

El Aparato de Noble. Manual de Usuario.

C. Tejada.

Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México.
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C., México.

RESUMEN:

El Aparato de Noble fue llamado así en honor del fallecido Dr. Robert Noble, quien lo ideó y construyó su primera versión. Es un instrumento concebido para facilitar la alineación de los telescopios del OAN por medio de la localización de la intersección del eje mecánico del telescopio y la superficie del espejo secundario, el posicionamiento de su vértice en ese

punto y, mediante un proceso iterativo, su autoalineación. Una vez alineado el secundario, se procede a la alineación del primario analizando la concentricidad de las imágenes estelares desenfocadas, conocidas como donas.

En estas páginas se explicará el concepto en el que se basa el instrumento y se describirá su modo de uso.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DESCRIPCIÓN DEL APARATO DE NOBLE ORIGINAL	2
3. DEFINICIÓN DEL EJE OPTOMECÁNICO DE UN TELESCOPIO DE TIPO CASSEGRAIN	3
4. EL NUEVO APARATO DE NOBLE	3
5. LA PLATINA GIRATORIA Y LA DONA AUXILIAR	5
6. PREALINEACIÓN DEL INSTRUMENTO	6
7. USO DEL APARATO DE NOBLE	6
7.1. POSICIONAMIENTO Y ALINEACIÓN DEL SECUNDARIO	6
7.1.1. CENTRADO PRELIMINAR DEL ESPEJO SECUNDARIO	6
7.1.2. REALINEACIÓN DEL APARATO DE NOBLE	6
7.1.3. COLINEALIDAD PRELIMINAR DEL MOVIMIENTO DE ENFOQUE	6
7.1.4. ALINEACIÓN DEL SECUNDARIO	7
7.2. ALINEACIÓN DEL PRIMARIO	7
8. ERRORES RESIDUALES Y SU EFECTO	7
9. CONCLUSIONES	11
10. REFERENCIAS	11
11. AGRADECIMIENTOS	11

1. INTRODUCCIÓN

A finales de 1984 tuve el honor de trabajar con el Dr. Robert Noble en una temporada de alineación del telescopio SPM₂₁₂, para la que propuse usáramos el Telescopio de Alineación del Taller de Óptica; el Dr. Noble no participaba de mi idea pero me dejó hacer. Efectivamente, a la hora de la prueba me quedó claro que el Telescopio de Alineación no resolvía el problema. Me gusta pensar que a raíz de esta experiencia el Dr. Noble empezó a pensar en una mejor solución.

En mayo de 1986 nuevamente acudimos a alinear el telescopio y ya para entonces había desarrollado la primera versión de su instrumento, con la que demostró la utilidad del concepto.

Algún tiempo después, el Dr. E. Luna impulsó la construcción de una versión más moderna, parcialmente motorizada y pensando en el uso de detectores CCD en lugar del ojo humano. (C. Tejada).

2. DESCRIPCIÓN DEL APARATO DE NOBLE ORIGINAL

El Aparato de Noble [1] consistía de un par de placas de aluminio separadas por barras. La placa superior se acoplaba a la platina giratoria del telescopio. El rayo de un láser era reflejado por un pequeño espejo abatible, pasaba entonces por una perforación en el centro de una pantalla para dirigirse hacia el secundario, y de regreso a la pantalla. Abatiendo el espejo, se observaban imágenes estelares mediante un ocular (ver *Figura 1*).

