

SOBRE LAS FAMILIAS DE TELESCOPIOS APLANATICOS

I - ALGUNAS PROPIEDADES POCO CONOCIDAS DE LOS TELESCOPIOS APLANATICOS

(RITCHY-CHRÉTIEN)

Jorge Landi Dessy
(Observatorio Astronómico e I.M.A.F.
Universidad Nacional de Córdoba).

En el presente trabajo nos referimos a los sistemas aplanáticos con primario cóncavo y secundario convexo, que denominamos en lo sucesivo sistemas Ritchey-Chrétien.

Durante muchos años este tipo de telescopio no fué tenido en cuenta al proyectarse grandes instrumentos, y recién con el reflector de 80" de Kitt-Peak el mundo astronómico verá un Ritchey-Chrétien de grandes dimensiones, prácticamente medio siglo después del proyecto estudiado por Chrétien para un reflector de 100". Sin embargo se puede objetar que esa versión quizás no tiene todas las ventajas que se pueden obtener de este tipo de instrumentos; análoga consideración se puede efectuar respecto del futuro telescopio de 84" del Observatorio de La Plata.

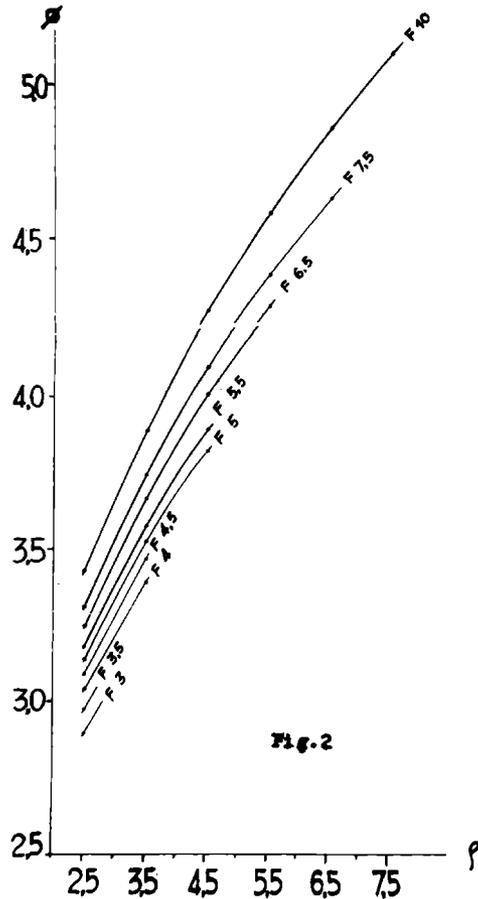
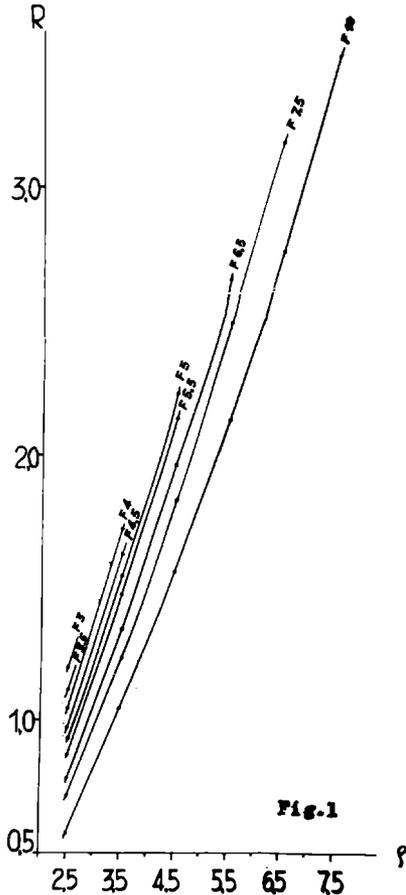
El presente trabajo tiene por objeto discutir las principales propiedades de estos instrumentos, mediante el empleo de gráficos. Estas propiedades - discutidas de esta manera - son al parecer poco conocidas o desconocidas, pues no se ha encontrado en la literatura un tratamiento similar. El autor debe confesar que se ha dado cuenta de estas propiedades al interpretar mal un parámetro en el trabajo de Chrétien. (1)

