

Q Tesis / RAY - 2
(ROJO)

R.13421
L.29322117

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

LOS CUADRANTES SOLARES EN LA ARQUITECTURA:

NUEVOS DISEÑOS

TOMO II



TESIS DOCTORAL DE

José M^a Raya Román, Arquitecto, Profesor Encargado de Curso de Geometría Descriptiva de la E.T.S.A. de Sevilla.

Director: Dr.D. Jaime Lòpez de Asiaín, Arquitecto, Catedrático de Composición Arquitectónica de la E.T.S.A. de Sevilla.

Sevilla, Noviembre de 1985.

CAPITULO VII.- PROGRAMAS DE CALCULOS

En el presente capítulo se han incluido una serie de programas de cálculo y las tablas de valores obtenidas a partir de ellos, realizados ambos con una calculadora alfanumérica programable HP-41 CV.

Todos los programas están basados en las construcciones gráficas de los correspondientes cálculos gráficos realizados en los capítulos III y V, y con lo cual obtenemos una doble utilidad:

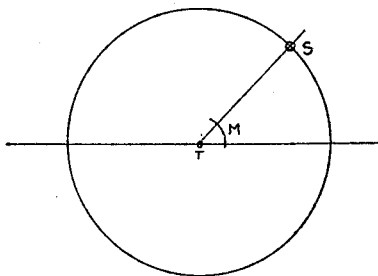
a.- Los cálculos gráficos se pueden sustituir parcialmente por los realizados con la calculadora, a partir de los valores tabulados; así cuando calculamos gráficamente la declinación solar para un día determinado, se podrá tomar el valor de la anomalía verdadera, que está tabulado para ese día, simplificando de esta forma el cálculo gráfico, al no tener que hallar gráficamente la posición real del sol en su órbita aparente. O bien, cuando calculamos las proyecciones del rayo del sol, se puede partir del valor de la declinación tomado de la correspondiente tabla y así evitar su cálculo gráfico previo.

b.- Los valores tabulados nos sirven como comprobación de la exactitud obtenida con los cálculos gráficos.

```

01*LBL "A-M"
02 1.36501
03 STO 05
04*LBL 01
05 RCL 05
06 INT
07 XEQ 02
08 ISG 05
09 GTO 01
10 STOP
11*LBL 02
12 .986301370
13 *
14 HMS
15 VIEW X
16 RTN
17 END

```



ANOMALÍA MEDIA "A-M"

Con este programa se ha realizado la tabla de valores siguientes, correspondientes a la posición teórica que ocuparía el sol en su órbita aparente supuesta ésta circular con centro en la tierra y su velocidad angular uniforme.

El programa utiliza la función ISG (incrementa y saltea si es mayor), paso 08, que junto con el número 1.36501, controla un bucle para calcular los 365 primeros números naturales.

Cada uno de los números calculados los multiplica por 0,986301370, pasos 12 y 14, equivalente a la fracción: $360^\circ/365$ días, con lo que se obtiene el ángulo barrido por el radio vector de posición, día a día, con origen en el perigeo (1).

$$M = n \frac{360^\circ}{365 \text{ d.}}$$

"A-M"

1.	ENE. 1.	0.50	32.	FEB. 1.	31.30
2.	ENE. 2.	1.50	33.	FEB. 2.	32.30
3.	ENE. 3.	2.50	34.	FEB. 3.	33.30
4.	ENE. 4.	3.50	35.	FEB. 4.	34.30
5.	ENE. 5.	4.50	36.	FEB. 5.	35.30
6.	ENE. 6.	5.50	37.	FEB. 6.	36.29
7.	ENE. 7.	6.50	38.	FEB. 7.	37.29
8.	ENE. 8.	7.50	39.	FEB. 8.	38.29
9.	ENE. 9.	8.50	40.	FEB. 9.	39.27
10.	ENE. 10.	9.51	41.	FEB. 10.	40.26
11.	ENE. 11.	10.51	42.	FEB. 11.	41.25
12.	ENE. 12.	11.50	43.	FEB. 12.	42.24
13.	ENE. 13.	12.49	44.	FEB. 13.	43.24
14.	ENE. 14.	13.48	45.	FEB. 14.	44.22
15.	ENE. 15.	14.47	46.	FEB. 15.	45.22
16.	ENE. 16.	15.47	47.	FEB. 16.	46.21
17.	ENE. 17.	16.46	48.	FEB. 17.	47.20
18.	ENE. 18.	17.45	49.	FEB. 18.	48.19
19.	ENE. 19.	18.44	50.	FEB. 19.	49.17
20.	ENE. 20.	19.43	51.	FEB. 20.	50.16
21.	ENE. 21.	20.42	52.	FEB. 21.	51.17
22.	ENE. 22.	21.42	53.	FEB. 22.	52.16
23.	ENE. 23.	22.41	54.	FEB. 23.	53.15
24.	ENE. 24.	23.40	55.	FEB. 24.	54.14
25.	ENE. 25.	24.39	56.	FEB. 25.	55.14
26.	ENE. 26.	25.38	57.	FEB. 26.	56.13
27.	ENE. 27.	26.37	58.	FEB. 27.	57.12
28.	ENE. 28.	27.37	59.	FEB. 28.	58.11
29.	ENE. 29.	28.36			
30.	ENE. 30.	29.35			
31.	ENE. 31.	30.34			

60.	MAR. 1.	59.10	91.	APR. 1.	89.45
61.	MAR. 2.	60.10	92.	APR. 2.	90.44
62.	MAR. 3.	61.09	93.	APR. 3.	91.43
63.	MAR. 4.	62.08	94.	APR. 4.	92.42
64.	MAR. 5.	63.07	95.	APR. 5.	93.42
65.	MAR. 6.	64.06	96.	APR. 6.	94.41
66.	MAR. 7.	65.05	97.	APR. 7.	95.40
67.	MAR. 8.	66.05	98.	APR. 8.	96.39
68.	MAR. 9.	67.04	99.	APR. 9.	97.38
69.	MAR. 10.	68.03	100.	APR. 10.	98.37
70.	MAR. 11.	69.02	101.	APR. 11.	99.37
71.	MAR. 12.	70.01	102.	APR. 12.	100.36
72.	MAR. 13.	71.00	103.	APR. 13.	101.35
73.	MAR. 14.	72.00	104.	APR. 14.	102.34
74.	MAR. 15.	72.59	105.	APR. 15.	103.33
75.	MAR. 16.	73.58	106.	APR. 16.	104.33
76.	MAR. 17.	74.57	107.	APR. 17.	105.32
77.	MAR. 18.	75.56	108.	APR. 18.	106.31
78.	MAR. 19.	76.56	109.	APR. 19.	107.30
79.	MAR. 20.	77.55	110.	APR. 20.	108.29
80.	MAR. 21.	78.54	111.	APR. 21.	109.28
81.	MAR. 22.	79.53	112.	APR. 22.	110.29
82.	MAR. 23.	80.52	113.	APR. 23.	111.27
83.	MAR. 24.	81.51	114.	APR. 24.	112.26
84.	MAR. 25.	82.51	115.	APR. 25.	113.25
85.	MAR. 26.	83.50	116.	APR. 26.	114.24
86.	MAR. 27.	84.49	117.	APR. 27.	115.24
87.	MAR. 28.	85.48	118.	APR. 28.	116.23
88.	MAR. 29.	86.47	119.	APR. 29.	117.22
89.	MAR. 30.	87.47	120.	APR. 30.	118.21
90.	MAR. 31.	88.46			

121.	MAY. 1.	119.20
122.	MAY. 2.	120.19
123.	MAY. 3.	121.19
124.	MAY. 4.	122.18
125.	MAY. 5.	123.17
126.	MAY. 6.	124.16
127.	MAY. 7.	125.15
128.	MAY. 8.	126.14
129.	MAY. 9.	127.14
130.	MAY. 10.	128.13
131.	MAY. 11.	129.12
132.	MAY. 12.	130.11
133.	MAY. 13.	131.10
134.	MAY. 14.	132.10
135.	MAY. 15.	133.09
136.	MAY. 16.	134.08
137.	MAY. 17.	135.07
138.	MAY. 18.	136.06
139.	MAY. 19.	137.05
140.	MAY. 20.	138.05
141.	MAY. 21.	139.04
142.	MAY. 22.	140.03
143.	MAY. 23.	141.02
144.	MAY. 24.	142.01
145.	MAY. 25.	143.00
146.	MAY. 26.	144.00
147.	MAY. 27.	144.59
148.	MAY. 28.	145.58
149.	MAY. 29.	146.57
150.	MAY. 30.	147.56
151.	MAY. 31.	148.56

152.	JUN. 1.	149.55
153.	JUN. 2.	150.54
154.	JUN. 3.	151.53
155.	JUN. 4.	152.52
156.	JUN. 5.	153.51
157.	JUN. 6.	154.51
158.	JUN. 7.	155.50
159.	JUN. 8.	156.49
160.	JUN. 9.	157.48
161.	JUN. 10.	158.47
162.	JUN. 11.	159.47
163.	JUN. 12.	160.46
164.	JUN. 13.	161.45
165.	JUN. 14.	162.44
166.	JUN. 15.	163.43
167.	JUN. 16.	164.42
168.	JUN. 17.	165.42
169.	JUN. 18.	166.41
170.	JUN. 19.	167.40
171.	JUN. 20.	168.39
172.	JUN. 21.	169.38
173.	JUN. 22.	170.37
174.	JUN. 23.	171.37
175.	JUN. 24.	172.36
176.	JUN. 25.	173.35
177.	JUN. 26.	174.34
178.	JUN. 27.	175.32
179.	JUN. 28.	176.32
180.	JUN. 29.	177.32
181.	JUN. 30.	178.31

182.	JUL. 1.	179.33	213.	AGO. 1.	218.85
183.	JUL. 2.	180.29	214.	AGO. 2.	211.84
184.	JUL. 3.	181.28	215.	AGO. 3.	212.87
185.	JUL. 4.	182.28	216.	AGO. 4.	213.82
186.	JUL. 5.	183.27	217.	AGO. 5.	214.81
187.	JUL. 6.	184.26	218.	AGO. 6.	215.80
188.	JUL. 7.	185.25	219.	AGO. 7.	216.80
189.	JUL. 8.	186.24	220.	AGO. 8.	216.59
190.	JUL. 9.	187.24	221.	AGO. 9.	217.58
191.	JUL. 10.	188.23	222.	AGO. 10.	218.57
192.	JUL. 11.	189.22	223.	AGO. 11.	219.56
193.	JUL. 12.	190.21	224.	AGO. 12.	220.56
194.	JUL. 13.	191.20	225.	AGO. 13.	221.55
195.	JUL. 14.	192.19	226.	AGO. 14.	222.54
196.	JUL. 15.	193.19	227.	AGO. 15.	223.53
197.	JUL. 16.	194.18	228.	AGO. 16.	224.52
198.	JUL. 17.	195.17	229.	AGO. 17.	225.51
199.	JUL. 18.	196.16	230.	AGO. 18.	226.51
200.	JUL. 19.	197.15	231.	AGO. 19.	227.50
201.	JUL. 20.	198.14	232.	AGO. 20.	228.49
202.	JUL. 21.	199.14	233.	AGO. 21.	229.48
203.	JUL. 22.	200.13	234.	AGO. 22.	230.47
204.	JUL. 23.	201.12	235.	AGO. 23.	231.47
205.	JUL. 24.	202.11	236.	AGO. 24.	232.46
206.	JUL. 25.	203.10	237.	AGO. 25.	233.45
207.	JUL. 26.	204.10	238.	AGO. 26.	234.44
208.	JUL. 27.	205.09	239.	AGO. 27.	235.43
209.	JUL. 28.	206.08	240.	AGO. 28.	236.42
210.	JUL. 29.	207.07	241.	AGO. 29.	237.42
211.	JUL. 30.	208.06	242.	AGO. 30.	238.41
212.	JUL. 31.	209.05	243.	AGO. 31.	239.40

244.	SEP. 1.	240.29	274.	OTC. 1.	270.14
245.	SEP. 2.	241.30	275.	OTC. 2.	271.14
246.	SEP. 3.	242.37	276.	OTC. 3.	272.15
247.	SEP. 4.	243.37	277.	OTC. 4.	273.12
248.	SEP. 5.	244.34	278.	OTC. 5.	274.11
249.	SEP. 6.	245.35	279.	OTC. 6.	275.10
250.	SEP. 7.	246.34	280.	OTC. 7.	276.10
251.	SEP. 8.	247.37	281.	OTC. 8.	277.09
252.	SEP. 9.	248.33	282.	OTC. 9.	278.08
253.	SEP. 10.	249.32	283.	OTC. 10.	279.07
254.	SEP. 11.	250.31	284.	OTC. 11.	280.06
255.	SEP. 12.	251.30	285.	OTC. 12.	281.05
256.	SEP. 13.	252.29	286.	OTC. 13.	282.05
257.	SEP. 14.	253.29	287.	OTC. 14.	283.04
258.	SEP. 15.	254.28	288.	OTC. 15.	284.03
259.	SEP. 16.	255.27	289.	OTC. 16.	285.02
260.	SEP. 17.	256.26	290.	OTC. 17.	286.01
261.	SEP. 18.	257.25	291.	OTC. 18.	287.00
262.	SEP. 19.	258.24	292.	OTC. 19.	288.00
263.	SEP. 20.	259.24	293.	OTC. 20.	289.59
264.	SEP. 21.	260.23	294.	OTC. 21.	289.58
265.	SEP. 22.	261.22	295.	OTC. 22.	290.57
266.	SEP. 23.	262.21	296.	OTC. 23.	291.56
267.	SEP. 24.	263.20	297.	OTC. 24.	292.56
268.	SEP. 25.	264.19	298.	OTC. 25.	293.55
269.	SEP. 26.	265.19	299.	OTC. 26.	294.54
270.	SEP. 27.	266.18	300.	OTC. 27.	295.53
271.	SEP. 28.	267.17	301.	OTC. 28.	296.52
272.	SEP. 29.	268.16	302.	OTC. 29.	297.51
273.	SEP. 30.	269.15	303.	OTC. 30.	298.51
			304.	OTC. 31.	299.50

305.	NOV. 1.	300.49
306.	NOV. 2.	301.48
307.	NOV. 3.	302.47
308.	NOV. 4.	303.47
309.	NOV. 5.	304.46
310.	NOV. 6.	305.45
311.	NOV. 7.	306.44
312.	NOV. 8.	307.42
313.	NOV. 9.	308.42
314.	NOV. 10.	309.42
315.	NOV. 11.	310.41
316.	NOV. 12.	311.40
317.	NOV. 13.	312.39
318.	NOV. 14.	313.38
319.	NOV. 15.	314.37
320.	NOV. 16.	315.37
321.	NOV. 17.	316.36
322.	NOV. 18.	317.35
323.	NOV. 19.	318.34
324.	NOV. 20.	319.33
325.	NOV. 21.	320.33
326.	NOV. 22.	321.32
327.	NOV. 23.	322.31
328.	NOV. 24.	323.30
329.	NOV. 25.	324.29
330.	NOV. 26.	325.28
331.	NOV. 27.	326.28
332.	NOV. 28.	327.27
333.	NOV. 29.	328.26
334.	NOV. 30.	329.25

335.	DIC. 1.	330.24
336.	DIC. 2.	331.24
337.	DIC. 3.	332.23
338.	DIC. 4.	333.22
339.	DIC. 5.	334.21
340.	DIC. 6.	335.20
341.	DIC. 7.	336.19
342.	DIC. 8.	337.19
343.	DIC. 9.	338.18
344.	DIC. 10.	339.17
345.	DIC. 11.	340.16
346.	DIC. 12.	341.15
347.	DIC. 13.	342.14
348.	DIC. 14.	343.14
349.	DIC. 15.	344.13
350.	DIC. 16.	345.12
351.	DIC. 17.	346.11
352.	DIC. 18.	347.10
353.	DIC. 19.	348.10
354.	DIC. 20.	349.09
355.	DIC. 21.	350.08
356.	DIC. 22.	351.07
357.	DIC. 23.	352.06
358.	DIC. 24.	353.05
359.	DIC. 25.	354.05
360.	DIC. 26.	355.04
361.	DIC. 27.	356.03
362.	DIC. 28.	357.02
363.	DIC. 29.	358.01
364.	DIC. 30.	359.00
365.	DIC. 31.	360.00

```

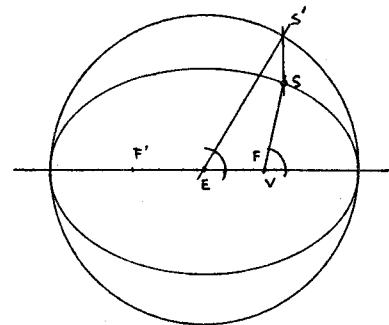
01*LBL "A-E"
02 1.38501
03 STO 05
04*LBL 01
05 RCL 05
06 INT
07 STO 10
08 NEQ 02
09 ISG 05
10 GTO 01
11 STOP
12*LBL 02
13 .017214206
14 *
15 STO 01
16 2
17 *
18 RAD
19 SIN
20 .000140292
21 *
22 ENTER↑
23 RCL 01
24 SIN
25 .016750637
26 *
27 +
28 RCL 01
29 +
30 DEG
31 R-D
32 HMS
33 VIEW X
34 RTN
35 END

```

ANOMALÍA EXCÉNTRICA "A-E"

El programa A-E calcula la anomalía excéntrica del sol en su órbita aparente, expresando su valor en grados y minutos, tomando como origen el perigeo.

Los once primeros pasos del programa calculan el número de días transcurridos desde el perigeo de la misma forma que se realizó en el programa anterior.



En los pasos de programa 13 y 14 se calcula la anomalía media en radianes, multiplicando el número de días por:

$$\frac{2\pi}{365} = 0,017214206$$

En los pasos 16 al 29 se realiza el cálculo de E, anomalía excéntrica, utilizando los tres primeros

términos del desarrollo en serie (2):

$$E = M + e \sin M + \frac{e^2}{2} \sin 2M + \dots$$

siendo M la anomalía media y e la excentricidad de la órbita aparente del sol.

Los números que aparecen en los pasos 20 y 25 son los valores respectivos de:

$$e^2/2 = 0,000140292 \quad \text{y} \quad e = 0,016750637$$

En los pasos de programa 31 y 32 mediante las funciones R-D y HMS se transforman los valores hallados para E en grados decimales y grados y minutos, por lo que los valores expresados en la tabla adjunta, están dados en esta última modalidad.

"A-E"

1.	ENE. 1.	1.00	32.	FEB. 1.	32.04
2.	ENE. 2.	2.00	33.	FEB. 2.	33.04
3.	ENE. 3.	3.00	34.	FEB. 3.	34.04
4.	ENE. 4.	4.00	35.	FEB. 4.	35.04
5.	ENE. 5.	5.00	36.	FEB. 5.	36.04
6.	ENE. 6.	6.00	37.	FEB. 6.	37.04
7.	ENE. 7.	7.00	38.	FEB. 7.	38.04
8.	ENE. 8.	8.00	39.	FEB. 8.	39.04
9.	ENE. 9.	9.00	40.	FEB. 9.	40.04
10.	ENE. 10.	10.00	41.	FEB. 10.	41.04
11.	ENE. 11.	11.00	42.	FEB. 11.	42.04
12.	ENE. 12.	12.00	43.	FEB. 12.	43.04
13.	ENE. 13.	13.00	44.	FEB. 13.	44.04
14.	ENE. 14.	14.00	45.	FEB. 14.	45.04
15.	ENE. 15.	15.00	46.	FEB. 15.	46.04
16.	ENE. 16.	16.00	47.	FEB. 16.	47.04
17.	ENE. 17.	17.00	48.	FEB. 17.	48.04
18.	ENE. 18.	18.00	49.	FEB. 18.	49.04
19.	ENE. 19.	19.00	50.	FEB. 19.	50.04
20.	ENE. 20.	20.00	51.	FEB. 20.	51.04
21.	ENE. 21.	21.00	52.	FEB. 21.	52.04
22.	ENE. 22.	22.00	53.	FEB. 22.	53.04
23.	ENE. 23.	23.00	54.	FEB. 23.	54.04
24.	ENE. 24.	24.00	55.	FEB. 24.	55.04
25.	ENE. 25.	25.00	56.	FEB. 25.	56.04
26.	ENE. 26.	26.00	57.	FEB. 26.	57.04
27.	ENE. 27.	27.00	58.	FEB. 27.	58.04
28.	ENE. 28.	28.00	59.	FEB. 28.	59.04
29.	ENE. 29.	29.00			
30.	ENE. 30.	30.00			
31.	ENE. 31.	31.00			

60.	MAR. 1.	60.50
61.	MAR. 2.	61.50
62.	MAR. 3.	62.51
63.	MAR. 4.	63.51
64.	MAR. 5.	64.51
65.	MAR. 6.	65.51
66.	MAR. 7.	66.51
67.	MAR. 8.	67.51
68.	MAR. 9.	68.51
69.	MAR. 10.	69.51
70.	MAR. 11.	70.50
71.	MAR. 12.	71.50
72.	MAR. 13.	72.50
73.	MAR. 14.	73.50
74.	MAR. 15.	74.50
75.	MAR. 16.	75.49
76.	MAR. 17.	76.49
77.	MAR. 18.	77.49
78.	MAR. 19.	78.48
79.	MAR. 20.	79.48
80.	MAR. 21.	80.47
81.	MAR. 22.	81.47
82.	MAR. 23.	82.46
83.	MAR. 24.	83.46
84.	MAR. 25.	84.45
85.	MAR. 26.	85.45
86.	MAR. 27.	86.44
87.	MAR. 28.	87.43
88.	MAR. 29.	88.43
89.	MAR. 30.	89.42
90.	MAR. 31.	90.41

91.	ABR. 1.	91.40
92.	ABR. 2.	92.39
93.	ABR. 3.	93.38
94.	ABR. 4.	94.37
95.	ABR. 5.	95.36
96.	ABR. 6.	96.35
97.	ABR. 7.	97.34
98.	ABR. 8.	98.33
99.	ABR. 9.	99.32
100.	ABR. 10.	100.31
101.	ABR. 11.	101.30
102.	ABR. 12.	102.29
103.	ABR. 13.	103.27
104.	ABR. 14.	104.26
105.	ABR. 15.	105.25
106.	ABR. 16.	106.23
107.	ABR. 17.	107.22
108.	ABR. 18.	108.21
109.	ABR. 19.	109.19
110.	ABR. 20.	110.18
111.	ABR. 21.	111.16
112.	ABR. 22.	112.15
113.	ABR. 23.	113.13
114.	ABR. 24.	114.12
115.	ABR. 25.	115.10
116.	ABR. 26.	116.09
117.	ABR. 27.	117.07
118.	ABR. 28.	118.05
119.	ABR. 29.	119.03
120.	ABR. 30.	120.01

121.	MAY. 1.	120.60
122.	MAY. 2.	121.58
123.	MAY. 3.	122.56
124.	MAY. 4.	123.54
125.	MAY. 5.	124.52
126.	MAY. 6.	125.50
127.	MAY. 7.	126.48
128.	MAY. 8.	127.46
129.	MAY. 9.	128.44
130.	MAY. 10.	129.42
131.	MAY. 11.	130.40
132.	MAY. 12.	131.38
133.	MAY. 13.	132.36
134.	MAY. 14.	133.34
135.	MAY. 15.	134.32
136.	MAY. 16.	135.29
137.	MAY. 17.	136.27
138.	MAY. 18.	137.25
139.	MAY. 19.	138.23
140.	MAY. 20.	139.20
141.	MAY. 21.	140.18
142.	MAY. 22.	141.16
143.	MAY. 23.	142.13
144.	MAY. 24.	143.11
145.	MAY. 25.	144.09
146.	MAY. 26.	145.06
147.	MAY. 27.	146.04
148.	MAY. 28.	147.01
149.	MAY. 29.	147.99
150.	MAY. 30.	148.96
151.	MAY. 31.	149.94

152.	JUN. 1.	150.91
153.	JUN. 2.	151.89
154.	JUN. 3.	152.86
155.	JUN. 4.	153.84
156.	JUN. 5.	154.81
157.	JUN. 6.	155.79
158.	JUN. 7.	156.76
159.	JUN. 8.	157.73
160.	JUN. 9.	158.71
161.	JUN. 10.	159.68
162.	JUN. 11.	160.66
163.	JUN. 12.	161.63
164.	JUN. 13.	162.60
165.	JUN. 14.	163.58
166.	JUN. 15.	164.55
167.	JUN. 16.	165.52
168.	JUN. 17.	166.49
169.	JUN. 18.	167.47
170.	JUN. 19.	168.44
171.	JUN. 20.	169.41
172.	JUN. 21.	169.99
173.	JUN. 22.	170.96
174.	JUN. 23.	171.93
175.	JUN. 24.	172.90
176.	JUN. 25.	173.88
177.	JUN. 26.	174.85
178.	JUN. 27.	175.82
179.	JUN. 28.	176.79
180.	JUN. 29.	177.77
181.	JUN. 30.	178.74

182.	JUL. 1.	179.31	213.	AGO. 1.	209.00
183.	JUL. 2.	180.20	214.	AGO. 2.	210.05
184.	JUL. 3.	181.24	215.	AGO. 3.	211.03
185.	JUL. 4.	182.23	216.	AGO. 4.	212.00
186.	JUL. 5.	183.20	217.	AGO. 5.	212.58
187.	JUL. 6.	184.17	218.	AGO. 6.	213.56
188.	JUL. 7.	185.14	219.	AGO. 7.	214.53
189.	JUL. 8.	186.12	220.	AGO. 8.	215.51
190.	JUL. 9.	187.09	221.	AGO. 9.	216.48
191.	JUL. 10.	188.06	222.	AGO. 10.	217.46
192.	JUL. 11.	189.03	223.	AGO. 11.	218.44
193.	JUL. 12.	190.01	224.	AGO. 12.	219.41
194.	JUL. 13.	190.99	225.	AGO. 13.	220.39
195.	JUL. 14.	191.96	226.	AGO. 14.	221.37
196.	JUL. 15.	192.93	227.	AGO. 15.	222.34
197.	JUL. 16.	193.90	228.	AGO. 16.	223.32
198.	JUL. 17.	194.87	229.	AGO. 17.	224.29
199.	JUL. 18.	195.84	230.	AGO. 18.	225.27
200.	JUL. 19.	196.82	231.	AGO. 19.	226.24
201.	JUL. 20.	197.79	232.	AGO. 20.	227.23
202.	JUL. 21.	198.76	233.	AGO. 21.	228.21
203.	JUL. 22.	199.74	234.	AGO. 22.	229.19
204.	JUL. 23.	200.71	235.	AGO. 23.	230.17
205.	JUL. 24.	201.69	236.	AGO. 24.	231.15
206.	JUL. 25.	202.66	237.	AGO. 25.	232.13
207.	JUL. 26.	203.64	238.	AGO. 26.	233.11
208.	JUL. 27.	204.61	239.	AGO. 27.	234.09
209.	JUL. 28.	205.59	240.	AGO. 28.	235.07
210.	JUL. 29.	206.56	241.	AGO. 29.	236.05
211.	JUL. 30.	207.54	242.	AGO. 30.	237.03
212.	JUL. 31.	208.52	243.	AGO. 31.	238.02

244.	SEP. 1.	239.80	274.	OTC. 1.	268.19
245.	SEP. 2.	239.59	275.	OTC. 2.	269.19
246.	SEP. 3.	240.54	276.	OTC. 3.	270.10
247.	SEP. 4.	241.54	277.	OTC. 4.	271.17
248.	SEP. 5.	242.50	278.	OTC. 5.	272.19
249.	SEP. 6.	243.51	279.	OTC. 6.	273.15
250.	SEP. 7.	244.49	280.	OTC. 7.	274.15
251.	SEP. 8.	245.48	281.	OTC. 8.	275.14
252.	SEP. 9.	246.46	282.	OTC. 9.	276.14
253.	SEP. 10.	247.45	283.	OTC. 10.	277.10
254.	SEP. 11.	248.42	284.	OTC. 11.	278.10
255.	SEP. 12.	249.42	285.	OTC. 12.	279.12
256.	SEP. 13.	250.40	286.	OTC. 13.	280.11
257.	SEP. 14.	251.39	287.	OTC. 14.	281.11
258.	SEP. 15.	252.37	288.	OTC. 15.	282.11
259.	SEP. 16.	253.36	289.	OTC. 16.	283.10
260.	SEP. 17.	254.35	290.	OTC. 17.	284.10
261.	SEP. 18.	255.33	291.	OTC. 18.	285.10
262.	SEP. 19.	256.32	292.	OTC. 19.	286.09
263.	SEP. 20.	257.31	293.	OTC. 20.	287.09
264.	SEP. 21.	258.30	294.	OTC. 21.	288.09
265.	SEP. 22.	259.29	295.	OTC. 22.	289.09
266.	SEP. 23.	260.27	296.	OTC. 23.	290.09
267.	SEP. 24.	261.26	297.	OTC. 24.	291.09
268.	SEP. 25.	262.25	298.	OTC. 25.	292.09
269.	SEP. 26.	263.24	299.	OTC. 26.	293.09
270.	SEP. 27.	264.23	300.	OTC. 27.	294.09
271.	SEP. 28.	265.22	301.	OTC. 28.	295.09
272.	SEP. 29.	266.21	302.	OTC. 29.	296.09
273.	SEP. 30.	267.20	303.	OTC. 30.	297.09
			304.	OTC. 31.	298.09

305.	NOV. 1.	299.09
306.	NOV. 2.	300.09
307.	NOV. 3.	301.09
308.	NOV. 4.	302.10
309.	NOV. 5.	303.10
310.	NOV. 6.	304.10
311.	NOV. 7.	305.11
312.	NOV. 8.	306.11
313.	NOV. 9.	307.11
314.	NOV. 10.	308.12
315.	NOV. 11.	309.12
316.	NOV. 12.	310.13
317.	NOV. 13.	311.13
318.	NOV. 14.	312.14
319.	NOV. 15.	313.14
320.	NOV. 16.	314.15
321.	NOV. 17.	315.15
322.	NOV. 18.	316.16
323.	NOV. 19.	317.17
324.	NOV. 20.	318.17
325.	NOV. 21.	319.18
326.	NOV. 22.	320.19
327.	NOV. 23.	321.20
328.	NOV. 24.	322.20
329.	NOV. 25.	323.21
330.	NOV. 26.	324.22
331.	NOV. 27.	325.23
332.	NOV. 28.	326.24
333.	NOV. 29.	327.25
334.	NOV. 30.	328.26

335.	DIC. 1.	329.26
336.	DIC. 2.	330.27
337.	DIC. 3.	331.29
338.	DIC. 4.	332.29
339.	DIC. 5.	333.30
340.	DIC. 6.	334.31
341.	DIC. 7.	335.32
342.	DIC. 8.	336.33
343.	DIC. 9.	337.34
344.	DIC. 10.	338.35
345.	DIC. 11.	339.36
346.	DIC. 12.	340.38
347.	DIC. 13.	341.39
348.	DIC. 14.	342.40
349.	DIC. 15.	343.41
350.	DIC. 16.	344.42
351.	DIC. 17.	345.43
352.	DIC. 18.	346.44
353.	DIC. 19.	347.45
354.	DIC. 20.	348.47
355.	DIC. 21.	349.49
356.	DIC. 22.	350.49
357.	DIC. 23.	351.50
358.	DIC. 24.	352.51
359.	DIC. 25.	353.52
360.	DIC. 26.	354.54
361.	DIC. 27.	355.55
362.	DIC. 28.	356.56
363.	DIC. 29.	357.57
364.	DIC. 30.	358.58
365.	DIC. 31.	359.60

```

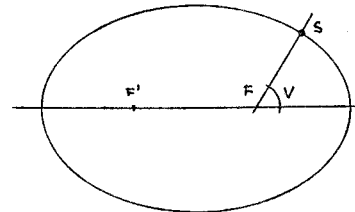
01+LBL "A-V"
02 1.36501
03 STO 05
04+LBL 01
05 RCL 05
06 INT
07 STO 10
08 XEQ 02
09 ISG 05
10 GT0 01
11 STOP
12+LBL 02
13 .017214206
14 *
15 STO 01
16 2
17 *
18 RAD
19 SIN
20 .000350730
21 *
22 ENTER↑
23 RCL 01
24 SIN
25 .933501274
26 *
27 +
28 RCL 01
29 +
30 DEG
31 R-D
32 HNC
33 VIEW X
34 RTN
35 END

```

ANOMALÍA VERDADERA.- "A-V"

Con este programa se calcula la posición real del sol en su órbita aparente, día a día, tomando como origen el perigeo.

Los 18 primeros pasos de programa son idénticos al programa anterior A-E.



En los pasos 19 a 29 se halla el valor de V, anomalía verdadera, a partir del valor de la anomalía media (hallado en los pasos anteriores) mediante los tres primeros términos del desarrollo

en serie (3):

$$V = M + 2e \operatorname{sen} M + 5/4 e^2 \operatorname{sen} 2M + \dots$$

Las cantidades que aparecen en los pasos de programa 13, 20 y 25 se corresponden respectivamente con los valores:

$$2 / 365 = 0,017214206; \quad 5/4 e^2 = 0,000350730;$$

$$2c = 0,933561274$$

siendo e la excentricidad de la órbita aparente y c la semidistancia focal.

En los pasos 31 y 32 mediante las funciones R-D y HMS se expresa el valor calculado de V en grados y minutos.

"A-V"

1.	ENE. 1.	1.01	32.	FEB. 1.	32.35
2.	ENE. 2.	2.02	33.	FEB. 2.	33.36
3.	ENE. 3.	3.03	34.	FEB. 3.	34.36
4.	ENE. 4.	4.04	35.	FEB. 4.	35.37
5.	ENE. 5.	5.05	36.	FEB. 5.	36.38
6.	ENE. 6.	6.07	37.	FEB. 6.	37.39
7.	ENE. 7.	7.08	38.	FEB. 7.	38.40
8.	ENE. 8.	8.09	39.	FEB. 8.	39.40
9.	ENE. 9.	9.10	40.	FEB. 9.	40.41
10.	ENE. 10.	10.12	41.	FEB. 10.	41.42
11.	ENE. 11.	11.13	42.	FEB. 11.	42.43
12.	ENE. 12.	12.14	43.	FEB. 12.	43.43
13.	ENE. 13.	13.15	44.	FEB. 13.	44.44
14.	ENE. 14.	14.16	45.	FEB. 14.	45.44
15.	ENE. 15.	15.17	46.	FEB. 15.	46.45
16.	ENE. 16.	16.18	47.	FEB. 16.	47.46
17.	ENE. 17.	17.20	48.	FEB. 17.	48.46
18.	ENE. 18.	18.21	49.	FEB. 18.	49.47
19.	ENE. 19.	19.22	50.	FEB. 19.	50.47
20.	ENE. 20.	20.23	51.	FEB. 20.	51.48
21.	ENE. 21.	21.24	52.	FEB. 21.	52.48
22.	ENE. 22.	22.25	53.	FEB. 22.	53.48
23.	ENE. 23.	23.26	54.	FEB. 23.	54.48
24.	ENE. 24.	24.27	55.	FEB. 24.	55.48
25.	ENE. 25.	25.28	56.	FEB. 25.	56.48
26.	ENE. 26.	26.29	57.	FEB. 26.	57.50
27.	ENE. 27.	27.30	58.	FEB. 27.	58.50
28.	ENE. 28.	28.31	59.	FEB. 28.	59.50
29.	ENE. 29.	29.32			
30.	ENE. 30.	30.33			
31.	ENE. 31.	31.34			

60.	MAR. 1.	60.00	91.	APR. 1.	90.42
61.	MAR. 2.	61.00	92.	APR. 2.	91.42
62.	MAR. 3.	61.69	93.	APR. 3.	92.41
63.	MAR. 4.	62.59	94.	APR. 4.	93.40
64.	MAR. 5.	63.59	95.	APR. 5.	94.39
65.	MAR. 6.	64.58	96.	APR. 6.	95.38
66.	MAR. 7.	65.58	97.	APR. 7.	96.37
67.	MAR. 8.	66.58	98.	APR. 8.	97.36
68.	MAR. 9.	67.57	99.	APR. 9.	98.35
69.	MAR. 10.	68.57	100.	APR. 10.	99.34
70.	MAR. 11.	69.56	101.	APR. 11.	100.33
71.	MAR. 12.	70.56	102.	APR. 12.	101.32
72.	MAR. 13.	71.55	103.	APR. 13.	102.31
73.	MAR. 14.	72.55	104.	APR. 14.	103.30
74.	MAR. 15.	73.54	105.	APR. 15.	104.29
75.	MAR. 16.	74.54	106.	APR. 16.	105.28
76.	MAR. 17.	75.53	107.	APR. 17.	106.27
77.	MAR. 18.	76.52	108.	APR. 18.	107.26
78.	MAR. 19.	77.52	109.	APR. 19.	108.25
79.	MAR. 20.	78.51	110.	APR. 20.	109.24
80.	MAR. 21.	79.51	111.	APR. 21.	110.22
81.	MAR. 22.	80.50	112.	APR. 22.	111.21
82.	MAR. 23.	81.49	113.	APR. 23.	112.20
83.	MAR. 24.	82.49	114.	APR. 24.	113.19
84.	MAR. 25.	83.48	115.	APR. 25.	114.18
85.	MAR. 26.	84.47	116.	APR. 26.	115.16
86.	MAR. 27.	85.46	117.	APR. 27.	116.15
87.	MAR. 28.	86.45	118.	APR. 28.	117.14
88.	MAR. 29.	87.45	119.	APR. 29.	118.13
89.	MAR. 30.	88.44	120.	APR. 30.	119.11
90.	MAR. 31.	89.43			

121.	MAY. 1.	120.10	152.	JUN. 1.	150.20
122.	MAY. 2.	121.00	153.	JUN. 2.	151.20
123.	MAY. 3.	122.00	154.	JUN. 3.	152.20
124.	MAY. 4.	123.00	155.	JUN. 4.	153.10
125.	MAY. 5.	124.00	156.	JUN. 5.	154.10
126.	MAY. 6.	125.00	157.	JUN. 6.	155.10
127.	MAY. 7.	126.00	158.	JUN. 7.	156.10
128.	MAY. 8.	127.00	159.	JUN. 8.	157.11
129.	MAY. 9.	127.50	160.	JUN. 9.	158.10
130.	MAY. 10.	128.50	161.	JUN. 10.	159.00
131.	MAY. 11.	129.50	162.	JUN. 11.	160.00
132.	MAY. 12.	130.50	163.	JUN. 12.	161.00
133.	MAY. 13.	131.50	164.	JUN. 13.	162.00
134.	MAY. 14.	132.50	165.	JUN. 14.	163.01
135.	MAY. 15.	133.50	166.	JUN. 15.	163.50
136.	MAY. 16.	134.40	167.	JUN. 16.	164.50
137.	MAY. 17.	135.40	168.	JUN. 17.	165.50
138.	MAY. 18.	136.40	169.	JUN. 18.	166.50
139.	MAY. 19.	137.40	170.	JUN. 19.	167.50
140.	MAY. 20.	138.40	171.	JUN. 20.	168.50
141.	MAY. 21.	139.40	172.	JUN. 21.	169.40
142.	MAY. 22.	140.30	173.	JUN. 22.	170.40
143.	MAY. 23.	141.30	174.	JUN. 23.	171.40
144.	MAY. 24.	142.30	175.	JUN. 24.	172.40
145.	MAY. 25.	143.30	176.	JUN. 25.	173.40
146.	MAY. 26.	144.30	177.	JUN. 26.	174.40
147.	MAY. 27.	145.30	178.	JUN. 27.	175.30
148.	MAY. 28.	146.30	179.	JUN. 28.	176.30
149.	MAY. 29.	147.20	180.	JUN. 29.	177.30
150.	MAY. 30.	148.20	181.	JUN. 30.	178.30
151.	MAY. 31.	149.20			

182.	JUL. 1.	179.71	213.	AGO. 1.	209.51
183.	JUL. 2.	180.29	214.	AGO. 2.	210.74
184.	JUL. 3.	181.27	215.	AGO. 3.	211.37
185.	JUL. 4.	182.25	216.	AGO. 4.	212.31
186.	JUL. 5.	183.23	217.	AGO. 5.	213.30
187.	JUL. 6.	184.22	218.	AGO. 6.	214.29
188.	JUL. 7.	185.20	219.	AGO. 7.	215.26
189.	JUL. 8.	186.18	220.	AGO. 8.	216.25
190.	JUL. 9.	187.16	221.	AGO. 9.	217.23
191.	JUL. 10.	188.14	222.	AGO. 10.	218.21
192.	JUL. 11.	189.13	223.	AGO. 11.	219.20
193.	JUL. 12.	190.11	224.	AGO. 12.	220.19
194.	JUL. 13.	191.09	225.	AGO. 13.	221.17
195.	JUL. 14.	192.07	226.	AGO. 14.	222.15
196.	JUL. 15.	193.06	227.	AGO. 15.	223.14
197.	JUL. 16.	194.04	228.	AGO. 16.	224.12
198.	JUL. 17.	195.02	229.	AGO. 17.	225.11
199.	JUL. 18.	196.00	230.	AGO. 18.	226.09
200.	JUL. 19.	196.58	231.	AGO. 19.	227.08
201.	JUL. 20.	197.57	232.	AGO. 20.	228.06
202.	JUL. 21.	198.55	233.	AGO. 21.	229.05
203.	JUL. 22.	199.53	234.	AGO. 22.	230.03
204.	JUL. 23.	200.51	235.	AGO. 23.	231.02
205.	JUL. 24.	201.50	236.	AGO. 24.	232.00
206.	JUL. 25.	202.48	237.	AGO. 25.	232.59
207.	JUL. 26.	203.46	238.	AGO. 26.	233.57
208.	JUL. 27.	204.45	239.	AGO. 27.	234.56
209.	JUL. 28.	205.43	240.	AGO. 28.	235.55
210.	JUL. 29.	206.41	241.	AGO. 29.	236.53
211.	JUL. 30.	207.40	242.	AGO. 30.	237.52
212.	JUL. 31.	208.38	243.	AGO. 31.	238.51

244.	SEP. 1.	239.49
245.	SEP. 2.	240.49
246.	SEP. 3.	241.47
247.	SEP. 4.	242.45
248.	SEP. 5.	243.44
249.	SEP. 6.	244.43
250.	SEP. 7.	245.42
251.	SEP. 8.	246.40
252.	SEP. 9.	247.39
253.	SEP. 10.	248.38

254.	SEP. 11.	249.37
255.	SEP. 12.	250.36
256.	SEP. 13.	251.35
257.	SEP. 14.	252.33
258.	SEP. 15.	253.32
259.	SEP. 16.	254.31
260.	SEP. 17.	255.30
261.	SEP. 18.	256.29
262.	SEP. 19.	257.28
263.	SEP. 20.	258.27

264.	SEP. 21.	259.26
265.	SEP. 22.	260.25
266.	SEP. 23.	261.24
267.	SEP. 24.	262.23
268.	SEP. 25.	263.22
269.	SEP. 26.	264.21
270.	SEP. 27.	265.20
271.	SEP. 28.	266.19
272.	SEP. 29.	267.18
273.	SEP. 30.	268.17

274.	OTC. 1.	269.17
275.	OTC. 2.	270.16
276.	OTC. 3.	271.15
277.	OTC. 4.	272.14
278.	OTC. 5.	273.14
279.	OTC. 6.	274.13
280.	OTC. 7.	275.12
281.	OTC. 8.	276.11
282.	OTC. 9.	277.11
283.	OTC. 10.	278.10

284.	OTC. 11.	279.09
285.	OTC. 12.	280.09
286.	OTC. 13.	281.08
287.	OTC. 14.	282.07
288.	OTC. 15.	283.07
289.	OTC. 16.	284.06
290.	OTC. 17.	285.06
291.	OTC. 18.	286.05
292.	OTC. 19.	287.05
293.	OTC. 20.	288.04

294.	OTC. 21.	289.04
295.	OTC. 22.	290.03
296.	OTC. 23.	291.03
297.	OTC. 24.	292.02
298.	OTC. 25.	293.02
299.	OTC. 26.	294.01
300.	OTC. 27.	295.01
301.	OTC. 28.	296.01
302.	OTC. 29.	297.00
303.	OTC. 30.	298.00

304.	OTC. 31.	298.50
------	----------	--------

305.	NOV. 1.	299.59	335.	DIC. 1.	329.55
306.	NOV. 2.	300.59	336.	DIC. 2.	330.56
307.	NOV. 3.	301.58	337.	DIC. 3.	331.56
308.	NOV. 4.	302.58	338.	DIC. 4.	332.56
309.	NOV. 5.	303.58	339.	DIC. 5.	333.56
310.	NOV. 6.	304.58	340.	DIC. 6.	334.56
311.	NOV. 7.	305.57	341.	DIC. 7.	335.56
312.	NOV. 8.	306.57	342.	DIC. 8.	336.56
313.	NOV. 9.	307.57	343.	DIC. 9.	337.56
314.	NOV. 10.	308.57	344.	DIC. 10.	338.56
315.	NOV. 11.	309.57	345.	DIC. 11.	339.56
316.	NOV. 12.	310.56	346.	DIC. 12.	340.56
317.	NOV. 13.	311.56	347.	DIC. 13.	341.57
318.	NOV. 14.	312.56	348.	DIC. 14.	342.57
319.	NOV. 15.	313.56	349.	DIC. 15.	343.57
320.	NOV. 16.	314.56	350.	DIC. 16.	344.57
321.	NOV. 17.	315.56	351.	DIC. 17.	345.57
322.	NOV. 18.	316.56	352.	DIC. 18.	346.57
323.	NOV. 19.	317.56	353.	DIC. 19.	347.58
324.	NOV. 20.	318.56	354.	DIC. 20.	348.58
325.	NOV. 21.	319.55	355.	DIC. 21.	349.58
326.	NOV. 22.	320.55	356.	DIC. 22.	350.58
327.	NOV. 23.	321.55	357.	DIC. 23.	351.58
328.	NOV. 24.	322.55	358.	DIC. 24.	352.58
329.	NOV. 25.	323.55	359.	DIC. 25.	353.59
330.	NOV. 26.	324.55	360.	DIC. 26.	354.59
331.	NOV. 27.	325.55	361.	DIC. 27.	355.59
332.	NOV. 28.	326.55	362.	DIC. 28.	356.59
333.	NOV. 29.	327.55	363.	DIC. 29.	357.59
334.	NOV. 30.	328.55	364.	DIC. 30.	358.59
			365.	DIC. 31.	359.60

```

01*LBL "DEC"
02 1.36501
03 STO 05
04*LBL 01
05 RCL 05
06 INT
07 STO 10
08 XEQ 02
09 ISG 05
10 GTO 01
11 STOP
12*LBL 02
13 .017214206
14 *
15 STO 01
16 2
17 *
18 RAD
19 SIN
20 .000350730
21 *
22 ENTER↑
23 RCL 01
24 SIN
25 .033501274
26 *
27 +
28 RCL 01
29 +
30 DEG
31 R-D
32 10.02403867
33 +
34 COS
35 .397815196
36 *
37 CHS
38 ASIN
39 HMS
40 VIEW X
41 RTH
42 END

```

DECLINACIÓN.- "DEC"

Con este programa se calcula la declinación media diaria del sol a las 12 h. de T.U.

