

**Instalación de raíles y carro del receptor en
el radiotelescopio del proyecto RAEGE**

C. Albo, J. Fernández, J.M^a. Yagüe
Informe Técnico IT-CDT-2014-11

Indice

1	Introducción.	2
2	Descripción del sistema de raíles.	2
3	Trabajos preliminares.	3
4	Montaje de raíles y pasarelas.	6
4.1	Montaje del primer tramo.	7
4.1.1	Montaje de raíles.	7
4.1.2	Montaje de pasarela.	10
4.2	Montaje del segundo tramo.	12
4.2.1	Montaje de los raíles.	12
4.2.2	Montaje de pasarela.	15
5	Montaje de pines de alineamiento del carro.	16
5.1	Cambio de pines delanteros.	17
5.2	Instalación de pines traseros.	17
6	Instalación del receptor.	19
6.1	Precauciones durante los trabajos.	20
6.2	Extensión de raíles.	21
6.2.1	Montaje de la extensión de raíles.	22
6.2.2	Desmontaje de la extensión de raíles:	24
6.3	Carro del receptor.	25
6.3.1	Trabajos previos al izado del carro.	25
6.3.2	Izado del carro.	26
6.3.3	Instalación del carro en el tubo.	28
6.3.4	Desmontaje del carro.	29
6.3.5	Descenso del carro.	30
Anexo I.	Planos.	31

1 Introducción.

Durante el año 2013 se ha construido el radiotelescopio de 13 metros de diámetro del proyecto RAEGE en el Observatorio de Yebes. En el mismo año, el Observatorio ha desarrollado y fabricado el receptor tribanda para equipar el radiotelescopio. A principios del año 2014, el Observatorio ha adquirido el material necesario para montar el receptor en el radiotelescopio. Este material lo componen por un lado el carro en el que se instala el receptor, y por otro el sistema de raíles para guiar el carro en el radiotelescopio hasta colocarlo en su posición, en el extremo del tubo cónico de la cabina de elevación.

El presente informe describe los trabajos realizados para el montaje del sistema de raíles y del carro del receptor en el radiotelescopio.

2 Descripción del sistema de raíles.

Debido a la geometría óptica del radiotelescopio, el foco de la antena se encuentra a pocos centímetros del subreflector. En dicho punto debe colocarse el foco de la bocina del receptor. Por este motivo el radiotelescopio ha sido diseñado con un tubo en el centro de la parábola que sale de la cabina de elevación y termina a pocos centímetros del subreflector.

Para poder colocar el receptor en el extremo del tubo, se ha diseñado un sistema de raíles que permite desplazar fácilmente un carro con ruedas a lo largo del tubo. Sobre dicho carro se monta el receptor, ajustando su posición de forma que la bocina esté centrada y a una distancia determinada de la brida frontal del carro. En el extremo del tubo, otra brida contiene un total de seis pines cónicos para alinear el frontal del carro con respecto al eje óptico del radiotelescopio, determinado previamente con suficiente precisión.

Una vez en posición, el carro es fijado al tubo por su parte trasera. Otros dos pines de precisión colocados en el tubo encajan en sendos brazos traseros del carro, que finalmente es fijado con dos tuercas especiales.

El sistema de raíles está representado en la Figura 1. Se divide en dos partes, una parte fija instalada permanentemente en el tubo (en azul) y una extensión de raíles (en rojo). El tramo fijo abarca únicamente el tubo. Está dividida en dos tramos, cada una de ellos correspondiente a una parte del tubo. La extensión de raíles (en rojo) se utiliza solo durante las operaciones de montaje y desmontaje del carro. Se monta con el radiotelescopio a cero grados de elevación, y su longitud abarca desde la puerta de acceso a la cabina de acimut por el balcón hasta el inicio de los raíles del tubo. Dispone de un soporte que se coloca sobre el suelo en la cabina de acimut. La unión entre ambos tramos se realiza con varias pletinas que aseguran una rodadura sin escalones.

En paralelo a los raíles fijos hay dos pasarelas (en verde) cuyo propósito es la de facilitar el desplazamiento del personal dentro del tubo. Al igual que los raíles, las pasarelas están divididas en dos tramos, cada uno de ellos correspondiente a una parte del tubo.

Tanto los raíles fijos como las pasarelas se fijan a varios travesaños horizontales que están soldados al tubo y lo cruzan de un lado a otro. Los travesaños están dispuestos a lo largo del tubo, formando un plano horizontal. La unión a los travesaños se realiza mediante una serie de soportes en L que se atornillan por el lado vertical al raíl o pasarela y por el horizontal al travesaño.

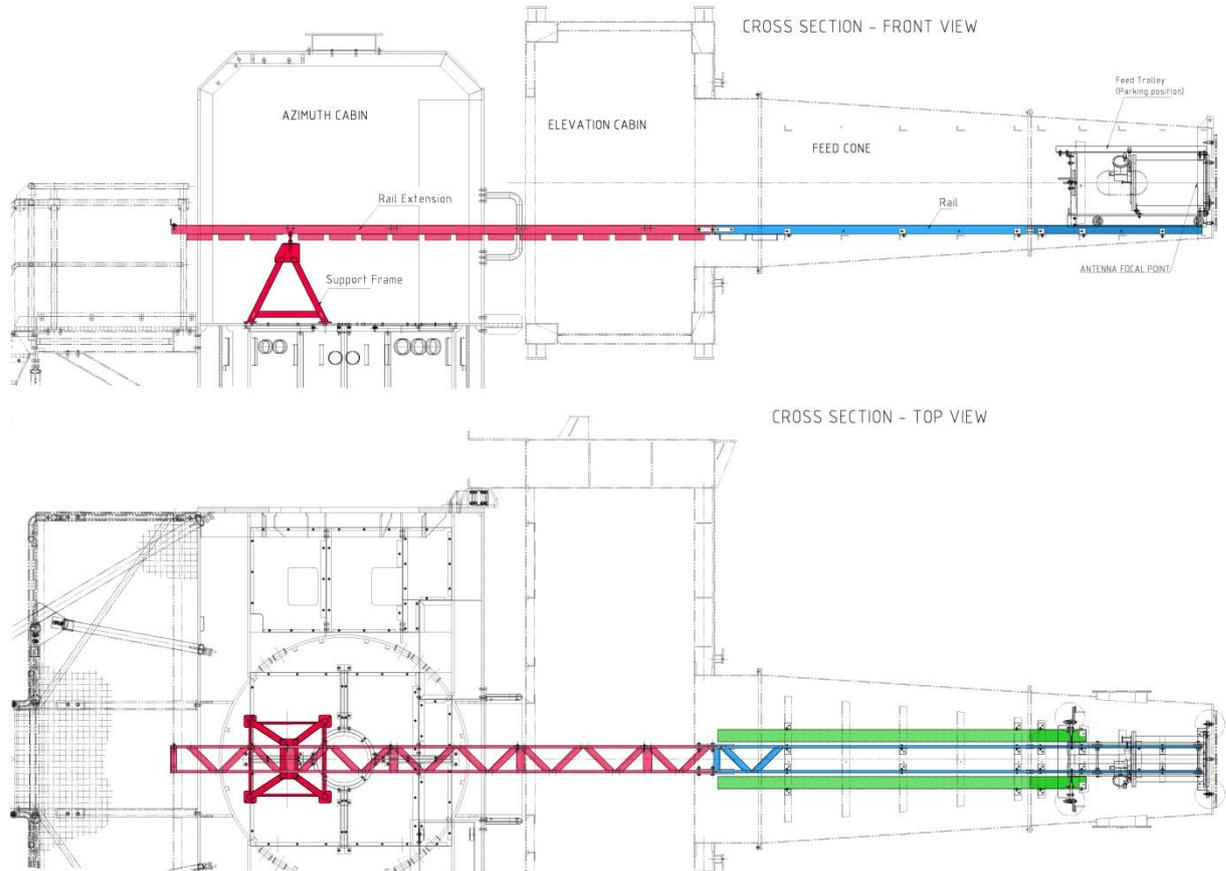


Figura 1. Sistema de carriles.

El suministro del sistema de raíles incluyó todas las piezas necesarias así como la tornillería para el montaje. El tramo fijo de raíles se suministró completamente desmontado. La extensión de raíles y su soporte se suministraron ya montados a falta de instalar pequeñas piezas. También se suministraron planos y listas de materiales junto con el material.

3 Trabajos preliminares.

El primer trabajo fue identificar la tornillería y las piezas suministradas según las listas de materiales. Una vez identificadas ha sido necesario realizar algunas modificaciones para subsanar errores o mejorar el diseño.

1. Se modifican una pieza (21) y otra (22), usadas para sujetar las pasarela a los travesaños del tubo. Han llegado igual que las piezas (8) y (9) respectivamente (utilizadas para sujetar los raíles a los travesaños del tubo). Es necesario aumentar el

rasgado 5 mm más abajo para que se pueda instalar el tornillo de fijación a la pasarela.

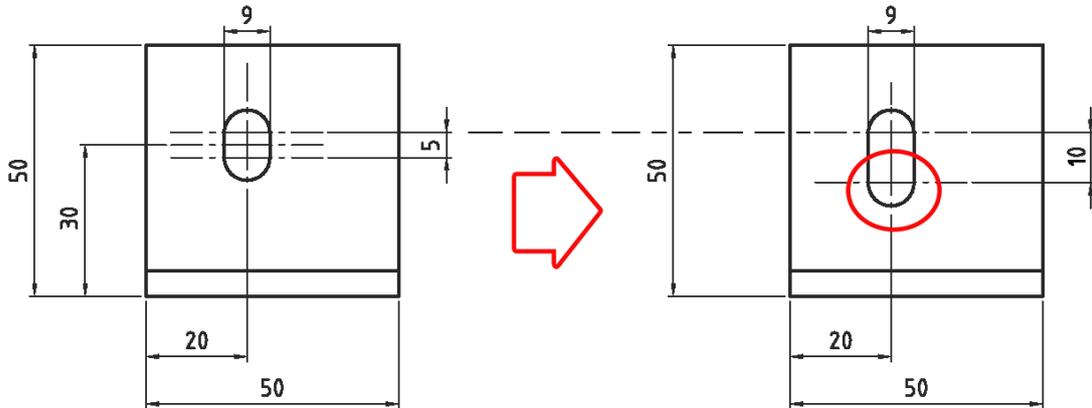


Figura 2. Aumento de rasgado en una pieza 8 y otra 9 para convertirlas en 21 y 22.

- En una versión antigua del sistema de raíles, el tramo de pasarela correspondiente al tramo final del tubo se sujetaba con una pieza por dentro y otra por fuera, siendo la que va por dentro más corta para no interferir con la pasarela. En la nueva versión, las dos piezas van por dentro por falta de espacio por fuera debido al aislamiento del tubo. Sin embargo solo una ha venido recortada. Ha sido necesario recortar una pieza (21) y otra (22) para que tengan 10 mm menos de altura.



Figura 3. Recorte de piezas 21 y 22.

- Se pretende montar los dos tramos fijos de raíles ya pre-ensamblados para poder centrarlos correctamente en los travesaños del tubo. La distancia entre raíles es de 180 mm. Para realizar el montaje se fabrican cuadro separadores de 180 mm, que se colocarán a distintas alturas de los raíles.