Se tomarán como parámetros para nuestros gráficos los siguientes: 1) La razón focal del espejo primario p ; 2) La razón focal del sistema F ; 3) La posición paraxial de la superficie media focal referida al vértice del espejo primario δ ; positiva detrás del vértice y negativa si la posición de dicha superficie se encuentra entre el primario y secundario. La unidad empleada es el diámetro del espejo principal, de manera que si éste se considera con un diámetro de 1 metro, las medidas de gráficos y tablas quedan

expresadas en dicha unidad. Las fórmulas empleadas y detalles del cálculo pueden consultar en (2).

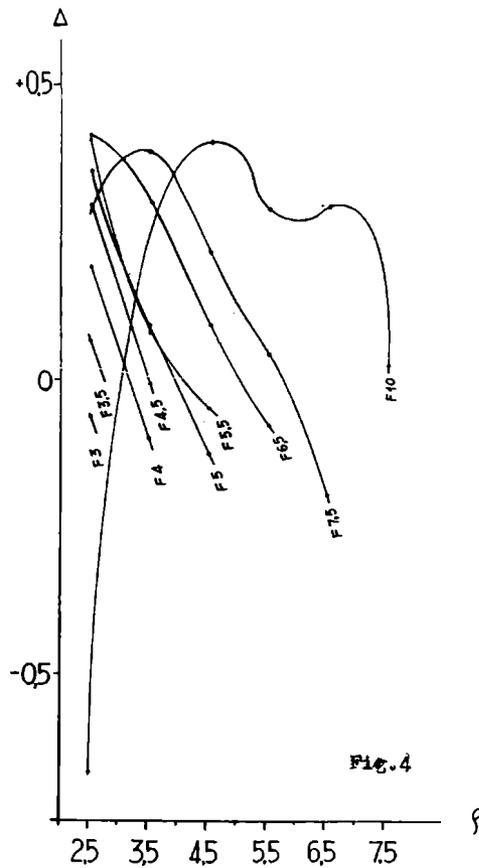
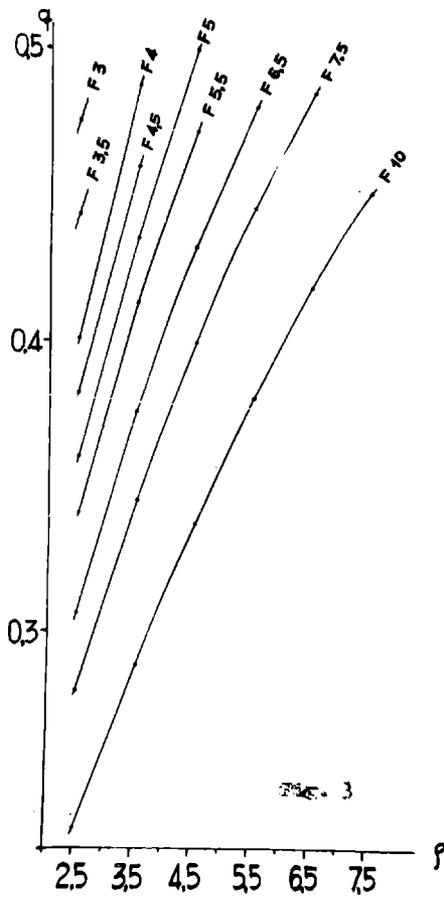
El primer gráfico da el radio de curvatura de la superficie focal media R (ordenada) en función de la razón focal del primario ρ (abscisa); como parámetro para cada curva se toma la razón focal del sistema F . Con este gráfico se puede notar que no es mayor problema diseñar un Ritchey-Chrétien con $F = 5$, siempre que la razón focal del primario no sea muy corta, lo que por otra parte tiene sus ventajas.

