



Monumentaciones para estaciones GNSS permanentes de la red RAMSAC

**Dirección de Geodesia
Instituto Geográfico Nacional**

- 2023 -

1. Introducción.....	3
2. Características técnicas de las estructuras.....	3
3. Tipo de monumentaciones recomendadas.....	4
3.1. Monumento tipo "estructura geofísica".....	4
3.1.1. Materiales preferidos para la fabricación	4
3.1.2. Planos del despiece	4
3.1.3. Lista de materiales	8
3.2. Extensor para instalación en muro	9
3.2.1. Materiales preferidos para la fabricación	9
3.2.2. Planos del despiece	9
4. Instalación de la monumentación	11

1. Introducción

El objetivo de este documento es la descripción de las especificaciones técnicas de monumentaciones GNSS para la instalación de estaciones permanentes pertenecientes a la Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC).

Estas especificaciones técnicas definen las características mecánicas mínimas necesarias para garantizar la estabilidad a largo plazo (más de 20 años) de las antenas GNSS y la repetitividad del plano denominado "antenna reference point" (punto de referencia de la antena, ARP) de dichos monumentos.

2. Características técnicas de las estructuras

Las características técnicas de la estructura sobre la cual se montarán las antenas GNSS son las siguientes:

1. El monumento deberá ser estable a largo plazo (>20 años) de manera de evitar saltos mecánicos espontáneos producidos por desplazamientos de la monumentación. Quedan excluidos desplazamientos intencionales (autorizados o no) producidos por personal responsable de las instalaciones locales.
2. El plano del ARP debe ser repetible y estar libre de degradación por corrosión, sin ambigüedad por giros de tuercas y/o suplementos tales como arandelas o separadores metálicos. Deberán evitarse las pinturas de todo tipo y los materiales a utilizar para la fabricación deberán ser resistentes al óxido (por ejemplo, aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado, etc).
3. El plano de contacto entre el monumento y el ARP de la antena debe estar libre de todo objeto asociado a la monumentación, tales como tornillos y/o tuercas calantes, excedentes de material del reticulado ("pelos"), etc.
4. El sistema de calado del monumento debe estar a no menos de 50 cm del plano del ARP y debe estar fabricado con materiales resistentes al óxido.
5. La monumentación deberá evitar la utilización de tensores de acero y/o cables de sujeción o cualquier sistema que sea susceptible a cambios en la posición debido a estiramiento y/o desplazamientos no controlados e irreproducibles. Quedan excluidos movimientos periódicos generados por dilatación de materiales.

3. Tipo de monumentaciones recomendadas

A continuación, se presentan planos y recomendaciones de materiales para la fabricación de monumentos para estaciones GNSS permanentes de la red RAMSAC.

3.1. Monumento tipo “estructura geofísica”

3.1.1. Materiales preferidos para la fabricación

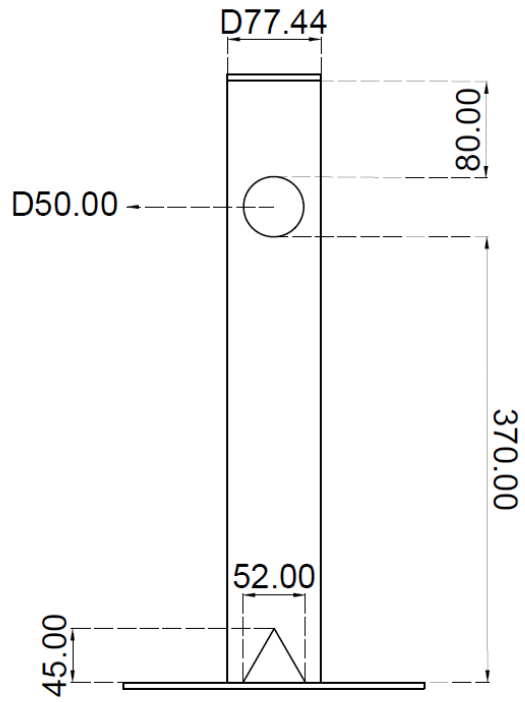
La estructura deberá ser fabricada preferentemente en acero inoxidable. Dicho material puede ser soldado con soldadora de arco eléctrico normal (utilizando los electrodos correspondientes) y puede también ser combinado con otros materiales ferrosos no inoxidables para abaratar costos.

Los perfiles deberán ser cilíndricos de 3 pulgadas de diámetro. Este perfil garantiza una mejor estabilidad y durabilidad del monumento. La estabilidad está asociada a una mejor distribución del calor (uniforme) y por ende tiene asociada una dilatación más uniforme que materiales reticulados. La durabilidad está garantizada dado que se trata de una sola pieza no susceptible a quiebres en uniones soldadas (del reticulado, por ejemplo) y disminuye las posibles fallas de fabricación.