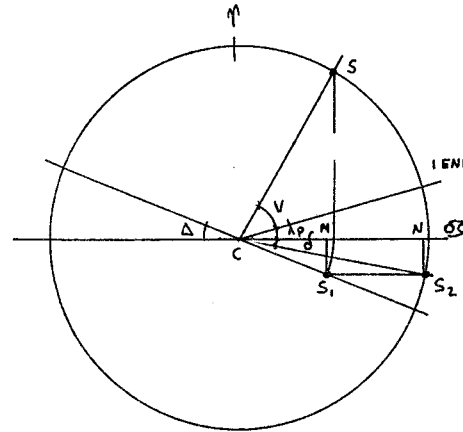
Los 31 primeros pasos del programa son idénticos al programa anterior A-V, y calcula la anomalía verdadera, V, en grados decimales.

En los dos pasos siguientes, se le suma al ángulo V la longitud del perigeo λ_p (4) y a continuación se calcula el cos del ángulo resultante y se multiplica por el sen del ángulo que forma la eclíptica con el plano del ecuador terrestre, $\Delta = 23, 44^\circ$, obteniéndose de esta forma el valor del sen δ según la expresión:

$$\text{sen } \delta = -\text{sen } \Delta - \cos (V + \lambda_p)$$

deducida de la figura adjunta, tomando como unidad el radio de la circunferencia:

$$\text{sen } \delta = NS_2 = MS_1 = \text{sen } \Delta \cdot CS_1 = \text{sen } \Delta \cdot \cos (V + \lambda_p)$$



La longitud del perigeo en el modelo planetario descrito, varía ligeramente de su valor real, ya que en dicho modelo se supone que el sol está en su perigeo a las 0h. de T.U. del día 1 de enero. Este ángulo variará cada año, no sólo porque la longitud real del peri-

geo varía cada año lentamente, sino porque dicha longitud se alcanza cada año a una hora distinta por no ser el tiempo que tarda la tierra en dar una vuelta completa al sol, múltiplo exacto del tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor de su eje, unidad de tiempo.

Por este motivo habrá que cambiar cada año dicho ángulo, paso 32 del programa, si queremos una tabla de declinaciones solares exacta.

La tabla adjunta se ha realizado con el valor

$$\lambda_p = 10,02403867^\circ$$

y es válida para el año 1985 (5).

El cálculo del valor de λ_p se obtendrá cada año a partir de la declinación solar del día del equinocio de primavera a las 12 h. de T.U. y el valor de la anomalía verdadera para ese mismo día tomado de la correspondiente tabla de anomalías verdaderas. Para el año 1985 los valores son:

Equinocio de primavera. 20 de marzo.

Declinación solar el 20 de marzo a las 12h. $-0^\circ 4,2'$

Anomalía verdadera para el 20 de marzo. $79^\circ 48'$

Con estos valores y despejando λ_p de la expresión anterior, se obtiene:

$$\lambda_p = (\text{arc cos}[-\text{sen } \delta / \text{sen } \Delta]) - v = 10,02403867$$

"DEC"

1.	ENE. 1.	-22.59	42.	FEB. 1.	-17.01
2.	ENE. 2.	-22.57	43.	FEB. 2.	-16.44
3.	ENE. 3.	-22.48	44.	FEB. 3.	-16.26
4.	ENE. 4.	-22.41	45.	FEB. 4.	-16.08
5.	ENE. 5.	-22.35	46.	FEB. 5.	-15.50
6.	ENE. 6.	-22.28	47.	FEB. 6.	-15.32
7.	ENE. 7.	-22.20	48.	FEB. 7.	-15.13
8.	ENE. 8.	-22.12	49.	FEB. 8.	-14.54
9.	ENE. 9.	-22.04	50.	FEB. 9.	-14.35
10.	ENE. 10.	-21.55	51.	FEB. 10.	-14.16
11.	ENE. 11.	-21.46	32.	FEB. 11.	-13.56
12.	ENE. 12.	-21.36	33.	FEB. 12.	-13.36
13.	ENE. 13.	-21.26	34.	FEB. 13.	-13.16
14.	ENE. 14.	-21.15	35.	FEB. 14.	-12.56
15.	ENE. 15.	-21.04	36.	FEB. 15.	-12.35
16.	ENE. 16.	-20.53	37.	FEB. 16.	-12.14
17.	ENE. 17.	-20.41	38.	FEB. 17.	-11.53
18.	ENE. 18.	-20.29	39.	FEB. 18.	-11.32
19.	ENE. 19.	-20.16	40.	FEB. 19.	-11.11
20.	ENE. 20.	-20.04	41.	FEB. 20.	-10.49
21.	ENE. 21.	-19.50	52.	FEB. 21.	-10.28
22.	ENE. 22.	-19.37	53.	FEB. 22.	-10.06
23.	ENE. 23.	-19.23	54.	FEB. 23.	-9.44
24.	ENE. 24.	-19.08	55.	FEB. 24.	-9.22
25.	ENE. 25.	-18.54	56.	FEB. 25.	-8.59
26.	ENE. 26.	-18.38	57.	FEB. 26.	-8.37
27.	ENE. 27.	-18.23	58.	FEB. 27.	-8.15
28.	ENE. 28.	-18.07	59.	FEB. 28.	-7.52
29.	ENE. 29.	-17.51			
30.	ENE. 30.	-17.35			
31.	ENE. 31.	-17.18			

60.	MAR. 1.	-7.9
61.	MAR. 2.	-7.06
62.	MAR. 3.	-6.43
63.	MAR. 4.	-6.10
64.	MAR. 5.	-5.57
65.	MAR. 6.	-5.34
66.	MAR. 7.	-5.11
67.	MAR. 8.	-4.87
68.	MAR. 9.	-4.74
69.	MAR. 10.	-4.60

70.	MAR. 11.	-3.37
71.	MAR. 12.	-3.13
72.	MAR. 13.	-2.50
73.	MAR. 14.	-2.26
74.	MAR. 15.	-2.02
75.	MAR. 16.	-1.39
76.	MAR. 17.	-1.15
77.	MAR. 18.	-0.51
78.	MAR. 19.	-0.27
79.	MAR. 20.	-0.04

80.	MAR. 21.	0.19
81.	MAR. 22.	0.43
82.	MAR. 23.	1.07
83.	MAR. 24.	1.70
84.	MAR. 25.	1.14
85.	MAR. 26.	2.17
86.	MAR. 27.	2.41
87.	MAR. 28.	3.14
88.	MAR. 29.	3.78
89.	MAR. 30.	3.11

90.	MAR. 31.	4.14
-----	----------	------

91.	ABR. 1.	4.37
92.	ABR. 2.	5.00
93.	ABR. 3.	5.23
94.	ABR. 4.	5.46
95.	ABR. 5.	6.09
96.	ABR. 6.	6.32
97.	ABR. 7.	6.54
98.	ABR. 8.	7.17
99.	ABR. 9.	7.39
100.	ABR. 10.	8.01

111.	ABR. 11.	8.23
112.	ABR. 12.	8.45
113.	ABR. 13.	9.07
114.	ABR. 14.	9.29
115.	ABR. 15.	9.50
116.	ABR. 16.	10.11
117.	ABR. 17.	10.33
118.	ABR. 18.	10.54
119.	ABR. 19.	11.14
120.	ABR. 20.	11.35

101.	ABR. 21.	11.55
102.	ABR. 22.	12.16
103.	ABR. 23.	12.36
104.	ABR. 24.	12.55
105.	ABR. 25.	13.15
106.	ABR. 26.	13.34
107.	ABR. 27.	13.54
108.	ABR. 28.	14.12
109.	ABR. 29.	14.31
110.	ABR. 30.	14.50

121.	MAY. 1.	15.08
122.	MAY. 2.	15.26
123.	MAY. 3.	15.43
124.	MAY. 4.	16.01
125.	MAY. 5.	16.18
126.	MAY. 6.	16.35
127.	MAY. 7.	16.52
128.	MAY. 8.	17.09
129.	MAY. 9.	17.24
130.	MAY. 10.	17.40
131.	MAY. 11.	17.55
132.	MAY. 12.	18.11
133.	MAY. 13.	18.25
134.	MAY. 14.	18.40
135.	MAY. 15.	18.54
136.	MAY. 16.	19.08
137.	MAY. 17.	19.22
138.	MAY. 18.	19.35
139.	MAY. 19.	19.48
140.	MAY. 20.	20.01
141.	MAY. 21.	20.14
142.	MAY. 22.	20.25
143.	MAY. 23.	20.37
144.	MAY. 24.	20.47
145.	MAY. 25.	20.55
146.	MAY. 26.	21.03
147.	MAY. 27.	21.11
148.	MAY. 28.	21.20
149.	MAY. 29.	21.30
150.	MAY. 30.	21.40
151.	MAY. 31.	21.50

152.	JUN. 1.	22.04
153.	JUN. 2.	22.12
154.	JUN. 3.	22.20
155.	JUN. 4.	22.27
156.	JUN. 5.	22.34
157.	JUN. 6.	22.40
158.	JUN. 7.	22.46
159.	JUN. 8.	22.51
160.	JUN. 9.	22.57
161.	JUN. 10.	23.01
162.	JUN. 11.	23.05
163.	JUN. 12.	23.09
164.	JUN. 13.	23.13
165.	JUN. 14.	23.16
166.	JUN. 15.	23.19
167.	JUN. 16.	23.21
168.	JUN. 17.	23.23
169.	JUN. 18.	23.24
170.	JUN. 19.	23.25
171.	JUN. 20.	23.26
172.	JUN. 21.	23.26
173.	JUN. 22.	23.26
174.	JUN. 23.	23.25
175.	JUN. 24.	23.24
176.	JUN. 25.	23.23
177.	JUN. 26.	23.21
178.	JUN. 27.	23.19
179.	JUN. 28.	23.16
180.	JUN. 29.	23.12
181.	JUN. 30.	23.09

182.	JUL. 1.	23.06
183.	JUL. 2.	23.01
184.	JUL. 3.	22.57
185.	JUL. 4.	22.51
186.	JUL. 5.	22.46
187.	JUL. 6.	22.40
188.	JUL. 7.	22.34
189.	JUL. 8.	22.27
190.	JUL. 9.	22.20
191.	JUL. 10.	22.12

192.	JUL. 11.	22.05
193.	JUL. 12.	21.56
194.	JUL. 13.	21.48
195.	JUL. 14.	21.39
196.	JUL. 15.	21.29
197.	JUL. 16.	21.20
198.	JUL. 17.	21.10
199.	JUL. 18.	20.59
200.	JUL. 19.	20.48
201.	JUL. 20.	20.37

202.	JUL. 21.	20.26
203.	JUL. 22.	20.14
204.	JUL. 23.	20.02
205.	JUL. 24.	19.49
206.	JUL. 25.	19.36
207.	JUL. 26.	19.23
208.	JUL. 27.	19.10
209.	JUL. 28.	18.56
210.	JUL. 29.	18.42
211.	JUL. 30.	18.27

212.	JUL. 31.	18.13
------	----------	-------

213.	AGO. 1.	17.58
214.	AGO. 2.	17.42
215.	AGO. 3.	17.27
216.	AGO. 4.	17.11
217.	AGO. 5.	16.55
218.	AGO. 6.	16.38
219.	AGO. 7.	16.21
220.	AGO. 8.	16.04
221.	AGO. 9.	15.47
222.	AGO. 10.	15.30

223.	AGO. 11.	15.12
224.	AGO. 12.	14.54
225.	AGO. 13.	14.36
226.	AGO. 14.	14.17
227.	AGO. 15.	13.59
228.	AGO. 16.	13.40
229.	AGO. 17.	13.20
230.	AGO. 18.	13.01
231.	AGO. 19.	12.42
232.	AGO. 20.	12.22

233.	AGO. 21.	12.02
234.	AGO. 22.	11.42
235.	AGO. 23.	11.21
236.	AGO. 24.	11.01
237.	AGO. 25.	10.40
238.	AGO. 26.	10.19
239.	AGO. 27.	9.58
240.	AGO. 28.	9.37
241.	AGO. 29.	9.16
242.	AGO. 30.	8.54

243.	AGO. 31.	8.33
------	----------	------

244.	SEP. 1.	8.71	274.	OTC. 1.	-3.18
245.	SEP. 2.	7.49	275.	OTC. 2.	-3.42
246.	SEP. 3.	7.37	276.	OTC. 3.	-4.05
247.	SEP. 4.	7.15	277.	OTC. 4.	-4.28
248.	SEP. 5.	6.43	278.	OTC. 5.	-4.51
249.	SEP. 6.	6.08	279.	OTC. 6.	-5.14
250.	SEP. 7.	5.58	280.	OTC. 7.	-5.37
251.	SEP. 8.	5.75	281.	OTC. 8.	-6.00
252.	SEP. 9.	5.12	282.	OTC. 9.	-6.23
253.	SEP. 10.	4.52	283.	OTC. 10.	-6.46
254.	SEP. 11.	4.27	284.	OTC. 11.	-7.09
255.	SEP. 12.	4.04	285.	OTC. 12.	-7.31
256.	SEP. 13.	3.41	286.	OTC. 13.	-7.54
257.	SEP. 14.	3.18	287.	OTC. 14.	-8.16
258.	SEP. 15.	2.55	288.	OTC. 15.	-8.39
259.	SEP. 16.	2.31	289.	OTC. 16.	-9.01
260.	SEP. 17.	2.05	290.	OTC. 17.	-9.23
261.	SEP. 18.	1.45	291.	OTC. 18.	-9.45
262.	SEP. 19.	1.22	292.	OTC. 19.	-10.06
263.	SEP. 20.	0.58	293.	OTC. 20.	-10.28
264.	SEP. 21.	0.35	294.	OTC. 21.	-10.49
265.	SEP. 22.	0.12	295.	OTC. 22.	-11.11
266.	SEP. 23.	-0.11	296.	OTC. 23.	-11.32
267.	SEP. 24.	-0.35	297.	OTC. 24.	-11.53
268.	SEP. 25.	-0.58	298.	OTC. 25.	-12.13
269.	SEP. 26.	-1.21	299.	OTC. 26.	-12.34
270.	SEP. 27.	-1.45	300.	OTC. 27.	-12.54
271.	SEP. 28.	-2.08	301.	OTC. 28.	-13.15
272.	SEP. 29.	-2.12	302.	OTC. 29.	-13.34
273.	SEP. 30.	-2.55	303.	OTC. 30.	-13.54
			304.	OTC. 31.	-14.14

305.	NOV. 1.	-14.32
306.	NOV. 2.	-14.32
307.	NOV. 3.	-15.11
308.	NOV. 4.	-15.29
309.	NOV. 5.	-15.48
310.	NOV. 6.	-16.06
311.	NOV. 7.	-16.24
312.	NOV. 8.	-16.41
313.	NOV. 9.	-16.58
314.	NOV. 10.	-17.15
315.	NOV. 11.	-17.32
316.	NOV. 12.	-17.48
317.	NOV. 13.	-18.04
318.	NOV. 14.	-18.20
319.	NOV. 15.	-18.35
320.	NOV. 16.	-18.50
321.	NOV. 17.	-19.05
322.	NOV. 18.	-19.19
323.	NOV. 19.	-19.33
324.	NOV. 20.	-19.47
325.	NOV. 21.	-20.00
326.	NOV. 22.	-20.13
327.	NOV. 23.	-20.26
328.	NOV. 24.	-20.38
329.	NOV. 25.	-20.50
330.	NOV. 26.	-21.11
331.	NOV. 27.	-21.12
332.	NOV. 28.	-21.22
333.	NOV. 29.	-21.32
334.	NOV. 30.	-21.42

335.	DIC. 1.	-21.52
336.	DIC. 2.	-22.01
337.	DIC. 3.	-22.10
338.	DIC. 4.	-22.18
339.	DIC. 5.	-22.25
340.	DIC. 6.	-22.32
341.	DIC. 7.	-22.39
342.	DIC. 8.	-22.46
343.	DIC. 9.	-22.51
344.	DIC. 10.	-22.57
345.	DIC. 11.	-23.02
346.	DIC. 12.	-23.06
347.	DIC. 13.	-23.10
348.	DIC. 14.	-23.14
349.	DIC. 15.	-23.17
350.	DIC. 16.	-23.20
351.	DIC. 17.	-23.22
352.	DIC. 18.	-23.24
353.	DIC. 19.	-23.25
354.	DIC. 20.	-23.26
355.	DIC. 21.	-23.26
356.	DIC. 22.	-23.26
357.	DIC. 23.	-23.25
358.	DIC. 24.	-23.24
359.	DIC. 25.	-23.23
360.	DIC. 26.	-23.21
361.	DIC. 27.	-23.18
362.	DIC. 28.	-23.15
363.	DIC. 29.	-23.12
364.	DIC. 30.	-23.08
365.	DIC. 31.	-23.03

"YZH"

```
01*LBL "YZH"  
02 *DISTANCIA?"  
03 PROMPT  
04 STO 00  
05 "LATITUD?"  
06 PROMPT  
07 HR  
08 ENTER↑  
09 SIN  
10 STO 02  
11 RDN  
12 COS  
13 STO 01  
14*LBL D  
15 *DECLINACION?"  
16 PROMPT  
17 CHS  
18 HR  
19 ENTER↑  
20 SIN  
21 STO 04  
22 RDN  
23 COS  
24 STO 05  
25*LBL H  
26 *HORA?"  
27 PROMPT  
28 HR  
29 12  
30 -  
31 15  
32 *  
33 ENTER↑  
34 SIN  
35 STO 06
```

Con este programa se calculan las coordenadas y, z del extremo de la sombra que proyecta el gnomon sobre el plano horizontal, referidas a un sistema cartesiano constituido por la meridiana como eje de las y, y la línea diurna de equinocios como eje de las z.

Los datos de entrada para el cálculo son:

D = distancia del extremo del gnomón al plano horizontal.

φ = Latitud del lugar.

δ = Declinación del sol para el día de cálculo.

H = hora para la que se realiza el cálculo.

D se expresará en las mismas unidades en las que se quieran obtener las coordenadas, H se expresará en horas, minutos y segundos y las dos restantes en grados, minutos y segundos.

Los 38 primeros pasos del programa son la entrada de datos y la elaboración de éstos para su pos-

```

36 RDN
37 COS
38 STO 07
39 RCL 00
40 RCL 05
41 *
42 RCL 06
43 *
44 XEQ A
45 /
46 "Y="
47 ARCL X
48 AVIEW
49 RCL 04
50 RCL 00
51 *
52 RCL 01
53 /
54 XEQ A
55 /
56 "Z="
57 ARCL X
58 AVIEW
59 GTO H
60+LBL A
61 RCL 02
62 RCL 04
63 *
64 RCL 01
65 RCL 05
66 *
67 RCL 07
68 *
69 -
70 END

```

terior utilización, calculando los sen. y cos. de los ángulos y horas y almacenándolos en los registros de memoria 00 a 07.

En los pasos siguientes, mediante las relaciones trigonométricas que se deducen en el párrafo siguiente, se calculan los valores de las coordenadas y, z.

Al final del programa, antes de la subrutina que calcula el denominador de la fracción, un GTO H remite los cálculos al paso 25 para poder calcular mediante la introducción de una nueva hora, un nuevo punto y,z para el mismo día.

Este programa está especialmente ideado para el trazado de los cuadrantes horizontales. Como ejemplo se adjunta el cálculo de un cuadrante horizontal para Sevilla, $\varphi = 37^{\circ} 30'$, con una distancia $D = 10$ cm.

En cada página se han expresado las coordena-

das y, z correspondientes a una línea diurna y en total se han calculado 7 líneas diurnas correspondientes a 12 fechas distintas.

Uniando los puntos expresados en cada página, se obtendrá la correspondiente línea diurna y las líneas horarias se obtendrán uniando los puntos de las distintas páginas, calculado para una misma hora.

Deducción de las fórmulas empleadas en el programa de cálculo YZH: Para la deducción de las fórmulas trigonométricas, comencemos por trazar la proyección sobre el plano meridiano, como plano vertical de proyección, el gnomon correspondiente a la latitud φ y el cono de los rayos solares correspondiente a la declinación δ y hallaremos la traza horizontal s de la generatriz del cono de los rayos solares correspondiente a la hora ω correspondiente a un ángulo horario H (figura 1).

A continuación abatiremos la directriz del

cono de los rayos solares y la generatriz hallada, ambas sobre el plano horizontal de proyección.

De dicho trazado se deduce:

- I. $y = Vs \cdot \text{sen } W_1$
- II. $g \cdot \cos h \cdot \text{sen } W_1 = R \cdot \text{sen } H$
- III. $Vs = D \cdot \cos h \cdot \text{sen } h$

De I, II y III se obtiene:

$$\text{IV. } y = \frac{D \cdot R \cdot \text{sen } H}{g \cdot \text{sen } h}$$

y como $g \cdot \text{sen } h = D - A$; y $A = R (1 - \cos H) \cos \varphi$, -
sustituyendo en IV:

$$\text{V. } y = \frac{D \cdot \text{sen } H}{(D/R) - \cos \varphi \cdot (1 - \cos H)}$$

Por otro lado, $R = g \cdot \cos \delta$; y $D = g \cdot \cos (\delta + \varphi)$ y dividiendo miembro a miembro ambas expresiones

$$(D/R) = \cos (\varphi + \delta) / \cos \delta$$

y sustituyendo en V y simplificando, se obtiene la expresión de la coordenada y en función de D y de los sen. y

cos. de H, δ , y φ :

$$\text{VI. } y = \frac{D \cdot \text{sen } H \cdot \text{cos } \delta}{\text{cos } \varphi \cdot \text{cos } \delta \cdot \text{cos } H - \text{sen } \delta \cdot \text{sen } \varphi}$$

Igualmente deduciremos la expresión de la coordenada z en función de las mismas variables, a partir de:

$$\text{VII. } y / (z + OO_1) = \text{tg } W_1$$

$$\text{y como } \text{tg } W_1 = \text{tg } H \text{ sen } \varphi \quad (5)$$

$$\text{VIII. } z = \frac{y}{\text{tg } H \cdot \text{sen } \varphi} - OO_1$$

Por otro lado, $\text{tg } \varphi = D/OV$ y también $\text{tg } \varphi = VO_1/D$, - por tanto:

$$OO_1 = \frac{D}{\text{sen } \varphi \text{ cos } \varphi}$$

Sustituyendo en VIII los valores de OO_1 y el valor de y de la expresión VI y simplificando, se obtiene la expresión buscada de z :

$$\text{IX. } z = \frac{D \text{ sen } \delta}{\text{cos } \varphi \cdot (\text{sen } \varphi \text{ sen } \delta - \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } H)} \quad (6)$$

"YZH"	SOLSTICIO	D = 10	$\psi = 37,30$	$\delta = 23^{\circ}, 26', 30''$
Y=0.00 Z=5.17	12.00 ***	Y=-5.26 Z=5.75	14.00 ***	Y=-13.11 Z=8.27
Y=-0.41 Z=5.17	12.10 ***	Y=-5.76 Z=5.86	14.10 ***	Y=-14.07 Z=8.67
Y=-0.83 Z=5.18	12.20 ***	Y=-6.28 Z=5.98	14.20 ***	Y=-15.12 Z=9.12
Y=-1.24 Z=5.20	12.30 ***	Y=-6.81 Z=6.12	14.30 ***	Y=-16.28 Z=9.63
Y=-1.64 Z=5.23	12.40 ***	Y=-7.37 Z=6.27	14.40 ***	Y=-17.55 Z=10.21
Y=-2.08 Z=5.26	12.50 ***	Y=-7.96 Z=6.44	14.50 ***	Y=-18.98 Z=10.88
Y=-2.51 Z=5.30	13.00 ***	Y=-8.57 Z=6.63	15.00 ***	Y=-20.58 Z=11.65
Y=-2.95 Z=5.36	13.10 ***	Y=-9.22 Z=6.83	15.10 ***	Y=-22.41 Z=12.54
Y=-3.39 Z=5.41	13.20 ***	Y=-9.90 Z=7.06	15.20 ***	Y=-24.51 Z=13.62
Y=-3.84 Z=5.48	13.30 ***	Y=-10.62 Z=7.32	15.30 ***	Y=-26.96 Z=14.87
Y=-4.30 Z=5.54	13.40 ***	Y=-11.39 Z=7.60	15.40 ***	Y=-29.81 Z=16.41
Y=-4.77 Z=5.65	13.50 ***	Y=-12.22 Z=7.92	15.50 ***	Y=-33.06 Z=18.21
				16.00 ***
				16.10 ***
				16.20 ***
				16.30 ***
				16.40 ***
				16.50 ***
				17.00 ***
				17.10 ***
				17.20 ***
				17.30 ***
				17.40 ***
				17.50 ***
				18.00 ***
				18.10 ***
				18.20 ***
				18.30 ***
				18.40 ***
				18.50 ***
				19.00 ***
				19.10 ***
				19.20 ***
				19.30 ***
				19.40 ***
				19.50 ***
				20.00 ***
				20.10 ***
				20.20 ***
				20.30 ***
				20.40 ***
				20.50 ***
				21.00 ***
				21.10 ***
				21.20 ***
				21.30 ***
				21.40 ***
				21.50 ***
				22.00 ***
				22.10 ***
				22.20 ***
				22.30 ***
				22.40 ***
				22.50 ***
				23.00 ***
				23.10 ***
				23.20 ***
				23.30 ***
				23.40 ***
				23.50 ***
				24.00 ***
				24.10 ***
				24.20 ***
				24.30 ***
				24.40 ***
				24.50 ***
				25.00 ***
				25.10 ***
				25.20 ***
				25.30 ***
				25.40 ***
				25.50 ***
				26.00 ***
				26.10 ***
				26.20 ***
				26.30 ***
				26.40 ***
				26.50 ***
				27.00 ***
				27.10 ***
				27.20 ***
				27.30 ***
				27.40 ***
				27.50 ***
				28.00 ***
				28.10 ***
				28.20 ***
				28.30 ***
				28.40 ***
				28.50 ***
				29.00 ***
				29.10 ***
				29.20 ***
				29.30 ***
				29.40 ***
				29.50 ***
				30.00 ***

23 Mayo

20 Julio

Y=0.00 Z=4.63	12.00 ***	Y=-5.46 Z=5.17	14.00 ***	Y=-13.85 Z=7.57	16.00 ***	Y=-43.74 Z=20.71	18.00 ***
Y=-0.43 Z=4.64	12.10 ***	Y=-5.99 Z=5.27	14.10 ***	Y=-14.91 Z=7.96	16.10 ***	Y=-51.49 Z=24.40	18.10 ***
Y=-0.86 Z=4.65	12.20 ***	Y=-6.53 Z=5.39	14.20 ***	Y=-16.07 Z=8.39	16.20 ***	Y=-62.47 Z=29.68	18.20 ***
Y=-1.29 Z=4.66	12.30 ***	Y=-7.09 Z=5.52	14.30 ***	Y=-17.36 Z=8.89	16.30 ***	Y=-79.28 Z=37.85	18.30 ***
Y=-1.72 Z=4.69	12.40 ***	Y=-7.69 Z=5.66	14.40 ***	Y=-18.80 Z=9.47	16.40 ***	Y=-108.40 Z=52.10	18.40 ***
Y=-2.16 Z=4.72	12.50 ***	Y=-8.30 Z=5.82	14.50 ***	Y=-20.41 Z=10.13	16.50 ***	Y=-171.57 Z=83.19	18.50 ***
Y=-2.60 Z=4.76	13.00 ***	Y=-8.96 Z=5.99	15.00 ***	Y=-22.26 Z=10.91	17.00 ***	Y=-414.89 Z=203.32	19.00 ***
Y=-3.05 Z=4.80	13.10 ***	Y=-9.64 Z=6.19	15.10 ***	Y=-24.39 Z=11.82	17.10 ***		
Y=-3.51 Z=4.85	13.20 ***	Y=-10.37 Z=6.41	15.20 ***	Y=-26.80 Z=12.92	17.20 ***		
Y=-3.98 Z=4.92	13.30 ***	Y=-11.15 Z=6.65	15.30 ***	Y=-29.85 Z=14.25	17.30 ***		
Y=-4.46 Z=5.00	13.40 ***	Y=-11.98 Z=6.92	15.40 ***	Y=-33.46 Z=15.80	17.40 ***		
Y=-4.95 Z=5.08	13.50 ***	Y=-12.86 Z=7.25	15.50 ***	Y=-37.85 Z=17.58	17.50 **		

22 Abril

20 Agosto

	12.00	***		14.00	***		16.00	***		18.00	***
Y=0.00			Y=-6.10			Y=-16.36			Y=-75.34		
Z=2.97			Z=3.35			Z=5.19			Z=28.71		
	12.10	***		14.10	***		16.10	***		18.10	***
Y=-0.47			Y=-6.70			Y=-17.77			Y=-101.81		
Z=2.97			Z=3.43			Z=5.51			Z=28.01		
	12.20	***		14.20	***		16.20	***		18.20	***
Y=-0.94			Y=-7.33			Y=-19.36			Y=-156.67		
Z=2.98			Z=3.51			Z=5.87			Z=43.22		
	12.30	***		14.30	***		16.30	***		18.30	***
Y=-1.42			Y=-7.99			Y=-21.17			Y=-339.79		
Z=2.99			Z=3.61			Z=6.30			Z=94.19		
	12.40	***		14.40	***		16.40	***			
Y=-1.90			Y=-8.68			Y=-23.26					
Z=3.01			Z=3.71			Z=6.80					
	12.50	***		14.50	***		16.50	***			
Y=-2.39			Y=-9.41			Y=-25.69					
Z=3.03			Z=3.83			Z=7.40					
	13.00	***		15.00	***		17.00	***			
Y=-2.88			Y=-10.19			Y=-28.57					
Z=3.06			Z=3.96			Z=8.13					
	13.10	***		15.10	***		17.10	***			
Y=-3.38			Y=-11.03			Y=-32.07					
Z=3.09			Z=4.11			Z=9.03					
	13.20	***		15.20	***		17.20	***			
Y=-3.89			Y=-11.92			Y=-36.41					
Z=3.13			Z=4.28			Z=10.16					
	13.30	***		15.30	***		17.30	***			
Y=-4.42			Y=-12.89			Y=-41.96					
Z=3.17			Z=4.46			Z=11.63					
	13.40	***		15.40	***		17.40	***			
Y=-4.96			Y=-13.94			Y=-48.35					
Z=3.23			Z=4.68			Z=13.61					
	13.50	***		15.50	***		17.50	***			
Y=-5.52			Y=-15.09			Y=-59.70					
Z=3.29			Z=4.92			Z=16.42					

Equinocios

Y=0.00 Z=0.00	12.00	***	Y=-7.28 Z=0.00	14.00	***	Y=-21.83 Z=0.00	16.00	***
Y=-0.55 Z=0.00	12.10	***	Y=-8.03 Z=0.00	14.10	***	Y=-24.21 Z=0.00	16.10	***
Y=-1.10 Z=0.00	12.20	***	Y=-8.83 Z=0.00	14.20	***	Y=-27.03 Z=0.00	16.20	***
Y=-1.66 Z=0.00	12.30	***	Y=-9.67 Z=0.00	14.30	***	Y=-30.43 Z=0.00	16.30	***
Y=-2.22 Z=0.00	12.40	***	Y=-10.58 Z=0.00	14.40	***	Y=-34.63 Z=0.00	16.40	***
Y=-2.79 Z=0.00	12.50	***	Y=-11.55 Z=0.00	14.50	***	Y=-39.98 Z=0.00	16.50	***
Y=-3.38 Z=0.00	13.00	***	Y=-12.60 Z=0.00	15.00	***	Y=-47.04 Z=0.00	17.00	***
Y=-3.97 Z=0.00	13.10	***	Y=-13.76 Z=0.00	15.10	***	Y=-56.86 Z=0.00	17.10	***
Y=-4.59 Z=0.00	13.20	***	Y=-15.02 Z=0.00	15.20	***	Y=-71.48 Z=0.00	17.20	***
Y=-5.22 Z=0.00	13.30	***	Y=-16.43 Z=0.00	15.30	***	Y=-95.74 Z=0.00	17.30	***
Y=-5.88 Z=0.00	13.40	***	Y=-18.00 Z=0.00	15.40	***	Y=-144.87 Z=0.00	17.40	***
Y=-6.56 Z=0.00	13.50	***	Y=-19.73 Z=0.00	15.50	***	Y=-209.78 Z=0.00	17.50	***

20 Febrero

21 Octubre

	12.00	***		14.00	***		16.00	***
Y=0.00			Y=-8.72			Y=-30.57		
Z=-3.45			Z=-4.89			Z=-8.29		
	12.10	***		14.10	***		16.10	***
Y=-0.64			Y=-9.67			Y=-35.07		
Z=-3.46			Z=-4.22			Z=-9.28		
	12.20	***		14.20	***		16.20	***
Y=-1.29			Y=-10.69			Y=-40.84		
Z=-3.47			Z=-4.38			Z=-10.58		
	12.30	***		14.30	***		16.30	***
Y=-1.94			Y=-11.80			Y=-48.57		
Z=-3.49			Z=-4.55			Z=-12.34		
	12.40	***		14.40	***		16.40	***
Y=-2.60			Y=-13.00			Y=-59.49		
Z=-3.51			Z=-4.75			Z=-14.86		
	12.50	***		14.50	***		16.50	***
Y=-3.27			Y=-14.33			Y=-76.18		
Z=-3.55			Z=-4.99			Z=-18.75		
	13.00	***		15.00	***		17.00	***
Y=-3.96			Y=-15.80			Y=-105.04		
Z=-3.60			Z=-5.24			Z=-25.53		
	13.10	***		15.10	***		17.10	***
Y=-4.67			Y=-17.45			Y=-167.36		
Z=-3.65			Z=-5.55			Z=-48.24		
	13.20	***		15.20	***		17.20	***
Y=-5.41			Y=-19.32			Y=-403.82		
Z=-3.71			Z=-5.92			Z=-96.36		
	13.30	***		15.30	***			
Y=-6.18			Y=-21.47					
Z=-3.79			Z=-6.35					
	13.40	***		15.40	***			
Y=-6.98			Y=-23.97					
Z=-3.88			Z=-6.87					
	13.50	***		15.50	***			
Y=-7.82			Y=-26.95					
Z=-3.98			Z=-7.50					

20 Enero

21 Noviembre

	12.00	***		14.00	***		16.00	***
Y=0.00			Y=-10.78			Y=-48.96		
Z=-7.92			Z=-9.72			Z=-25.67		
	12.10	***		14.10	***		16.10	***
Y=-0.76			Y=-11.95			Y=-68.44		
Z=-7.93			Z=-10.11			Z=-38.98		
	12.20	***		14.20	***		16.20	***
Y=-1.53			Y=-13.33			Y=-78.32		
Z=-7.97			Z=-10.57			Z=-39.29		
	12.30	***		14.30	***		16.30	***
Y=-2.30			Y=-14.85			Y=-109.94		
Z=-8.02			Z=-11.09			Z=-54.10		
	12.40	***		14.40	***		16.50	***
Y=-3.09			Y=-16.56			Y=-502.00		
Z=-8.09			Z=-11.71			Z=-239.30		
	12.50	***		14.50	***			
Y=-3.90			Y=-18.49					
Z=-8.19			Z=-12.44					
	13.00	***		15.00	***			
Y=-4.73			Y=-20.71					
Z=-8.32			Z=-13.32					
	13.10	***		15.10	***			
Y=-5.60			Y=-23.30					
Z=-8.46			Z=-14.37					
	13.20	***		15.20	***			
Y=-6.50			Y=-26.38					
Z=-8.64			Z=-15.66					
	13.30	***		15.30	***			
Y=-7.45			Y=-30.12					
Z=-8.96			Z=-17.26					
	13.40	***		15.40	***			
Y=-8.46			Y=-34.79					
Z=-9.10			Z=-19.31					
	13.50	***		15.50	***			
Y=-9.54			Y=-40.08					
Z=-9.38			Z=-21.99					

Solsticio

Y=0.00 Z=-10.32	12.00 ***	Y=-11.82 Z=-12.92	14.00 ***	Y=-65.25 Z=-41.18	16.00 ***
Y=-0.83 Z=-10.34	12.10 ***	Y=-13.26 Z=-13.49	14.10 ***	Y=-86.65 Z=-53.39	16.10 ***
Y=-1.66 Z=-10.38	12.20 ***	Y=-14.86 Z=-14.16	14.20 ***	Y=-127.07 Z=-76.63	16.20 ***
Y=-2.50 Z=-10.46	12.30 ***	Y=-16.66 Z=-14.96	14.30 ***	Y=-233.05 Z=-137.87	16.30 ***
Y=-3.36 Z=-10.56	12.40 ***	Y=-18.70 Z=-15.90	14.40 ***	Y=-1,272.87 Z=-740.33	16.40 ***
Y=-4.24 Z=-10.70	12.50 ***	Y=-21.05 Z=-17.83	14.50 ***		
Y=-5.15 Z=-10.88	13.00 ***	Y=-23.81 Z=-18.40	15.00 ***		
Y=-6.10 Z=-11.09	13.10 ***	Y=-27.18 Z=-20.89	15.10 ***		
Y=-7.10 Z=-11.35	13.20 ***	Y=-31.14 Z=-22.22	15.20 ***		
Y=-8.16 Z=-11.65	13.30 ***	Y=-36.23 Z=-24.96	15.30 ***		
Y=-9.29 Z=-12.01	13.40 ***	Y=-42.87 Z=-28.68	15.40 ***		
Y=-10.50	13.50 ***	Y=-51.96	15.50 ***		


```

01*LBL "YZV"
02 "DISTANCIA?"
03 PROMPT
04 STO 00
05 "LATITUD?"
06 PROMPT
07 HR
08 ENTER↑
09 SIN
10 STO 01
11 RDN
12 COS
13 STO 02
14*LBL D
15 "DECLINACION?"
16 PROMPT
17 HR
18 ENTER↑
19 SIN
20 STO 04
21 RDN
22 COS
23 STO 05
24*LBL H
25 "HORA?"
26 PROMPT
27 HR
28 12
29 -
30 15
31 *
32 ENTER↑
33 SIN
34 STO 06
35 RDN

```

"YZV"

Este programa calcula las coordenadas del extremo de la sombra del gnomon proyectada sobre un plano vertical perpendicular al plano meridiano referidas a un sistema cartesiano en el que la vertical que pasa por el pie del gnomon es el eje de las y, y la línea diurna de equinocios, el eje de las z.

