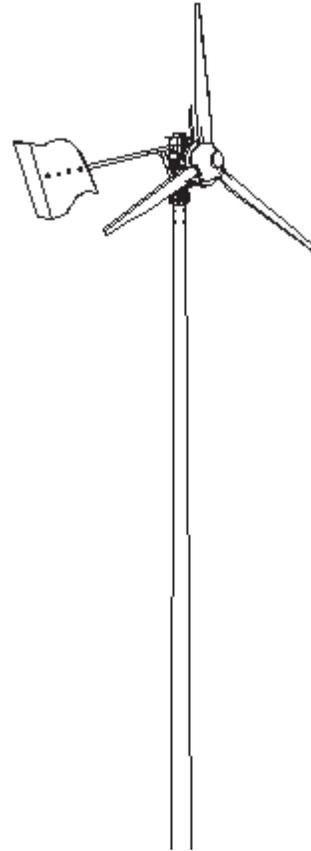


Instalación de Turbina Eólica en Poste Tubular Cónico Circular

Versión 15m para turbina Aeroluz Pro de 1.4kW, Junio 2010



aeroluz

Diseño Eólico y Solar S. de R.L. de C.V.

Tel./Fax. (52) (81) 83-00-42-86

viento@aeroluz.com

www.aeroluz.com

Índice

Herramientas requeridas	1	Ensamble de aspas	16
Suministros de fábrica	1	Ensamble de nariz	17
Suministros adicionales requeridos	3	Ensamble de punta pararrayos	17
Cimentación de torre	4	Fijación de varilla en tubo veleta	18
Tierra eléctrica de torre	4	Adición de solera extra en veleta	20
Limpieza de la unión a traslapar	8	Unión de placa y tubo veleta	21
Inserción de tramos de torre	9	Amarre del poste a la grúa	22
Adhesión de tramos de torre	10	Inserción de veleta	23
Colocación de tuercas niveladoras	10	Anclaje de poste	25
Introducción de cableado eléctrico	11	Colocación de compuerta	25
Aterrizaje de turbina a torre	12	Aterrizaje en la base	27
Acoplamiento de turbina a torre	13		
Conexión de anillos deslizantes	14		
Protección de hule a bridas	15		

Instalación de Turbina Eólica en Poste Tubular Cónico Circular

Versión 15m para turbina Aeroluz Pro de 1.4kW, Junio 2010

Herramientas requeridas:

¡excluye cimentación!

- 1 Llave Stilson de 18"
- 1 Guía de alambre para instalación eléctrica 15m
- Tablas y tablonces de madera suave
- 1 Marro grande
- 1 Nivel de burbuja
- 1 Cinta métrica ó flexómetro
- 1 Plumón ó marcador
- 1 Cinta de aislar
- 1 Líquido desengrasante
- Estopa y/o trapos industriales
- 1 Líquido limpiador con alcohol isopropílico
- 1 Grúa Titán o de brazo extensible capaz de llevar 1 ton a 10m de alto
- 1 Banda de carga para mínimo 1 ton
- 1 Cuerda o mecate grueso de 7m
- 1 Pinza de electricista
- 1 Pinza mecánica
- 1 Destornillador plano
- 1 Calibrador vernier
- 2 Llaves españolas de 19mm ó ¾"
- 1 Matraca con dados de las siguientes medidas: {22mm, 19mm, 17mm, 13mm, 11mm} ó {7/8", ¾", 11/16", ½", 7/16"}

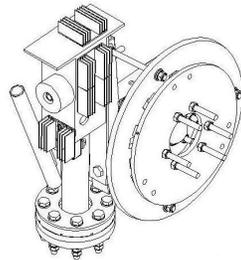
Suministros de fábrica:

POSTE TUBULAR

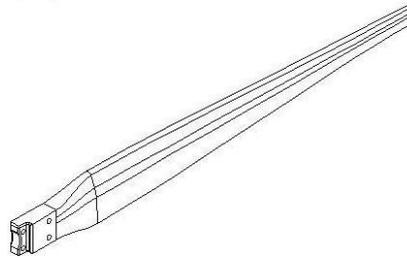
- 1 Poste cónico circular de 15m con acoplamiento para turbina Aeroluz Pro
- 4 Anclas sólidas para poste de 15m
- 8 Tuercas pesadas 2H para anclas
- 8 Rondanas planas para anclas
- 4 Rondanas de presión para anclas
- 2 Guías de anclaje de precisión en MDF
- 6 Cartuchos de adhesivo epóxico
- 1 Tornillo de ½" con tuerca y rondana

TURBINA EÓLICA

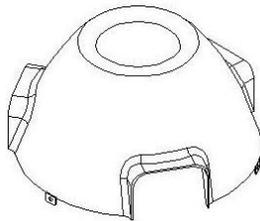
1 Generador eléctrico Aeroluz Pro 1.4kW



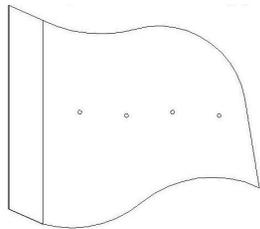
3 Aspas de polímero reforzado



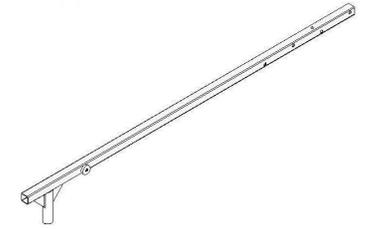
1 Nariz ventilada de polímero reforzado



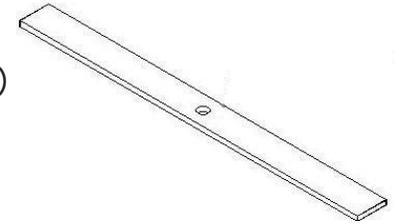
1 Placa veleta de polímero reforzado



1 Tubo de acero PTR para veleta



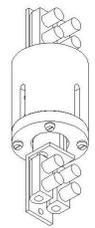
1 Solera extra (usar sólo en 48V)



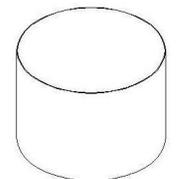
1 Punta pararrayos



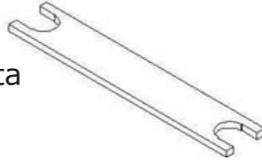
1 Conector rotatorio de anillos deslizantes



1 Hule con abrazadera inoxidable



◦ 1 Llave especial para la varilla de la veleta



◦ 2 Cables 8AWG, 16m rojo, 16m negro

◦ 4 Cinchos de plástico

◦ 1 Líquido fijador de tuercas azul 10ml

◦ 1 Bote de grasa 10ml

◦ Tornillería para ensamble de componentes de la turbina

Suministros adicionales requeridos:

¡no seguirlos, NO incluidos!

- 1 Electrodo para tierra eléctrica (preferible de carbón activado)
- 1 Cable desnudo de cobre 2 AWG y conector para electrodo
- 1 Terminal de zapata con ojo de 1/2" a compresión para cable 2 AWG
- Silicón de uso general o algún recubrimiento contra intemperie

Procedimiento de montaje:

1. Cimentación de torre

La cimentación que sostendrá al poste debe hacerse con profesionales de la construcción.

Es importante verificar que los profesionales tengan experiencia en cimentaciones.

También es necesario supervisar que la cimentación se haga acorde con las especificaciones.

Se tienen dos opciones de cimentación, una para suelo blando y otra para suelo duro.

En cualquier caso, es necesaria la pericia del profesional de la construcción para evaluar el suelo.

Una evaluación mecánica del suelo permite determinar si la cimentación es adecuada en cada caso.

Cuando se haga la cimentación es esencial que las anclas queden perfectamente alineadas.

El fabricante proporciona dos guías de posicionamiento de anclas para asegurar la posición correcta.

Las guías de posicionamiento deben usarse como se indica a continuación.

2. Tierra eléctrica de torre

La tierra eléctrica de la torre es importante para guiar cualquier descarga a tierra en forma segura.

Puede aprovecharse el momento en que se hace la cimentación para colocar la tierra física.

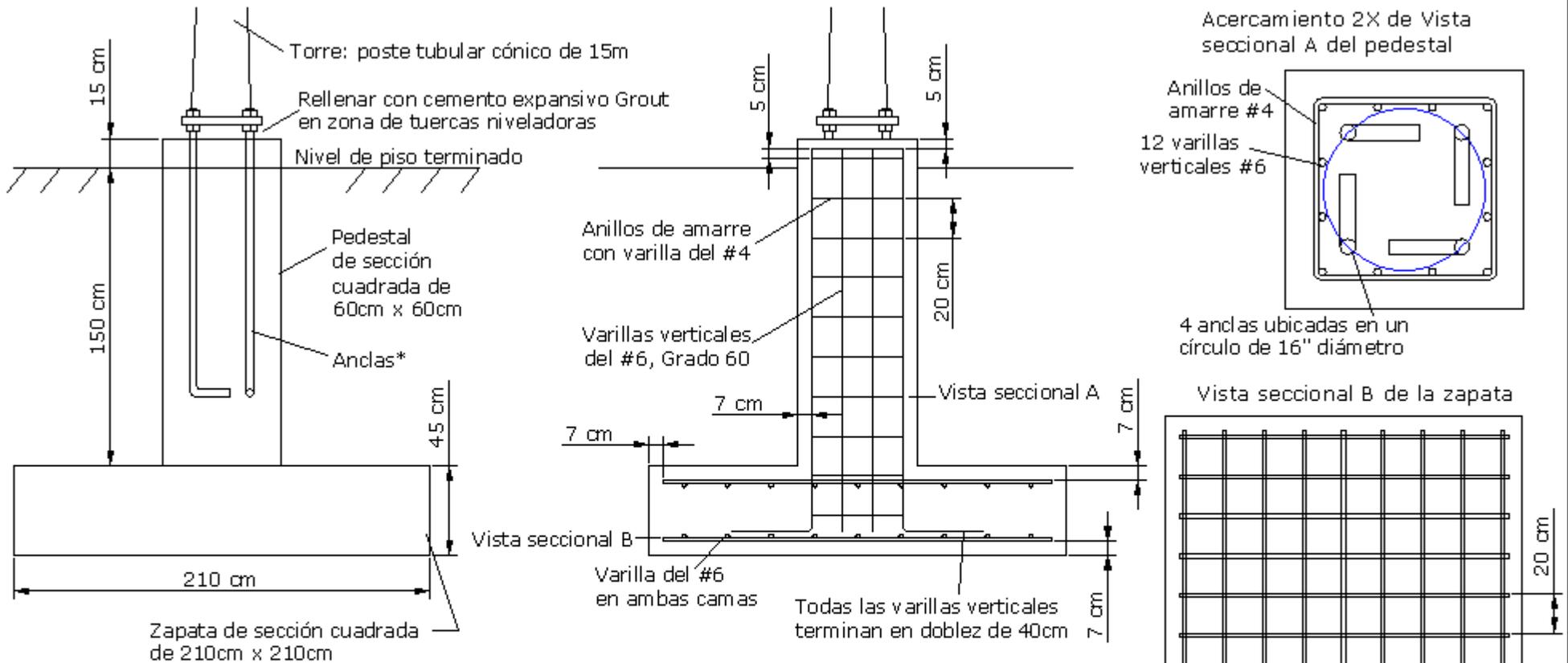
El electrodo de tierra física debe ser el adecuado para cumplir con norma, menos de 25 ohms.

El electrodo mínimo recomendado es un electrodo de carbón activado con cable calibre 2 AWG.