El sistema de sujeción de antena deberá ser un tornillo de acero inoxidable o bronce.

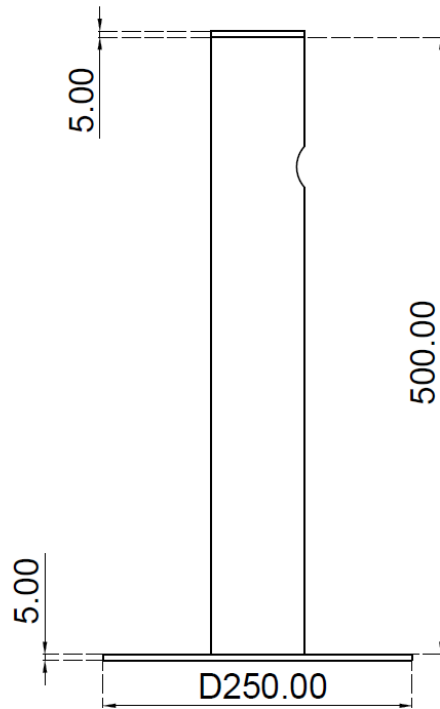
3.1.2. Planos del despiece

A continuación se presentan los planos y croquis del despiece y ensamblado de la monumentación. Las unidades de las acotaciones se encuentran expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.



Todas las medidas están expresadas en milímetros

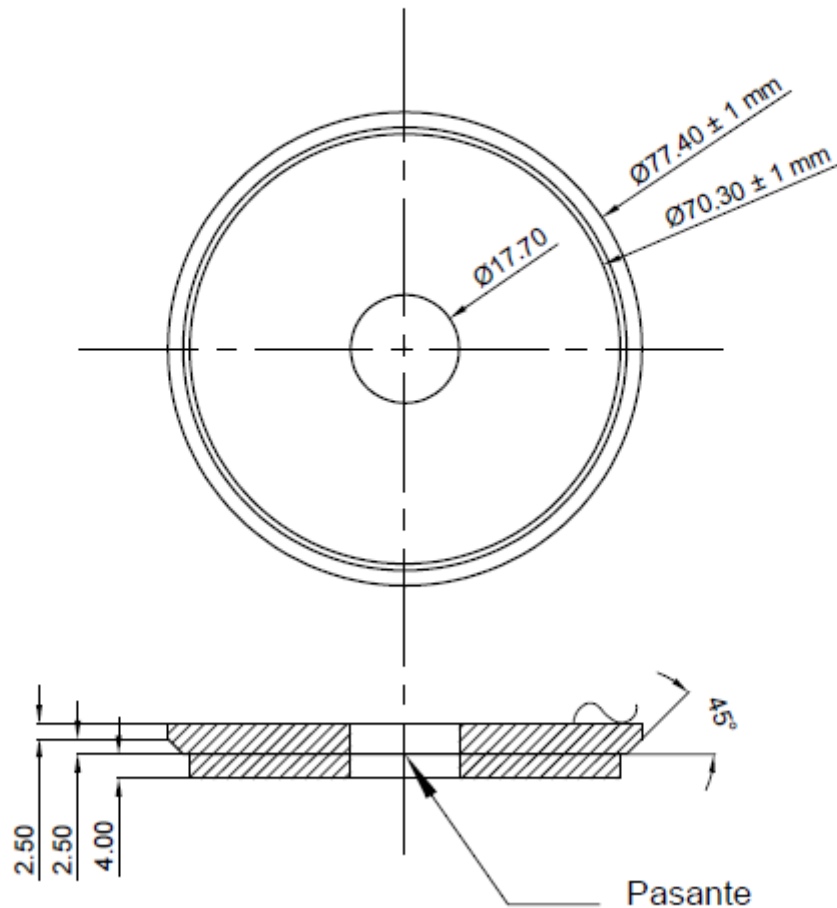
Fig. 1: Frente - Monumentación de acero inoxidable



