

**OBSERVACIONES DEL PLANETOIDE (51)  
NEMAUSA DURANTE LOS AÑOS 1951-1954**

**Por**

**Adelina Gutiérrez Alonso**

# OBSERVACIONES DEL PLANETOIDE (51) NEMAUSA DURANTE LOS AÑOS 1951 — 1954 \*

POR ADELINA GUTIÉRREZ ALONSO \*\*

Acaba de aparecer un trabajo [1] del Dr. Peter Naur, astrónomo del Observatorio Real de Copenhague, Dinamarca, en el cual analiza los resultados de las observaciones del planeta (51) Nemausa, realizadas en varios observatorios durante los años 1942/54, con el fin de mejorar el sistema de declinaciones del catálogo fundamental FK3 en la zona ecuatorial. Dice Naur:

“Es un hecho bien conocido que a pesar de los grandes esfuerzos realizados para eliminar los errores sistemáticos en las observaciones modernas hechas con círculos meridianos y en la formación de catálogos fundamentales a partir de estas observaciones, todavía pueden encontrarse errores sistemáticos apreciables en las declinaciones fundamentales de la zona ecuatorial”.

“Se han propuesto varios métodos para la determinación de estos errores sistemáticos, independientemente de las observaciones meridianas. Uno de ellos es observar intensivamente un pequeño planeta a través de varias revoluciones y luego hacer un mejoramiento preciso de sus elementos orbitales. Todo residuo sistemático que no pueda eliminarse entre el movimiento calculado a partir de estos elementos y las posiciones observadas, puede interpretarse como un error sistemático en las posiciones de las estrellas con respecto a las cuales se hicieron las observaciones”.

Alrededor de 1940 se inició en el Observatorio de Copenhague un programa de este tipo, circunscribiéndose a determinar los errores de las declinaciones en el ecuador mediante la observación de un solo planeta, (51) Nemausa, elegido porque la orientación de su órbita es tal que siempre lo hace aparecer muy cerca del ecuador en las cercanías de la oposición y porque es suficientemente brillante para ser observado con astrógrafos de tamaño moderado.

Se pedían [2] observaciones que cumplieran con los siguientes requisitos:

- 1) Las posiciones debían ser fotográficas.
- 2) El telescopio debía tener una distancia focal no inferior a 2 metros.
- 3) Las estrellas de comparación se elegirían entre aquellas cuyas posiciones podían referirse con exactitud a un sistema fundamental bien establecido.
- 4) Debía usarse una red de difracción que diera imágenes de segundo orden dos magnitudes más débiles, aproximadamente, que la imagen central.
- 5) Las exposiciones se harían cerca del meridiano.
- 6) Debían hacerse dos series de exposiciones, invirtiendo el antejo entre ambas.
- 7) En lo posible, las estrellas de referencia se elegirían entre las que tuvieran tipos espectrales comprendidos entre F5 y K5. De estas condiciones, sólo 1), 2) y 3) se consideraban esenciales.

En su publicación Naur entrega los resultados de las observaciones fotográficas del período 1943/54, con un total de 750 posiciones agrupadas en las 27 series que se indican a continuación, incluyendo el número de observaciones y el error medio  $\epsilon(k)$  de los residuos de cada serie.

\* Entregado para su publicación, en septiembre de 1957.

\*\* Astrónomo segundo del Observatorio Astronómico de la Universidad de Chile.

Nº	Observatorio	Nº observaciones	$\varepsilon(k)$
1	Tashkent	16	0''25
2	Lick	6	0.25
3	Alger	14	0.18
4	Leiden	8	0.23
5	Alger	23	0.11
6	Leiden	12	0.13
7	San Fernando	8	0.47
8	Leiden	90	0.16
9	Burdeos	10	0.34
10	San Fernando	5	0.40
11	Vaticano	34	0.24
12	Lick	15	0.21
13	Burdeos	43	0.34
14	Leiden	10	0.15
15	San Fernando	11	0.40
16	Santiago	75	0.33
17	Leiden	9	0.22
18	Greenwich	8	0.25
19	Alger	13	0.25
20	Leiden	34	0.20
21	Santiago	42	0.25
22	Greenwich	13	0.30
23	Alger	38	0.11
24	Copenhague	65	0.18
25	Viena	88	0.25
26	San Fernando	44	0.53
27	Santiago	16	0.30

Estas posiciones se combinaron en 28 lugares normales que permitieron calcular los siguientes elementos mejorados del planetaide:

Epoca y osculación: 1949 marzo 25.0 T. U.

$$\left. \begin{aligned} M_0 &= 3^\circ 39' 50''79 \pm 0''28 \text{ (error medio)} \\ \omega &= 0 \quad 33 \quad 39.08 \pm 0.32 \\ \Omega &= 176 \quad 1 \quad 11.33 \pm 0.21 \\ i &= 9 \quad 57 \quad 11.721 \pm 0.036 \\ e &= 0.065 \quad 61882 \pm 65 \times 10^{-8} \\ a &= 2.365 \quad 721386 \pm 38 \times 10^{-9} \end{aligned} \right\} \text{ Eclíptica y equinoccio de 1950.0}$$

La corrección resultante para las declinaciones del FK3 es

$$+ 0''10 \pm 0''04 \text{ error medio)}$$

La cooperación del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad de Chile a este programa se concretó en 133 posiciones obtenidas en tres series. La primera (Nº 16 de la lista anterior), de noviembre de 1951 a enero de 1952, por A. M. Rutllant, con 75 posiciones; la segunda (Nº 21) de abril a Junio de 1953, con 42 posiciones; por F. Rutllant; y la tercera (Nº 27) en noviembre de 1954, con 16 posiciones, por A. Gutiérrez. En todas estas observaciones se cumplieron los requisitos 1), 2), 3), 5) y 7) anteriormente mencionados.

#### Características comunes a las tres series

Todas las placas fueron obtenidas, sin filtro, en el Astrógrafo Cau-tier tipo Carta del Cielo, de 33 cm. de abertura y 343 cm. de distancia focal, con una escala de 59''6 por milímetro en el ecuador. Una red astrofotográfica con divisiones de 5 en 5 mm., construida por Secretan de París, fue grabada en cada placa antes de su exposición. En general, se hicieron tres exposiciones, con intervalos de 10 minutos y desplazando el instrumento cada vez en la coordenada más conveniente para facilitar la identificación.