Pero según el terreno, puede ser que requiera reforzar la tierra física para cumplir con la norma.

Se recomienda consultar a un electricista industrial para determinar el mejor aterrizaje según el terreno.

Cimentación de zapata aislada para torre de 15m con turbina Aeroluz Pro (suelo no rocoso[^])



[^] Suelo no rocoso: clases 3, 4 y 5 acorde con la clasificación de la tabla 1804.2 del IBC (International Building Code)

Ejemplos de suelo no rocoso: grava, arena, arcilla, limo

Un profesional de la construcción deberá corroborar que la presente cimentación es compatible con el suelo local y deberá supervisar que la cimentación se realiza acorde con Estándares Oficiales para el manejo de concreto reforzado

* 4 Anclas de 1.5 pulgadas diámetro x 1.15m longitud recta lisa en concreto + 20cm dobléz embebido + 15cm rosca sobresale
Preferibles anclas galvanizadas por inmersión en caliente; usar tuercas pesadas 2H para nivelar y para fijar
Debe probarse que las anclas se colocan en perfecta vertical; usar doble guía de montaje de ser necesario

Poner una manguera de 3/4" embebida en el centro del pedestal para llevar cable eléctrico hasta el registro o centro de carga

+ Cargas en la base de la torre, velocidad de diseño 55 m/s, turbina Aeroluz Pro...

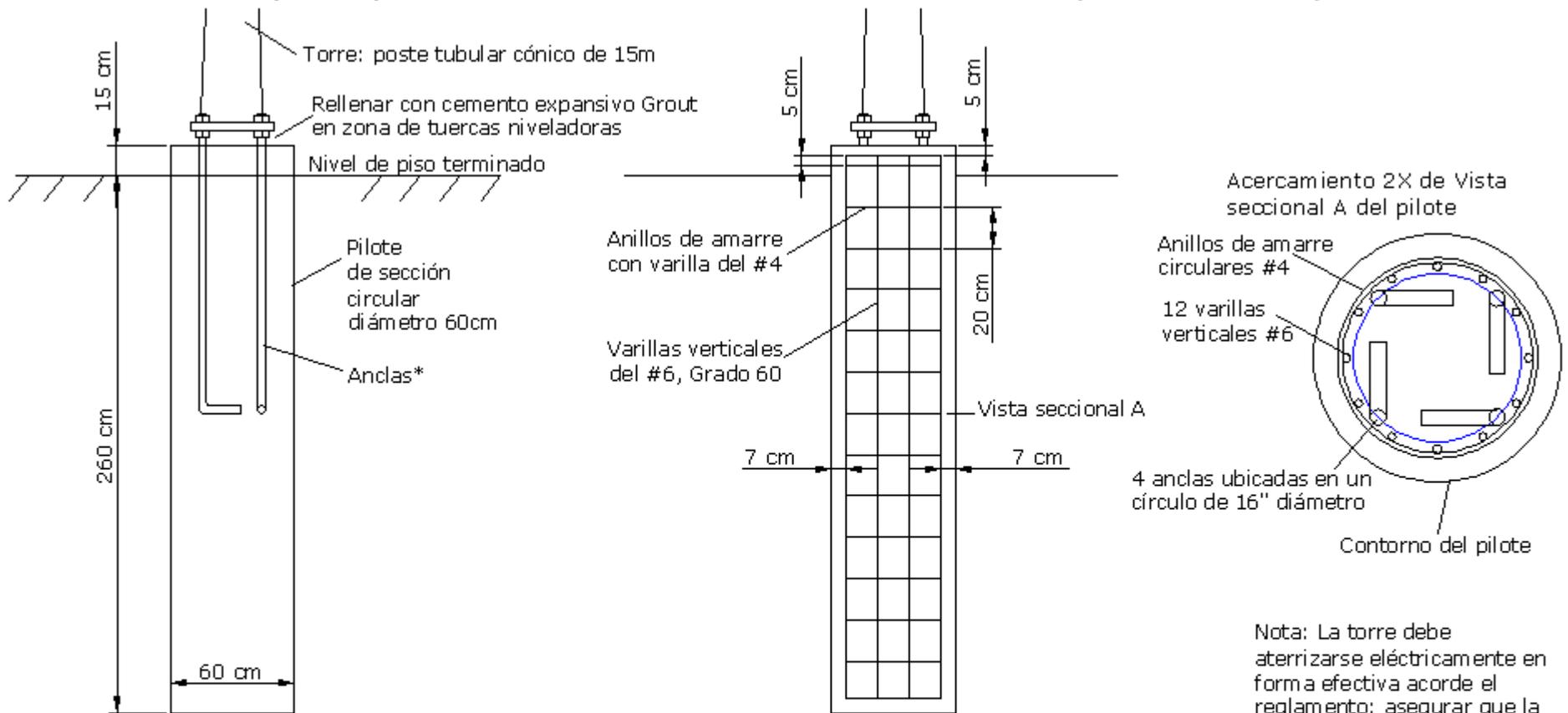
Momento de volteo 35,000 Nm

Fuerza cortante 3,300 N

Peso muerto 4,300 N

Nota: La torre debe aterrizarse eléctricamente en forma efectiva acorde el reglamento; asegurar que la resistencia total de puesta a tierra es menor a 25 Ohm

Cimentación de pilote para torre de 15m con turbina Aeroluz Pro (suelo rocoso[^])



[^] Suelo rocoso: clases 1 y 2 acorde con la clasificación de la tabla 1804.2 del IBC (International Building Code)

Un profesional de la construcción deberá corroborar que la presente cimentación es compatible con el suelo local y deberá supervisar que la cimentación se realiza acorde con Estándares Oficiales para el manejo de concreto reforzado

* 4 Anclas de 1.5 pulgadas diámetro x 1.15m longitud recta lisa en concreto + 20cm doblez embebido + 15cm rosca sobresale
Preferibles anclas galvanizadas por inmersión en caliente; usar tuercas pesadas 2H para nivelar y para fijar
Debe probarse que las anclas se colocan en perfecta vertical; usar doble guía de montaje de ser necesario

Poner una manguera de 3/4" embebida en el centro del pedestal para llevar cable eléctrico hasta el registro o centro de carga

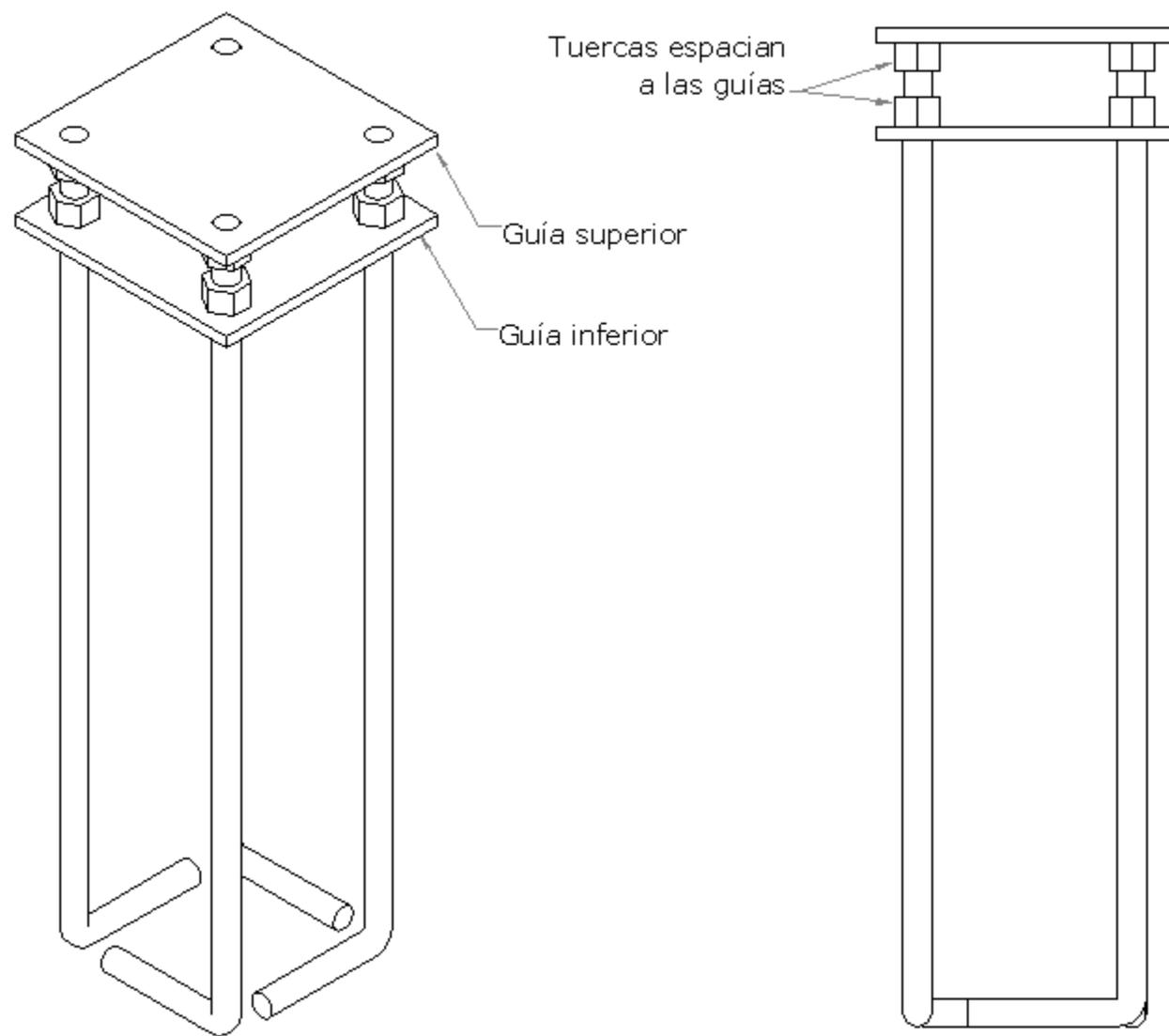
+ Cargas en la base de la torre, velocidad de diseño 55 m/s, turbina Aeroluz Pro...

Momento de volteo 35,000 Nm

Fuerza cortante 3,300 N

Peso muerto 4,300 N

Nota: La torre debe aterrizarse eléctricamente en forma efectiva acorde el reglamento; asegurar que la resistencia total de puesta a tierra es menor a 25 Ohm



3. Limpieza de la unión a traslapar

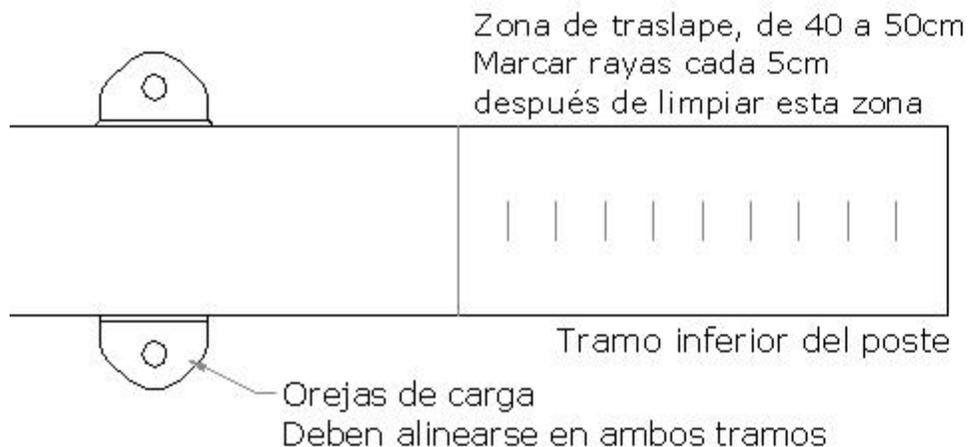
El poste está dividido en dos tramos: superior (el más delgado) e inferior (el más pesado).