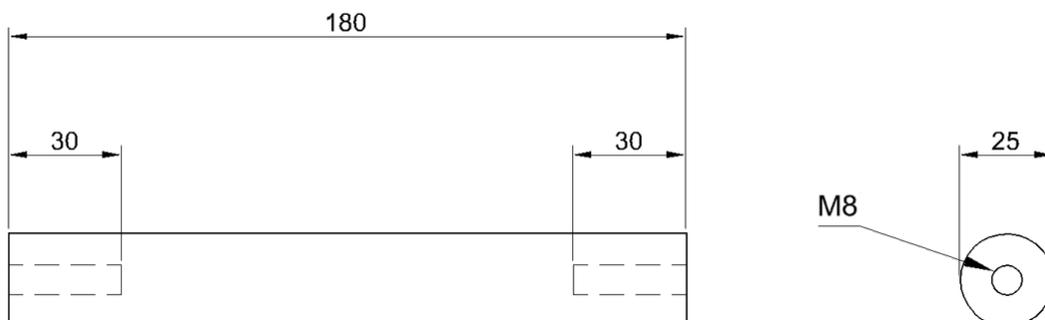


Figura 4. Separadores para el montaje de raíles.

4. Se fabrican dos piezas de centrado según el plano CDT-RAEGE-01-001. Estas piezas servirán para colocar los raíles centrados con ayuda de un taladro existente en los travesaños del tubo.
5. Se modifican los soportes traseros instalados en el tubo para la sujeción del carro.

Los soportes (11) y (25) han sido modificados de cara a la extracción del carro (ver apartado 6.3.4, página 29). Se han colocado sendos tornillos avellanados de acero inoxidable en los puntos donde los tornillos de extracción apoyan en los soportes. De esta forma, el tornillo de extracción no roza en la superficie del soporte, que es de aluminio, y se evita que se dañe. Los tornillos van atornillados a los propios soportes, los cuales se avellanán para que la cabeza de los tornillos no sobresalga de la superficie del soporte.

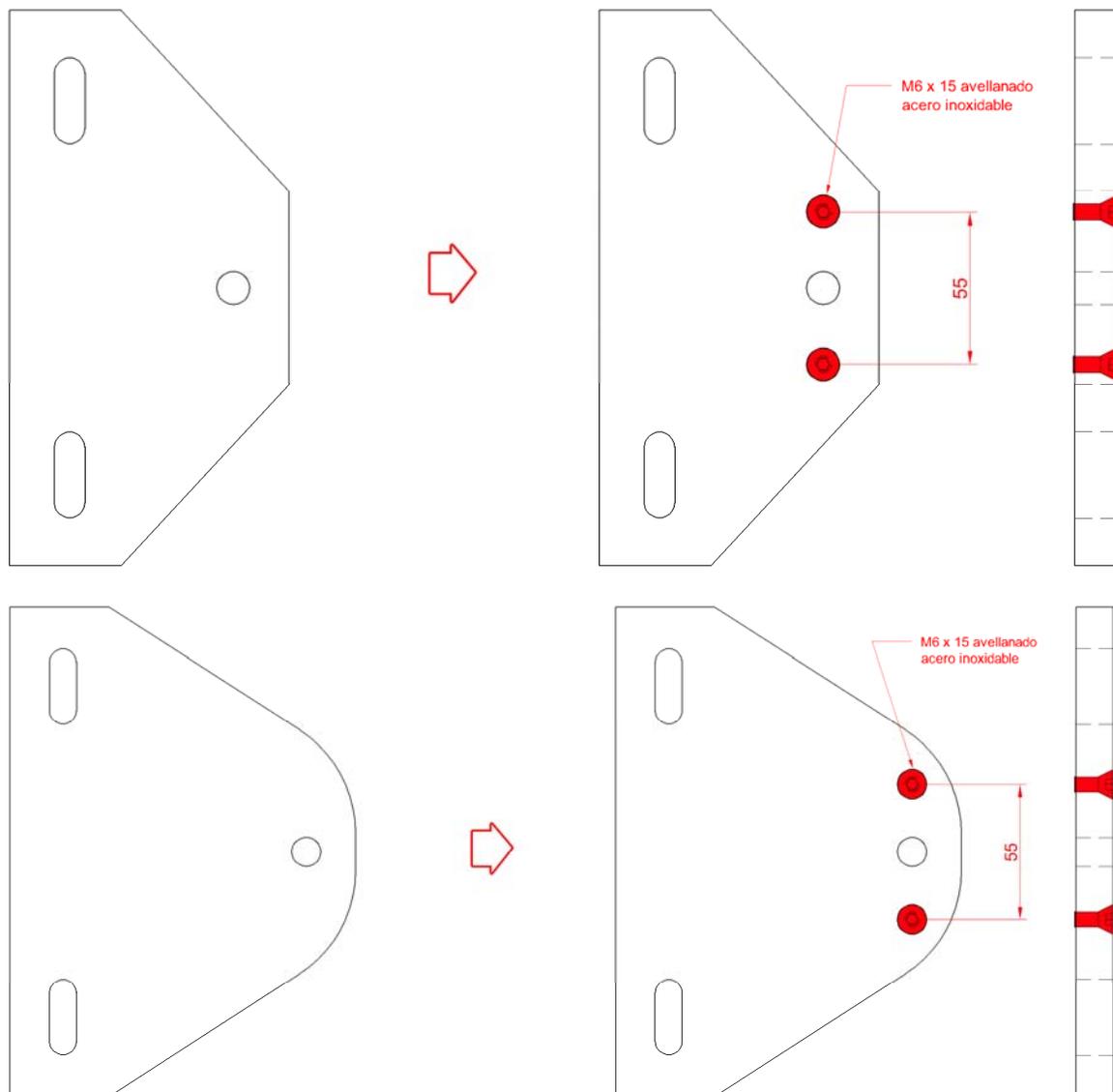


Figura 5. Modificación de soportes traseros.

6. Se modifican las tuercas especiales de fijación del carro en el tubo.

La tuerca especial para fijar el carro a los pines traseros es un cilindro con dos rasgados paralelos para acoplar una llave 24 (ver plano VLBI-DWG-3406-317-01) y poder girar la tuerca. Sin embargo no existe suficiente espacio para que la llave pueda girar media vuelta completa. Ha sido necesario mecanizar la pieza para poder acoplar la llave cada cuarto de vuelta y así disponer de mayor flexibilidad para girar la tuerca.

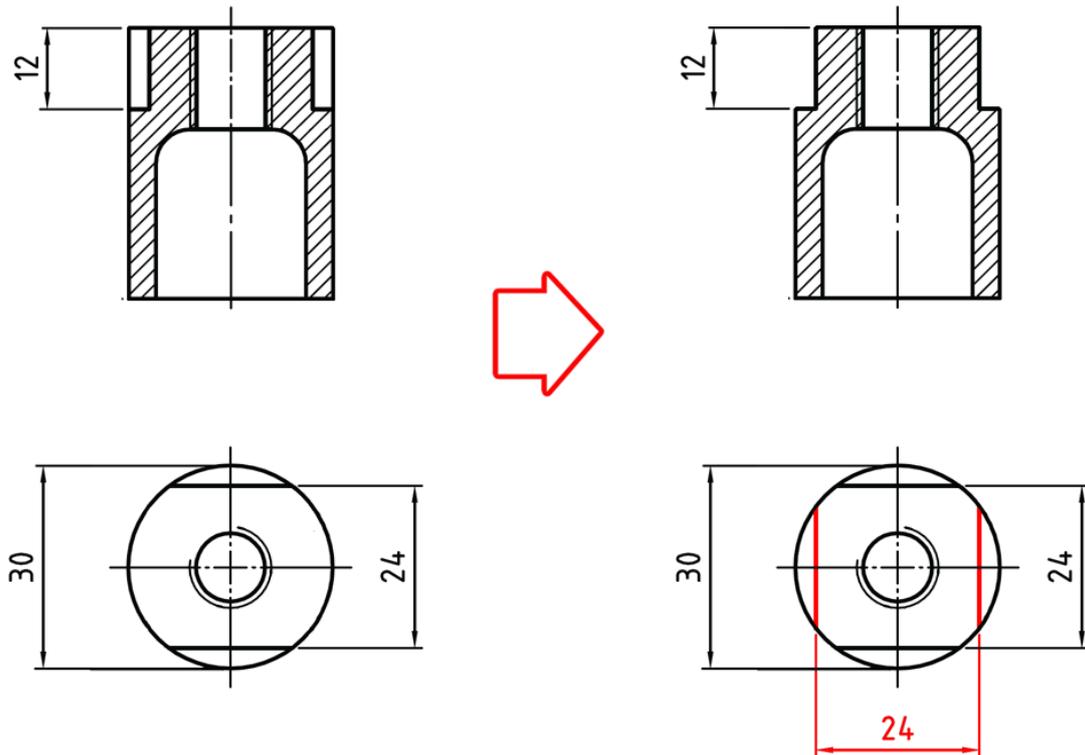


Figura 6. Modificación de la tuerca trasera de sujeción del carro.

4 Montaje de raíles y pasarelas.

Los raíles no apoyan directamente en los travesaños del tubo, sino que están separados una determinada distancia mediante unos soportes en forma L que los sujetan. Dicha distancia se puede deducir de los planos VLBI-DWG-2220-210-1-02 del radiotelescopio y PRO_3400_010_1.0.04_01 del sistema de raíles.

En el plano VLBI-DWG-2220-210-1-02 se indica que los pines de centrado del receptor en el tubo se encuentran en un círculo de 650 mm de diámetro, y por otro lado que los travesaños están a una distancia de $840/2$ mm de la mitad del tubo.

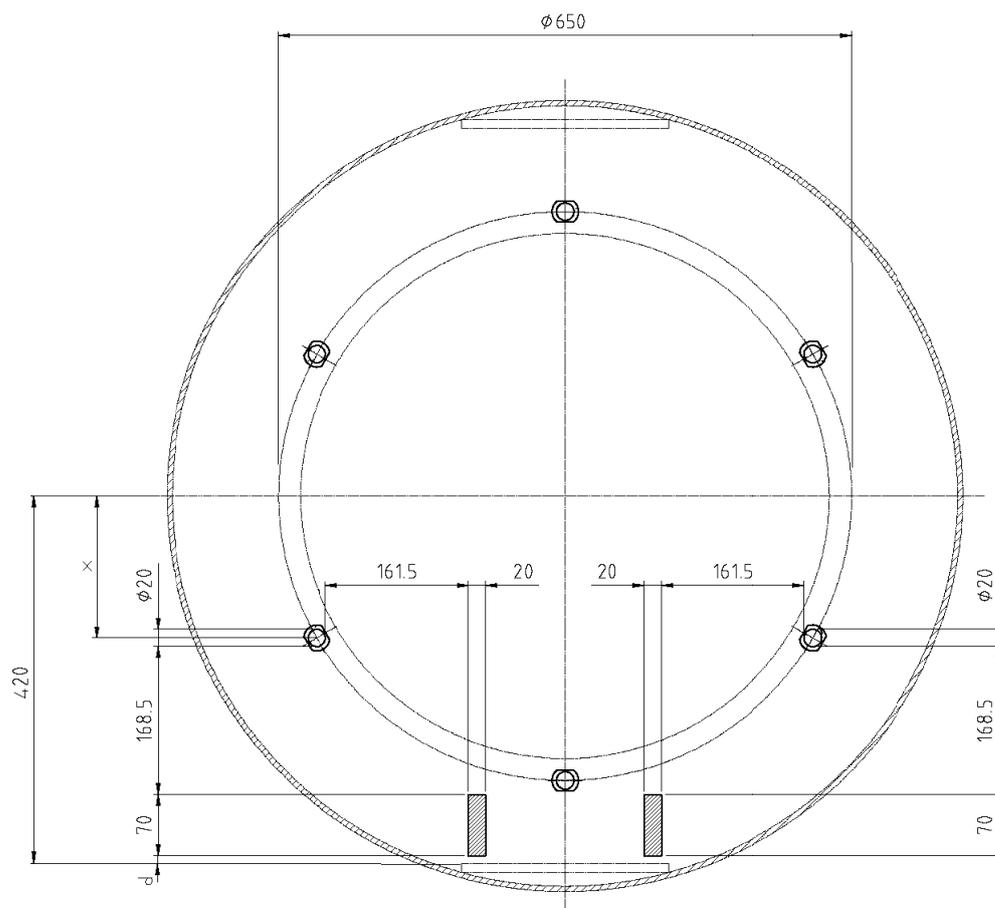


Figura 7. Alineación de raíles.