En el segundo gráfico se tiene el diámetro del campo en que la imagen se mantiene menor o igual a $1''$ (ordenada θ), en función de la misma abscisa ρ y parámetro F que en el gráfico anterior; aquí también podemos ver que la razón focal total del sistema F , tiene menor influencia en las propiedades que la razón focal del primario ρ .



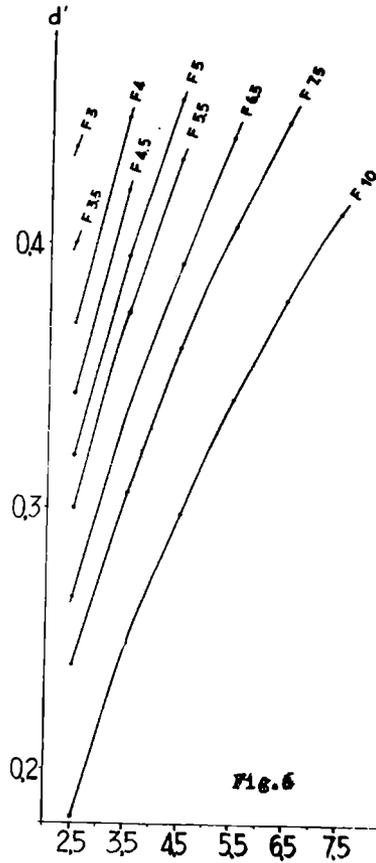
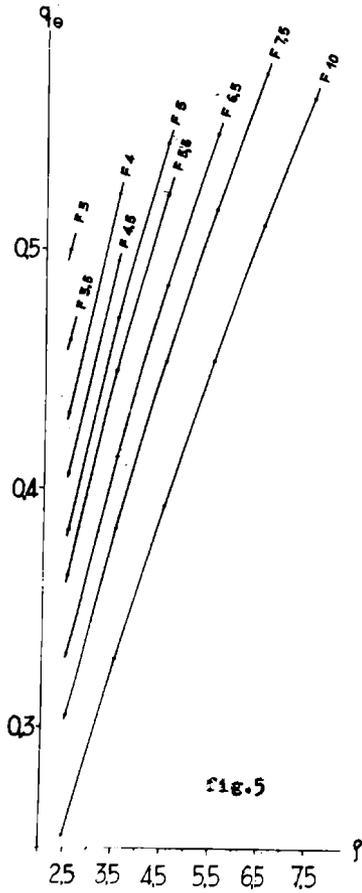
En el tercer gráfico se tiene la obstrucción del espejo secundario sin campo q (ordenada) en función siempre de la razón focal del espejo primario ρ .

El cuarto gráfico ilustra el andar de la distorsión respecto de ρ ; se puede ver que hay valores positivos y negativos, lo que sugiere la existencia de aplanáticos libres de distorsión.



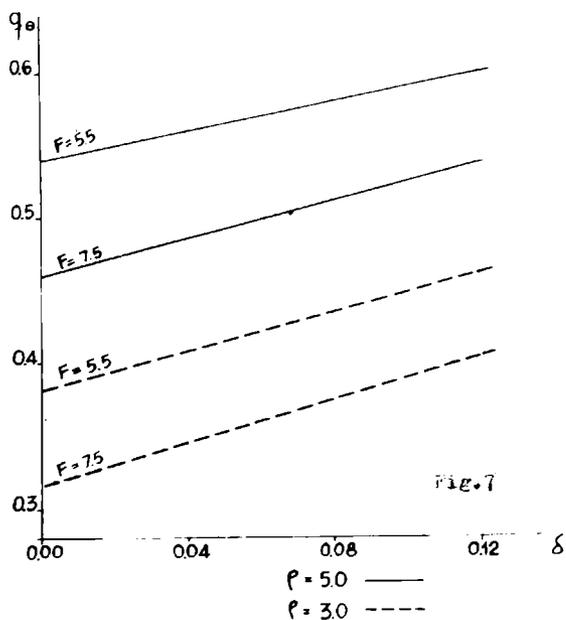
El quinto gráfico corresponde a la obstrucción con campo; es decir la obstrucción que produce el tamaño del secundario para cubrir el campo en el cual la imagen se mantiene menor o igual a 1".