En realidad, el programa YZV es idéntico al YZH, y con él se podrán calcular cuadrantes verticales orientados.

Los algoritmos que han servido para el cálculo de las coordenadas se han deducido de los anteriores sustituyendo en ellos el valor de la latitud por el de la colatitud, que en este caso es el ángulo que forma el gnomon con el plano del cuadrante:

$$\varphi = 90 - \delta$$

Realizado el cambio, las fórmulas quedan:

$$y = \frac{D \cdot \sin H \cdot \cos \delta}{\sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H - \sin \delta \cdot \cos \varphi}$$

```

36 COS
37 STO 07
38 RCL 00
39 RCL 05
40 *
41 RCL 06
42 *
43 XEQ A
44 /
45 "Y="
46 ARCL X
47 RVIEW
48 RCL 04
49 RCL 00
50 *
51 RCL 01
52 /
53 XEQ A
54 /
55 "Z="
56 ARCL X
57 RVIEW
58 GTO H
59+LBL A
60 RCL 02
61 RCL 04
62 *
63 RCL 01
64 RCL 05
65 *
66 RCL 07
67 *
68 -
69 END

```

$$z = \frac{D \operatorname{sen} \delta}{\operatorname{sen} \varphi (\cos \varphi \cdot \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \varphi \cos \delta \cos H)}$$

```

01+LBL "CH"
02 "ALTURA?"
03 PROMPT
04 STO 00
05 "LATITUD?"
06 PROMPT
07 HR
08 ENTER↑
09 SIN
10 STO 02
11 RDN
12 COS
13 STO 01
14+LBL D
15 "DIA?"
16 PROMPT
17 STO 00
18 "MES?"
19 PROMPT
20 1
21 X<>Y
22 X=Y?
23 GTO 01
24 2
25 X<>Y
26 X=Y?
27 GTO 02
28 3
29 X<>Y
30 X=Y?
31 GTO 03
32 4
33 X<>Y
34 X=Y?
35 GTO 04

```

"CH"

El programa CH calcula la sombra arrojada sobre el plano horizontal de una recta vertical. Los datos para el cálculo son la longitud de la recta "ALTURA", la "LATITUD" del lugar expresada en grados, minutos y segundos y la fecha, "DIA" y "MES" expresados en números. El resultado son las coordenadas polares R, longitud de la sombra arrojada y W, ángulo que forma la sombra con la línea Este-Oeste, tomando como polo el pie de la perpendicular y como origen de ángulos el Oeste, contando éstos de 0° a 180°, tomando como positivo el sentido directo, y negativo el retrógrado.

La utilidad de este programa de cálculo está en que, conociendo la situación de un edificio, se puede dibujar su sombra arrojada sobre el plano horizontal para una hora y día determinado con sólo calcular la sombra arrojada de una de sus aristas verticales con el programa, y el resto de las sombras por paralelismo.

El programa de cálculo "CH" es una combina-

36 5
37 X<Y
38 X=Y?
39 GTO 05
40 6
41 X<Y
42 X=Y?
43 GTO 06
44 7
45 X<Y
46 X=Y?
47 GTO 07
48 8
49 X<Y
50 X=Y?
51 GTO 08
52 9
53 X<Y
54 X=Y?
55 GTO 09
56 10
57 X<Y
58 X=Y?
59 GTO 10
60 11
61 X<Y
62 X=Y?
63 GTO 11
64 12
65 X<Y
66 X=Y?
67 GTO 12
68*LBL 01
69 0
70 GTO 13

ción de los anteriores programas, que los utiliza como subrutinas, por lo tanto está basado también en los cálculos gráficos desarrollados en los capítulos precedentes.

Los 19 primeros pasos del programa constituyen la entrada de datos. Los pasos siguientes hasta el 103 calculan a partir de la fecha, día y mes, el número de días transcurridos desde el 1 de enero, para con ese dato y usando como subrutinas los programas "A-M", "A-V" y "DEC" calcular la declinación correspondiente a la fecha de entrada (7) (126 paso).

Con los datos de entrada y la declinación calculada, mediante el programa "YZH" usado como una nueva subrutina calcula las coordenadas del punto extremo de la sombra arrojada.

Una vez obtenidas las coordenadas cartesianas se realiza una traslación de amplitud:

$$y_1 = y$$
$$z_1 = z - h \operatorname{tg} \varphi$$

71+LBL 02
72 31
73 GTO 13
74+LBL 03
75 59
76 GTO 13
77+LBL 04
78 96
79 GTO 13
80+LBL 05
81 120
82 GTO 13
83+LBL 06
84 151
85 GTO 13
86+LBL 07
87 181
88 GTO 13
89+LBL 08
90 212
91 GTO 13
92+LBL 09
93 243
94 GTO 13
95+LBL 10
96 273
97 GTO 13
98+LBL 11
99 304
100 GTO 13
101+LBL 12
102 334
103 GTO 13
104+LBL 13
105 RCL 08

siendo h la altura de la vertical, con lo que se traslada el origen de coordenadas cartesianas al pie de la vertical, polo de las coordenadas polares, y a continuación mediante la función de la calculadora R-P, se transforman dichas coordenadas en coordenadas polares, visualizando los resultados mediante los símbolos R -radio vector-, longitud de la sombra arrojada y W, ángulo que forma el radio vector con la dirección E-W, expresado de la misma forma ya indicada.

Al final del programa "CH" se incluye un ejemplo de cálculo, hallando la longitud y dirección de la sombra arrojada sobre el plano horizontal, de una vertical de 5'00 m., situada en Sevilla, $\varphi = 37^{\circ} 30'$, cada media hora, en los días de solsticios y equinoccios.

106 +
107 .017214266
108 *
109 STO 08
110 2
111 *
112 RAD
113 SIN
114 .00035073
115 *
116 ENTER↑
117 RCL 08
118 SIN
119 .03350127
120 *
121 +
122 RCL 08
123 +
124 DEG
125 R-D
126 9.2408
127 +
128 COS
129 .397815196
130 *
131 ASIN
132 ENTER↑
133 SIN
134 STO 04
135 RDN
136 COS
137 STO 05
138+LBL H
139 "HORA?"
140 PROMPT

141 HR
142 I2
143 -
144 15
145 *
146 ENTER†
147 SIN
148 STO 06
149 RDN
150 COS
151 STO 07
152 RCL 04
153 RCL 00
154 *
155 RCL 01
156 /
157 XEQ A
158 /
159 RCL 00
160 RCL 02
161 *
162 RCL 01
163 /
164 -
165 STO 10
166 RCL 00
167 RCL 05
168 *
169 RCL 06
170 *
171 XEQ A
172 /
173 STO 11
174 RCL 10
175 RCL 11

176 R-P
177 "R="

178 ARCL X
179 AVIEW
180 X<>Y
181 "W="

182 ARCL X
183 AVIEW
184 GTD H
185+LBL A
186 RCL 02
187 RCL 04
188 *
189 RCL 01
190 RCL 05
191 *
192 RCL 07
193 *
194 -
195 END

ALTURA	5.00	***							
LATITUD	37.30	***							
DIA	22.00	***			DIA	21.00	***	DIA	22.00
MES	6.00	***			MES	3.00	***	MES	12.00
HORA	12.00	***			HORA	12.00	***	HORA	12.00
R=1.25			R=20.03	18.00	***	R=3.93		R=9.00	
W=-90.00			W=161.02			W=-90.00		W=-90.00	
	12.30	***		18.30	***		12.30	***	12.30
R=1.38			R=33.61			R=3.92		R=9.15	
W=-116.70			W=156.87			W=-102.21		W=-97.84	
	13.00	***		19.00	***		13.00	***	13.00
R=1.73			R=92.83			R=4.19		R=9.63	
W=-136.69			W=152.56			W=-113.77		W=-105.52	
	13.30	***					13.30	***	13.30
R=2.21						R=4.64		R=10.49	
W=-150.28						W=-124.24		W=-112.89	
	14.00	***					14.00	***	14.00
R=2.80						R=5.28		R=11.87	
W=-159.88						W=-133.50		W=-119.85	
	14.30	***					14.30	***	14.30
R=3.49						R=6.17		R=14.05	
W=-167.14						W=-141.59		W=-126.36	
	15.00	***					15.00	***	15.00
R=4.32						R=7.37		R=17.65	
W=-173.83						W=-148.68		W=-132.40	
	15.30	***					15.30	***	15.30
R=5.31						R=9.06		R=24.38	
W=-178.08						W=-154.98		W=-137.99	
	16.00	***					16.00	***	16.00
R=6.56						R=11.56		R=40.76	
W=177.38						W=-160.65		W=-143.18	
	16.30	***					16.30	***	16.30
R=8.20						R=15.68		R=137.38	
W=173.15						W=-165.86		W=-148.02	
	17.00	***					17.00	***	
R=10.46						R=23.81			
W=169.08						W=-170.75			
	17.30	***					17.30	***	
R=13.96						R=47.94			
W=165.86						W=-175.43			

NOTAS AL CAPÍTULO VII

- 1.- En el modelo planetario que hemos empleado para los cálculos gráficos, se supone el perigeo a las 0h. del día 1 de enero.
- 2.- J.J. Orus Navarro, Apuntes de Astronomía. pp 105 y 106. Barcelona, 1965.
- 3.- J.J. Orus Navarro, Opus citada. pp 106 y 107.
- 4.- Para el cálculo de la declinación solar tomamos como origen el solsticio de invierno, al igual que se hizo en los cálculos gráficos.
- 5.- J.M. Raya, "Estudio geométrico para la construcción de un reloj solar en Sevilla". Cuadernos de Construcción. Noviembre, 1983.
- 6.- Estas expresiones coinciden con las que J. Kovalevsky emplea para

la reconstrucción en 1972, del cuadrante solar declinante del observatorio de Juvisy:

$$y = \frac{-D \cdot \cos \delta \cdot \sin H}{\sin A (\cos \delta \cdot \sin H \cdot \cos A - \sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H \cdot \sin A + \cos \varphi \cdot \sin \delta \cdot \sin A)}$$

$$z = \frac{D (\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin H \cdot \cos A + \sin \delta \cdot \sin A)}{\sin \varphi \cdot \sin A (\cos \delta \cdot \sin H \cdot \cos A - \sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H \cdot \sin A + \cos \varphi \cdot \sin \delta \cdot \sin A)}$$

con sólo hacer el azimut del muro $A = 90^\circ$ y la latitud $\varphi = 90 - \delta$
 J. Kovalevsky. "Calcul du Cadran Solaire de Juvisy" L'Astronomie.
 pp 368 a 383. Diciembre, 1974. La cita en p. 381.

- 7.- Al igual que en el programa de cálculo "DEC" hay que tener en cuenta la longitud del perigeo. La cifra del paso del programa nº 126 se corresponde con dicha longitud, la cual habrá que calcularla y sustituirla cada año, si se requiere mayor exactitud.

FIGURAS DEL CAPITULO II.-

FIGURA 1.- Órbita aparente del sol.

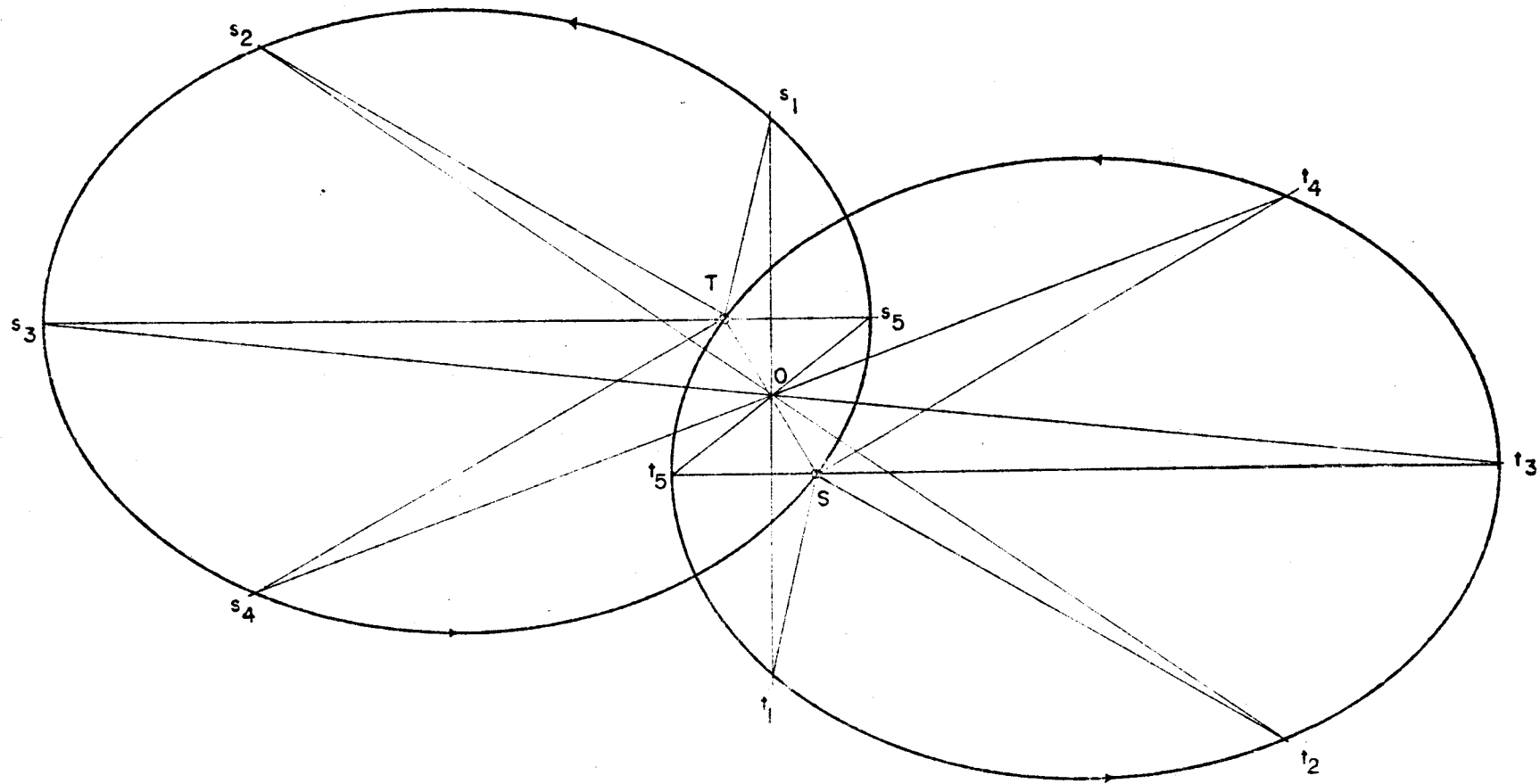


FIGURA 2.-
Gráfica de la
variación de
la declinación
con respecto -
al tiempo.

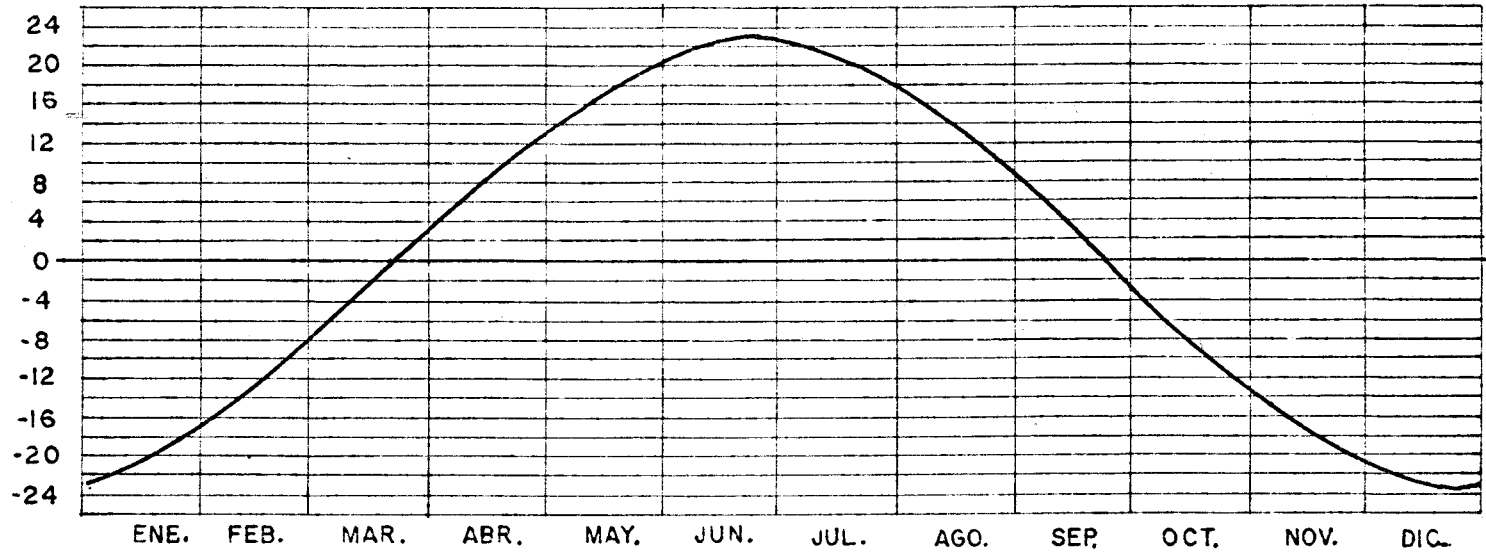


FIGURA 3.-
Gráfica de la
ecuación del
tiempo.

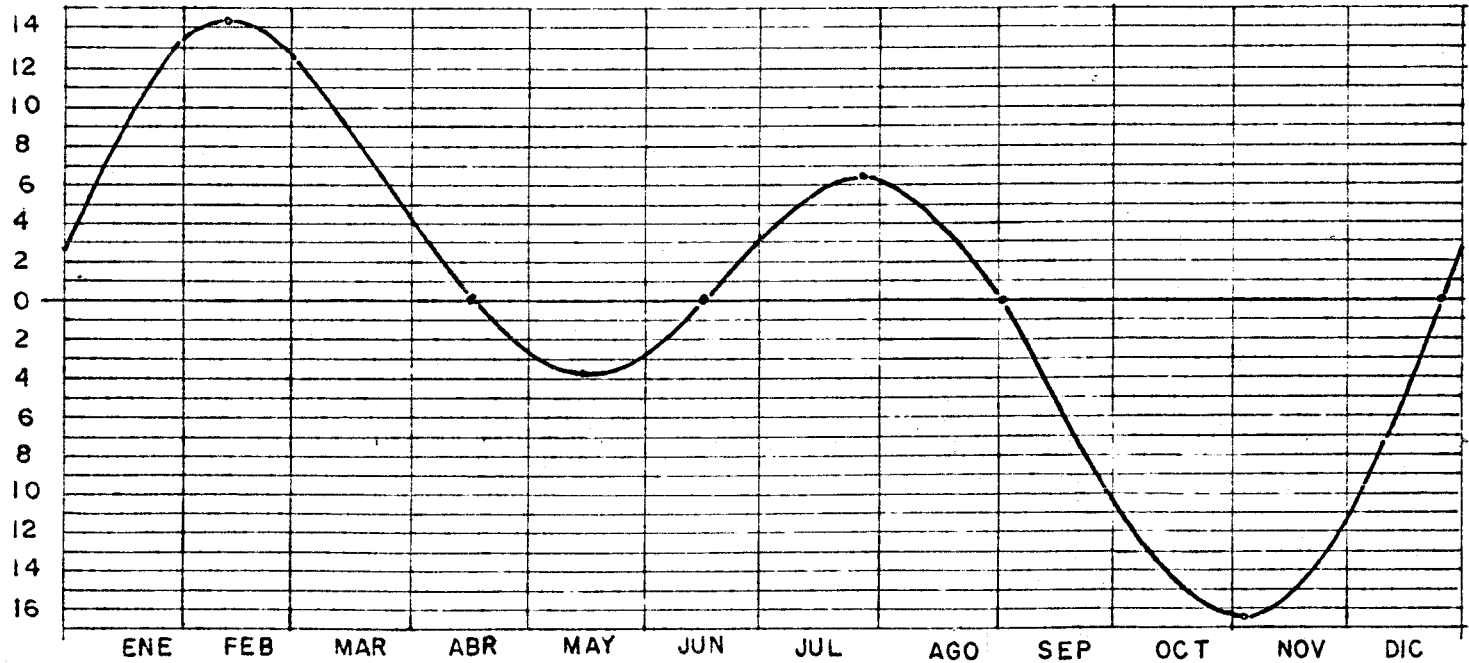


FIGURA 4.- Valores de la ecuación del tiempo.

Dia	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
1	+3	23	+13	35	+12	31	+4	4	-2	53	-2	23	+3	36	+6	16	+0	29	-10	8	-16	21	-11	39
2	3	51	13	43	12	19	3	46	3	0	2	14	3	48	6	13	-0	10	10	27	16	23	10	46
3	4	19	13	50	12	7	3	29	3	7	2	5	3	59	6	9	0	29	10	46	16	24	10	23
4	4	47	13	57	11	55	3	11	3	13	1	55	4	10	6	4	0	48	11	5	16	24	10	0
5	5	14	14	2	11	42	2	53	3	19	1	45	4	21	5	58	1	8	11	23	16	23	9	36
6	5	41	14	7	11	29	2	36	3	24	1	34	4	32	5	51	1	28	11	41	16	21	9	11
7	6	7	14	11	11	15	2	19	3	29	1	23	4	42	5	46	1	48	11	59	16	19	8	45
8	6	33	14	14	11	0	2	2	3	33	1	12	4	52	5	39	2	9	12	16	16	16	8	19
9	6	58	14	16	10	45	1	25	3	36	1	1	5	1	5	31	2	29	12	33	16	12	7	53
10	7	23	14	18	10	30	1	29	3	39	0	49	5	9	5	22	2	50	12	49	16	7	7	26
11	7	47	14	19	10	14	1	13	3	41	0	37	5	18	5	13	3	11	13	5	16	1	6	59
12	8	11	14	19	9	58	0	57	3	43	0	25	5	26	5	3	3	32	13	21	15	54	6	32
13	8	34	14	18	9	42	0	41	3	44	0	13	5	33	4	53	3	53	13	36	15	46	6	4
14	8	57	14	16	9	26	0	25	3	45	-0	1	5	40	4	42	4	15	13	50	15	38	5	35
15	9	18	14	14	9	9	+0	10	3	45	+0	12	5	47	4	31	4	36	14	4	15	29	5	6
16	9	39	14	11	8	52	-0	5	3	45	0	25	5	53	-4	19	4	57	14	18	15	19	4	38
17	10	0	14	7	8	35	0	19	3	44	0	33	5	59	4	7	5	19	14	34	15	8	4	9
18	10	19	14	2	8	17	0	33	3	42	0	51	6	4	3	54	5	40	14	43	14	56	3	39
19	10	38	13	57	7	59	0	46	3	40	1	4	6	8	3	41	6	1	14	54	14	43	3	10
20	10	56	13	51	7	42	0	59	3	37	1	17	6	12	3	27	6	23	15	5	14	29	2	40
21	11	14	13	41	7	24	1	12	3	34	1	30	6	16	3	13	6	44	15	15	14	15	2	10
22	11	30	13	38	7	6	1	25	3	30	1	43	6	19	2	58	7	5	15	25	14	0	1	40
23	11	46	13	30	6	48	1	37	3	26	1	56	6	21	2	43	7	26	15	34	13	44	1	10
24	12	2	13	21	6	29	1	48	3	21	2	9	6	23	2	27	7	47	15	42	13	27	0	40
25	12	16	13	12	6	11	1	59	3	16	2	22	6	24	2	11	8	8	15	49	13	9	-0	10
26	12	30	13	3	5	53	2	9	3	16	2	34	6	25	1	55	8	28	15	56	12	51	+0	20
27	12	43	12	53	5	35	2	19	3	3	2	47	6	25	1	39	8	48	16	2	12	32	0	50
28	12	55	12	42	5	16	2	28	2	36	3	0	6	24	1	22	9	9	16	7	12	12	1	19
29	13	6			4	58	2	37	2	49	3	12	6	23	1	4	9	29	16	12	11	32	1	49
30	13	16			4	40	2	45	2	41	3	24	6	21	0	46	9	49	16	16	11	31	2	18
31	13	26			4	22			2	32			6	19	0	28			16	19			2	47

El signo + ó - indica el adelanto o retraso del Sol verdadero con respecto al Sol medio

J. Mur Soteras.- ASOLEO GEOMÉTRICO

FIGURA 5.-
Círculos y líneas celestes.

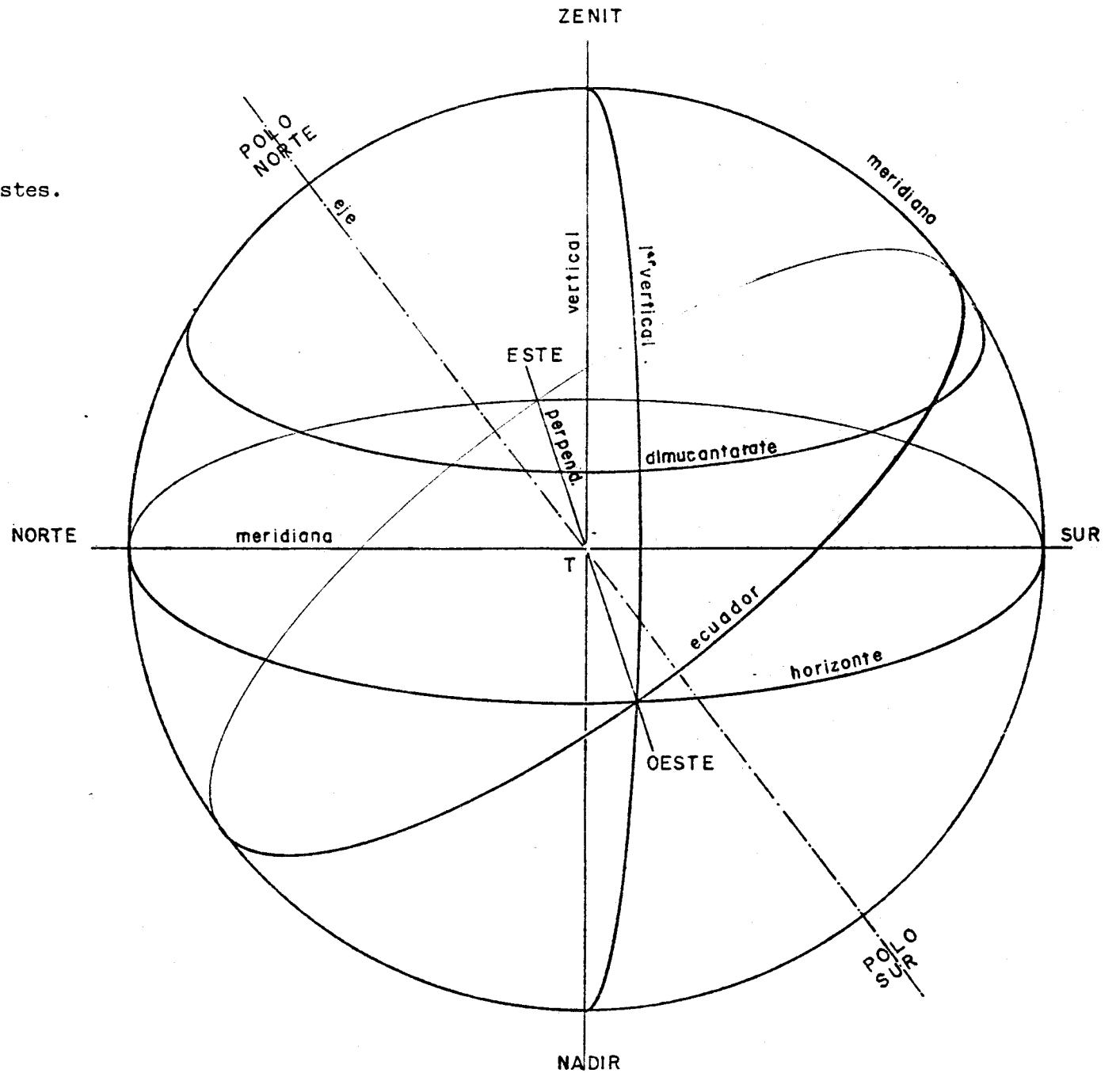


FIGURA 6.-
Círculos y líneas celestes.

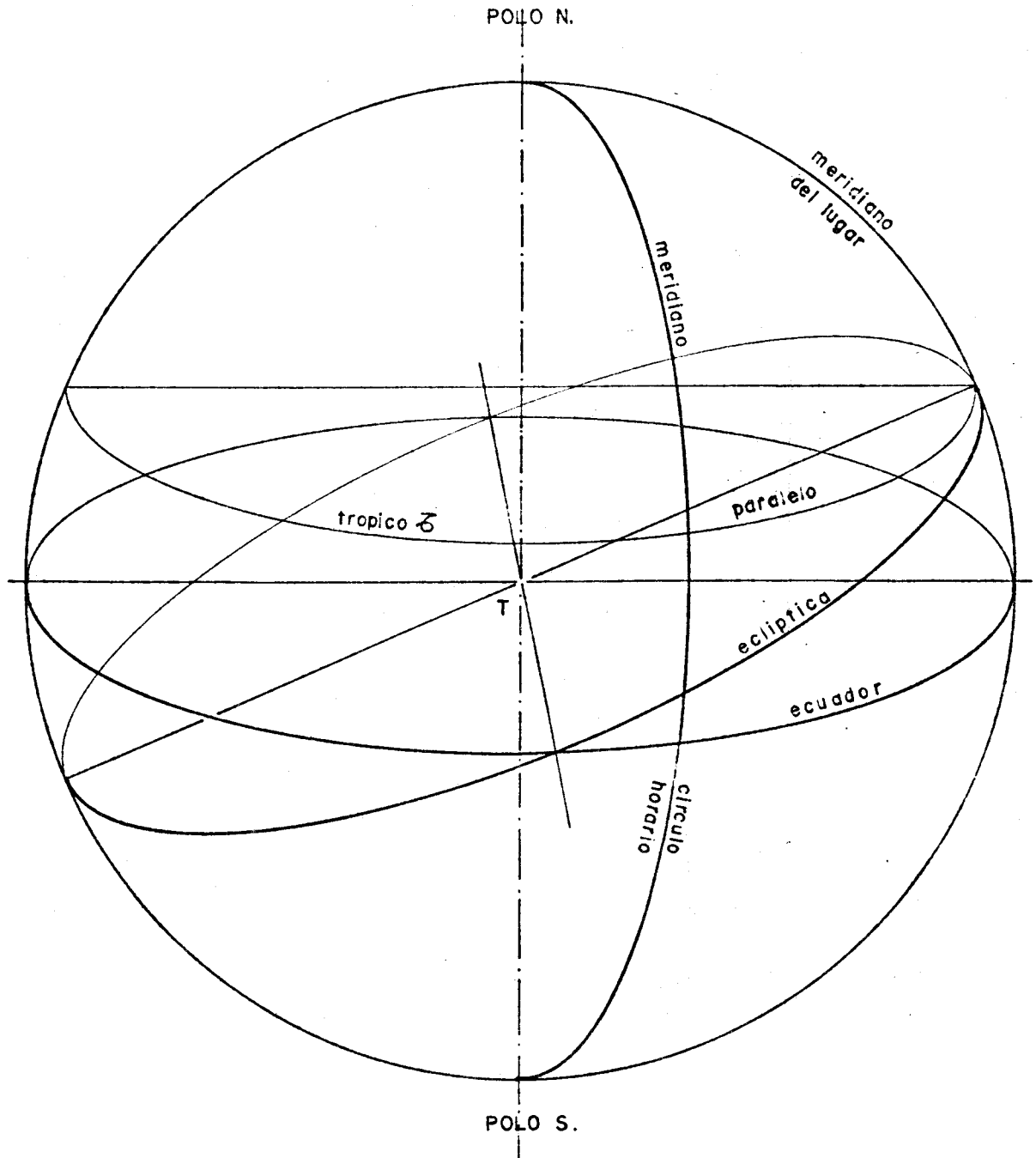


FIGURA 7.-
Eclíptica.

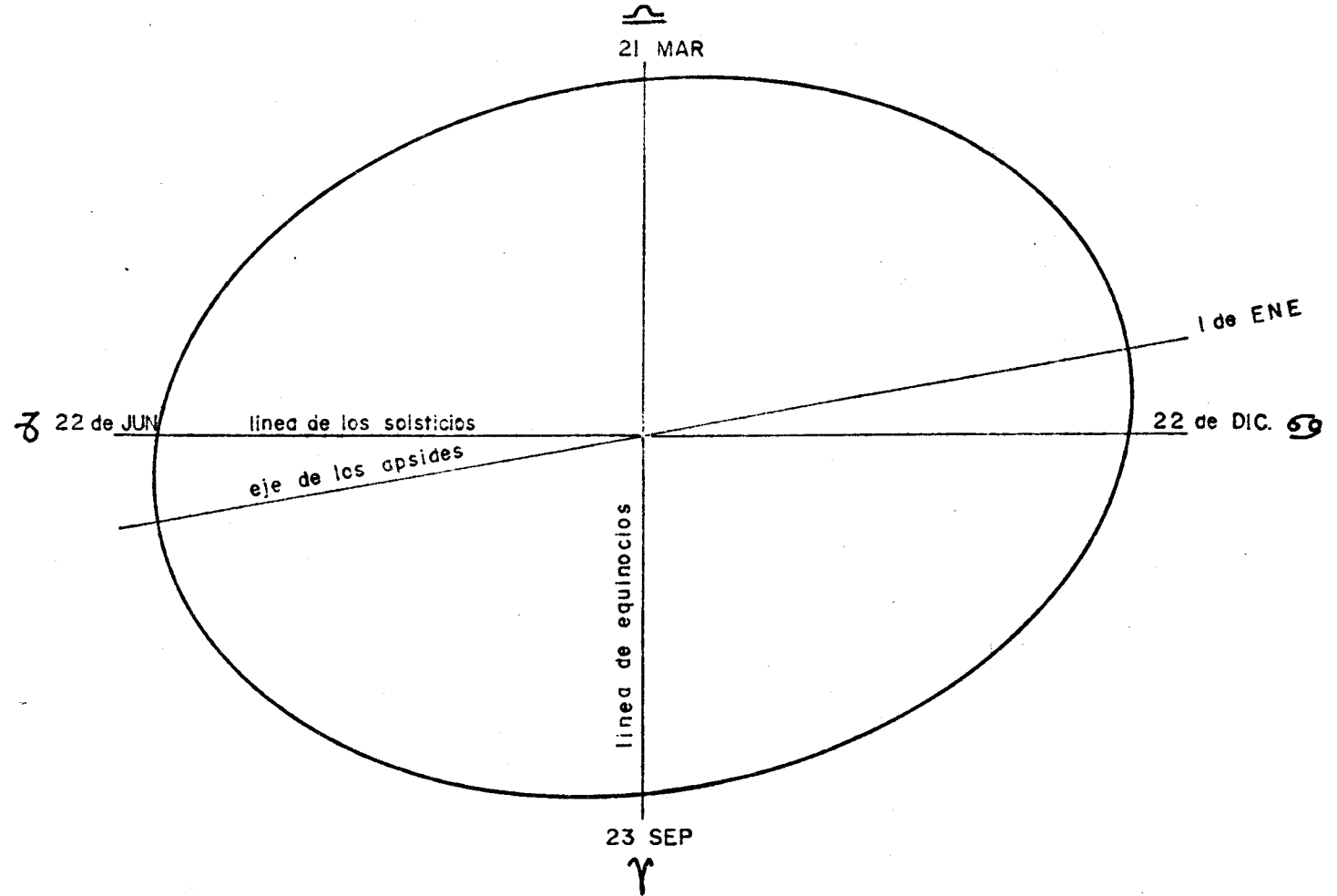


FIGURA 8.-
 Coordenadas horizontales,
 cartesianas y esféricas.

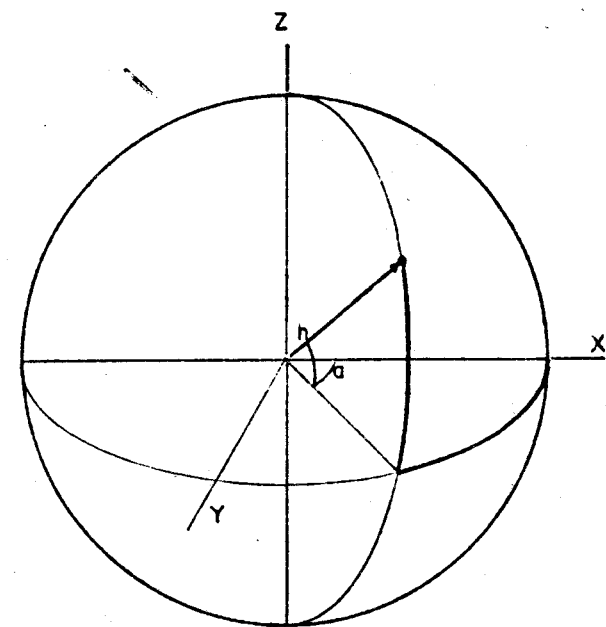
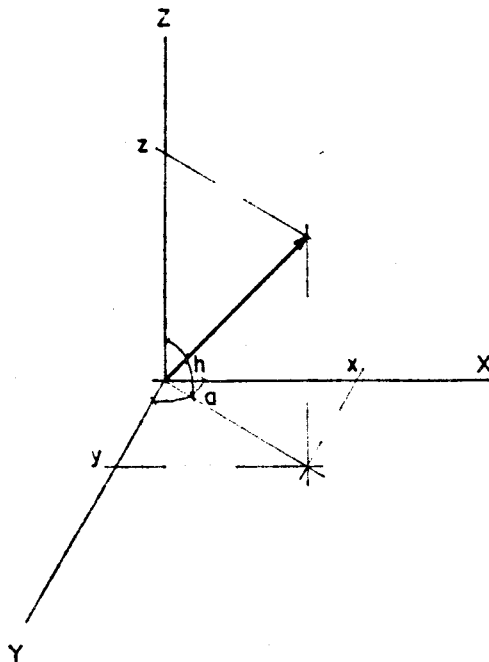
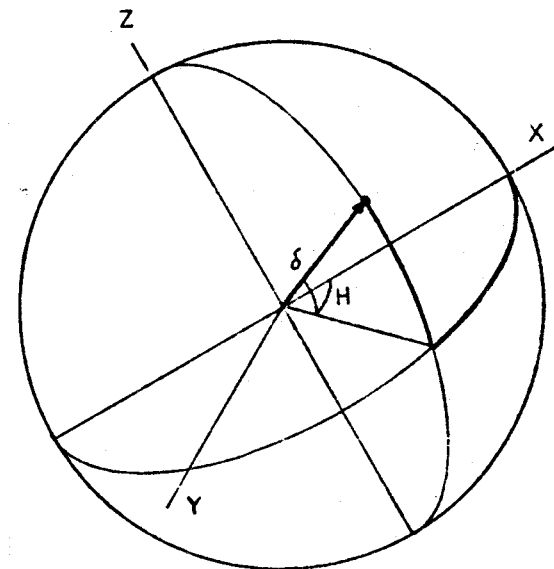
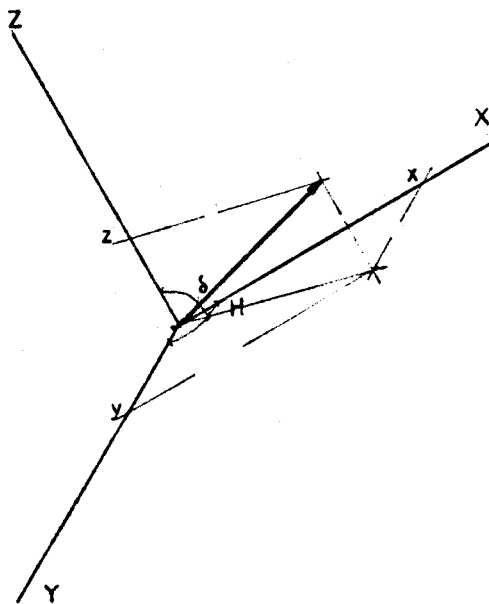


FIGURA 9.-
 Coordenadas ecuatoriales,
 cartesianas y esféricas.



FIGURAS DEL CAPITULO III.-

FIGURA 1.-
 Modelo planetario tolomeico.
 E Centro del Ecuante.
 C Centro del deferente.
 O Centro del epiciclo.
 T Tierra
 $\bar{\lambda}$ Longitud media del planeta.
 $\bar{\alpha}$ Anomalia media.
 P Planeta.
 λ_p Longitud verdadera.
 λ_a Longitud del apogeo.