Todas las medidas están expresadas en milímetros

Fig. 2: Lateral - Monumentación de acero inoxidable

Disco de Acero Inoxidable

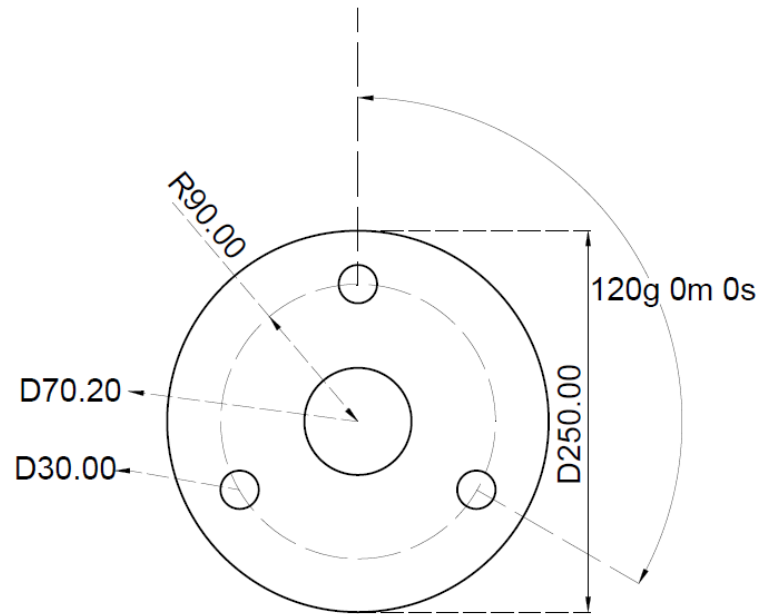


NOTA 1: El material es Acero Inoxidable 304.

NOTA 2: Todas las medidas expresadas en milímetros.

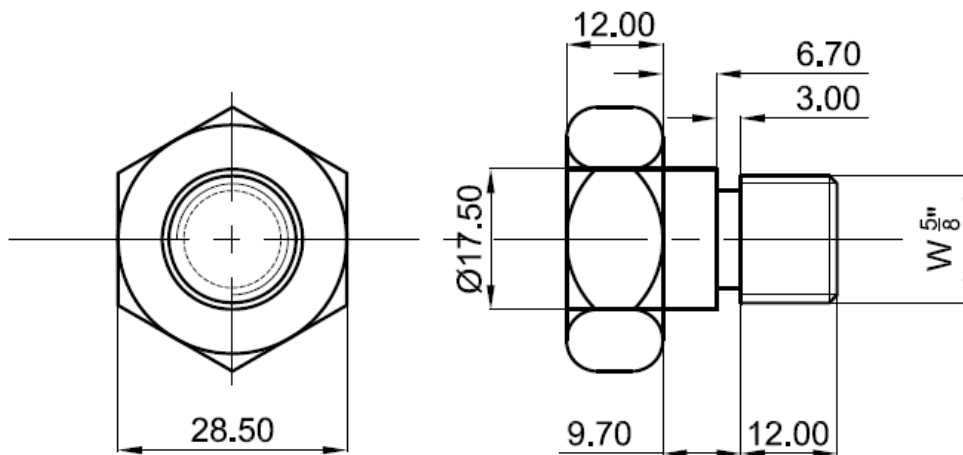
NOTA 3: La cara externa del disco debe estar libre de imperfecciones que puedan afectar a la estabilidad de la antena. En otras palabras, la cara donde apoya la ARP de la antena debe ser completamente lisa. Si eso no sucede, se debe tornearse hasta dejarla en óptimas condiciones. La cara interna puede quedar en bruto.

Fig. 3: Disco para soporte de la antena (ARP)



Todas las medidas estan expresadas en milímetros

Fig. 4: Disco para base de la monumentación



Todas las medidas están expresadas en milímetros, a excepción de la rosca, expresada en pulgadas.

MATERIAL: Bronce

Fig. 5: Tornillo de sujeción de la antena GPS/GNSS

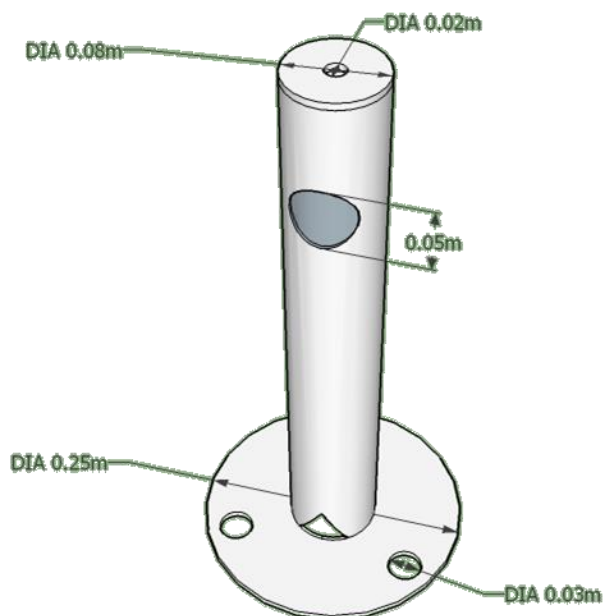


Fig. 6: Croquis 3D del ensamblado de la monumentación

3.1.3. Lista de materiales

A continuación se presenta el listado de materiales necesarios para la construcción de la estructura presentada en 3.1. Los valores por unidad son aproximados.