Los tramos se unen por inserción, es decir, se inserta el extremo de un tramo dentro del otro.

Una vez insertados se espera haya un traslape de por lo menos 40cm en la unión de los tramos.

Se recomienda colocar el tramo inferior de forma que su base cuadrada esté cerca de la cimentación.

El tramo superior es más ligero, por lo que éste será movido con mayor facilidad.



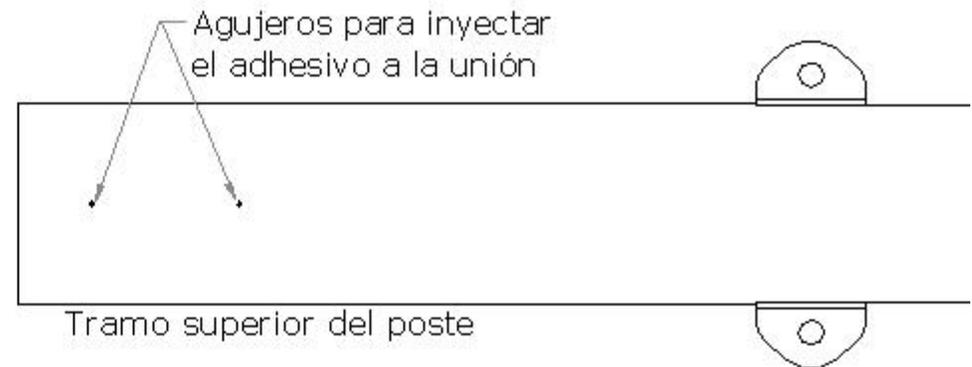
El tramo superior debe alinearse con el inferior, cuidando que la orientación de las orejas coincida.

Las superficies a traslapar de ambos tramos deben limpiarse con algún desengrasante y no dejar residuos.

Conviene hacer una segunda limpieza con un agente tensoactivo que tenga alcohol isopropílico.

Es importante la limpieza para que el adhesivo tenga el agarre necesario y no dejar residuos.

No debe usarse lubricante pues contaminaría la unión traslapada.



4. Inserción de tramos de torre

Antes de deslizar un tramo dentro del otro, deben pintarse rayas en la superficie del tramo inferior.

Esas rayas deben ubicarse cada 5cm, medidas desde el extremo superior del tramo inferior.

Las rayas servirán para medir el avance de la inserción y así saber cuántos cm se traslapan los tramos.

El tramo superior debe empujarse y deslizará en la punta del tramo inferior.

Llegará un momento en el cual no basta empujar el tramo para que deslice.

En tal caso será necesario ejercer más fuerza; un método es golpear con un marro a la punta del poste.

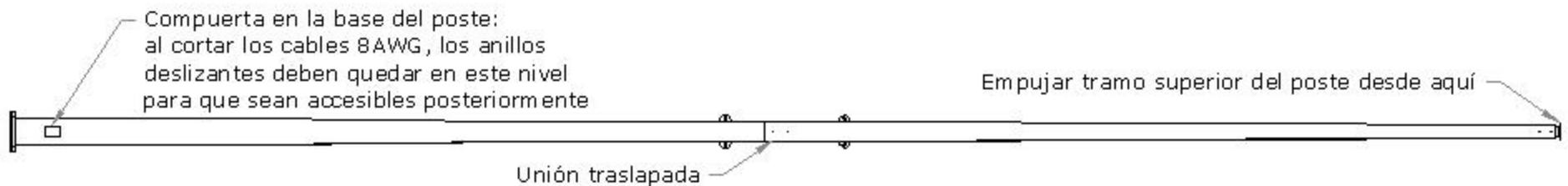
Pero es importante que haya un elemento amortiguador intermedio para que el golpe no dañe al poste.

Tal elemento puede ser una tabla de madera suave.

El golpeteo debe hacerse hasta que los postes dejen de deslizar entre sí.

Para eso sirven las rayas marcadas, pues al observarlas se puede detectar cuando los tramos ya toparon.

En ese momento debe dejarse de golpear con el marro.



5. Adhesión de tramos

Antes de poner el adhesivo es necesario alinear finamente los tramos entre sí para lograr un poste recto.

Se recomienda usar un hilo nivelador como el que se usa en la obra civil para alinear y nivelar bardas.

El tramo superior se debe manipular, y los tablonces en los cuales se soporta, hasta quedar alineado.

La alineación se corrobora estirando el hilo nivelador a lo largo del poste ensamblado.

Una vez alineado, se procede a inyectar el adhesivo en los orificios de doble profundidad.

Debe usarse un cartucho mezclador de adhesivo en cada uno de los 6 agujeros.

El cartucho de adhesivo trae una boquilla mezcladora que es compatible con las dimensiones del agujero.

La compatibilidad permite que la inyección minimice el derrame de adhesivo hacia el exterior.

Si sobra adhesivo se puede inyectar por la orilla de la unión traslapada para aumentar el área de agarre.

El presente adhesivo tarda 2 horas en curar; en ese tiempo el poste no debe moverse.

6. Colocación de tuercas niveladoras

Se colocan las tuercas niveladoras en la rosca de las anclas. Las tuercas insertan primero hasta topar con el concreto.

Si no llegan al concreto porque se acaba la rosca, no hay problema si la separación es menor a 2cm.

Si la separación pasa de 2cm, al terminar la instalación será indispensable rellenar con grout expansivo.

Cada ancla lleva su tuerca niveladora que es una tuerca pesada de 1.5" diámetro interno.

Luego se coloca una rondana plana de 1.5" sobre cada tuerca insertada.

Encima de las rondanas planas se coloca una de las guías de anclaje, si está en buen estado.

Poner un nivel de burbuja sobre la guía y nivelar en todas direcciones ajustando la posición de las tuercas.

Si la guía está en mal estado deséchese y el nivel se hará en las mismas rondanas planas insertadas.

Quítese la guía de anclaje y procédase a colocar el nivel entre cada par de rondanas planas insertadas.

Re-nivélense las tuercas girándolas hasta lograr una nivelación perfecta entre rondanas planas.

Al usar la Stilson apriete los dientes de la llave para que no se barran y dañen el galvanizado de la tuerca.

7. Introducción de cableado eléctrico

Introducir una guía de alambre para instalaciones eléctricas con capacidad de al menos 15m.

La inserción de la guía debe hacerse desde la base del poste y salir por la punta del poste.

La guía de alambre servirá para jalar los cables de cobre de la turbina por dentro del poste.

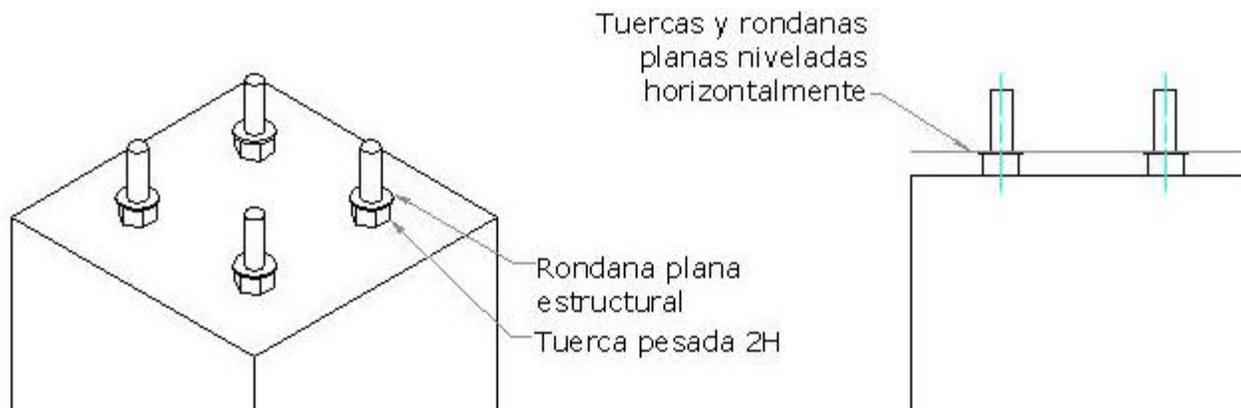
Alternativamente puede usarse un alambre grueso acerado; no alambre recocido pues se dobla fácil.

Si se usa alambre acerado, entonces conviene llevarlo a través del cople bridado hacia la base del poste.

Acercar la turbina a la punta del poste y descansar sobre tabloncillos, con el disco de acero hacia arriba.

Debe cuidarse que la turbina se apoye sólo en sus partes de acero, no apoyarse en el cilindro cerámico.

Extender totalmente los cables en el suelo y jalarlos con la guía de alambre a través del poste.



8. Aterrizaje de turbina a torre

La turbina deberá alinearse con el cople de la torre para facilitar la inserción de los tornillos de la brida.

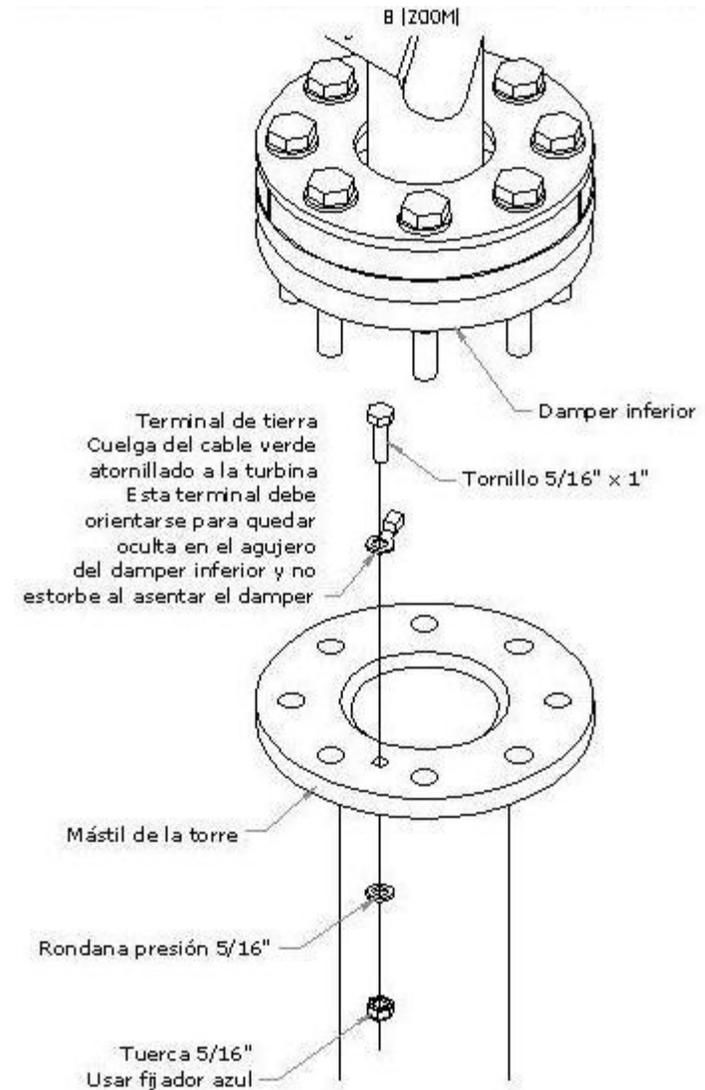
Una vez alineada y cerca del cople, se inserta el tornillo de tierra eléctrica en el cople.