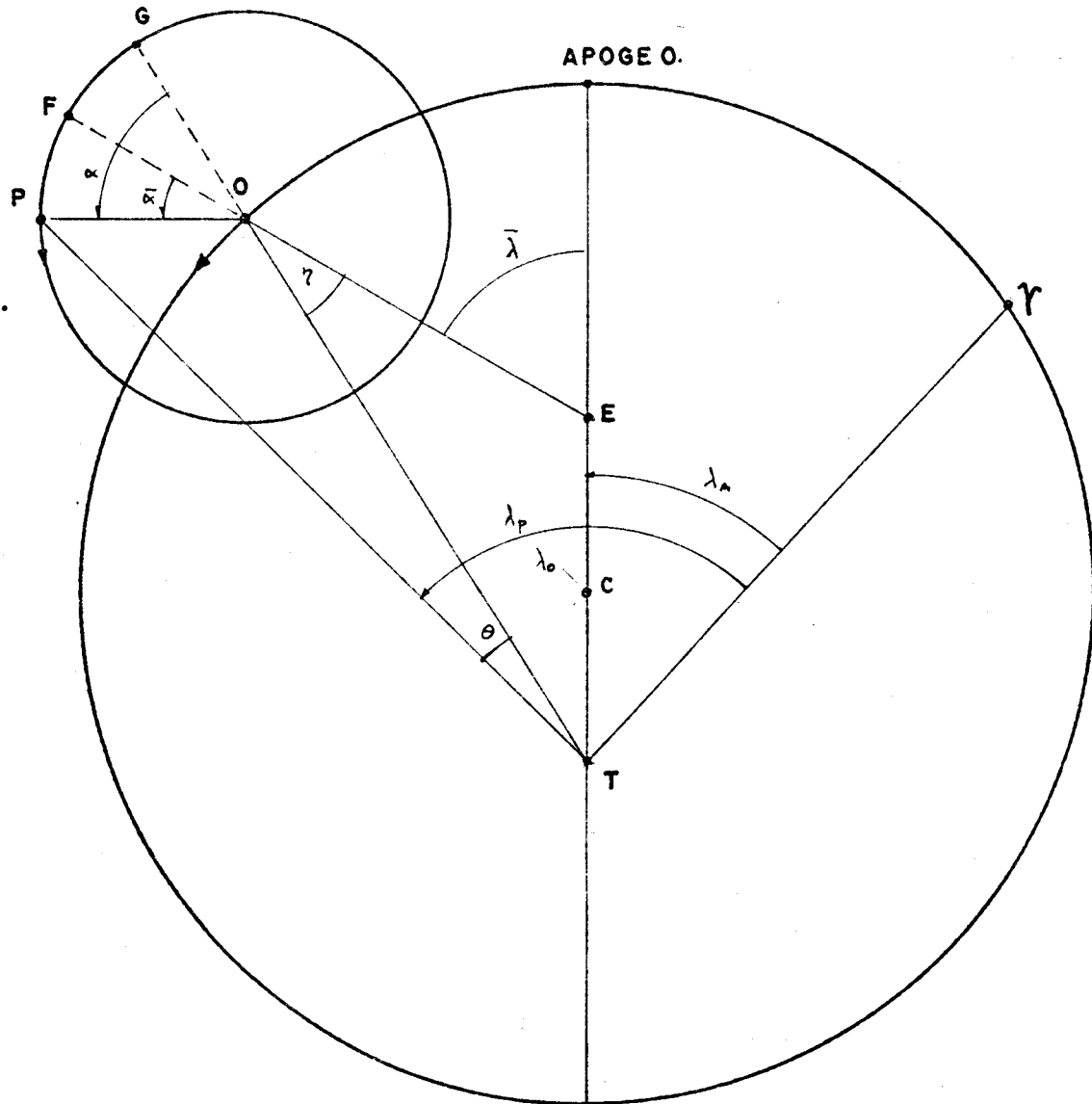
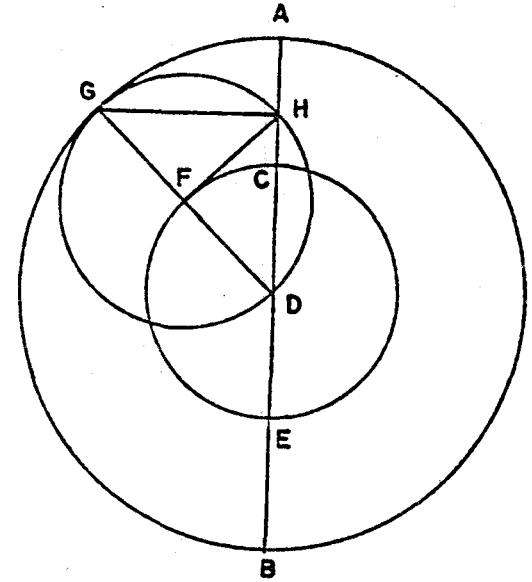
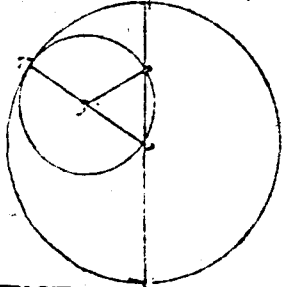


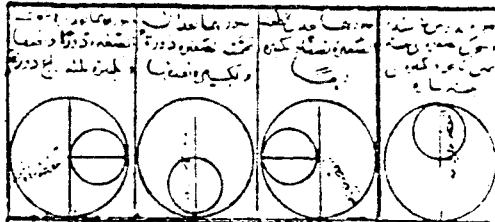
FIGURA 2.- Lema de Naṣīr al-Dīn Ṭūsī.



لاوتة حردا اول لكر من وعل شانه الكلاب
من شك هرد وسانة للاخلى رة رة
لساوتة انى رة رة ناذن رة لوتاجده حردا
نخطده مناش على خط دا نخطه اذن
س انظر الى بيته وكونه اير الارتفاع ناذن
استرودة دا با من طرف خط اسير الى بيته



اولا رة لعلنا اللاد من منة فوق لكر من بحرين
بوتيف ان كونا لاد من نعتة العنفة ورا لكر من
انكرونها ورا نعتة الكرة اذ نعتة نعتة



وتبين ان نعتة حردا حردا لاد من منة
براد ان ابعين الهندسة في هذا الخطه فليكن الكبرة
دايرة اسج وقصها آت وقرنما ك والصغير
دايرة حردا وقصها براد وقرنما ك وندقم
المفروضه ولنضن لان حردا على خط اذ
ننظره على نظر آ. ليكنه مائة مائة
دايرة حردا في جهة حردا وليقل كينا نعتة
ان ناطع قوس حردا مثلا وننظره ما اذ اسير
الحرب في جهة آح نصف الكبرة وننظر
قوسه نظر حردا لان ناطع قوس آح في جهة
قوس حردا ونصل هردا فزاوية حردا الصغرى

FIGURA 3.-
Expresión de la anomalía verdadera (V)
en función de la media (M).

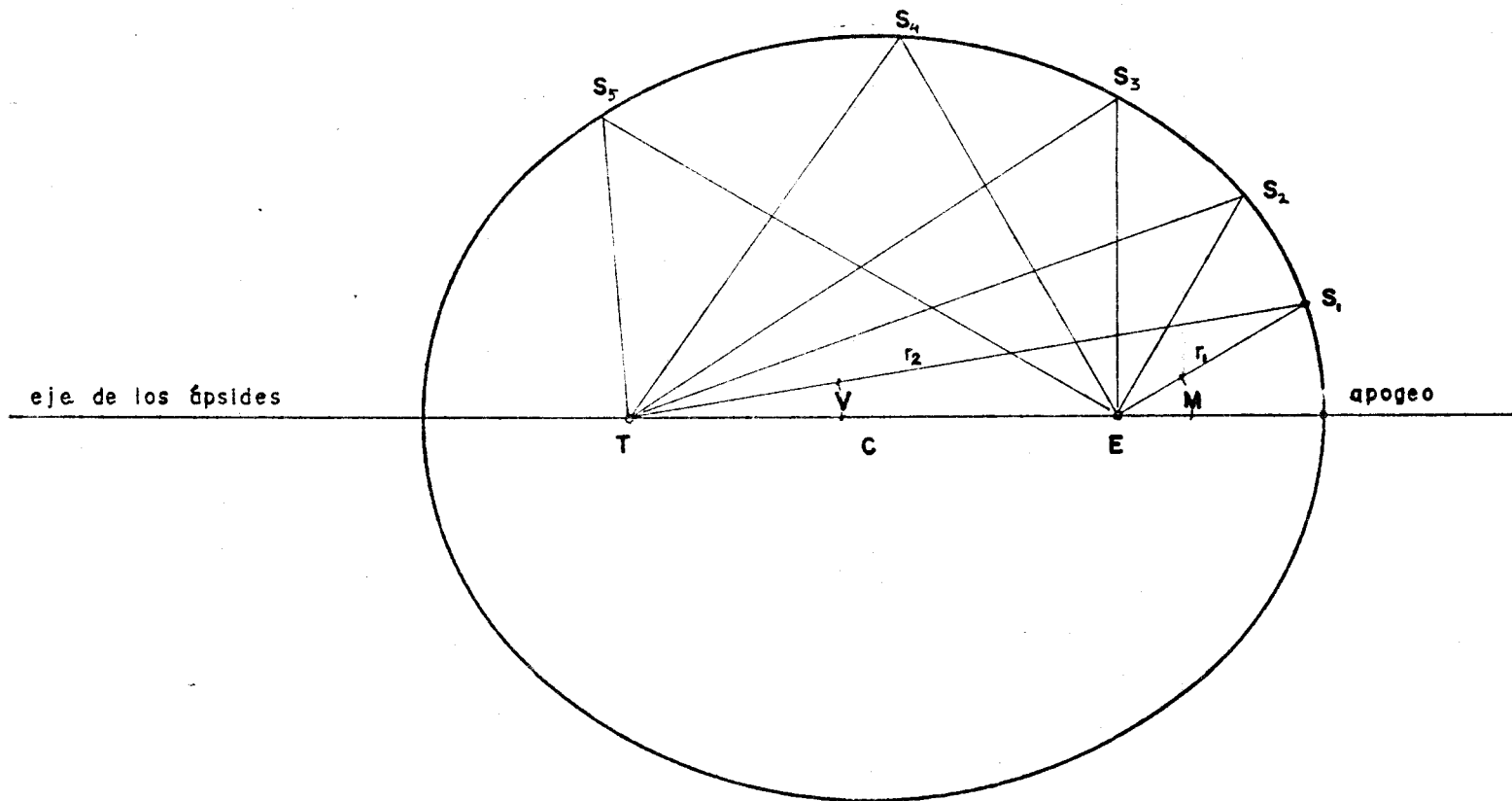


FIGURA 4.-
Expresión de la anomalía verdadera (V)
en función de la excéntrica.

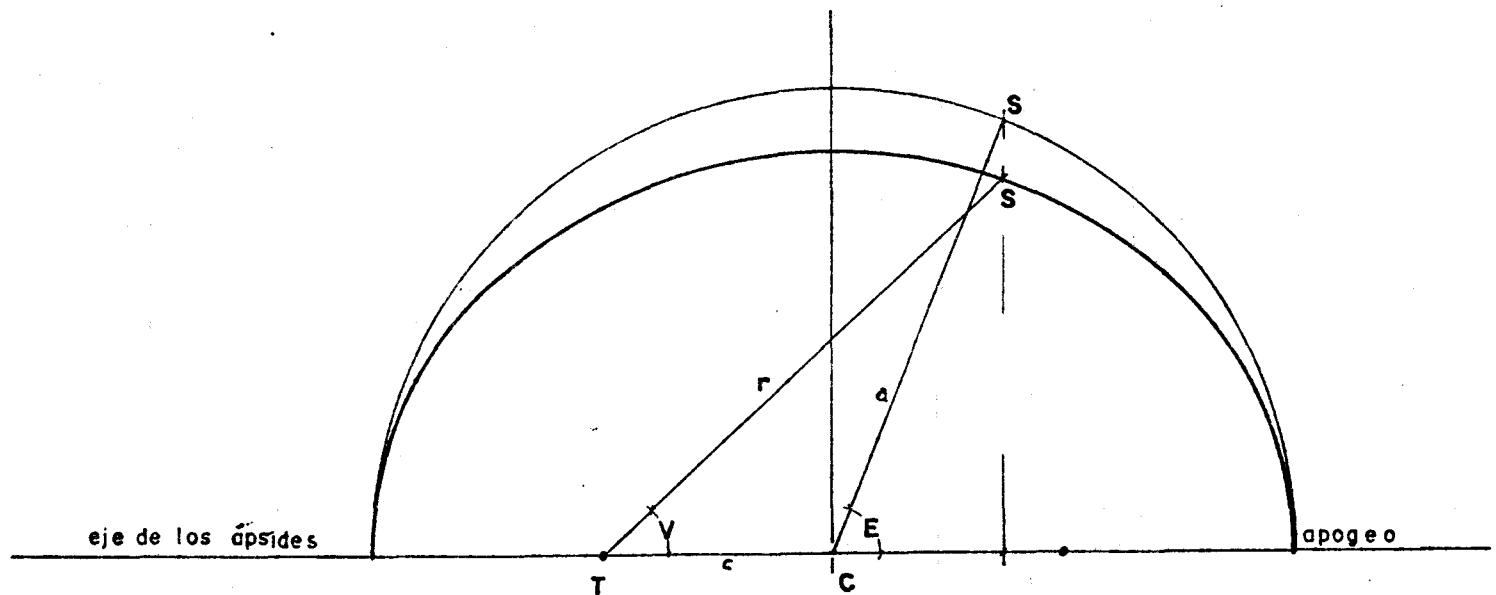


FIGURA 5.-
Cálculo de la anomalía verdadera
para el día 10 de marzo.

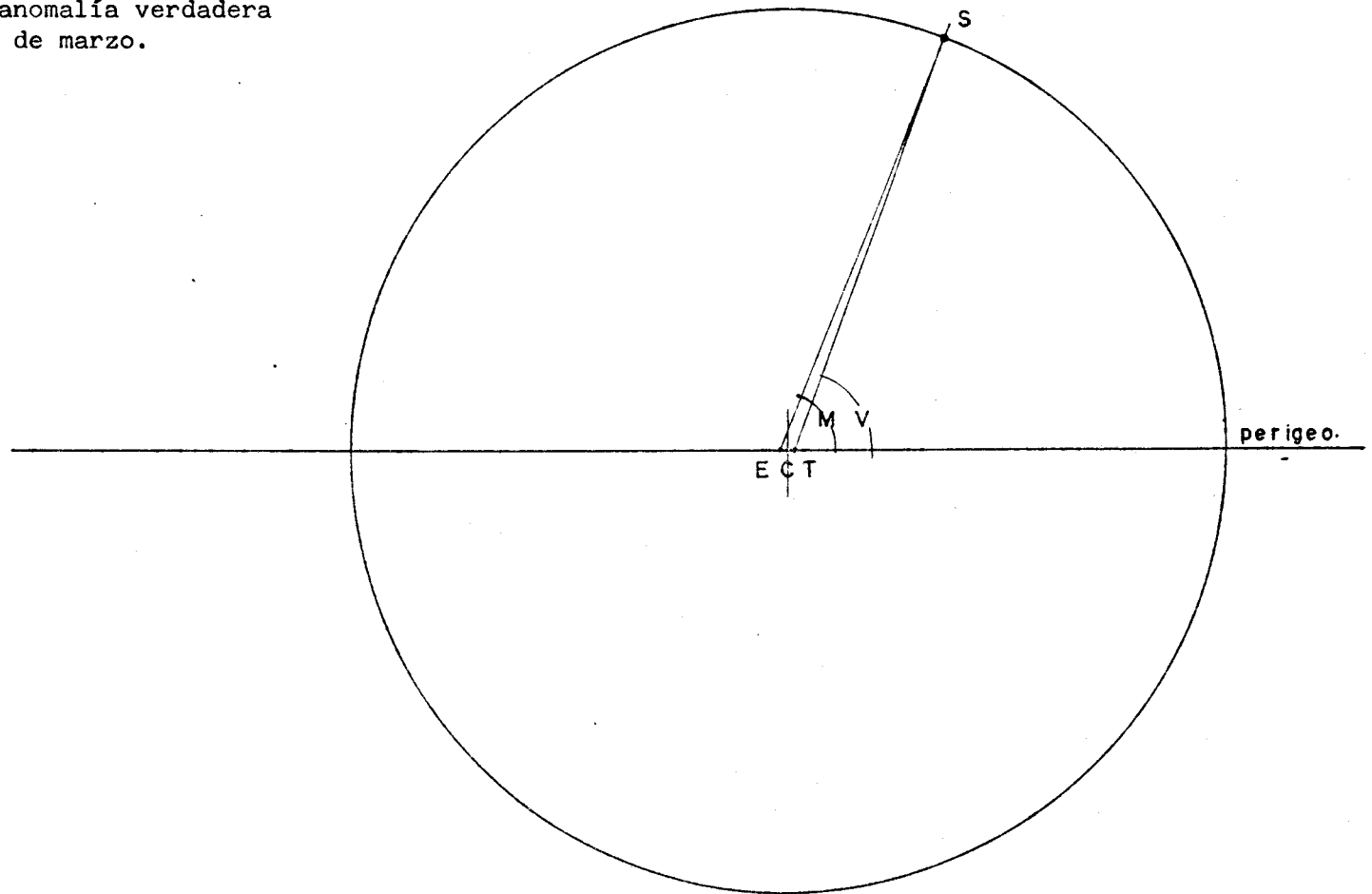


FIGURA 6.-
 División de la eclíptica
 en partes proporcionales
 a las áreas barridas por
 unidad de tiempo.

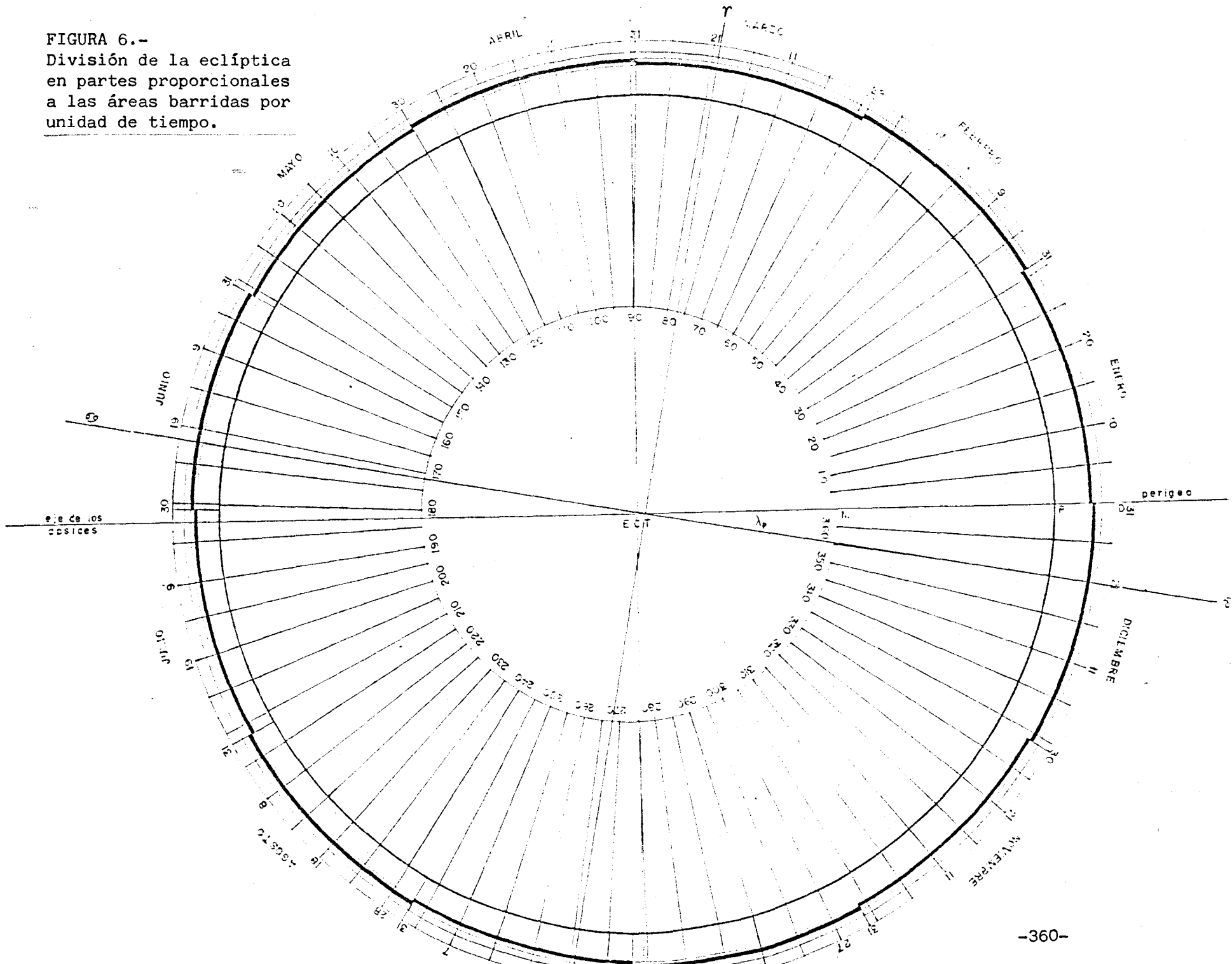


FIGURA 7.-
 Círculo ecuatorial:
 expresión del ángu-
 lo horario en gra-
 dos y horas.

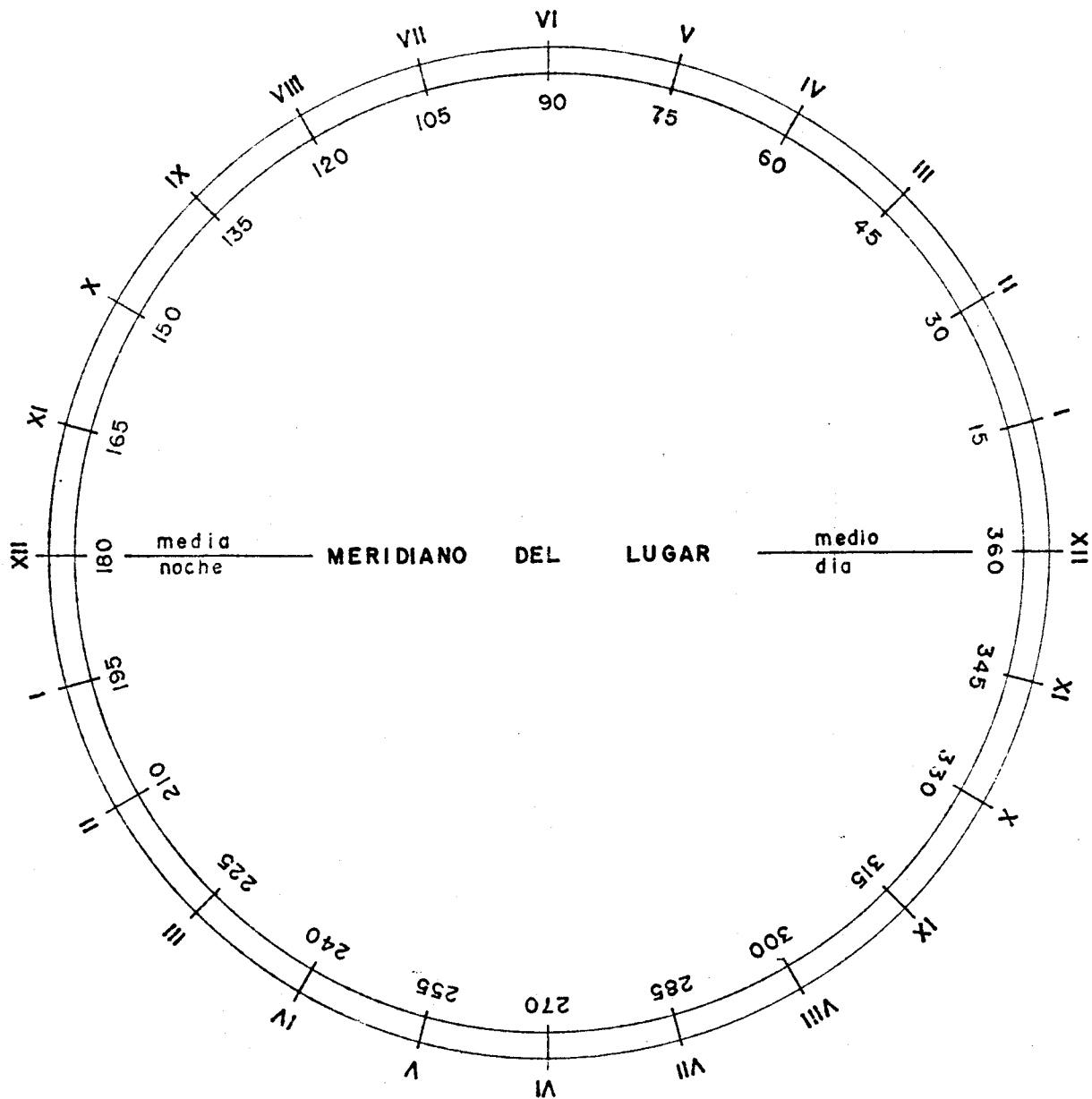


FIGURA 8.-
 Cálculo de la posición
 del sol y su declina -
 ción para el día 19 de
 enero en una órbita -
 teórica de excentrici -
 dad $e = 0,6$.

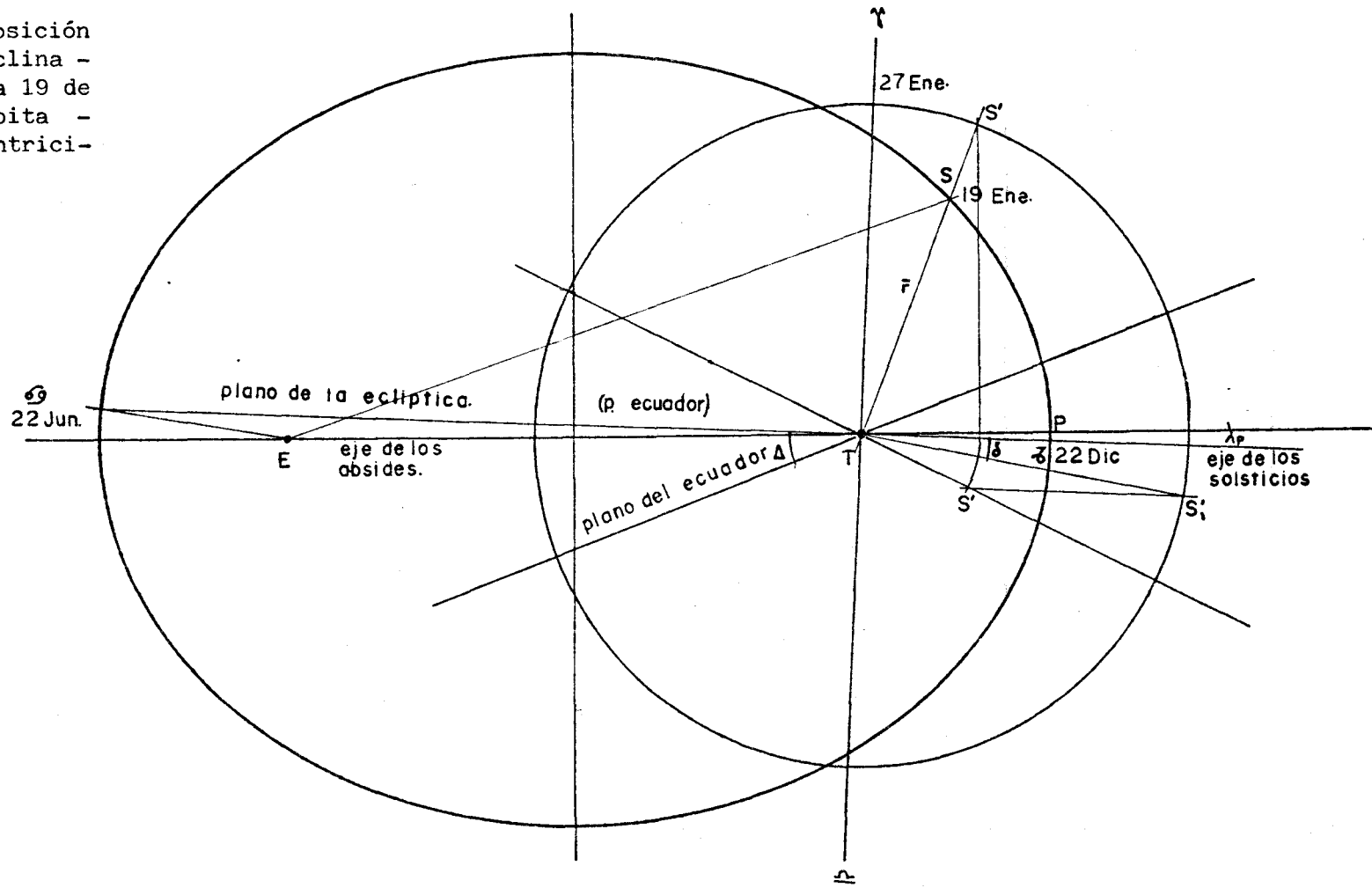


FIGURA 9.-
Cálculo de la declinación del sol para el día 15 de febrero.

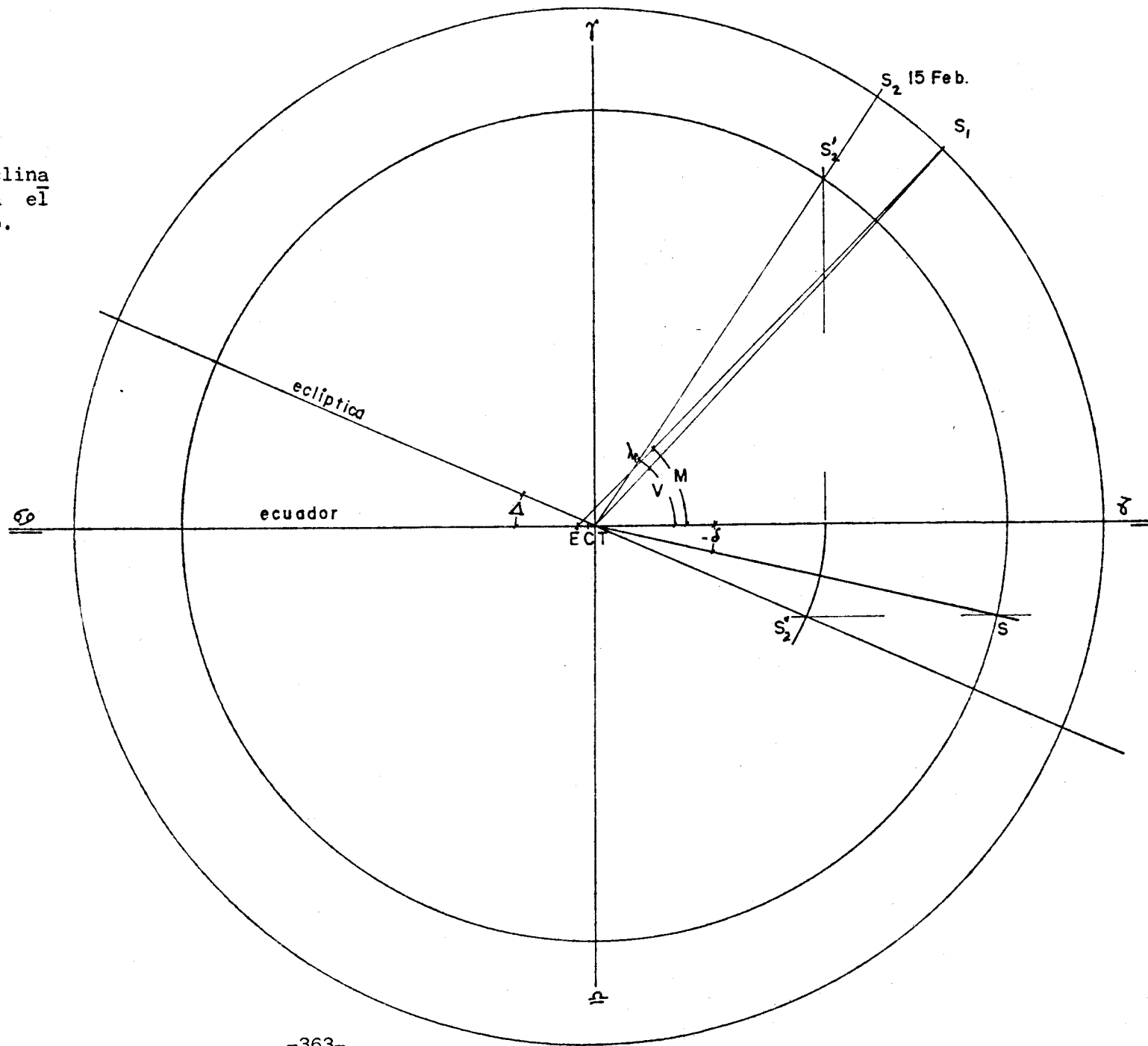


FIGURA 10.-
Cálculo de la declinación del sol para el día 23 de abril.

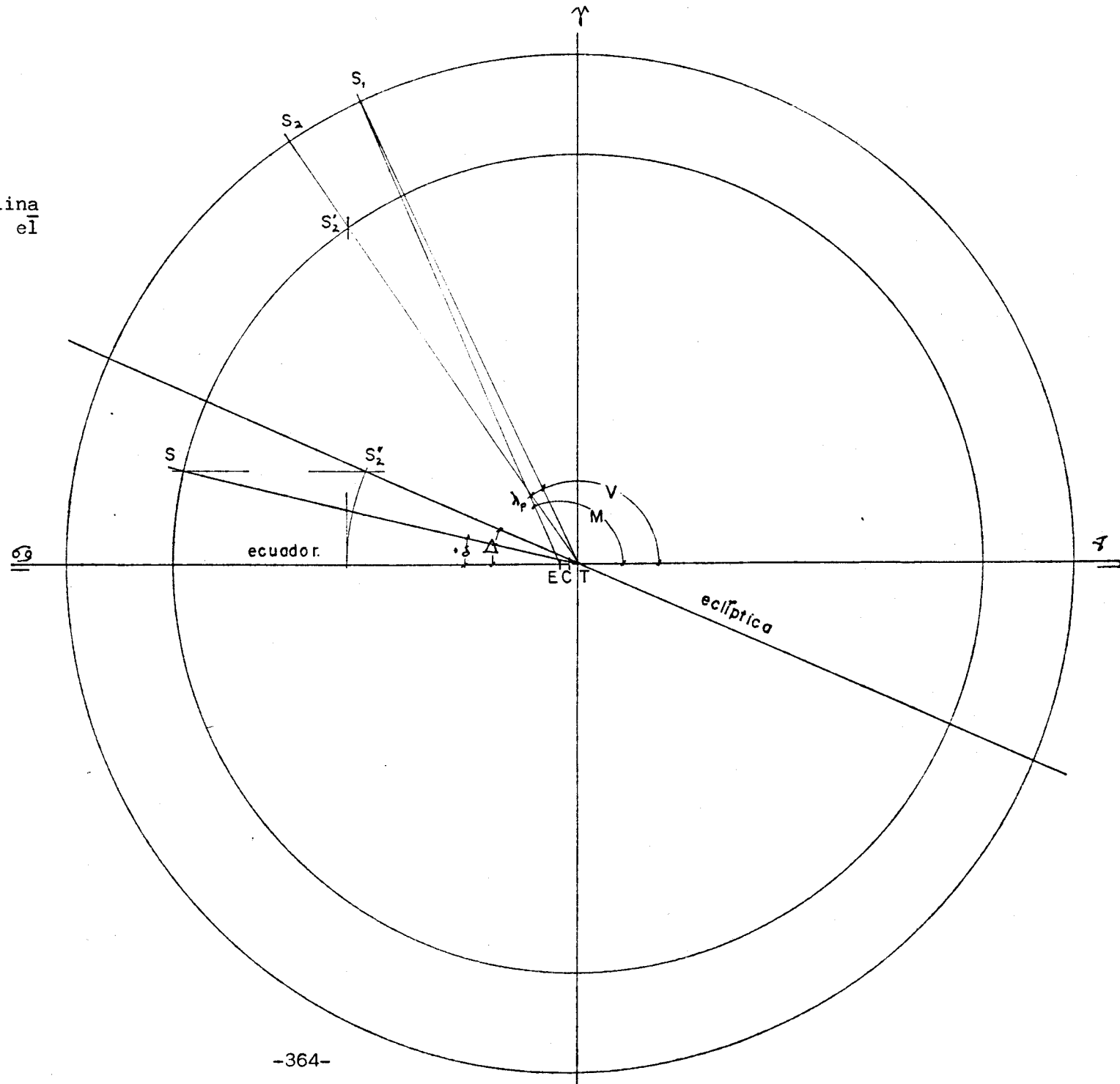


FIGURA 11.-
Cálculo de la declinación del sol para el equinocio de primavera.

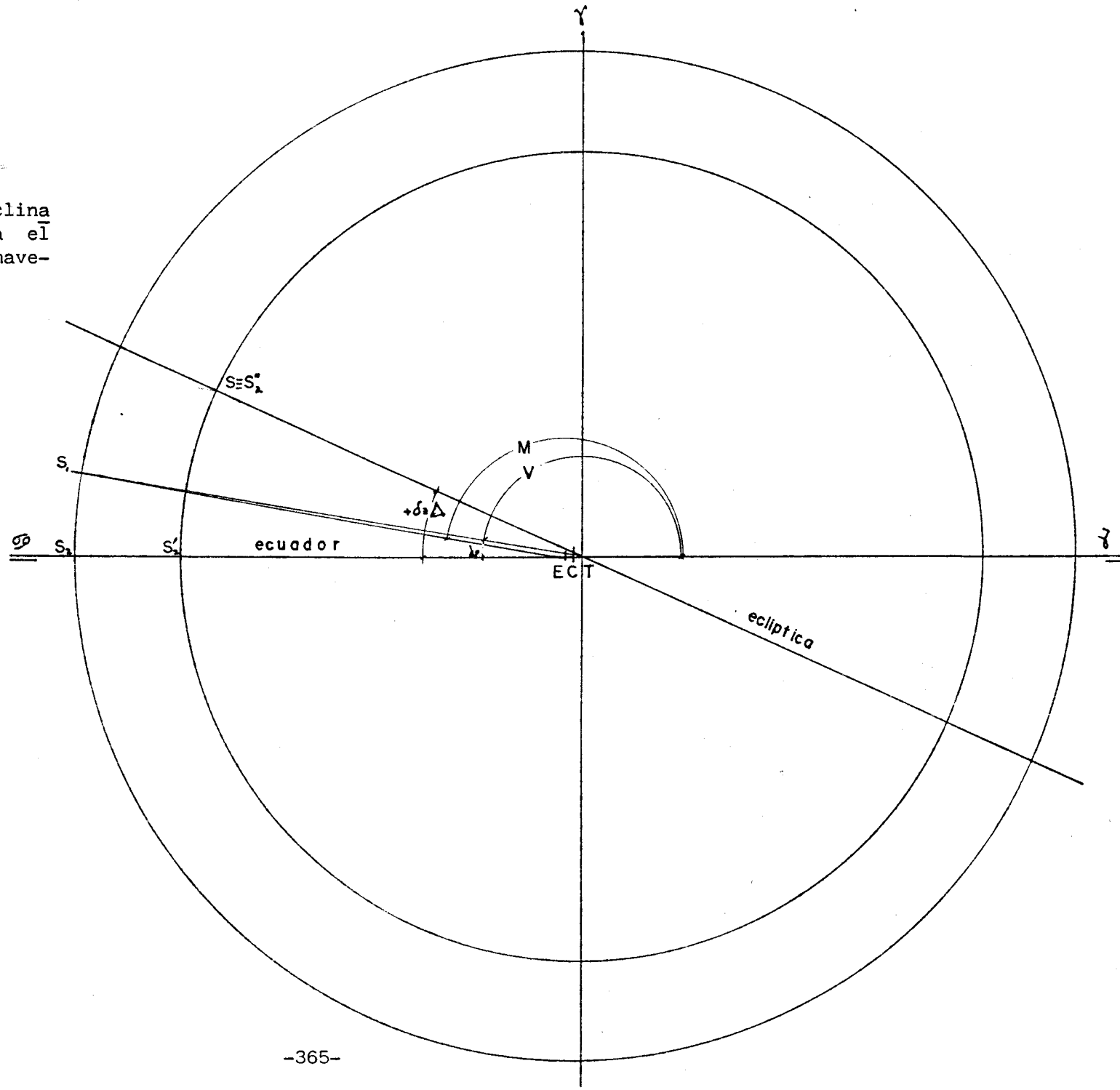


FIGURA 12.-
Cálculo de la declinación del sol para el solsticio de verano.