El sexto gráfico nos da la separación entre los espejos en función de ρ .

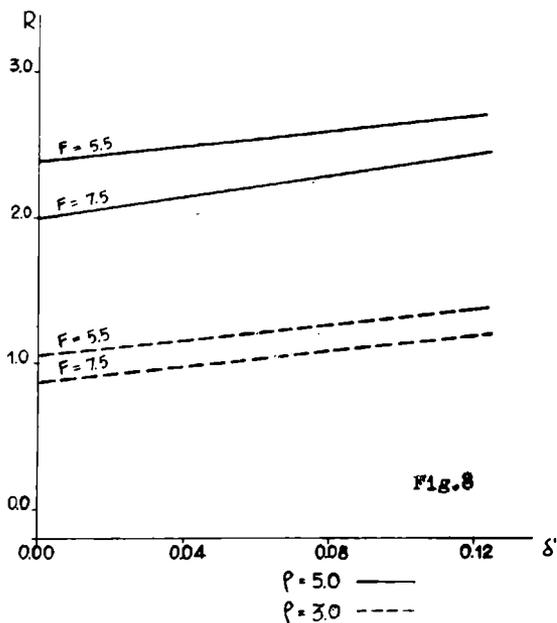


Considerando los gráficos conjuntamente vemos que por lo general al diseñar los Ritchey-Chrétien se ha tomado siempre la razón focal del primario demasiado corta, lo que empeora la calidad del campo, disminuye el radio de curvatura de la superficie focal media y limita la luminosidad del sistema, teniendo como única ventaja una menor obstrucción del espejo secundario. La obstrucción es el único inconveniente que presentan estos sistemas, pero en cambio la longitud del telescopio se hace menor.

En todos los gráficos se ha tomado la posición de la superficie focal media a una distancia de $0,04 F$ detrás del vértice del espejo primario. Si se varía este parámetro, se encuentra que acercando la placa al vértice del espejo primario se tiene menor astigmatismo y por consiguiente más campo, pero también mayor obstrucción. El efecto de este parámetro es menor que los anteriores y en la práctica se puede fijar en cualquier posición el plano o superficie focal media sin cambiar demasiado las propiedades del sistema. En el gráfico 7 se ve este efecto en la obstrucción con campo q (ordenada) en función



de δ (abscisa) y en el gráfico 8 se ve la curvatura de la superficie focal media R (ordenada) en función también de δ ; en ambos gráficos la curva continua corresponde a $\rho = 5,0$ y la de trazos a $\rho = 3,0$. En caso de un sistema libre de distorsión este parámetro queda fijado por esa condición.



A continuación se dan unos ejemplos para aclarar el empleo de los gráficos, tomando siempre el diámetro del espejo primario como unidad.

Tabla I

F=7,5	Diámetro del campo en minutos	Radio de curvatura de la placa	Obstrucción	Separación de los espejos
2,5	33'	0,719	0,280	1,80
3,5	37'	1,235	0,345	2,29
4,5	41'	1,829	0,400	2,70
5,5	44'	2,480	0,446	3,05
F=5,5				
2,5	32'	0,869	0,340	1,65
3,5	36'	1,468	0,413	2,05
4,5	39'	2,140	0,472	2,38
F=4,5				
2,5	31'	0,974	0,383	1,54
3,5	35'	1,624	0,460	1,89

Se ve claramente que es preferible un F = 5,5 respecto de un F = 7,5; prácticamente posee el mismo campo, pero el F = 5,5 tiene otras ventajas como ser menor curvatura de placa y menor longitud del tubo; por otra parte el aumento en obstrucción es aceptable.

