

VARIAZIONI OTTICHE DELLE DIMENSIONI DEGLI ANELLI DI SATURNO

E. & P. Sassone Corsi
Sezione Saturno U.A.I. (*)

Abstract. The determinations regarding the dimensions of Saturn's rings have always been of the sporadic type and have most covered time lapses of few years.

This paper shows the results of the analysis of a group of photograms taken of the planet between 1909 and 1975. These results demonstrate the variations in dimension of rings A and B and Cassini's division with regard to time and saturnicentric latitude.

1. Introduzione.

La prima determinazione attendibile delle dimensioni degli anelli di Saturno è stata effettuata con un micrometro a fili da W. Struve nel 1826 (1).

Le più recenti determinazioni sono di Dollfus e Focas che hanno utilizzato un micrometro a doppia immagine applicato al riflettore di 107 cm dell'Osservatorio di Pic-du-Midi (2,3), di Coupinot (4) utilizzando fotometria fotografica s-u fotogrammi di P. Guerin effettuati a Pic-du-Midi (5) e di Pollack (6,7).

Le determinazioni finora effettuate hanno sempre coperto archi di tempo relativamente brevi, e mai superiori a qualche anno.

Scopo di questo lavoro è quello di analizzare in maniera sistematica e su lunghi archi di tempo le dimensioni degli anelli di Saturno su documenti fotografici ad alta risoluzione. Sulla base di un gran numero di misure effettuate su fotogrammi scattati dal 1909 al 1975 si è messo in evidenza quanto segue:

- a) i valori medi delle dimensioni degli anelli e i rispettivi errori sono in relazione con la latitudine saturnicentrica (che denoteremo con "B");
- b) un'analisi di questi dati in funzione del tempo mostra che esistono lievi variazioni delle dimensioni degli anelli.

Infine vengono discusse le possibili cause delle variazioni osservate. Si propongono delle cause non fisiche, cioè non legate ad effettive variazioni delle dimensioni degli anelli di Saturno nel periodo di osservazione, ma bensì cause derivanti da miglioramenti tecnologici degli strumenti di rilevazione.

(*) - lavoro svolto presso l'Observatoire de Paris, Section d'Astrophysique, 92190, Meudon France.

2. Materiali e Metodi.

Sono stati selezionati, all'IAUPPC (Planetary Photographs Center of International Astronomical Union) di Meudon (Parigi), 159 fotogrammi ad alta risoluzione. Questo materiale, conservato presso il Centro di Documentazione, è stato ottenuto dai seguenti Osservatori Astronomici:

Athenes, Juvisy, Lick, Lowell, McDonald, St. Martin de Peille (Monaco), New Mexico, Pic-du-Midi, S. Vittore (Bologna), Swedish Astronomical Station (Capri), Table Mountain.

E' importante notare che tutti gli Osservatori risiedono nell'emisfero boreale terrestre.

La latitudine saturnicentrica, relativa ai fotogrammi presi in considerazione, varia tra $B = -27^\circ \pm 9^\circ$ e $B = +9^\circ \pm 27^\circ$; il periodo di tempo coperto va dal 10 settembre 1909 al 24 dicembre 1975.

In fig. 1 è rappresentato l'istogramma delle frequenze dei fotogrammi in funzione del tempo. I "buchi" osservativi periodici che si notano sono dovuti ai passaggi della Terra nel piano degli anelli ($-9^\circ \leq B \leq +9^\circ$).

Le misure sono state effettuate mediante rilievi fotodensitometrici e micrometrici sia su fotogrammi originali ottenuti all'Osservatorio di Pic-du-Midi sia su riproduzioni negative e positive conservate all'IAUPPC. Il fotodensitometro utilizzato è un Joyce-Loebl.