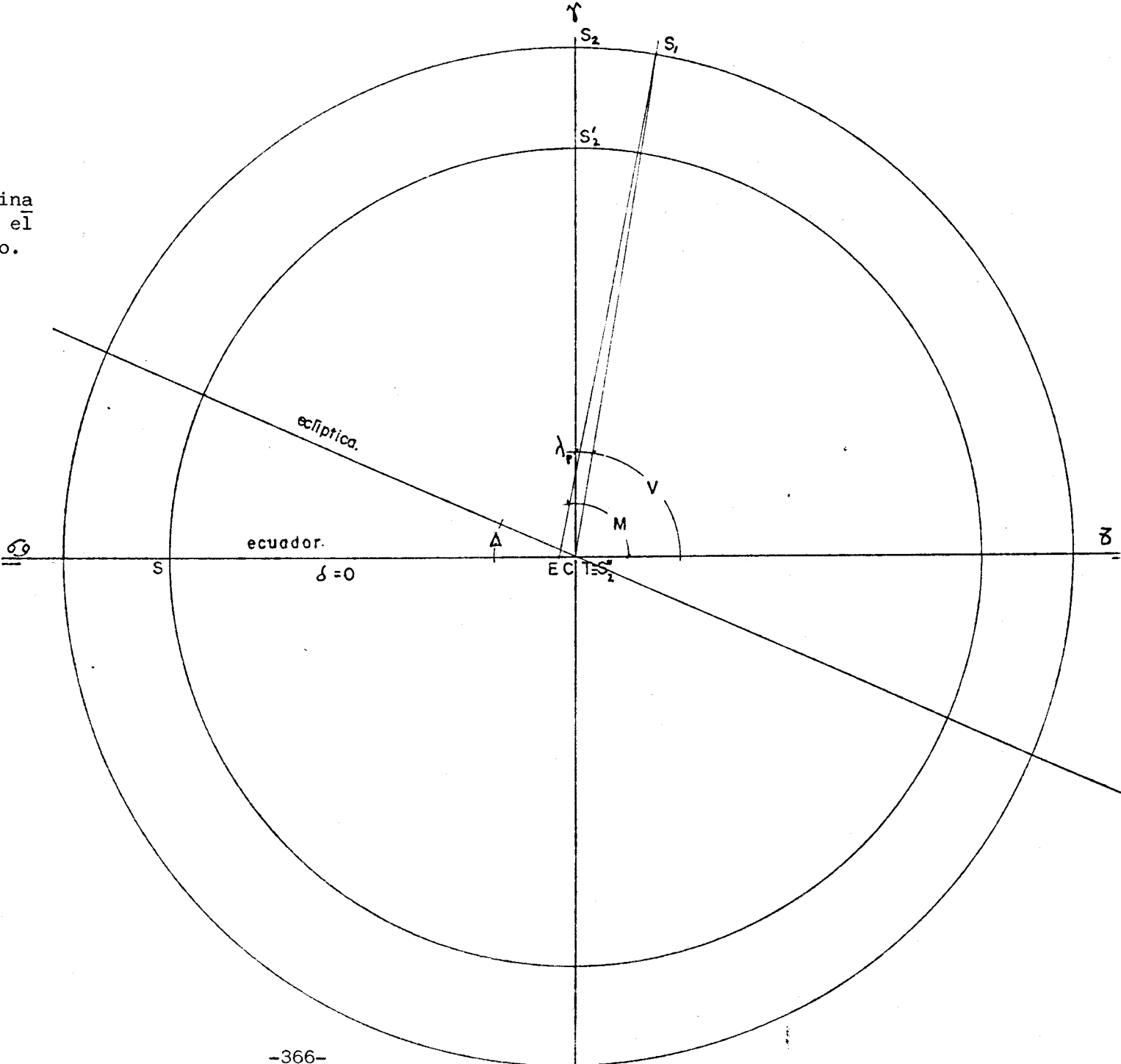


FIGURA 13.-
 Triángulo de posición
 del astro con expre -
 sión de sus coordena -
 das horizontales y ecua -
 toriales.

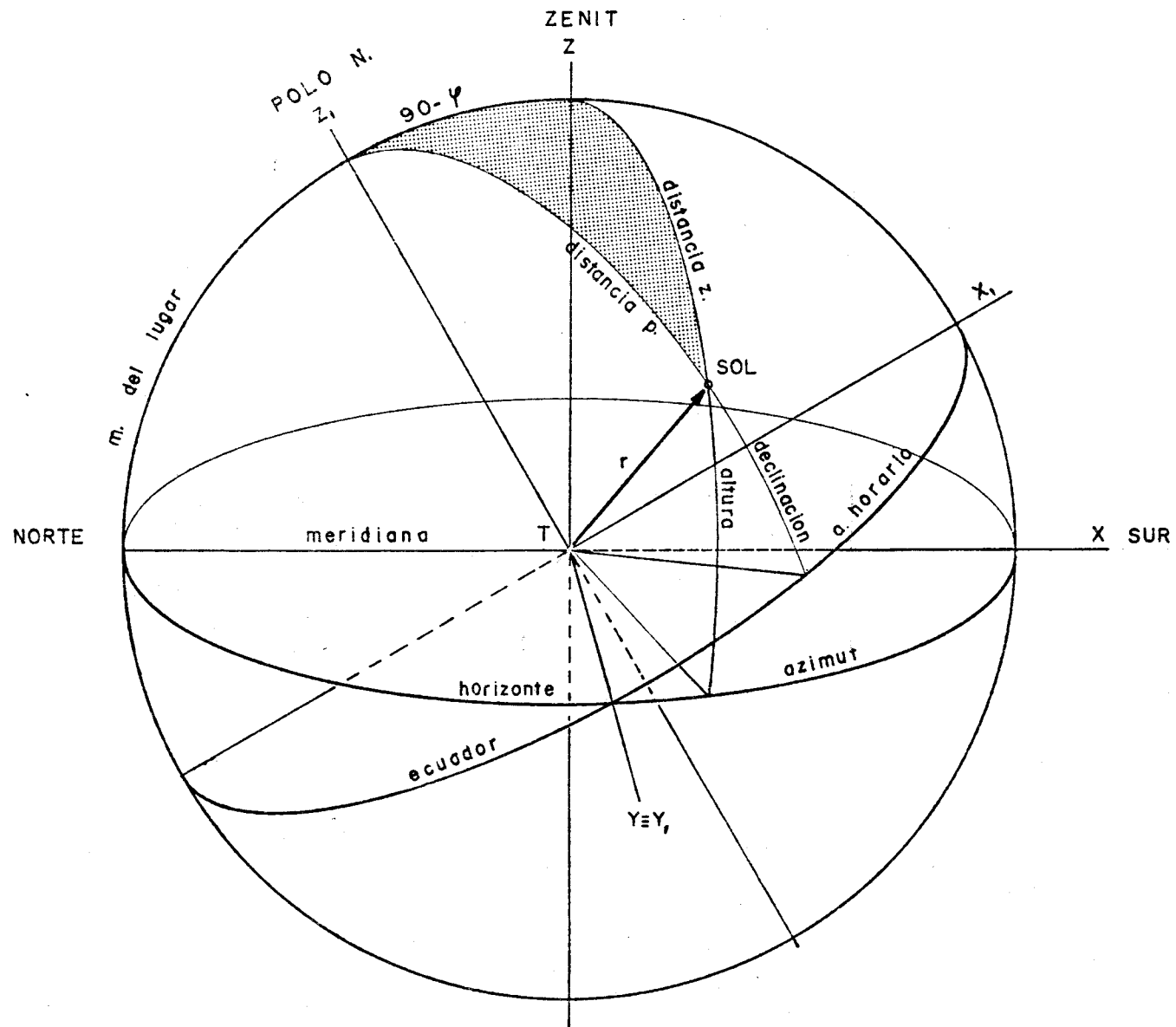


FIGURA 14.-
 Cambio de coordenadas:
 Cálculo del azimut y -
 altura solar, conocien-
 do su declinación y ángu-
 lo horario.

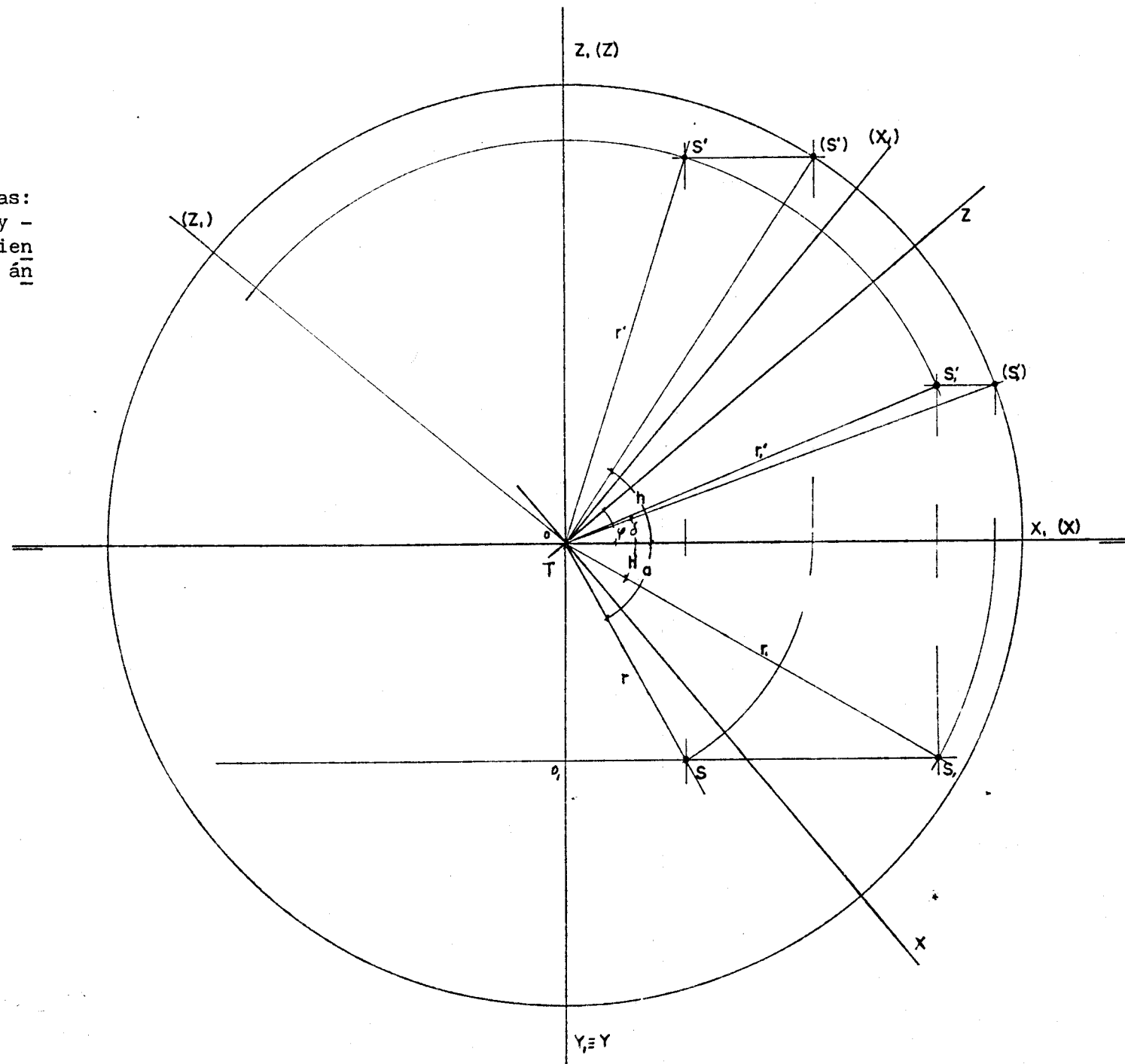


FIGURA 15.-
 Cambio de coordenadas:
 Cálculo de la declina-
 ción y ángulo horario
 del sol conociendo su
 altura y azimut.

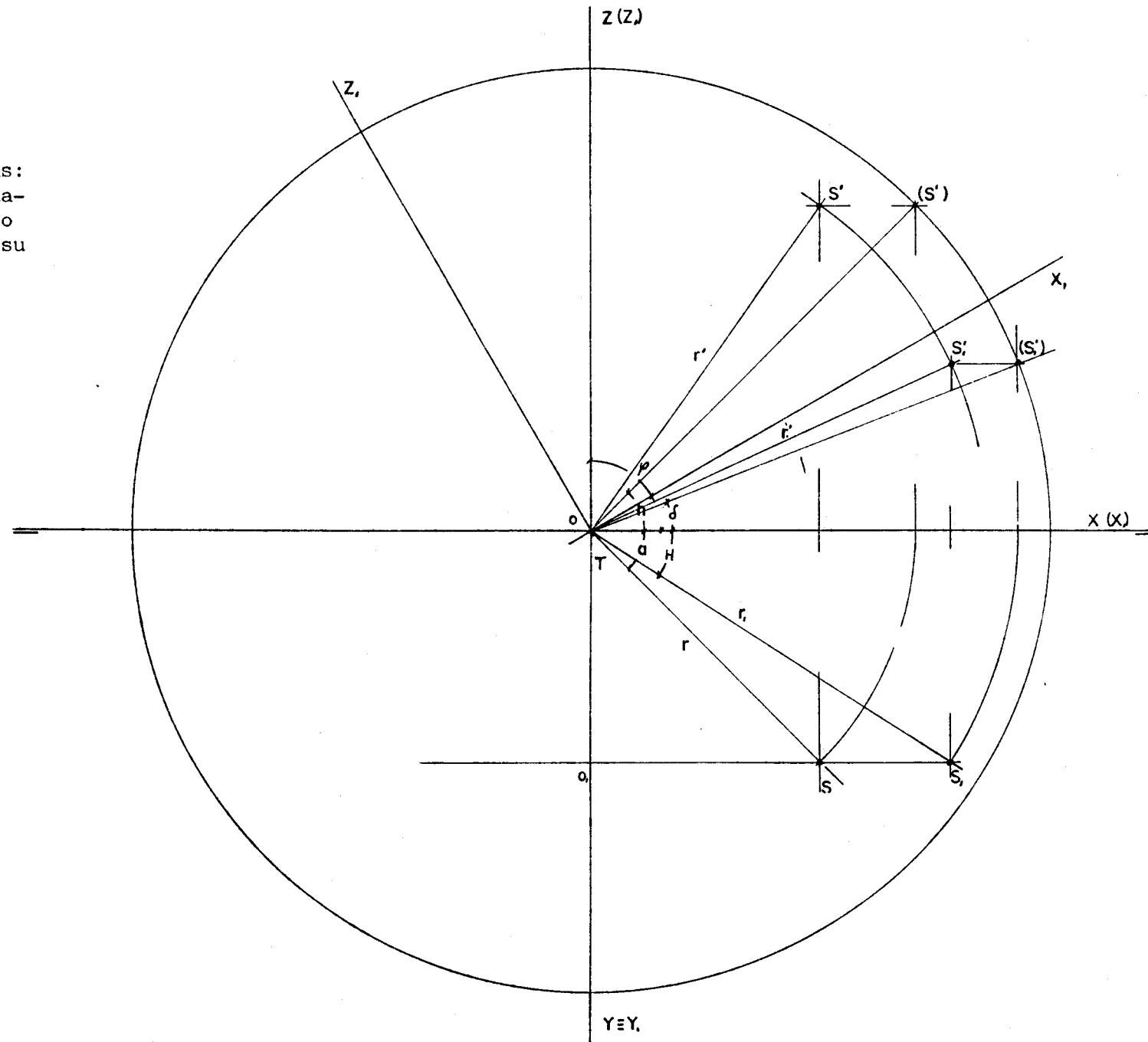


FIGURA 16.-
 Cálculo de las proyecciones
 del rayo de sol sobre un -
 diedro orientado, en Sevi -
 lla el 20 de mayo a las 3h.
 (p.m.)

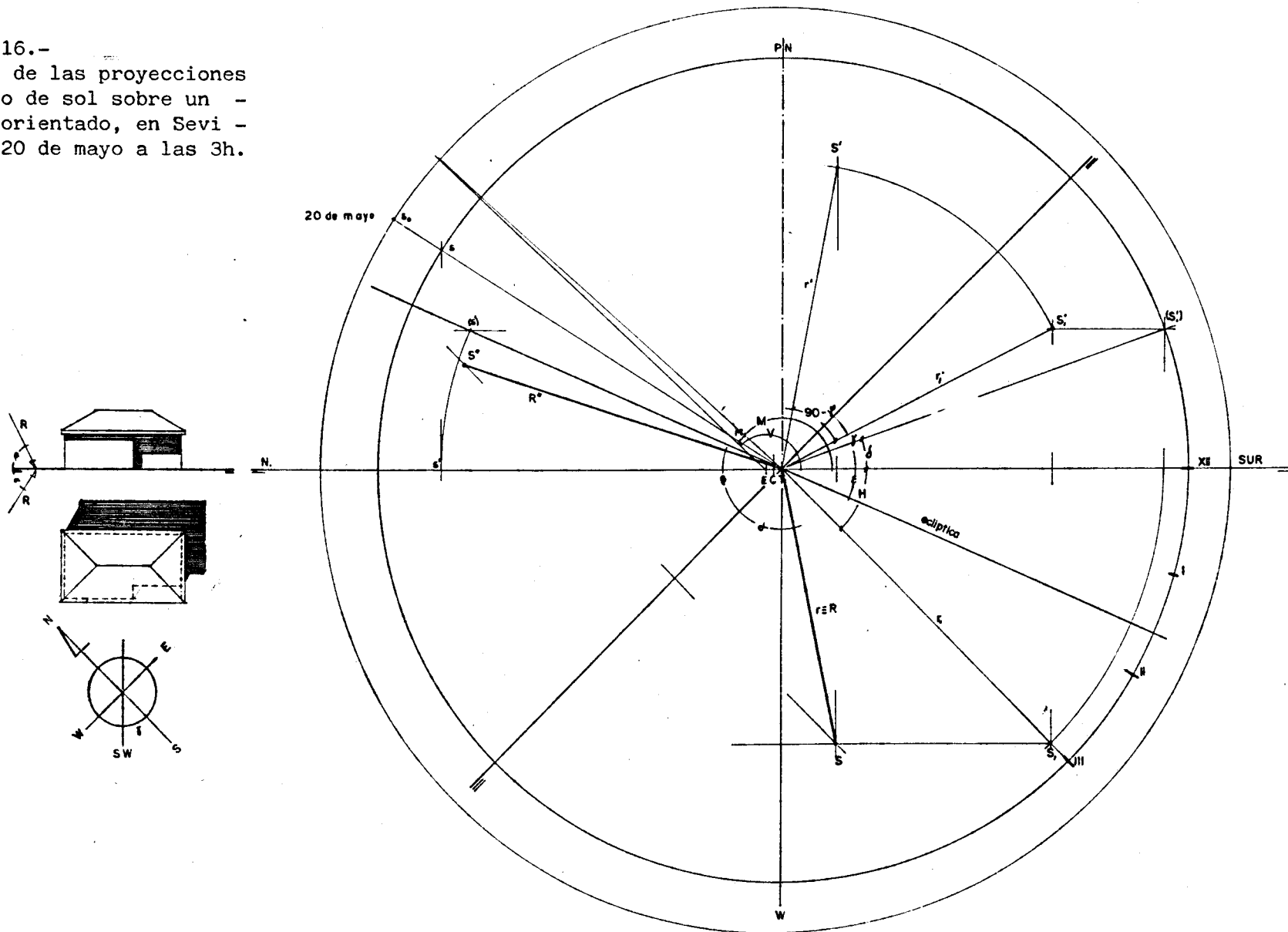


FIGURA 17.-
 Cálculo del día y la hora para las que las proyecciones del rayo del sol forman un ángulo determinado con la línea de tierra de un diedro orientado.

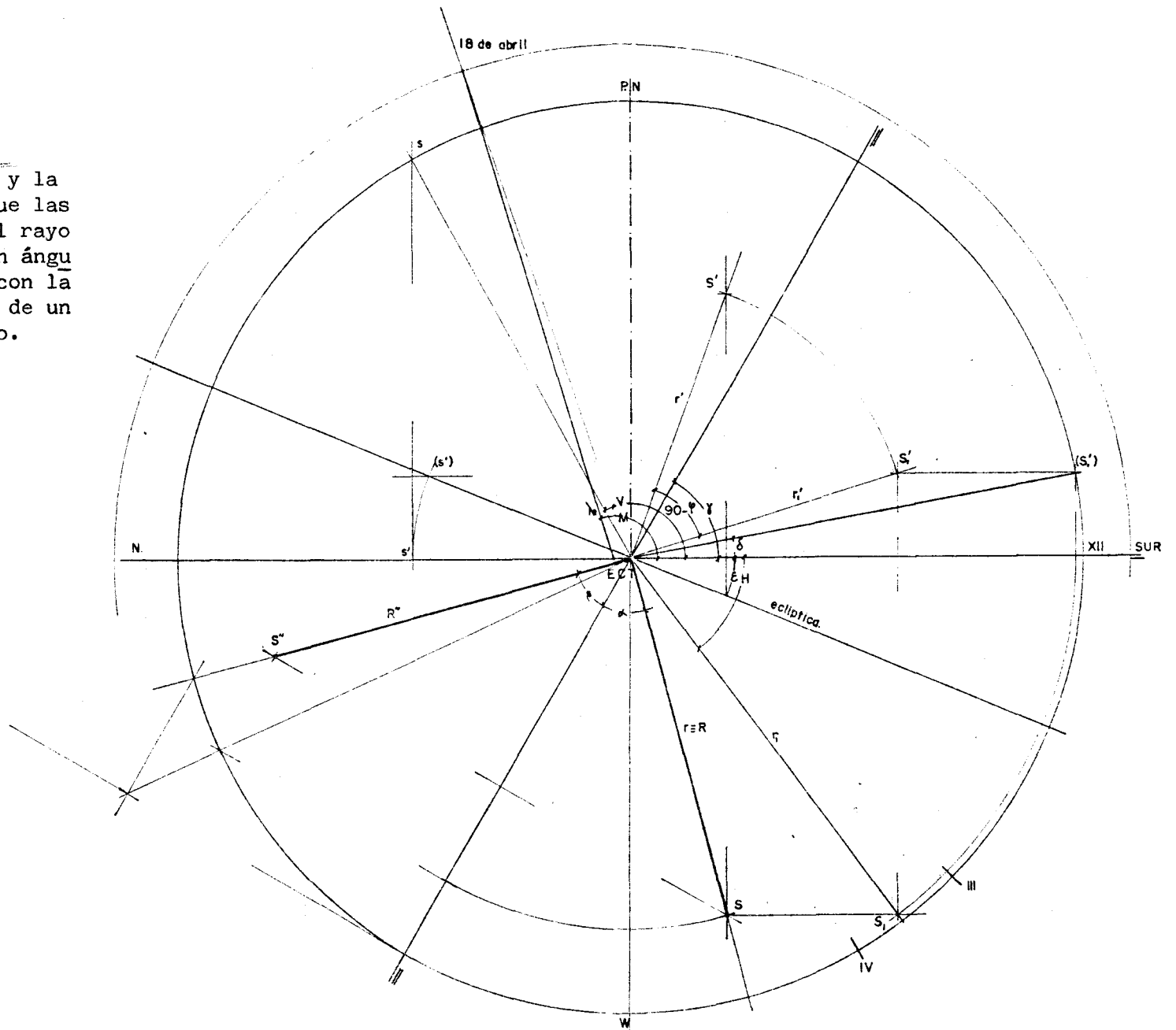
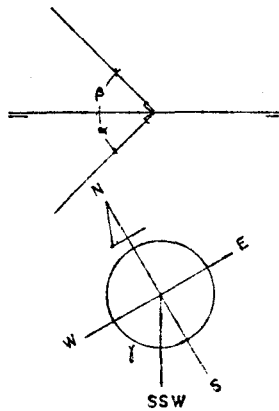


FIGURA 18.-
 Cálculo del azimut
 y hora del orto y
 ocaso del sol y -
 tiempo de permanen-
 cia del sol sobre
 el horizonte, así
 como el ángulo de
 culminación del as
tro.

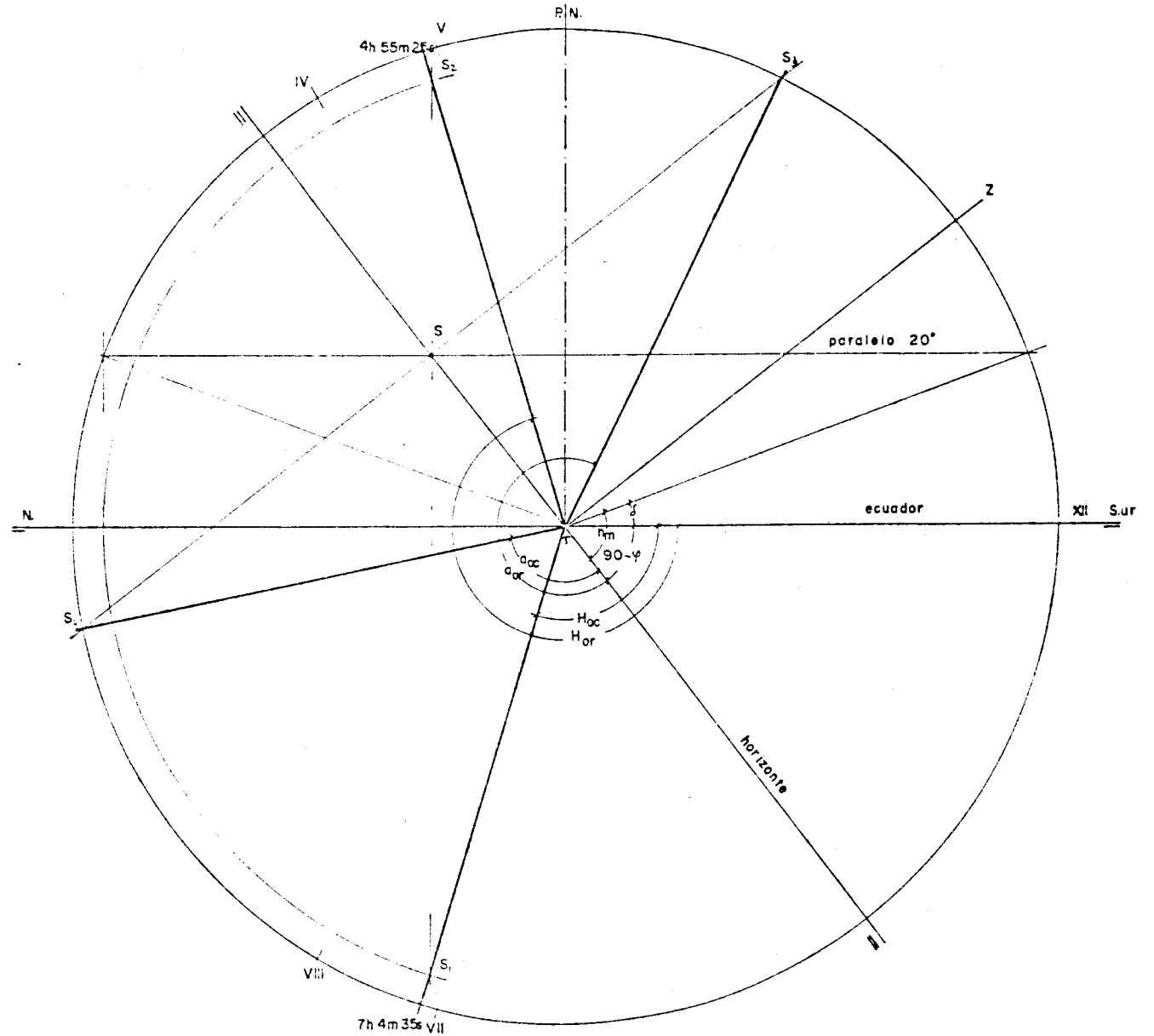
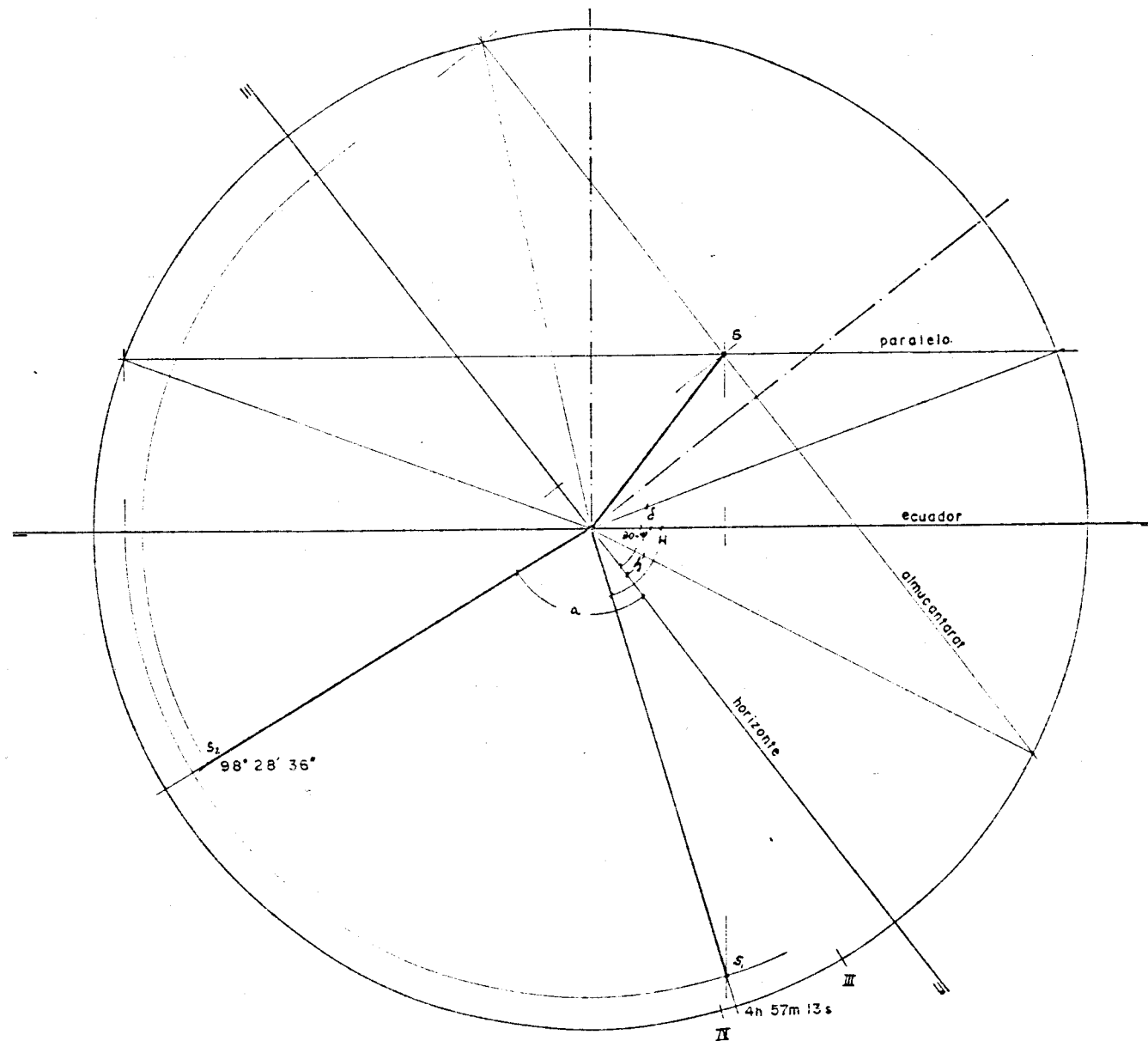


FIGURA 19.-
 Cálculo de la hora
 en que el sol alcan-
 za una altura dada.



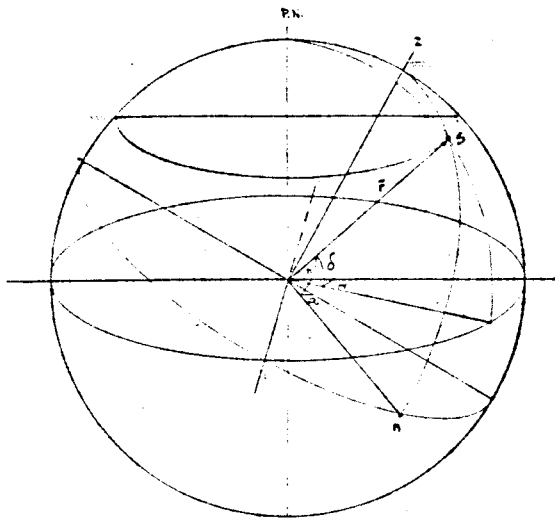


FIGURA 20.-
 Paso del sol por el
 paramento de un mu-
 ro, con expresión -
 del tiempo de insola-
 ción de dicho pa-
 ramento.

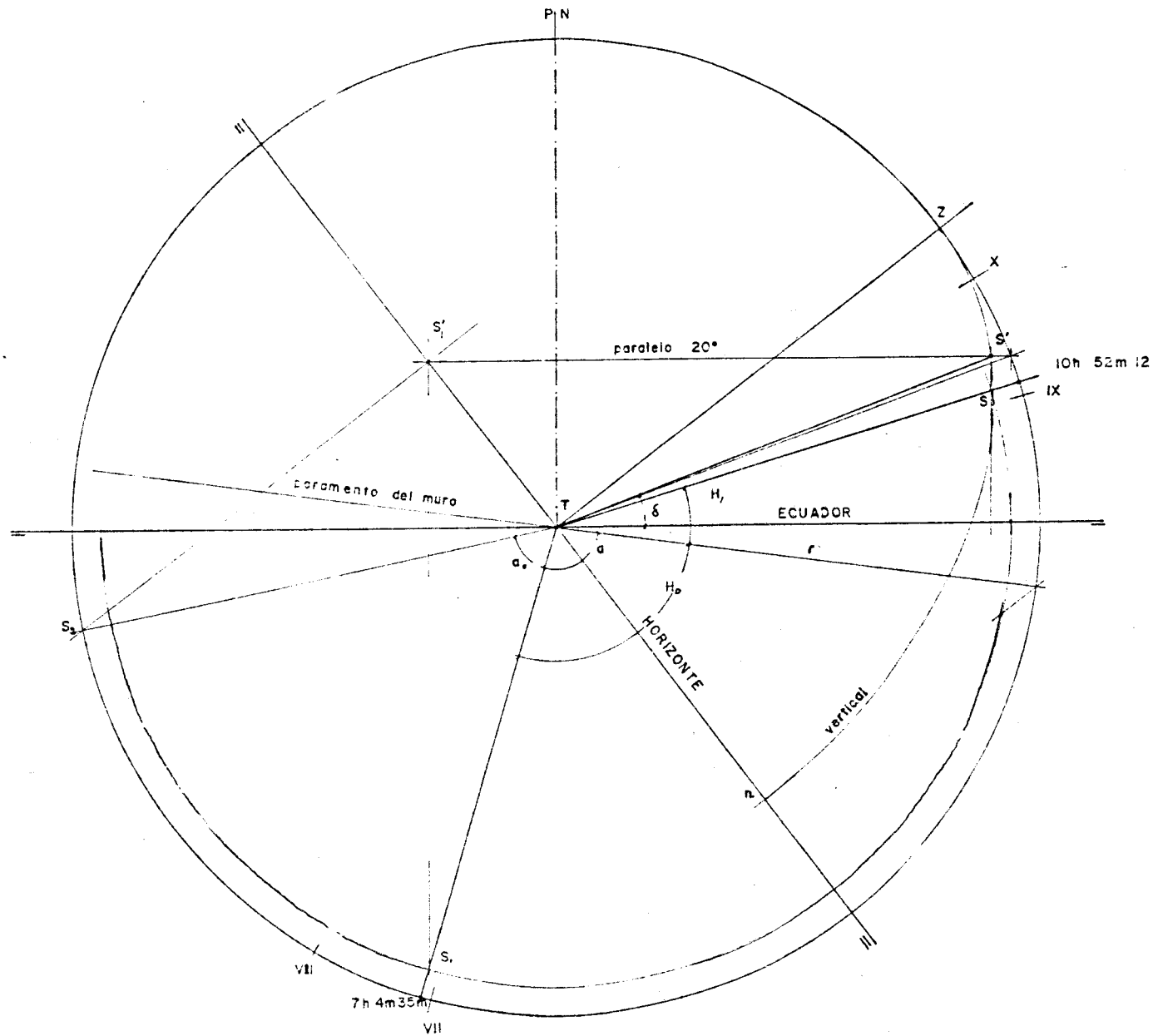


FIGURA 21.-
 Cálculo de la culmi
nación y de la hora
 de orto y ocaso del
 sol. Tiempo de per
manencia del astro
 sobre el horizonte,
 para el solsticio -
 de invierno. 2º pro
cedimiento.

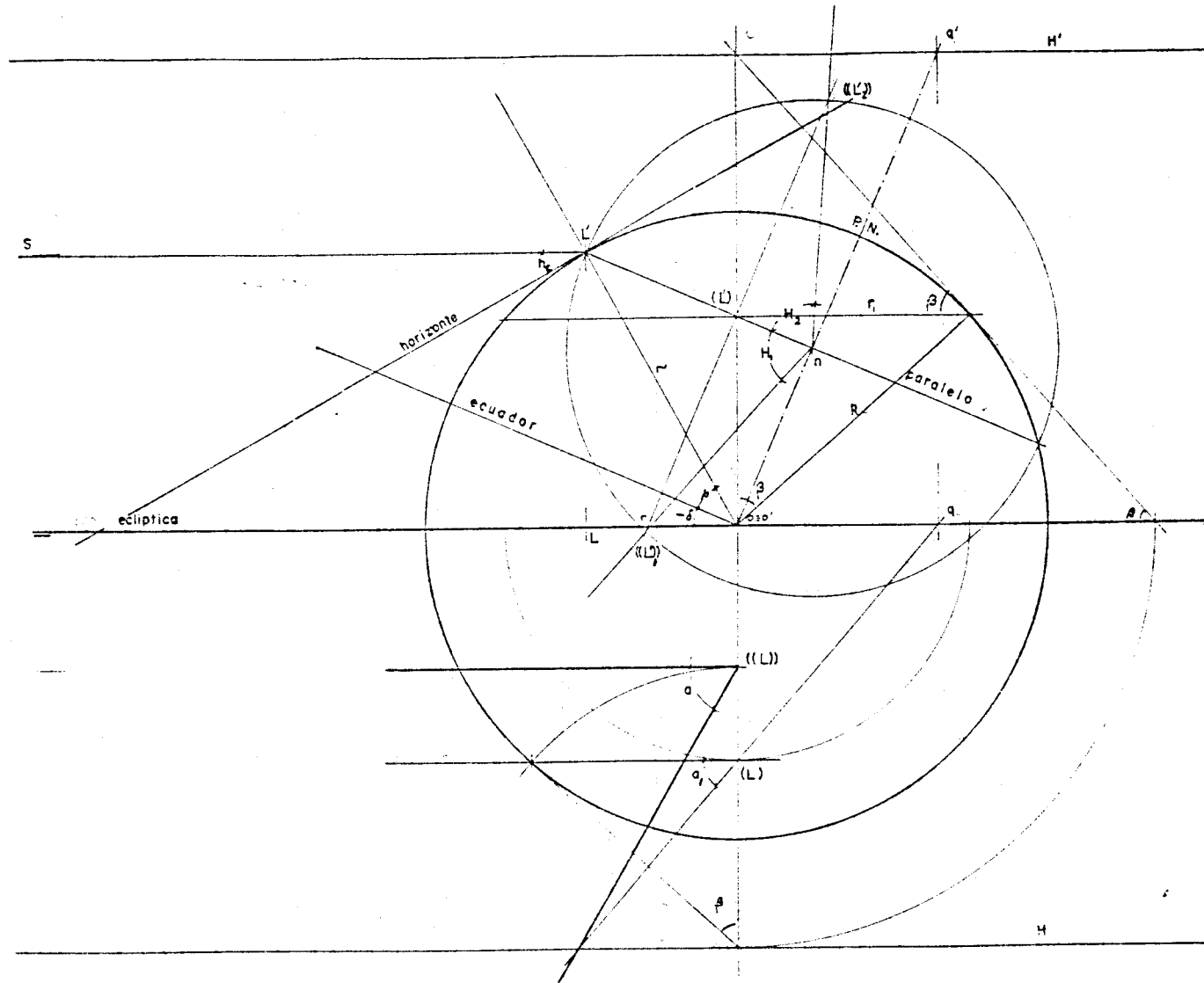
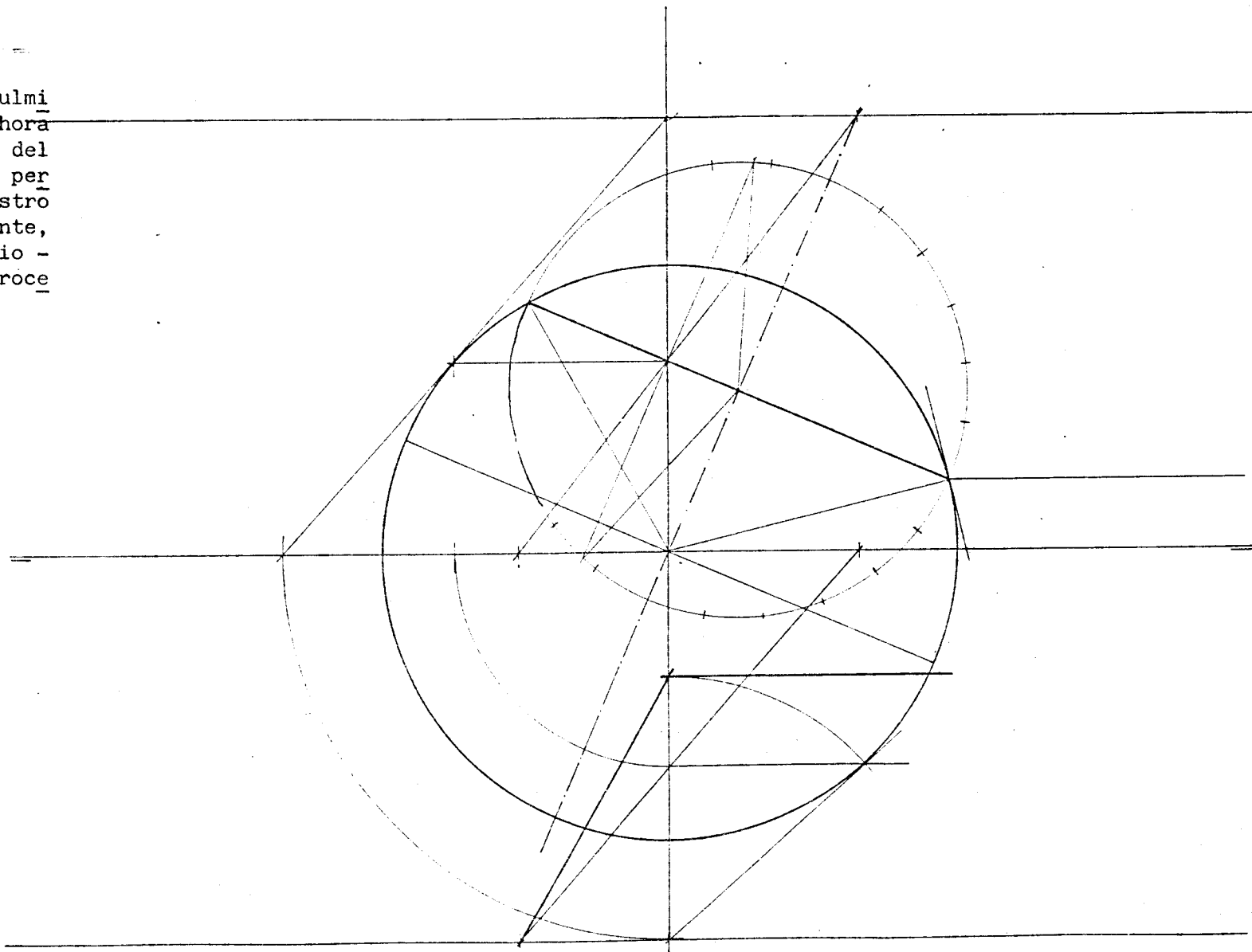


FIGURA 22.-
 Cálculo de la culmi-
 nación y de la hora
 de orto y ocaso del
 sol. Tiempo de per-
 manencia del astro
 sobre el horizonte,
 para el solsticio -
 de verano. 2º proce-
 dimiento.