El ángulo entre pines es de 60 grados, por lo que la distancia x es

—

y la distancia entre los travesaños y los raíles es:

—

Para facilitar el montaje en el tubo con dicha distancia se han fabricado cuatro galgas de 9 mm de altura que servirán para colocar los raíles a la distancia precisa de los soportes.

4.1 Montaje del primer tramo.

El primer tramo lo forman los raíles y pasarelas ubicados en la parte más saliente del tubo.

4.1.1 Montaje de raíles.

El **material** utilizado se muestra en la siguiente lista, donde se hace referencia al listado de materiales VLBI-LIS-3406-001-02.

- 2 raíles (1)
- 2 soportes L (8)

- 2 soportes L (9)
- 2 soportes L (10)
- 16 arandelas (31)
- 6 tornillos (32)
- 10 tuercas (33)
- 6 arandelas (34)
- 6 tornillos (35)
- 4 galgas de 9 mm.
- 3 separadores 180 mm.
- 6 tornillos allen M8 40 mm de longitud con arandelas.
- 6 arandelas $\phi 8$ mm.
- 2 piezas de centrado.

El primer paso es realizar un **premontaje** del tramo de raíles. Utilizando tres separadores se colocan los raíles en paralelo a una distancia de 180 mm. Los separadores se colocan en los puntos indicados en la figura. Los agujeros del punto 1 son utilizados posteriormente para la conexión con el segundo tramo de raíles. Los agujeros del punto 2 están en desuso. Finalmente, en el extremo 3 no existe agujero, por lo que el separador es colocado utilizando arandelas suficientemente grandes como para presionar con fuerza el separador con el raíl. En dicho punto el separador se coloca en la parte superior para usarse como referencia para centrar más adelante los raíles. A este separador se le realiza una marca justo en el centro.

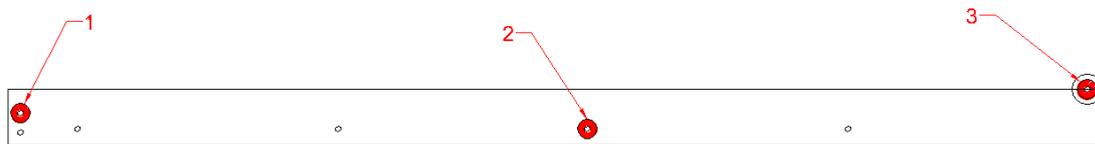


Figura 8. Instalación de separadores en el primer tramo de raíles.

Después, sobre una superficie plana, se colocan los soportes L según la distribución indicada en la Figura 9. Para colocar el raíl a la altura adecuada, se coloca una galga de 9 mm debajo del raíl a la altura de los soportes situados en los extremos. Después se colocan los soportes apoyándolos en la superficie y se atornillan al raíl.

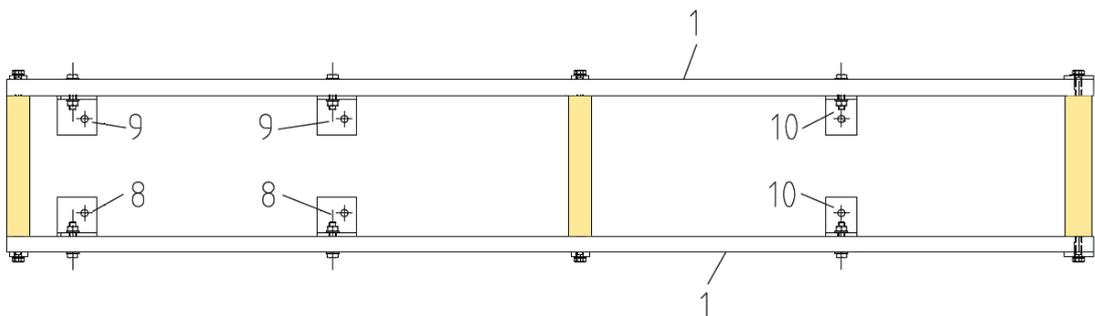


Figura 9. Premontaje del primer tramo de raíles.

Es importante que el orden para atornillar sea el siguiente:

1. Tornillo (35), con la cabeza en el lado del raíl-
2. Arandela (31)

3. Raíl
4. Soporte L (8, 9, 10)
5. Arandela (34). esta arandela tiene un diámetro exterior más grande y es apta para colocar encima del rasgado de los soportes L.
6. Tuerca (33)

Con el premontaje realizado, el tramo se coloca en el tubo y se alinea para marcar y realizar los **taladros** de sujeción a los travesaños del tubo.

1. Colocar cinta de pintor en las zonas donde hay que taladrar. Los agujeros se realizan aproximadamente a 80mm a la izquierda y 25 mm a la derecha del taladro existente en cada travesaño del tubo.
2. Se colocan las piezas de centrado en dos travesaños donde se apoyan soportes del tramo. Para colocarlas se introduce el cilindro en el agujero existente en el travesaño y se ajusta la pieza para que tanto la superficie inferior como el lateral de la pieza hagan pleno contacto con el travesaño. En ese momento se aprieta el tornillo para asegurar la pieza.
3. Se coloca el tramo en su sitio. Los soportes L de los extremos encajan a los lados de la pieza de centrado. El soporte (10) debe ocupar todo el ancho del soporte del tubo, mientras que los (8) y (9) deben quedar en el borde del travesaño del tubo. Los soportes deben tocar los travesaños y quedar al borde del lado con pared vertical. Si es necesario mover alguno se puede afloja y mover colocando las galgas bajo el raíl.
4. Se marcan los taladros sobre la cinta de pintor.

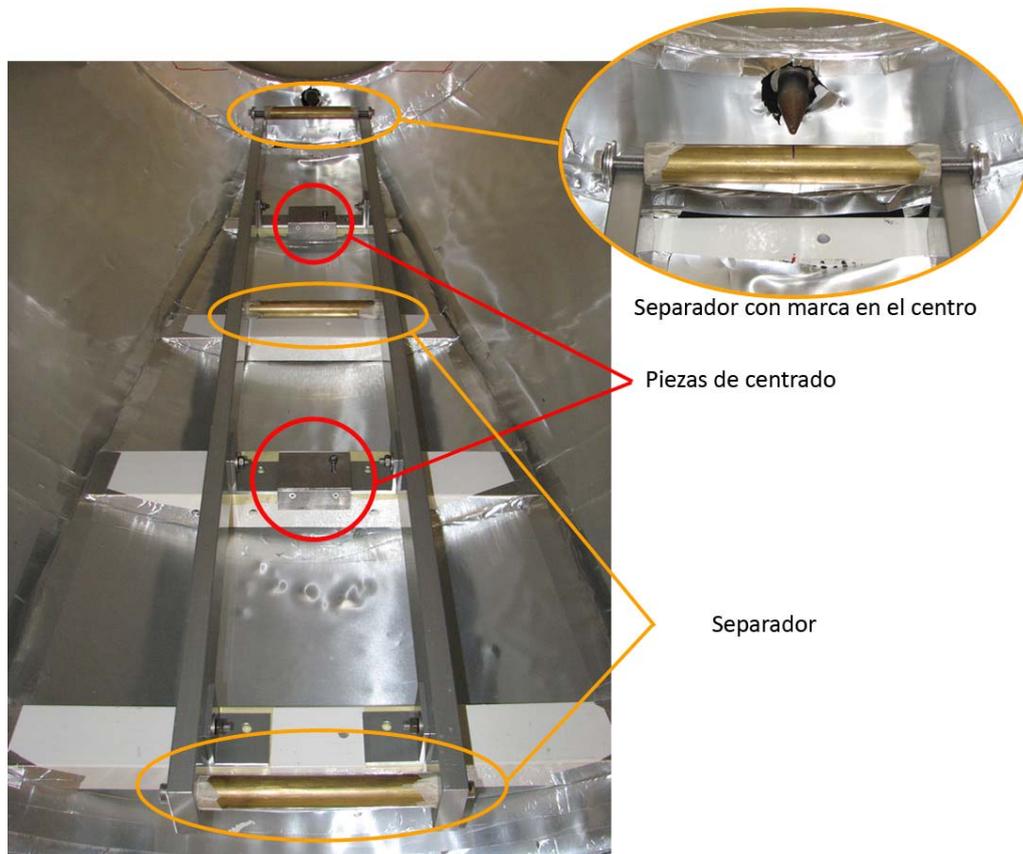


Figura 10. Colocación del primer tramo de raíles.

Una vez marcados, se realizan los taladros. El travesaño donde apoyan los soportes (10) es una pletina de 10 mm de espesor. Dado el diámetro del tubo a esa altura y a su capa de aislamiento, apenas hay espacio en la parte inferior de la pletina para poder colocar la tuerca de fijación del tornillo del soporte (10). En este caso es necesario roscar y atornillar en la pletina. El resto de taladros se pueden hacer pasantes. Por lo tanto:

- Los taladros de los soportes (10), situados más al fondo del tubo, se realizan de diámetro 7 mm y se roscan a M8.
- El resto de taladros se realizan con broca de diámetro 10 mm y se pintan.

Una vez seca la pintura, se quita el papel de pintor y se procede a **fijar** el tramo al tubo. Antes de colocar los tornillos hay que asegurarse de que todos los soportes L hacen contacto con los travesaños. Para centrar los raíles en el extremo del tubo basta con alinear el pin inferior de la brida del tubo con la marca en el centro del separador del tramo, como se observa en la Figura 11.

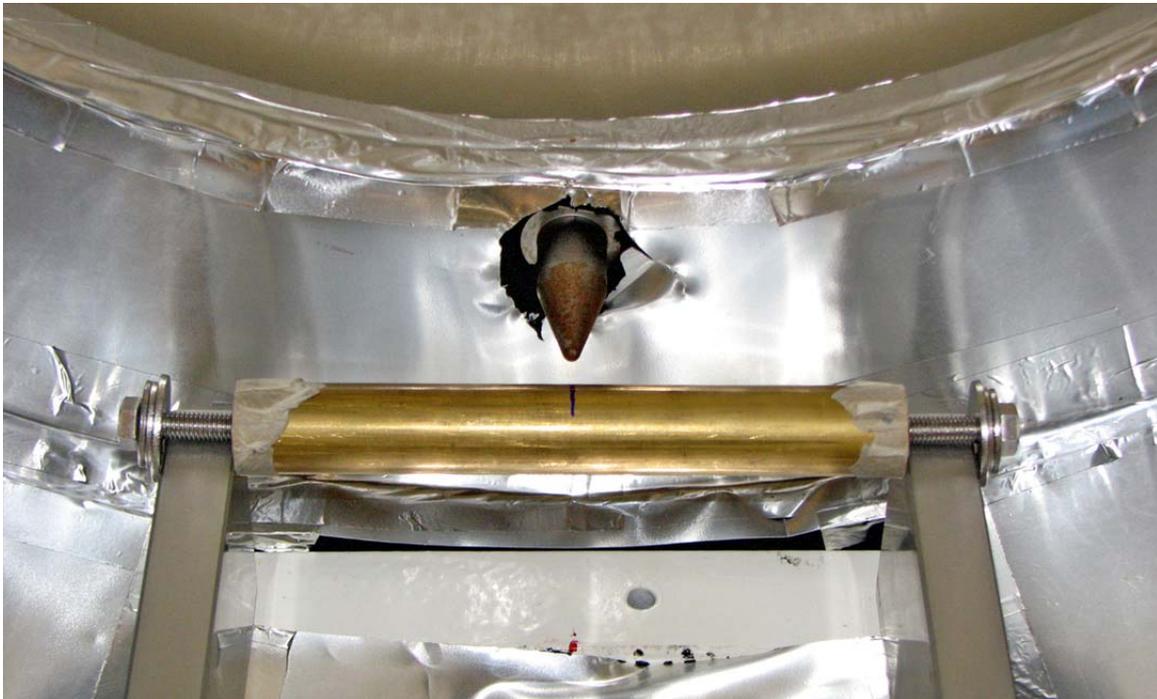


Figura 11. Alineado del primer tramo de raíles.