Per l'impossibilità di conoscere, per ogni fotogramma utilizzato, la relativa distanza focale equivalente, le misure sono relative all'asse maggiore degli anelli e saranno espresse in percentuale. Ciò non ha eccessiva importanza per il tipo di analisi e di conclusioni fatte. D'altra parte, le misure relative alle dimensioni dell'asse maggiore degli anelli (alla distanza standard di 9.539 U.A.) sono le meno affette da errori.

Le misure si riferiscono alle dimensioni degli anelli A e B e alla divisione di Cassini. L'anello C è stato escluso dalle misure perchè quasi sempre il suo limite interno è risultato non ben definito. Per la stessa ragione, l'anello D (4) non è stato considerato.

3. Risultati.

La fig. 2 mostra l'andamento delle dimensioni dell'anello A, della divisione di Cassini e dell'anello B in funzione della latitudine saturnicentrica B.

Osservando la fig. 2 si possono fare le seguenti considerazioni:

- a1) per $B \neq 0^\circ$ c'è mediamente la tendenza ad un aumento degli errori di misura;
- a2) gli errori di misura sono in media più grandi per $B > 0^\circ$ che per $B < 0^\circ$ (vedi tab. 1);
- a3) le dimensioni medie degli anelli A e B sono maggiori per $B < 0^\circ$ che per $B > 0^\circ$ (vedi tab. 1).

Tab. 1 Le dimensioni medie degli anelli per $B > 0^\circ$ e per $B < 0^\circ$.

| particolare | $B < 0^\circ$ | $B > 0^\circ$ |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Anello A | 5.41 % \pm 0.14 | 4.81 % \pm 0.23 |
| Divisione di Cassini | 1.73 % \pm 0.09 | 1.81 % \pm 0.23 |
| Anello B | 9.60 % \pm 0.24 | 9.42 % \pm 0.36 |

