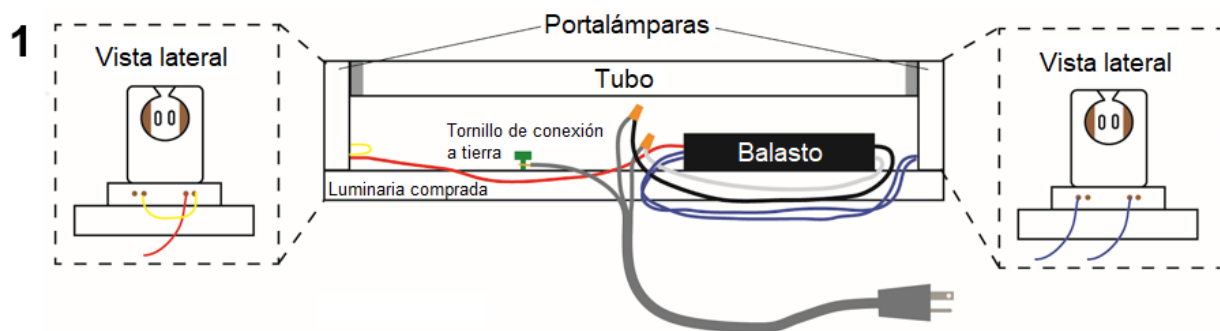


Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño

Justificación: Los tubos germicidas que se encuentran en el interior de las cabinas de seguridad biológica (CSB) no siempre se corresponden con las dimensiones de las regletas o luminarias para tubos estándar disponibles en las ferreterías o tiendas de bricolaje. Por ejemplo, en EE. UU., estos tubos suelen medir unos 90 o 150 cm, mientras que las luminarias tienden a medir aprox. 120 o 180 cm. Este protocolo se ha diseñado para instalar los tubos germicidas de una CSB en una luminaria común modificada para adaptarla a las dimensiones de estos tubos. La lámpara resultante se puede conectar a cualquier cable de alimentación que funcione con la toma de corriente estándar correspondiente (p. ej., tipo A en EE. UU. y numerosos países hispanohablantes, o tipo C o F en España y algunos países de Sudamérica). En este protocolo mostramos un método sencillo para modificar una luminaria de mayor tamaño de manera que se pueda utilizar con tubos más pequeños (Fig. 1). En el ejemplo ilustrado utilizamos material disponible en el mercado estadounidense: tubos de unos 90 cm (3 pies) y una luminaria de aprox. 120 cm (4 pies) (Fig. 1). Estas instrucciones se pueden adaptar a los tubos, cables, enchufes, conectores y demás componentes disponibles a nivel local. Los colores de los cables o hilos varían de país a país, por lo que pueden no coincidir con los de las explicaciones y fotografías de ejemplo. **Se recomienda seguir los consejos de los electricistas de su región para proceder correctamente y de forma segura.**



Advertencia de seguridad: La exposición a la luz ultravioleta puede causar lesiones cutáneas y oculares. La lámpara instalada no debe encenderse a no ser que todos los presentes lleven la protección ocular adecuada y no haya piel expuesta. Se recomienda que el personal abandone la estancia durante el ciclo de esterilización. De no ser posible, los ocupantes deben llevar siempre equipos de protección personal, incluyendo gafas de protección UV, protectores faciales UV, ropa protectora ajustada y guantes.

Factores importantes a considerar antes de realizar la esterilización:

1) Un porcentaje de humedad más elevado requiere una mayor irradiación UV

- Esto es importante al considerar el estado de las mascarillas: hay que dejar que se sequen para que no quede vapor de agua de la respiración en el momento de esterilizarlas.
- La esterilización no se debe llevar a cabo en un entorno particularmente húmedo, o se debe ajustar la irradiación de las mascarillas de la forma correspondiente. [1]



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño

- 2) **La esterilización UV es menos efectiva para esterilizar las tiras o correas de las mascarillas**
 - a. Como paso adicional, se recomienda descontaminar las correas utilizando una toallita desinfectante, lo cual NO es una opción apropiada para la parte filtrante de la mascarilla [2]
- 3) **La esterilización UV no penetra en el interior de las mascarillas [2]**
 - a. Las dosis recomendadas solo esterilizan la superficie. No obstante, esto sigue ofreciendo grandes beneficios para los profesionales de la salud y ayuda a prevenir que se contagien del virus o que este se transmita entre pacientes o a otros profesionales de la salud.
 - b. En dosis mayores, la esterilización UV pueden penetrar más profundamente, pero se corre el riesgo de dañar la estabilidad de los materiales de la mascarilla y se reduce el número de ciclos de esterilización posibles.
- 4) **Muchos organismos reguladores internacionales y fabricantes de material sanitario no recomiendan desinfectar y reutilizar las mascarillas N95 o FFP2 [3]**
 - a. Durante esta pandemia sin precedentes, la esterilización se debe llevar a cabo cuidadosamente, siendo consciente de que la eficacia de la esterilización UV no se ha probado siguiendo estándares rigurosos, pero podría ayudar a detener la expansión del virus causada por la reutilización de mascarillas contaminadas.

