Modificación de la posición de los patines.

Entre la mesa fija y la móvil existe una interfaz que permite el movimiento de la segunda respecto de la primera. Esta interfaz se muestra en la Figura 10. Básicamente consiste en unos patines que se deslizan por unos carriles. Existen dos carriles (color amarillo) atornillados a la superficie inferior de la mesa fija (color azul), uno en la parte delantera y otro en la parte trasera. Por cada carril se deslizan dos patines (color gris oscuro) que están atornillados a la superficie superior de la mesa móvil (color gris claro). Tanto los carriles como los patines están fabricados con gran precisión, y el contacto entre ellos se realiza sin holguras. La posición de los carriles está ajustada con precisión de forma que estén perfectamente paralelos entre ellos y con el frontal de la mesa fija, donde está colocado el husillo.

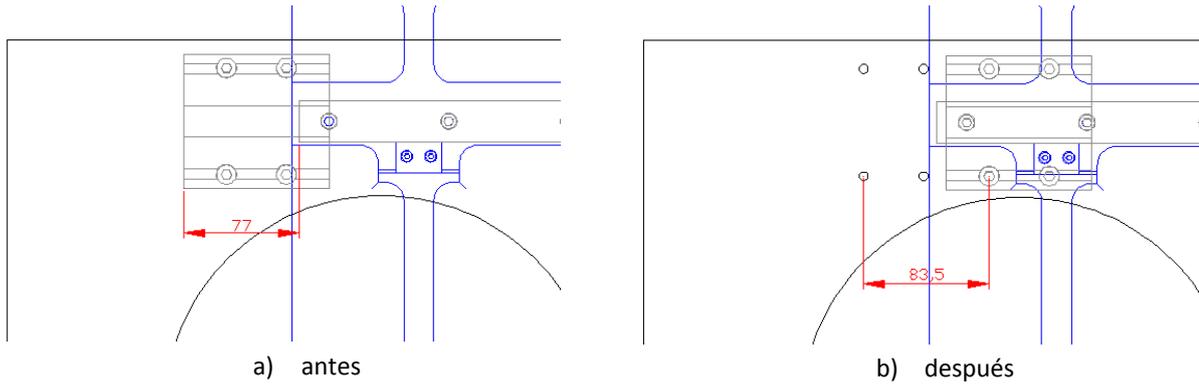


**Figura 10.** Interfaz entre mesa móvil y mesa fija.

Para modificar la posición de los patines se fijan dos condiciones:

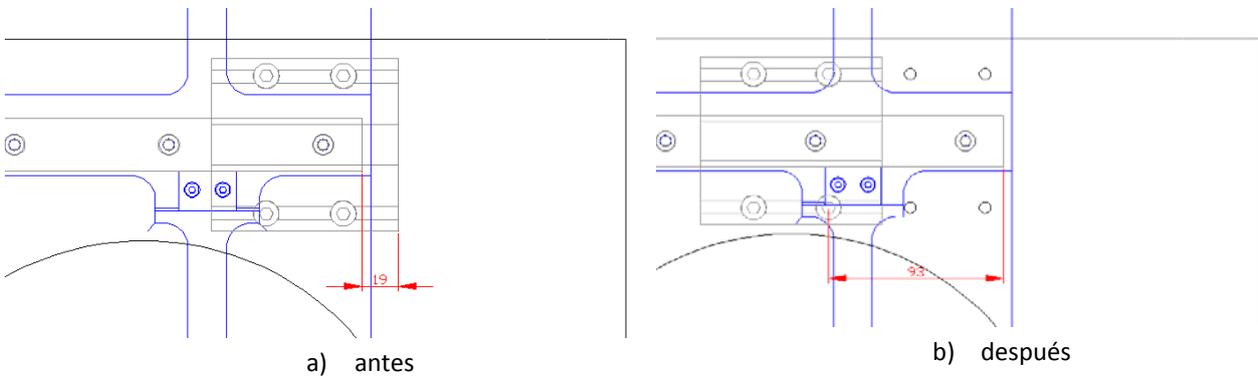
- Se debe mantener la simetría de un lateral de la mesa móvil con respecto al otro.
- El patín no debe llegar a una distancia menor de 5 mm del borde del carril.

Con estas premisas se estudia el desplazamiento necesario en ambos lados de la mesa. Como se observó en el apartado 2.1, la posición inferior es la más desfavorable para los patines. Cuando la mesa móvil se encuentra en la posición del límite mecánico inferior, los patines del lado izquierdo sobresalen 77 mm, por lo que se deben de desplazar un mínimo de 82 mm hacia la derecha. Se decide centrar los patines con el orificio para el soporte de M6, por lo que finalmente se desplazan 83,5 mm hacia la derecha, quedando el patín a 6,5 mm del borde del carril.



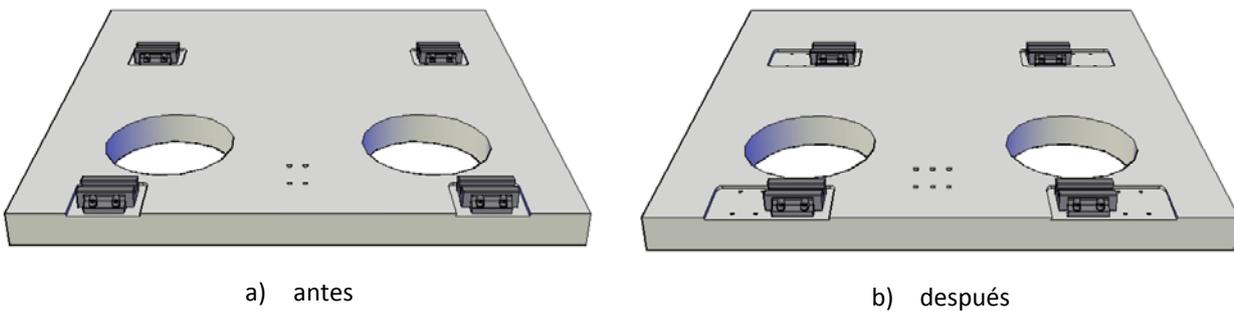
**Figura 11.** Modificación de la posición de los patines izquierdos. Posición de la mesa = -40.

Los patines de la derecha se desplazan la misma distancia hacia la izquierda para mantenerlos simétricos con respecto a la mitad de la mesa móvil. En este caso los patines quedan a 93 mm del borde de los carriles en la posición del límite mecánico superior.



**Figura 12.** Modificación de la posición de los patines derechos. Posición de la mesa = -612.

Como se observa en la Figura 10, los patines se encuentran en un rebaje de 6 mm de profundidad mecanizado en la superficie superior de la mesa móvil. La modificación de la posición de los patines implica extender este rebaje a la superficie de apoyo de los patines en la nueva posición. De esta forma se mantiene la distancia entre las mesas y por lo tanto no se modifique la óptica del sistema de espejos.



**Figura 13.** Rebaje de la mesa móvil para los patines.

## 7 Modificación del accionamiento.

El accionamiento está formado por un husillo sin fin con una tuerca con rodamientos que se puede desplazar a lo largo del husillo. Ambos elementos se fabrican con alta precisión para eliminar holguras entre ellos. El husillo está fijado a la mesa fija mediante dos soportes con rodamientos que permiten su giro. Está acoplado a un servomotor (también fijado a la mesa fija) a través de un acoplamiento elástico que permite que haya un pequeño desalineamiento entre ellos. La tuerca está sujeta a la mesa móvil,

por lo que no puede girar con el husillo. Cuando el servomotor hace girar al husillo, la tuerca junto con la mesa móvil se desplazan linealmente a lo largo del husillo.

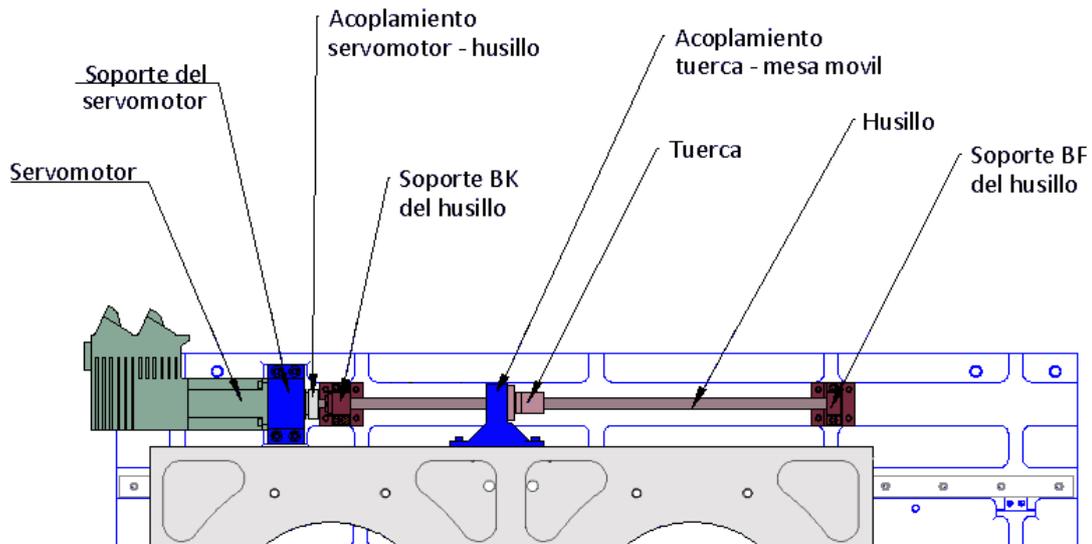


Figura 14. Accionamiento.

### 7.1 Cambio de la posición del servomotor.

Como se indicó en el punto b) del apartado 2.1.1, es necesario desplazar el soporte BK del husillo hacia la izquierda (ver Figura 2 en página 3). Esto fuerza a desplazar también el servomotor en la misma dirección. La distancia mínima que hay que desplazarlo la define la posición del límite mecánico inferior. Cuando la mesa móvil está en dicho límite, la distancia entre la pieza de acoplamiento y el soporte del husillo debe ser mayor 5 mm para tener la seguridad de que no choquen. Para cumplir esta condición, es necesario desplazar el servomotor y el soporte del husillo 53,31 mm.

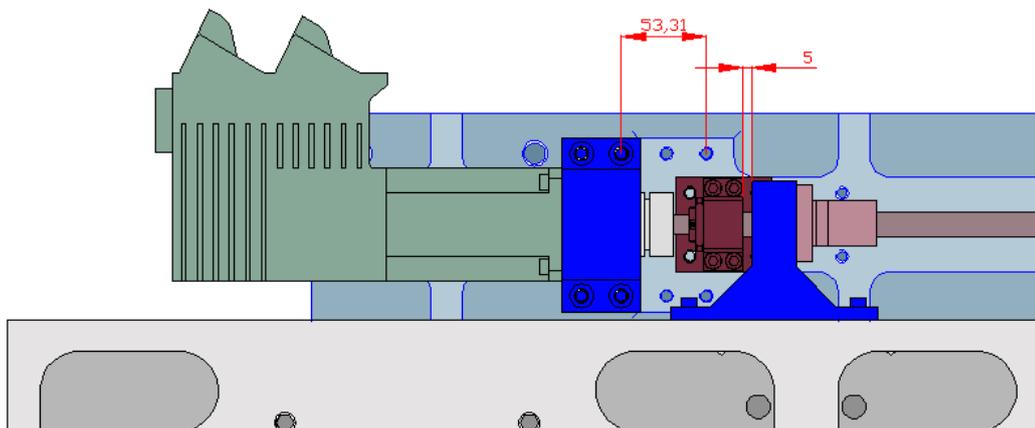


Figura 15. Rebaje de la mesa móvil para los patines. Posición de la mesa = -40 mm.