El tiempo sidereal de la observación se determinó con el péndulo Molyneux, controlado diariamente por comparación con uno de los relojes patrones Riefler del Observatorio, anotando los instantes del comienzo y fin de cada exposición con precisión del segundo.

Para la medición de las placas dispone el Observatorio de dos micrómetros: uno Repsold y uno Toepfer. Ambos tienen tornillos que permiten leer el céntesimo de vuelta y apreciar el milésimo, siendo su paso de un tercio de milímetro y pudiendo, por lo tanto, apreciar el tercio de micrón. La carrera total de cada tornillo es de 20 vueltas, lo que hace que para determinar las coordenadas, sea necesario efectuar lecturas no sólo en las estrellas sino también en los hilos de la red astrofotográfica previamente grabada, la cual tiene el inconveniente de que a veces sus trazos coinciden con el objeto que se desea medir. Para las estrellas se hicieron tres punterías a cada hilo y tres a cada imagen tanto en "x" como en "y", y cinco para el planetaide.

En cada placa se eligieron dos triángulos de comparación, generalmente con seis estrellas diferentes, todas obtenidas de los catálogos de Yale [3], e incluyendo en sus posiciones el movimiento propio, siempre que éste figuraba. La elección de estrellas de comparación adecuadas fue facilitada por las cartas enviadas por Naur que indicaban la trayectoria del planeta entre las estrellas de los catálogos de Yale [4].

•Cada una de las tres imágenes se redujo independientemente con cada triángulo, aplicando el método de dependencias en la forma dada por el Dr. S. Arend [5]. Se obtuvieron así dos valores para cada imagen de la placa, lo que nos permitió controlar la consistencia interna de nuestras observaciones.

Finalmente, tomando el promedio de los dos valores para cada exposición, se corrigieron las observaciones por paralaje y se compararon con la efemérides, interpolada hasta la tercera diferencia y tomando en cuenta el tiempo de luz. Los (0-c) resultantes no son, sin embargo, iguales a los dados en su trabajo por Naur, pues éste hizo la comparación con la órbita ya mejorada y empleando el tiempo de efemérides.

A continuación damos los resultados de nuestras observaciones, tomando para cada época el promedio de las dos posiciones e indicando nuestros residuos y los obtenidos por el Dr. Naur.

**Primera Serie [6]**

Efemérides: Minor Planets Circulars 685 y Circulaire de la Unión  
Astronomique Internationale N° 1327.

Observó : A. M. Rutllant.

Midió : A. M. Rutllant.

Placa : Super Panchro - Press P 1200.

Nº	1951/52 T.U.	$\alpha$ (1950.0)			$\delta$ (1950.0)			$P\alpha$	$P\delta$	(O-C) Stgo.		(O-C) Naur	
										$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$
1	Nov. 21.14919	5 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 49.74 <sup>s</sup>	+7° 41' 21.4"	-0.271 <sup>s</sup>	-3.66"	-0.51 <sup>s</sup>	-1.5"	+0.06 <sup>s</sup>	-0.2"				
2	16477	49 49.10	41 17.0	209	70	48	-1.2	10	-0.0				
3	21.17342	49 48.70	41 14.4	195	72	53	-1.3	06	0.0				
4	25.14178	46 59.75	22 31.6	228	72	41	-1.2	10	+0.3				
5	15217	46 59.22	22 29.0	212	74	45	-1.0	07	+0.5				
6	25.16187	5 46 58.78	+7 22 26.4	-0.196	-3.77	-0.44	-1.1	+0.08	+0.4				
7	27.12871	5 45 26.26	+7 13 49.4	-0.240	-3.72	-0.44	-2.3	+0.09	-1.0				
8	13771	45 25.84	13 47.1	226	74	41	-2.3	12	-1.0				
9	14637	45 25.39	13 45.6	212	76	42	-1.7	10	-0.4				
10	28.15681	44 35.72	9 32.7	189	81	44	-1.3	12	-0.2				
11	16512	44 35.29	9 31.0	175	82	44	-1.0	12	+0.2				
12	28.17343	5 44 34.82	+7 9 28.1	-0.159	-3.84	-0.48	-1.8	+0.08	-0.7				
13	Dic. 1.14866	5 42 1.05	+6 57 52.2	-0.188	-3.83	-0.60	-1.2	+0.10	-0.8				
14	15697	42 0.59	57 50.8	173	85	60	-0.8	10	-0.3				
15	1.16494	42 0.12	57 49.2	158	87	63	-0.7	07	-0.2				
16	5.14643	38 19.12	44 23.0	169	88	81	+1.0	10	-0.4				
17	15509	38 18.56	44 21.0	152	89	87	+0.6	06	-0.8				
18	5.16340	5 38 18.11	+6 44 19.9	-0.136	-3.91	-0.81	+1.0	+0.10	-0.5				
19	7.12853	5 36 23.84	+6 38 39.0	-0.190	-3.87	-0.90	+1.9	+0.06	-0.6				
20	13753	36 23.32	38 38.2	174	87	87	+2.6	09	0.0				
21	7.14619	36 22.74	38 37.0	157	90	94	+2.8	03	+0.2				
22	11.13425	32 23.27	29 8.8	154	91	86	+3.3	08	-0.1				
23	14291	32 22.76	29 7.7	137	93	83	+3.3	12	-0.2				
24	11.15122	5 32 22.22	+6 29 6.8	-0.120	-3.94	-0.84	+3.4	+0.10	-0.1				
25	13.10904	5 30 22.16	+6 25 31.9	-0.190	-3.88	-0.80	+3.3	+0.09	+0.6				
26	11735	30 21.62	25 31.1	174	90	81	+3.4	08	+0.6				
27	13.12566	30 21.10	25 30.1	158	91	81	+3.2	09	+0.4				
28	15.13367	28 17.10	22 33.6	129	94	62	+1.9	22	0.0				
29	14233	28 16.44	22 32.7	111	95	73	+1.5	11	-0.3				
30	15.15064	5 28 15.93	+6 22 32.4	-0.093	-3.96	-0.70	+1.9	+0.13	+0.1				