Material necesario (ejemplos de productos disponibles en Estados Unidos):

1. Regleta o luminaria fluorescente comercial (p. ej., luminaria fluorescente doble de 120 cm [4 pies] con una potencia de 32 W).
 - Artículo usado en este protocolo: *32-Watt 2-Light White 4 ft. Fluorescent Strip Light (Home Depot, Internet # 305016128, Store SKU # 1003174551, [Fluorescent Strip Light](#))*.
2. Cable de alimentación de repuesto para un aparato eléctrico.
 - Artículo usado en este protocolo: *6 ft. 16/3 SPT-3 Appliance Replacement Cord, Grey (Home Depot, Internet # 100672804, Store SKU # 588547, [Appliance Replacement Cord](#))*
 - El tipo de enchufe varía según el país.
3. Conector con abrazadera para conducto metálico flexible (u otro elemento similar para sujetar los cables a la caja de registro).
 - Artículo usado en este protocolo: *3/8 in. Flexible Metal Conduit (FMC) Combination Clamp Connector (5-pack) (Home Depot, Internet # 100186543, Store SKU # 604070, [FMC Clamp Connector](#))*.
4. Bridas resistentes a los rayos UV, aprox. 35 cm.
 - Artículo usado en este protocolo: *14 in. UV cable tie – Black (100-pack) (Home Depot, Internet # 203531913, Store SKU # 295875, [UV Cable Tie](#))*.
5. Cinta aislante.
 - Artículo usado en este protocolo: *Temflex 3/4 in. x 60 ft. 1700 Electrical Tape – Black (Home Depot, Internet # 310698741, Store SKU # 1004658377, [Electrical Tape](#))*.
6. Tuercas de alambre, regleta de conexiones o bloque de terminales.



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño

- Artículo usado en este protocolo: *73B Orange WIRE-NUT Wire Connectors (100-pack) (Home Depot, Internet # 202894270, Store SKU # 621228, [Wire Nut](#))*.
7. Tubo(s) germicida(s) de luz ultravioleta (obtenidos de una institución de investigación local o una tienda en línea).
 8. Papel de aluminio (de cualquier marca).
 9. Alicates o pinzas.

Protocolo:

AVISO: Tras instalar la lámpara germicida, se debe medir la radiación ultravioleta de onda corta con el medidor UVC adecuado (atenuación $\lambda=254$ nm) para determinar el tiempo de irradiación/esterilización necesario. La radiación UVC debe medirse en puntos esenciales de la zona de esterilización de mascarillas. Puede consultar nuestra página web en inglés (<https://gleghornlab.com/uvqi-sterilization>) para obtener detalles específicos. Si tiene alguna pregunta o comentario, puede contactar con nosotros a través del siguiente formulario: <https://forms.gle/gmhKNax5eR15hMuC8>.

Nota: Si la luminaria adquirida contiene un cable de alimentación que permita enchufarla a una toma de corriente e incorpora un balasto integrado, se pueden ignorar los pasos 3 y 4.

Paso 1: Sacar la luminaria de la caja y retirar la cubierta (Fig. 2a-2c) En esta guía utilizamos una luminaria de unos 120 cm (4 pies), pero el procedimiento se puede adaptar a cualquier regleta o luminaria fluorescente. Tras retirar la cubierta, retirar la estructura del portalámparas (Fig. 3a-3c). Se puede comenzar por cualquiera de los dos extremos de la luminaria, ya que hay que modificar ambos portalámparas. Si se trata de un portalámparas como el del ejemplo, contará con unos enganches insertados en unas ranuras de la luminaria. Hay que soltar estos enganches para poder retirar los portalámparas. En este caso hay un total de 4 lengüetas de metal en la estructura del portalámparas: una a cada lado, hacia la parte de abajo, así como dos más en la parte inferior del portalámparas. Utilizar unos alicates o pinzas para aplanar las lengüetas de metal de modo que no sobresalgan de la estructura del portalámparas (Fig. 4a-4d). Cuando las lengüetas de metal estén alineadas con la estructura y los bordes estén aplanados, volver a colocar el portalámparas en la luminaria. En el caso del ejemplo, se colocará a unos 15 cm (6 pulgadas) del extremo de la luminaria donde se encontraba inicialmente. Esto puede diferir en función de las dimensiones de los materiales empleados. Repetir el proceso con el otro portalámparas.