4.1.2 Montaje de pasarela.

El **material** utilizado se muestra en la siguiente lista, donde se hace referencia al listado de materiales VLBI-LIS-3406-001-02.

- 2 tramos de pasarela (20)
- 2 soportes L (23)
- 2 soportes L (24)
- 10 arandelas (31)
- 8 tornillos (32)
- 6 tuercas (33)
- 4 arandelas (34)

Primero se realizan los **taladros** en los travesaños del tubo. Se coloca sobre los travesaños del tubo para marcar los taladros de fijación. El procedimiento para marcarlos ha sido el siguiente:

1. Colocar cinta de pintor en las zonas donde hay que taladrar. Los agujeros se realizan aproximadamente a 95 mm de distancia del raíl.
2. Colocar los soportes sobre los travesaños correspondientes a una distancia de 75 mm del raíl, y con el lado vertical más alejado del raíl, como muestra la figura:

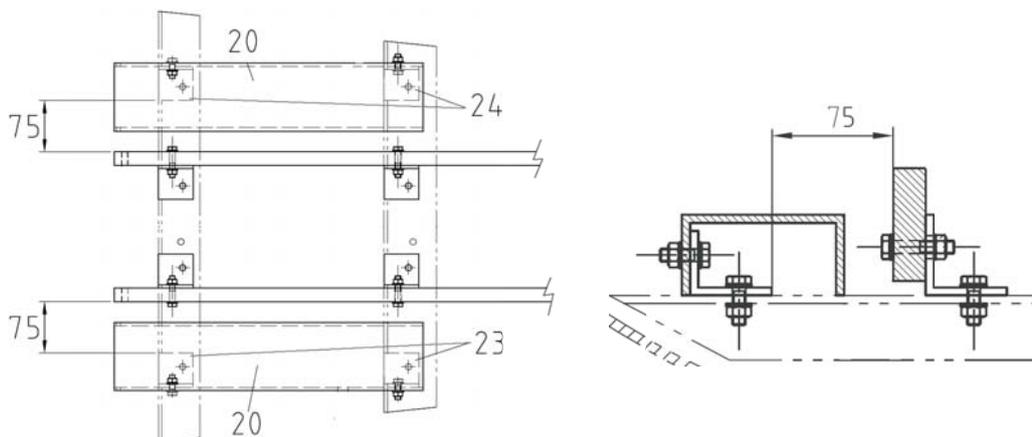


Figura 12. Montaje de pasarelas del primer tramo.

3. Marcar con un rotulador los taladros en los travesaños.
4. Se quitan los soportes y se realizan los taladros. En el travesaño más corto (a la derecha en la Figura 12) el punto donde se atornillará el soporte tiene muy poco espacio debajo para meter la tuerca y arandela debido al aislante del tubo. En este caso es mejor roscar sobre el travesaño. Por lo tanto:
 - Los taladros en el travesaño más corto se realizan de diámetro 7 mm y se roscan a M8.
 - El resto de taladros se realizan con broca de diámetro 10 mm y se pintan.

Finalmente, con la pintura de los taladros seca, se quita el papel de pintor y se **instalan** las pasarelas. Primero se colocan los soportes en los travesaños sin apretar. Después se fijan los soportes a las pasarelas, teniendo cuidado con mantener el siguiente orden:

1. Tornillo (32), con la cabeza por el exterior de la pasarela.
2. Arandela (34) esta arandela tiene un diámetro exterior más grande y es apta para colocar encima del rasgado de los soportes L.
3. Pasarela.
4. Soporte L (23, 24).
5. Arandela (31).
6. Tuerca (33).

Después se aprietan los tornillos de fijación de los soportes a los travesaños.

4.2 Montaje del segundo tramo.

4.2.1 Montaje de los raíles.

El **material** utilizado se muestra en la siguiente lista, donde se hace referencia al listado de materiales VLBI-LIS-3406-001-02.

- 1 raíl (2)
- 1 raíl (3)
- 4 chapas de ensamblaje (4)
- Piezas de refuerzo (5), (6) y (7)
- 3 soportes L (8)
- 3 soportes L (9)
- 36 arandelas (31)
- 16 tornillos (32)
- 20 tuercas (33)
- 6 arandelas (34)
- 6 tornillos (35)
- 8 tornillos (36)
- 4 galgas de 9 mm.
- 2 separadores 180 mm.
- 4 tornillos allen M8 40 mm de longitud con arandelas.

El primer paso es realizar un **premontaje** del tramo de raíles. Utilizando dos separadores se colocan los raíles en paralelo a una distancia de 180 mm. La diferencia entre el raíl (2) y el (3) radica en los taladros existentes para colocar los refuerzos (5), (6) y (7). Los raíles se pueden intercambiar sin inconveniente alguno. En dicho caso la disposición de los refuerzos cambiaría sin afectar a la resistencia de la estructura. Los separadores se colocan en los puntos indicados en la Figura 13. Los agujeros utilizados están en desuso.



Figura 13. Instalación de separadores en el segundo tramo de raíles.

Sobre una superficie plana se colocan los soportes L según la distribución indicada en la Figura 14. Para colocar el raíl a la altura adecuada, se coloca una galga de 9 mm debajo del raíl a la altura de los soportes situados en los extremos. Después se colocan los soportes apoyándolos en la superficie y se atornillan al raíl. Es importante que el orden para atornillar sea el siguiente:

7. Tornillo (35), con la cabeza en el lado del raíl-
8. Arandela (31).
9. Raíl
10. Soporte L (8, 9).
11. Arandela (34). esta arandela tiene un diámetro exterior más grande y es apta para colocar encima del rasgado de los soportes L.
12. Tuerca (33).

Se termina el premontaje colocando los refuerzos (5), (6) y (7) del voladizo que queda en el extremo de los raíles a la entrada del tubo. Los refuerzos se colocan por la parte inferior de los raíles.

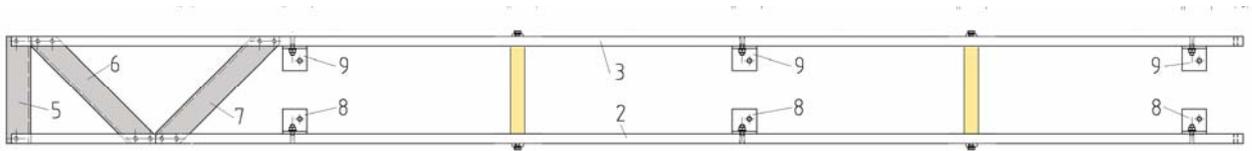


Figura 14. Premontaje del segundo tramo de raíles.

Con el premontaje realizado, el tramo se coloca en el tubo y se **alinea** con el primer tramo. Con el segundo tramo no se pudo utilizar las piezas de centrado usados con el primer tramo. Al colocarlas en su sitio se observó que los raíles quedaban unos milímetros descentrados con el tubo y desalineados con el primer tramo. Para alinearlos se utilizaron las pasarelas del segundo tramo, pues presentan unos lados largos y rectos, y son suficientemente rígidas debido a su forma en U. La idea consiste en colocar una pasarela en paralelo a uno de los raíles del primer tramo sujetándola con varios sargentos en distintos puntos. Luego se desplaza el segundo tramo de raíles hasta que el raíl correspondiente está en contacto con la pasarela. Como apoyo a la pasarela de alineamiento se colocó la otra pasarela debajo y a continuación de la existente en el primer tramo.

Antes de proceder con el alineamiento, se coloca cinta de pintor en las zonas donde hay que taladrar. Los agujeros se realizan aproximadamente a 80mm a la izquierda y 25 mm a la derecha del taladro existente en cada travesaño del tubo.

Primero se unen los tramos de raíles utilizando las piezas (4) y los tornillos (36) con las correspondientes arandelas (31) y tuercas (33). Los tornillos no se aprietan para disponer de margen de maniobra. Para poder colocar la pasarela pegada a los raíles hay que desplazar hacia abajo las dos piezas (4) utilizando sus agujeros superiores y los taladros inferiores de los raíles. De esta forma no interferirán con la pasarela (ver Figura 15).

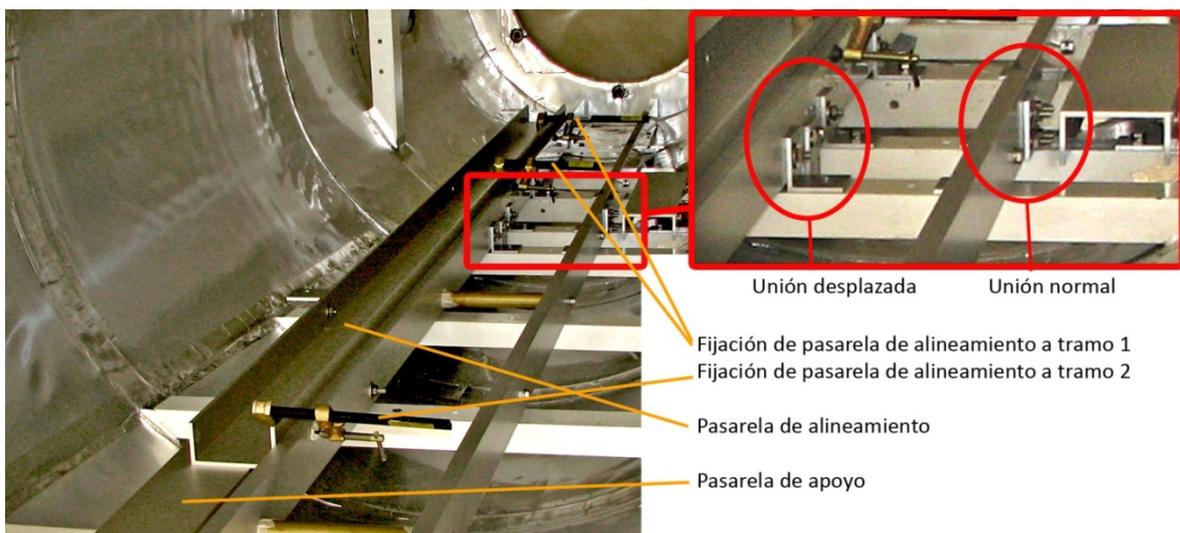


Figura 15. Alineamiento del segundo tramo de raíles con el primero.

Después se fija la pasarela al primer tramo con dos sargentos en los extremos del raíl. Finalmente se coloca otro sargento entre la pasarela y el raíl del segundo tramo para que éste quede pegado al lateral de la pasarela.