Ítem	Unidad	Cantidad	Observación	Valor por Unidad [u\$s]*
Caño de acero inox. Ø3"	metro	0.5	Tubo redondo c/costura mate 316L 76.2x 3.0mm	20
Base antena (ARP)	1	1	Según especificaciones dadas en Fig. 3	13
Base soporte monumentación	1	1	Según especificaciones dadas en Fig. 4	45
Arandelas de acero inox. Ø½"	unidad	9		-
Tuercas de acero inox. Ø½"	unidad	15	Tuerca BSW (ANSI B18.2.2) 304 1/2"	-
Electrodos para acero inox.			Para construcción del monumento	-
Loctite sellaroscas	1	1		6
Barra hexagonal de 29 mm (acero o bronce)	metro	0.04	Para fabricación del tornillo de sujeción	20**

*Los valores expresados corresponden al valor por Unidad

**Valor para barra hexagonal de bronce

3.2. Extensor para instalación en muro

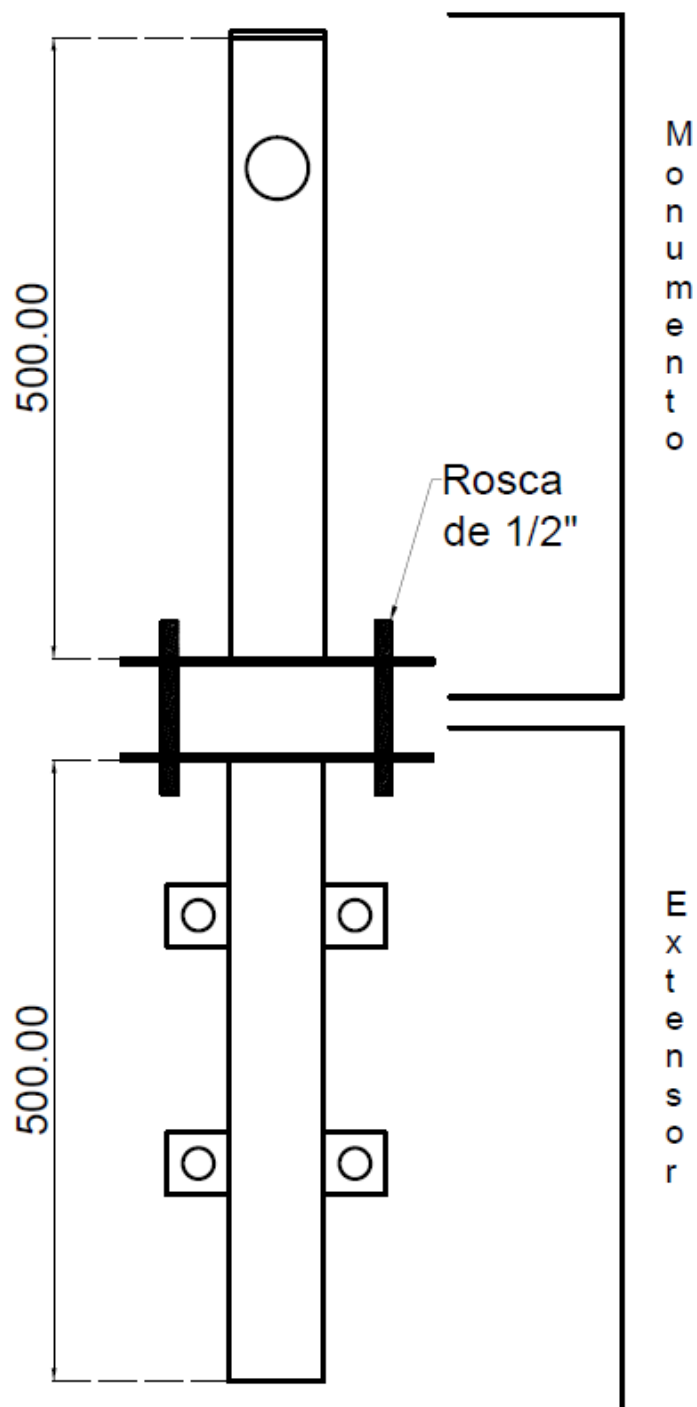
3.2.1. Materiales preferidos para la fabricación

En ciertas ocasiones no es posible fijar el monumento sobre una superficie horizontal, por ejemplo, en montajes sobre muros exteriores. Para dichos casos, se recomienda fabricar un extensor para adaptar la fijación horizontal del monumento (tornillos de fijación a 0 grados respecto de la vertical) a una fijación perpendicular (tornillos de fijación a 90 grados respecto de la vertical).