Paso 2: Una vez se hayan modificado ambos portalámparas, identificar la pieza troquelada en la luminaria que esté cerca del balasto (Fig. 2c). Retirar esta pieza del lateral de la luminaria (Fig. 5a-5b). Retirar la tuerca o arandela del conector con abrazadera e insertar el conector en el agujero que se acaba de crear en la luminaria al quitar la pieza troquelada (Fig. 6a-6e). Asegurarse de que el conector esté colocado de forma que el lado de los tornillos se encuentre en la cara exterior de la luminaria, con las cabezas de los tornillos apuntando hacia arriba (Fig. 6c). Volver a atornillar la tuerca del conector en la parte interior de la luminaria (Fig. 6d) para sujetar el conector en su lugar.



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño

Paso 3: En EE. UU. y otros países con un sistema similar, la luminaria debería incluir un tornillo (verde) de conexión a tierra (Fig. 7). En este caso, en el centro de la luminaria, junto al conector que se acaba de instalar, debería haber un agujero para un tornillo y las letras GRND (Fig. 6e y 7). Colocar el tornillo (verde) de conexión a tierra en ese agujero y atornillarlo ahí hasta la mitad (Fig. 7). Tomar el cable de alimentación e introducirlo por la abrazadera de manera que el extremo con los tres hilos conductores se encuentre en el interior de la luminaria, y el extremo que se vaya a enchufar en la toma de corriente esté fuera de la luminaria (Fig. 8a-c). La cantidad de hilo de cobre expuesta debería ser suficiente para hacer contacto, pero se puede utilizar un cortacables o pelacables para retirar una mayor parte del recubrimiento aislante de plástico y exponer más el hilo de cobre. El color del hilo de toma de tierra varía según el país: en EE. UU. suele ser verde o de cobre desnudo, mientras que en España y otros países hispanohablantes suele ser verde y amarillo (Fig. 8d). En el ejemplo ilustrado, el hilo de toma de tierra es verde oscuro. Enroscar la parte expuesta de este hilo alrededor del tornillo (verde) de conexión a tierra (Fig. 8d). Apretar el tornillo (verde) de conexión a tierra para sujetar bien el hilo de toma de tierra (Fig. 8e).

NOTA: En lugar de utilizar un tornillo de conexión a tierra y el hilo correspondiente, como se indica en el siguiente paso, los enchufes de dos clavijas se conectarían a la luminaria mediante tuercas de alambre, un bloque de terminales o una regleta de conexiones.

Paso 4: A continuación, hay que conectar los hilos de fase y neutro del cable de alimentación al balasto. Del balasto saldrán varios hilos, cuyos colores pueden variar de país a país. En el ejemplo ilustrado se pueden ver un hilo blanco (neutro) y uno negro (fase) (Fig. 2c). En España y otros países, por el contrario, el de fase suele ser de color marrón, gris o negro; y el hilo neutro, de color azul. Se recomienda comprobar las normas de colores del país correspondiente para poder proceder de la forma correcta. Se debe conectar uno de los dos hilos del balasto a uno de los hilos del cable de alimentación. No importa cuál de los hilos del balasto (el blanco o el negro) se conecte al hilo del cable de alimentación, siempre y cuando sea solamente uno de cada. Para ello, juntar uno de los hilos del balasto y uno de los hilos del cable de alimentación de manera que los extremos estén juntos y mirando en la misma dirección (Fig. 9a). Insertar los dos hilos en una tuerca de alambre y enroscarlos en el sentido de las agujas del reloj hasta que estén bien apretados (Fig. 9b-9c). Cubrir la base de las dos tuercas de alambre con cinta aislante para que no queden huecos entre la tuerca de alambre y el cable expuesto en su interior (Fig. 9d). También es posible utilizar una regleta de conexiones o un bloque de terminales. Repetir el proceso con los dos hilos restantes: uno del balasto y uno del cable de alimentación (Fig. 9e-9g).