Originalmente el soporte del servomotor está fijado en una zona sin cajear de la mesa fija específicamente preparada para ello, como se puede observar en la Figura 16-a. Para poder fijar el servomotor en otra posición, es necesario rellenar el espacio vacío del cajeado que queda debajo del soporte para poder fijar éste. La solución adoptada ha consistido en diseñar dos piezas simétricas que encajen en el cajeado existente a la derecha del soporte. Estas se atornillan a la mesa fija mediante agujeros realizados en los extremos. El soporte del motor se atornilla a su vez a las piezas. Con el objetivo de facilitar el montaje y fijar el servomotor en el centro de las piezas a fabricar, finalmente se ha desplazado un total de 85 mm desde su posición original, como se observa en la Figura 16-b.

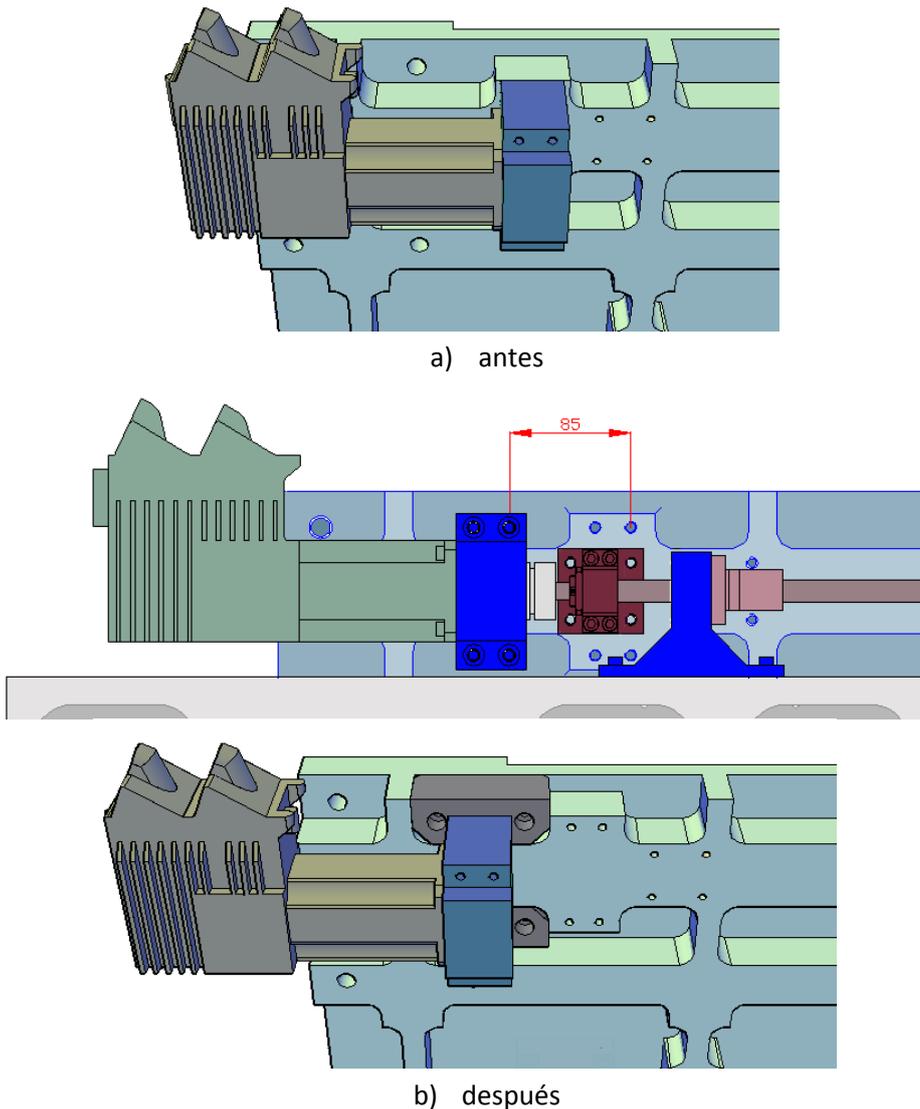


Figura 16. Reubicación del servomotor.

## 7.2 Cambio de posición de los soportes del husillo.

Se ha pensado disponer de un husillo cuya longitud sea tal que permita tener más holgura de la estrictamente necesaria de cara a aumentar el margen disponible para futuras modificaciones. Con esta idea se han definido las posiciones de los soportes del husillo, cuya distancia determina su longitud útil.

Como se vio en el apartado anterior, el servomotor se ha desplazado 85 mm a la derecha. El soporte derecho se ha desplazado esos 85 mm más otros 4 adicionales para aumentar la zona de seguridad entre el soporte y la tuerca en esta zona (ver Figura 18). En este caso, la mesa no tiene más rango de movimiento, pues el patín queda a 11,5 mm de distancia del borde de la mesa fija, y muy cerca del borde del carril.

En el lado izquierdo se ha colocado el soporte de tal manera que cuando la tuerca llegue a una distancia de seguridad de 12 mm del soporte, el patín esté a la misma distancia a la que queda el patín en el lado derecho cuando se esté en el límite mecánico. La distancia a desplazar el soporte hacia la derecha queda establecida en 93 mm.

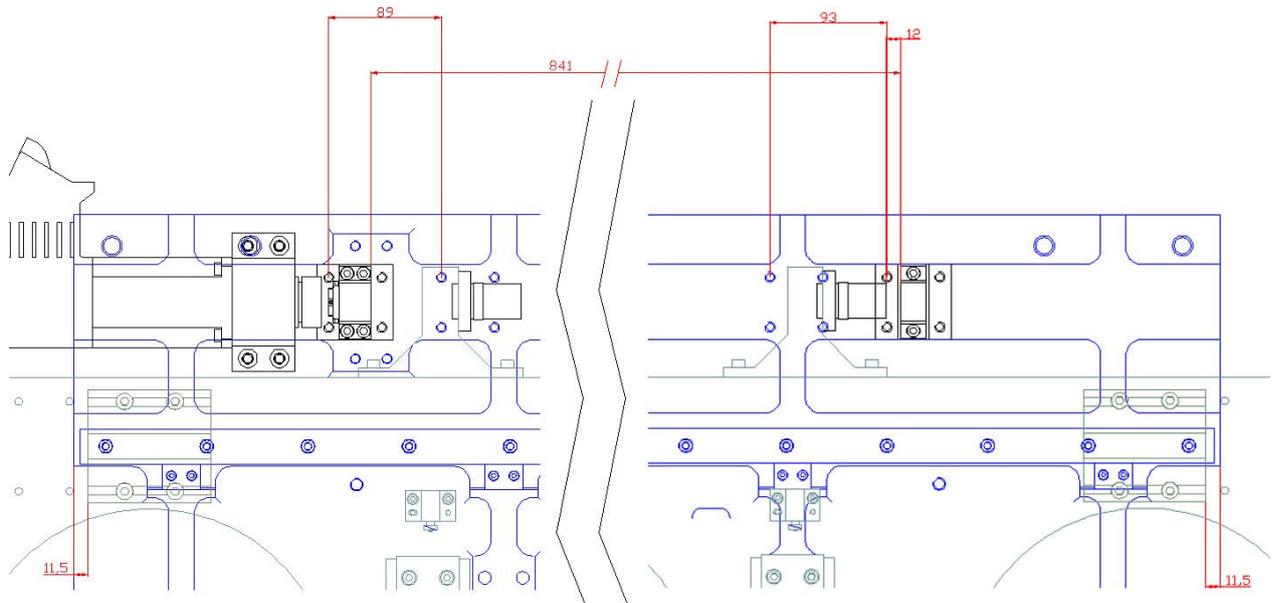


Figura 17. Cambio de posición de los soportes del husillo.

### 7.3 Cambio del husillo.

El husillo puede dividirse en tres zonas: la zona del soporte BK, la zona de la tuerca y la zona del soporte BF. Cada zona tiene unas dimensiones y un mecanizado distinto. La zona de la tuerca es la que más peso tiene en la determinación del husillo. El diámetro del eje, el paso de la tuerca y la cantidad de vueltas se escogen entre varias posibilidades en función de la capacidad de carga necesaria para la aplicación. La longitud puede variar entre un mínimo y un máximo dependiendo de las necesidades. Los soportes a usar dependen del diámetro del eje. El mecanizado de las zonas de los soportes queda determinado por los propios soportes y, en el caso de la zona del soporte BK, por el acoplamiento con el servomotor.

El rango de movimiento del husillo se defina como la distancia existente entre los soportes de los extremos menos las zonas de seguridad especificadas por el fabricante en ambos extremos. Además hay que tener en cuenta el ancho de la tuerca y de la pieza de acoplamiento entre la mesa móvil y la tuerca. En la derecha se tiene una zona de seguridad para la tuerca de 5 mm. En la izquierda esta zona aumenta a 19 mm debido a un rebaje en el husillo para introducir las bolas de la tuerca en el proceso de fabricación, y que en caso de violar se saldrían. Se puede observar que antes de que la tuerca alcance esta zona, chocaría la pieza de acoplamiento con el soporte. Por lo tanto se puede tomar como zona de seguridad 5 mm entre la pieza y el soporte. El rango con el husillo original es:

$$\text{Rango} = 659 - 5 - 28 - 50 - 5 = 571 \text{ mm}$$

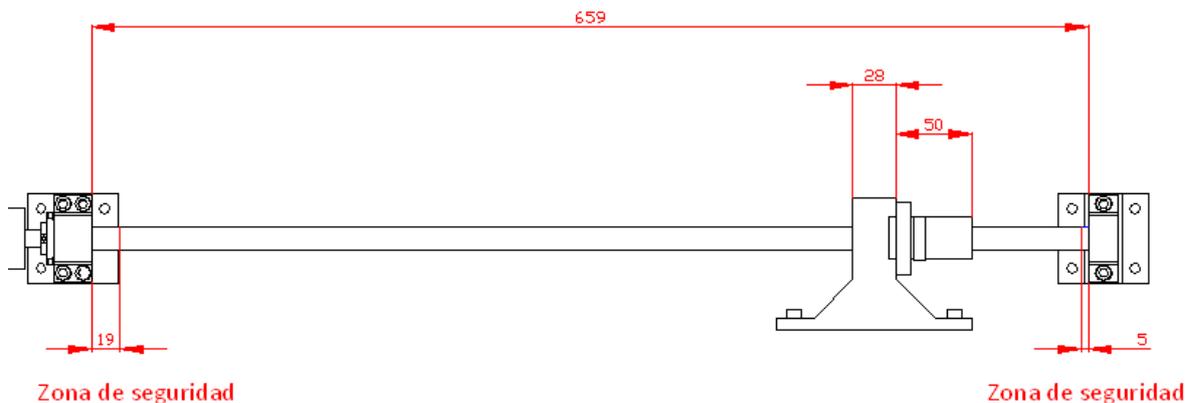
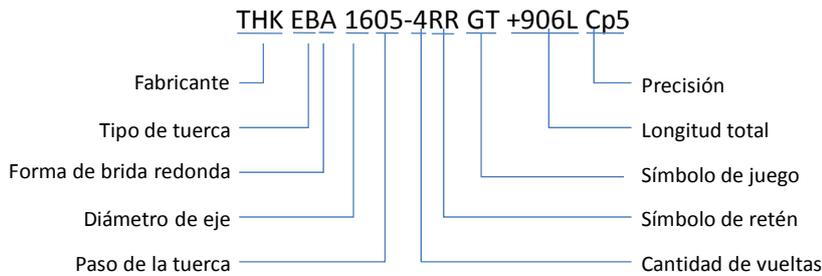


Figura 18. Rango de movimiento de la tuerca.

El rango de movimiento original es menor que el estrictamente necesario para ser compatible con la instalación del nuevo receptor. El rango mínimo necesario es de 611 mm como se puede deducir a partir de los datos de la Tabla 2 (página 2). De ahí la necesidad de cambiar el husillo.