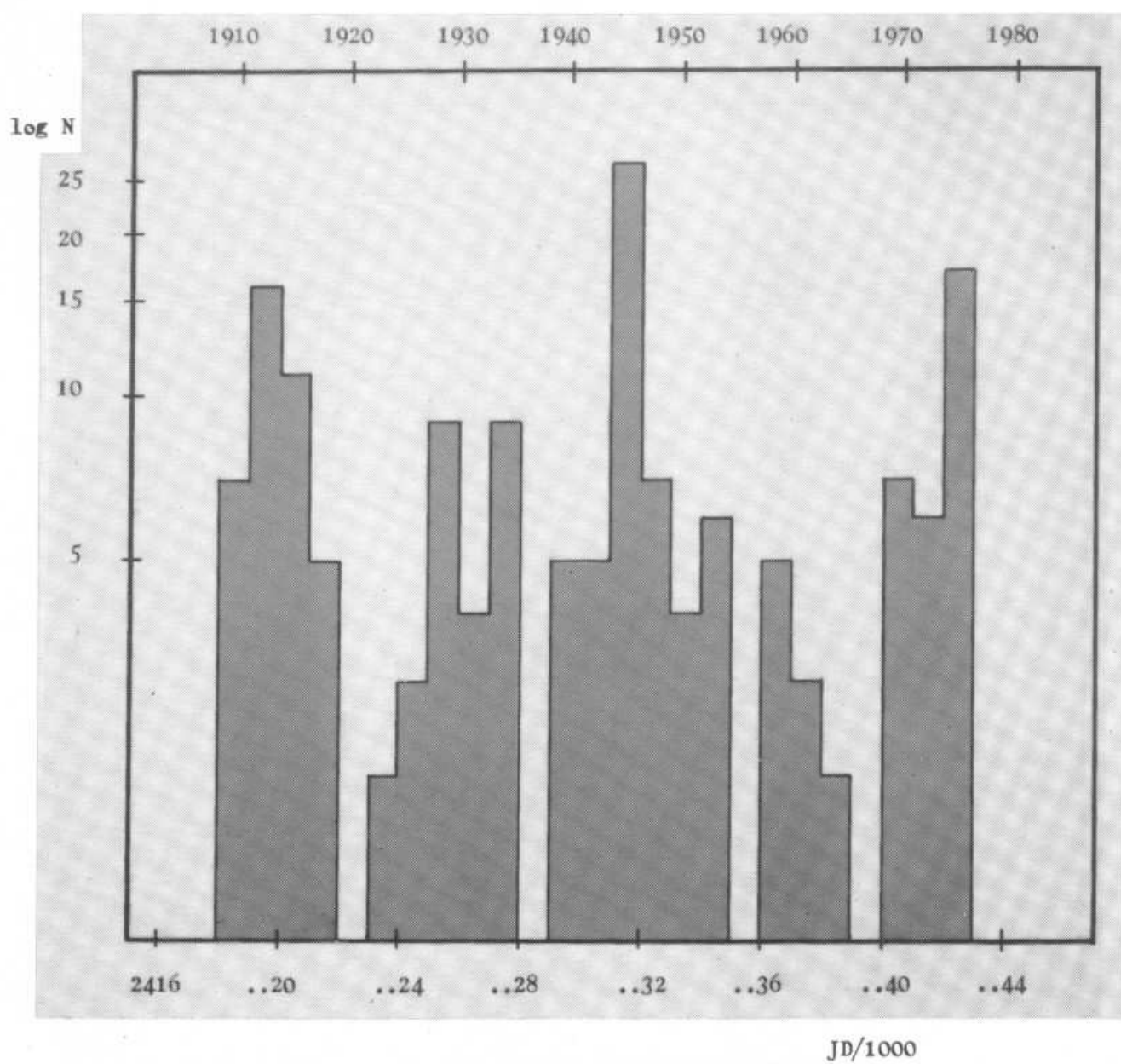


fig. 1 - Distribuzione dei fotogrammi selezionati in funzione del tempo.