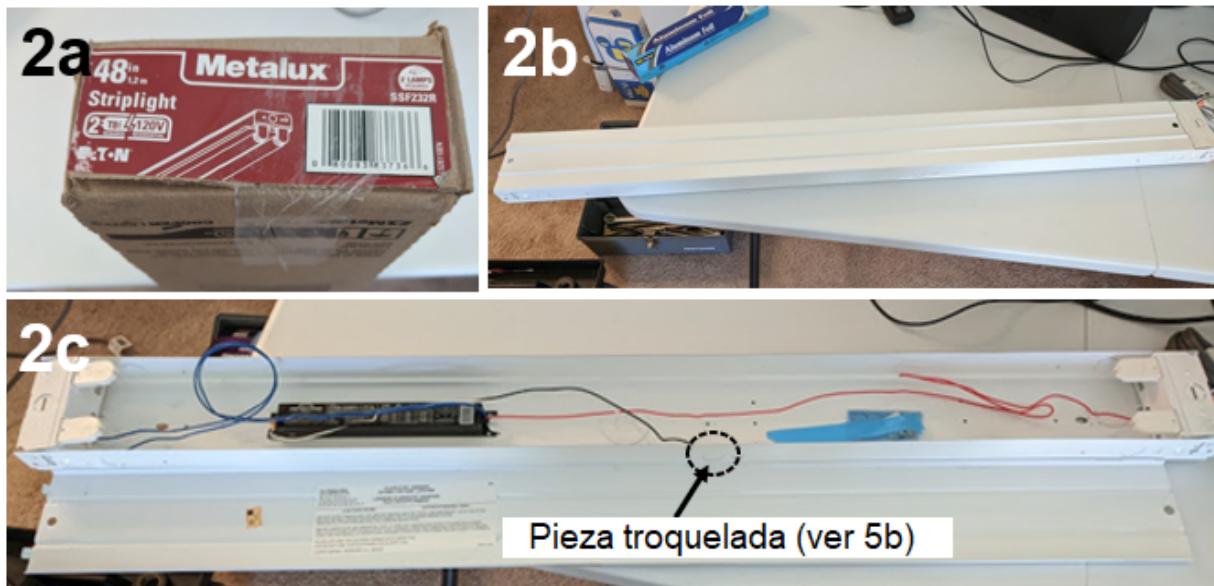
Paso 5: Tomar el tubo germicida UV que se desea instalar en la luminaria. En cada extremo del tubo hay dos pines o patillas, que se introducirán en los conectores del portalámparas en posición perpendicular a la luminaria (Fig. 10a). Utilizando la longitud del tubo como guía, ajustar la posición de los portalámparas según sea necesario e introducir los pines del tubo en los conectores de ambos portalámparas para permitir que estos sujeten el tubo de forma



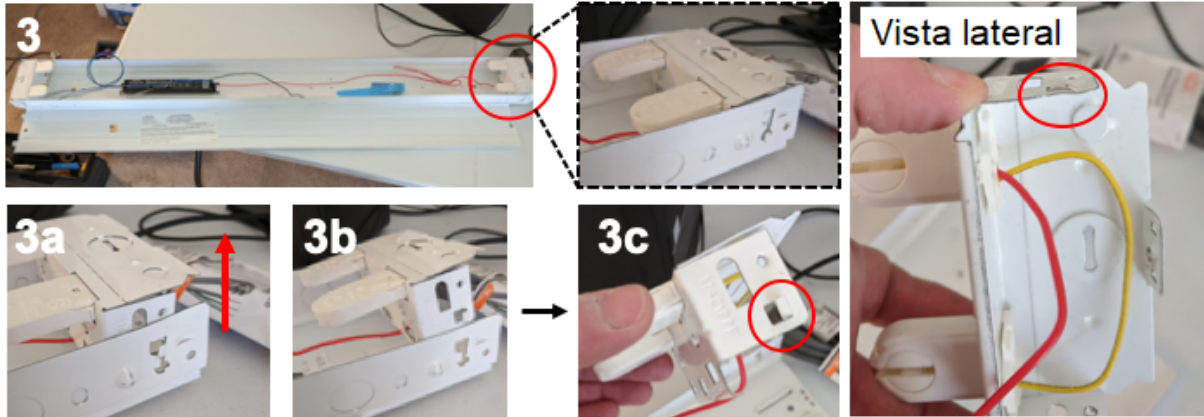
Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño

segura pero sin ejercer demasiada presión sobre él, pues podría romperse (Fig. 10b). Cuando las piezas estén en la posición deseada, usar las bridas para fijar los portalámparas en esta nueva posición (Fig. 10c-10e). Para ello, pasar una brida alrededor de la estructura del portalámparas, por delante del conector pero por debajo del tubo, y atarla firmemente a la luminaria (Fig. 10d). Colocar una segunda brida detrás del conector del portalámparas y atarla firmemente a la luminaria (Fig. 10e). Repetir este proceso para atar el otro portalámparas a la luminaria (Fig. 10f). Una vez se hayan asegurado bien los portalámparas, se puede girar el tubo 90 grados para que quede sujeto y bloqueado en esa posición (Fig. 10g). Si se trata de una luminaria doble, se puede colocar un segundo tubo germicida al lado del primero.

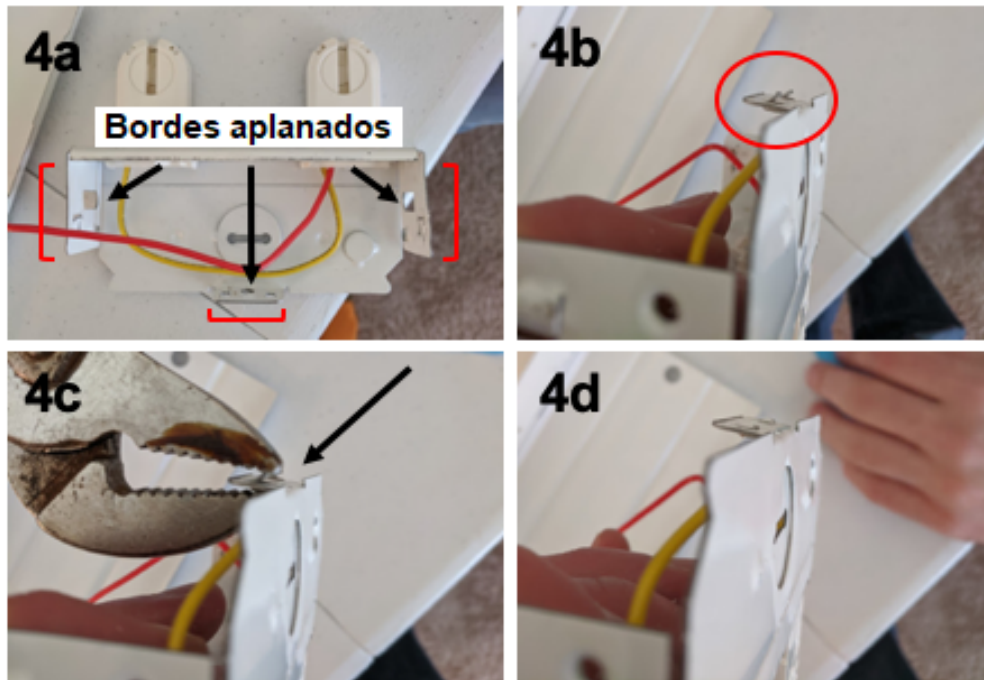
Paso 6: Por último, se debe recubrir la luminaria con papel de aluminio para proteger los componentes eléctricos de la radiación ultravioleta y, al mismo tiempo, crear una superficie reflectante. Pegar hojas de papel de aluminio de forma que la parte más brillante quede de cara al tubo (Fig. 11a-11b). Para sujetar el cable de alimentación a la luminaria y mantenerlo en su lugar, apretar bien los tornillos de la abrazadera (Fig. 11c). Limpiar el tubo con un paño para asegurarse de que no haya polvo ni otros residuos que puedan obstaculizar la emisión de luz ultravioleta. Una vez terminada, la lámpara modificada puede colocarse en el lugar destinado a la esterilización e instalarse de la forma más conveniente; por ejemplo, sujetándola con bridas a un portasueros o una mesa. Enchufar la lámpara para comprobar la radiación UVC del producto acabado utilizando un medidor de UVC ($\lambda=254\text{ nm}$). Asegurarse de llevar el equipo de protección individual adecuado contra la radiación UVC al utilizar esta lámpara para evitar exponerse a la radiación ultravioleta (Fig. 11d-11e).