Este tornillo atraviesa la terminal de ojo del cable verde que viene bajo la brida de la turbina.

Usar fijador de tuercas y apretar con llave española ó matraca con dado de 7/16" ó 11mm.

Cuidar que la cabeza del tornillo se acomoda en el orificio del amortiguador de hule de la brida de turbina.

Cuidar que el cable verde se acomoda sin estorbar al amortiguador de hule.



9. Acoplamiento de turbina a torre

Se insertan los tornillos del generador en la brida de la torre.

Por el lado de la brida de la torre queda una rondana plana, una de presión y doble tuerca.

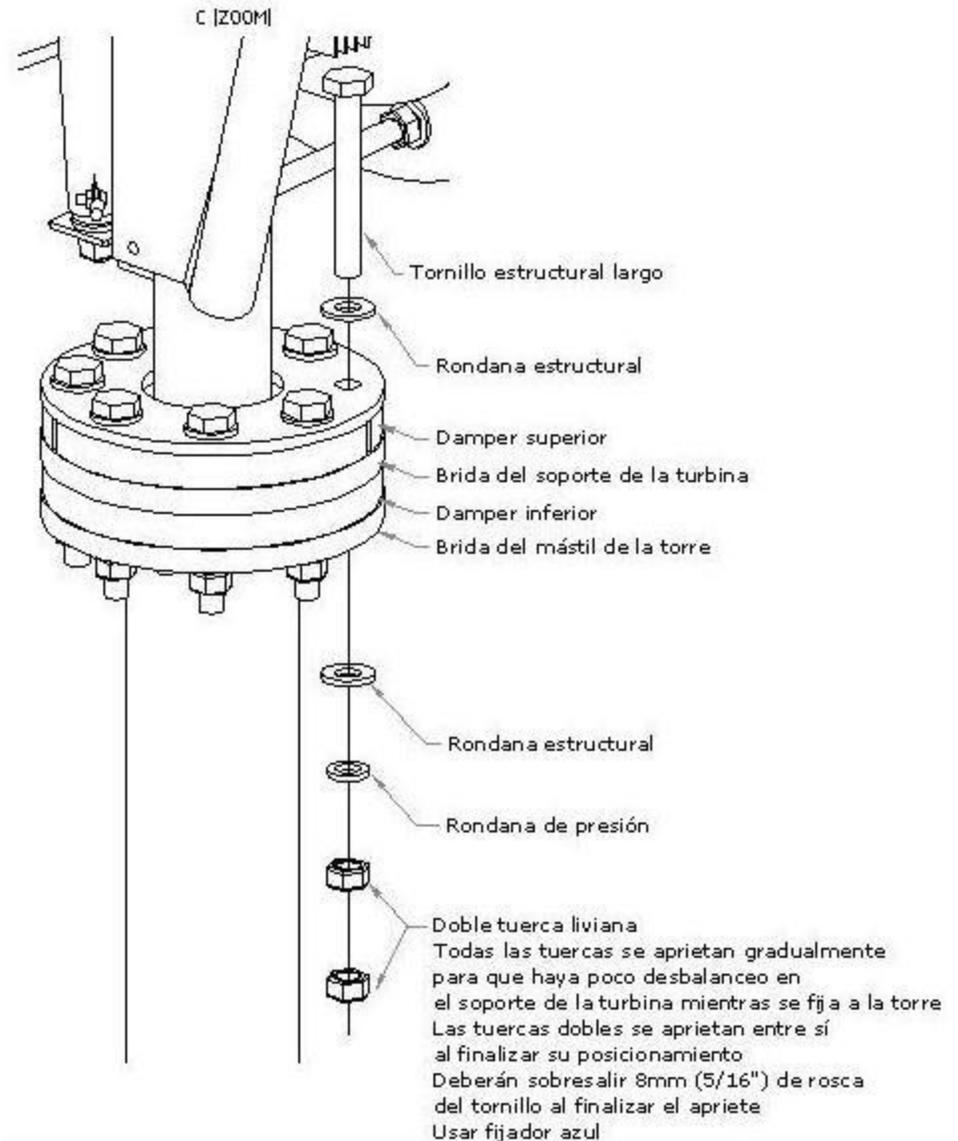
Se deben insertar primero las 8 tuercas del primer nivel, y después las del segundo nivel.

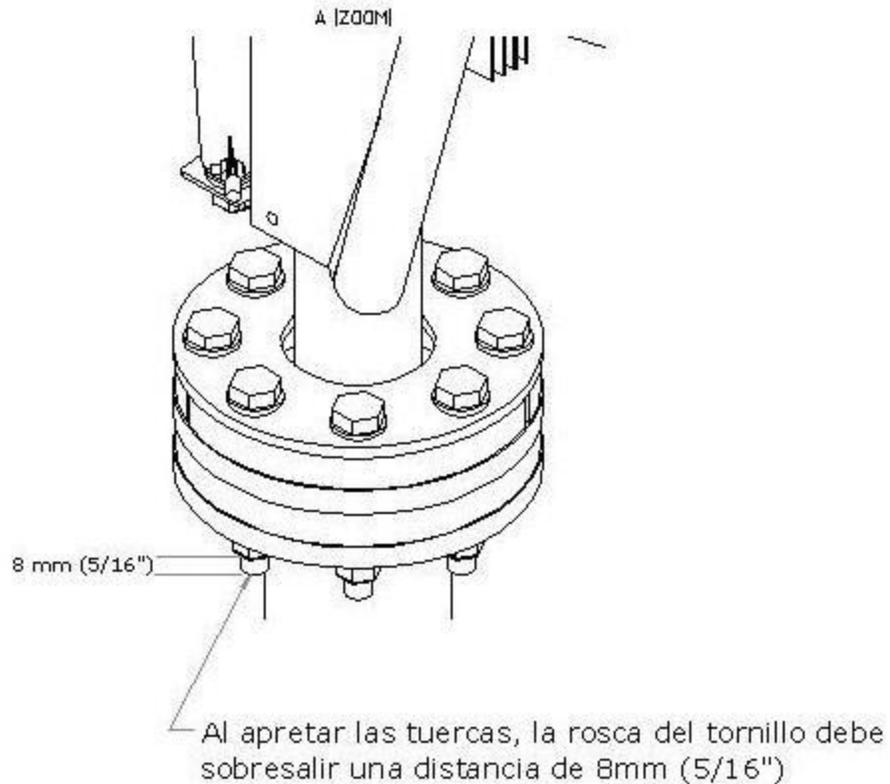
Usar fijador de tuercas para evitar que se suelten por la vibración.

Al poner el segundo nivel de tuercas deben insertarse hasta medir 8mm que sobresale la rosca del tornillo.

Entonces se aprietan entre sí ambas tuercas fuertemente cuidando no alterar la distancia de 8mm.

La medición de 8mm se debe hacer con un calibrador Vernier para que sea precisa.





10. Conexión de anillos deslizantes

El cableado de la turbina deberá viajar por el centro del poste hasta llegar a la zona inferior de la torre.

Cortar el cable a la longitud necesaria para que cuelgue estirado dentro de la torre.

Pelar la punta de los cables recién pasados a través del poste e insertarlos en los anillos deslizantes.

El mecanismo de anillos deslizantes sin escobillas tiene un extremo que debe ir hacia la base del poste.

El extremo giratorio de este mecanismo debe ver hacia la base del poste, y el extremo fijo hacia la punta.

Este posicionamiento es importante para el correcto funcionamiento del dispositivo.

Los cables deben apretarse fuertemente girando los tornillos de la regleta de conexiones con desarmador.

Los anillos deslizantes deben ponerse en corto circuito temporal si no se ha instalado el sistema eléctrico.

El corto circuito temporal sirve para frenar la turbina mientras se hacen las maniobras e instala el sistema.

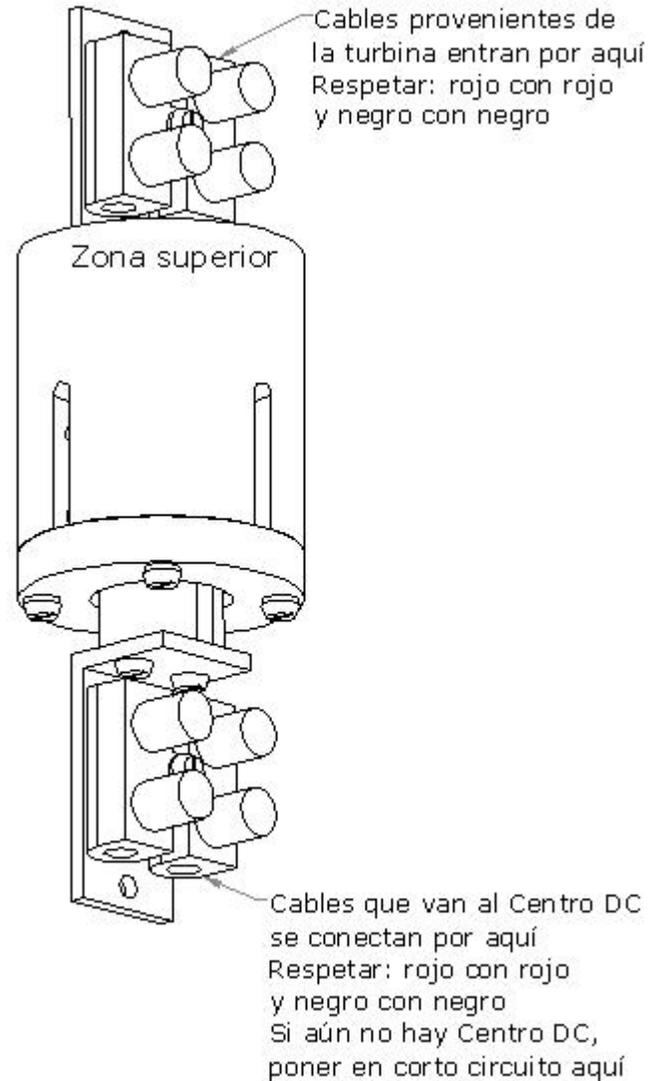
Este corto se logra colocando un cable que una las dos terminales inferiores de los anillos deslizantes.

Los cables de la línea de transmisión se amarran entre sí en la zona cercana a las regletas de conexión.

El amarre se hace con cinchos de plástico, y se coloca uno en la regleta superior y otro en la inferior.

El cincho le proporciona mejor estabilidad mecánica al cableado.

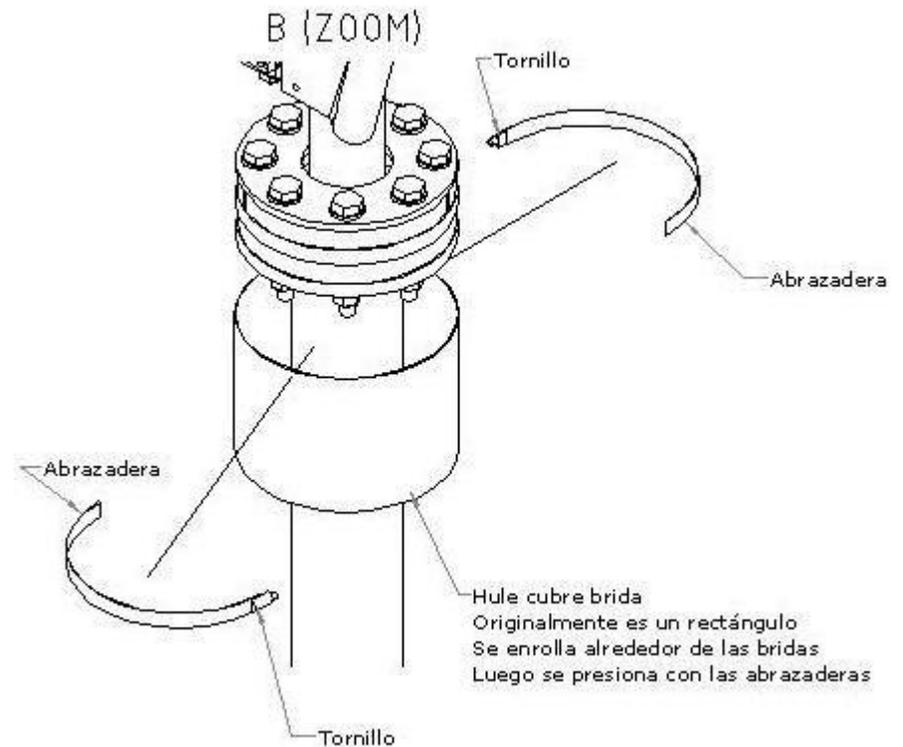
11. Protección de hule a bridas



Se enrolla el hule cubre-brida alrededor de la brida superior o aro metálico superior de la turbina.