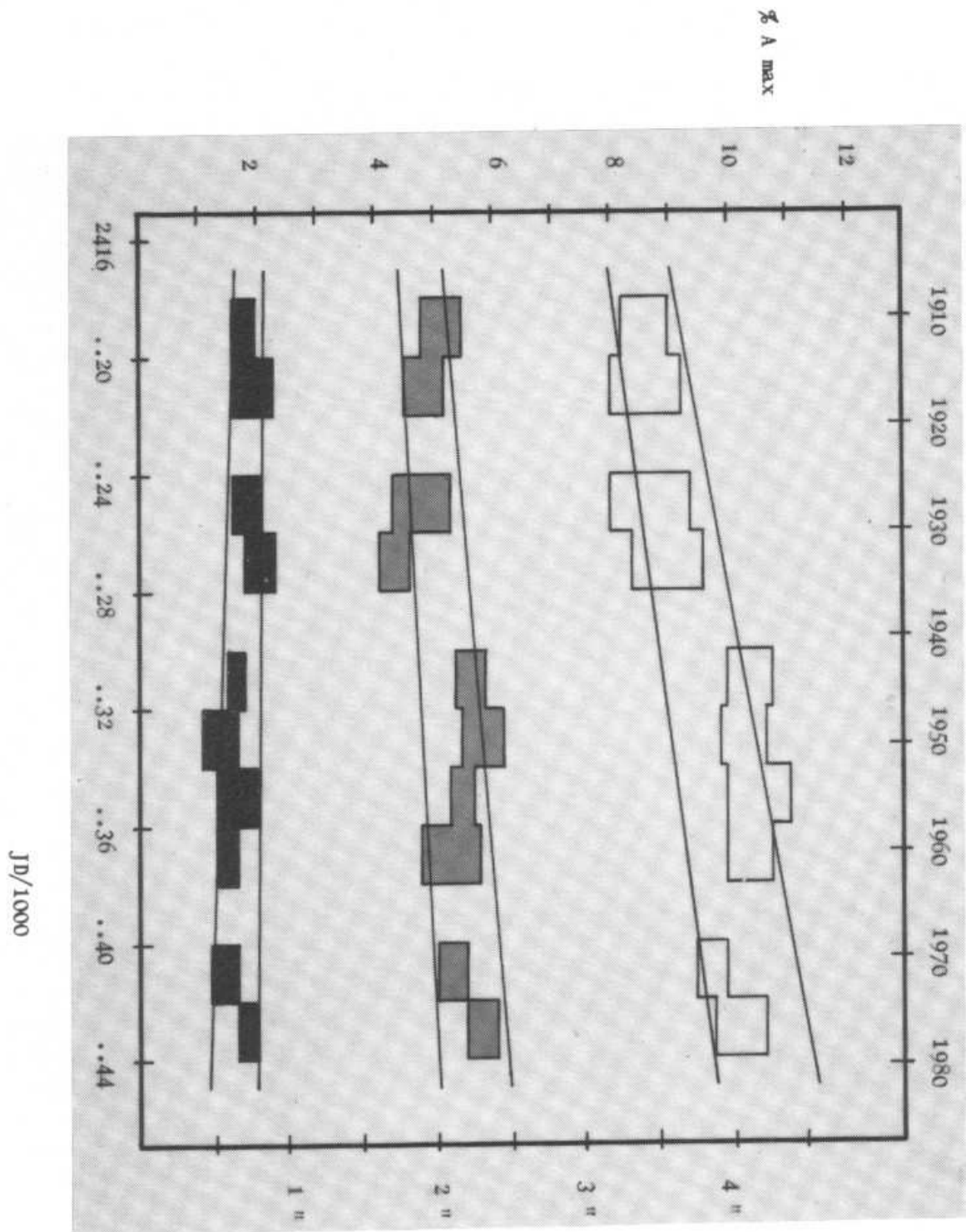


fig. 3 - Dimensioni degli anelli di Saturno in funzione del tempo (espresso in giorni giuliani). Anello B : bianco; Anello A : grigio; Divisione di Cassini : nero.

La fig. 3 mostra l'andamento delle dimensioni degli anelli con il tempo.
Analogamente, osservando la fig. 3, si possono fare le seguenti considerazioni:

b1) per l'anello A, la retta che meglio interpola i punti sperimentali è:

$$y = 4.26 (\pm 0.24) + 3.2 \cdot 10^{-5} (\pm 8 \cdot 10^{-6}) x$$

In questo caso, il coefficiente angolare è positivo.

b2) per la divisione di Cassini, la retta che meglio interpola i punti sperimentali è:

$$y = 2.08 (\pm 0.15) - 1.1 \cdot 10^{-5} (\pm 5 \cdot 10^{-6}) x$$

In questo caso, il coefficiente angolare è negativo.

b3) per l'anello B, la retta che meglio interpola i punti sperimentali è:

$$y = 7.15 (\pm 0.35) + 7.9 \cdot 10^{-5} (\pm 1.1 \cdot 10^{-5}) x$$

In questo caso, il coefficiente angolare è positivo.

Le dimensioni medie degli anelli, calcolate in base a tutte le determinazioni eseguite sono, in percentuale di asse maggiore:

| | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Anello A | 5.11 % \pm 0.20 | 2".02 \pm 0".18 |
| Div. di Cassini | 1.77 % \pm 0.11 | 0".70 \pm 0".14 |
| Anello B | 9.51 % \pm 0.27 | 3".75 \pm 0".21 |

I valori in secondi d'arco sono stati calcolati assumendo l'asse maggiore pari a $39".45 \pm 0".10$ (a 9.539 U.A.) (2,3).