Una vez que el tramo está en su sitio, se procede con los **taladros** de sujeción a los travesaños:

1. Los soportes (8) y (9) deben quedar en el borde del travesaño del tubo con pared vertical. También hay que asegurarse de que todos los soportes L hacen contacto con los travesaños del tubo. Si es necesario mover algún soporte, se puede afloja y mover colocando las galgas bajo el raíl.
2. Se marcan los taladros sobre la cinta de pintor.
3. Se desmonta el tramo para realizar los taladros. Todos se realizan con broca de 10 mm.
4. Se pintan los taladros.

Una vez seca la pintura, se quita el papel de pintor y se procede a **fijar** el tramo al tubo.

1. Se vuelve a realizar el montaje de alineamiento.
2. Se aprietan los tornillos de los soportes.
3. Se colocan correctamente todas las piezas de unión de los tramos y se aprietan sus tornillos. Estos se tienen que poner con la cabeza entre los raíles en lugar que entre la pasarela y el raíl como aparecen en los planos. De esta forma se pueden quitar fácilmente sin tropezar con las pasarelas.

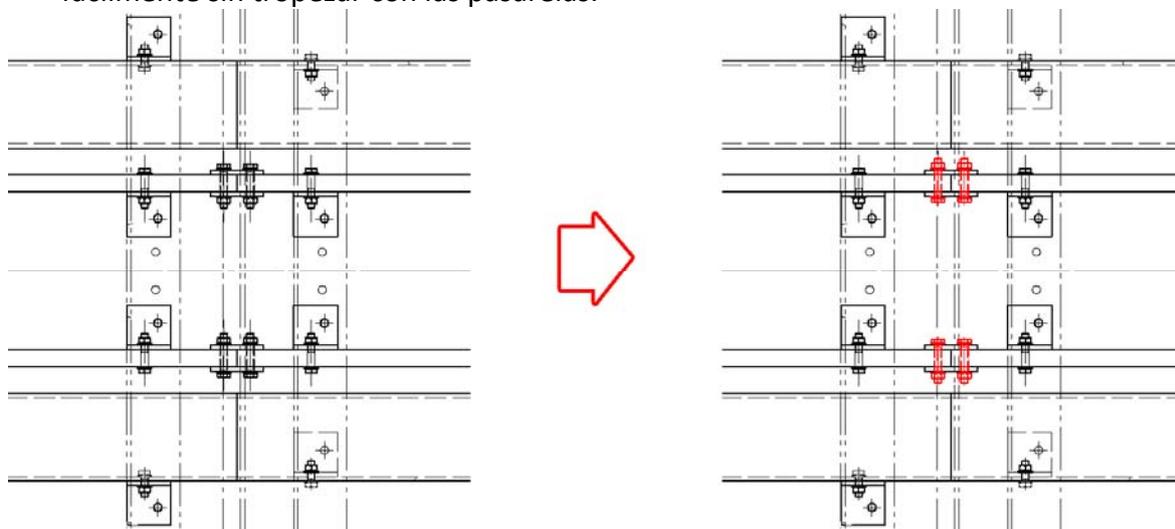


Figura 16. Rotación de tornillos de unión de los tramos de raíles.

Por último se necesita alinear las superficies de rodadura de los raíles para eliminar cualquier escalón existente entre tramos. Para ello se coloca un perfil recto sobre el raíl con el extremo más alto y se fija con un sargento. Se aflojan los tornillos laterales del raíl lo justo para que no caiga pero que permita mover el raíl. Con ayuda de un partillo de nylon se golpea el perfil hasta que se nivelan los extremos de los raíles. Una vez alineados se aprietan los tornillos y se repite con el otro raíl.



Figura 17. Alineamiento de la superficie de rodadura. El raíl más levantado corresponde al segundo tramo.

4.2.2 Montaje de pasarela.

El **material** utilizado se muestra en la siguiente lista, donde se hace referencia al listado de materiales VLBI-LIS-3406-001-02.

- 2 tramos de pasarela (19)
- 2 soportes L (21)
- 2 soportes L (22)
- 12 arandelas (31)
- 8 tornillos (32)
- 8 tuercas (33)
- 4 arandelas (34)

Primero se realizan un **premontaje** de los soportes en la pasarela. En este tramo los soportes se colocan por fuera de las pasarelas, por lo que quedan totalmente accesibles. El premontaje se realiza sobre una superficie plana. Los soportes se fijan a las pasarelas, teniendo cuidado con mantener el siguiente orden:

1. Tornillo (32), con la cabeza por el dentro de la pasarela.
2. Arandela (31).
3. Pasarela.
4. Soporte L (21, 22).
5. Arandela (34) esta arandela tiene un diámetro exterior más grande y es apta para colocar encima del rasgado de los soportes L.
6. Tuerca (33).

Después se marcan los **taladros**. Para ello se colocan sobre los travesaños del tubo y se alinean con las pasarelas del primer tramo, de forma que queden a continuación una de la otra. Se comprueba que las pasarelas quedan paralelas a los raíles y se marcan los

taladros de los soportes en los travesaños. Se protege la zona con cinta de pintos y se realizan los taladros con broca de 10 mm. Se pintan y se espera a que se seque antes de fijar las pasarelas.

5 Montaje de pines de alineamiento del carro.

El tubo tiene una serie de pines de precisión para el alineamiento del carro con el receptor dentro del tubo. Están dispuestos a dos profundidades distintas. Al fondo del tubo se encuentra una brida con seis pines colocados circularmente. Estos pines centran la parte frontal del carro, donde queda situada la bocina del receptor. Más atrás, cerca del final del primer tramo del tubo, hay unos travesaños verticales soldados al tubo donde van colocados dos pines más que sirven para alinear la parte trasera del carro. Los planos VLBI-DWG-3400-210-01 y VLBI-DWG-3406-200-02 muestran con detalle estos elementos.

La Figura 20 muestra la disposición de los pines en el tubo. En rojo se muestran los pines delanteros. En azul están representados los pines traseros y las piezas auxiliares de fijación de éstos. Como se puede observar, algunas piezas de sujeción son diferentes en cada lado, diferenciándose en la distancia existente entre el pin y el soporte vertical.

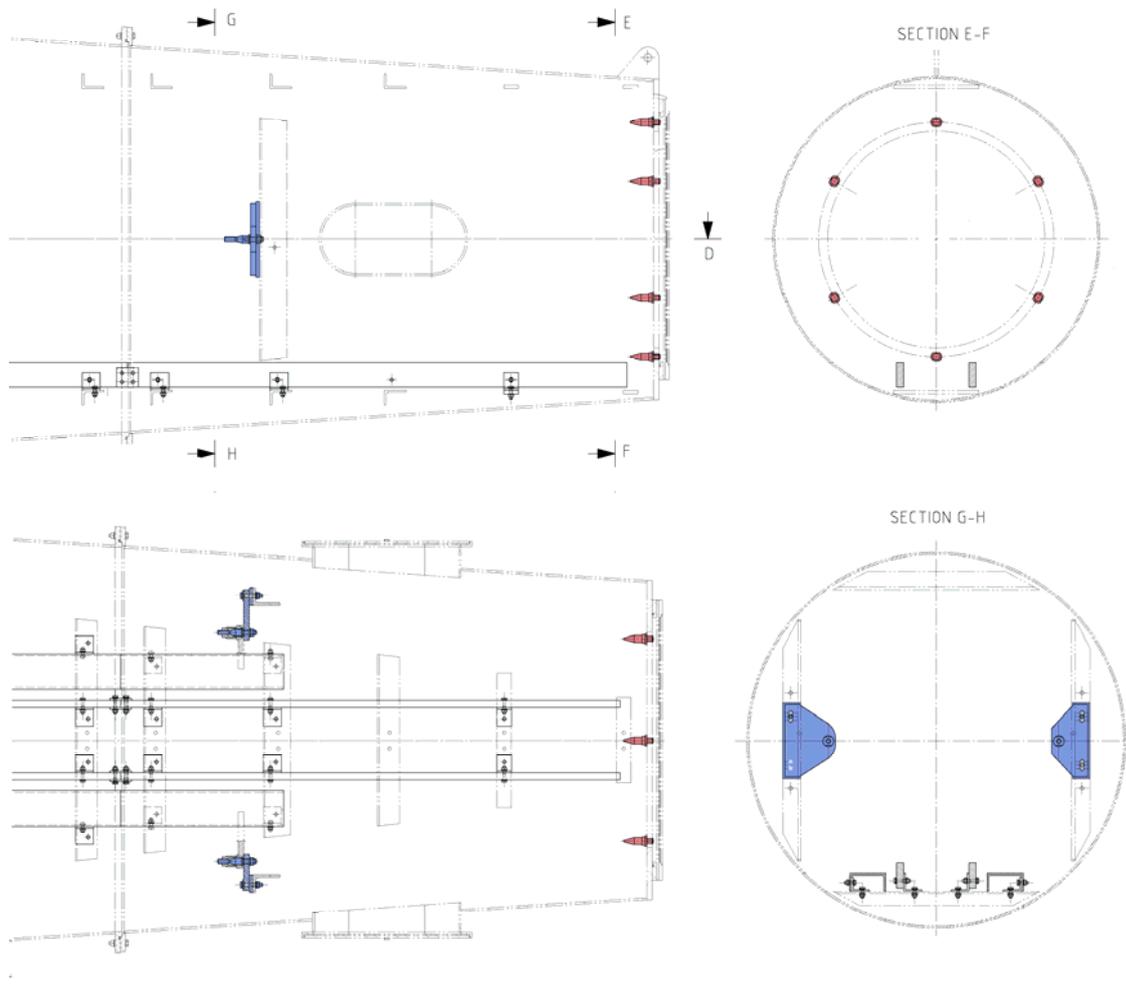


Figura 18. Disposición de los pines de alineamiento. En rojo los delanteros. En azul los traseros.

Junto con el sistema de carriles se suministraron los pines y las piezas necesarias para su instalación.

5.1 Cambio de pines delanteros.

El radiotelescopio se ha construido incluyendo los seis pines delanteros del tubo. Estos pines (15) (ver plano VLBI-DWG-3406-315-01) están atornillados directamente a la brida del extremo del tubo con rosca M16. Existe una arandela (18) especial mecanizada con precisión que separa el pin de la brida 5 mm.

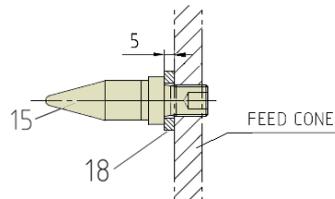


Figura 19. Pin delantero.

Junto con el sistema de raíles se han suministrado un total de siete pines (15) y seis arandelas (18). Estos pines tienen un tratamiento anticorrosión mejor que los ya instalados. De hecho, los pines instalados presentan más o menos zonas oxidadas, por lo que se han cambiado todos por nuevos. Sin embargo las arandelas son de acero inoxidable y no presenta daño ni corrosión alguna, por lo que no se han cambiado. Los pines se pueden cambiar fácilmente con una llave hexagonal 24 y un martillo de nylon con el que golpear ligeramente para soltar y apretar.



Figura 20. Pines delanteros. A la izquierda tres ejemplos de los pines originales, donde se observan zonas oxidadas. A la derecha un pin nuevo.

5.2 Instalación de pines traseros.

Los pines traseros no estaban incluidos en el radiotelescopio. El diseño de éstos y sus piezas auxiliares dependía del diseño del carro. La sujeción trasera del carro presenta cierta asimetría. El soporte izquierdo es más largo que el derecho. Por lo demás la instalación es igual para ambos lados. En la Figura 21 se muestra como deben ser instalados.