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño



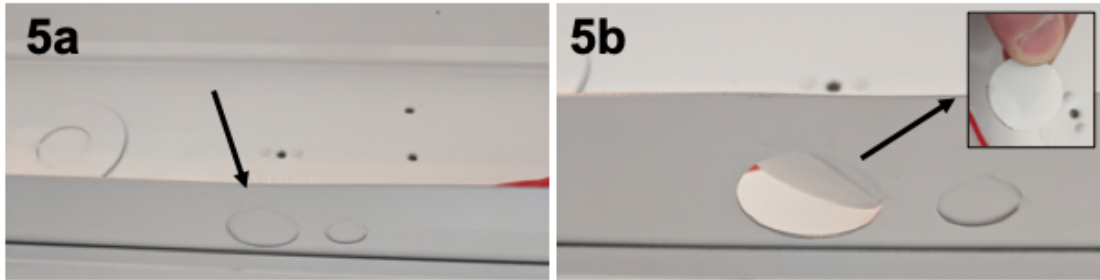
Aplanar las lengüetas de metal de la estructura del portalámparas (3c) utilizando unos alicates o pinzas. Hay una lengüeta a cada lado, hacia la parte de abajo, así como dos más en la parte inferior del portalámparas. Repetir el proceso en el otro portalámparas.



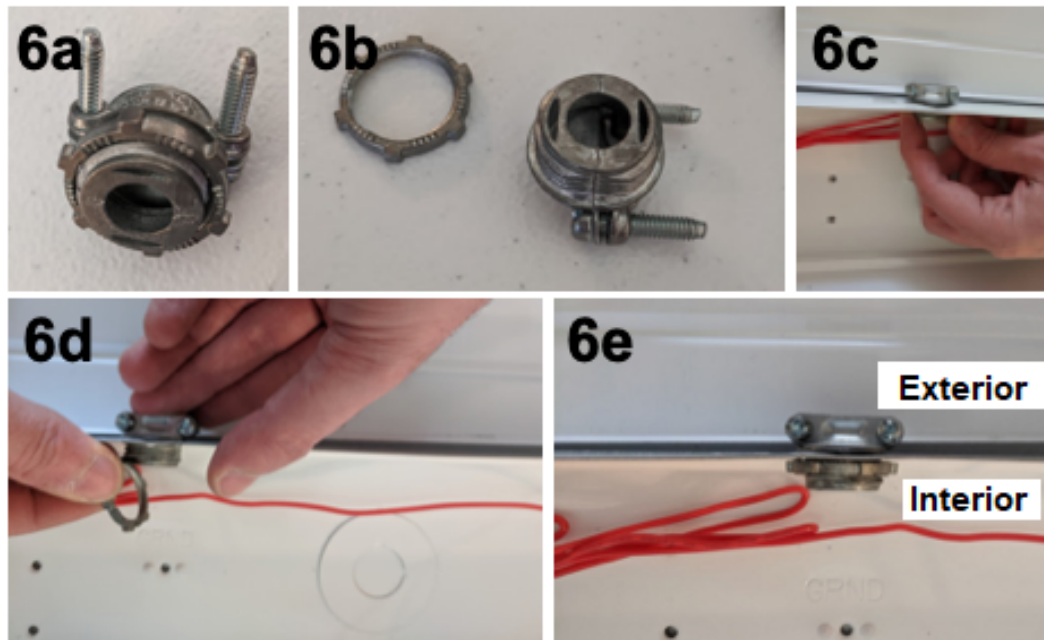
Cuando se hayan alineado todas las partes que sobresalen, volver a colocar el portalámparas en la luminaria, a unos 15 cm (6 pulgadas) hacia el centro respecto a la posición inicial, o según corresponda.



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño



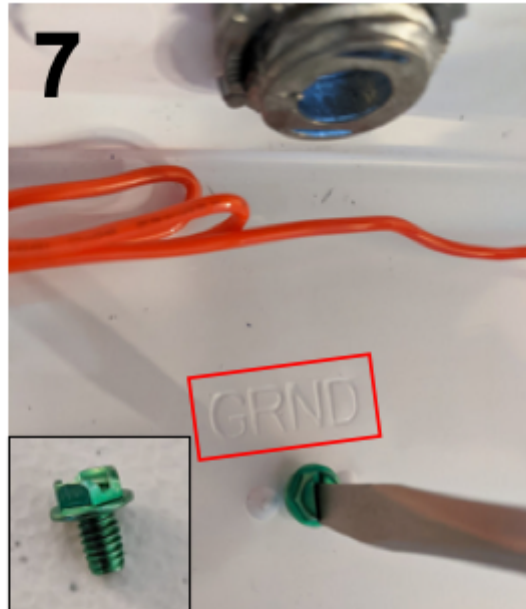
Empujar la pieza troquelada en el centro de la pared lateral de la luminaria para retirarla.