Las abrazaderas de acero inoxidable se colocan alrededor del hule cubre-brida, en la orilla del aro metálico.

Se atornillan las abrazaderas entre sí para apretar el hule cubre-brida y quede fijo.



12. Ensamble de aspas

Insertar las tres aspas en las varillas roscadas del generador.

Es importante respetar el orden y la posición de cada elemento.

Toda la tornillería debe usar líquido fijador de tuercas para evitar que se suelten con la vibración mecánica.

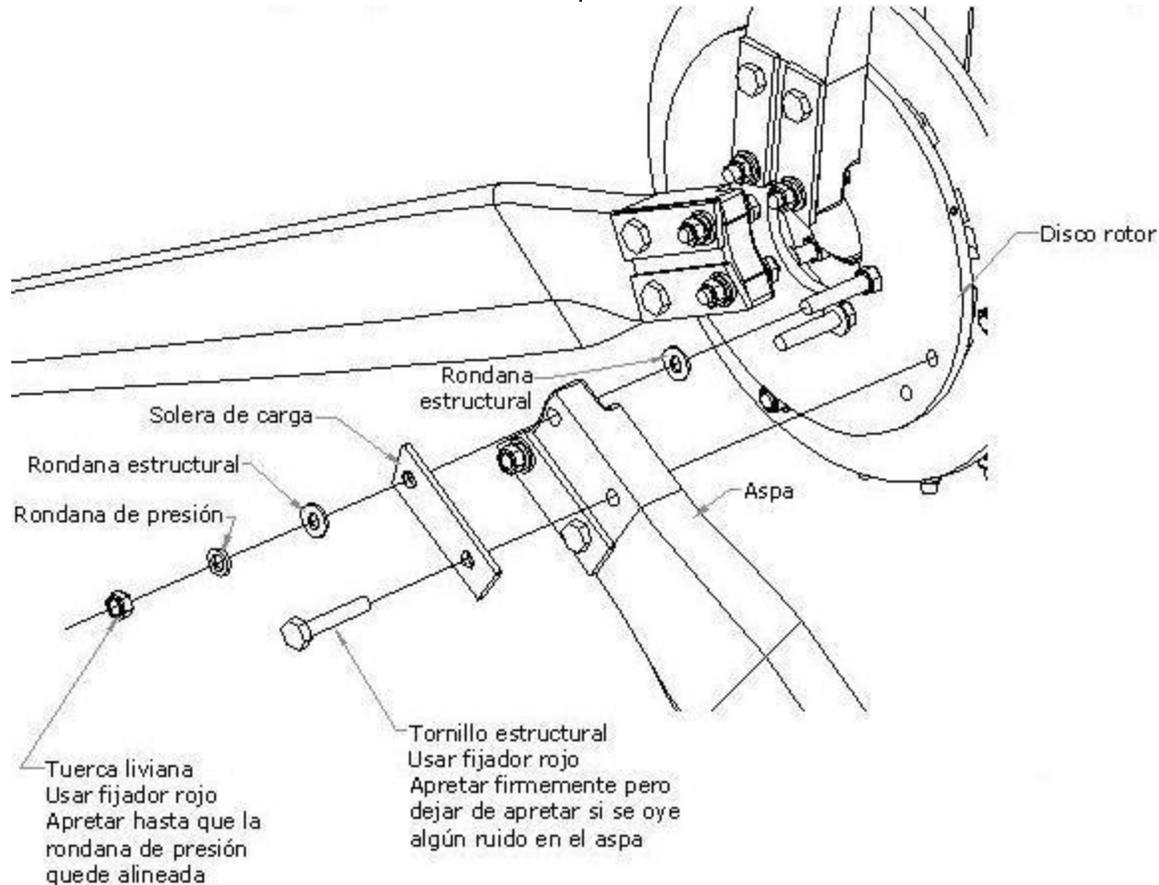
Primero se aprietan los tornillos de las aspas y después se aprietan las tuercas.

Los tornillos deben apretarse fuerte; asegurar contacto pleno de su cabeza con la solera, y el asa con el disco.

Las tuercas deben apretarse con menor intensidad porque están muy en la orilla del asa.

Las tuercas se aprietan sólo hasta que la rondana de presión se cierra completamente.

Si se escucha un tronido se debe dejar de apretar inmediatamente si el asa ha quedado ya en posición.



13. Ensamble de nariz

Colocar la nariz ventilada de la turbina en el generador para dejar oculta la tornillería de las aspas.

Usar líquido fijador de tuercas en la rosca de los tornillos tipo estufa que fijan a la nariz.

Introducir estos tornillos con desarmador plano, apretar firmemente hasta dejar al ras.

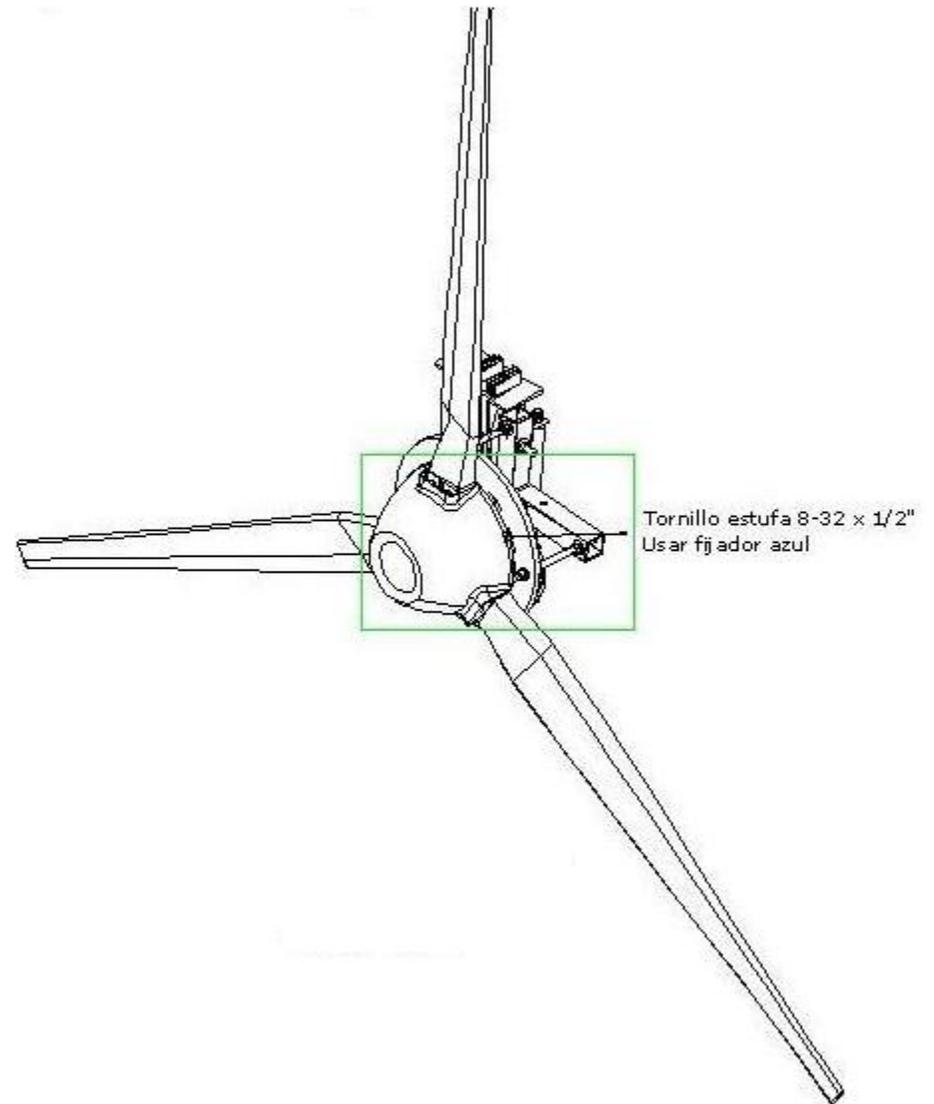
Las cabezas de estos tornillos no deben sobresalir de las laminillas que sostienen a la nariz.

14. Ensamble de punta pararrayos

Insertar la punta pararrayos en el agujero del tubo cuadrado que está detrás de los discos del generador.

Al insertar la punta el hule sellador se deslizará en forma automática, no es necesario correrlo a mano.

Poner fijador de tuercas en la rosca y apretar con llave de 17mm ó 11/16".



15. Fijación de varilla en tubo veleta

Debe fijarse una varilla en el tubo veleta para lo cual se inserta una tuerca dentro del tubo veleta.

La tuerca insertada debe sujetarse con una herramienta especial de sujeción.