№	1951/52 T.U.	$\alpha$ (1950.0)			$\delta$ (1950.0)			$P_{\alpha}$	$P_{\delta}$	(O-C) Stgo.		(O-C) Naur	
		$\alpha$	$\delta$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$	$\alpha$			$\delta$			
31	18.12892	5 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 11.60 <sup>s</sup>	+6 <sup>o</sup> 19' 36.4"	-0.117 <sup>s</sup>	-3.94 <sup>"</sup>	-0.62 <sup>s</sup>	+0.2 <sup>"</sup>	+0.11 <sup>s</sup>	-0.2 <sup>"</sup>				
32	13757	25 11.04	19 36.2	099	95	62	+0.2	10	0.0				
33	18.14588	25 10.50	19 35.8	081	96	63	+0.2	09	0.0				
34	20.10819	23 9.82	18 36.8	145	92	60	-0.7	06	0.0				
35	11684	23 9.28	18 36.8	128	93	60	-0.6	07	+0.2				
36	20.12515	5 23 8.73	+6 18 36.2	-0.111	-3.94	-0.62	-1.0	+0.04	-0.4				
37	22.09716	5 21 8.88	+6 18 22.1	-0.153	-3.91	-0.47	-2.4	+0.13	-1.1				
38	10582	21 8.30	18 22.2	136	92	52	-2.4	09	-1.0				
39	22.11413	21 7.80	18 22.4	119	93	50	-2.2	11	-0.8				
40	24.10484	19 8.66	18 56.6	124	92	48	-2.0	08	-0.3				
41	11350	19 8.12	18 57.0	106	93	50	-1.9	08	-0.1				
42	24.12181	5 19 7.60	+6 18 56.9	-0.089	-3.94	-0.50	-2.2	+0.07	-0.4				
43	29.12159	5 14 21.40	+6 23 47.4	-0.052	-3.92	-0.52	-1.3	+0.10	-0.5				
44	13024	14 20.88	23 48.3	034	93	55	-1.1	07	-1.0				
45	29.13855	14 20.39	23 49.4	016	93	57	-0.7	06	0.0				
46	31.08009	12 35.94	27 0.0	124	89	60	-0.8	07	-0.2				
47	08875	12 35.46	27 0.5	107	89	61	-1.2	06	-1.2				
48	31.09706	5 12 35.00	+6 27 1.8	-0.090	-3.90	-0.61	-0.8	+0.06	-0.4				
49	Enr. 3.13903	5 10 0.29	+6 33 25.6	+0.021	-3.89	-0.61	-0.9	+0.10	-0.5				
50	14768	9 59.84	33 26.8	040	89	61	-1.0	08	-0.6				
51	3.15599	9 59.39	33 27.6	+0.057	88	62	-1.4	06	-0.9				
52	7.10316	6 57.88	44 12.8	-0.027	85	62	-0.7	02	-0.3				
53	11182	6 57.52	44 14.5	-0.009	85	59	-0.6	05	-0.1				
54	7.12013	5 6 57.12	+6 44 16.2	+0.008	-3.85	-0.61	-0.4	+0.02	+0.1				
55	8.11635	5 6 15.18	+6 47 23.0	+0.007	-3.84	-0.45	-1.2	+0.17	-0.6				
56	12501	6 14.74	47 25.4	025	84	52	-0.5	10	0.0				
57	8.13332	6 14.40	47 26.4	043	84	49	-1.1	13	-0.6				
58	11.10816	4 18.37	57 42.6	010	81	47	-0.9	08	-0.6				
59	11682	4 18.03	57 44.8	028	81	48	-0.6	08	-0.3				
60	11.12513	5 4 17.70	+6 57 46.4	+0.045	-3.81	-0.49	-0.9	+0.07	-0.5				
61	12.13173	5 3 41.80	+7 1 33.5	+0.065	-3.79	-0.48	-0.5	+0.06	-0.2				
62	14039	3 41.47	1 34.9	082	78	49	-1.1	05	-0.8				
63	12.14870	3 41.20	1 37.6	099	78	45	-0.4	08	0.0				
64	13.11169	3 8.58	5 22.7	030	79	47	-0.6	05	-0.3				
65	12035	3 8.24	5 25.0	048	79	51	-0.4	02	-0.1				
66	13.12866	5 3 8.00	+7 5 27.3	+0.065	-3.79	-0.46	0.0	+0.07	+0.3				
67	15.09375	5 2 6.58	+7 13 31.6	+0.006	-3.77	-0.43	-0.1	+0.08	+0.2				
68	10241	2 6.35	13 33.4	024	77	40	-0.5	12	-0.2				
69	15.11072	2 6.04	13 36.0	040	76	44	0.0	08	+0.3				
70	17.12983	5 1 10.06	22 25.9	090	72	50	-0.2	02	+0.3				
71	13849	1 9.81	22 28.4	107	71	51	0.0	01	+0.5				
72	17.14680	5 1 9.62	+7 22 30.8	+0.123	-3.70	-0.48	+0.2	+0.05	+0.6				
73	18.08969	5 0 46.31	+7 26 47.7	+0.016	-3.74	-0.39	-1.3	+0.14	-0.7				
74	09835	0 45.98	26 50.5	033	73	51	-0.9	03	-0.3				
75	18.10666	5 0 45.78	+7 26 53.2	+0.050	-3.73	-0.49	-0.5	+0.04	+0.1				