FIGURAS DEL CAPITULO IV.-

FIGURA 1.-

Anillo Astronómico de M. Pluche. Dibujo tomado de la lámina 60 de su obra: Spectacle de la nature.

En él se puede ver el mecanismo existente en los extremos del eje del anillo ecuatorial, que le permite a éste girar alrededor de sus engarces con el anillo meridiano para poder guardarse en un estuche plano para su transporte, o mantenerlo en su posición correcta de uso.

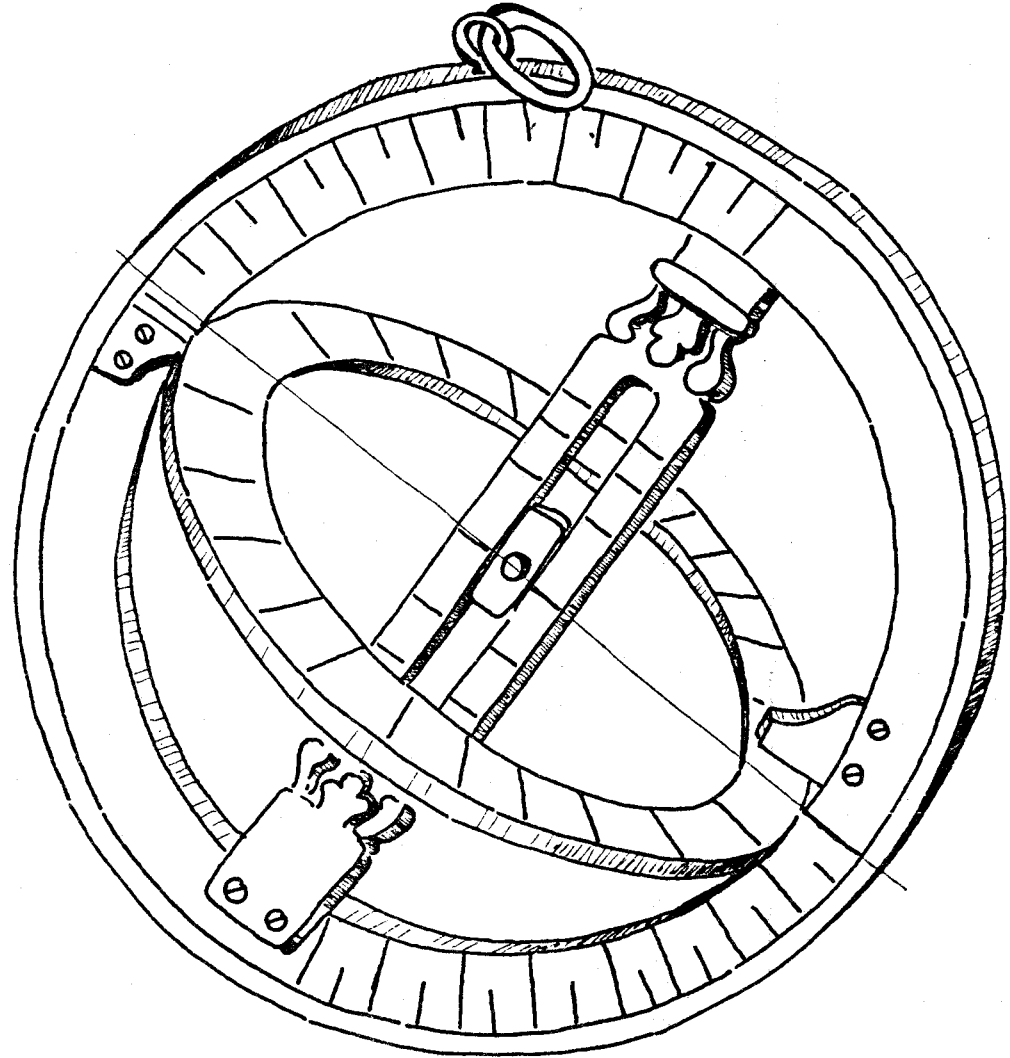


FIGURA 2.-
 Anillo Astronómico de
 Vicente Tosca.
 Figura tomada de la -
 lámina 15 de su Com -
 pendio Mathematico. -
 Tomo IX.

En el dibujo inferior
 se explica el trazado
 para el cálculo de -
 las divisiones del -
 eje del Anillo.

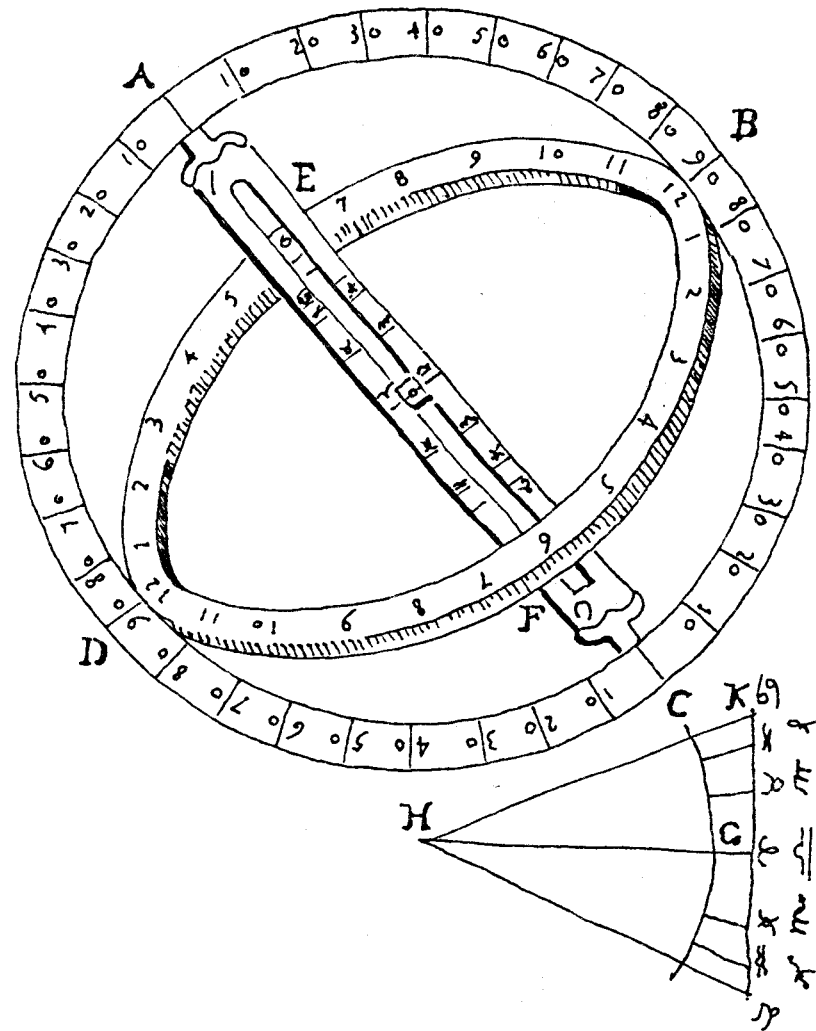


FIGURA 3.-
Círculo Meridiano.

En el dibujo está
colocado para una
latitud de 60° del
instrumento que
una vez orientado,
se dispondrá para-
lelo al eje de la
tierra.

En los puntos a-a'
se engarza el ani-
llo ecuatorial.

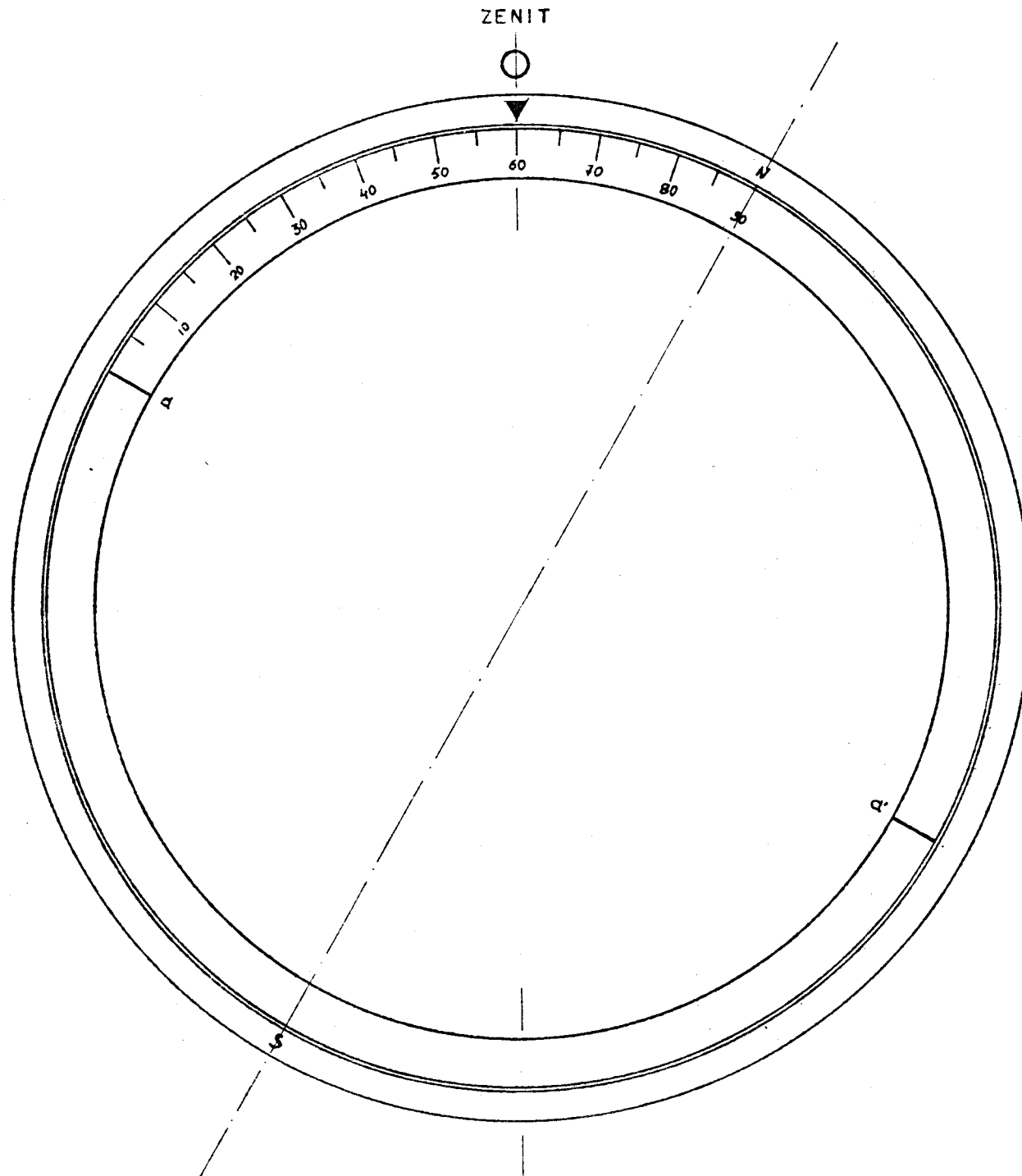


FIGURA 4.-
Círculo Ecuatorial
del Anillo Astronómico.

El círculo ecuato -
rial se encuentra -
dividido en 24 ho -
ras.

Se engarza en el -
anillo meridiano -
por los puntos E-W
correspondientes a
las VI de la tarde,
y a las VI de la E
mañana respectiva -
mente.

Una vez orientado -
el anillo Astronómi -
co, el círculo ecua -
torial se dispone -
paralelo al ecuador.
En el mediodía el -
rayo de sol se pro -
yecta sobre el pun -
to N.

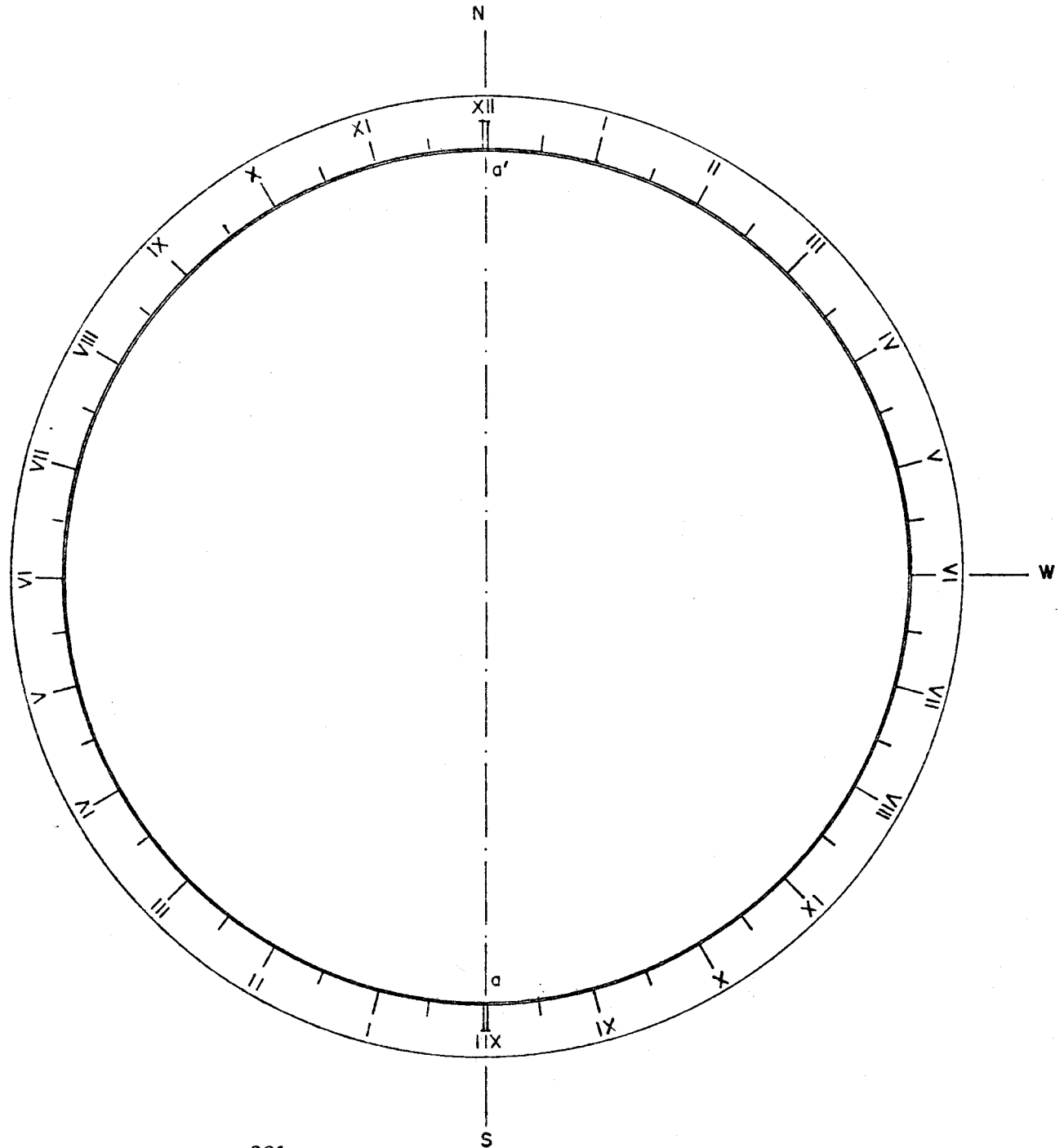


FIGURA 5.-
Eje del Anillo Astro-
nómico.

En la figura se re-
presentan las dos ca-
ras del eje del Ani-
llo Astronómico y la
corredera, y se espe-
cifica el método grá-
fico para obtener
las divisiones co-
rrespondientes a las
declinaciones y días.

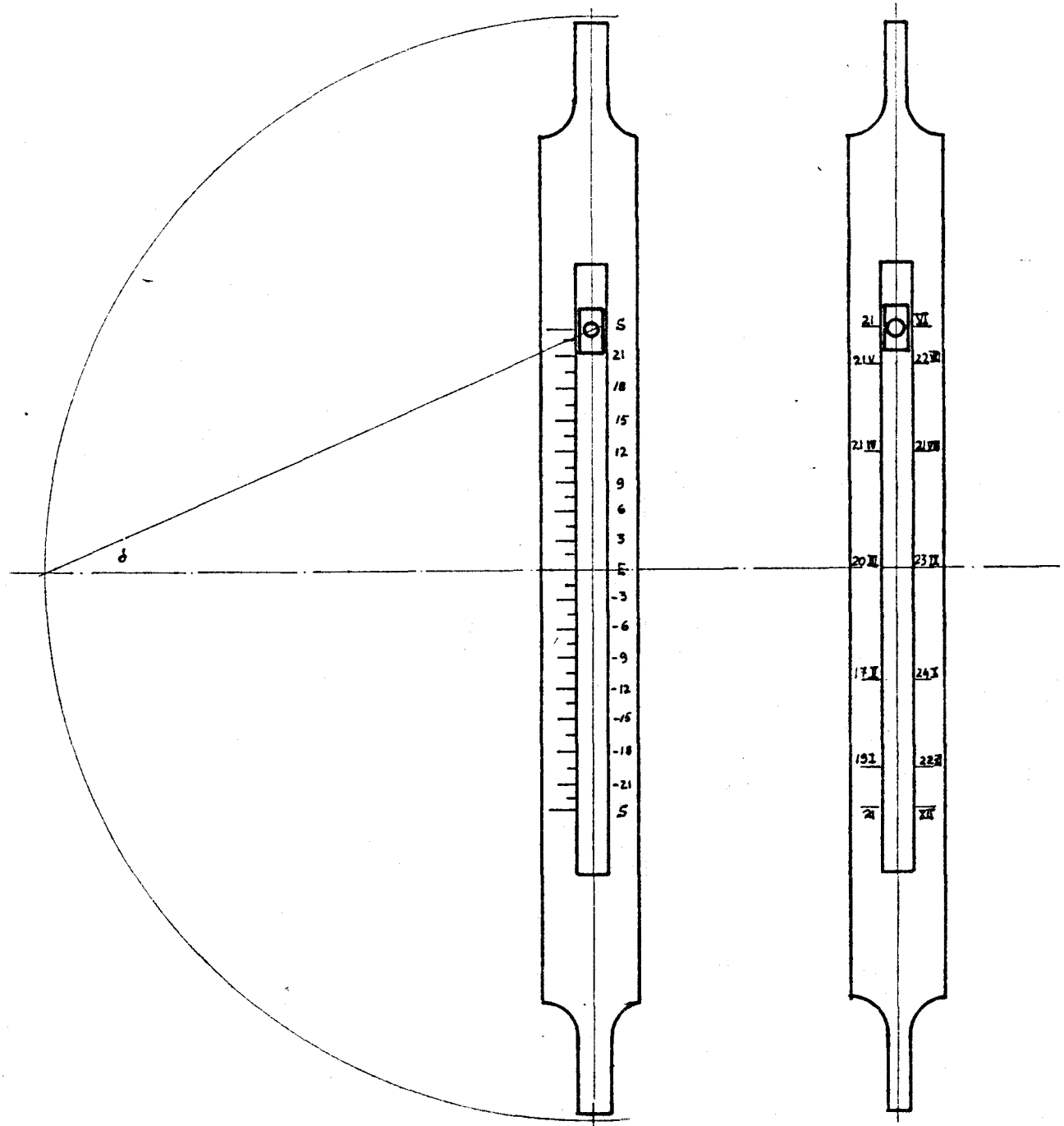


FIGURA 6.-
Esquema del funcionamiento del Anillo Astronómico.

El círculo de las horas es la sección plana, paralela a la trayectoria del sol, del cono formado por los rayos solares que pasan por el orificio de la corredera.

En la figura se puede observar el rayo solar que incide sobre la I y el ángulo que forma dicho rayo con el plano del anillo.

Este instrumento se inutiliza para los equinocios, ya que al ser la declinación nula, el círculo horario será coplanario con la trayectoria solar y los rayos solares incidirán sobre el canto del anillo.

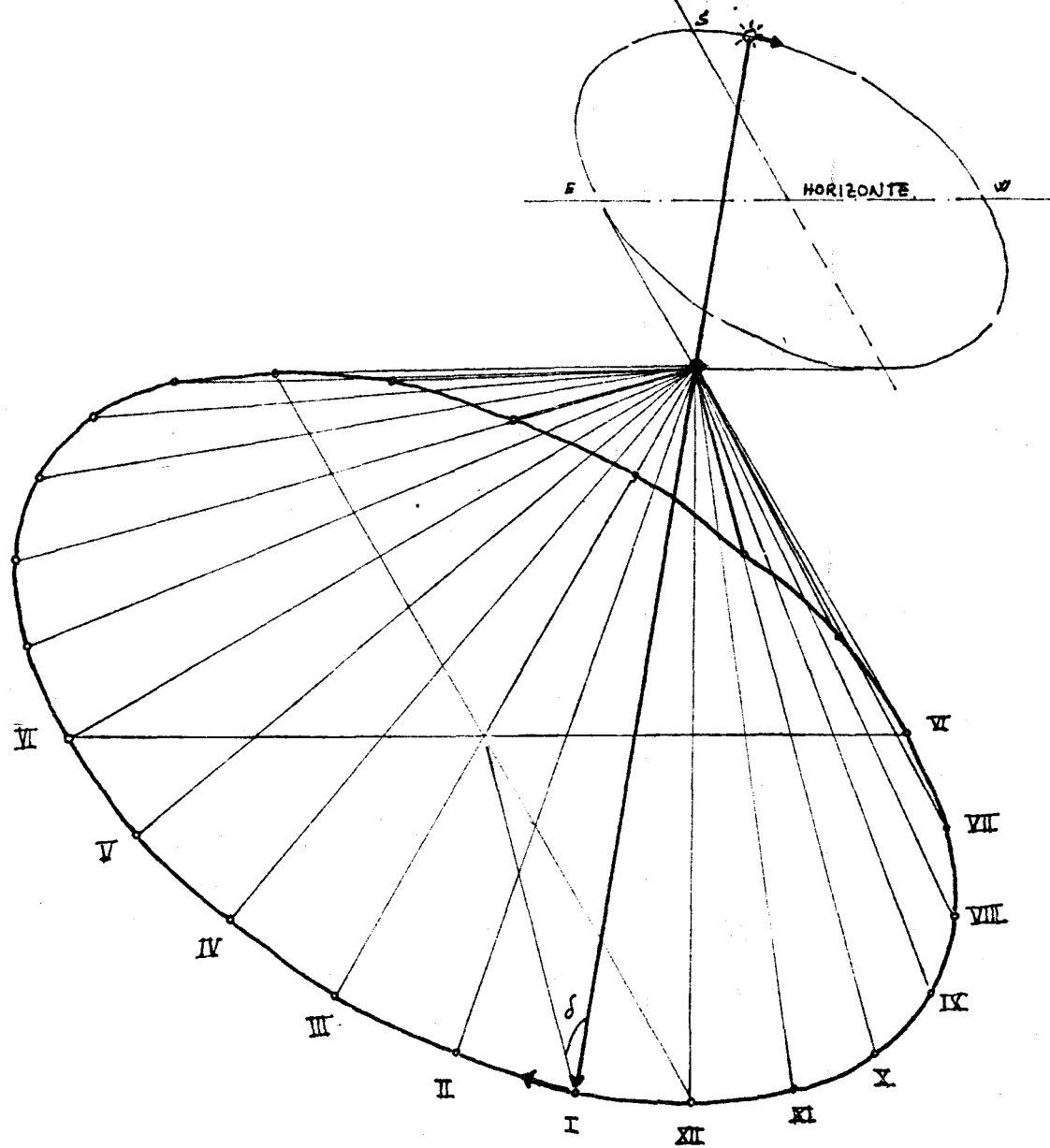
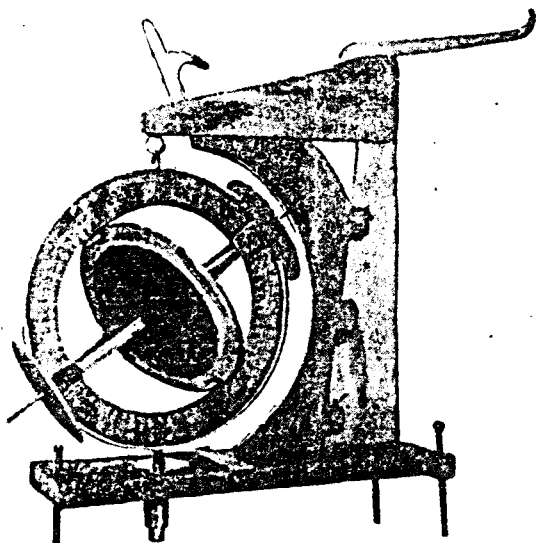


FIGURA 7.-
Brújula Solar de Mario
Salomone Morrone.



La "Brújula Solar" dispuesta para actuar en Nueva Zelanda (45° 49' S).

M. Salomone Morrone. Astrum. Marzo de 1983

a.— Soporte con ranura para guiar al eje polar en sus desplazamientos al variar la latitud del lugar de observación.

b.— Meridiano del lugar de observación. Lleva graduación de latitud φ y declinación δ . Ambas positivas y negativas.

c.— Eclíptica. Lleva graduación de longitud astronómica del Sol λ , con origen en el modo ascendente, y fechas correlativas.

d.— Corona giratoria de la eclíptica, para seguir el movimiento de revolución de la Tierra en torno del Sol.

e.— Pantallita fija perpendicularmente en la corona. Lleva un pequeño agujero y hace pareja con otra (j) diametralmente opuesta.

f.— Tubito auxiliar (buscador) pegado a la corona, paralelamente al diámetro de las dos pantallitas. Hace pareja con el tubito opuesto (l).

g.— Pareja de índices replegables, para colimación.

h.— Disco coincidiendo con el horizonte del Polo Norte. Lleva graduación horaria, pudiendo actuar de reloj solar, habida cuenta de la corrección de longitud del lugar, hora oficial y hora de paso del Sol por el M.G. Hace pareja con el disco Sur (n).

i.— Cuña que sujeta el disco de la eclíptica al eje polar, según el ángulo de oblicuidad. Hace pareja con otra en el Hemisferio Austral.

j.— Pantallita de la corona de la eclíptica haciendo pareja con la (e). En lugar del agujero lleva una cruz que recibe el rayo de sol filtrado por el agujero de la otra pantallita.

k.— Nivel esférico para poner el instrumento en posición correcta.

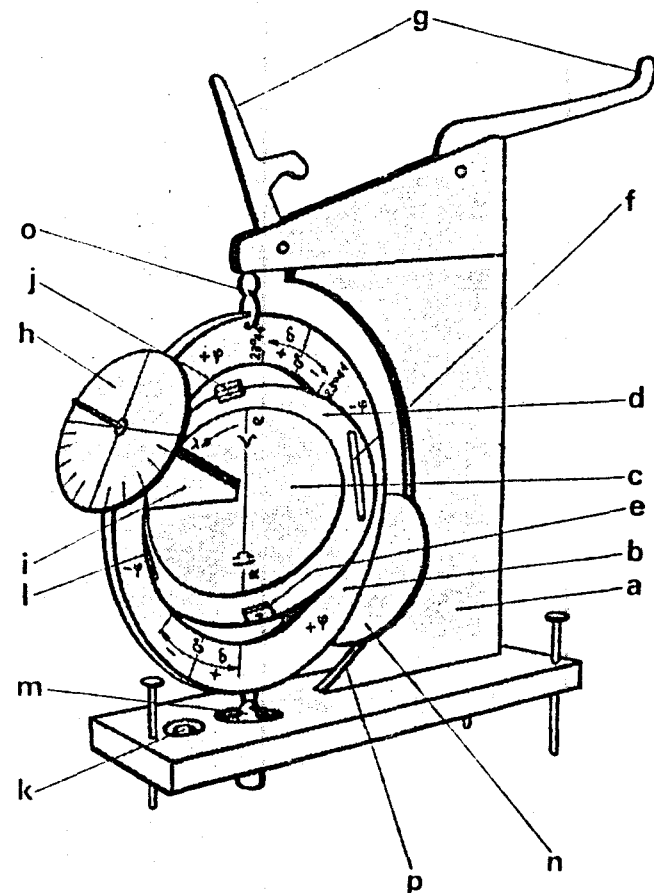
l.— Tubito auxiliar, haciendo pareja con el tubito (f).

m.— Peso colgando del meridiano (b) para asegurar la verticalidad del diámetro de suspensión del aparato (*) (línea cenital). Hace pareja con (o): punto de suspensión del meridiano en el brazo del soporte. Ambos puntos pueden recorrer la graduación del meridiano para marcar la latitud del lugar de observación.

n.— Disco Sur que hace pareja con el disco Norte (h).

o.— Punto de suspensión del meridiano en el Zenit, que hace pareja con el punto (m) en el Nadir.

p.— Ranura para guiar al eje polar.



(*) Es necesario que el conjunto esté perfectamente equilibrado con respecto al peso de sus componentes, para garantizar la verticalidad del eje "o-m".

FIGURA 8.-
Brújula Solar del autor.

- a- Horizonte, puede girar libremente sobre la peana.
- b- Peana, ha de estar nivelada para el correcto funcionamiento.
- c- Círculo meridiano, gira libremente sobre su soporte. Lleva las graduaciones de la latitud y declinación.
- d- Soporte del círculo meridiano, es perpendicular al horizonte y solidario a él.
- e- Regla del círculo soporte, se mantiene siempre en posición horizontal.
- f- Círculo ecuatorial, es solidario y perpendicular al meridiano. Está graduado en horas.
- g- Eclíptica, lleva la graduación correspondiente a la longitud del sol expresada en días.
- h- Eje polar, mediante una cuña mantiene a la eclíptica formando con él un ángulo de $23^{\circ} 27'$
- i- Corona de la eclíptica, gira libremente sobre la eclíptica y es el soporte de las pínulas
- j- Pínula que representa al sol, está horadada para dejar pasar a los rayos solares.
- k- Pínula que representa a la tierra, sirve de pantalla a los rayos solares que pasan por la pínula j.
- l- Índice para marcar la latitud del lugar.

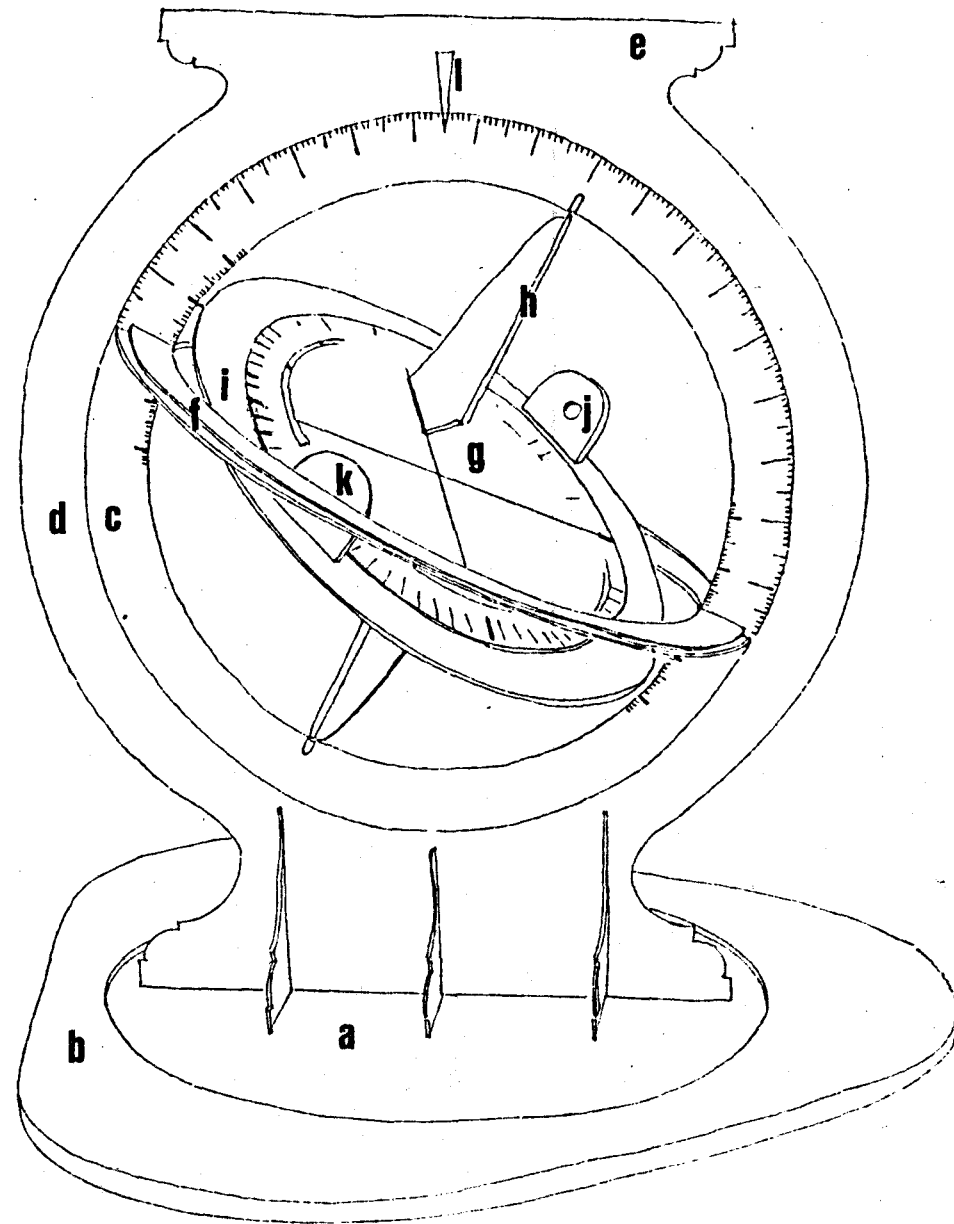


FIGURA 9.-

Círculo meridiano y soporte del meridiano de la brújula solar del autor.

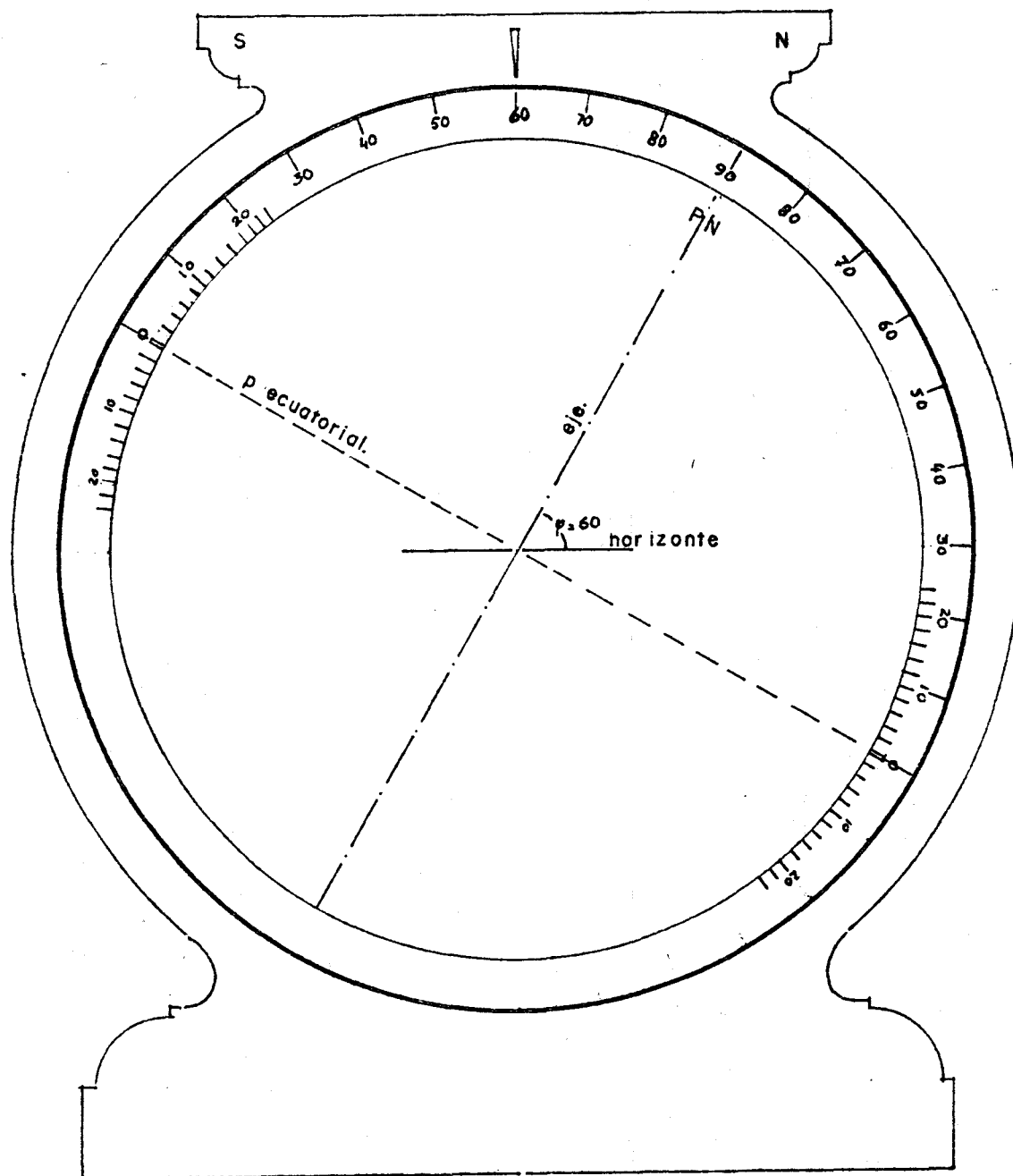


FIGURA 10.-
Círculo ecuatorial de la
brújula solar del autor:
cara norte y sur respec-
tivamente.