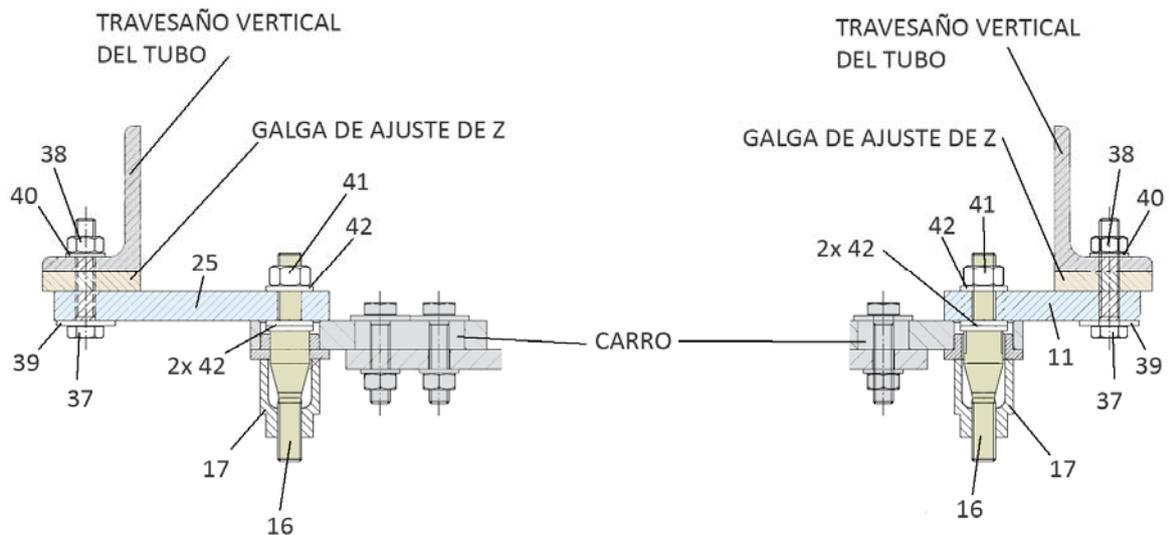


Figura 21. Pines traseros.

Los pines (16) (ver plano VLBI-DWG-3406-316-01) están roscados en la parte trasera. Se introducen en los soportes (25) y (11) girándolos con una llave hexagonal de 18 gracias al rebaje existente en su cuerpo. Por la parte de atrás se asegura con una tuerca. En la parte delantera también tiene un cilindro roscado. Una vez colocado el carro, este es asegurado al pin roscando la tuerca especial (17) en el pin.

El sistema permite cierto ajuste en el eje Y (altura) y Z (profundidad) de los pines. En el eje Y se puede ajustar gracias a que los soportes (26) y (11) tienen un rasgado para el paso de los tornillos 37. Ese rasgado permite desplazar los soportes en vertical un margen de 20 mm (ver planos VLBI-DWG-3406-325-01 (soporte (26)) y VLBI-DWG-3406-311-02 (soporte (11))). En el Eje Z se puede ajustar según la combinación de galgas que se coloquen. Las piezas suministradas son:

- 4 galgas de 5 mm de espesor (12).
- 4 galgas de 3 mm de espesor (13).
- 4 galgas de 1 mm de espesor (14).

Se considera que la posición nominal es la dada por los planos, donde aparece solo una pieza (12). Entonces, el ajuste permitido en Z es de -5 a 13 mm en pasos de 1 mm.

En Yebes los ajustes han sido los siguientes:

- En Y ha sido aproximadamente el centro del rango de desplazamiento.
- En Z se han colocado galgas con un espesor total de 11 mm

La siguiente imagen muestra el tubo con los raíles y los pines instalados.



Figura 22. Instalación de raíles, pasarelas y pines en el tubo.

6 Instalación del receptor.

El receptor va instalado dentro de un carro específicamente diseñado para acoger el receptor e instalarse en el tubo del radiotelescopio. El carro está representado en el plano VLBI-DWG-3410-210-02. El listado de piezas se encuentra en el documento VLBI-LIS-3410-002-03.

En el frontal existen dos piezas de acero con un agujero de precisión donde encajan los pines de la brida del tubo. La pieza (17) presenta un rasgado de 2 mm para dar algo de libertad en el ensamblaje del carro en el tubo. Solo se utilizan los dos pines inferiores situados a la misma altura del tubo para alinear el carro.

En la parte trasera existen otras dos piezas de acero con un agujero de precisión, donde encajan los pines traseros del tubo. Las piezas son idénticas a las delanteras. Las piezas (17) con el rasgado están colocadas en el mismo lateral. La pieza (17) está colocada sobre la pieza (15), y la (16) sobre la (25). Las piezas (15) y (25) van a su vez sujetas al travesaño

(3) en la parte trasera del carro. Disponen de un rasgado que permite extender más o menos la longitud total del montaje según las necesidades.

Para instalar el carro en el tubo es necesario tener colocada la extensión de raíles a continuación de los raíles del tubo. Esta extensión permite llevar el carro desde el balcón de la cabina de azimut hasta su posición final con solo empujar el carro.

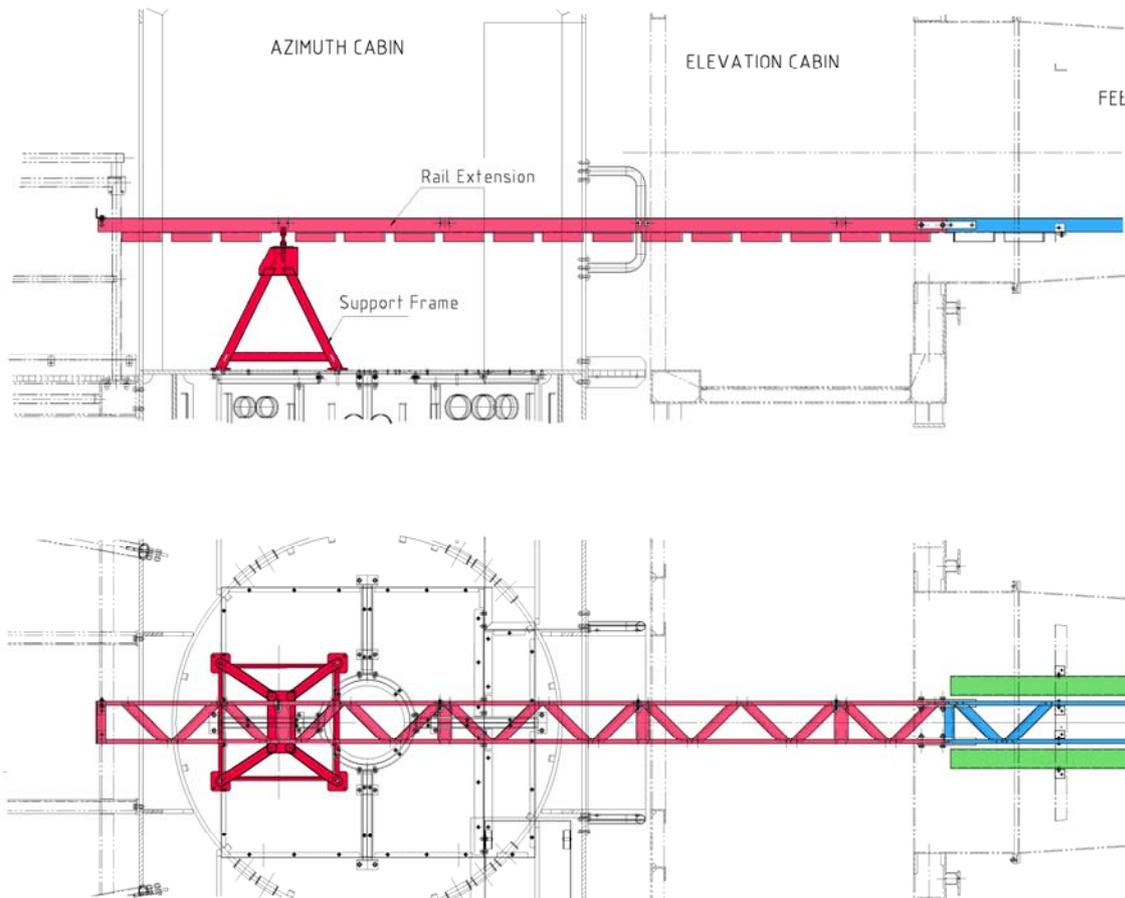


Figura 23. Extensión de los raíles.

Durante el tiempo que dura toda la operación, desde el montaje de la extensión hasta su desmontaje, la antena no se puede mover. Las puertas de las cabinas tienen que permanecer abiertas. Por ello es importante elegir días sin viento ni lluvia para realizar la operación.

6.1 Precauciones durante los trabajos.

	<p>IMPORTANTE</p> <p>Asegurar correctamente todos los elementos que se izan para evitar su caída.</p>
---	--

	<p>RIESGO PARA LA VIDA</p> <p>Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la carga durante las operaciones de izado.</p>
	<p>Es obligatorio el uso de casco durante los trabajos de izado para todos los operarios implicados.</p>
	<p>Es obligatorio el uso de guantes de protección durante todos los trabajos de instalación del carro.</p>

6.2 Extensión de raíles.

La extensión de raíles está formada por los dos raíles y los travesaños de unión y refuerzo existentes entre ellos. La longitud es de 4,35 m. Se acopla a los raíles del tubo mediante unas pletinas, y se apoya en la cabina de acimut gracias a un soporte especial.

El soporte es una base metálica soldada en una pieza con unos apoyos para la extensión de raíles que deben ser previamente montadas. Está representado en el plano VLBI-DWG-3426-200-01. Cada pieza de apoyo de la extensión está formada por las piezas (7), (8) y (17). Las piezas han sido suministradas ya montadas. Su instalación en el soporte se ha realizado como indica la Figura 24. Las piezas (10) y (11) permiten cierta inclinación de los apoyos en caso necesario. Para una correcta instalación, deben llevar el orden y la orientación indicados en la figura. La altura de la superficie de apoyo de los raíles con respecto a la superficie del soporte debe ser aproximadamente 56 mm. El ajuste fino se realiza durante el montaje.

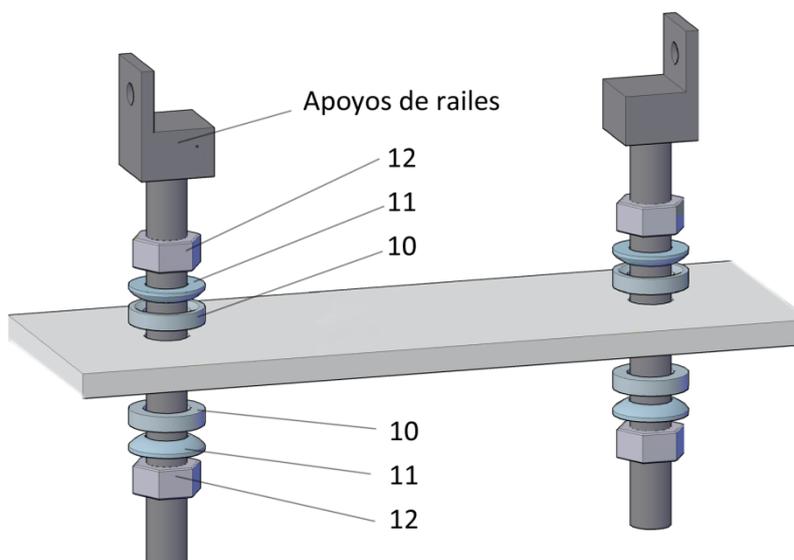


Figura 24. Instalación de las piezas de apoyo de la extensión de raíles.