**ESTRELLAS DE COMPARACION (YALE VOL. 22) Y OTROS DATOS**

Nº	ESTRELLAS	DEPENDENCIAS	TIEMPO DE EXPOSICION	OBSERVACIONES
1	2445 2458 2486	0.30546 0.34869 0.34585	15 <sup>m</sup>	
	2448 2461 2477	25959 46819 27222		
2	2445 2458 2486	30653 35296 34051	10	
	2448 2461 2477	26051 47649 26300		
3	2445 2458 2486	30720 35542 33738	5	
	2448 2461 2477	0.26120 0.48156 0.25723		
4	2405 2439 2444	0.30984 0.30316 0.38700	5	
	2403 2424 2448	20102 44851 35047		
5	2405 2439 2444	31211 30537 38251	5	
	2403 2424 2448	20332 44825 34843		
6	2405 2439 2444	31406 30785 37809	3	
	2403 2424 2448	0.20525 0.44811 0.34664		
7	2390 2415 2424	0.28260 0.35083 0.36656	3	
	2392 2405 2439	21436 45138 33426		
8	2390 2415 2424	28465 35017 36518	3	
	2392 2405 2439	21614 45100 33286		
9	2390 2415 2424	28684 34968 36348	2	
	2392 2405 2439	0.21773 0.45106 0.33121		
10	2390 2403 2424	0.33861 0.44162 0.21977	2	
	2376 2414 2421	42331 22906 34762		
11	2390 2403 2424	34109 44078 21813	2	
	2376 2414 2421	42546 22684 34770		
12	2390 2403 2424	34400 43938 21662	2	
	2376 2414 2421	0.42791 0.22389 0.34819		
13	2360 2381 2390	0.36798 0.51901 0.11301	2	
	2369 2370 2392	43013 19585 37401		
14	2360 2381 2390	36893 53085 10022	2	
	2369 2370 2392	43541 19455 37004		
15	2360 2381 2390	36988 54297 08715	1	
	2369 2370 2392	0.44096 0.19299 0.36606		
16	2330 2334 2347	0.45174 0.24723 0.30103	3	
	2324 2326 2360	27623 40655 31722		
17	2330 2334 2347	46417 23904 29679	2	
	2324 2326 2360	27816 40723 31461		
18	2330 2334 2347	47368 23329 29302	2	
	2324 2326 2360	0.27978 0.40776 0.31246		
19	2291 2331 2347	0.52980 0.23042 0.23979	3	1)
	2286 2324 2326	23723 33913 42363		
20	2291 2331 2347	53165 22999 23836	3	1)
	2286 2324 2326	23981 33737 42282		
21	2291 2331 2347	53385 22923 23692	2	1)
	2286 2324 2326	0.24276 0.33530 0.42194		
22	2250 2259 2301	0.38917 0.34611 0.26472	3	2)
	2238 2272 2286	25460 31634 42906		
23	2250 2259 2301	39108 34590 26302	2	2)
	2238 2272 2286	25652 31665 42683		
24	2250 2259 2301	39304 34588 26108	2	2)
	2238 2272 2286	0.25859 0.31695 0.42445		

Nº	ESTRELLAS	DEPENDENCIAS	TIEMPO DE EXPOSICION	OBSERVACIONES
25	2237 2238 2256	0.35654 0.29666 0.34680	2	3)
	2211 2259 2272	44799 26049 29151		
26	2237 2238 2256	35799 29859 34342	2	3)
	2211 2259 2272	44987 25929 29084		
27	2237 2238 2256	35958 30039 34003	2	3)
	2211 2259 2272	0.45171 0.25809 0.29020		
28	2211 2237 2238	0.66652 0.26138 0.07211	3	
	2206 2227 2250	52228 20810 26962		
29	2211 2237 2238	67280 25894 06825	2	
	2206 2227 2250	52397 21075 26529		
30	2211 2237 2238	67753 25708 06539	2	
	2206 2227 2250	0.52534 0.21251 0.26216		
31	2175 2205 2206	0.38709 0.37126 0.24164	3	
	2186 2194 2217	47144 30584 22273		
32	2175 2205 2206	38950 37071 23979	2	
	2186 2194 2217	47289 30700 22011		
33	2175 2205 2206	39180 37026 23794	2	
	2186 2194 2217	0.47423 0.30820 0.21757		
34	2168 2175 2187	0.25684 0.39478 0.34838	3	
	2162 2186 2194	38201 38784 23015		
35	2168 2175 2187	25776 40053 34171	2	
	2162 2186 2194	38475 38645 22881		
36	2168 2175 2187	25901 40587 33512	2	
	2162 2186 2194	0.38760 0.38482 0.22758		
37	2150 2168 2175	0.40985 0.42926 0.16089	3	
	2143 2145 2187	32219 29235 38546		
38	2150 2168 2175	41244 42990 15766	2	
	2143 2145 2187	32360 29290 38350		
39	2150 2168 2175	41466 43046 15488	2	
	2143 2145 2187	0.32484 0.29337 0.38179		
40	2135 2143 2162	0.48697 0.26480 0.24824	3	
	2122 2137 2168	23546 51074 25380		
41	2135 2143 2162	48935 26552 24513	2	
	2077 2109 2116	23695 51110 25195		
42	2122 2137 2168	49174 26600 24225	2	
	2135 2143 2162	0.23846 0.51133 0.25020		
43	2122 2137 2168	0.41916 0.43473 0.14611	3	
	2083 2094 2114	22551 53289 24160		
44	2077 2109 2116	42147 43452 14402	2	
	2083 2094 2114	22823 53285 23892		
45	2077 2109 2116	42362 43443 14195	2	
	2083 2094 2114	0.23083 0.53271 0.23646		
46	2055 2083 2099	0.31300 0.27710 0.40989	3	
	2068 2091 2094	44567 45213 10220		
47	2055 2083 2099	31492 27642 40866	2	
	2068 2091 2094	44842 45225 09933		
48	2055 2083 2099	31659 27613 40728	2	
	2068 2091 2094	0.45093 0.45260 0.09647		