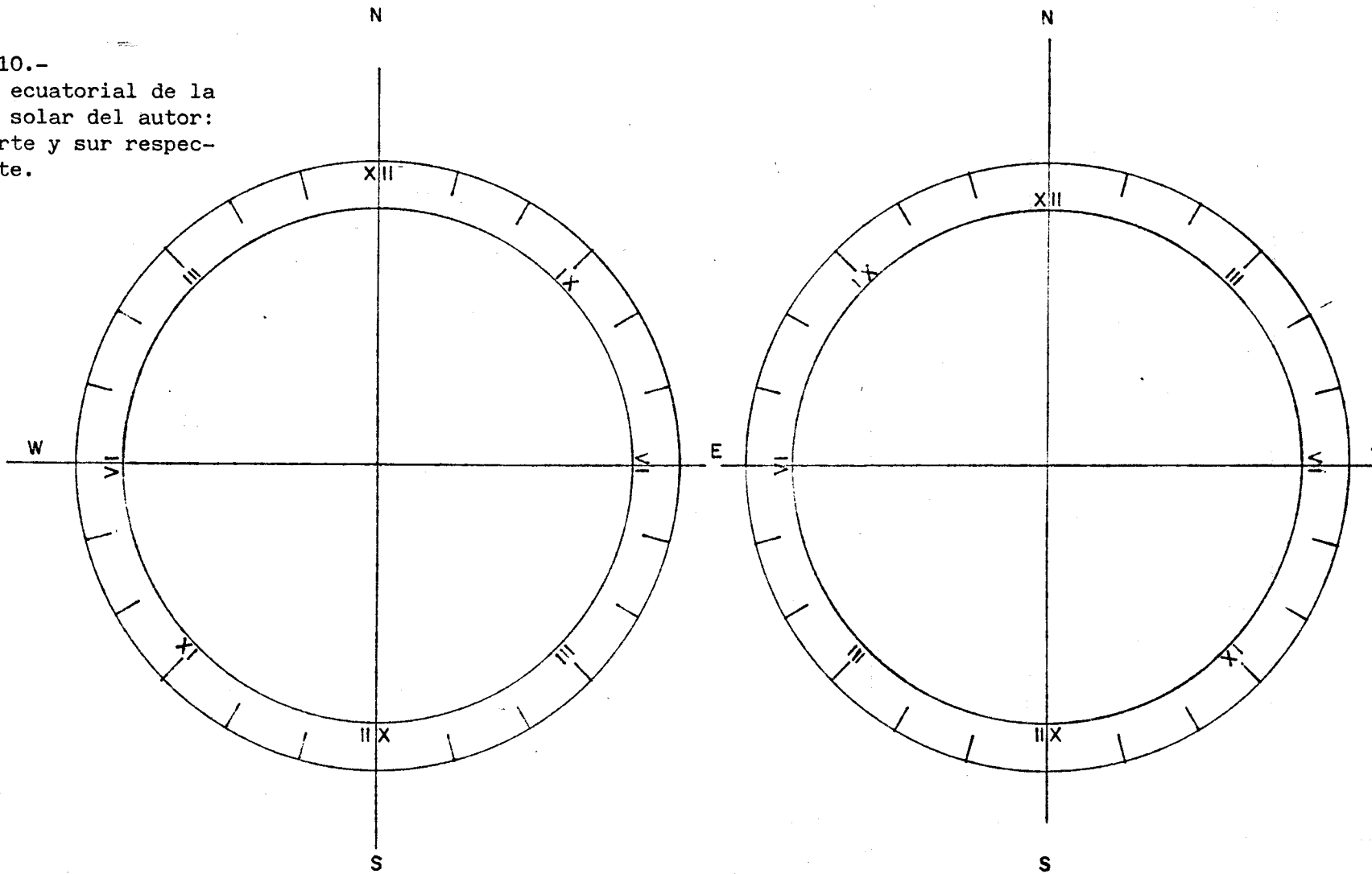
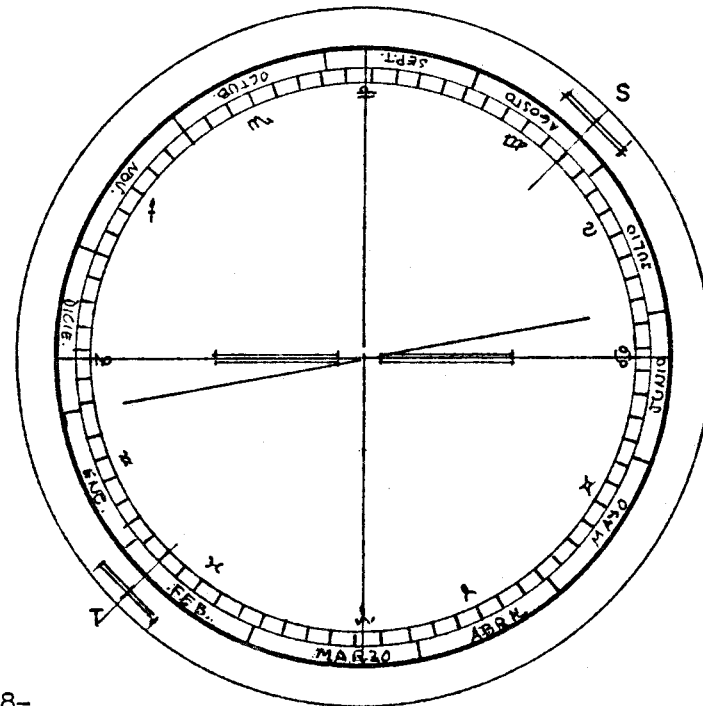
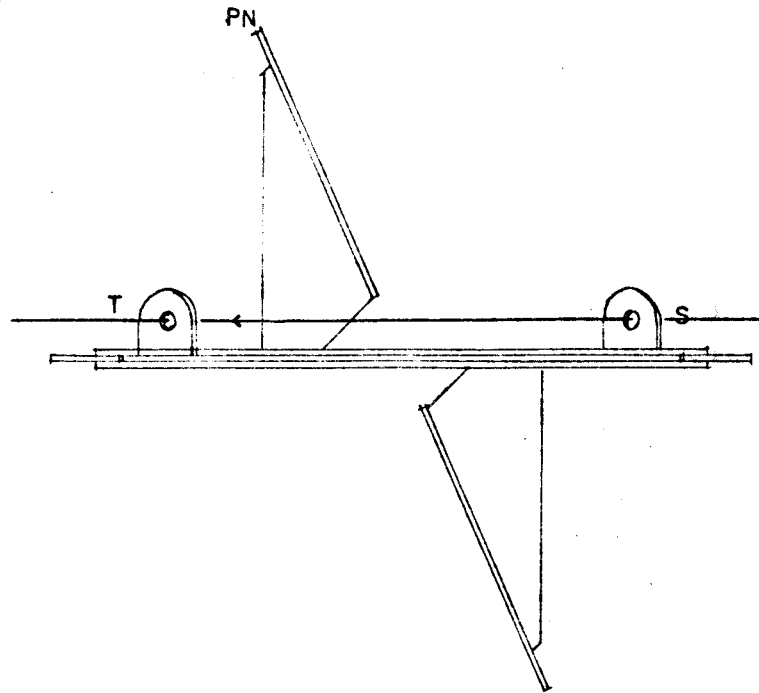


FIGURA 11.-
 Eclíptica de la
 Brújula solar -
 del autor.



FIGURAS 12 y 13.-

Torquetum del Hessisches Landesmuseum de Kassel. Tomado del Instrumentos Astronómicos de la España medieval. Heliómetro de posición.

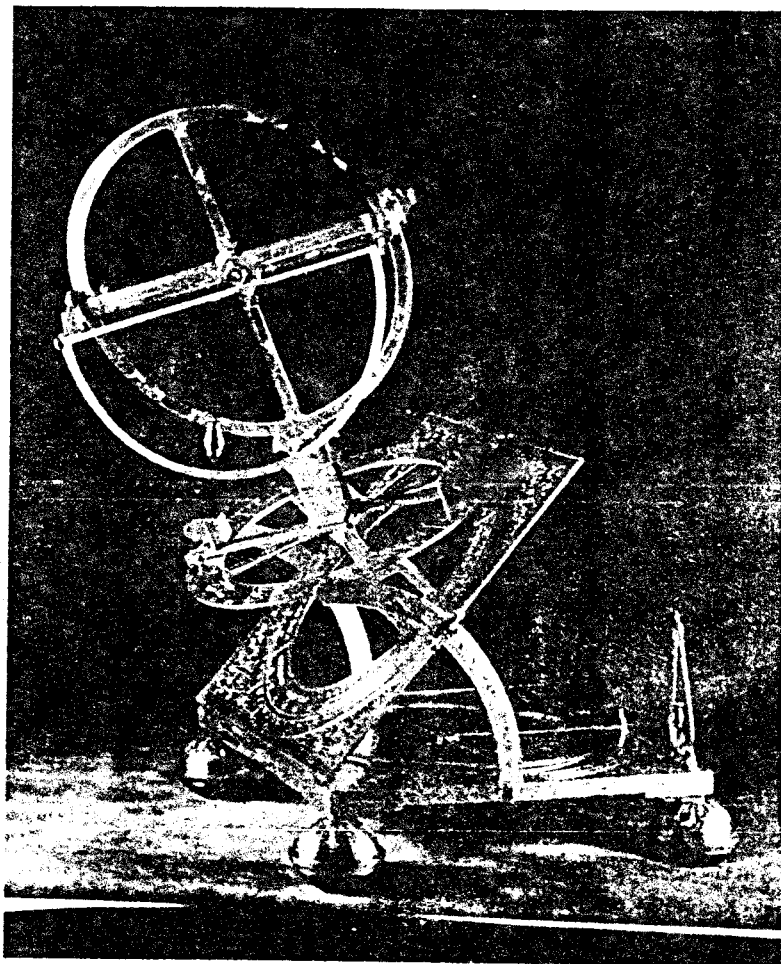
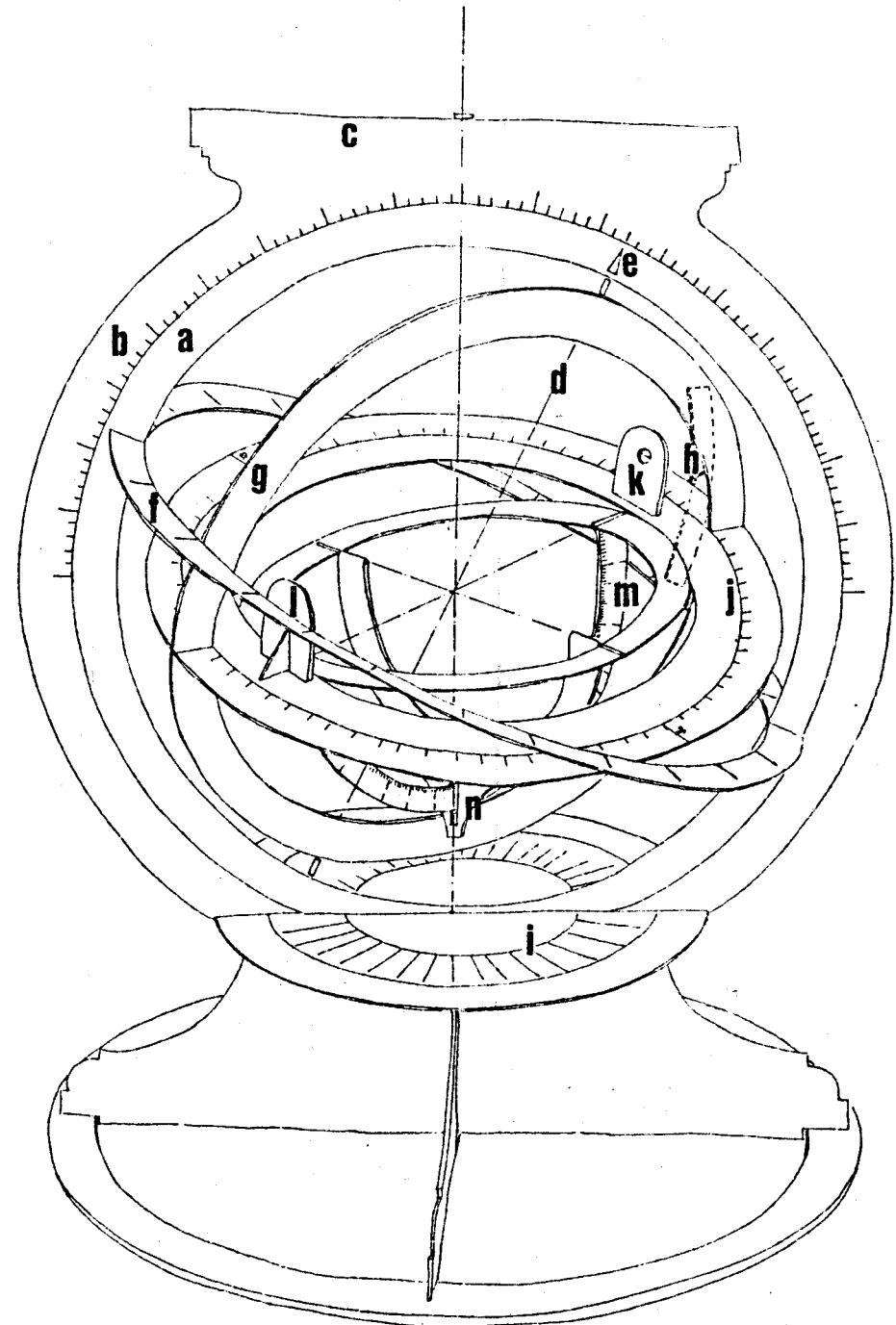


FIGURA 14.-

Descripción del Heliómetro de posición.



- a- Círculo meridiano
- b- Círculo guía
- c- Regla del círculo guía
- d- Eje de la tierra
- e- Índice de latitudes
- f- Círculo ecuatorial
- g- Soporte
- h- Círculo meridiano del astro
- i- Círculo del horizonte
- j- Eclíptica
- k- Pínula solar
- l- Pínula de la tierra
- m- Círculo vertical del astro
- n- Índice de alturas

FIGURA 15.-

Círculo meridiano y
círculo guía del He-
liómetro de posi-
ción.

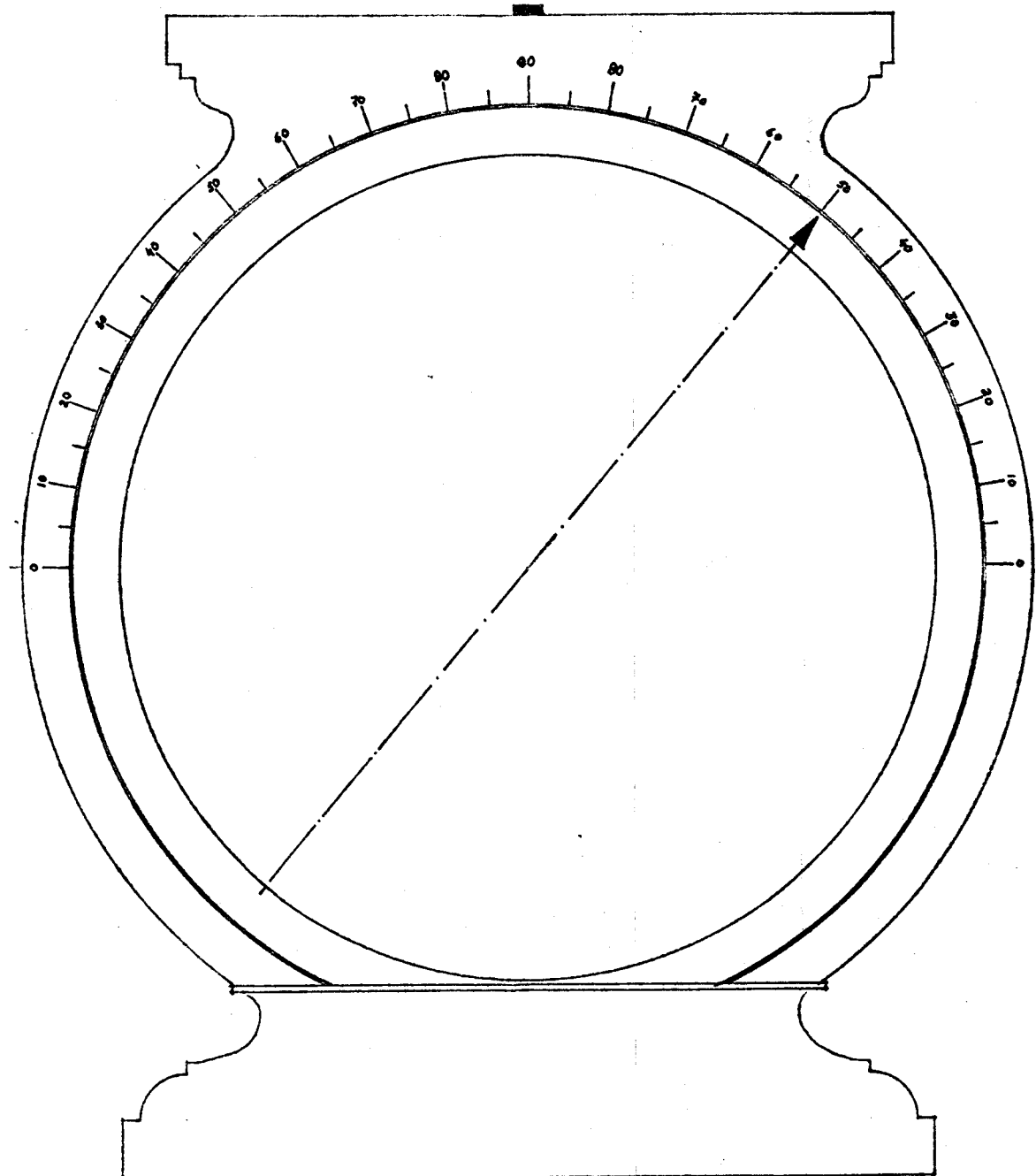


FIGURA 16.-
Ecuador del Helió
metro de posición,
cara Norte.

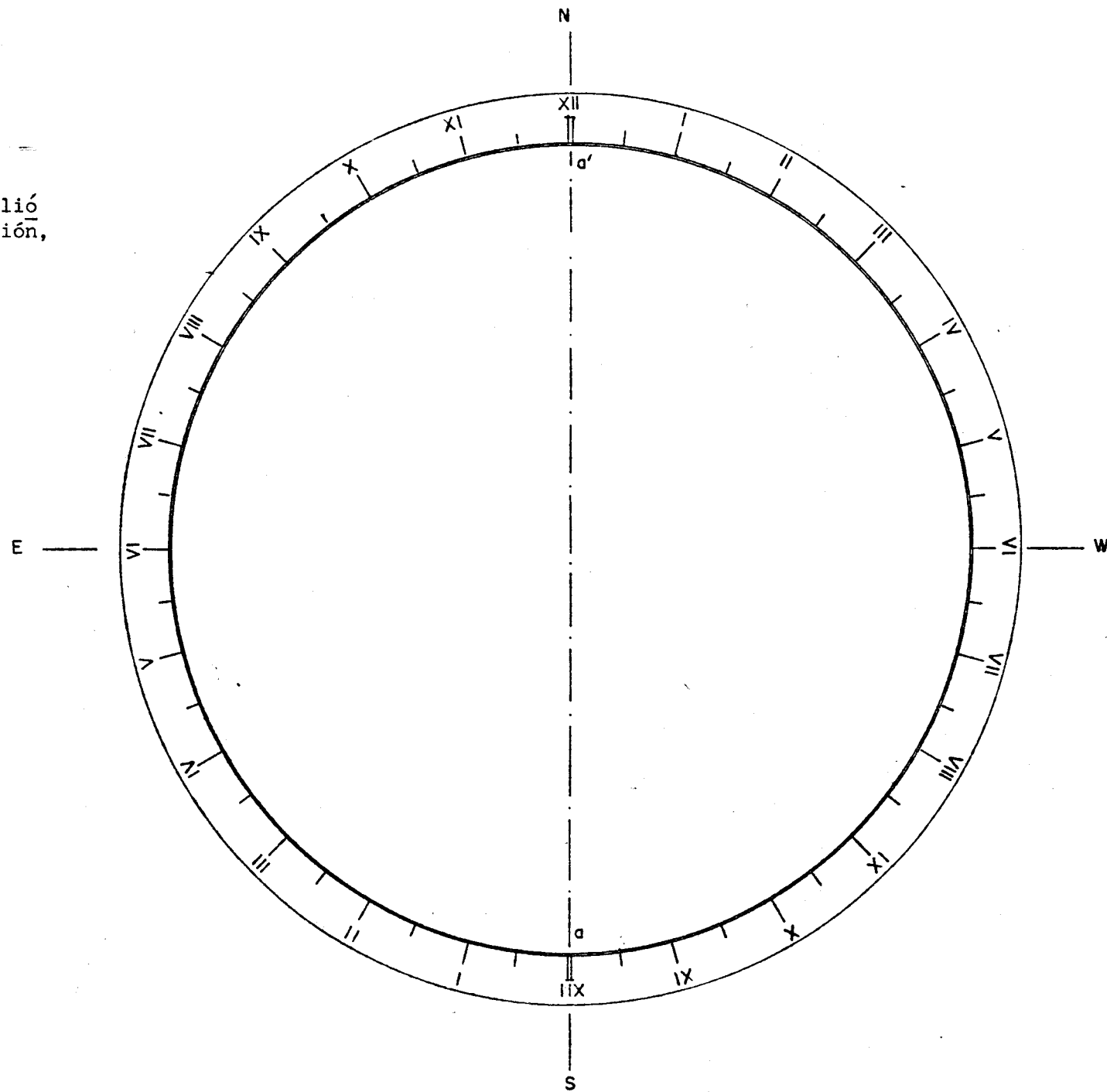


FIGURA 17.-
Eclíptica del He
liómetro de posi
ción.

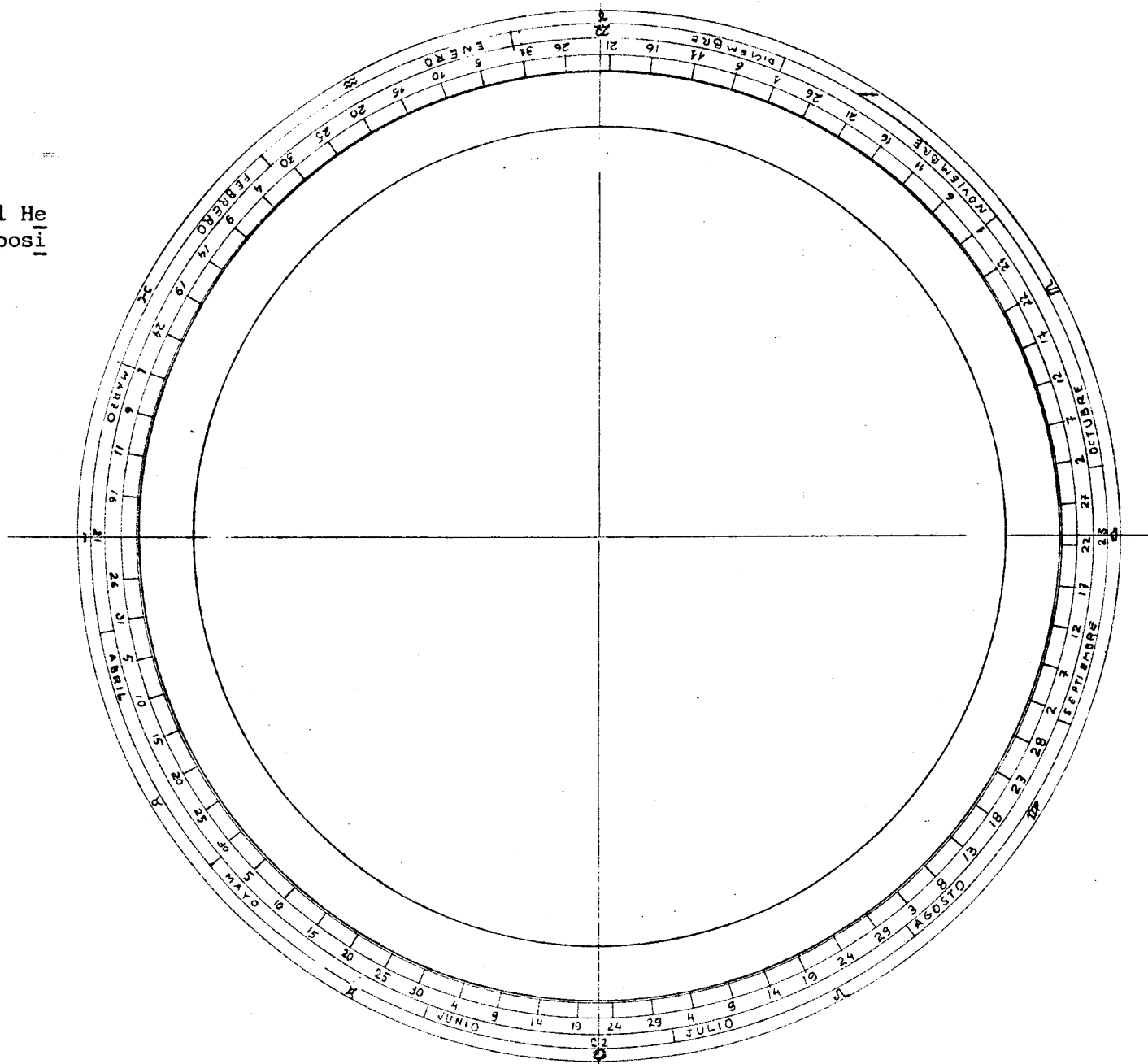
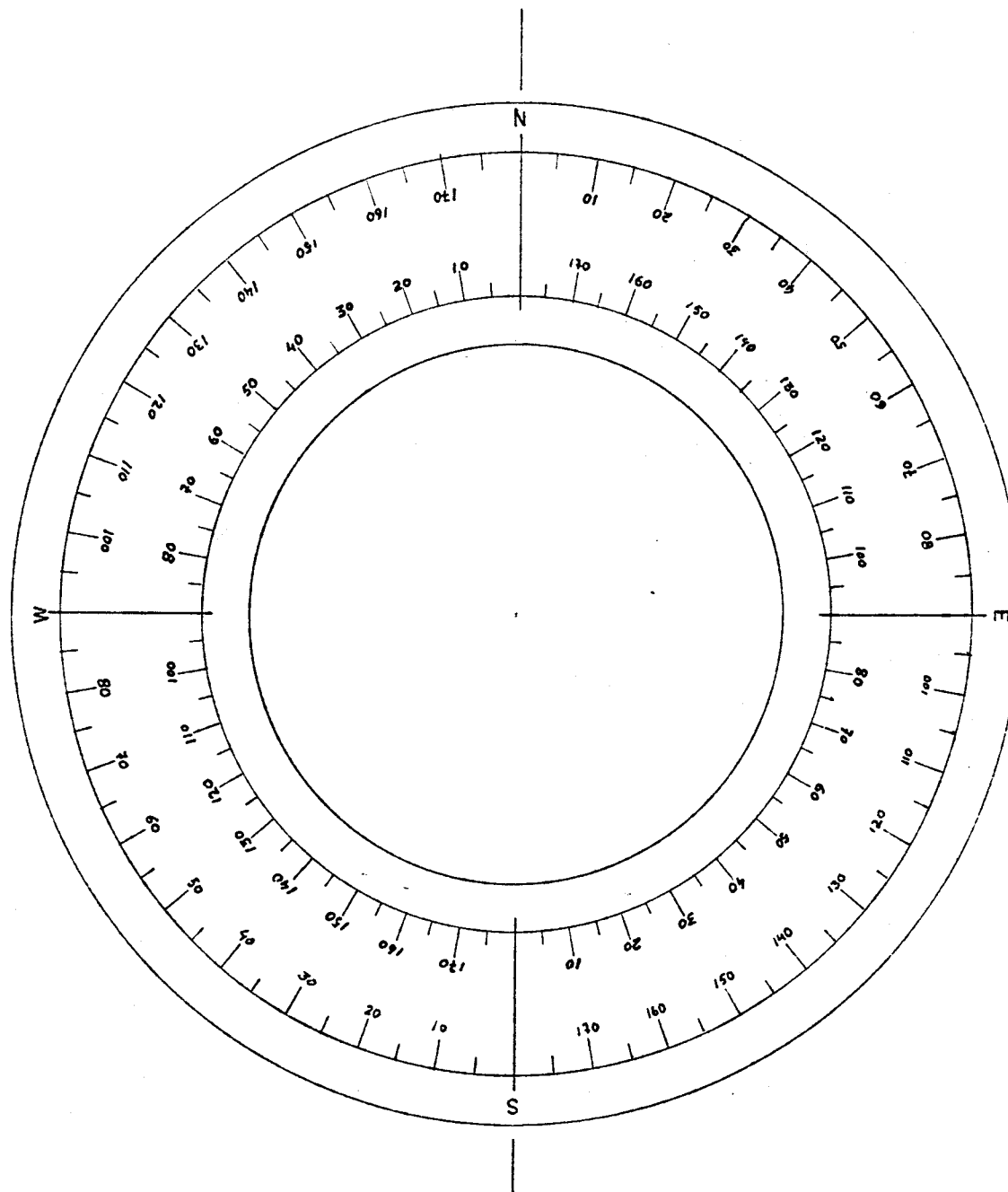


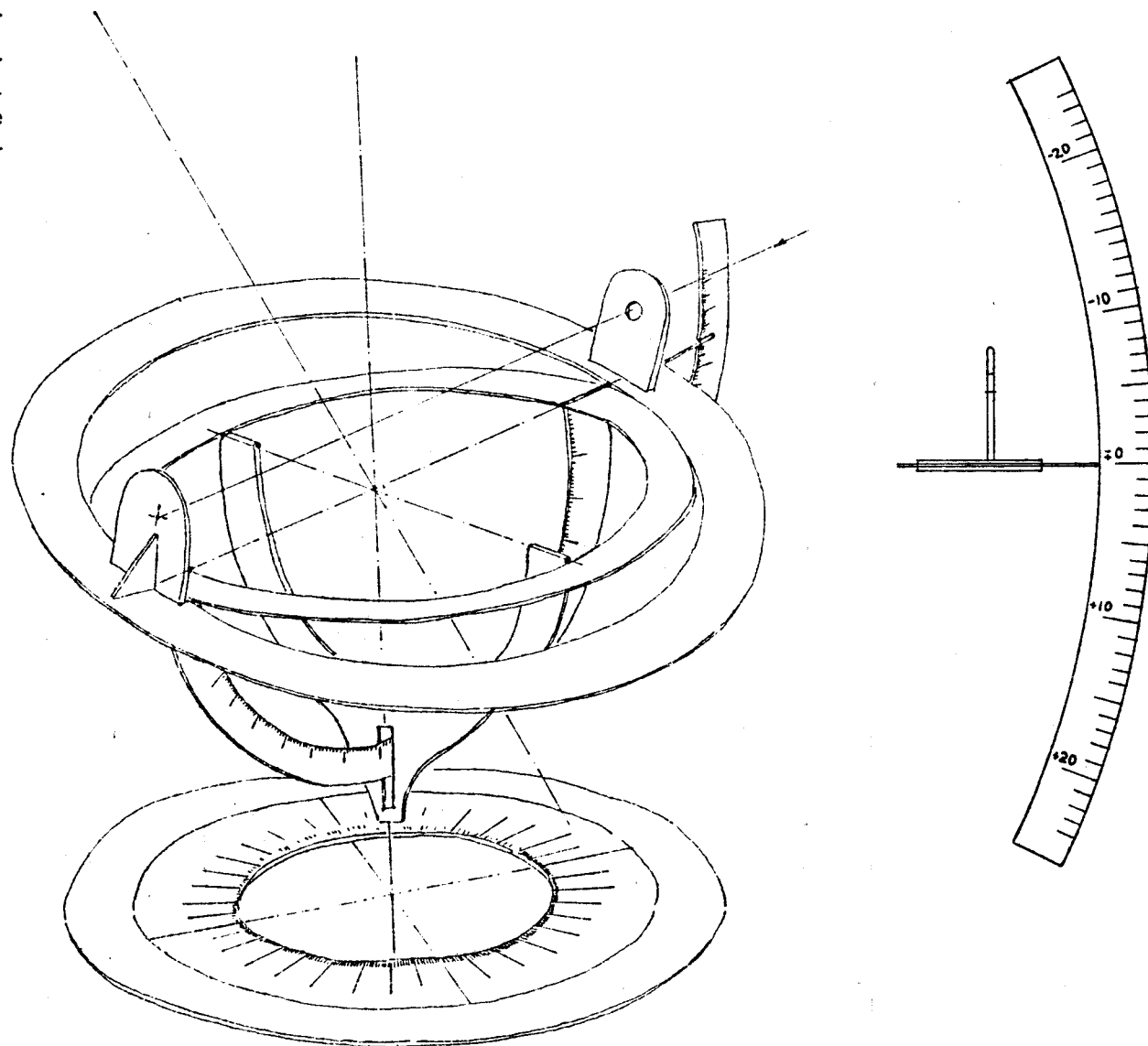
FIGURA 18.-

Círculo del horizonte del Heliómetro de posición.



FIGURAS 19 y 20.-

Sistema de referencia horizontal del Heliómetro de posición y círculo meridiano del astro.



FIGURAS DEL CAPITULO V.-

FIGURA 1.-

Cuadrante solar vertical declinante en Carcasso -
 nne, construído en hormi -
 gón moldeado por René -
 Rohr. En su plano se -
 aprecian además de las -
 líneas horarias y diur -
 nas, las horas italianas y babilónicas, así como
 un gráfico, situado aba -
 jo a la derecha, que per -
 mite usarlo como cuadran -
 te lunar.

(L'Astronomie, octubre -
 de 1983. pp. 427-428).

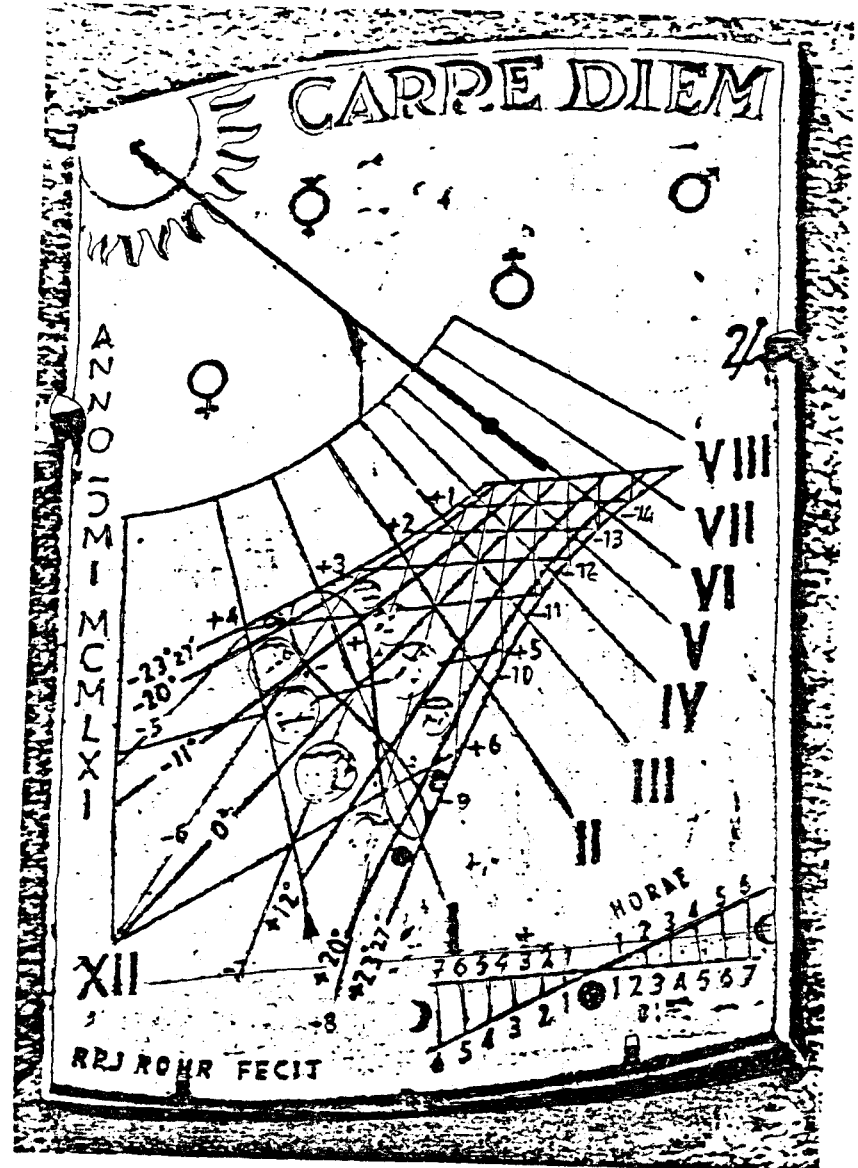


FIGURA 2.-

Cuadrante horizontal:
Líneas diurnas para -
latitudes compendi -
das entre los $\pm 66^{\circ}23'$.

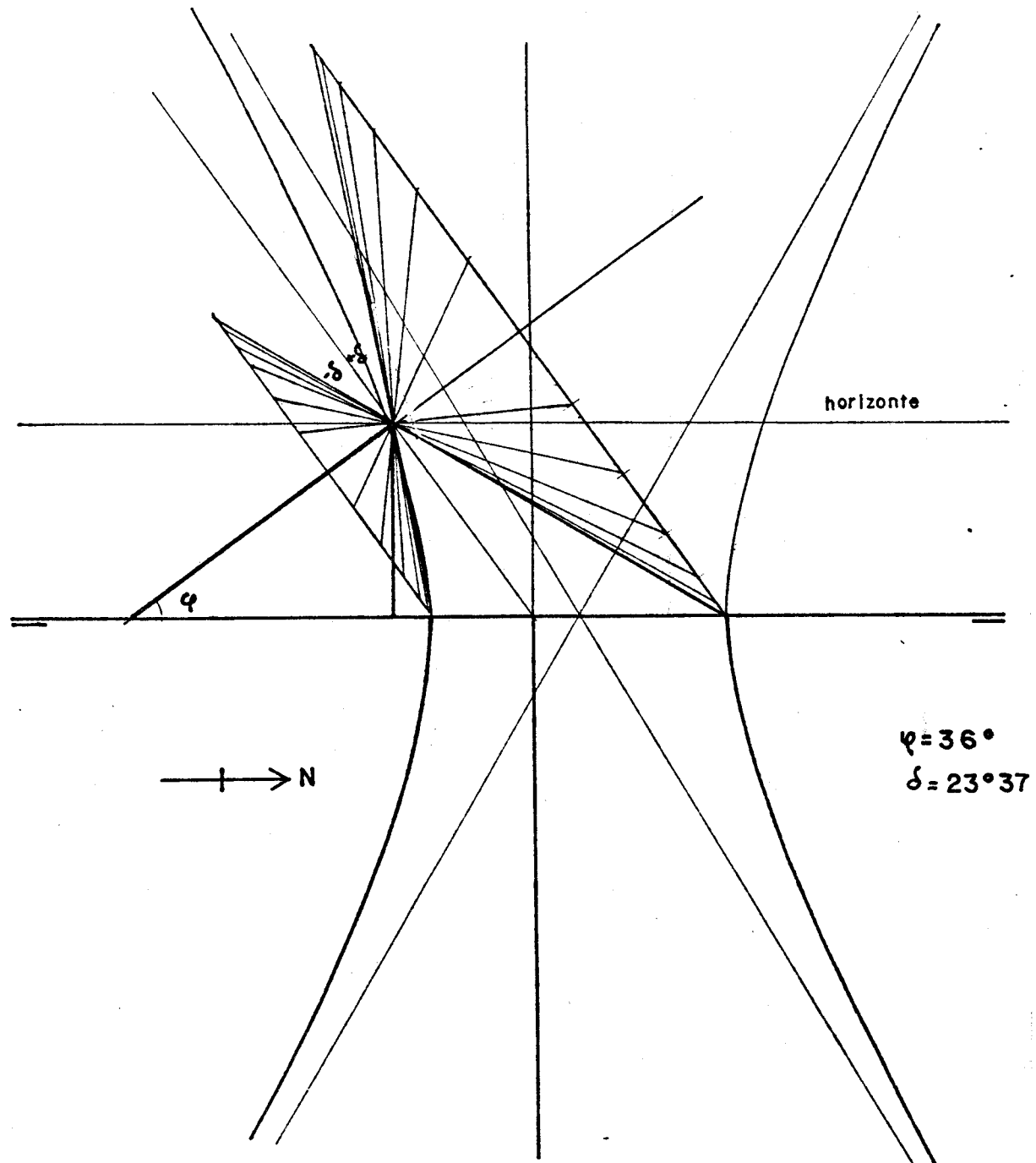


FIGURA 3.-

Cuadrante horizontal:
Líneas diurnas para -
el ecuador.

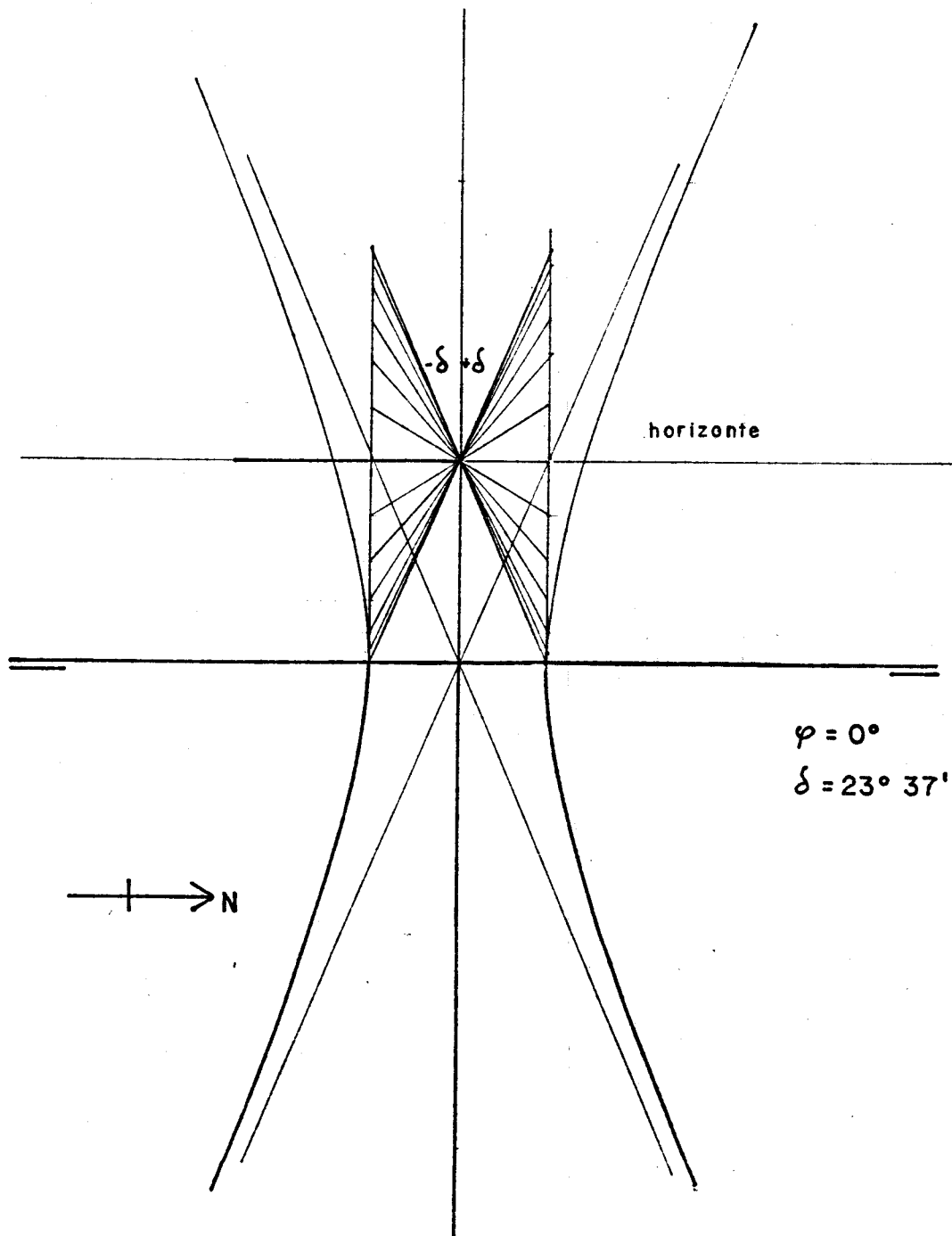


FIGURA 4.-

Cuadrante horizontal:
Línea diurna para el
círculo polar en el -
solsticio.