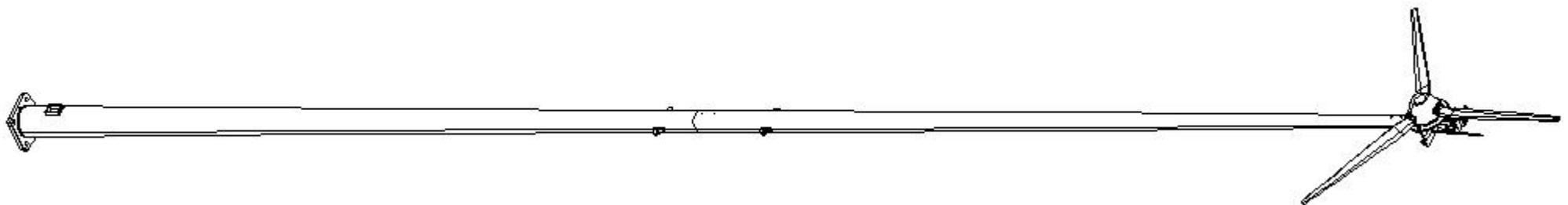
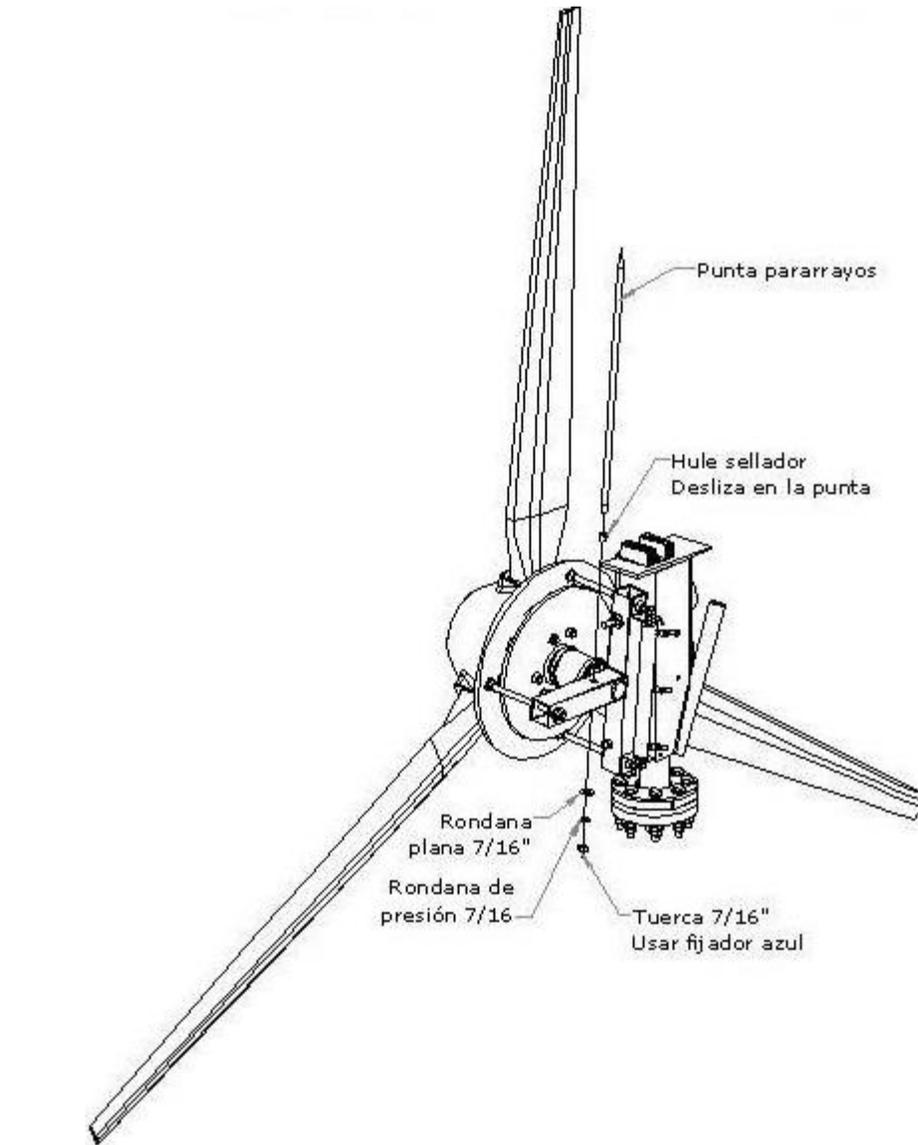
Esa herramienta tiene dos extremos, puede usarse el que resulte más conveniente para la operación.

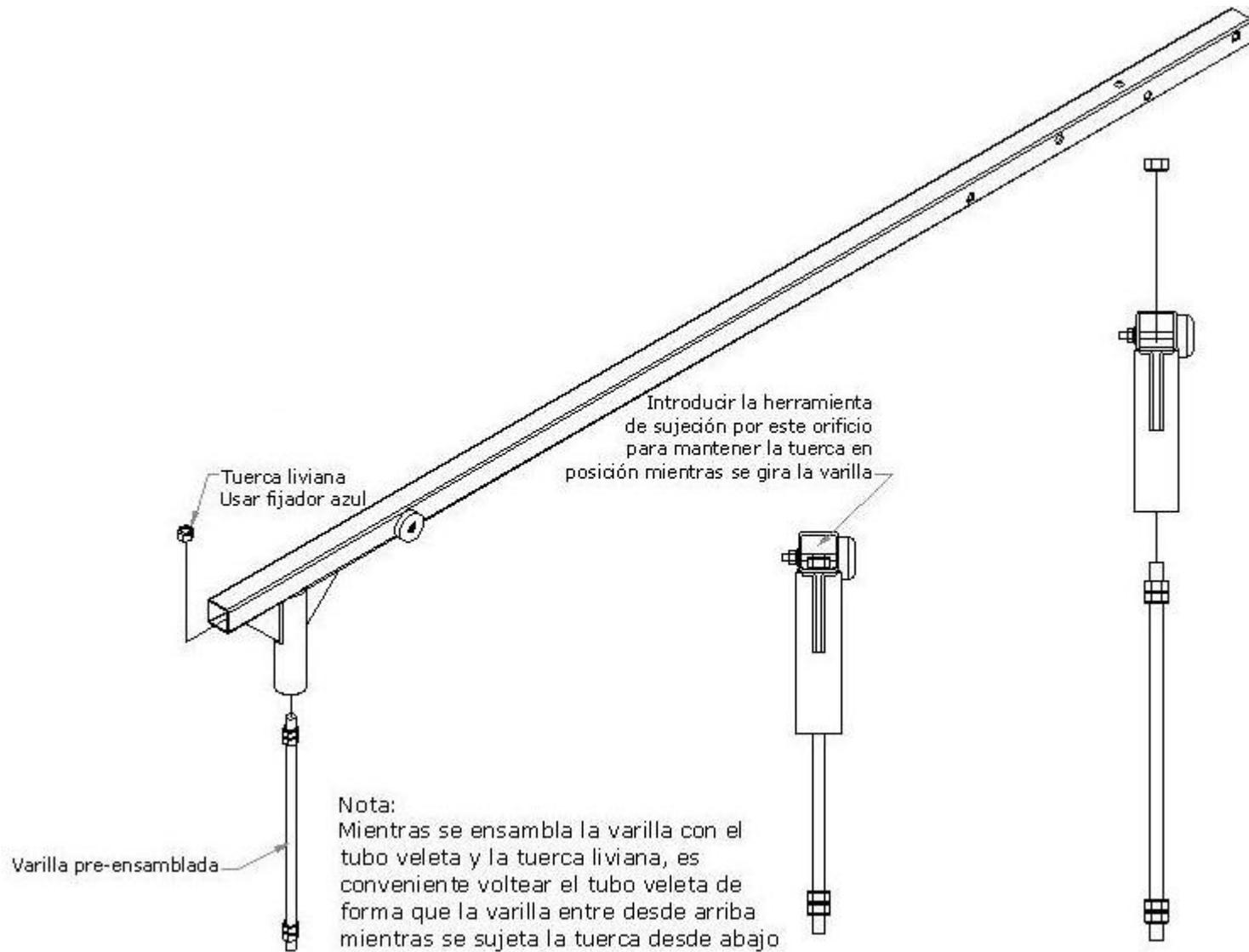
Mientras se sujeta la tuerca, se inserta la varilla roscada de doble tuerca en cada extremo.

La varilla debe traer líquido fijador de tuercas en el extremo en que se enrosca la presente tuerca.

Se gira la varilla roscada aplicando una llave española de 19mm ó ¾" en el otro extremo.

Para facilitar la sujeción, se recomienda colocar el tubo veleta al revés, que la varilla entre por arriba.





16. Adición de solera extra en veleta

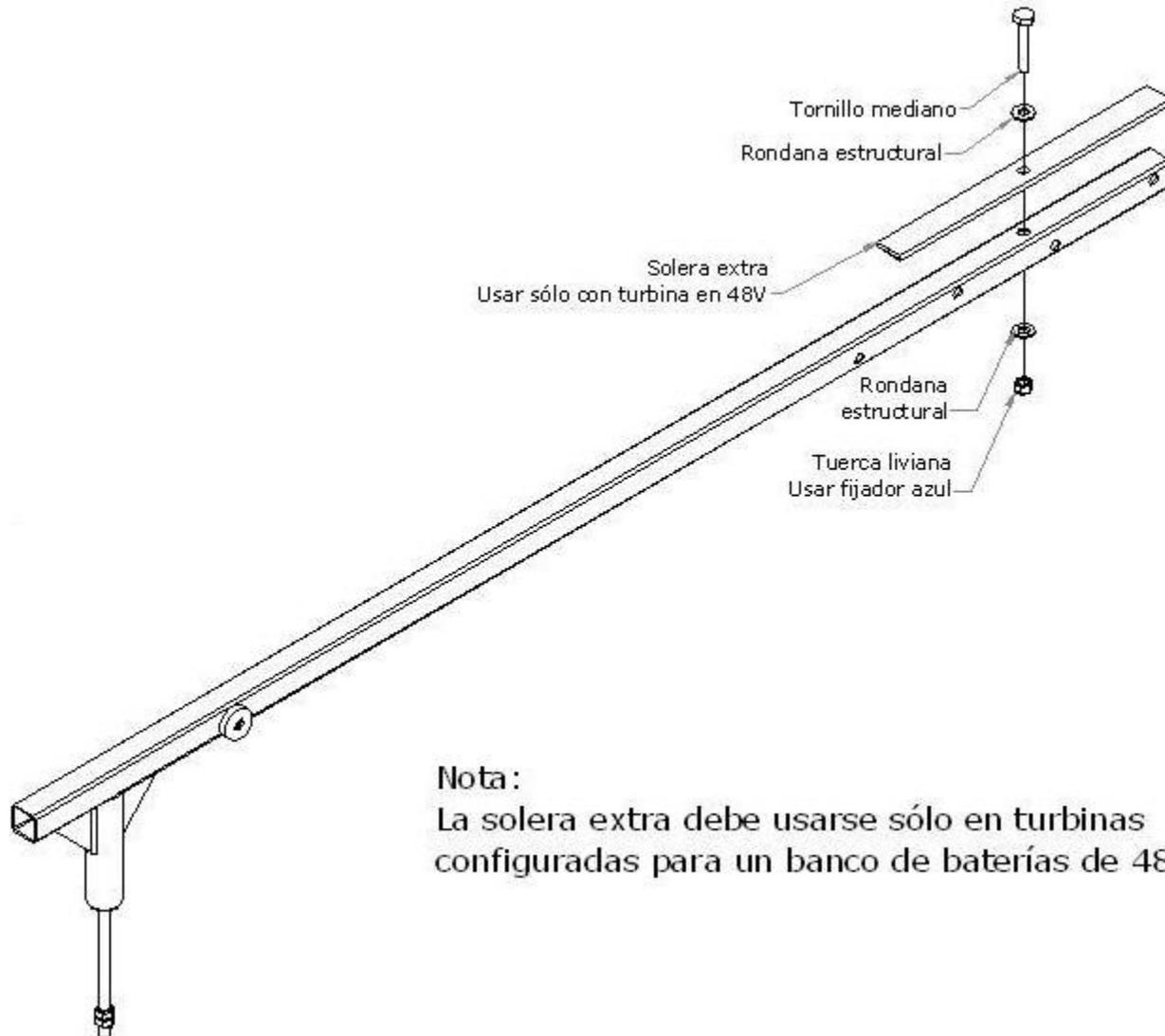
Si la turbina funcionará en 48V nominal, puede colocarse una solera extra en el tubo veleta.

Esta solera extra sirve para retrasar un poco el plegado y generar más potencia.

La solera se agrega simplemente colocando un tornillo por encima de la solera y una tuerca por abajo.

Usar fijador de tuercas en la rosca del tornillo para evitar que la vibración mecánica afloje la tuerca.

Si la turbina funcionará en 12V ó en 24V nominal, está prohibido agregar esta solera extra.