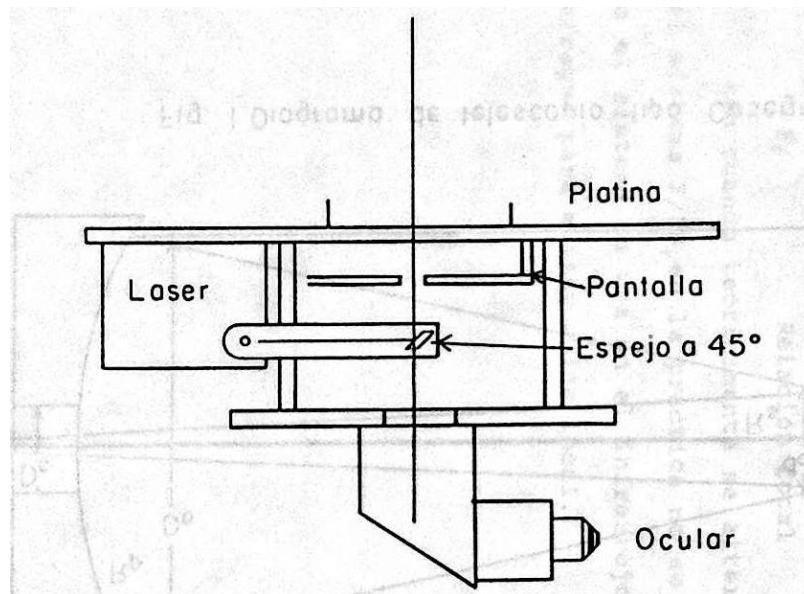


Figura 1: El aparato de Noble.

3. DEFINICIÓN DEL EJE OPTOMECÁNICO DE UN TELESCOPIO DE TIPO CASSEGRAIN

El eje mecánico de un telescopio de tipo Cassegrain es la línea perpendicular al centro de la platina de acoplamiento de sus instrumentos.

Entonces, el proceso de alineación consiste en hacer colineales los ejes ópticos de los espejos con el eje mecánico del telescopio, manteniendo esta colinealidad a lo largo del movimiento de enfoque del secundario.

El Aparato de Noble, utilizando rotaciones de la platina y alternativamente un láser o un detector permite, como veremos, el posicionamiento y alineación del secundario, verificar la colinealidad del movimiento de enfoque y la alineación (tip-tilt) del espejo primario.

4. EL NUEVO APARATO DE NOBLE

El nuevo Aparato de Noble (*Figura 2*) consiste de una estructura de aluminio con tres placas y seis columnas. La primera placa es acoplable a la platina giratoria del telescopio; en la segunda placa se encuentran: la montura para el láser, la pantalla perforada de visualización (P) y el espejo (E), dotado con movimientos motorizados de tip-tilt y montado en un carro con movimiento radial manual. (*Figura 3*).

El rayo de un láser pasa por la perforación central de P, enseguida es reflejado hacia el secundario (S) por E.

Se usan, además, una retícula y un vidrio plano, auxiliares para prelinear el aparato. (Ver *Figura 5*).



Figura 2: Vista lateral del Aparato de Noble.

El disco superior se acopla a la platina giratoria. En línea sólida roja, el trayecto de ida y vuelta del láser. Al retirar el espejo (laser apagado), queda el camino libre hacia un detector acoplado a la placa inferior, como lo señala la línea punteada amarilla.