Otro ejemplo más concreto se puede ver en la tabla II, en la que se consideran diferentes sistemas para un primario de tres metros de diámetro.

Tabla II

	4,5	5,0	5,5	4,5	5,0	5,5
p	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
D ₁	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
D ₂	1,22	1,15	1,09	1,40	1,29	1,22
d	4,63	4,80	4,95	5,18	5,40	5,59
θ	30'9	31'3	31'8	32'9	33'4	33'9
R	2,923	2,755	2,607	3,868	3,659	3,473
P	0,121	0,137	0,153	0,129	0,146	0,163
X _m	0,00063	0,00085	0,00112	0,00054	0,00073	0,00095

- D_1 - Diámetro del espejo primario
 D_2 - Diámetro del espejo secundario
 d - separación entre el primario y secundario
 θ - Campo dentro del cual la imagen se mantiene menor o igual a 1"
 R - Radio de curvatura de la superficie focal media
 P - Tamaño de la placa correspondiente al campo θ
 K_m - Flecha que hay que curvar la placa, es decir la separación máxima de la placa curvada respecto a una superficie focal plana que pasa por los extremos de la placa.

El problema de la elección de parámetros en el diseño de un telescopio, depende en gran parte del tamaño del espejo primario; si éste posee un diámetro menor de dos metros, el problema de la obstrucción no es tan importante, se puede diseñar un sistema cuyo radio de curvatura de la superficie focal media sea grande, campo también grande y libre de distorsión, a costa de mayor obstrucción. En un telescopio gigantesco es más importante tener una obstrucción relativamente pequeña sacrificando eventualmente otros parámetros.

Como ejemplo final daremos los parámetros correspondientes al telescopio de La Plata de 84" tal como está proyectado; uno sugerido por el autor con la misma luminosidad total aproximadamente y otro con una luminosidad mayor.

Tabla III

Parámetros	La Plata (Kitt-Peak)	Variante la.	Variante recomen- dada por el autor	
D_1	2,13	2,13	2,13	(Unidad metros)
D_2	0,66	0,82	0,87	" "
d^2	3,9613	4,880	3,969	" "
f	16,188	15,975	11,715	" "
P	7,6	7,5	5,5	
ρ	2,6	3,5	3,0	
θ	33'6	37'4	33'9	(Unid. minutos)
Placa	0,156	0,174	0,116	(Unidad metros)
Flecha	0,00193	0,00144	0,00068	" "
Escala	2'124	2'152	2'934	(Unid. min/cm:)
Astigmatismo	+3,0826	+2,4526	+2,1926	(Unidad a em— plear $f=1$)
Distorsión	+0,326	+0,391	+0,293	(Unidad a em— plear $f=1$)

f - distancia focal del sistema.

Bibliografía.

- (1) H.Chretien. Cours de Calcul des Combinaison Optiques. Edité par la Revue d'Optique Théorique et Instrumental. Paris.
- (2) J.Landi Dessy y A.Puch. Tablas de parámetros de construcción de sistemas aplanáticos formados por un espejo primario cóncavo y un secundario convexo. Boletín n.5 del Instituto de Matemática, Astronomía y Física (I.M.A.F.). Córdoba.
- (3) A.Danjon y A.Couder. Lunettes et Télescopes. Paris, 1935.

Summary.

ON THE FAMILIES OF APLANATIC TELESCOPES

I. SOME CHARACTERISTICS OF THE APLANATIC TELESCOPES (RITCHIEY-CHRETIEN).

The characteristics of aplanatic optical systems with a concave primary and a convex secondary mirror are discussed in detail.

A summarized version in English will soon be published somewhere else.