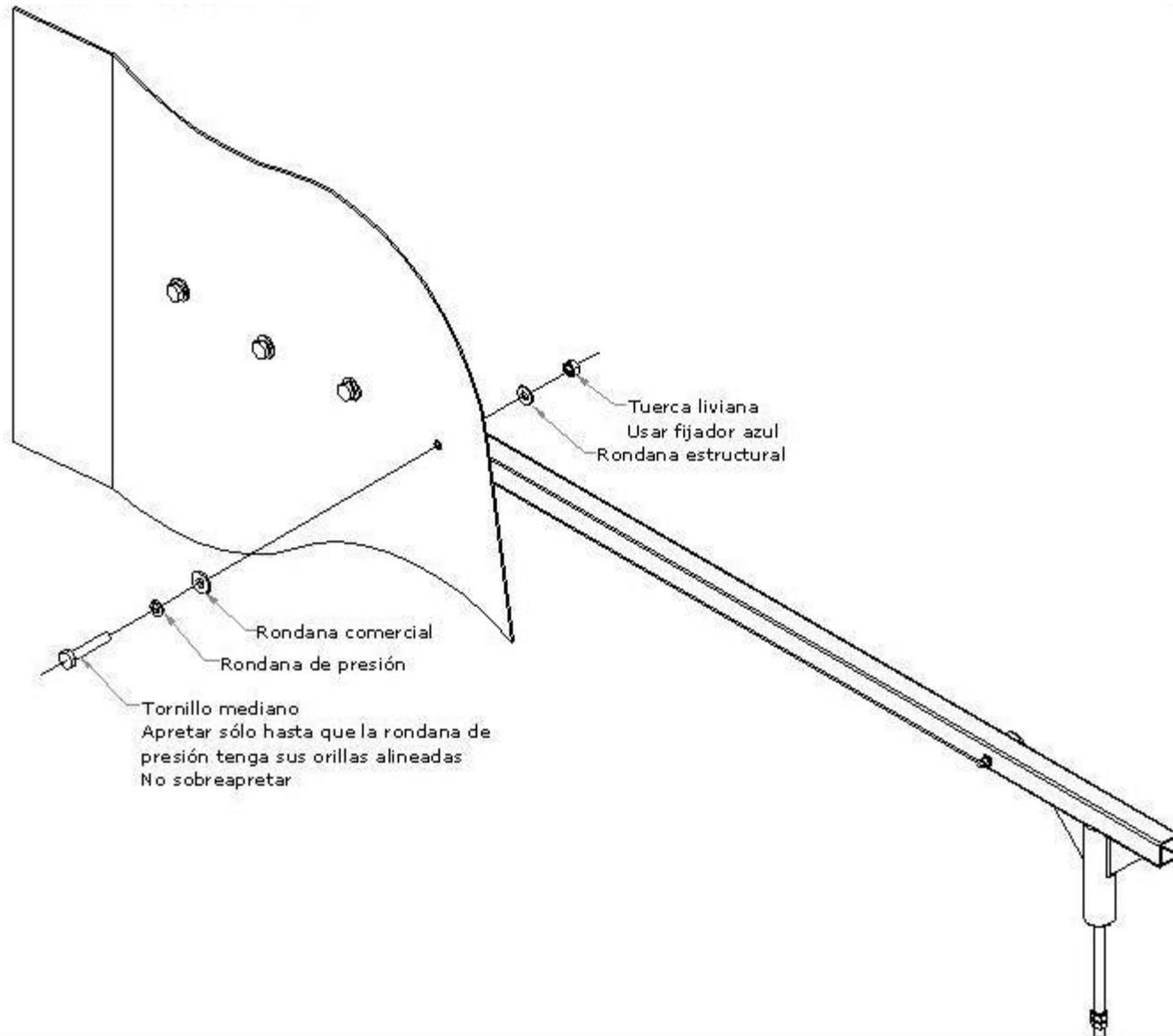
Nota:

La solera extra debe usarse sólo en turbinas configuradas para un banco de baterías de 48V

17. Unión de placa y tubo veleta

La placa veleta se une al tubo veleta insertando 4 tornillos con sus respectivas rondanas planas y presión.

Debe usarse fijador de tuercas y la tuerca aprieta sólo hasta que la rondana de presión se cierra, no más.



18. Amarre del poste a la grúa

El poste y la turbina están en posición para el arribo de la grúa sea Titán o de brazo extensible.

Es necesaria una banda de carga para que la grúa se enganche al poste.

La banda debe atarse precisamente abajo de las orejas inferiores del poste con un nudo ahorcado.

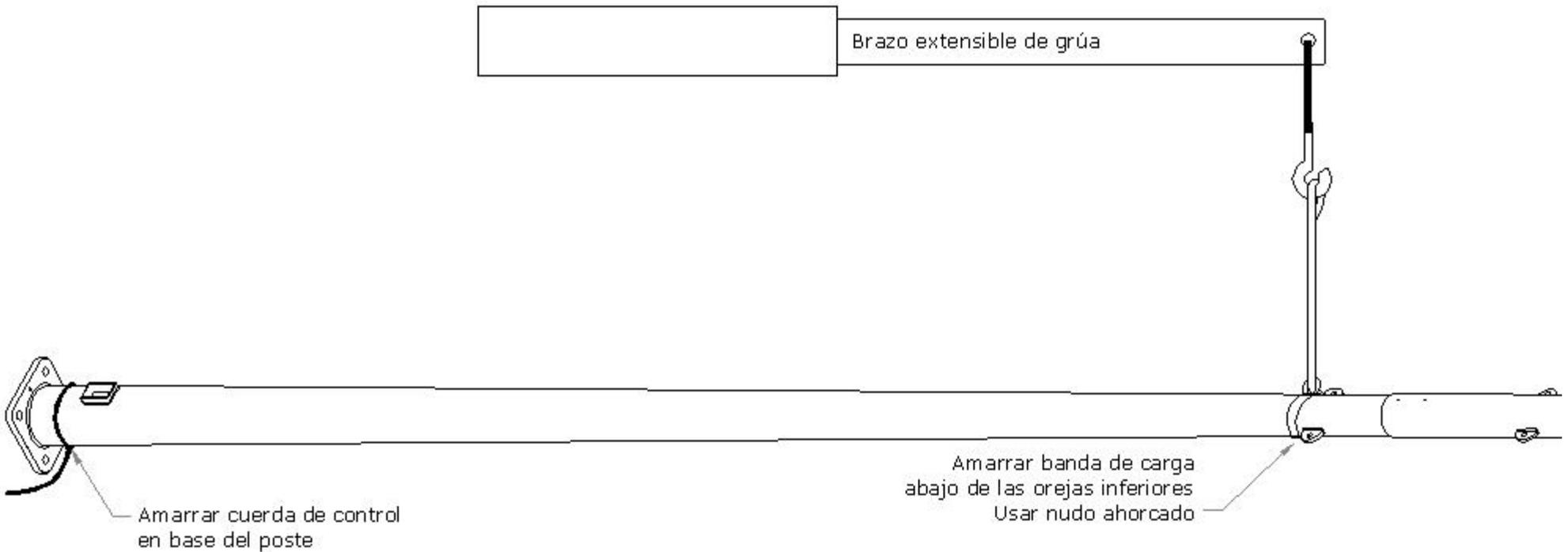
Al amarrar la banda al poste es recomendable amarrar una cuerda junto con la banda.

Después de que quede instalado el poste, la cuerda servirá para soltar la banda atada al poste.

Por otra parte, en el extremo inferior del poste, cerca de la base se sugiere amarrar una cuerda.

La cuerda servirá para controlar el viaje de la base y tener más precisión al insertar en las anclas.

Puede usarse un tablón como palanca para girar el poste al insertarla en la compuerta del poste.



19. Inserción de veleta

Antes de insertar la veleta en el tubo, debe ponerse grasa en el tubo del generador que soporta la veleta.

La grasa se unta en toda la superficie no pintada del tubo del generador, que estará sometida a fricción.

La grúa procede a subir el poste, mientras dos o más personas controla la base del poste.

También debe haber una o dos personas cuidando la turbina porque ésta intentará rotarse.

Si no se sostiene la turbina en el primer metro y medio que sube, las aspas rasparán en el suelo.

Si se carga el poste como se indicó en el paso anterior, se estará cargando el poste en el centro de masa.

Eso implica que sea fácil manipular el poste desde la base si es sujetado por un par de personas.

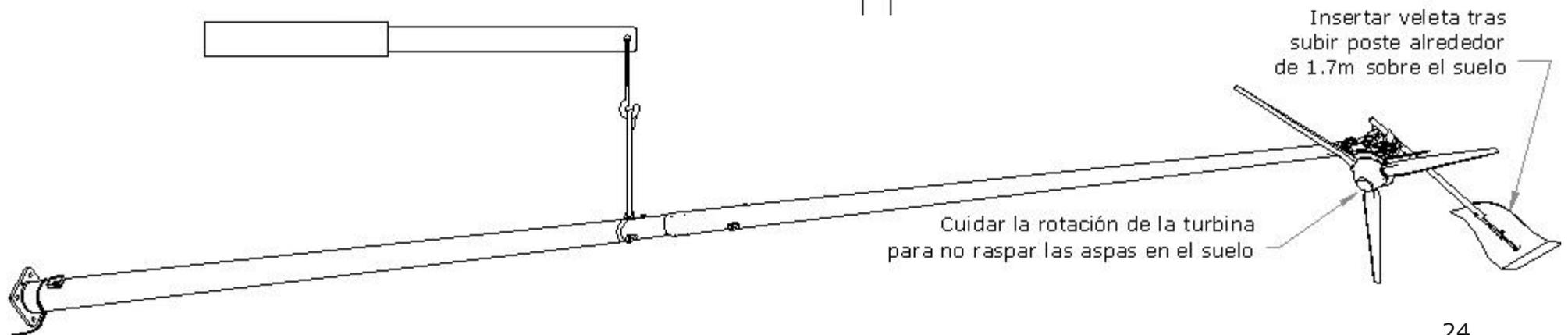
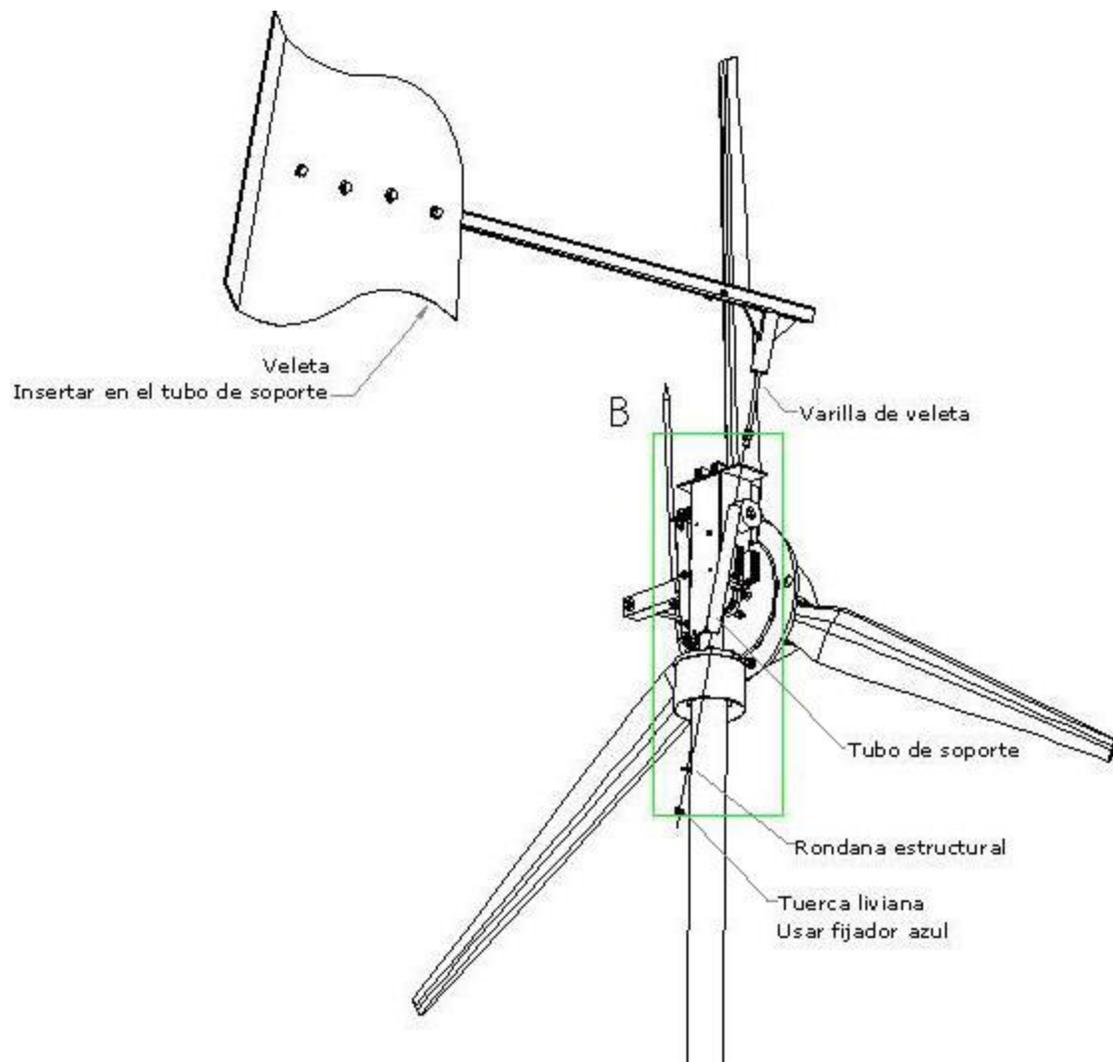
La grúa debe subir la turbina alrededor de 1.7m para poder poner la veleta.