Como se vio en el apartado anterior, aprovechando el cambio de husillo se ha decidido adquirir uno más largo que el estrictamente necesario. Siguiendo esta premisa se han colocado los soportes en unas posiciones cuya distancia es de 841 mm como se observa en la Figura 17.

El pedido del nuevo husillo se ha realizado suministrando al fabricante tanto la referencia del husillo como su acotamiento. La referencia del husillo es la siguiente:



Se ha respetado todas las características del anterior husillo excepto la longitud total, que es de 906 mm. El acotamiento se muestra en el plano CAY-AMS-Q-020 del Anexo I, de donde se puede calcular la longitud total.

## 8 Mecanizado de la mesa móvil.

La mesa móvil ha sido modificada para poder reubicar el accionamiento de los límites eléctricos, el tope de los límites mecánicos y la posición de los patines. Las dimensiones de la mesa hacen imposible realizar el mecanizado en las instalaciones del CAY. Los trabajos fueron realizados en un taller externo (empresa M2R), por lo que se ha tenido que desmontar la mesa del AMS para su traslado. La ida, el mecanizado y la vuelta se realizaron en el mismo día. La mesa se trasladó sobre un palé y fijada con correas en una furgoneta del observatorio.

Las modificaciones realizadas se indican en el plano CAY-AMS-Q-001 del Anexo I.

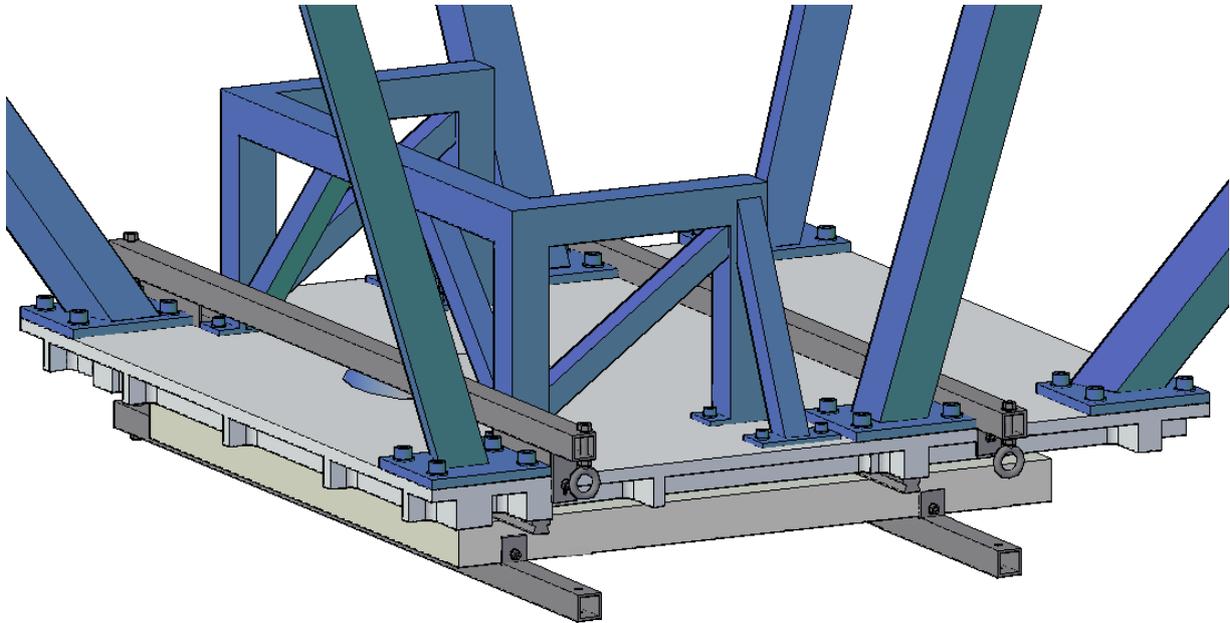
### 8.1 Desmontaje de la mesa móvil.

El desmontaje de la mesa consiste básicamente en desatornillarla de los patines, que quedan sujetos a los carriles de la mesa fija. Hay que tener en cuenta que la mesa se encuentra a 2,5 metros del nivel del suelo y que pesa del orden de 80 Kg, por lo que es necesario colocar una estructura adicional que la mantenga sujeta mientras se desatornilla, y que permita descenderla al nivel del suelo una vez suelta. La estructura fabricada ha consistido en un par de barras con cáncamos en sus extremos que cruzan la mesa fija por arriba y otro par situadas en la misma vertical que cruzan la mesa móvil por abajo. En cada extremo de las barras inferiores se fija una cuerda que se hace pasar por los cáncamos de las barras superiores a modo de polea. Un operario manejará cada cuerda para bajar la mesa una vez que se suelte de los patines. En la Figura 19 se observa el montaje realizado.

Las barras son perfiles cuadrados de 40x40mm con un espesor de 3mm. Para poder situar la barra superior delantera ha sido necesario soldar dos piezas adicionales para salvar la estructura del soporte de M22 (en azul sobre la mesa fija). Las cuatro barras se sujetan a las mesas mediante unos prisioneros colocados en chapas perpendiculares a las barras que se fijan a los laterales de las mesas.

Los tornillos que sujetan los patines a la mesa móvil tienen la cabeza situada por el lado de los patines, es decir, entre ambas mesas. El espacio existente impide utilizar cualquier herramienta para extraer el

tornillo entero actuando en su cabeza. Solo se puede utilizar una llave allen cortada para quitar el par de apriete. Una vez flojos, los tornillos de los patines delanteros se pueden quitar a mano por su proximidad al borde de la mesa. Sin embargo el acceso se complica mucho en el caso de los tornillos traseros. Para quitar estos se ha optado por rasgar sus extremos roscados (que afortunadamente asoman por la cara inferior de la mesa) para poder extraerlos utilizando un destornillador plano desde abajo. Esto no se puede realizar con los tornillos delanteros porque sus extremos no asoman.



**Figura 19.** Desmontaje de la mesa móvil.

El procedimiento de desmontaje ha sido el siguiente:

1. Se desmontan todos los elementos que cuelgan de la mesa móvil: soporte de M6, receptor de banda K y la FI de banda K junto con su soporte.
2. Por precaución para no ser golpeados durante los trabajos, se desmontan la carga fría no utilizada y la carga caliente del receptor de banda W.
3. Se rasgan los extremos de los tornillos de los patines traseros con una radial y un disco fino.
4. Se desmonta el accionamiento de la mesa móvil:
  - a. Se suelta la pieza de acoplamiento del husillo con la mesa móvil.
  - b. Se afloja la fijación del acoplamiento elástico del servomotor con el husillo.
  - c. Se apaga el AMS y se desconecta el servomotor. Se vuelve a encender el AMS, poniendo en OFF el interruptor número 5 del rack de control para deshabilitar el subsistema.
  - d. Se desmonta el servomotor de la mesa fija.
  - e. Se desmonta el husillo de la mesa fija.

Tras desmontar el accionamiento la mesa se puede mover a mano con facilidad.

5. Se quita el par de apriete de los tornillos de los patines. Uno a uno, se afloja cada tornillo y se aprieta ligeramente para mantener la mesa unida a los patines. El acceso a los tornillos se realiza con la mesa en distintas posiciones. Los delanteros exteriores se acceden sin problemas desde cualquier lugar. Los delanteros interiores son accesibles por los huecos para los receptores, facilitándolo si el hueco coincide con el existente en la mesa fija. Los de los patines traseros son accesibles moviendo la mesa de forma que el patín deseado quede en el extremo de la mesa fija.
6. Se centra la mesa móvil con la mesa fija.
7. Se fijan las barras de desmontaje de la mesa fija y se colocan las de la mesa móvil en el suelo bajo ésta.

8. Se pasa una cuerda por cada cáncamo de las barras de la mesa fija, y se atan los extremos a los orificios correspondientes de las barras de la mesa móvil.
9. Se suben las barras hasta que contacten con la mesa móvil. Apretar los tornillos prisioneros de las barras. Marcar o medir la posición de los prisioneros en la mesa móvil. Será útil para colocar las barras en la posición adecuada más tarde durante el montaje.
10. Se coloca un sargento en cada extremo de las barras de forma que presionen la mesa móvil contra la mesa fija.
11. Se sueltan los tornillos de los patines. Los traseros se sueltan con un destornillador plano desde abajo. Los delanteros hay que soltarlos desde la cara superior.
12. Se tensan las cuerdas y se quitan los sargentos.
13. Se baja la mesa móvil al nivel del suelo. Para ello se necesitan como mínimo cinco operarios. Cuatro sujetarán las cuerdas de las barras. Otro irá quitando los sargentos. Una vez quitados todos los sargentos, se bajará la mesa soltando simultáneamente y despacio las cuatro cuerdas. La quinta persona guiará la mesa en su descenso para que no choque contra la mesa del receptor de 3mm.

Una vez en el suelo se desmonta el tope mecánico y el eléctrico de la mesa móvil para dejarla lista para ser mecanizada.

## 8.2 Montaje de la mesa móvil.

La mesa móvil modificada se monta una vez que se han terminado los trabajos en la mesa fija (ver apartado siguiente), puesto que estos hay que realizarlos desde abajo y la mesa molestaría.

El procedimiento de montaje es similar al de desmontaje en sentido inverso salvo algunas diferencias:

1. Antes de empezar el montaje es necesario realizar las siguientes operaciones:
  - a. Colocar el tope mecánico y el tope eléctrico en la nueva posición de la mesa.
  - b. Rasgar los tornillos de sujeción de los patines delanteros para poder ser insertados con facilidad.
2. Se colocan las barras de la mesa móvil en el suelo bajo la mesa fija. Entonces se coloca la mesa móvil sobre las barras. Se fijan las barras con los prisioneros de forma que estos coincidan con las posiciones marcadas en el desmontaje.
3. Se fijan las cuerdas a las barras.
4. Se sube la mesa hasta cerca de su posición final y se fijan las cuerdas. Se necesita cierta libertad de movimiento para poder mover los patines y la mesa para que coincidan los taladros, por lo que la mesa no debe hacer contacto con los patines.
5. Se van colocando los tornillos de los patines. Para ello se coloca un tornillo en el patín y se mueve hasta que coincide con el taladro roscado de la mesa móvil. Entonces con la ayuda de un destornillador plano desde abajo se hace girar el tornillo a la vez que se presiona ligeramente hacia abajo desde arriba.
6. Una vez que todos los tornillos están colocados se procede a quitar las cuerdas y las barras de las mesas.
7. Por precaución, se echa una gota de fijación a los tornillos de los patines antes de darles el par de apriete. Para ello, uno a uno, se suelta, se le aplica la fijación, y se coloca de nuevo apretándolo con fuerza.

## 9 Modificación de la mesa fija.

Una vez desmontada la mesa móvil se procedió a realizar las modificaciones necesarias en la mesa fija. Los trabajos han sido los siguientes:

1. Taladrado y roscado de agujeros para la instalación en su nueva posición de los siguientes elementos:
  - Soportes del husillo.
  - Piezas adicionales para el soporte del servomotor.
  - Pieza adicional para el límite mecánico superior.
  - Límite eléctrico superior.El plano CAY-AMS-Q-002 (Anexo I) contiene el acotado de los taladros realizados.
2. Instalación de las piezas adicionales para la sujeción del servomotor y del límite mecánico superior en sus nuevas posiciones.