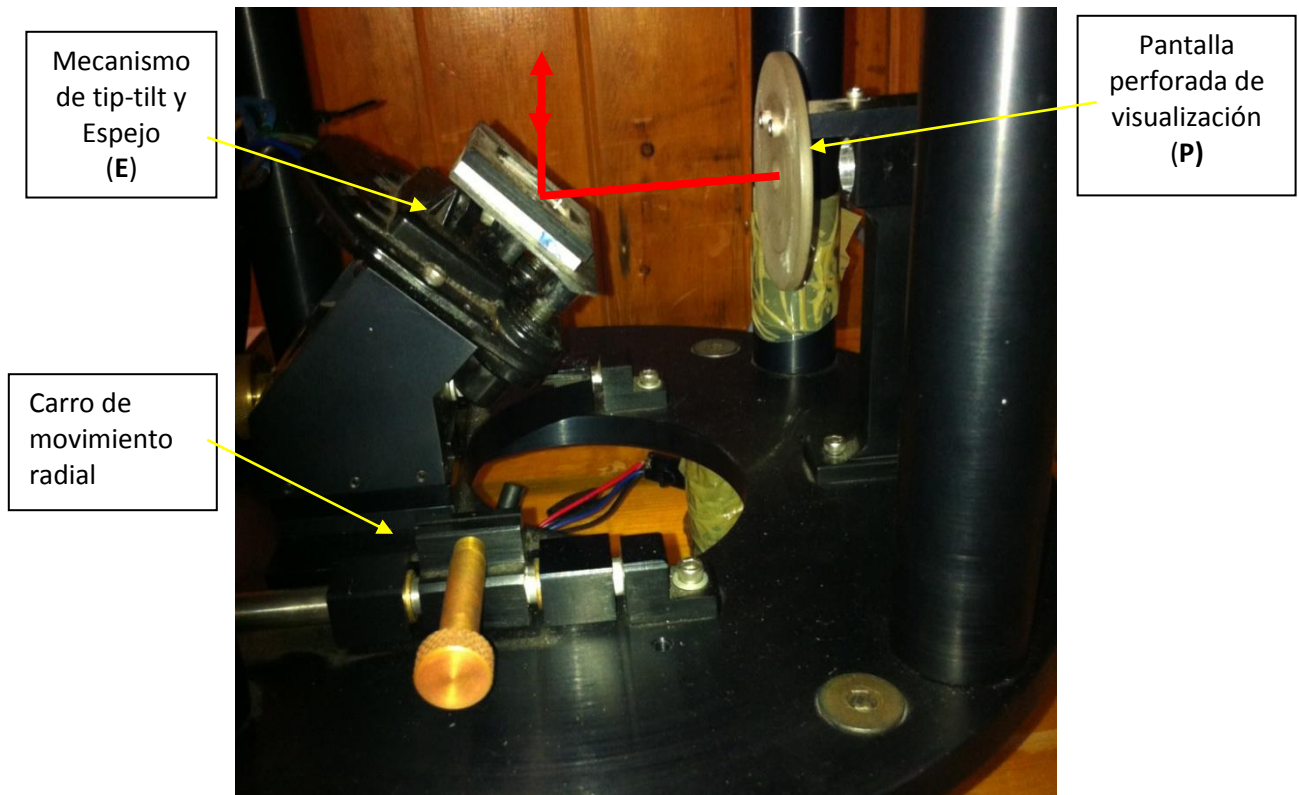


Figura 3: Acercamiento: el interior del instrumento.



Figura 4: Acercamiento: el soporte del láser tras la pantalla de visualización.