Se procede a insertar la veleta y atornillar la tuerca y rondana en el extremo de la varilla.

Usar fijador de tuercas al momento de insertar esta tuerca.

La inserción de la veleta debe hacerse en forma lateral, en la posición de plegado.

Si la veleta se intenta insertar en la posición de no plegado, resulta muy difícil de insertar.



20. Anclaje del poste

Dos o más personas deben controlar la base del poste y llevarlo hasta insertar en las anclas.

Es muy recomendable que el operador de la grúa tenga visibilidad de la base del poste.

Las personas que controlan la base del poste son quienes deben llevar el poste a posición vertical.

La grúa carga el poste pero por sí sola no lo puede llevar a una posición vertical perfecta.

También son las personas en la base quienes rotan la base para hacer coincidir anclas y agujeros.

Una vez que la base del poste inserta en las anclas, se procede con la fijación de las tuercas.

Primero se pone una rondana plana y encima una de presión.

Finalmente se coloca la tuerca de cada ancla hasta topar con la base del poste.

Una vez que estén todas las tuercas en posición, la grúa puede desenganchar y retirarse.

Las tuercas superiores deben apretarse fuertemente.

Al usar la Stilson apriete los dientes de la llave para que no se barran y dañen el galvanizado de la tuerca.

Después se re-aprietan las tuercas inferiores contra la placa metálica base del poste.

Las tuercas inferiores son las tuercas niveladoras que se pusieron al principio.

21. Colocación de compuerta

Una vez instalado el poste debe cerrarse su compuerta.

El tornillo de la compuerta debe apretarse sólo hasta que la compuerta queda firme en posición.

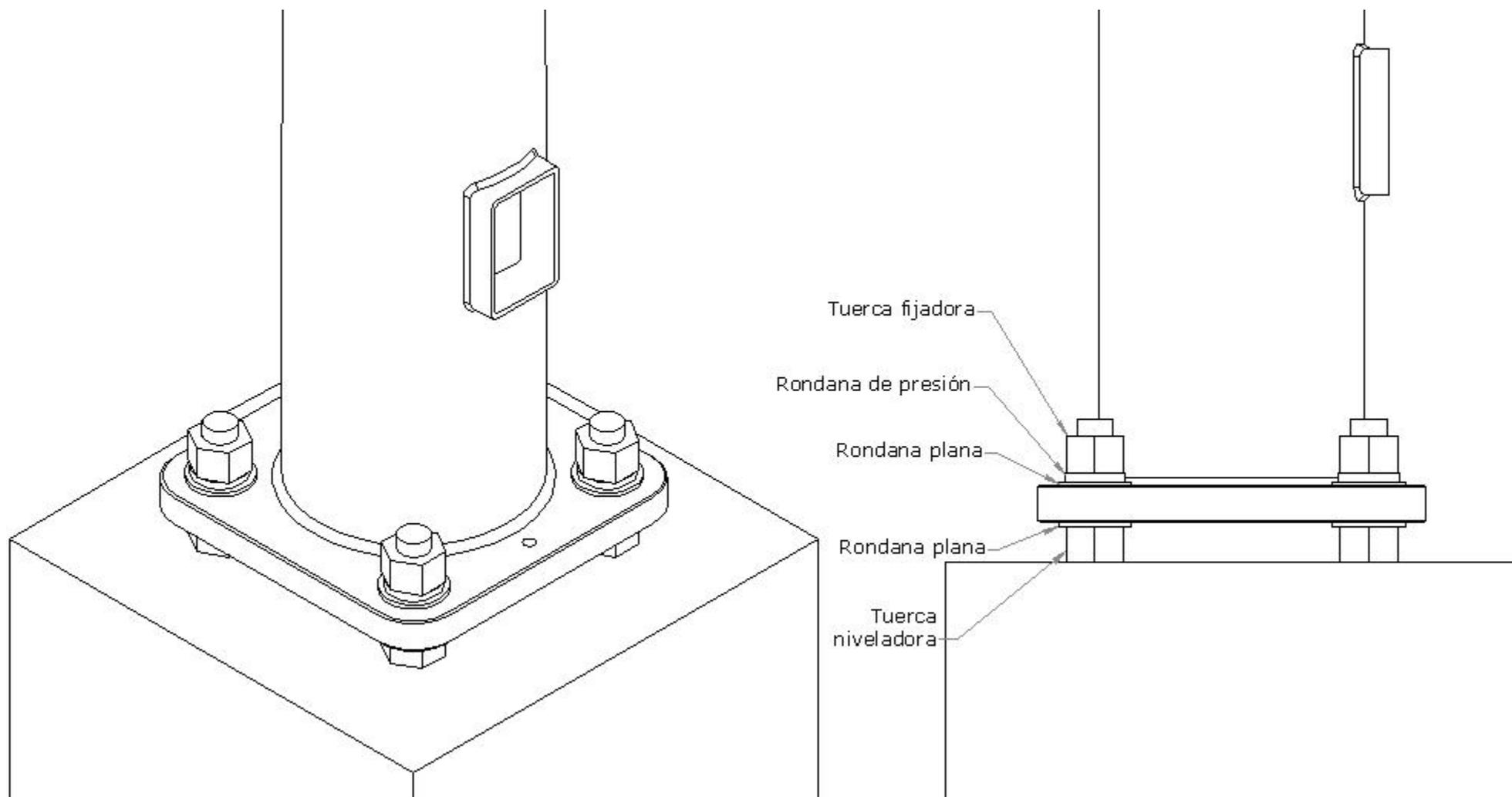
No debe sobre-apretarse porque se genera gran deformación en la solera de soporte y se daña.

Si la instalación eléctrica está incompleta, la compuerta se volverá a abrir en el corto plazo.

En tal caso la turbina se deja frenada con un corto circuito en la línea de transmisión.

El corto circuito debe ser seguro para que la turbina no gire rápidamente al estar sin baterías.

Cuando la instalación eléctrica esté completa el corto circuito se retira y se conecta al Centro DC.

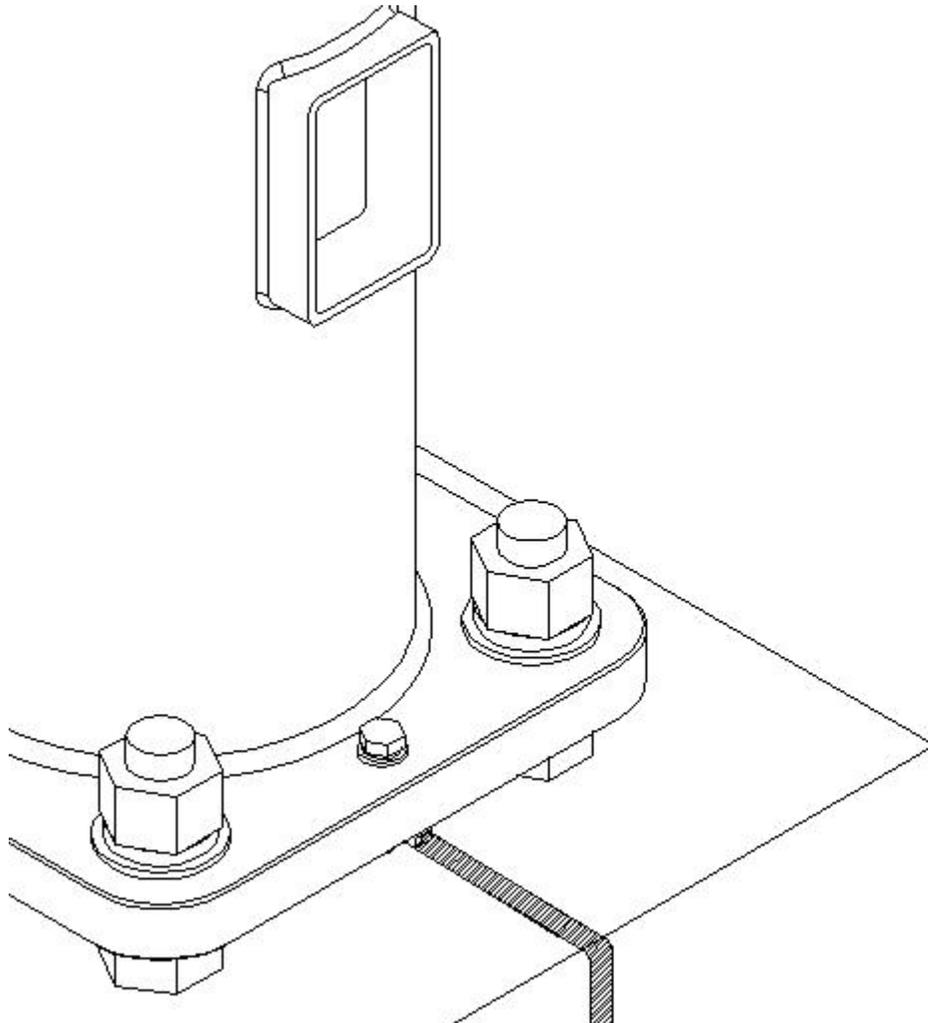


22. Aterrizaje a la base

La base del poste se debe aterrizar con el tornillo de 1/2" x 2-3/4" que pasa a través de la placa base.

Todas las uniones de cable de tierra deben ser soldadas o al menos de gran compresión mecánica.

La unión del cable con la base del poste puede hacerse mediante una zapata de 1/2".



Es recomendable pasar la zapata por debajo de la base del poste si se quiere esconder.

En cualquier caso, se recomienda silicón o algún recubrimiento en esta unión para evitar la corrosión.

Cuando dos metales distintos se tocan entre sí y les llega humedad, habrá corrosión en uno de ellos.