El montaje de la extensión requiere el uso de una grúa para elevar hasta la cabina de elevación tanto la propia extensión como su soporte. Además se necesitan las siguientes piezas:

- 2 tornillos M8 x 40 mm de longitud
- 4 arandelas D8
- 2 tuercas M8

6.2.1 Montaje de la extensión de raíles.

1. Elevar el soporte de la extensión de raíles.

El soporte cabe dentro de la cesta y se sube con total seguridad.

	<p>PELIGRO</p> <p>Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la cesta. Existe el riesgo de que se caigan objetos que produzcan daños importantes.</p>
---	---

2. Elevar la extensión de raíles hasta la cabina de acimut. La extensión debe ser introducida con las pletinas de unión a los raíles del tubo por delante. Para ello se atraviesa la cesta con la extensión y se sube con la cesta girada 90° de forma que se alinee la extensión con la puerta de la cabina de acimut. La extensión se apoya en la cesta por la cara de rodadura y se ata a la cesta por seguridad.



Figura 25. Imágenes de la elevación de la extensión de raíles.

	<p>RIESGO PARA LA VIDA</p> <p>Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la carga durante la operación de izado.</p>
---	--

3. Colocar del soporte en la cabina de acimut.
4. Quitar los cuatro tornillos de fijación de las pletinas de unión a los raíles del tubo.

5. Un operador se coloca a la altura de la extensión mientras otro está en el extremo de la cabina de elevación.



Figura 26. Conexión de la extensión con los raíles del tubo.

6. Apoyar la extensión sobre el soporte encajando los raíles del tubo entre las pletinas de unión. Es posible que haya que mover ligeramente el soporte a un lado u otro según se necesite para que los raíles pasen entre las pletinas. Cuidar que la orientación de la extensión es la indicada en la Figura 27, con el perfil L del extremo haciendo tope y los agujeros para el soporte bajos.

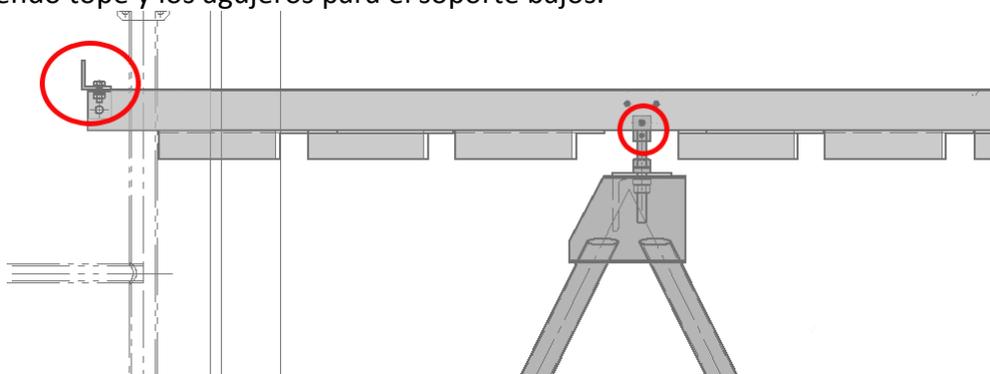


Figura 27. Orientación de la extensión de los raíles.

7. Introducir los tornillos correspondientes a los agujeros del extremo de las pletinas en ambos lados.
8. Si es necesario, variar la altura de los apoyos del soporte hasta poder introducir el tornillo restante en cada lado.

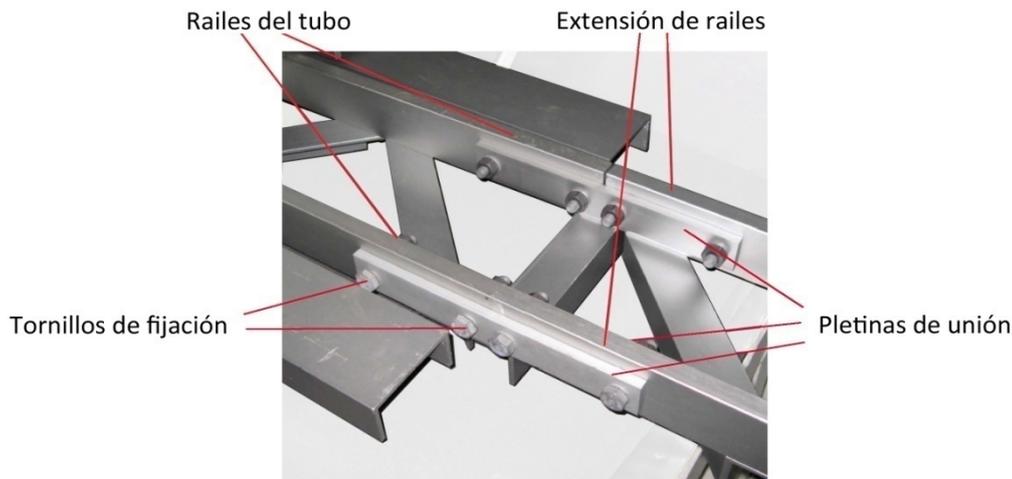


Figura 28. Conexión de la extensión a los raíles del tubo

9. Mover el soporte hasta poder introducir los tornillos de fijación de las piezas de apoyo en la extensión de raíles.
10. Centrar correctamente la extensión en la puerta de entrada a la cabina de acimut desde el balcón. Para ello mover el soporte. La distancia entre los raíles y el marco de la puerta a ambos lados es de aproximadamente 26 cm.
11. Asegurarse de que no hay escalón en la superficie de rodadura entre la extensión y los raíles del tubo.
12. Apretar los tornillos de los apoyos y de las pletinas de unión.

Los pies del soporte tienen un taladro preparado para atornillar el soporte al suelo de la cabina de acimut. Sin embargo, en lugar de atornillarlo, se ha pegado una lámina de goma en toda la superficie inferior de los pies. De esta forma se evita taladrar el suelo, el soporte no resbala, y la pintura del suelo queda protegida. Conviene marcar sobre el suelo de la cabina la posición de los pies para facilitar el posicionamiento del soporte en futuras operaciones.

6.2.2 Desmontaje de la extensión de raíles:

1. Quitar los tornillos de sujeción de la extensión de raíles al soporte.
2. Quitar los tornillos de sujeción de las pletinas a los raíles del tubo.
3. Mover la extensión al suelo y colocar los tornillos de las pletinas en estas para que no se extravíen.
4. Colocar los tornillos de sujeción de las piezas de apoyo en estas para evitar que se extravíen.
5. Bajar la extensión de raíles a la base de la torre del radiotelescopio. La cesta debe estar perpendicular al balcón para poder introducir la cesta por ella atravesándola. La extensión se apoya en la cesta por la cara de rodadura y se ata a la cesta por seguridad (ver Figura 25)



RIESGO PARA LA VIDA

Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la carga durante la operación de izado.

6. Bajar el soporte de la extensión de raíles.
El soporte cabe dentro de la cesta y se baja con total seguridad.

**PELIGRO**

Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la cesta. Existe el riesgo de que se caigan objetos que produzcan daños importantes.

6.3 Carro del receptor.

El carro tiene que ser elevado, colocado sobre la extensión de los raíles, empujado hasta su posición, y atornillado por la parte trasera.

6.3.1 Trabajos previos al izado del carro.

1. Corte de aislante de la brida del tubo

Posiblemente el carro, al instalarse, presione el aislante de la brida del tubo. Para facilitar que el aislante ceda ante la presión del carro, se le ha realizado un corte en éste a lo largo de todo el perímetro exterior del frontal del carro. Se fabricó una plantilla de cartón del frontal del carro. Los bordes se cortaron con un margen de 1 cm de más. También se recortaron los agujeros para los pines. Después se trasladó la plantilla a la brida del tubo y se marcó con un rotulador indeleble el borde. Finalmente se cortó con un cutter el borde marcado. La muestra el estado del aislante tras el recorte.

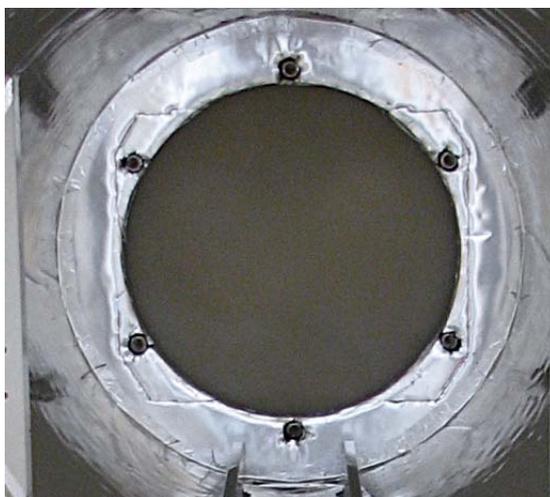


Figura 29. Corte del aislante de la brida del tubo.

2. Cambio en tornillos del carro.

Antes de subir el carro hay que comprobar que los tornillos indicados en rojo en la Figura 30 están colocados como se indica para que no interfieran con los raíles en el montaje. Durante el montaje en Yebes los tornillos estaban girados y el cuerpo del tornillo interfería en el raíl. Hubo que desmontarlos y darles la vuelta para poder apoyar el carro con las ruedas.

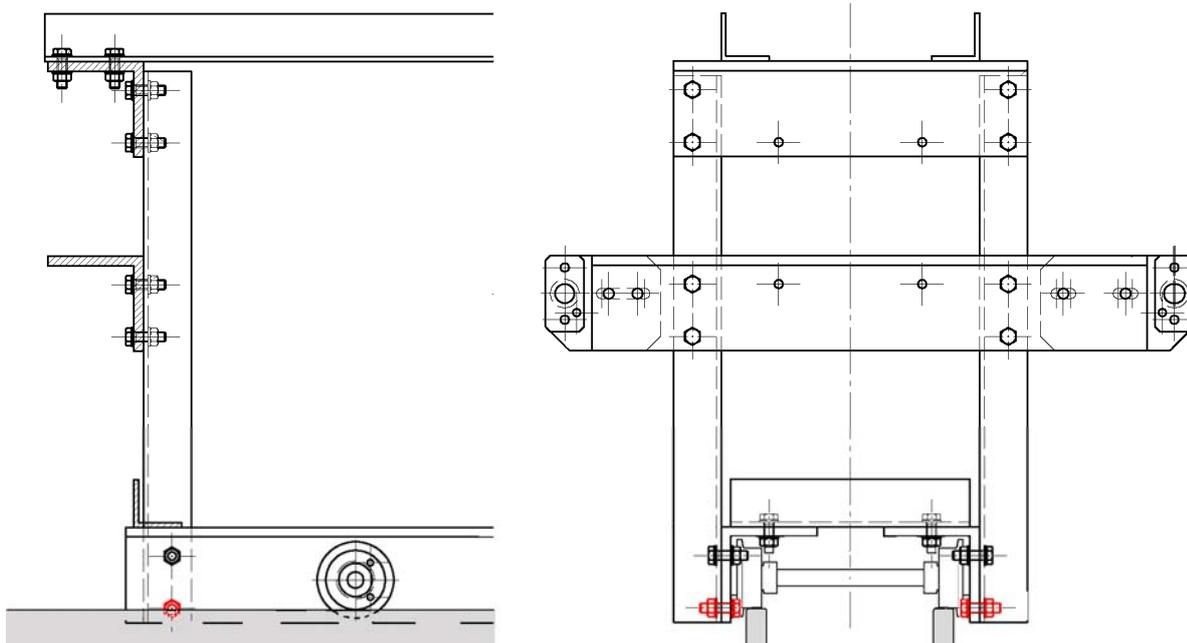


Figura 30. Tornillos girados en el carro para no interferir con los raíles.

3. Engrase de pines de alineamiento.

También es importante engrasar los pines de alineamiento, tanto los traseros como los delanteros. Aunque solo se utilizan dos pines delanteros, se recomienda engrasar todos para añadir una protección extra ante la corrosión.