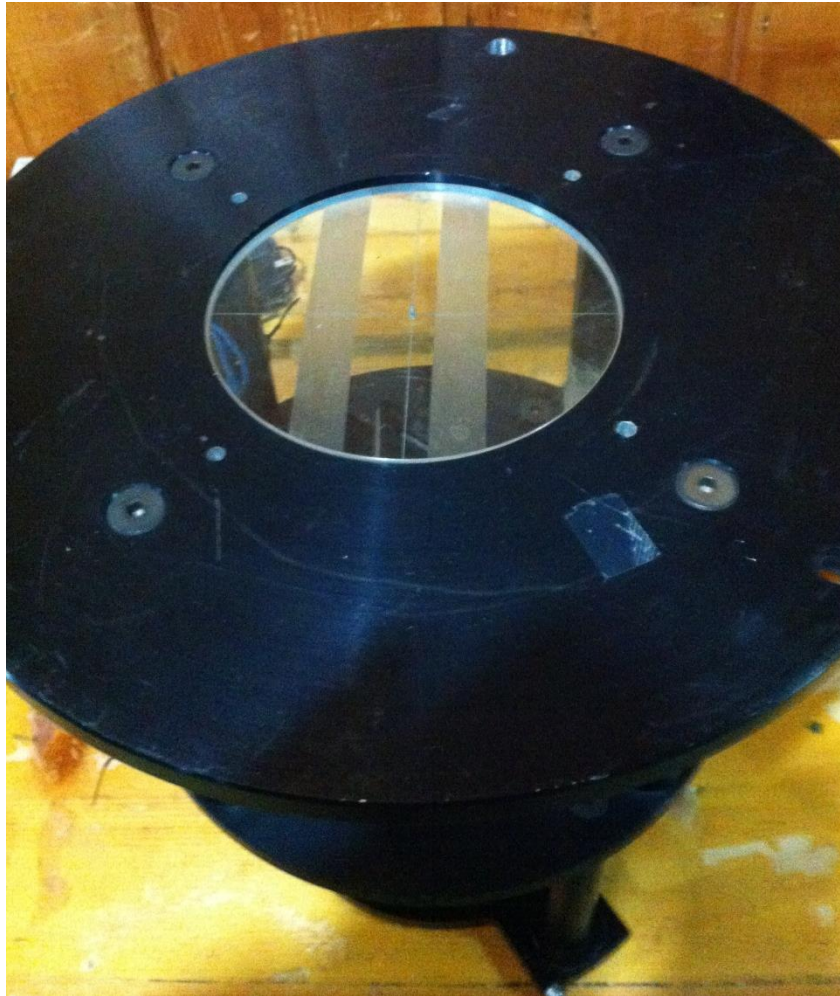


Figura 5: La retícula auxiliar en la boca del instrumento.

5. LA PLATINA GIRATORIA Y LA DONA AUXILIAR

El Aparato de Noble se complementa con una platina giratoria que en principio formaría parte del instrumento, sin embargo, no se construyó así ya que el SPM₂₁₂ tiene la suya acoplada permanentemente y se cuenta con una de dichas platinas acoplable a los telescopios SPM₁₅₀ y SPM₈₄.

Es necesario además, que se marque el vértice del secundario con una dona esmerilada en su superficie, como en los casos de los secundarios del SPM₈₄ y el F/27 del SPM₂₁₂. En el caso del F/7.5, el Dr. Noble solía pegar una dona de tela autoadhesiva de las que se usan para reforzar las perforaciones en hojas de papel. El caso del secundario F/13.5 del SPM₂₁₂ es distinto, ya que en su centro hay una pieza metálica que se puede marcar de la misma manera.

6. PREALINEACIÓN DEL INSTRUMENTO

Una vez colocado el láser en su montura, el rayo viaja al espejo E que lo desvía 45 grados hacia el vidrio plano auxiliar colocado sobre la entrada del instrumento. Con movimientos de tip-tilt del espejo, se logra que el rayo regrese por su mismo camino al láser y cuando esto se consigue, sabemos que el haz es aproximadamente perpendicular a la superficie de acoplamiento con la platina giratoria. En seguida se substituye el vidrio por la retícula y con movimientos del carro radial y la fuente láser, se le hace pasar por el centro de la retícula. Substituyendo otra vez retícula por vidrio, se comprueba o ajusta la perpendicularidad. Es suficiente repetir este proceso dos o tres veces para lograr una alineación razonable del instrumento que, por otro lado, se perfeccionará como se verá más adelante.

7. USO DEL APARATO DE NOBLE

Con el aparato montado en el telescopio, el rayo láser se reflejará del espejo plano E en la dirección general del secundario (S). En un principio este rayo pasará a una cierta distancia del centro de la platina y con un cierto ángulo respecto al eje de giro de la misma. Más arriba incidirá en algún punto de la superficie de S, que a su vez lo reflejará hacia abajo.

7.1. POSICIONAMIENTO Y ALINEACIÓN DEL SECUNDARIO

7.1.1. CENTRADO PRELIMINAR DEL ESPEJO SECUNDARIO

- Al girar la platina, el láser describirá una circunferencia sobre S. Evidentemente, el centro de dicha circunferencia es la intersección de S con el eje de giro y, por lo tanto, del eje optomecánico del telescopio.
- Con movimientos de tip-tilt del espejo E se acierta con el láser en el centro de la circunferencia. Ahora el punto debe permanecer inmóvil ante el giro de la platina.
- Se mueve el secundario en X y Y hasta que el centro de su dona coincida con el punto del láser

Nota: Es conveniente usar unos binoculares para observar el punto de incidencia del láser sobre S.

7.1.2. REALINEACIÓN DEL APARATO DE NOBLE

Se instala la retícula auxiliar y con movimientos del láser y E, se obliga a que pase por la retícula y el centro de la dona de S. Se requerirán dos o tres iteraciones. Se retira la retícula auxiliar.