Nº	ESTRELLAS	DEPENDENCIAS	TIEMPO DE EXPOSICION	OBSERVACIONES
49	2036 2062 2082 2040 2068 2083	0.37114 0.37704 0.25181 49428 32528 18044	3	
50	2036 2062 2082 2040 2068 2083	37260 37714 25027 49610 32472 17918	2	
51	2036 2062 2082 2040 2068 2083	37400 37715 24885 49781 32427 17793	2	
52	2015 2029 2040 2010 2036 2044	40048 38050 21903 21434 25181 33385	3	4)
53	2015 2029 2040 2010 2036 2044	40138 38552 21309 41742 24873 33385	2	4)
54	2015 2029 2040 2010 2036 2044	40244 39097 20659 42075 24544 33381	2	4)
55	2005 2029 2036 1991 2039 2040	50671 13191 36138 40176 30825 28999	3	5)
56	2005 2029 2036 1991 2039 2040	51028 12880 36092 40344 30725 28931	2	5) 6)
57	2005 2029 2036 1991 2039 2040	51296 12620 36084 40469 30692 28840	2	5)
58	1990 2005 2010 1972 1987 2029	50301 39632 10067 39761 20113 40126	3	3)
59	1990 2005 2010 1972 1987 2029	50595 39493 09911 39919 20053 40029	2	3)
60	1990 2005 2010 1972 1987 2029	50881 39332 09787 40045 20024 39931	2	3)
61	1970 1972 2005 1985 1987 2012	26971 18654 54375 23287 50216 26497	3	
62	1970 1972 2005 1985 1987 2012	26915 18892 54193 23514 50176 26310	2	
63	1970 1972 2005 1985 1987 2012	26770 19181 54049 23734 50108 26158	2	
64	1965 1970 2005 1972 1987 1995	25376 34859 39765 31913 33061 35026	3	
65	1965 1970 2005 1972 1987 1995	25523 34871 39606 32255 32884 34861	2	7)
66	1965 1970 2005 1972 1987 1995	25662 34846 39493 32517 32736 34747	2	
67	1965 1970 1991 1954 1985 1990	55056 25369 19575 39304 28997 31700	3	
68	1965 1970 1991 1954 1985 1990	55189 25443 19368 39426 29038 31536	2	
69	1965 1970 1991 1954 1985 1990	55362 25544 19094 39592 29097 31311	2	
70	1954 1959 1972 1944 1970 1981	33365 52161 14474 48382 09743 41875	3	6)
71	1954 1959 1972 1944 1970 1981	33551 52374 14075 48558 09620 41822	2	
72	1954 1959 1972 1944 1970 1981	33683 52560 13757 48696 09510 41794	2	
73	1944 1959 1961 1945 1962 1972	37517 41882 20601 48015 30031 21954	3	
74	1944 1959 1961 1945 1962 1972	37835 42057 20108 48243 30100 21657	2	
75	1944 1959 1961 1945 1962 1972	38021 42247 19732 0.48369 0.30193 0.21438	2	

- OBSERVACIONES:** 1.—Guiaje defectuoso.  
 2.—Luna de doce días.  
 3.—Luna de catorce días.  
 4.—Luna de diez días.  
 5.—Luna de once días.  
 6.—Nemausa en un hilo de la red.  
 7.—Mancha de la emulsión cerca de la imagen de Nemausa.

**Segunda Serie [7]**

Efemérides: IAUC N° 1387.  
 Observó : F. Rutllant.

Midió : A. Gutiérrez.  
 Placa : Super Panchro - Press  
 P 1200.

Nº	1953 T. U.	α (1950.0)		δ (1950.0)		Pα	Pδ	(O-C) Stgo.		(O-C) Naur	
		α	δ	α	δ			α	δ		
1	Abr. 13.14454	16 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 1.36 <sup>s</sup>	—8° 34' 49.7"	—0.308	—3.03	—0.78	+1.0	+0.28	—1.2		
2	16013	13 1.12	34 42.1	289	—2.96	79	1.2	26	0.9		
3	13.17225	13 0.92	34 36.4	273	91	81	1.2	25	1.0		
4	15.16054	12 30.42	18 42.4	284	98	83	1.7	24	0.7		
5	16920	12 30.25	18 38.4	272	95	84	1.5	24	0.8		
6	15.17716	12 30.12	18 35.4	260	—2.92	82	0.8	26	1.6		
7	16.12525	12 13.00	10 55.4	323	—3.14	83	2.3	26	—0.2		
8	13565	12 12.78	10 51.0	312	09	85	1.7	24	0.7		
9	16.14534	12 12.56	—8 10 46.2	301	05	87	1.9	22	0.5		
10	18.13643	11 31.07	—7 54 38.3	307	11	87	1.6	23	0.8		
11	14682	11 30.82	54 33.3	294	07	87	1.5	24	0.9		
12	18.15651	11 30.59	54 28.6	281	03	87	1.6	23	0.9		
13	21.15179	10 14.76	30 3.2	278	09	87	1.5	23	0.8		
14	16080	10 14.51	29 58.4	264	06	85	1.9	25	0.4		
15	21.16980	16 10 14.21	—7 29 53.6	250	03	89	2.4	22	0.0		
16	May. 16.09942	15 51 49.68	—4 23 34.9	243	42	96	2.2	27	0.8		
17	10843	51 49.18	23 32.0	225	40	94	1.8	29	1.2		
18	16.11708	51 48.66	23 28.3	208	39	98	2.4	26	0.6		
19	19.09883	49 5.52	6 23.0	224	42	93	1.9	30	1.2		
20	10784	49 4.99	6 19.4	206	41	96	2.6	29	0.7		
21	19.11649	49 4.48	6 16.8	189	40	97	2.4	27	0.9		
22	20.09609	48 10.84	1 2.4	223	42	96	2.0	29	1.0		
23	10509	48 10.38	0 59.2	205	41	91	2.3	34	0.6		
24	20.11410	48 9.84	—4 0 56.2	186	40	95	2.5	30	0.4		
25	Jun. 2.02314	36 57.56	—3 11 2.2	268	44	87	1.4	31	0.8		
26	03007	36 57.20	11 1.2	257	43	89	1.4	29	0.7		
27	2.03699	36 56.87	11 0.2	245	42	88	1.4	30	0.8		
28	3.00726	36 11.25	8 47.2	287	45	83	1.3	33	0.9		
29	01765	36 10.77	8 45.8	271	43	81	1.3	35	0.8		
30	3.02803	36 10.25	—3 8 44.2	254	42	83	1.6	33	0.6		
31	10.98963	30 35.86	—2 58 56.6	266	34	84	1.7	27	0.3		
32	11.00002	30 35.48	58 57.0	250	33	82	1.1	29	0.8		
33	11.01040	30 35.09	—2 58 56.6	233	32	81	1.3	30	0.7		
34	18.98101	26 28.74	—3 3 47.3	233	19	80	1.9	30	0.0		
35	18.99660	26 28.32	3 48.7	205	17	81	1.8	28	0.0		
36	19.00872	26 27.99	3 50.2	183	16	82	1.4	28	0.3		
37	22.97493	25 3.28	11 19.7	217	10	76	1.2	28	—0.3		
38	22.99051	25 2.97	11 22.0	191	09	75	1.0	28	0.4		
39	23.00436	25 2.70	11 23.4	166	08	75	1.5	28	0.0		
40	25.97714	24 16.48	19 2.8	195	03	73	0.4	25	0.5		
41	25.99273	24 16.26	19 5.0	168	02	72	0.9	26	0.0		
42	26.00657	15 24 16.07	—3 19 7.8	—0.143	—3.00	—0.70	+0.5	+0.29	—0.4		