La estructura del extensor deberá ser fabricada en acero inoxidable preferentemente. Sin embargo, el extensor puede ser construido en acero común siempre y cuando los tornillos de sujeción entre el monumento y el extensor sean de acero inoxidable de manera de evitar la corrosión. Los perfiles deberán ser cilíndricos del mismo diámetro utilizado para el monumento, es decir, preferentemente de 3 pulgadas.

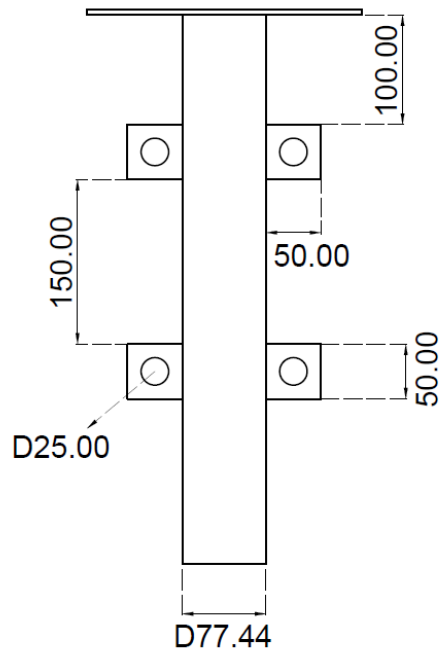
3.2.2. Planos del despiece

A continuación se presentan planos y figuras del despiece y ensamblado de la estructura.



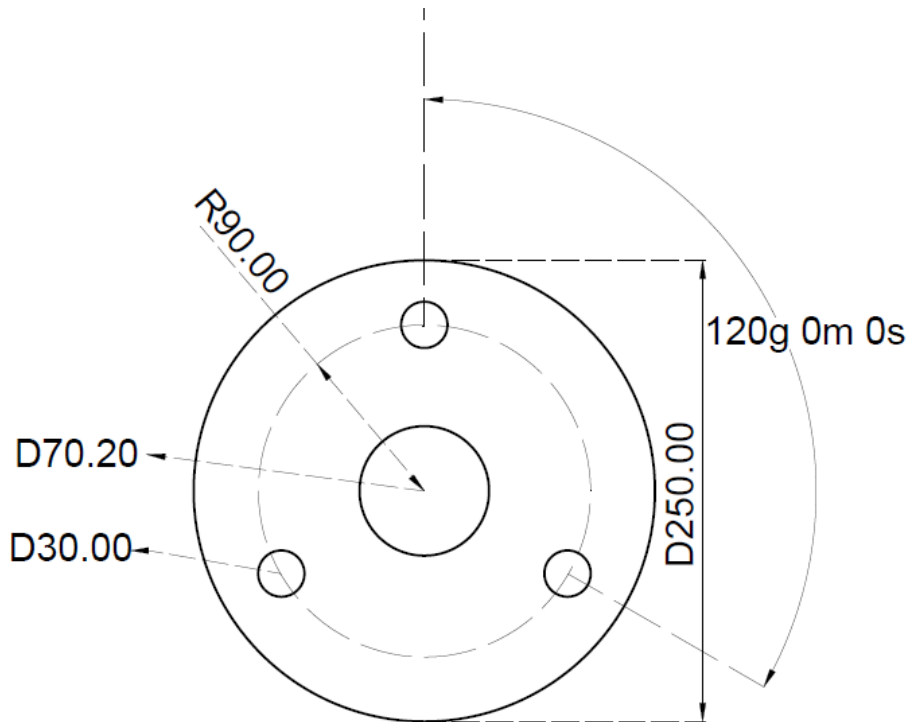
Todas las medidas estan expresadas en milimetros