7.1.3. COLINEALIDAD PRELIMINAR DEL MOVIMIENTO DE ENFOQUE

Se observa el punto de incidencia del láser en S moviendo el secundario en toda la longitud del recorrido de enfoque (R). Si el punto de incidencia en S parece moverse una longitud L, significará que ese recorrido está inclinado respecto al eje optomecánico, con un ángulo igual al arco tangente de L/R .

Corrijase este ángulo y procédase con:

7.1.4. ALINEACIÓN DEL SECUNDARIO

- Con movimientos de tip-tilt del secundario se obliga a que el rayo láser regrese por su mismo camino hasta P.
- Ya que el centro de giro de los movimientos de tip-tilt del secundario no coincide con su vértice, es necesario verificar su centrado en este momento con un giro de la platina.
- Se ajusta el centrado.
- Se repiten los puntos anteriores que sean necesarios.

7.2. ALINEACIÓN DEL PRIMARIO

Como preparación, se retira el espejo E usando su movimiento radial y se acopla un detector CCD a la platina inferior del instrumento, cuidando que sus renglones de pixeles queden orientados en las direcciones Norte Sur y Este Oeste.

Se tomarán entonces cuatro exposiciones de una estrella incrementando el ángulo de azimut de la platina 90° entre cada exposición. Al superponer estas imágenes, se observará que señalan las esquinas de un cuadrado; su centro es la intersección del detector con el eje optomecánico. Se localiza y se anota el pixel (PX) en el que se encuentra.

Se centra la estrella en PX y, desenfocándola, se observará si hay falta de concentricidad de la sombra del secundario. De haberla, será necesario mover los tornillos de alineación del primario hasta lograr la concentricidad.

8. ERRORES RESIDUALES Y SU EFECTO

La experiencia demuestra que en el telescopio SPM84, con el giro de la platina, es posible apreciar la posición tanto del rayo láser dentro de la dona del secundario, como el centro de la mancha en P, con un error máximo de 0.5 mm, por lo que la distancia a la normal a S será de 0.25mm.

Para poner a prueba la validez de este método, se tomó el diseño del telescopio SPM84 en el que se aceptó un error de descentrado en la imagen de hasta 1 mm, esto es, el cuádruple de lo que podemos detectar. Se provocó esa desviación mediante: primero, un descentrado y después, un tilt del secundario. La *Figura 6* presenta la imagen del telescopio sin perturbación, las *Figuras 7 y 8*, el sistema perturbado con descentro y tilt, respectivamente.

Finalmente, imágenes del telescopio SPM212 sin perturbar y con perturbaciones similares. En este caso, el telescopio no está limitado por difracción pero hay que hacer notar que el recuadro de las imágenes tiene un lado de medio segundo de arco.

En los casos presentados, no se compensó el error de ninguna manera.