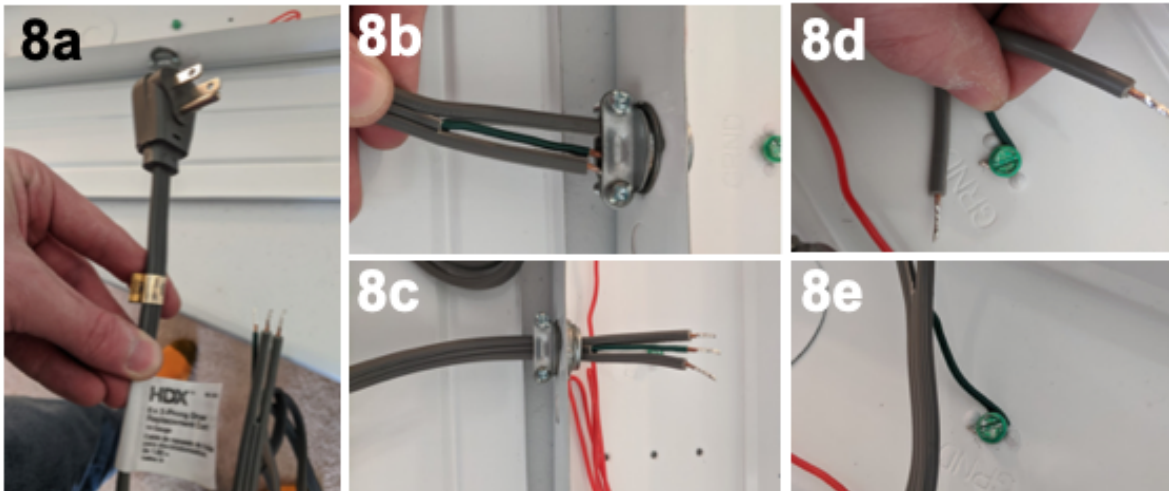
Introducir el conector con la abrazadera en el agujero dejado por la pieza troquelada, con los tornillos en la cara exterior de la luminaria. Atornillar la tuerca en la parte interior para sujetar el conector en su lugar.



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño



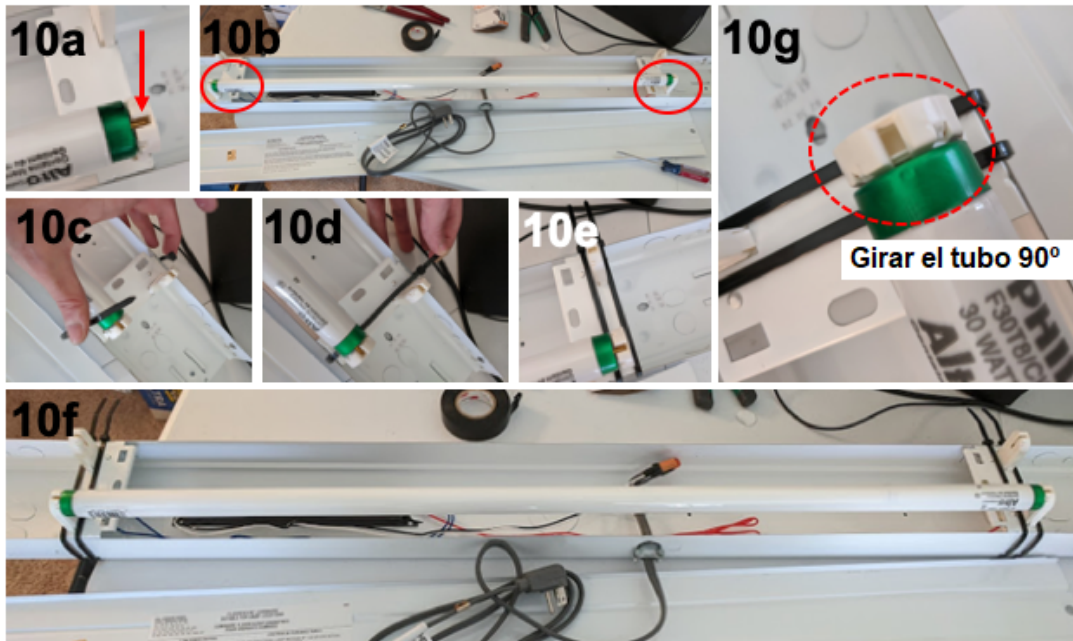
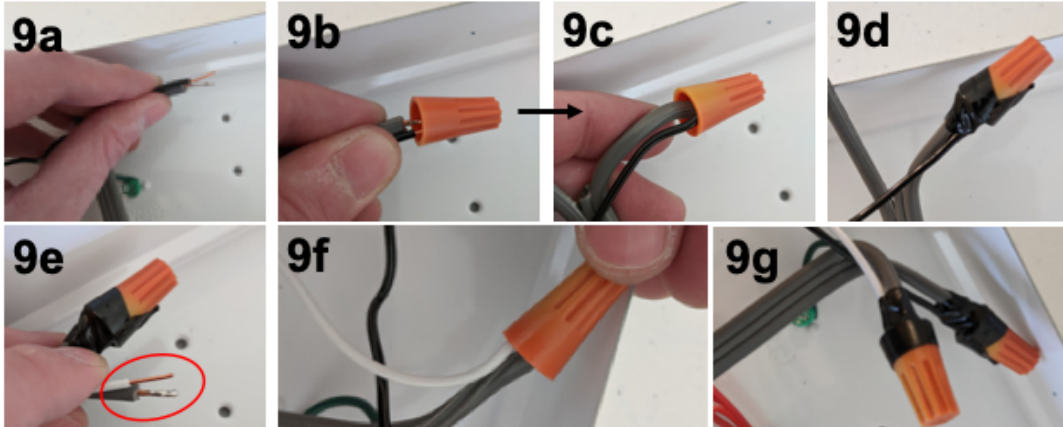
Atornillar el tornillo (verde) de conexión a tierra hasta la mitad en el agujero con la inscripción "GRND" en el centro de la base de la luminaria. Cuando corresponda, el tornillo vendrá incluido con la luminaria.