Fig. 7: Acoplamiento entre monumentación y extensor



Todas las medidas estan expresadas en milímetros

Fig. 8: Plano acotado del extensor



Todas las medidas estan expresadas en milímetros

Fig. 9: Base de acoplamiento entre monumento y extensor

4. Instalación de la monumentación

Sobre superficie horizontal

Para la instalación sobre superficies horizontales, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Encontrar la superficie horizontal lo más lisa posible. Esto hará que la profundidad de los agujeros y la tarea de nivelación posterior se simplifique.
2. Presentar el monumento a instalar de manera de que los agujeros laterales para el cable de antena queden orientados hacia el norte. Esto permitirá que el conector de la antena quede alineado con el agujero, disminuyendo la longitud expuesta del cable de antena. Marcar la posición de los tres agujeros a realizar.
3. Realizar tres (3) agujeros de al menos 25 cm de profundidad lo más verticalmente posible (los agujeros están dispuestos a 120 grados entre sí, ver Fig. 10). La distancia entre agujeros debe coincidir con la disposición de los agujeros del disco de soporte (ver Fig. 4).
4. Con un inflador o soplador, eliminar el polvo que pudiera quedar dentro de cada agujero.



Fig 10: agujeros dispuestos a 120° entre sí.

5. Amurar tres (3) brocas (Ver Fig. 11) de ½" de 50 cm de longitud utilizando pegamento epoxi (producto recomendado HILTI HIT-RE-500 SD / <https://www.hilti.com/anchor-fasteners/injectable-adhesive-anchors/r3783>). A pesar que es posible utilizar varillas roscadas, éstas últimas no se recomiendan dado que no permiten una fijación mecánica a la roca o muro. Se deben rellenar con epoxi los agujeros del paso 2 desde el fondo hasta la superficie (Ver Fig. 12 y 13). Inmediatamente colocar las brocas hasta que hagan tope (aprox. 25cm) con el fondo. Es posible asistirse con un martillo de goma o con martillo común asegurándose de no deformar la rosca de la broca.



Fig 11: brocas de hormigón con trabas de tiro.

6. Antes de permitir que fragüe el pegamento, ajustar la tuerca con arandela de manera tal que la misma tire de la broca hacia afuera. Esto hará que la broca se active y expanda. De este modo, se obtiene doble método de fijación: químico y mecánico.
7. Colocar dos (2) tuercas (tuerca y contratuerca) y una (1) arandela de $\frac{1}{2}$ " en cada una de las brocas, (ver Fig. 14 y 15). Sobre las arandelas, colocar la monumentación atendiendo que el agujero para el cable de antena quede orientado al norte. Una vez colocado el monumento, las varillas deberán sobresalir por encima del disco lo suficiente como para que permita colocar una (1) arandela y sus correspondiente tuerca y contratuerca. (Ver Fig. 14 y 15).



Fig 12: llenado de agujeros con resina epóxica



Fig 13: llenado de agujeros con resina epóxica



Fig 14: Disposición de tuercas y arandelas.