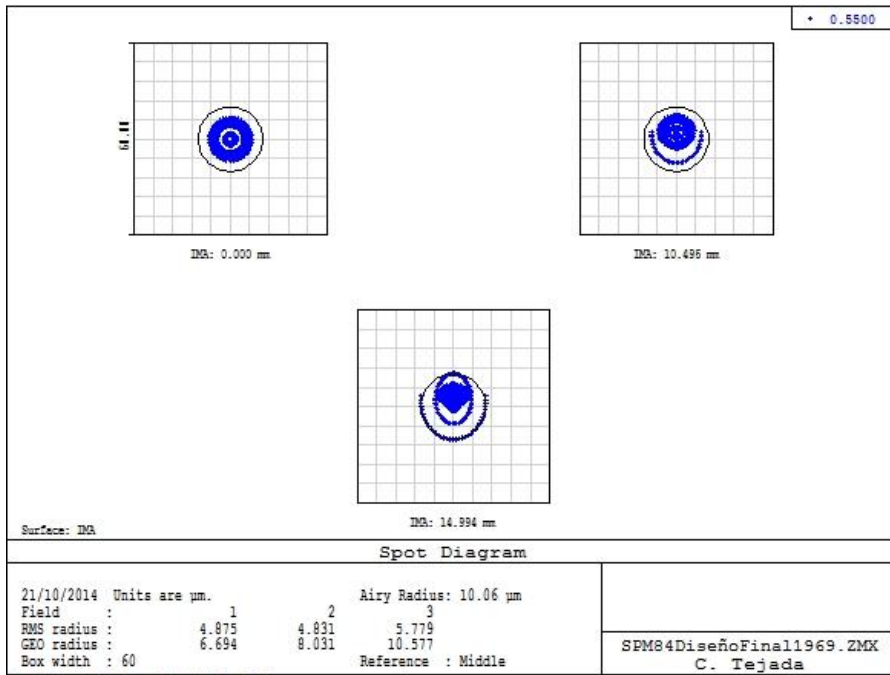


Figura 6: Imagen del telescopio SPM84 mostrando el diámetro del círculo de Airy en un cuadro de 1 segundo de arco por lado.

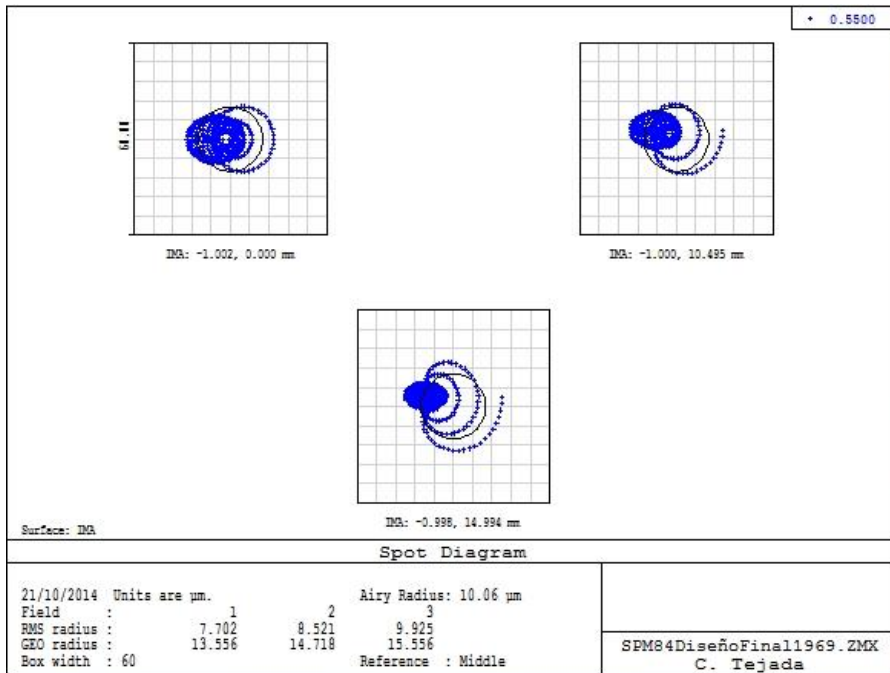


Figura 7: Imágenes sin compensar del telescopio SPM84, con un descentrado del secundario de 0.25mm, provocan un descentrado de la imagen de 1 mm.