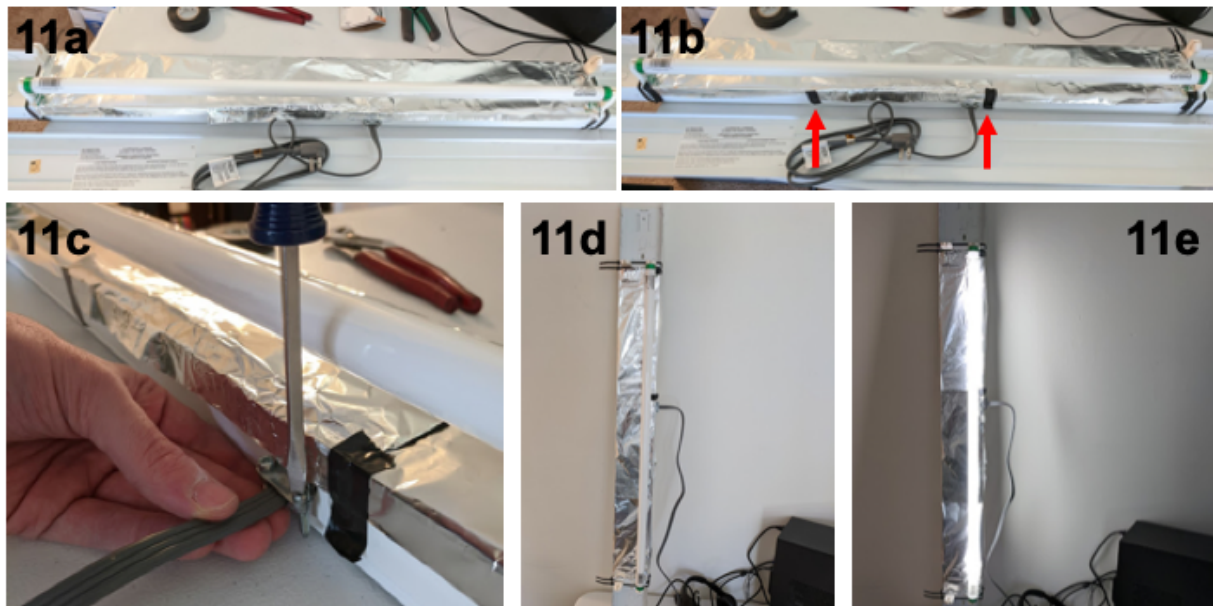
Enroskar la parte expuesta del hilo verde (o del color que corresponda) alrededor del tornillo (verde) de conexión a tierra, y apretar el tornillo.



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño



Adaptar una lámpara ya existente a tubos germicidas de otro tamaño



**En este ejemplo se ha utilizado un tubo fluorescente de luz no UV a modo de demostración.*