**ESTRELLAS DE COMPARACION (YALE VOL. 16) Y OTROS DATOS**

Nº	ESTRELLAS	DEPENDENCIAS	TIEMPO DE EXPOSICION	OBSERVACIONES
1	5641 5648 5652	0.33759 0.32469 0.33772	15 <sup>m</sup>	
	5632 5657 5660	50142 16668 33191		
2	5641 5648 5652	33871 32573 33556	10	
	5632 5657 5660	50174 16912 32914		
3	5641 5648 5652	33953 32651 33396	5	
	5632 5657 5660	0.50199 0.17101 0.32701		
4	5632 5648 5651	0.38399 0.12088 0.49514	3	
	5636 5637 5657	24040 41204 34756		
5	5632 5648 5651	38425 12322 49253	2	
	5636 5637 5657	23950 41361 34689		
6	5632 5648 5651	38456 12510 49034	1	
	5636 5637 5657	0.23880 0.41488 0.34632		
7	5638 5641 5651	0.31059 0.33455 0.35486	5	
	5632 5648 5657	47271 36559 16170		
8	5638 5641 5651	31206 33438 35355	5	
	5632 5648 5657	47225 36898 15877		
9	5638 5641 5651	31362 33400 35238	3	
	5632 5648 5657	0.47175 0.37227 0.15598		
10	5632 5638 5648	0.31729 0.38296 0.29976	5	
	5635 5641 5651	47975 31179 20846		
11	5632 5638 5648	31647 38575 29777	5	
	5635 5641 5651	48103 31164 20732		
12	5632 5638 5648	31566 38850 29585	3	
	5635 5641 5651	0.48222 0.31153 0.20625		
13	5626 5637 5646	0.45620 0.30051 0.24328	3	
	5617 5635 5638	15768 19566 64666		
14	5626 5637 5646	45793 29853 24354	3	
	5617 5635 5638	15800 20086 64114		
15	5626 5637 5646	45990 29657 24352	3	
	5617 5635 5638	0.15842 0.20627 0.63531		
16	5511 5519 5523	0.36648 0.39772 0.23580	3	
	5514 5518 5521	37595 33569 28837		
17	5511 5519 5523	36885 39623 23492	3	
	5514 5518 5521	38269 33135 28596		
18	5511 5519 5523	37151 39435 23414	2	
	5514 5518 5521	0.39060 0.32584 0.28356		
19	5493 5502 5514	0.05749 0.44000 0.50250	3	
	5496 5519 5520	54856 33084 12059		
20	5493 5502 5514	05777 44191 50032	3	
	5496 5519 5520	54998 33085 11917		
21	5493 5502 5514	05834 44336 49831	2	
	5496 5519 5520	0.55128 0.33106 0.11767		
22	5489 5496 5518	0.18697 0.41710 0.39592	3	
	5493 5502 5511	08480 48687 42833		
23	5489 5496 5518	18872 41629 39500	3	
	5493 5502 5511	08508 48958 42534		
24	5489 5496 5518	19085 41510 39406	3	
	5493 5502 5511	0.08577 0.49239 0.42183		

Nº	ESTRELLAS			DEPENDENCIAS			TIEMPO DE EXPOSICION	OBSERVACIONES
25	5437	5463	5464	0.25616	0.40089	0.34295	5	
	5452	5460	5467	28882	32982	38136		
26	5437	5463	5464	25758	40158	34084	5	
	5452	5460	5467	29232	32702	38066		
27	5437	5463	5464	25893	40214	33893	5	
	5452	5460	5467	0.29555	0.32442	0.38003		
28	5452	5458	5464	0.42300	0.34398	0.23302	5	
	5441	5460	5463	33811	31643	34546		
29	5452	5458	5464	42531	34496	22973	5	
	5441	5460	5463	33991	31685	34324		
30	5452	5458	5464	42759	34607	22634	5	
	5441	5460	5463	0.34197	0.31733	0.34070		
31	5413	5414	5428	0.28364	0.40114	0.31523	5	
	5412	5419	5425	22982	71390	05628		
32	5413	5414	5428	28391	40345	31263	5	
	5412	5419	5425	23149	71515	05336		
33	5413	5414	5428	28438	40550	31012	5	
	5412	5419	5425	0.23341	0.71606	0.05053		
34	5394	5397	5412	0.31836	0.40977	0.27187	15	3)
	5391	5399	5414	42173	30221	27606		
35	5394	5397	5412	31751	41285	26964	10	3)
	5391	5399	5414	42321	30199	27480		
36	5394	5397	5412	31686	41535	26779	5	3)
	5391	5399	5414	0.42441	0.30163	0.27397		
37	5391	5393	5398	0.26139	0.34387	0.39475	15	4)
	5386	5394	5403	33077	51676	15247		
38	5391	5393	5398	26602	34294	39103	10	4)
	5386	5394	5403	33186	51725	15089		
39	5391	5393	5398	26968	34248	38784	10	4)
	5386	5394	5403	0.33302	0.51752	0.14947		
40	5373	5393	5394	0.20226	0.38947	0.40828	15	5)
	5370	5391	5398	17323	43894	38783		
41	5373	5393	5394	20323	38862	40815	10	5)
	5370	5391	5398	17208	44615	38176		
42	5373	5393	5394	20419	38764	40817	10	5)
	5370	5391	5398	0.17065	0.45428	0.37507		

OBSERVACIONES: 1.—Imagen de Nemausa apenas visible.  
 2.—Imágenes débiles por nubes.  
 3.—Nubes tenues casi permanentes.  
 4.—Luna de doce días.  
 5.—Luna de quince días.

**Tercera Serie [8]**

Efemérides: MPC 1105 y 1126; IAUC 1451 y 1467.

Observó : A. Gutiérrez.

Midió : A. Gutiérrez.

Placa : Kodac espectroscópica, tipo 103 F.

En este caso las estrellas de comparación fueron reducidas al sistema del FK3 por medio de las correcciones proporcionadas por el Dr. Naur [9].