4. Discussione.

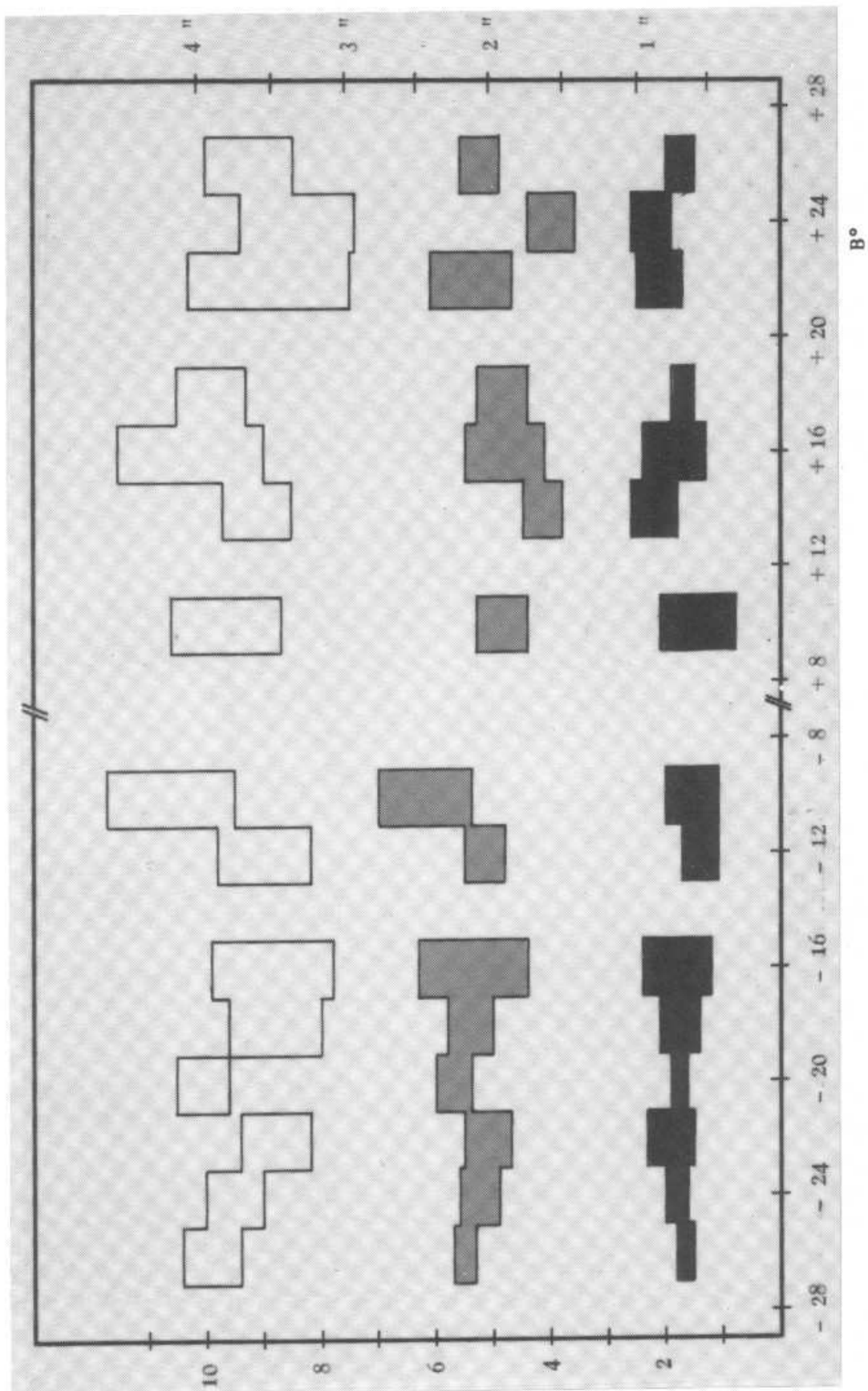
In Tab. 2 i nostri risultati sono comparati con quelli di Dollfus (2,3), Coupinot (4) e Pollack (6,7).