6.3.2 Izado del carro.

El carro dispone de cuatro taladros en la brida frontal y de dos en la parte trasera cuyo objetivo es centrar el carro en el tubo gracias a los pines cónicos de la brida del tubo y de los instalados para fijar el carro en la parte trasera de éste. Se han aprovechado estos taladros para subir el carro. Se colocaron cuatro mosquetones en los dos taladros superiores del frontal y en los dos traseros.

Se necesitan al menos cuatro operarios. Uno maneja la cesta. Dos están en el balcón a ambos lados de la extensión de raíles para conducir el carro correctamente. Un tercero se queda dentro de la cabina de apoyo.

Para fijar el carro a la cesta de la plataforma elevadora se usaron eslingas largas. La eslinga cruza la cesta y da varias vueltas en el borde de la cesta para que quede fija y colgando la misma longitud por ambos lados. Luego cada extremo de la eslinga se fija a un mosquetón.



Es conveniente que la parte delantera quede colgando más bajo que la parte trasera para facilitar su pose en la extensión de raíles.

	<p>RIESGO PARA LA VIDA</p> <p>Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la carga durante la operación de izado.</p>
---	--

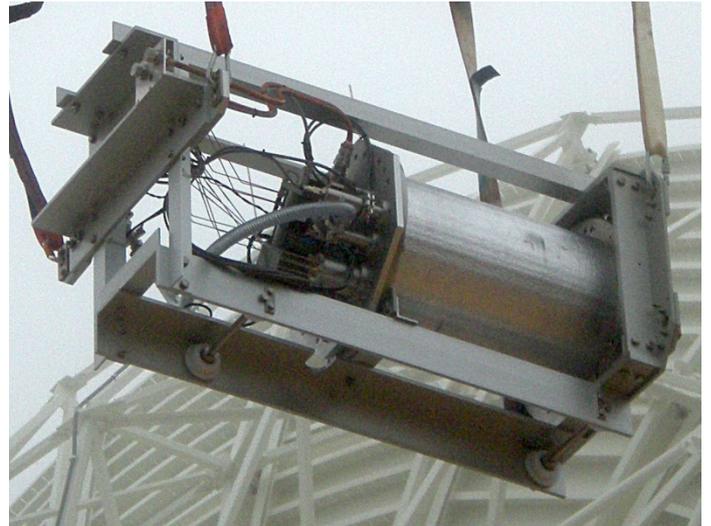


Figura 31. Izado del receptor.

	<p>IMPORTANTE</p> <p>Solo se debe soltar una eslinga cuando las ruedas de la parte correspondiente están apoyadas en la extensión de raíles.</p>
---	---

El procedimiento de posado el carro en la extensión es el siguiente:

1. Manipulas la plataforma para que el carro quede por encima del borde de la extensión y en línea con ésta.
2. Bajar suavemente el carro hasta que las ruedas delanteras posen en los raíles.
3. Bajar lo suficiente como para poder quitar los mosquetones de la brida delantera.
4. Recoger las eslingas delanteras.
5. Avanzar suavemente la cesta hacia adelante a la vez que los operarios del balcón empujan el carro hacia dentro.
6. Ir descendiendo poco a poco según se avanza hasta que las ruedas traseras apoyan en los raíles.
7. Bajar lo suficiente como para poder quitar los mosquetones de la brida delantera.
8. Recoger las eslingas traseras.

6.3.3 Instalación del carro en el tubo.

	Es necesario engrasar los pines de alineamiento antes de deslizar el carro hasta el tubo.
--	---

Una vez que el carro está en la extensión de raíles y se han engrasado los pines, se desliza el carro hasta casi alcanzar su posición final.

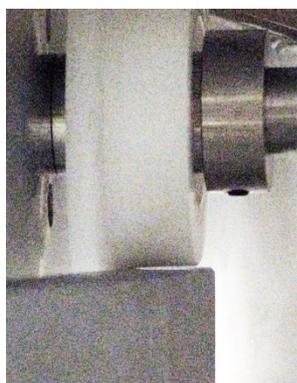
	<p>PRECAUCIÓN</p> <p>Durante el paso por las puertas, vigilar que ninguna parte del receptor o del carro choque con los marcos.</p> <p>Vigilar que la barra de seguridad de la puerta trasera de la cabina de acimut esté levantada y asegurada para que no caiga.</p>
--	---

	<p>PRECAUCIÓN</p> <p>Antes de proceder a fijar el carro, colocar una cuerda de seguridad que sujete el carro a los travesaños verticales para evitar que este se deslice hacia atrás.</p> <p>Esta precaución es obligatoria en caso de que la operación tenga que hacerse a elevaciones superiores a cero grados.</p>
--	--

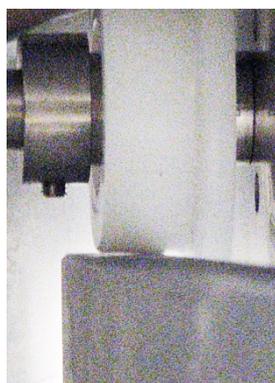
El procedimiento de instalación es el siguiente:

1. Se engrasan los pines delanteros y traseros.
2. Se empuja el carro hasta el fondo.
3. Se asegura el carro con una cuerda al tubo.
4. Se colocan las tuercas de apriete al revés.
5. Se van apretando simultáneamente las dos tuercas. Se alterna la manipulación de las tuercas cada vuelta completa de giro.
6. Se da la vuelta a las tuercas cuando ya ha entrado el carro lo suficiente.
7. Se siguen apretando las tuercas hasta que el carro hace tope con los soportes laterales del tubo donde están los pines traseros.
8. Se instala una segunda tuerca a modo de contratuerca M24 por seguridad.

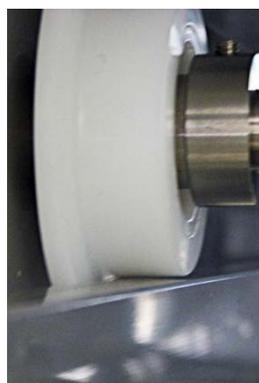
Una vez instalado, se ha comprobado que las cuatro ruedas del carro se han levantado y no tocan los raíles, como era lo esperado.



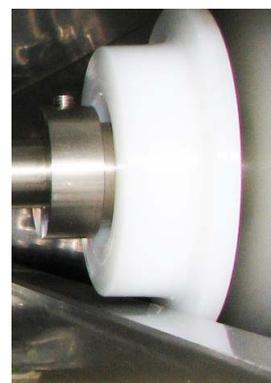
Delantera-izquierda



Delantera-derecha



Trasera-derecha



Trasera-izquierda

Figura 32. Posición de las ruedas del carro tras el montaje.

6.3.4 Desmontaje del carro.

	<p>Es necesario tener instalada la extensión de los raíles para poder sacar el carro del tubo una vez desmontado.</p>
	<p>PRECAUCIÓN</p> <p>Antes de proceder a desmontar el carro es necesario soltar todos los cables y los tubos de helio del receptor.</p> <p>Una vez sueltos se deben asegurar de forma que no interfieran con el receptor durante el paso del carro.</p>
	<p>PRECAUCIÓN</p> <p>Antes de proceder a desmontar el carro, colocar una cuerda de seguridad que sujete el carro a los travesaños verticales para evitar que este se deslice hacia atrás.</p> <p>Esta precaución es obligatoria en caso de que la operación tenga que hacerse a elevaciones superiores a cero grados.</p>
	<p>PRECAUCIÓN</p> <p>Durante el paso por las puertas, vigilar que ninguna parte del receptor o del carro choque con los marcos.</p> <p>Vigilar que la barra de seguridad de la puerta trasera de la cabina de acimut esté levantada y asegurada para que no caiga.</p>

Para el desmontaje se necesitan cuatro tornillos M8 de al menos 50 mm. Estos tornillos se utilizarán para extraer el carro de los pines a los que está encajado.

El procedimiento de desmontaje es el siguiente:

1. Se instala la cuerda de seguridad que asegura el carro al tubo. Dejar margen para que el carro pueda moverse varios centímetros.
2. Se quitan las tuercas de seguridad.
3. Se empiezan a sacar simultáneamente las tuercas de fijación. Se alterna la manipulación de las tuercas cada vuelta completa de giro.
4. Cuando las tuercas ya no estén sometidas a presión, se quitan y se ponen las tuercas normales de seguridad, separadas unos pocos milímetros del carro.
5. Se colocan los tornillos de extracción en lugar de los existentes para la sujeción de la pletina de precisión en la que encajan los pines.

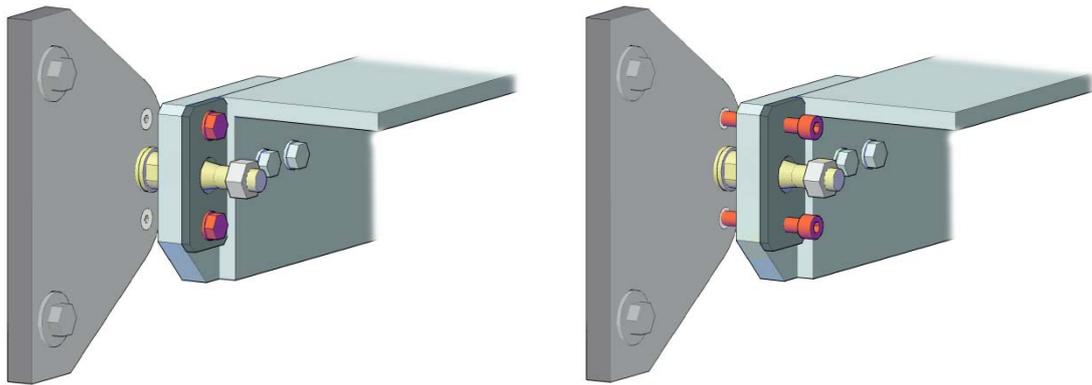


Figura 33. Cambio de tornillos para la extracción del carro.

6. Se giran los tornillos de extracción en sentido horario de forma que presionen contra los soportes del tubo y vayan extrayendo el carro. Se alterna la manipulación de los tornillos cada vuelta completa de giro.
7. Cuando el carro llegue a la altura de las tuercas, se vuelven a separar estas y se continúa con los tornillos de extracción.
8. Cuando el carro esté suelto se quitan las tuercas de seguridad y la cuerda.
9. se desplaza el carro hasta el tope de la extensión de los raíles.

6.3.5 Descenso del carro.

	<p>RIESGO PARA LA VIDA</p> <p>Ninguna persona deberá permanecer por debajo de la carga durante la operación de izado.</p>
---	--

El procedimiento de descenso del carro en la extensión es el siguiente:

1. Desplazar el carro hasta llegar al tope de la extensión de carriles.
2. Manipulas la plataforma para que la cesta quede aproximadamente por encima del carro.
3. Colocar las eslingas traseras y sujetarlas al carro con mosquetones.
4. Elevar suavemente la cesta hasta que las ruedas traseras salven el tope de la extensión de raíles.
5. Retroceder lentamente la cesta de forma que el carro vaya saliendo de la cabina de acimut. Los operarios en el balcón irán desplazando el carro suavemente.
6. Cuando las ruedas delanteras lleguen al tope de la extensión de raíles, colocar la eslinga delantera y sujetarla al carro con mosquetones.
7. Elevar la cesta suavemente hasta que el carro despegue completamente de los raíles.
8. Descender el carro hasta el suelo.

Anexo I. Planos.

CDT-RAEGE-01-001	Piezas de centrado de raíles.....	32
------------------------	-----------------------------------	----