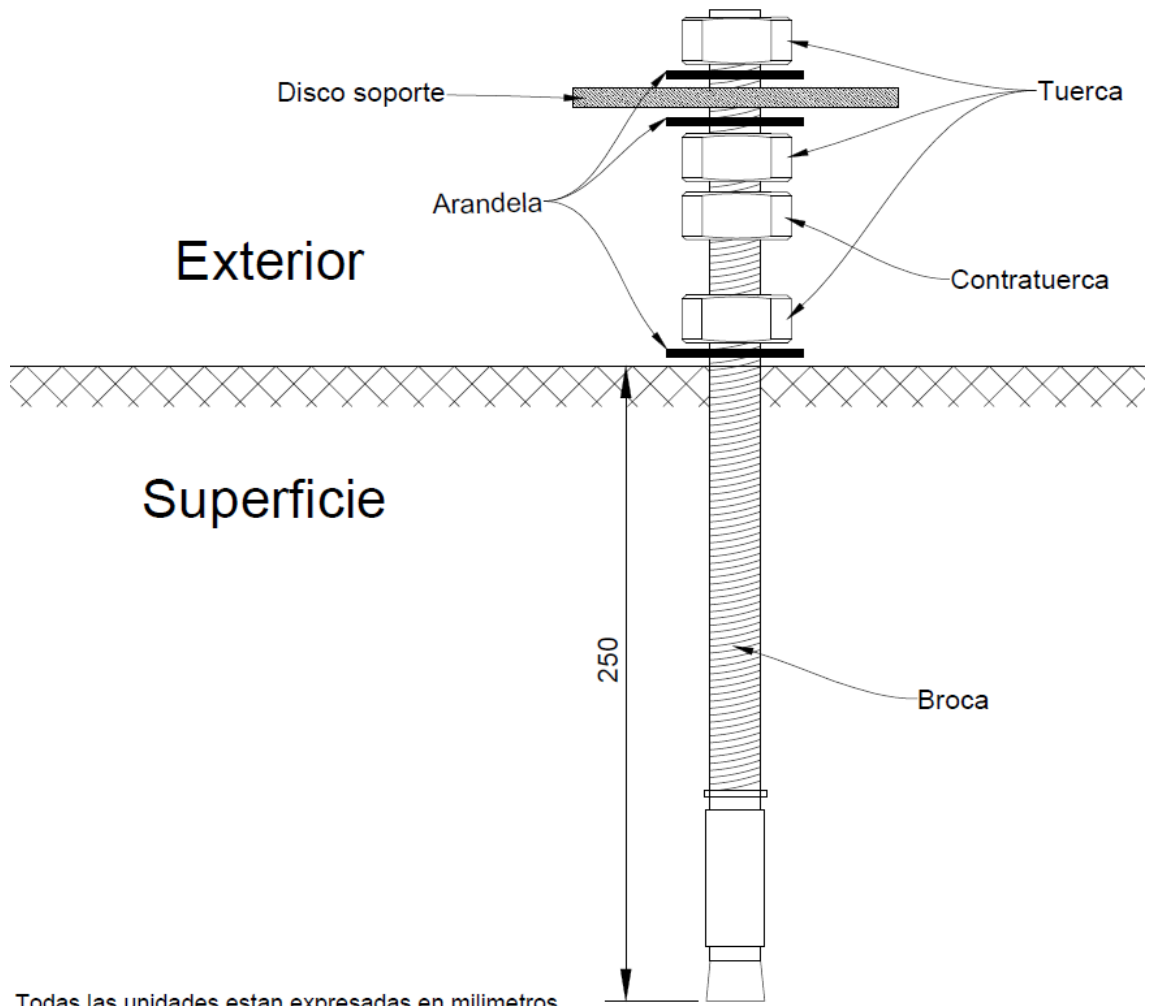


Fig 15: Disposición de tuercas y arandelas.

8. Se modificarán las posiciones de las tuercas hasta que la estructura quede nivelada. Se recomienda utilizar un nivel de 4 caras para tal propósito. Cuando finalmente quede en la posición nivelada, se deberán ajustar las tuercas y contratuercas. Colocar fijador/sellaroscas para que éstas tengan mayor agarre a la posición y sean más difíciles de desajustar.
9. Para colocar la antena, se utilizará el agujero lateral de la monumentación para introducir la llave tubo con el tornillo de fijación. Se provoca la orientación de la antena hacia el norte geográfico y se ajusta el tornillo. Se recomienda aplicar entre 1 y 2 Nm de torque.
10. Se introduce el cable de antena por la parte inferior de la monumentación (puede ser el orificio lateral inferior o el agujero del disco soporte, siempre que la separación superficie-disco lo permita), y se lo extrae por el orificio lateral superior, hasta hacerlo llegar a la antena.

Para cuidar el cable antena de posibles roces con la monumentación debido al viento se deberá cubrir el mismo con una manguera protectora. (Ver Fig. 16)

Por último si se desea que el cable tenga el menor movimiento posible, se deben rellenar los orificios con espuma de poliuretano. Una vez seco pueden recortarse los márgenes que queden desprolijos.



Fig. 16: Colocación de tornillo y arandelas

Sobre superficie vertical

Para la instalación sobre superficies verticales, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Encontrar la superficie vertical lo más estable y con mayor visibilidad al cielo posible. En lo posible que la superficie sea de hormigón armado y que en el caso de ser un muro tenga un espesor de al menos 30cms.
2. Presentar el extensor del monumento a instalar sobre la pared o muro. Realizar la marca de los agujeros con una mecha de menor pulgada para evitar diferencias en la posterior colocación.