Nº	1954 T. U.	$\alpha$ (1950.0)			$\delta$ (1950.0)			$P_{\alpha}$	$P_{\delta}$	(O-C) Stgo.		(O-C) Naur	
										$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$
1	Nov. 5.09380	23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 9.90	-5° 11' 11.0"	+0.309	-2.42	+0.30	+0.4	+0.29	+0.5				
2	10418	56 9.76	11 13.8	057	43	32	0.8	30	0.9				
3	5.11630	56 9.60	11 15.6	080	43	34	1.7	32	1.8				
4	12.05945	55 16.08	80 58.4	012	30	26	1.2	26	1.2				
5	06845	55 16.06	30 59.2	028	30	28	1.5	29	1.5				
6	12.07815	23 55 16.02	-5 31 0.3	+0.044	-2.30	+0.27	+1.6	+0.27	+1.6				
7	13.04149	23 55 14.66	-5 32 52.9	-0.013	-2.28	+0.27	+1.9	+0.28	+2.0				
8	05050	55 14.65	32 54.1	+0.002	28	28	1.7	29	1.8				
9	13.06020	55 14.64	32 55.3	018	28	30	1.5	31	1.7				
10	16.04300	55 19.46	37 28.4	002	24	27	1.4	27	1.3				
11	17.06232	55 24.17	38 35.4	040	23	20	1.0	21	1.1				
12	06924	23 55 24.22	-5 38 35.9	+0.051	-2.23	+0.22	+0.9	+0.24	+1.1				
13	17.07617	23 55 24.27	-5 38 36.3	+0.063	-2.23	+0.24	+0.9	+0.26	+1.1				
14	18.07078	55 30.57	39 29.2	057	22	31	0.6	30	0.5				
15	07632	55 30.62	39 29.0	067	22	32	1.1	31	1.0				
16	18.08117	23 55 30.64	-5 39 29.8	+0.074	-2.22	+0.31	+0.6	+0.32	+0.5				

ESTRELLAS DE COMPARACION (YALE VOL. 16 y 17) Y OTROS DATOS

Nº	ESTRELLAS	DEPENDENCIAS	TIEMPO DE EXPOSICION	OBSERVACIONES
1	8435 8185 8195	0.39440 0.43461 0.17098	5 <sup>m</sup>	1)
	8171 8438 8191	32125 11728 56148		
2	8435 8185 8195	39515 43424 17060	5	1)
	8171 8438 8191	32119 11817 56064		
3	8435 8185 8195	39594 43392 17014	10	1)
	8171 8438 8191	32110 11914 55976		
4	8171 8438 8191	17413 67029 15558	3	
	8435 8178 8445	40193 43572 16244		
5	8171 8438 8191	17399 67060 15542	3	
	8435 8178 8445	40228 43523 16249		
6	8171 8438 8191	17385 67112 15503	5	
	8435 8178 8445	40312 43461 16227		
7	8435 8178 8445	46110 37481 16408	3	
	8173 8432 8191	29881 33187 36932		
8	8435 8178 8445	46164 37416 16420	3	
	8173 8432 8191	29859 33219 36922		
9	8435 8178 8445	46223 37348 16429	5	
	8173 8432 8191	29831 33250 36918		
10	8435 8178 8445	55213 23118 21669	5	2)
	8173 8432 8191	22692 40295 37013		
11	8435 8178 8445	55228 19761 25011	5	
	8173 8432 8191	19923 41993 38084		
12	8435 8178 8445	55215 19740 25046	5	
	8173 8432 8191	19897 42006 38097		
13	8435 8178 8445	55209 19719 25072	5	
	8173 8432 8191	19876 42016 38108		
14	8435 8178 8445	53606 17219 29174	5	
	8173 8432 8191	16930 43334 39736		
15	8435 8178 8445	53565 17233 29202	5	
	8173 8432 8191	16921 43328 39750		
16	8435 8178 8445	53568 17208 29224	5	
	8173 8432 8191	0.16899 0.43349 0.39752		

OBSERVACIONES: 1.—Luna de nueve días.  
2.—Exposición interrumpida por nubes.

### Precisión esperada de los resultados

“El error medio de una observación cualquiera se compone de dos partes independientes, que son:

a) El error medio de la determinación de la posición del planeta entre las estrellas de comparación, supuestas las posiciones de estas últimas como conocidas con infinita precisión, y

b) El error medio de las posiciones de las estrellas de comparación en el catálogo con respecto al FK3, de modo que:

$$\varepsilon^2(t) = \varepsilon^2(o) + \varepsilon^2(e) *$$

en que  $\varepsilon(t)$  es el error medio total,  $\varepsilon(o)$  la contribución del observador y  $\varepsilon(e)$  la de las estrellas” [10].

Una primera idea del monto de este error total en nuestras observaciones nos la da la comparación de los valores obtenidos para cada posición con los dos triángulos de referencia. Si  $\varepsilon(e) = \varepsilon(o) = 0$ , los dos valores serían iguales; pero como  $\varepsilon(e)$  y  $\varepsilon(o) \neq 0$  existen diferencias que tabulamos a continuación:

DIFERENCIA EN $\alpha$		DIFERENCIA EN $\delta$	
Monto	Frecuencia	Monto	Frecuencia
0°00	25	0"0	13
01	32	1	26
02	34	2	31
03	19	3	14
04	12	4	19
05	7	5	13
06	2	6	6
07	2	7	5
		8	3
		9	0
		1.0	1
		1	1
		2	1

o resumiendo:

DIFERENCIA EN $\alpha$		DIFERENCIA EN $\delta$	
Monto	Frecuencia	Monto	Frecuencia
0.00-0.04	122	" "	122
0.05-0.07	11	0.7-1.2	11

\*  $\varepsilon^2(t) = [\varepsilon(t)]^2$ .

Debemos notar que todas las placas en que las diferencias entre los dos triángulos fueron superiores a 0"04 en  $\alpha$  o 0"6 en  $\delta$ , se midieron nuevamente, persistiendo estas diferencias, lo que hace sospechar que en estos casos  $\epsilon(e)$  predomina sobre  $\epsilon(0)$ .

Otro control de la precisión de nuestras observaciones lo obtuvimos tomando como incógnita, en placas elegidas al azar, alguna de las estrellas de comparación y determinando su posición a partir de otras estrellas de la placa, midiendo siempre las tres imágenes con dos triángulos de comparación; obtuvimos así para cada estrella seis posiciones cuyo promedio se comparó con la posición dada por el catálogo de Yale, aplicándole movimiento propio. Además de las diferencias (O-C) entre lo observado y lo dado por el catálogo, podemos también determinar la consistencia interna de nuestras observaciones calculando la desviación standard de la media aritmética según la fórmula: [11]

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{[v v]}{n(n-1)}}$$

en que "v" es la diferencia de cada medida con el promedio y "n" el número de medidas.