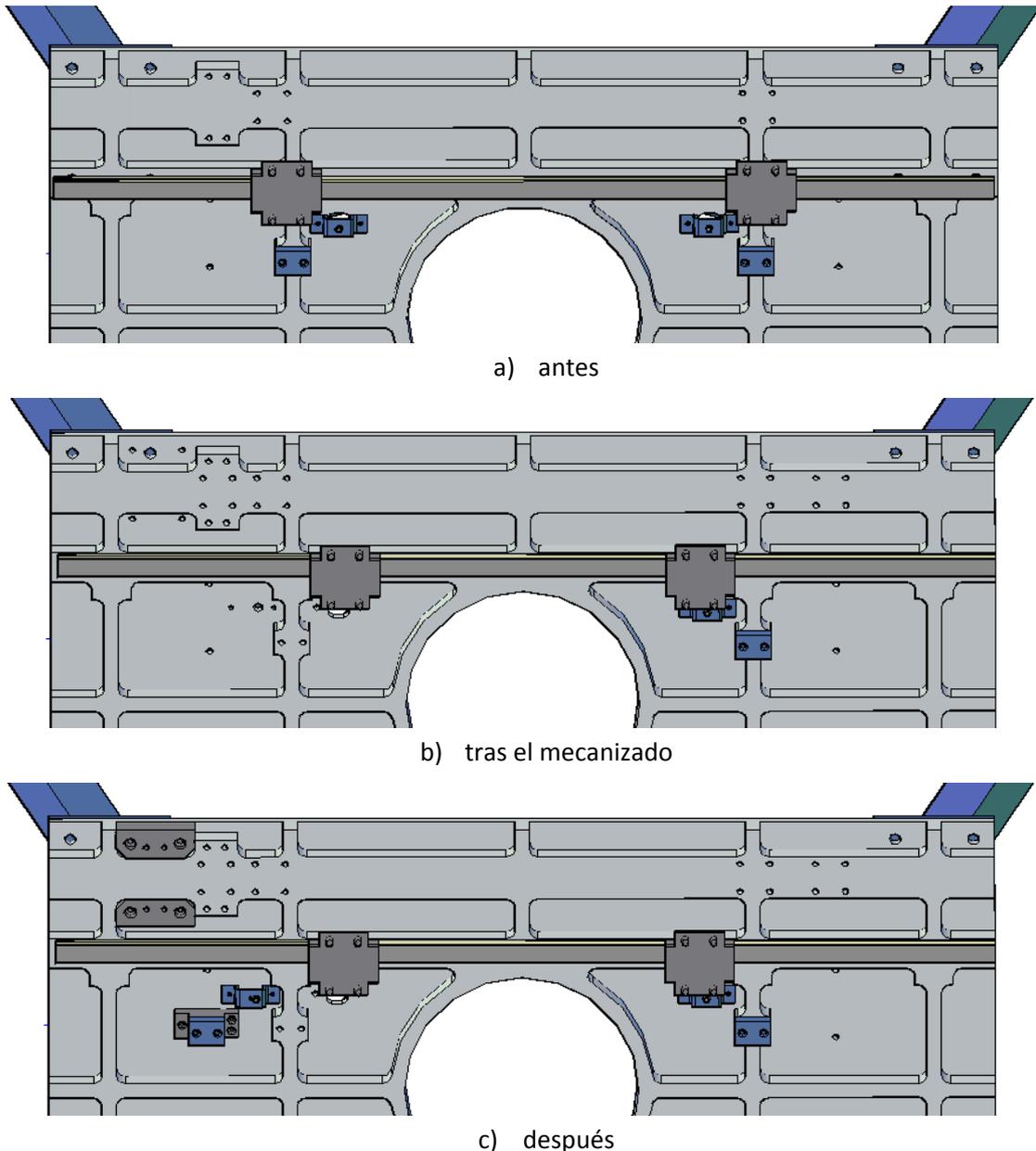


Figura 20. Modificación de la mesa fija.

3. Instalación de los límites superiores.

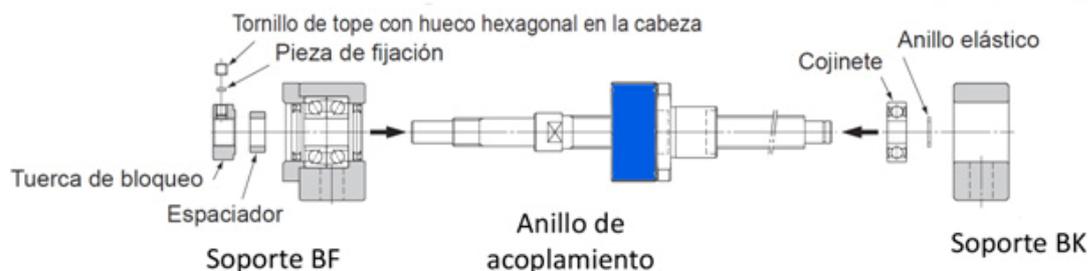
El límite mecánico solo ha requerido ser desatornillado de su ubicación antigua y atornillado a la pieza adicional para ubicarlo en la nueva posición.

El límite eléctrico necesitó ser desmontado y modificado antes de ser colocado en su nueva posición. Antes de soltar el interruptor de precisión de su soporte se midió la longitud que sobresale para mantenerla cuando se coloque en la nueva posición. Esta distancia es crítica porque si se queda corta el límite no se activaría al pasar el tope de la mesa móvil, y si se queda larga el interruptor se dañaría al chocar con el tope de la mesa móvil.

## 10 Instalación del husillo nuevo.

Una vez desmontado el husillo antiguo de la mesa fija, se procede a desmontar sus componentes y a montarlos en el nuevo husillo. El despiece de los soportes se muestra en la Figura 21. El proceso de desmontaje es el siguiente:

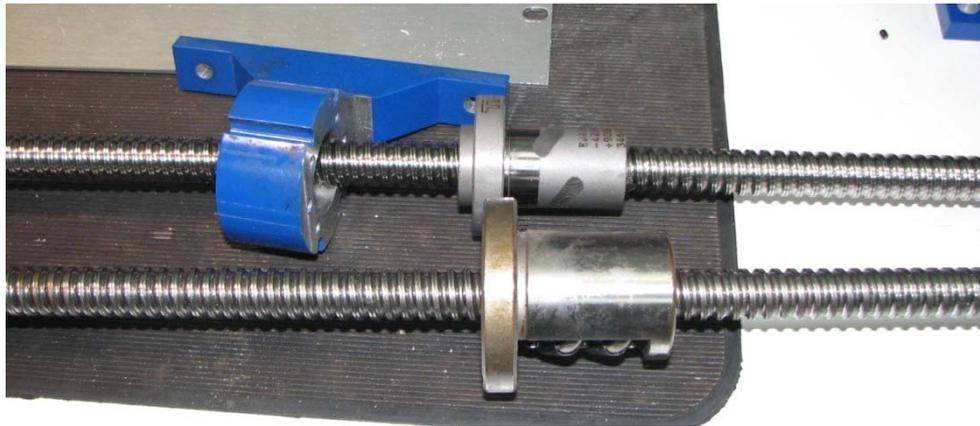
1. Desmontaje del soporte BF.
  - a. Aflojar el tornillo tope de la tuerca de bloqueo.
  - b. Aflojar la tuerca de bloqueo, atornillada al husillo. Cuidado con no perder la pieza de fijación.
  - c. Extraer el espaciador.
  - d. Extraer el husillo.
2. Desmontaje del soporte BK.
  - a. El cojinete puede deslizarse libremente a lo largo del cuerpo del soporte, pues no hay ningún reten del cojinete. Extraer el cuerpo del soporte tirando de él.
  - b. Extraer el anillo elástico.
  - c. Extraer el cojinete.



**Figura 21.** Despiece del husillo.

El proceso de montaje de los soportes en el nuevo husillo es el de montaje en sentido inverso. Fue necesario cerrar el anillo elástico del soporte BF previamente a su inserción en el rebaje del husillo, pues quedó ligeramente abierto de más tras el proceso de desmontaje.

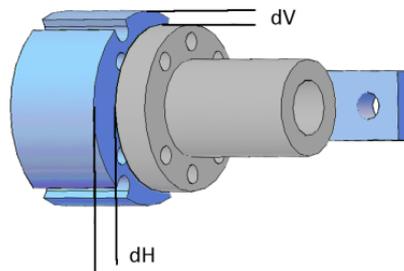
La tuerca del husillo nuevo tiene distinto tamaño que la del antiguo. La tuerca antigua se atornillaba a la pieza de acoplamiento mediante unos tornillos que atravesaban la pieza por unos rebajes practicados en el borde. La tuerca nueva es más pequeña. Afortunadamente, la pieza de acoplamiento cuenta con unos taladros pasantes que coinciden con los de la tuerca. Al parecer se fabricó de forma que pudiese admitir los dos tipos de tuercas. Por lo tanto, el cambio de tamaño de la tuerca no implica ningún inconveniente.



**Figura 22.** Comparativa de tuercas. La tuerca nueva es la de arriba.

Una vez montado el nuevo husillo, se instala en la mesa fija. El siguiente paso es alinearlo con la mesa móvil. El alineamiento se realizó de forma que la tuerca y la pieza de acoplamiento, estando sin unirse, estuviesen centrados en ambos extremos del husillo.. Para ello se fijó la pieza de acoplamiento a la mesa móvil manteniéndola suelta de la tuerca del husillo. El procedimiento de ajuste es el siguiente:

1. Se mueve manualmente la mesa al extremo izquierdo.
2. Se desplaza la tuerca girandola hasta que contacta con la pieza de acoplamiento.
3. Se mide la distancia entre el borde de la pieza de acoplamiento y de la tuerca en horizontal y en vertical.



**Figura 23.** Medida de centrado de la tuerca con la pieza de acoplamiento

4. Se repite la medida con la mesa y la tuerca en el extremo derecho (moviendo primero la tuerca y luego la mesa).
5. La diferencia entre las medidas horizontales y verticales entre ambos extremos indican del desalineamiento existente entre la pieza de acoplamiento y el husillo.

Las medidas obtenidas han sido las siguientes:

	Extremo izquierdo		Extremo derecho	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Primera medida [mm]	3,75	3,84	4,40	4,31
Ultima medida [mm]	3,80	4,05	3,72	4,20

**Tabla 3.** Medidas de centrado de tuerca y pieza de acoplamiento.

Para alinear horizontalmente se desplazaron los soportes en la mesa fija gracias a la holgura existente en los agujeros de fijación. Para alinear verticalmente se ajustó la posición de la pieza de acoplamiento en la mesa móvil.

## 11 Modificación de parámetros del subsistema.

El sistema de control del AMS está configurado con una serie de parámetros que definen las características de los distintos subsistemas (ver informe técnico IT-OAN-2012-10). Las modificaciones realizadas en el subsistema afectan a varios parámetros que se han tenido que actualizar. La siguiente lista muestra los valores antiguos y los nuevos de los parámetros afectados:

Parámetro	Descripción	Valor antiguo	Valor nuevo
Identifying_Text	Nombre del subsistema	22-3mm	Q-K-3mm
Electrical_Limit_1	Límite eléctrico inferior	-7,9644	-28.3312
Electrical_Limit_2	Límite eléctrico superior	506,6246	599.3706
Software_Limit_1	Límite software inferior	-5,0000	-10.0000
Software_Limit_2	Límite software superior	506,2000	590.0000
Num_Observ_Position	Número de posiciones de observación	2	3
Observ_Position_Name_1	Nombre de posición de observación 1	22_GHz	Q
Observ_Position_1	Valor de posición de observación 1	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_2	Nombre de posición de observación 2	3mm	K
Observ_Position_2	Valor de posición de observación 2	506,0000	120,0000
Observ_Position_Name_3	Nombre de posición de observación 3	-	3mm
Observ_Position_3	Valor de posición de observación 3	0,0000	571,0000

**Tabla 4.** Parámetros modificados de la Tabla de Parámetros.

Los límites eléctricos se han obtenido como resultado del valor medio de un total de cinco posiciones de detección del interruptor durante la ejecución del comando de búsqueda de límite. Las distintas posiciones obtenidas tras la ejecución del comando fueron las siguientes:

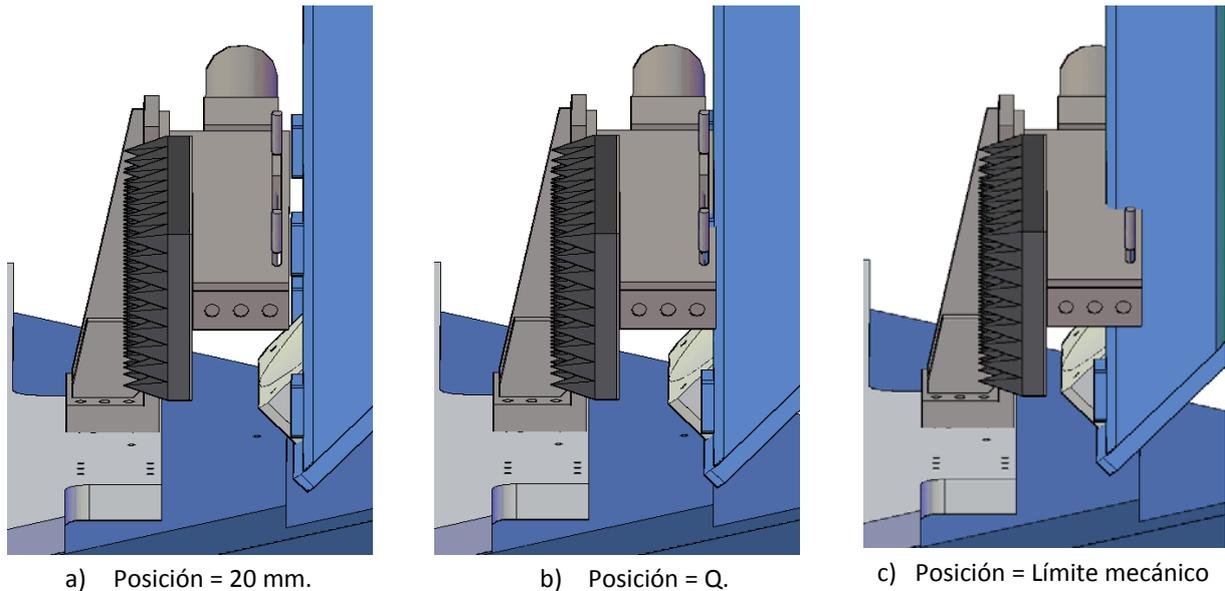
Límite inferior	Límite superior
-28,3276	599,3603
-28,3349	599,3725
-28,3276	599,3799
-28,3361	599,3615
-28,3300	599,3786

**Tabla 5.** Valores obtenidos de los límites eléctricos.

La nueva tabla de parámetros se cargó en el sistema de control del AMS utilizando el HHP. A continuación se actualizó en el SCU desde la GUI de control de los LCPs.

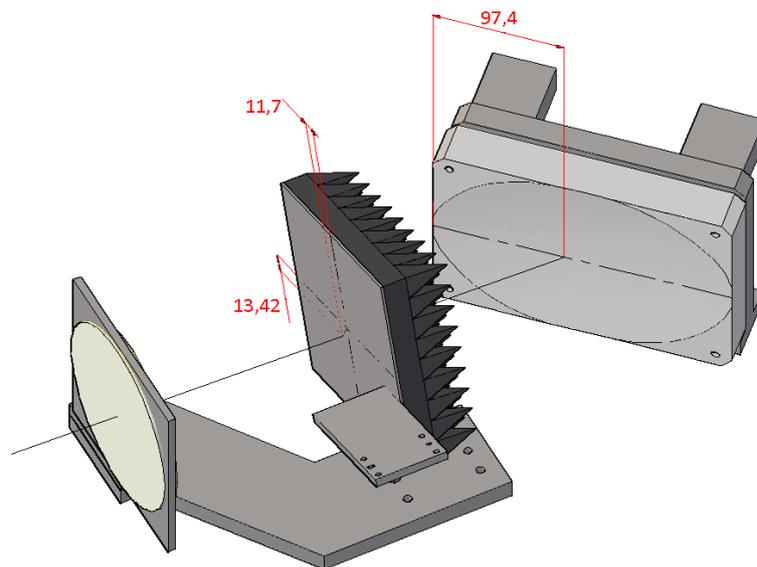
## 12 Modificación de la carga caliente del 3mm.

El sistema de la carga caliente del receptor de 3mm chocaba con el soporte de M6 cuando el subsistema Q-K-3mm se encuentra en una posición por debajo de 20 mm. Esta situación no era admisible, pues hay que evitar cualquier colisión dentro del rango definido por los límites mecánicos, y el límite inferior está en - 40 mm. La siguiente figura muestra una simulación en distintas posiciones:



**Figura 24.** Colisión del soporte de M6 con la carga caliente del receptor de 3 mm.

Se ha observado además que la carga caliente no está centrada con el haz de M6, como se puede observar en la Figura 25. Se considera que el centro del haz incide en el punto situado a 97,4 mm del extremo indicado de M7 y pasa por el centro del polarizador. En el modelo 3D del sistema se ha medido el centro del haz desplazado 13,42 mm en vertical y 11,7 mm en horizontal del cuadrado de absorbente de la carga. Se ha aprovechado la modificación a realizar para centrar mejor la carga, alargando la posición de carga caliente ON y girando ligeramente el accionamiento hacia abajo desde el soporte principal, consiguiendo que el centro del absorbente coincida con el haz.



**Figura 25.** Descentrado de la carga caliente.

Para evitar la colisión con el soporte de M6, se ha buscado una solución que no implique cambiar de posición el soporte principal del mecanismo de la carga caliente. Será necesario reducir el ancho del mecanismo. Teniendo en cuenta que el soporte de M6 se mueve a lo largo de una línea que forma 45 grados con la carga caliente, es necesario reducir el ancho de esta en más de  $60 \times \cos 45 = 42,5$  mm.

La figura Figura 26 a) muestra el despiece de la carga caliente original. El accionamiento se puede considerar como un bloque de perfil rectangular de 28 x 75 cm. El hecho de girarlo 90 grados respecto del eje del motor permite ganar 37 cm. Hay que reducir la distancia entre el soporte principal y el accionamiento. En el sistema original esta distancia es de 28,5 mm, y se debe a la pieza de acoplamiento

entre soportes y el saliente del soporte del accionamiento donde va colocado el conector del control de la carga. La primera pieza se puede eliminar, y la segunda, que se gira junto con el accionamiento, se fabrica nueva para separar la carga caliente del soporte principal lo mínimo posible. Con estas acciones se ganan otros 13,5 mm, obteniendo una distancia total de 50,5 mm, 8 mm más que lo necesario y que permite incorporar una cubierta lateral para proteger del polvo. El montaje modificado se observa en la Figura 26 b), donde se representan las nuevas piezas en color magenta.

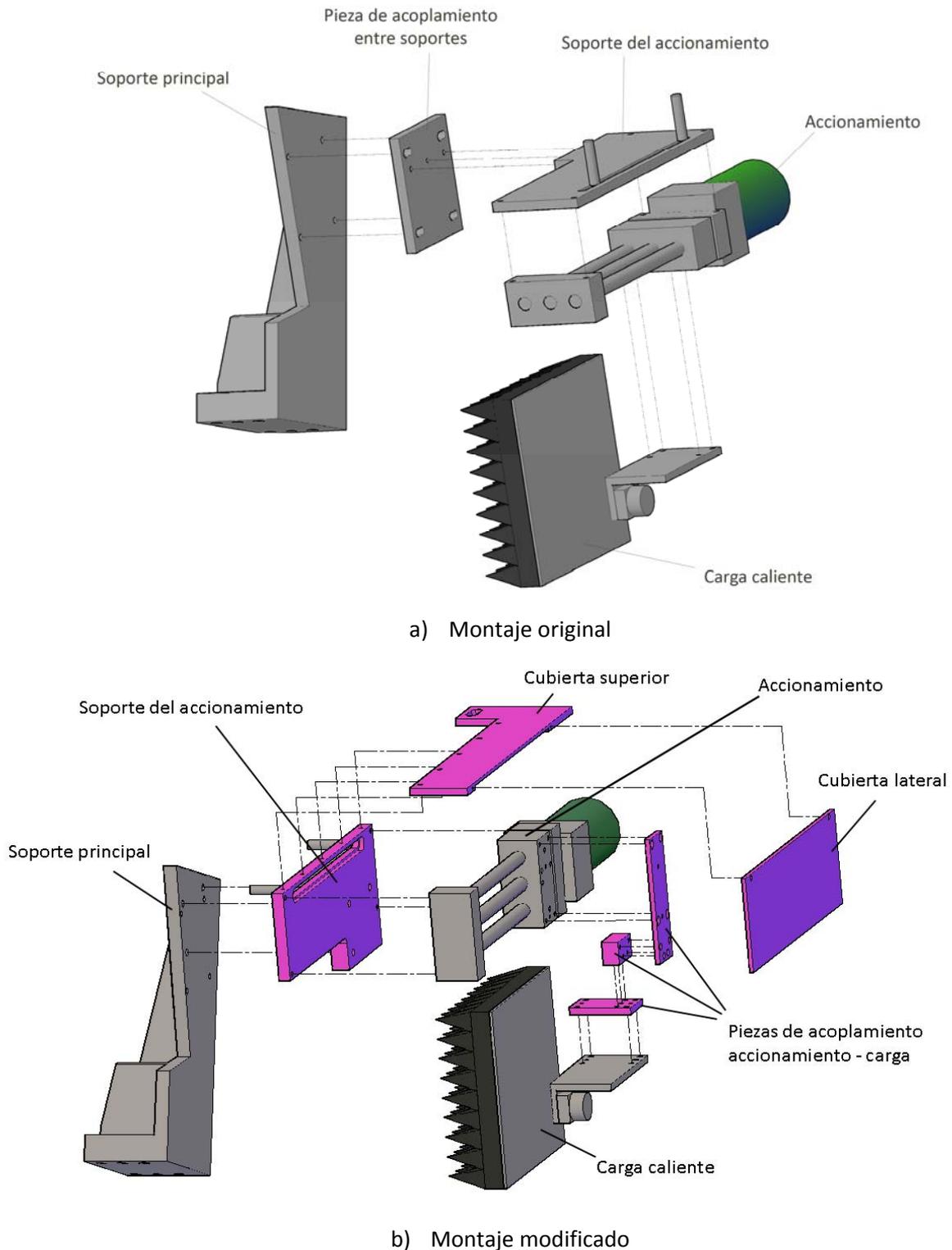
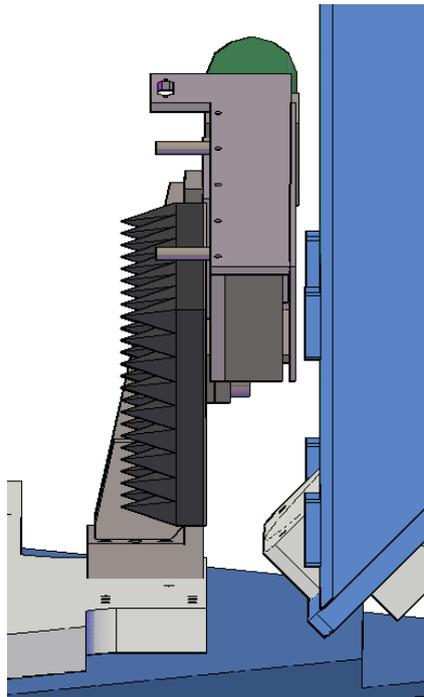


Figura 26. Despiece de la carga caliente.