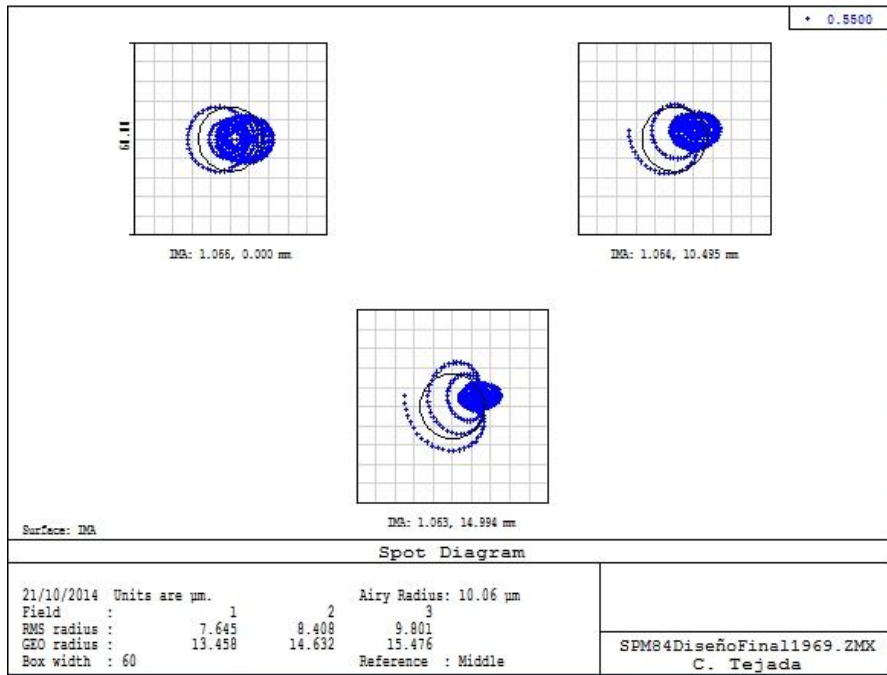


Figura 8: Imágenes sin compensar del telescopio SPM84, con un tilt del secundario de 0.022° (1.32 min), provocan un descentrado de la imagen de 1.056 mm.

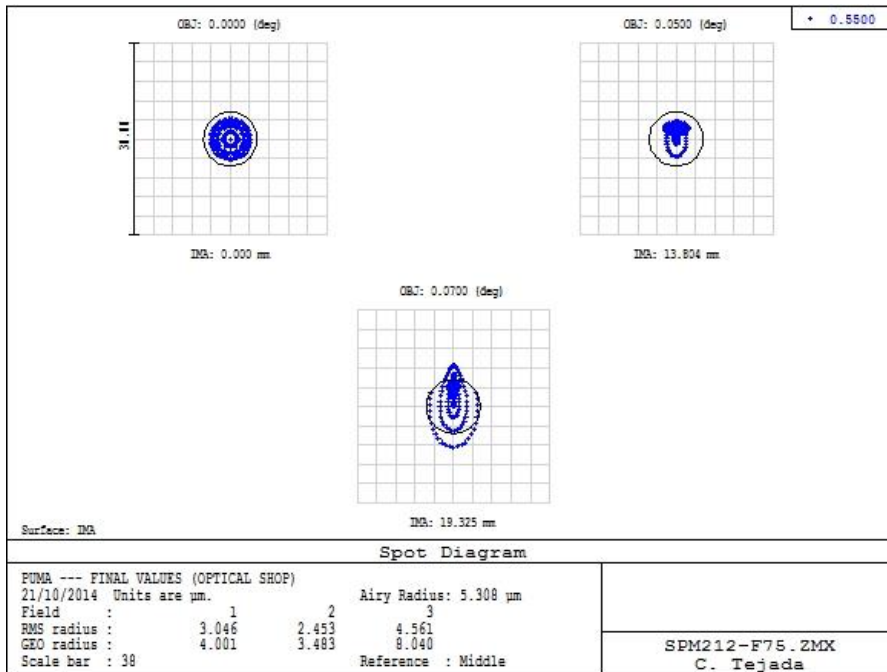


Figura 9: Imagen del telescopio SPM212 mostrando el diámetro del círculo de Airy en un cuadro de medio segundo de arco de lado.