Veamos por ejemplo la placa del 11 de diciembre de 1951. Se tomó como incógnita la estrella 2281 y como estrellas de comparación las 2274, 2286, 2291, 2254, 2278 y 2301. Los resultados fueron los siguientes:

	$\alpha$			$\delta$		
	h	m	s	°	'	"
	5	33	33.08	+6	36	56.6
			04			56.7
			06			57.5
			05			56.6
			04			56.6
			05			56.8
Prom.	5	33	33.05	+6	36	56.8
Yale	5	33	33.03	+6	36	57.0
O-C			+0.02	—		0.2
$\sigma/\sqrt{n}$			$\pm 0.006$	$\pm$		0.14

En la placa del 16 de abril de 1953, se tomó como incógnita la estrella 5648 y como estrellas de comparación las 5637, 5638, 5651, 5657, 5658 y 5661, con los siguientes resultados:

	$\alpha$			$\delta$		
	h	m	s	°	'	"
	16	13	28.21	-7	48	47.6
			20			47.7
			20			47.6
			20			47.6
			21			47.4
			20			47.7
Prom.	16	13	28.20	-7	48	47.6
Yale	16	13	28.20	-7	48	48.0
O-C			0.00			+0.4
$\sigma/\sqrt{n}$			$\pm 0.001$			$\pm 0.04$

Otras mediciones análogas realizadas en diferentes placas nos permiten dar el siguiente resumen:

Medición	(O-C)	$\frac{\sigma(\alpha)}{\sqrt{n}}$	(O-C)	$\frac{\sigma(\delta)}{\sqrt{n}}$
1	+0.02	$\pm 0.006$	-0.2	$\pm 0.14$
2	0.00	001	+0.4	04
3	-0.02	005	-0.2	15
4	-0.03	006	-0.2	06

Como estas cuatro placas han sido elegidas al azar y, en consecuencia, representan una muestra estadísticamente adecuada del conjunto, estimamos que la precisión que pueda deducirse de este análisis es del orden de  $\pm 0''.5$ , valor que concuerda con los  $0''.6$  que encontramos anteriormente como diferencia máxima para la mayor parte de las medidas.

### Precisión de los resultados analizados por el Dr. Naur

A partir de los residuos resultantes para las diferentes series de medidas hace Naur un cuidadoso análisis de los errores accidentales y determina el error medio de cada serie en la siguiente forma [12]:

Sea una serie de  $m$  placas con  $n$  exposiciones cada una, y cada exposición con un cierto residuo (O-C). Se forma el residuo promedio de cada placa y en seguida la suma de los cuadrados de las desviaciones de este promedio para todas las placas. Si designamos esta suma por  $Q$ , el error medio de los (O-C) de cada serie supuesto igual para todas las exposiciones, está dado por:

$$\epsilon = \sqrt{\frac{Q}{N - m}}$$

en que  $N$  es el número total de exposiciones. Como  $\epsilon$  final de cada serie se tomó el valor  $\epsilon(k)$ , medio aritmético de  $\epsilon(\alpha)$  y  $\epsilon(\delta)$ .

Para nuestras tres series los resultados fueron los siguientes:

Serie	$\epsilon(\alpha)$	$\epsilon(\delta)$	$\epsilon(k)$
1	0.38 $\pm$ 0.04	0.28 $\pm$ 0.03	0.33
2	0.22 0.03	0.27 0.04	0.25
3	0.26 0.06	0.35 0.08	0.30

Para después a analizar la concordancia sistemática de las series. Para ello [13] hace un gráfico suavizado de los residuos de los lugares normales; en seguida determina para cada observación la desviación entre el residuo observado y esta curva; y finalmente, tomando cada serie de observaciones calcula el promedio de estas desviaciones y su error medio. Las desviaciones medias encontradas para nuestras tres series, junto con sus errores medios, son las siguientes:



Serie	Desv. en $\alpha$	Desv. en $\delta$
1	+0.005 $\pm$ 4	—0.02 $\pm$ 5
2	+0.014 $\pm$ 3	—0.07 $\pm$ 5
3	+0.007 $\pm$ 7	—0.15 $\pm$ 12

Se ve que, en general, las desviaciones son más o menos del mismo orden de magnitud que sus errores medios, lo que muestra —dice el Dr. Naur— que las series están en buena concordancia sistemática.

**TRABAJO FUTURO.**—La publicación del trabajo del Dr. Naur no implica que el programa de observación del planetoide (51) Nemausa esté terminado. Por el contrario, debe continuarse en forma intensiva, ya que se planea mejorar la órbita y, por lo tanto, las correcciones al FK3, cuando se haya multiplicado el número de observaciones. Es así como en el Observatorio Astronómico de la Universidad de Chile se obtuvo una serie de 30 placas con 89 posiciones [14] durante la oposición de 1956; un estudio preliminar de los (O-C) obtenidos arroja un  $\epsilon(k)$  igual a 0".23. Actualmente el planetoide continúa en nuestro programa de observación.

> \* <

## REFERENCIAS:

- [1] NAUR, P.—Minor Planet (51) Nemausa and the Fundamental System of Declinations, Kobenhavn, Atelier Electra, 1957.
- [2] NAUR, P.—Comunicación privada y loc. citada, pág. 27 - 28.
- [3] Transactions of the Astronomical Observatory of Yale University, 13 Volúmenes de las declinaciones + 30° a — 30°.
- [4] NAUR, P.—Comunicación privada.
- [5] AREND, S.—Reduction de plaques astrophotographiques en coordonnées équatoriales. BAB, Vol. I, N° 9, 1933.
- [6] M P C 868 - 869.
- [7] M P C 1217 - 1220.
- [8] M P C 1263 - 1265.
- [9] NAUR, P.—Comunicación privada.
- [10] NAUR, P.—Loc. citada, pág. 43 - 44.
- [11] WHITTAKER AND ROBINSON.—The calculus of observation, pág. 206.
- [12] NAUR, P.—Loc. citada, pág. 44.
- [13] NAUR, P.—Loc. citada, pág. 49.
- [14] M. P. C. 1437, 1438, 1441, 1442, 1510, 1511, 1512, 1515, 1516, 1517.

> \* <