Para implementar esta modificación han sido necesarias una serie de operaciones que se describen a continuación:

1. Se ha fabricado un nuevo soporte del accionamiento para poder sujetarlo verticalmente en lugar de horizontalmente. El nuevo soporte no incorporará el conector del motor para no forzar a los cables a adoptar un codo de 90 grados dado que el cable proviene verticalmente desde la base del receptor de 3mm.
2. Se ha modificado el soporte principal de la carga caliente para poderle fijar el nuevo soporte del accionamiento.
3. Se ha fabricado un acoplamiento entre la pieza móvil del accionamiento y el soporte de la carga caliente. Antiguamente el acoplamiento entre ambos elementos era directo. Sin embargo, el giro del accionamiento hace necesario un acoplamiento que mantenga a la carga caliente en su orientación original.
4. Se ha fabricado una cubierta superior al accionamiento. Esta cubierta tiene dos propósitos. Por un lado protege el husillo y las guías del polvo. Por otro lado soportará al conector del motor haciendo que el cable trace una línea recta desde la base del receptor de 3mm.
5. Se ha fabricado una cubierta lateral para completar la protección contra el polvo.
6. Se ha cambiado la posición del sensor que detecta la carga en posición ON.

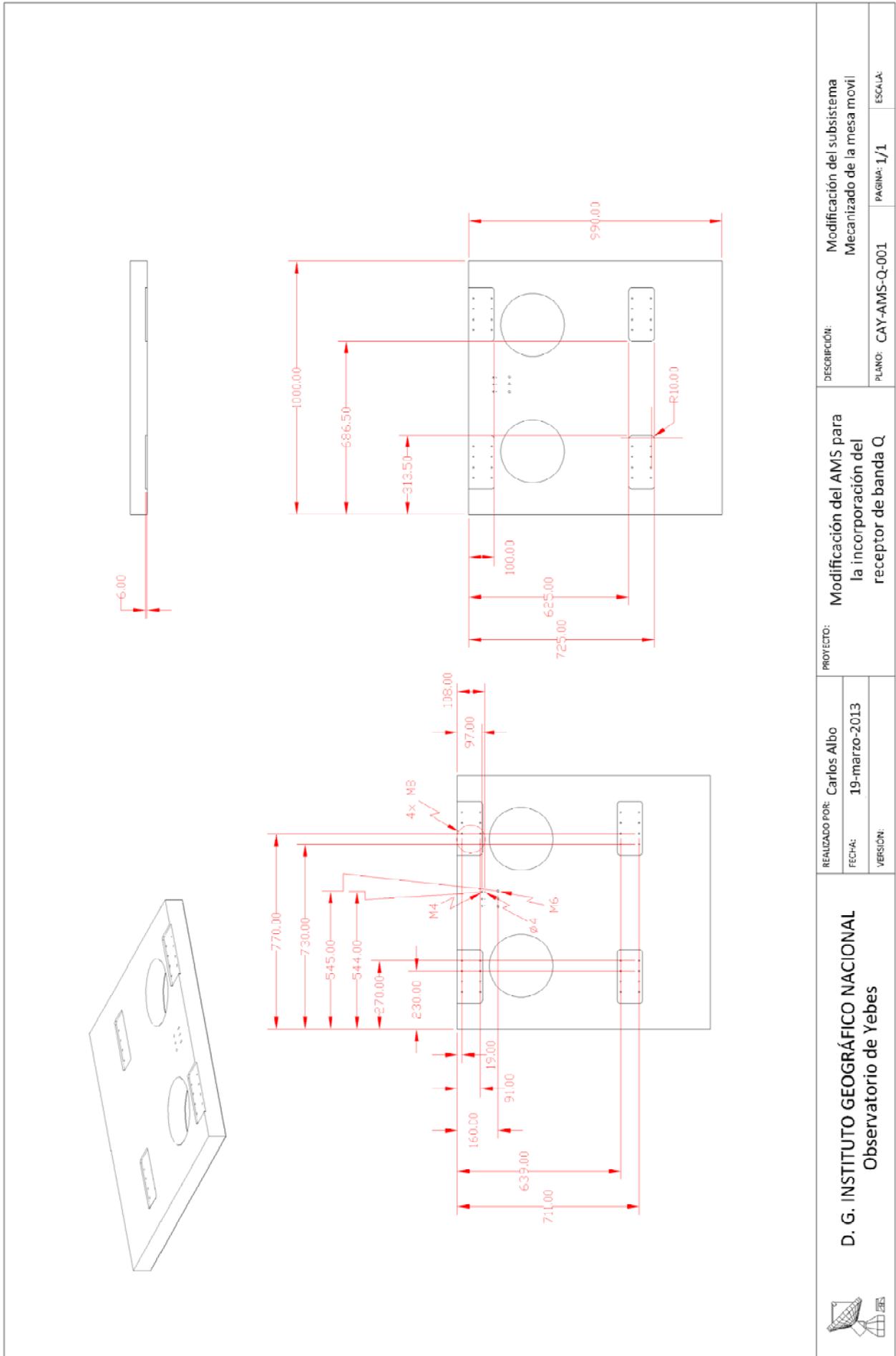
En la simulación del nuevo sistema se ha obtenido una distancia entre el sistema de carga caliente y el soporte de M6 de 6,7 mm. La Figura 27 muestra el nuevo sistema con el subsistema Q-K-3mm en el límite mecánico inferior.



**Figura 27.** Carga caliente modificada con el subsistema en el límite mecánico inferior..

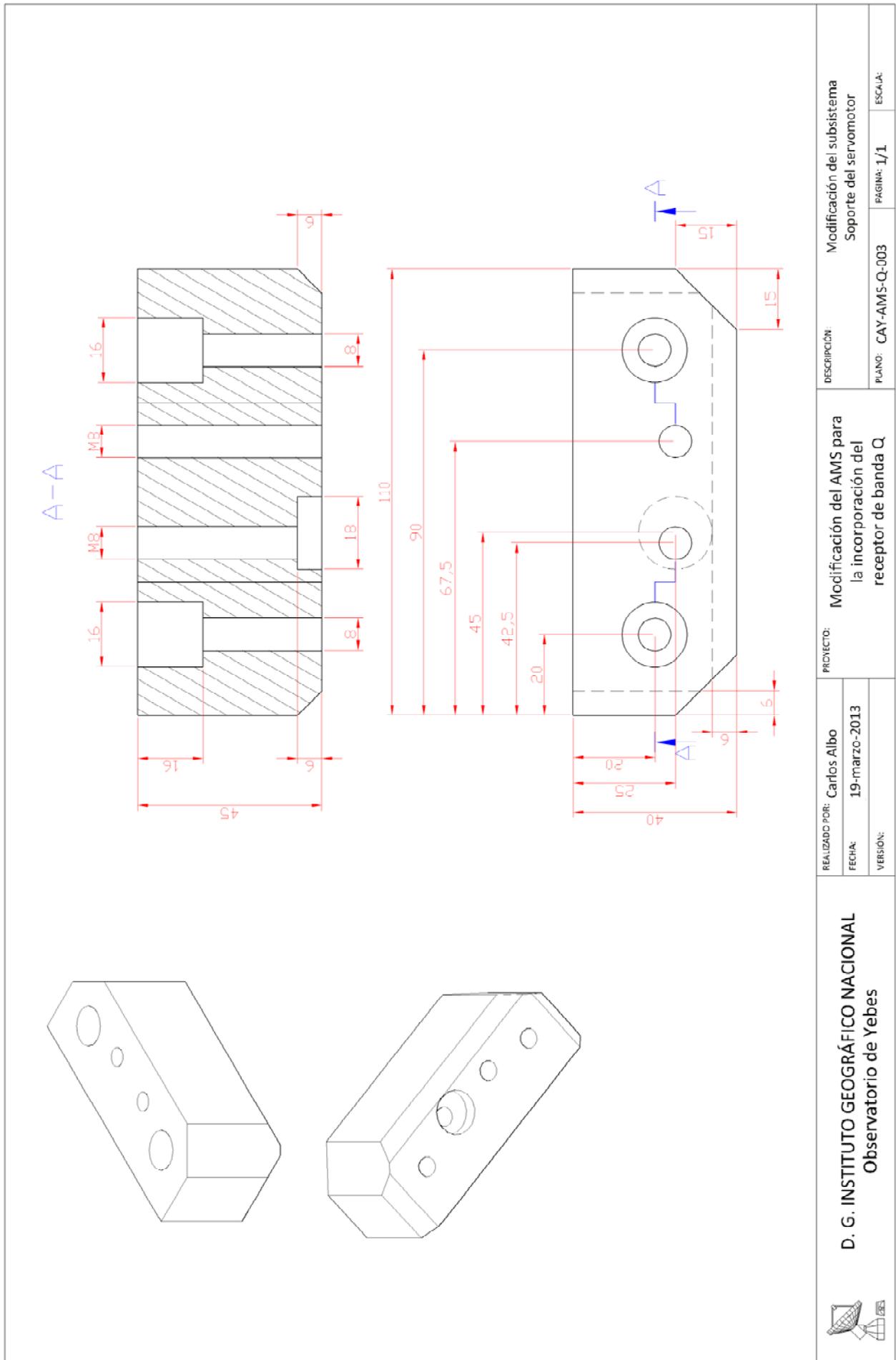
## Anexo I. Planos.

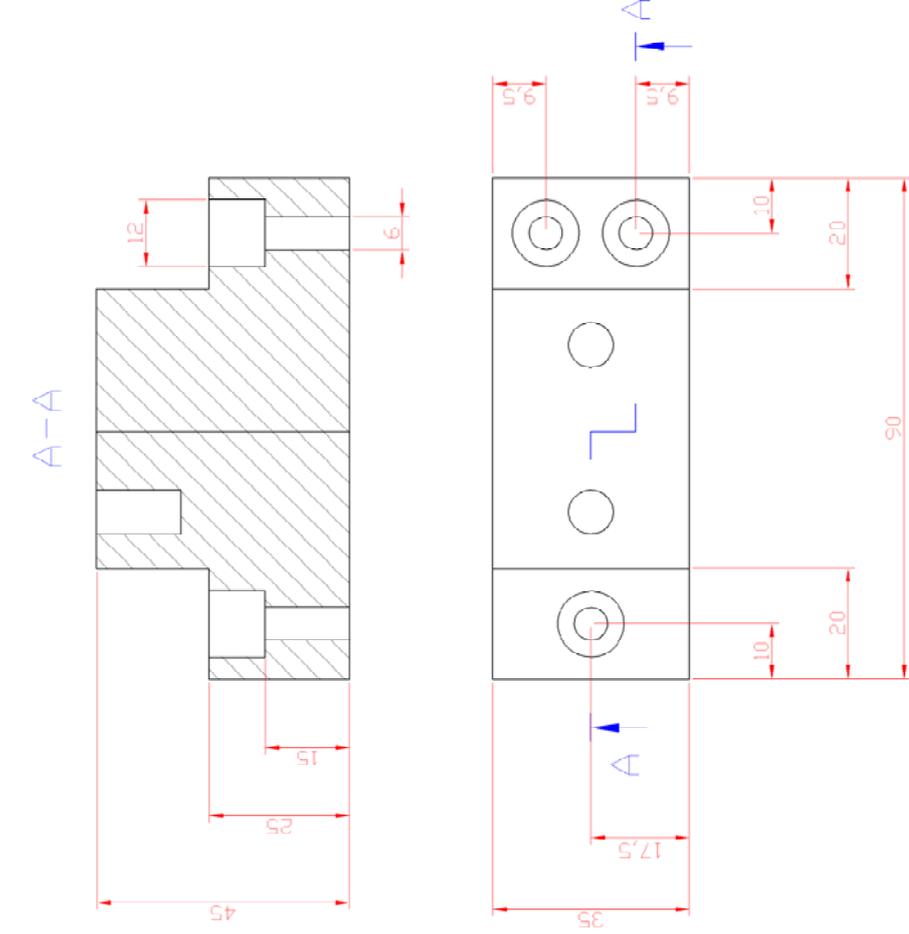
CAY-AMS-Q-001	Mecanizado de la mesa móvil.
CAY-AMS-Q-002	Mecanizado de la mesa fija.
CAY-AMS-Q-003	Soporte del servomotor.
CAY-AMS-Q-004	Soporte del tope mecánico inferior.
CAY-AMS-Q-010	Modificación de la carga caliente del 3mm. Soporte principal.
CAY-AMS-Q-011	Modificación de la carga caliente del 3mm. Soporte del accionamiento.
CAY-AMS-Q-012	Modificación de la carga caliente del 3mm. Cubiertas.
CAY-AMS-Q-013	Modificación de la carga caliente del 3mm. Acoplamiento.
CAY-AMS-Q-020	Acotado del nuevo husillo