Una possibile spiegazione del punto a1 dei Risultati è che durante i periodi in cui il valore di B è basso (vicino a 0°), la determinazione delle dimensioni degli anelli è obiettivamente difficoltosa; ciò potrebbe spiegare l'aumento degli errori di misura compiuti quando $B \approx 0^\circ$.

Poichè la declinazione di Saturno decresce al crescere di B, ciò comporta che, per osservatori posti nell'emisfero boreale terrestre, l'altezza sull'orizzonte del pianeta sia maggiore quando il valore di B è negativo e minore quando $B > 0^\circ$. Ciò implica una minor qualità e frequenza delle osservazioni (vedi fig. 1). Ciò potrebbe spiegare il punto a2.

In fotografia planetaria c'è la tendenza a ridurre le esposizioni in relazione all'altezza dell'oggetto sull'orizzonte allo scopo di ridurre effetti di turbolenza atmosferica; ciò potrebbe essere una parziale spiegazione del punto a3.

L'aumento delle dimensioni degli anelli A e B e la contemporanea leggera diminuzione della divisione di Cassini (vedi fig. 3 e i punti b1, b2, b3) può essere spiegato con il costante sviluppo della tecnica fotografica e più in generale può essere imputato all'enorme "boom tecnologico" che ha caratterizzato il presente secolo. Tale spiegazione può essere solo parziale ma ha il vantaggio di non prendere in considerazione variazioni dell'equilibrio fisico della struttura degli anelli di Saturno che, pur essendo possibili, sono ritenute molto improbabili.



% A max

fig. 2 - Dimensione degli anelli di Saturno in funzione della latitudine saturnicentrica Anello B : bianco; Anello A : grigio; Divisione di Cassini : nero.

Tab. 2 I risultati comparati con quelli di Dollfus (2,3), Coupinot (4), e Pollack (6,7)

| Particolare | nostri risultati | Dollfus | Coupinot | Pollack |
|----------------------|------------------|-------------|----------|--------------|
| lim.esterno anello A | 39".45±0".10 (★) | 39".45±0.10 | 39".8 | 39".64±0".29 |
| lim.interno anello A | 35".41±0".17 | 34".80±0.12 | 35".4 | 35".14±0".29 |
| lim.esterno anello B | 34".01±0".15 | 34".10±0.10 | 33".9 | 33".74±0".29 |
| lim.interno anello B | 26".51±0".20 | 26".68±0.22 | 26".6 | 26".42±0".29 |

(★) - da Dollfus (2,3).

5. Ringraziamenti.

Siamo grati ai Proff. A. Dollfus e R. Servajean, rispettivamente Direttore dell'Osservatorio di Parigi-Meudon e Direttore dell'IAUPPC, per la cordiale ospitalità e le interessanti discussioni.

Ringraziamo anche le Sig.re Neyvoz, Bartholot e Hafkin.

6. Bibliografia.

- (1)- Struve, W., A.N., n. 139
- (2)- Dollfus, A. (1970) New Optical Measurements of the Diameters of Jupiter, Saturn, Uranus and Neptune, Icarus, 12, 101-117
- (3)- Dollfus, A. (1970) Diamètres del Planètes et Satellites, in Surfaces and Interiors of Planet and Satellites, a. Dollfus ed., pp. 46-138, Academic Press London and New York, London
- (4)- Coupinot, G. (1973) Les Anneaux de Saturne en 1969. Etude Morphologique et Photométrique. II. Déconvolution des Courbes Photométriques Brutes, Icarus, 19, 212-223
- (5)- Guerin, P. (1973) Les Anneaux de Saturne en 1969. Etude Morphologique et Photométrique. I. Obtention et Dépouillement des Photographies, Icarus, 19, 202-211
- (6)- Pollack, J.B. (1975) The Rings of Saturn, Space Science Rev., 18, 3
- (7)- Pollack, J.B. (1978) The Rings of Saturn, American Scientist, 66, 30-37