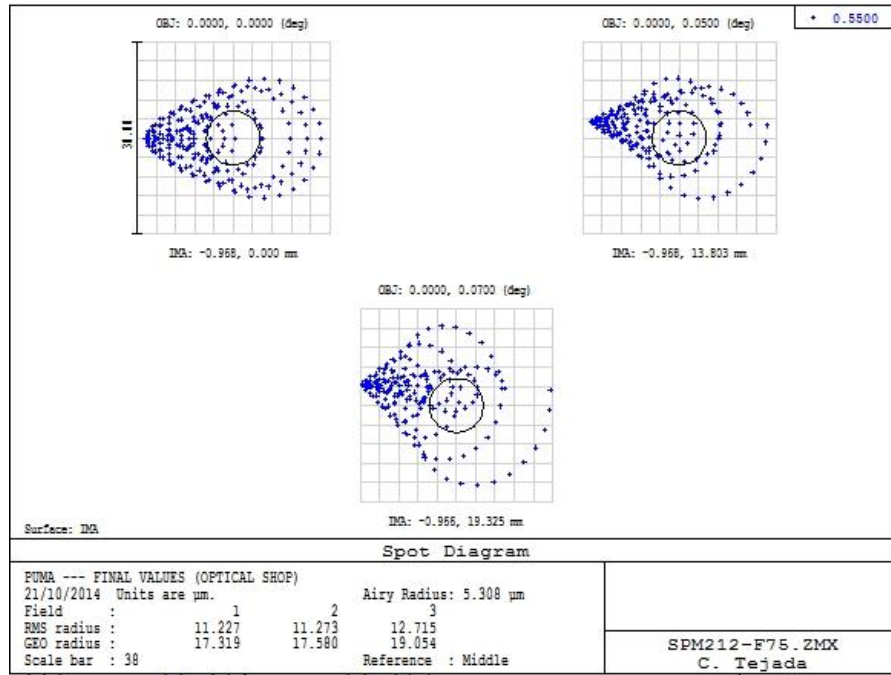


Figura 10: Imágenes sin compensar del telescopio SPM212, con un descentrado del secundario de 0.3mm, provocan un descentrado de la imagen de 0.968 mm.

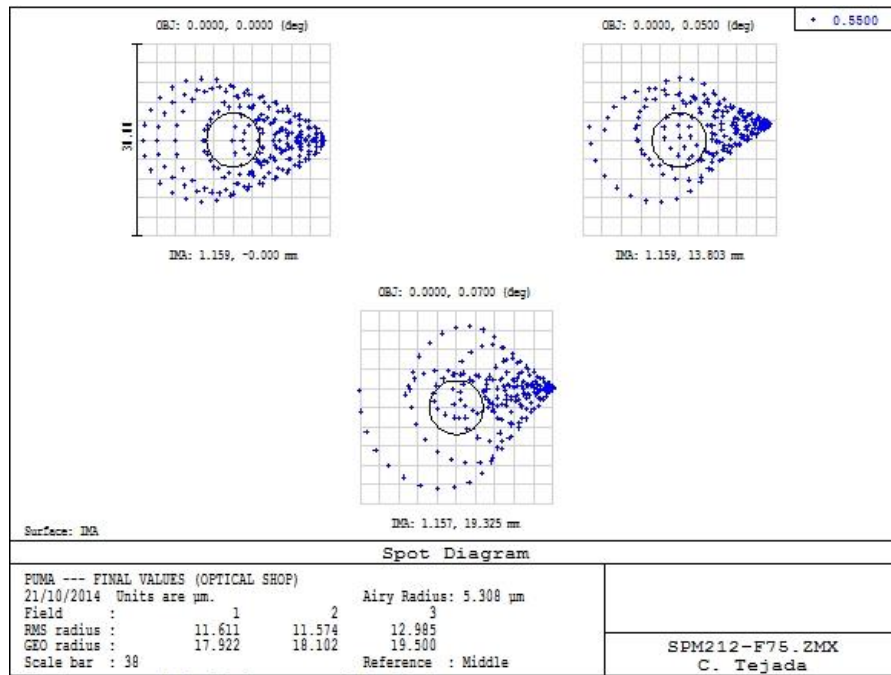


Figura 11: Imágenes sin compensar telescopio SPM212, con un tilt del secundario de 0.015° (0.9 min), provocan un descentrado de la imagen de 1.159 mm.

9. CONCLUSIONES

El Aparato de Noble permite alinear los telescopios del OAN con errores residuales insignificantes para su calidad de imagen.

10. REFERENCIAS

- [1] Noble, R. y Harris, O.
“Colimación de los telescopios de San Pedro Mártir”
Reporte Técnico No. 74 (2ª Versión)
Instituto de Astronomía, UNAM.
Febrero, 1991.

11. AGRADECIMIENTOS

A los Dres. J. Herrera y M. Núñez por la primera y enriquecedora revisión de este trabajo
Al Dr. E. Luna por sus amables comentarios y el desinteresado compartir de sus recuerdos
A los Ingenieros mecánicos y electrónicos que participaron en la construcción: E. López, J. Valdez, A. Córdova y F. Quiróz. Pero sobre todo les agradezco el haber conservado para el instrumento, el nombre de:

“EL APARATO DE NOBLE”.