3. Realizar los agujeros de al menos 15 cm de profundidad lo más horizontal posible (los agujeros están dispuestos de acuerdo al monumento extensor, ver Fig. 7 y 8).
4. Con un inflador o soplador, eliminar el polvo que pudiera quedar dentro de cada agujero.
5. Amurar las brocas (Ver Fig. 11) de ½" de 20 cm de longitud utilizando pegamento epoxi (producto recomendado HILTI HIT-RE-500 SD). A pesar que es posible utilizar varillas roscadas, éstas últimas no se recomiendan dado que no permiten una fijación mecánica a la roca o muro. Se deben rellenar con epoxi los agujeros del paso 3 desde el fondo hasta la superficie. Inmediatamente colocar las brocas hasta que hagan tope (aprox. 15cm) con el fondo. Es posible asistirse con un martillo de goma o con martillo común asegurándose de no deformar la rosca de la broca.
6. Antes de permitir que fragüe el pegamento, ajustar la tuerca con arandela de manera tal que la misma tire de la broca hacia afuera. Esto hará que la broca se active y expanda. De este modo, se obtiene doble método de fijación: químico y mecánico.
7. Una vez seco el pegamento, colocar una arandela en cada una de las brocas y colocar el extensor. Colocar otra arandela y ajustar con otra tuerca. Aplicar sellaroscas en todas las juntas de tuercas y arandelas. (Ver Fig. 16)
8. Colocado el extensor sobre la pared o muro, se debe apoyar la monumentación sobre el mismo.
9. En los 3 agujeros del extensor se deberán colocar 3 varillas roscadas de ½" y unos 20cm de largo. En la parte inferior del disco se deberán poner 1(una) arandela y dos tuercas en cada una de ellas (Ver Fig. 16). En la parte superior, se deberán colocar 1 arandela y 1 tuerca. Tratar de que las varillas queden del mismo largo en cada uno de los agujeros. Aplicar sellaroscas en cada una de las juntas.
10. Las restantes tareas de instalación coinciden con los incisos 7 a 10 de la instalación sobre superficie horizontal.

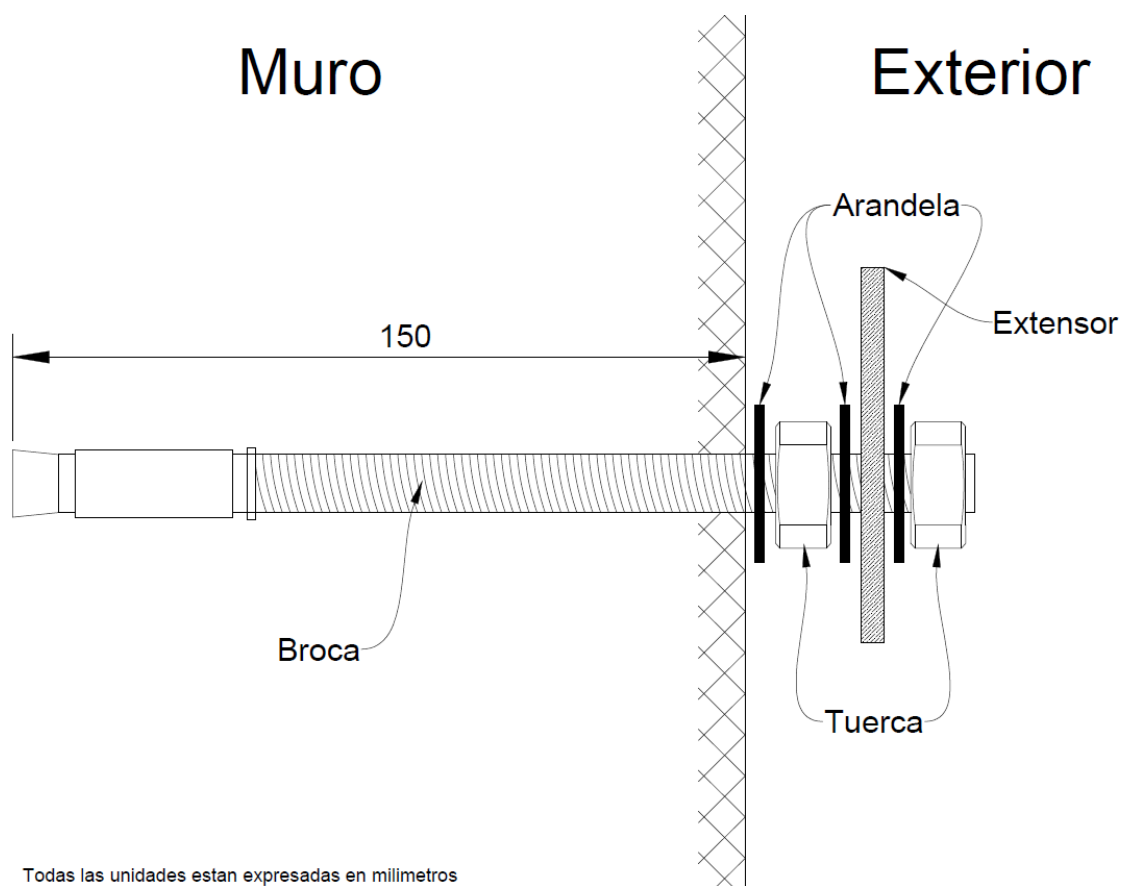


Fig. 16: Colocación de tornillo y arandelas para extensor