 <p><b>D. G. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> Observatorio de Yebes</p>	REALIZADO POR: Carlos Albo FECHA: 19-marzo-2013 VERSIÓN:	PROYECTO: Modificación del AMS para la incorporación del receptor de banda Q	DESCRIPCIÓN: Modificación del subistema Mecanizado de la mesa móvil PLANO: CAY-AMS-Q-001 PÁGINA: 1/1 ESCALA:
---	--	--	---





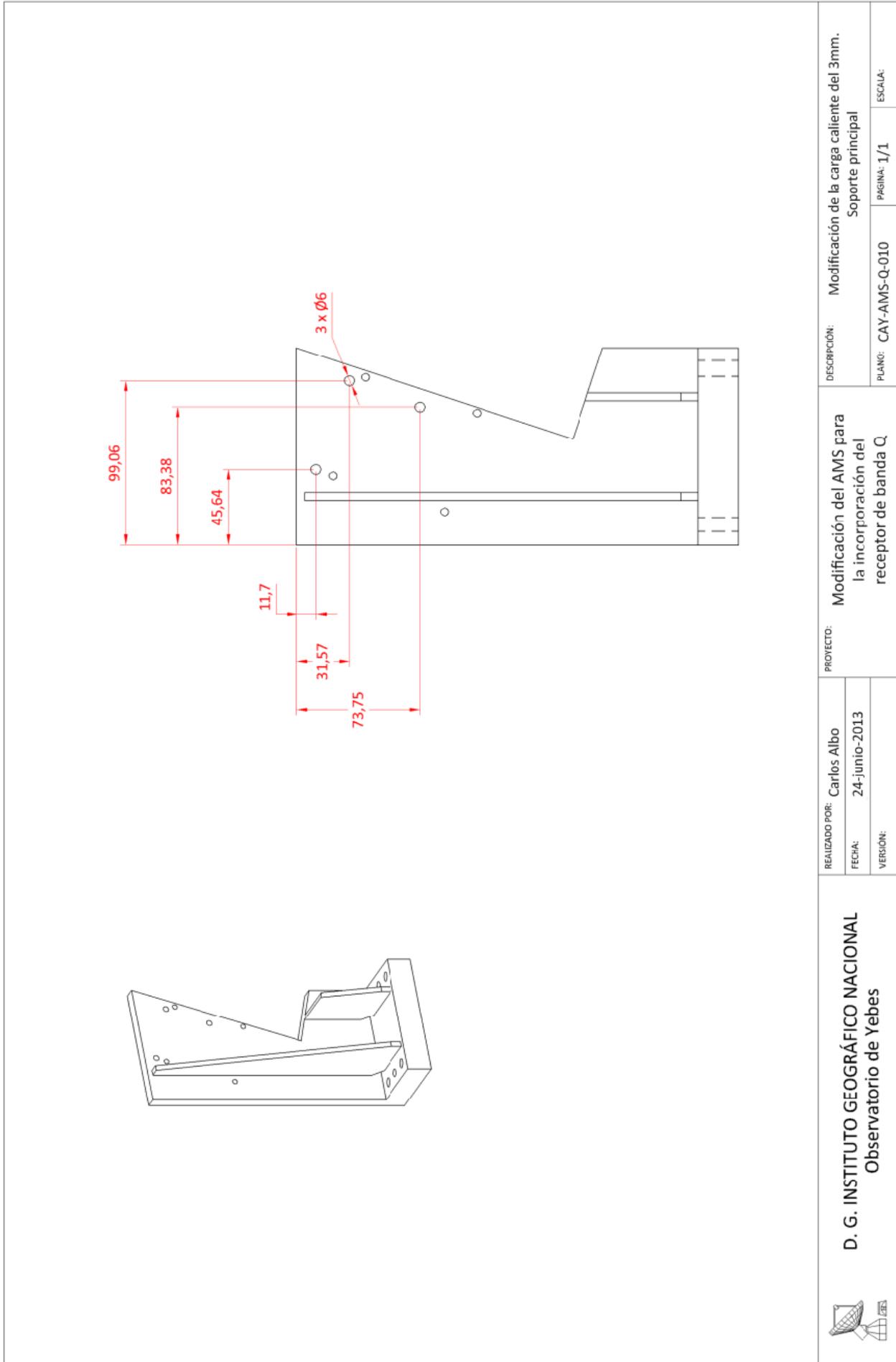


**D. G. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
Observatorio de Yebes

REALIZADO POR: Carlos Albo  
FECHA: 24-junio-2013  
VERSION:

PROYECTO: Modificación del AMS para la incorporación del receptor de banda Q

DESCRIPCIÓN: Soporte del tope mecánico inferior  
PLANO: CAY-AMS-Q-004  
PAGINA: 1/1  
ESCALA:



D. G. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
Observatorio de Yebes

REALIZADO POR: Carlos Albo

FECHA: 24-junio-2013

VERSIÓN:

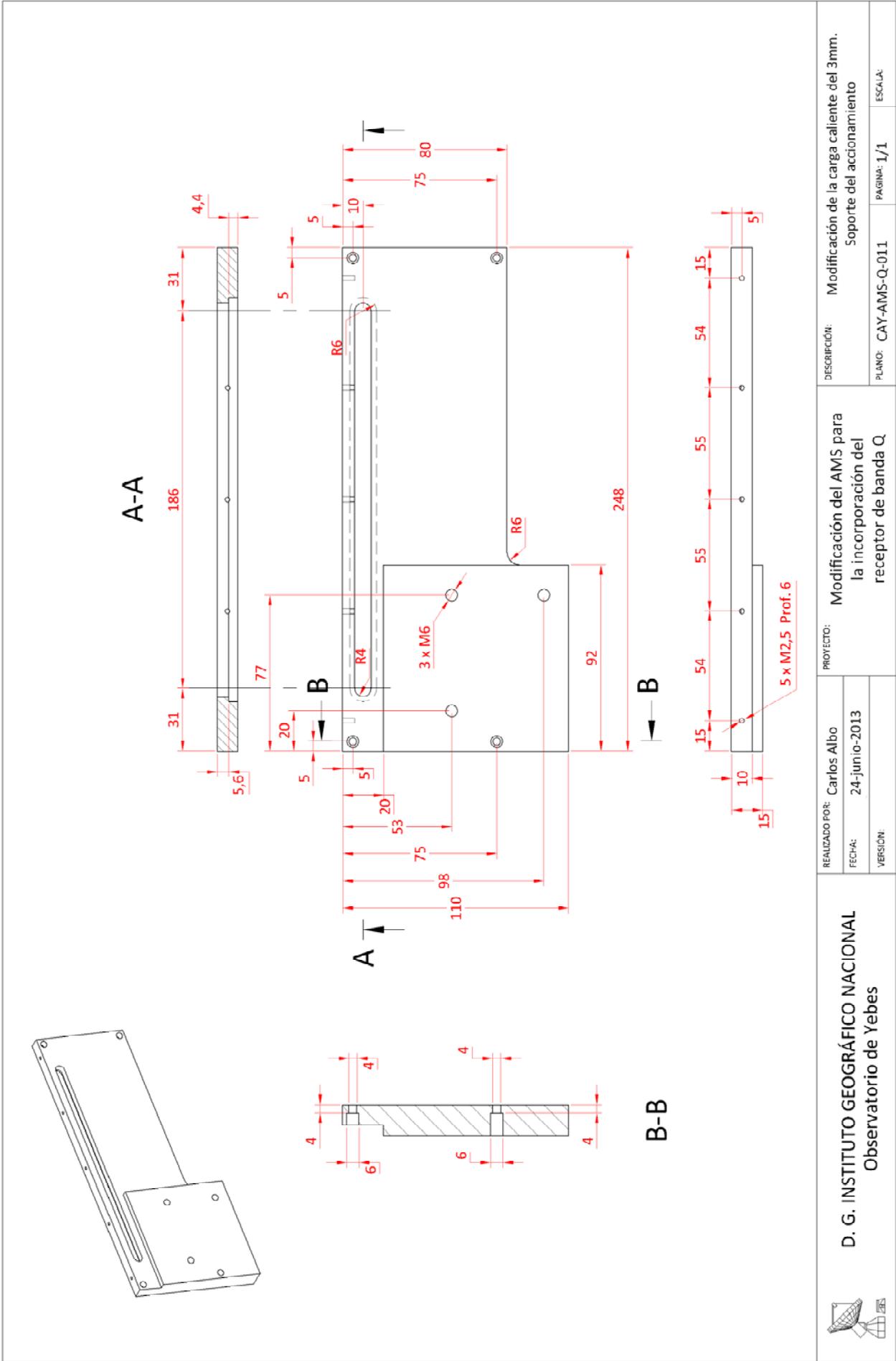
PROYECTO: Modificación del AMS para la incorporación del receptor de banda Q

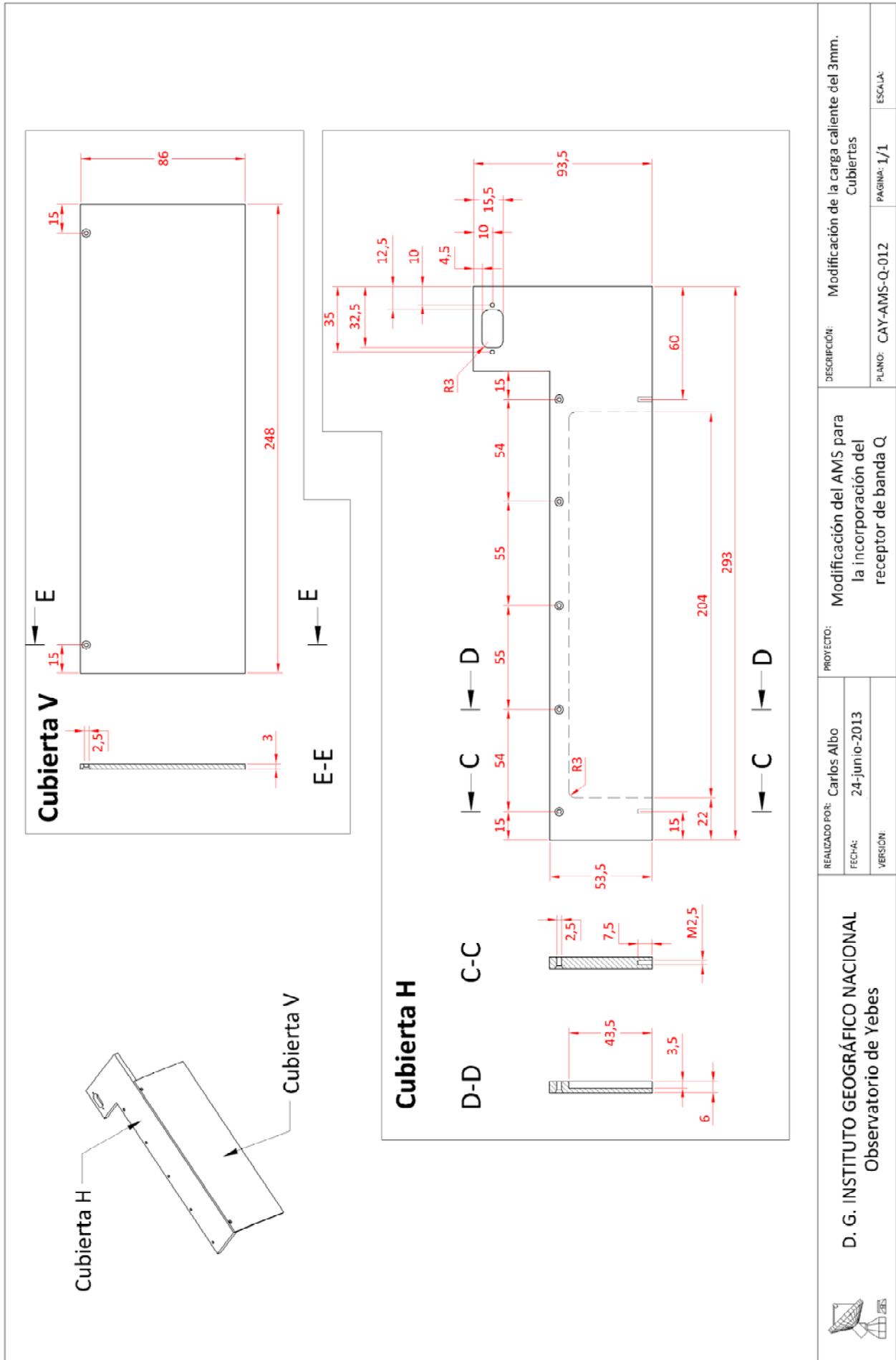
DESCRIPCIÓN: Modificación de la carga caliente del 3mm. Soporte principal

PLANO: CAY-AMS-Q-010

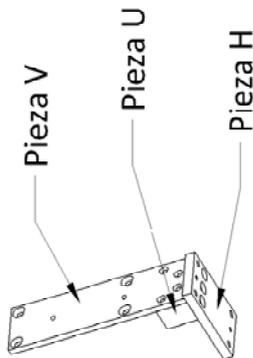
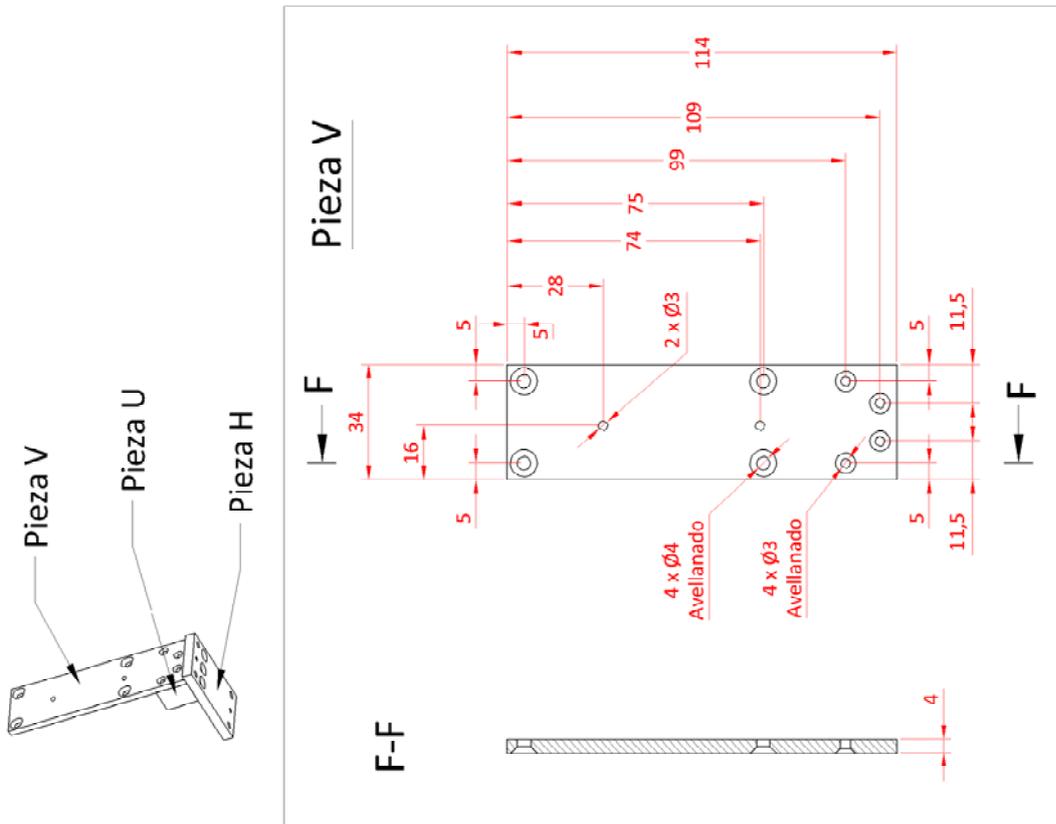
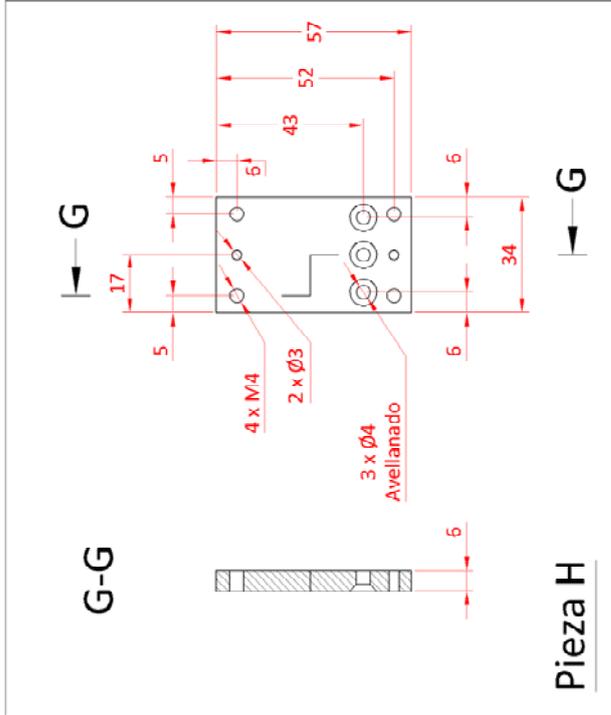
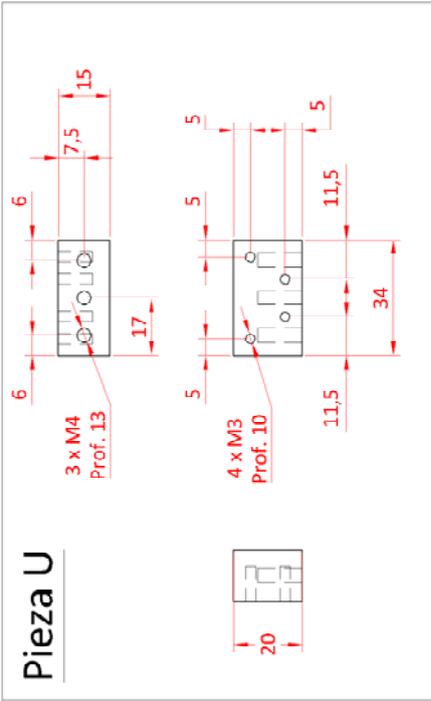
PAGINA: 1/1

ESCALA:

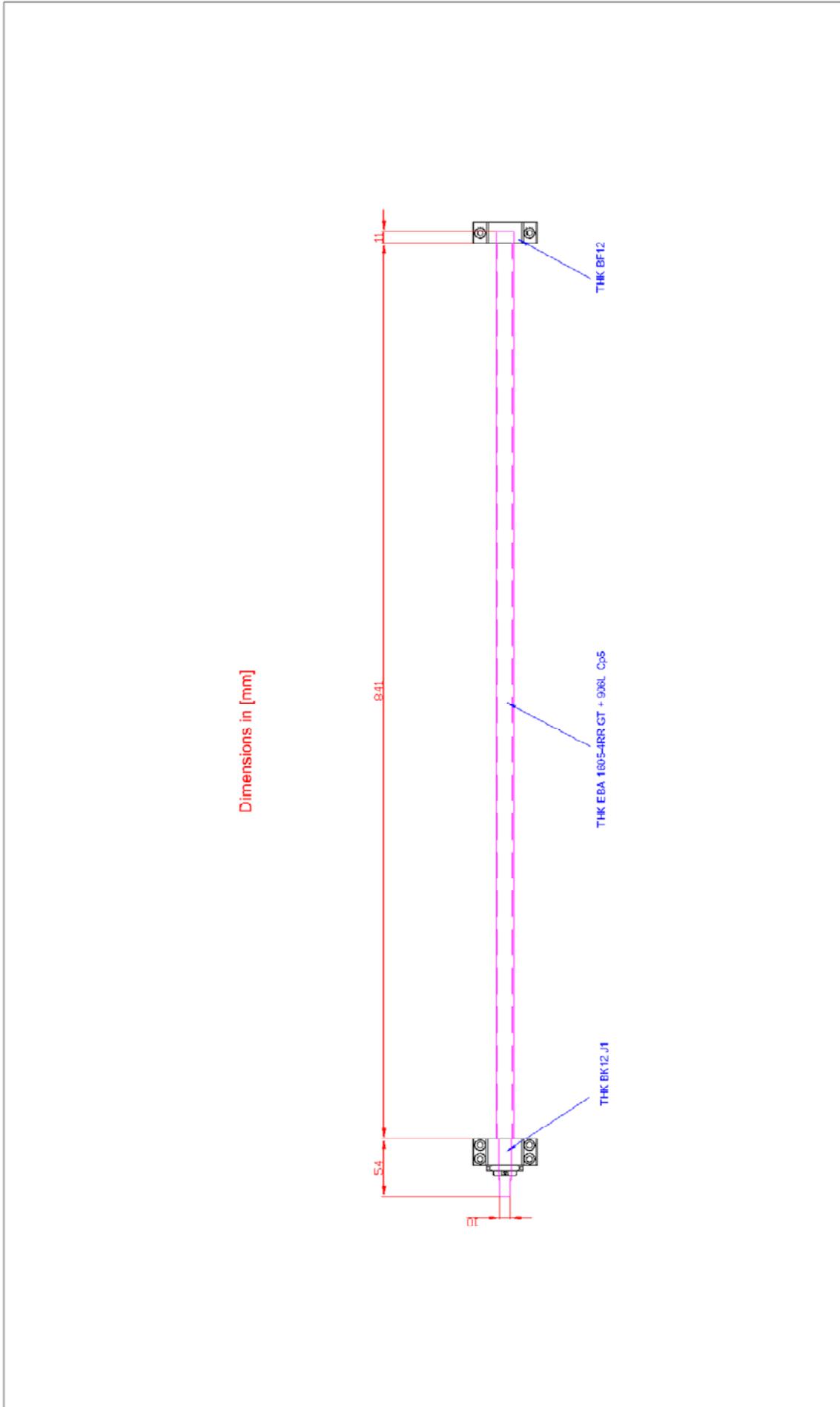




	REALIZADO POR: Carlos Albo FECHA: 24-junio-2013 VERSIÓN:		PROYECTO: Modificación del AMS para la incorporación del receptor de banda Q		DESCRIPCIÓN: Modificación de la carga caliente del 3mm. Cubiertas	
					PLANO: CAY-AMS-Q-012	PÁGINA: 1/1 ESCALA:



 <p><b>D. G. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> Observatorio de Yeves</p>	REALIZADO POR: Carlos Albo FECHA: 24-junio-2013 VERSIÓN:	PROYECTO: Modificación del AMS para la incorporación del receptor de banda Q	DESCRIPCIÓN: Modificación de la carga caliente del 3mm. Piezas de acoplamiento
	PLANO: CAY-AMS-Q-013	PAGINA: 1/1	ESCALA:



 <p><b>D. G. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> Observatorio de Yeves</p>	REALIZADO POR: Carlos Albc FECHA: 24-junio-2013 VERSIÓN:	PROYECTO: Modificación del AMS para la incorporación del receptor de banda Q	DESCRIPCIÓN: Modificación de la carga caliente del 3mm. Acotado del nuevo husillo PLANO: CAY-AMS-Q-020	PÁGINA: 1/1 ESCALA:
---	--	--	---	------------------------