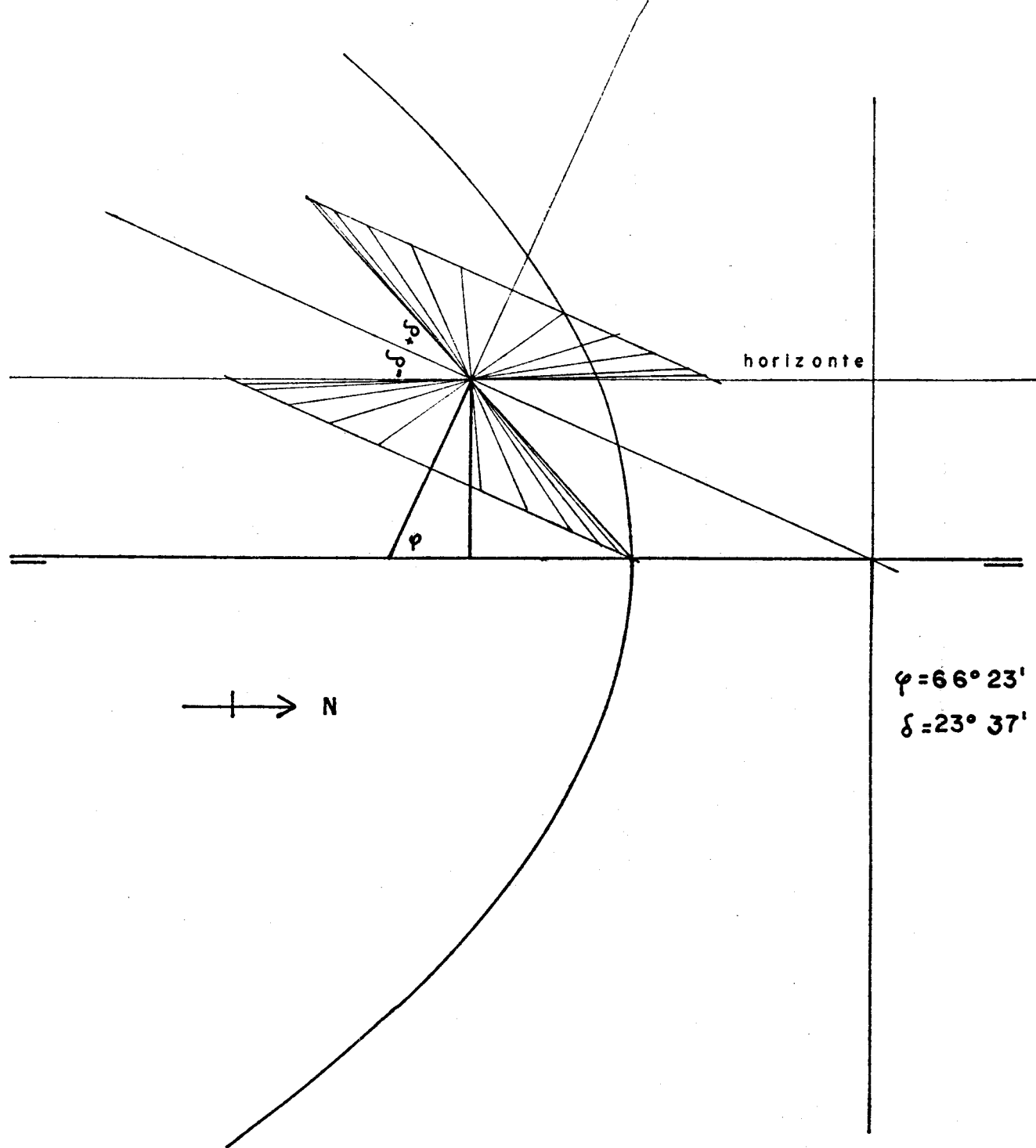


FIGURA 5.-

Cuadrante horizontal:
línea diurna para el
círculo polar y una -
declinación menor de
 $23^{\circ} 27'$.

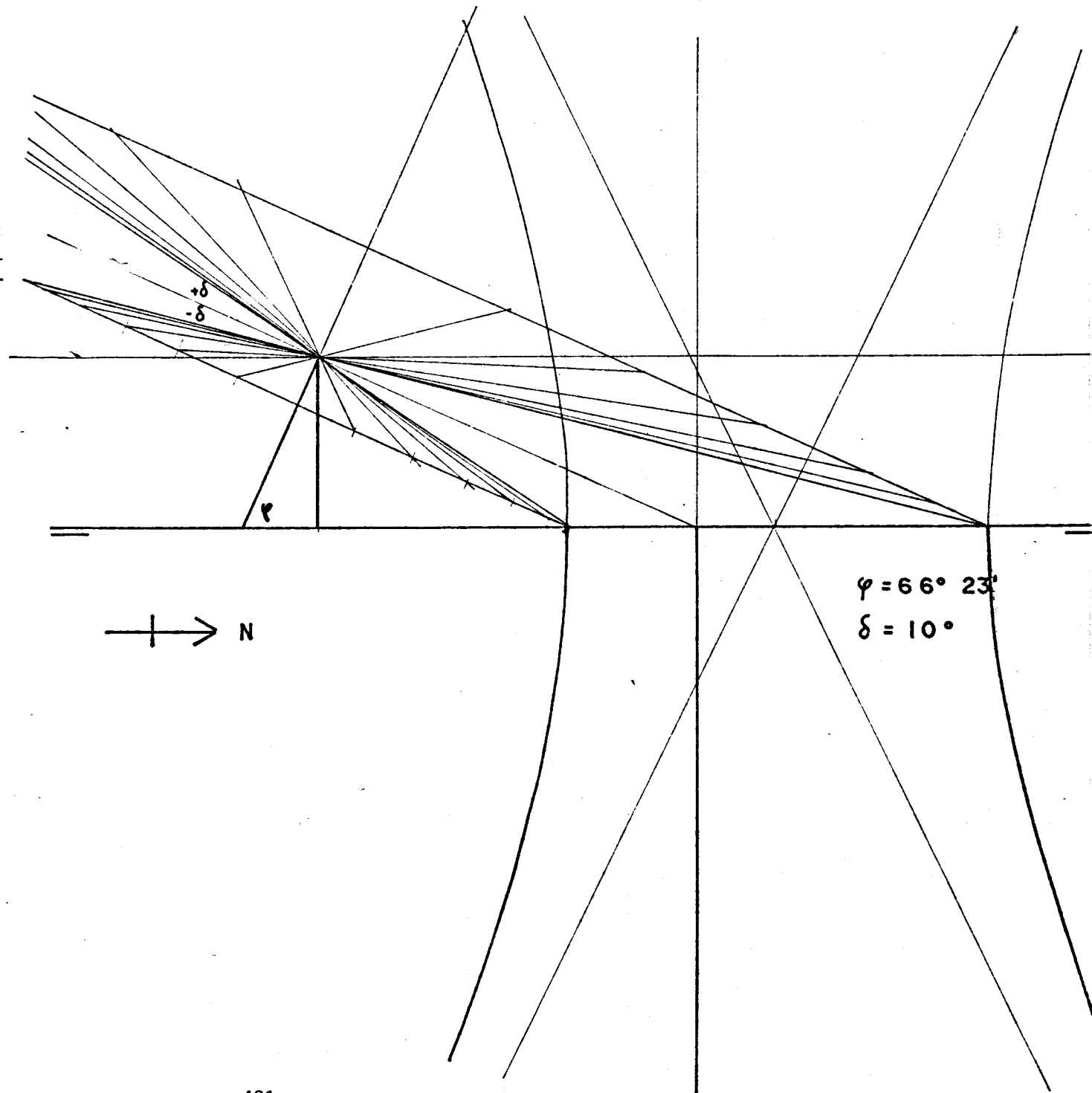


FIGURA 6.-

Cuadrante Horizontal:
Línea diurna para el polo en el solsticio.

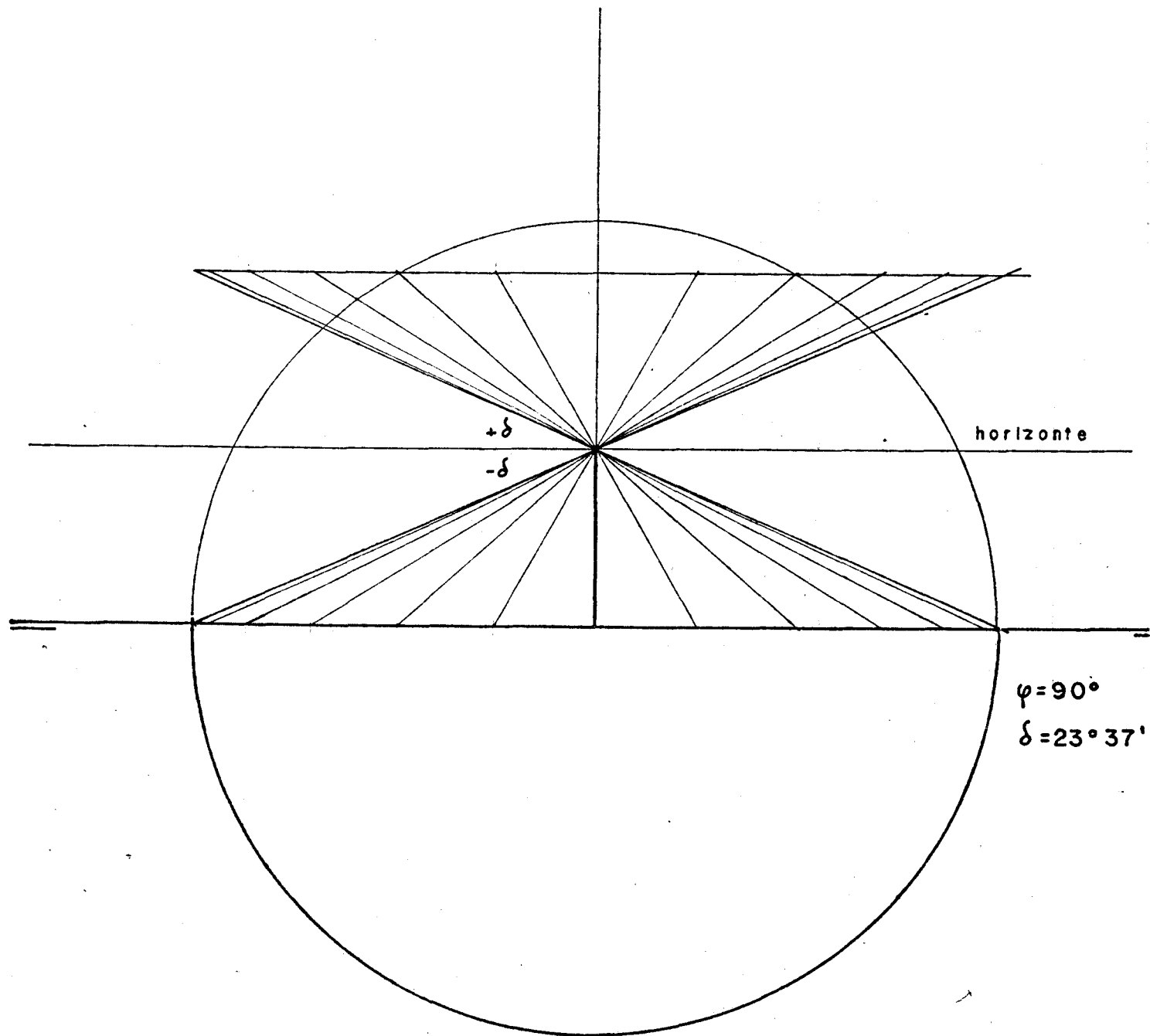


FIGURA 7.-

Cuadrante Horizontal:

Línea diurna para la zona polar y una declinación igual a la latitud del lugar.

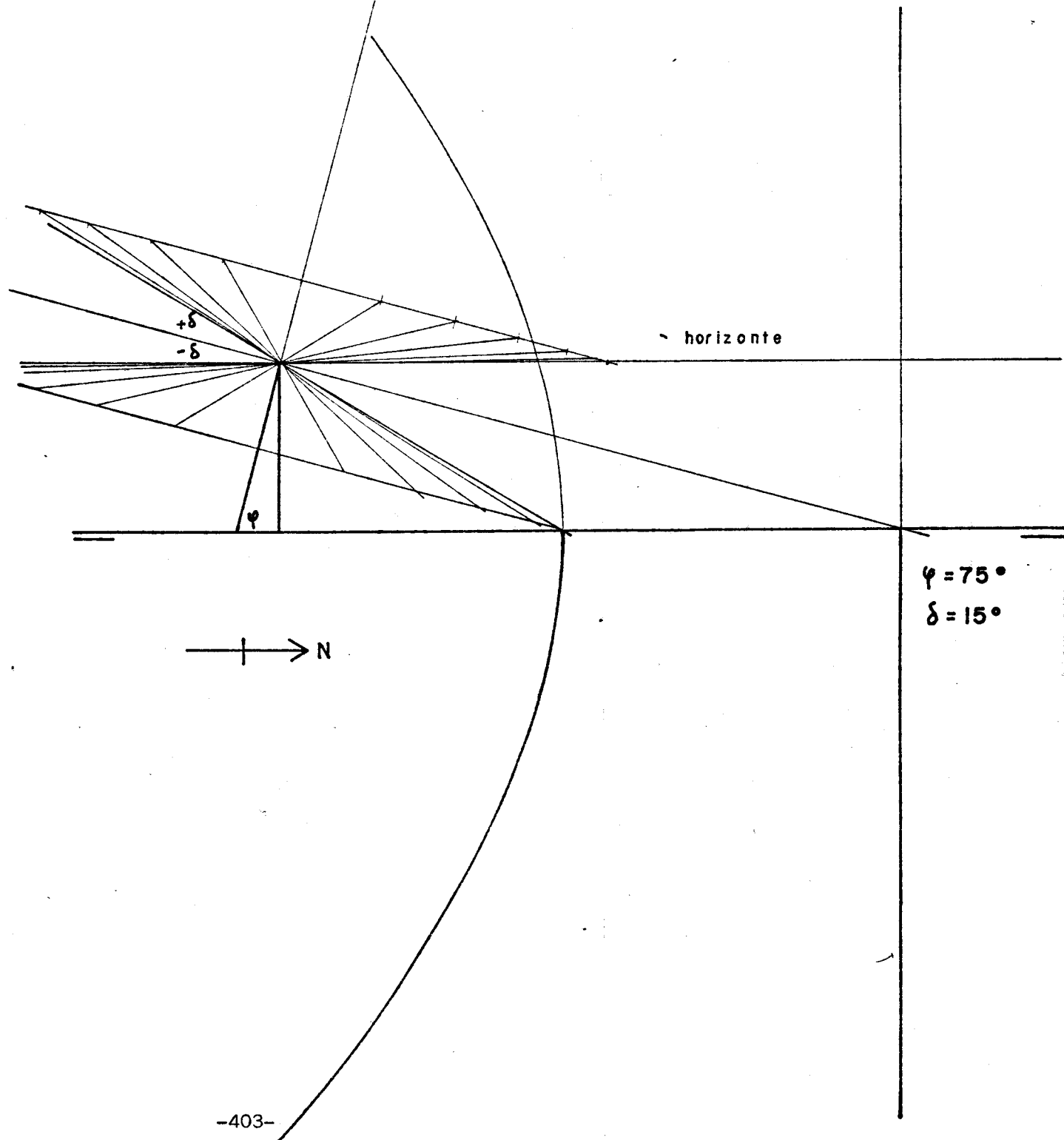
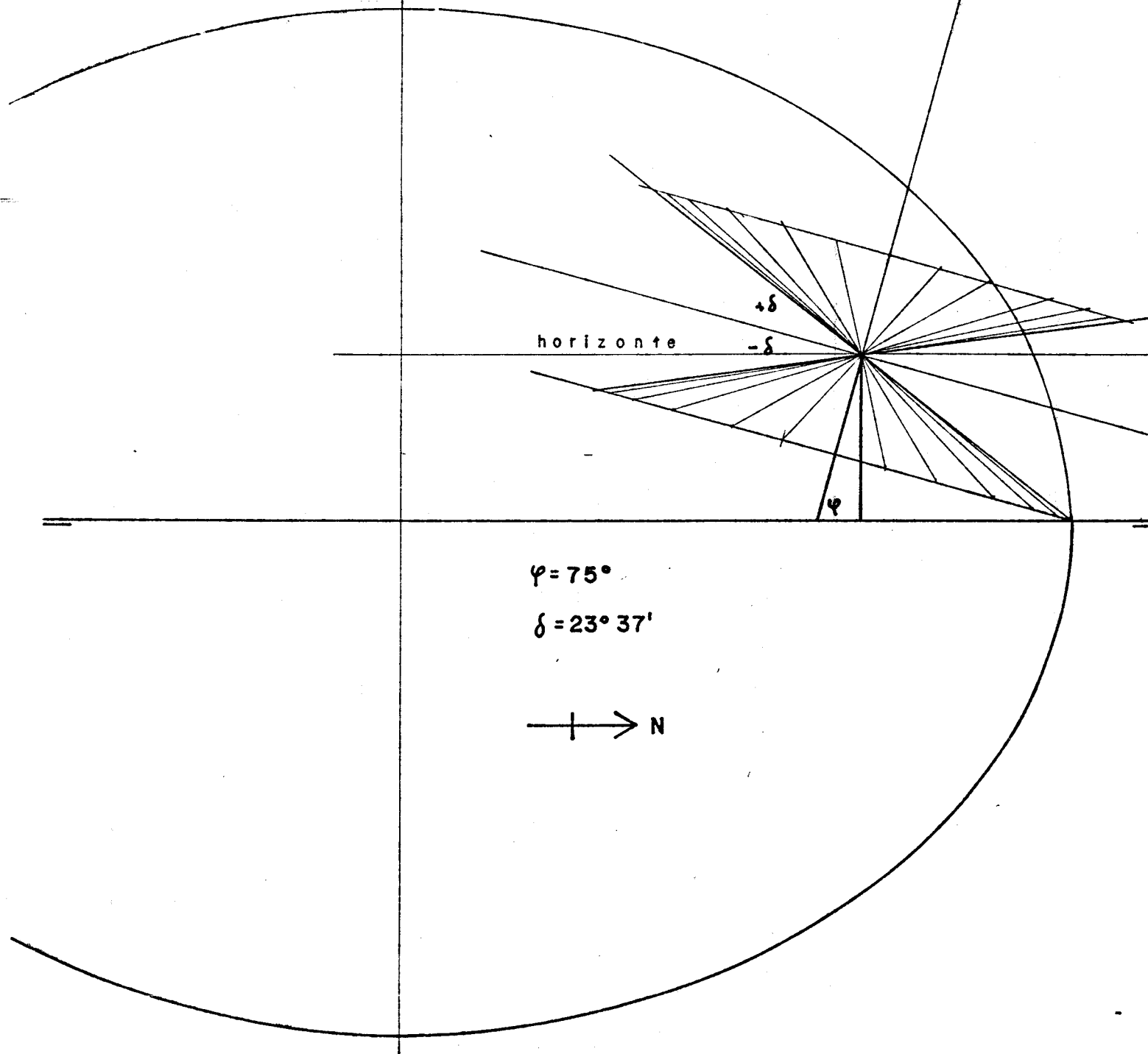


FIGURA 8.-

Cuadrante Horizontal:
Línea diurna para la zona polar en el solsticio.



$$\varphi = 75^\circ$$

$$\delta = 23^\circ 37'$$

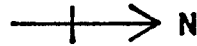


FIGURA 9.-

Cuadrante Horizo
tal:

Línea diurna para
la zona polar y -
una declinación
menor que la co
latitud del lu-
gar.

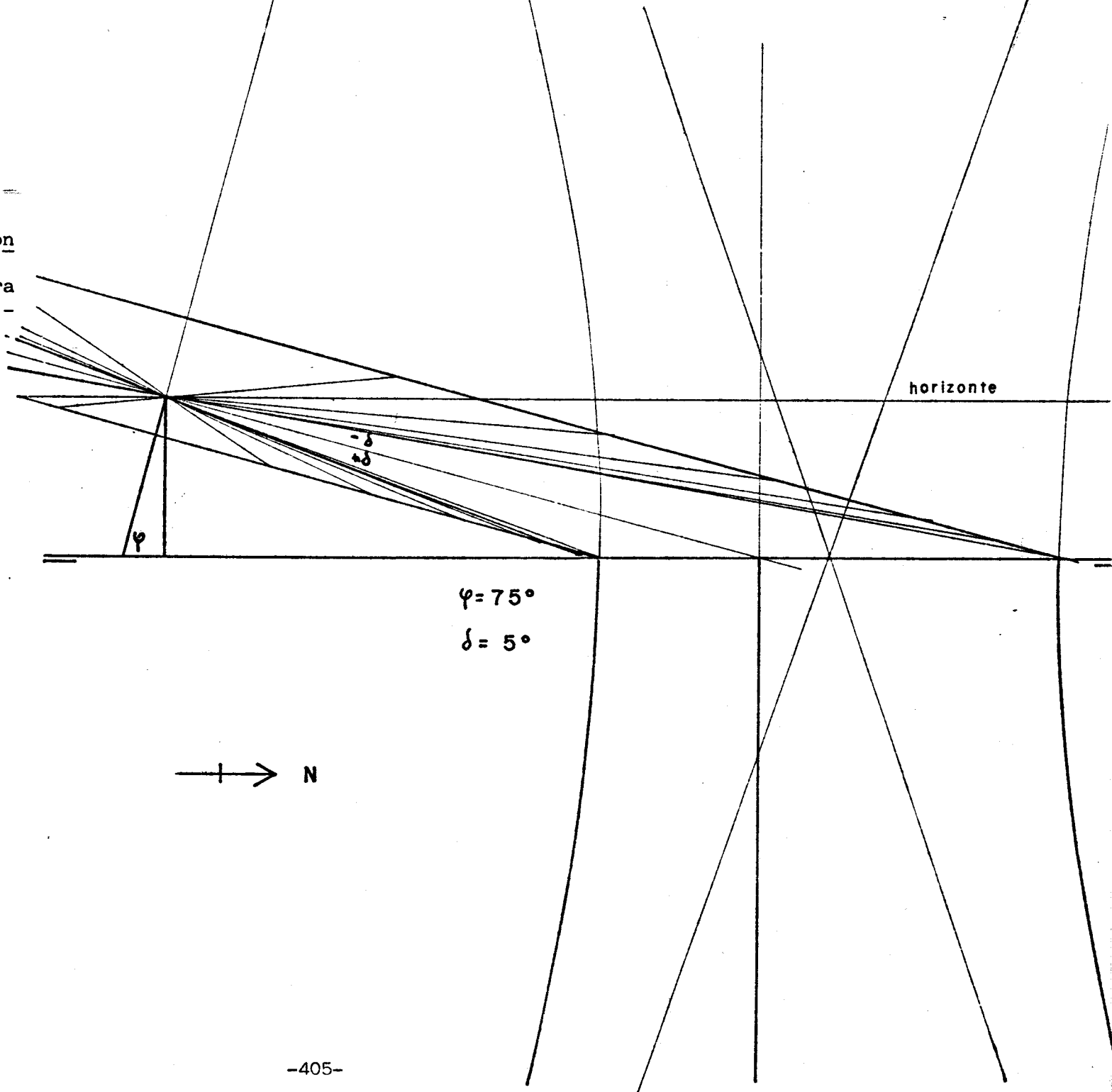


FIGURA 10.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
un cuadrante situa-
do en el trópico en
el día de solsticios.

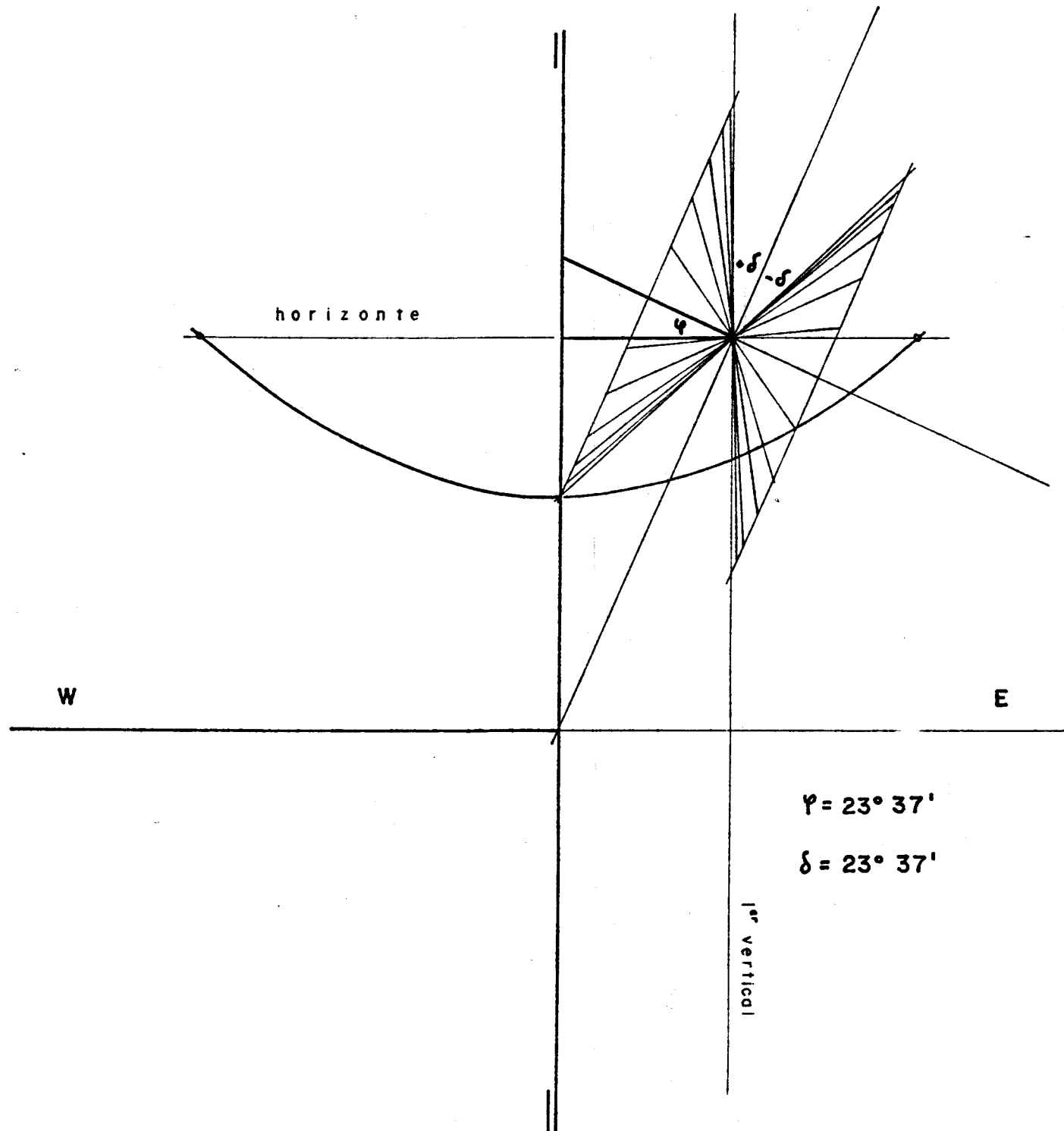


FIGURA 11.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
el trópico en un -
día de declinación
menor de $23^{\circ} 27'$.

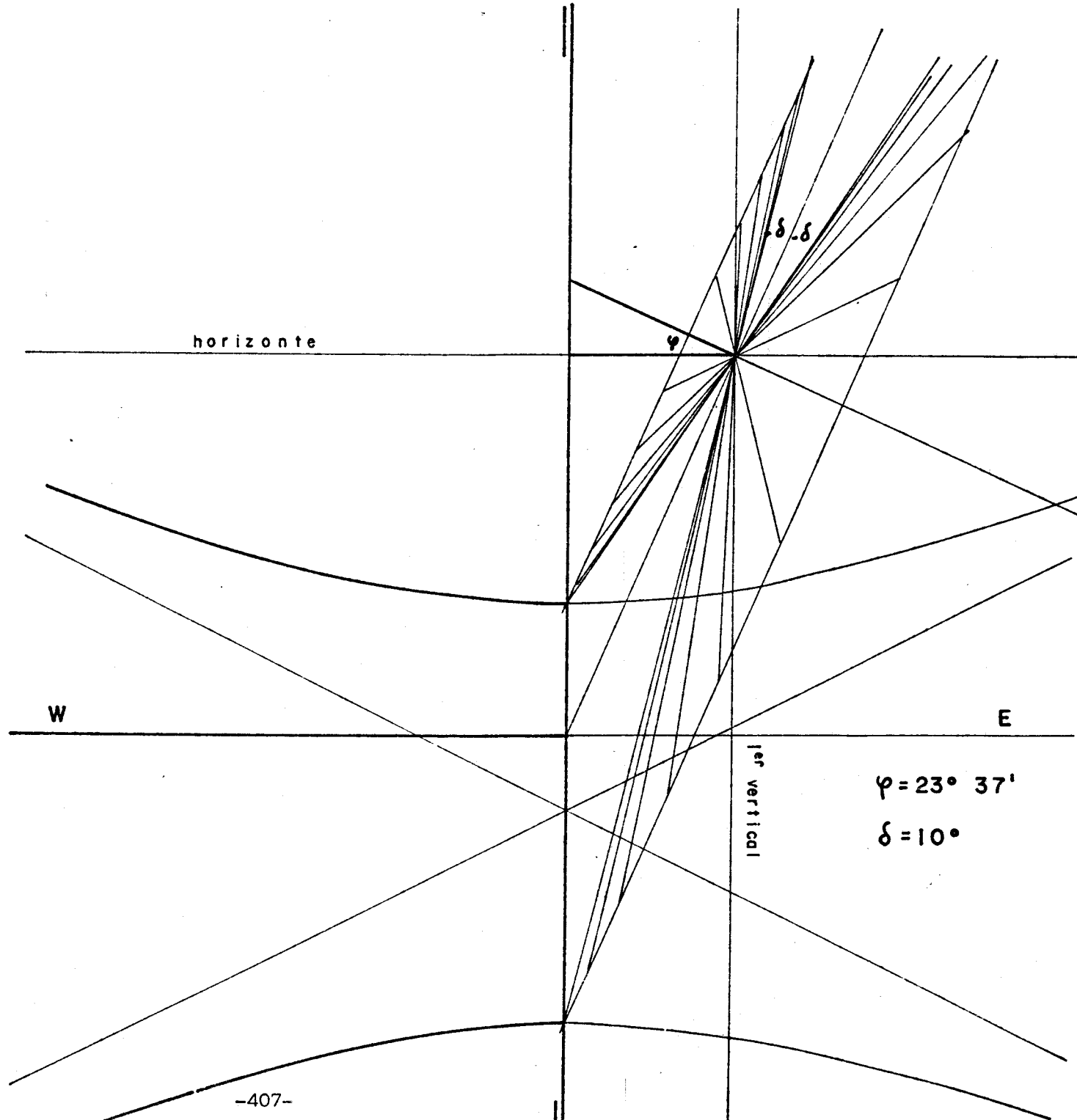


FIGURA 12.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
la zona intertropical
para un día de
declinación
igual a la lati-
tud del lugar.

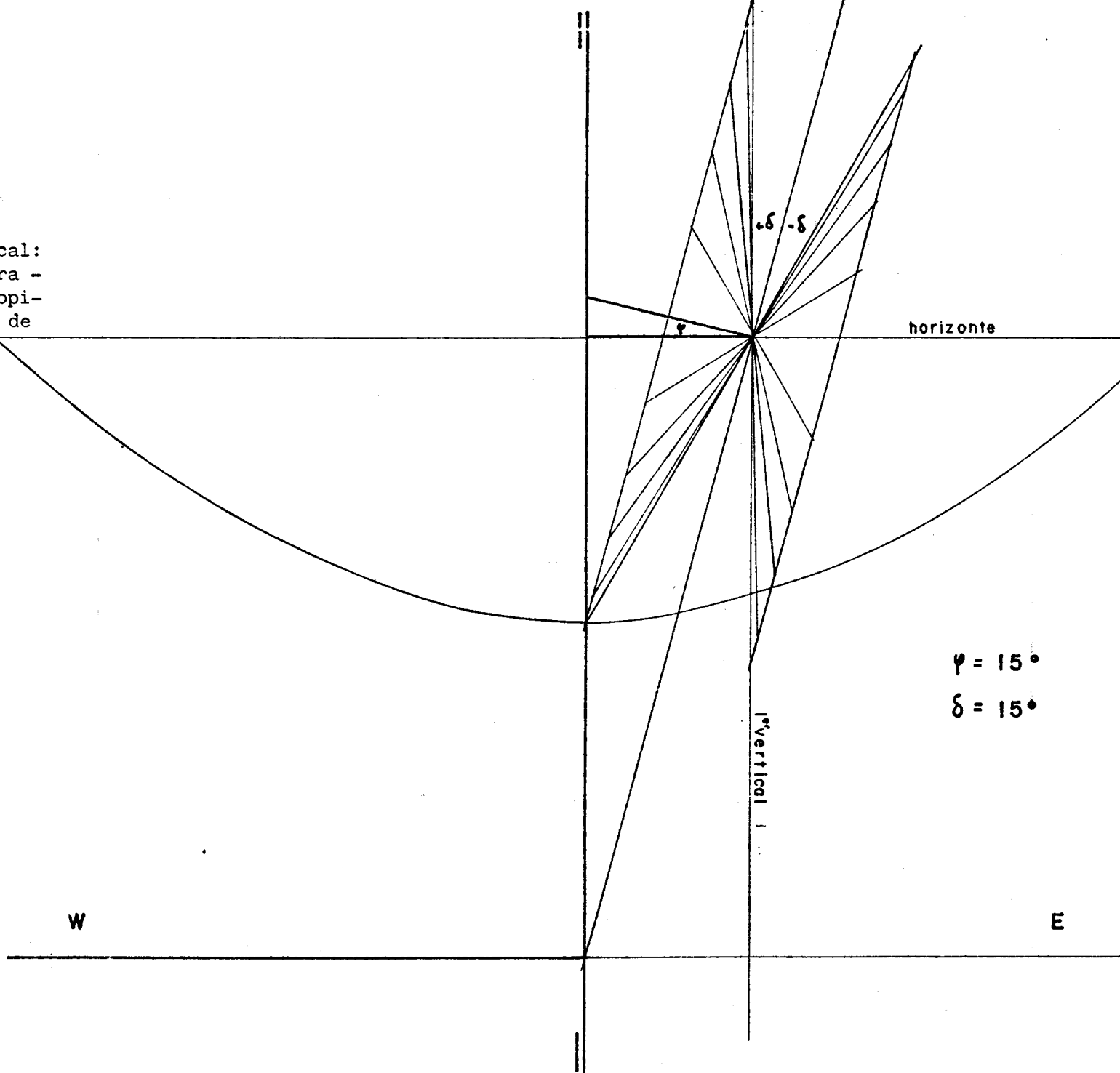


FIGURA 13.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
la zona intertropical
y declinación -
menor que la lati -
tud del lugar.

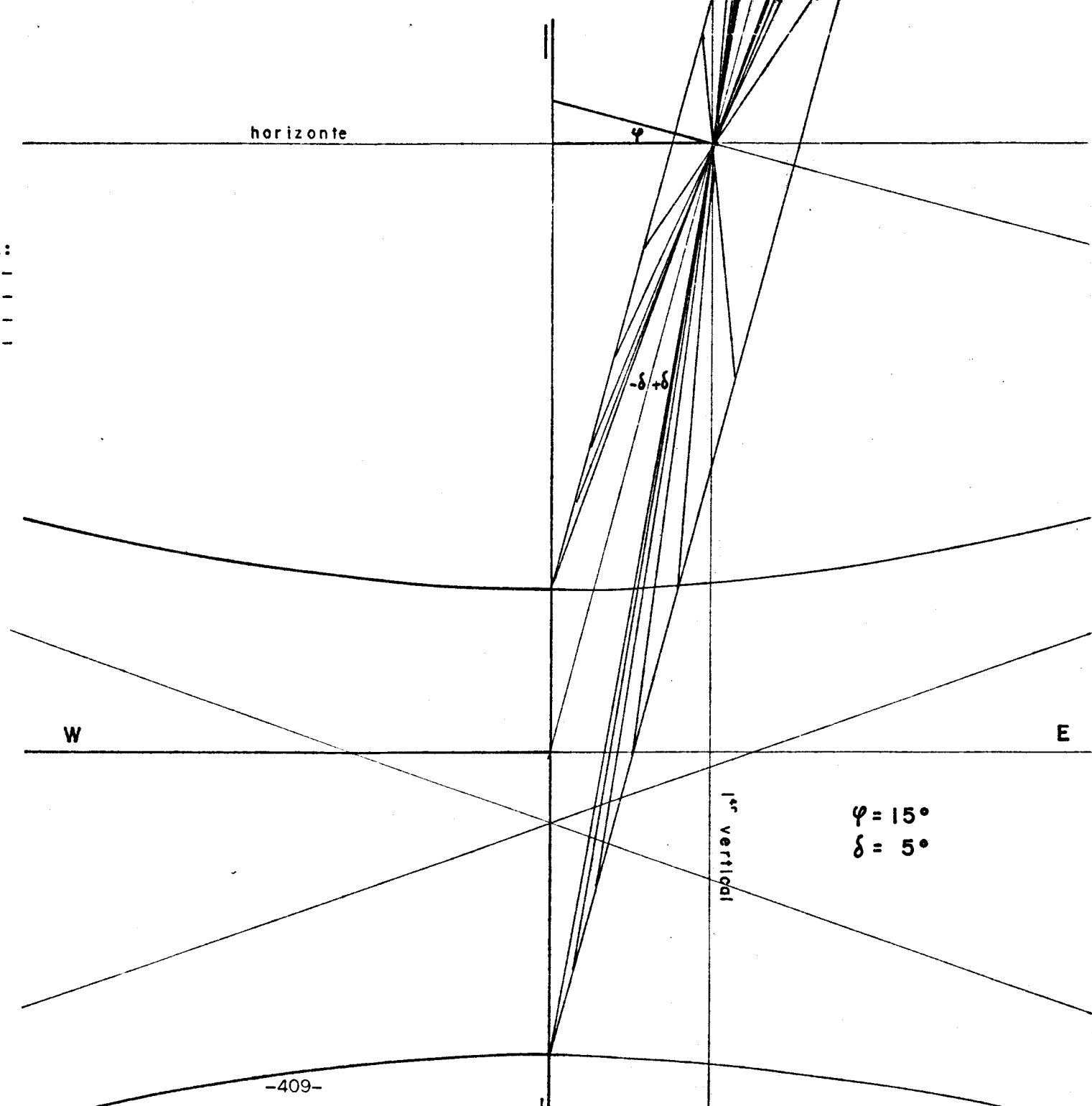


FIGURA 14.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
la zona intertropi-
cal en los solsti-
cios.

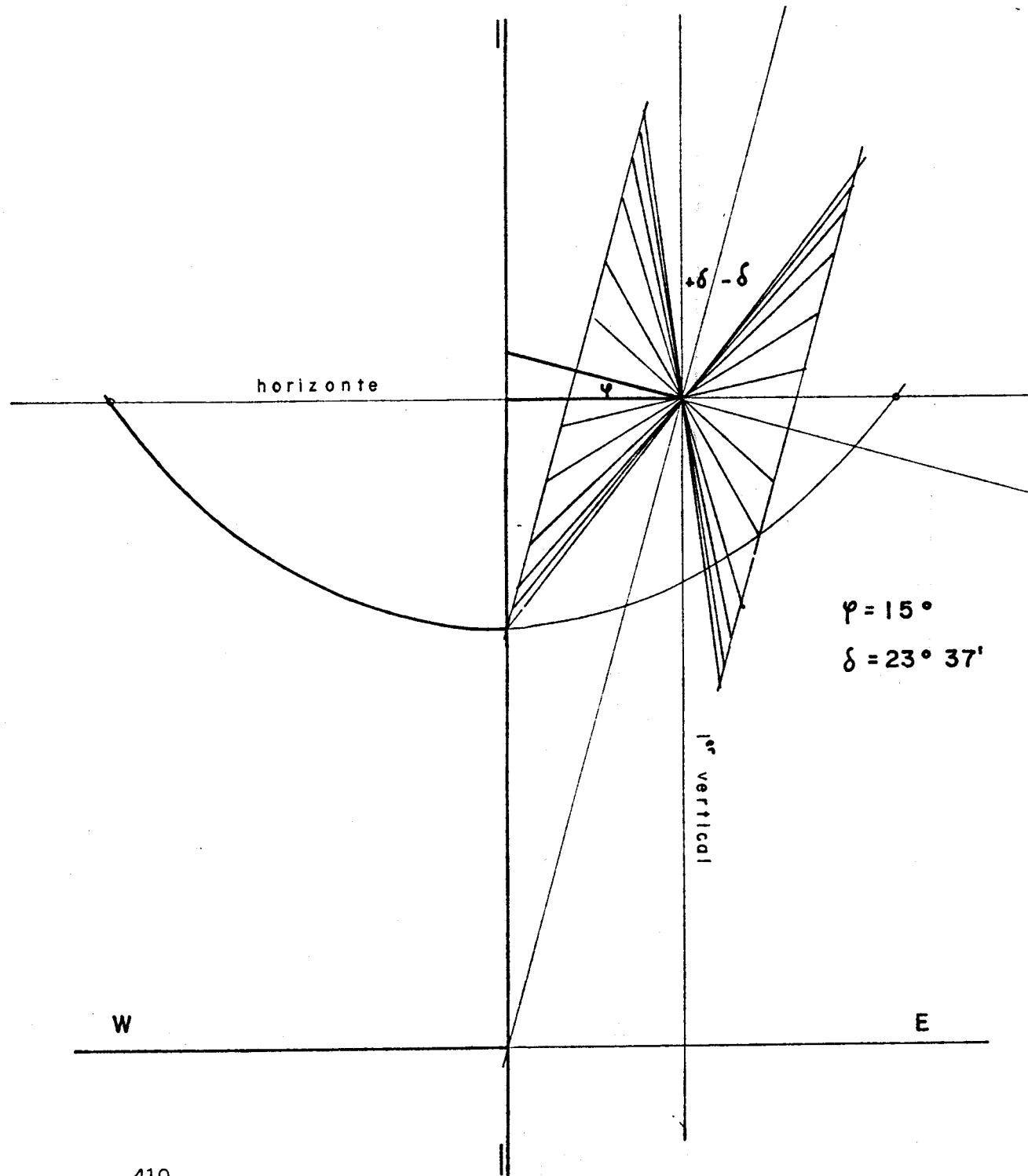


FIGURA 15.-
Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
el ecuador en los -
días de solsticios.

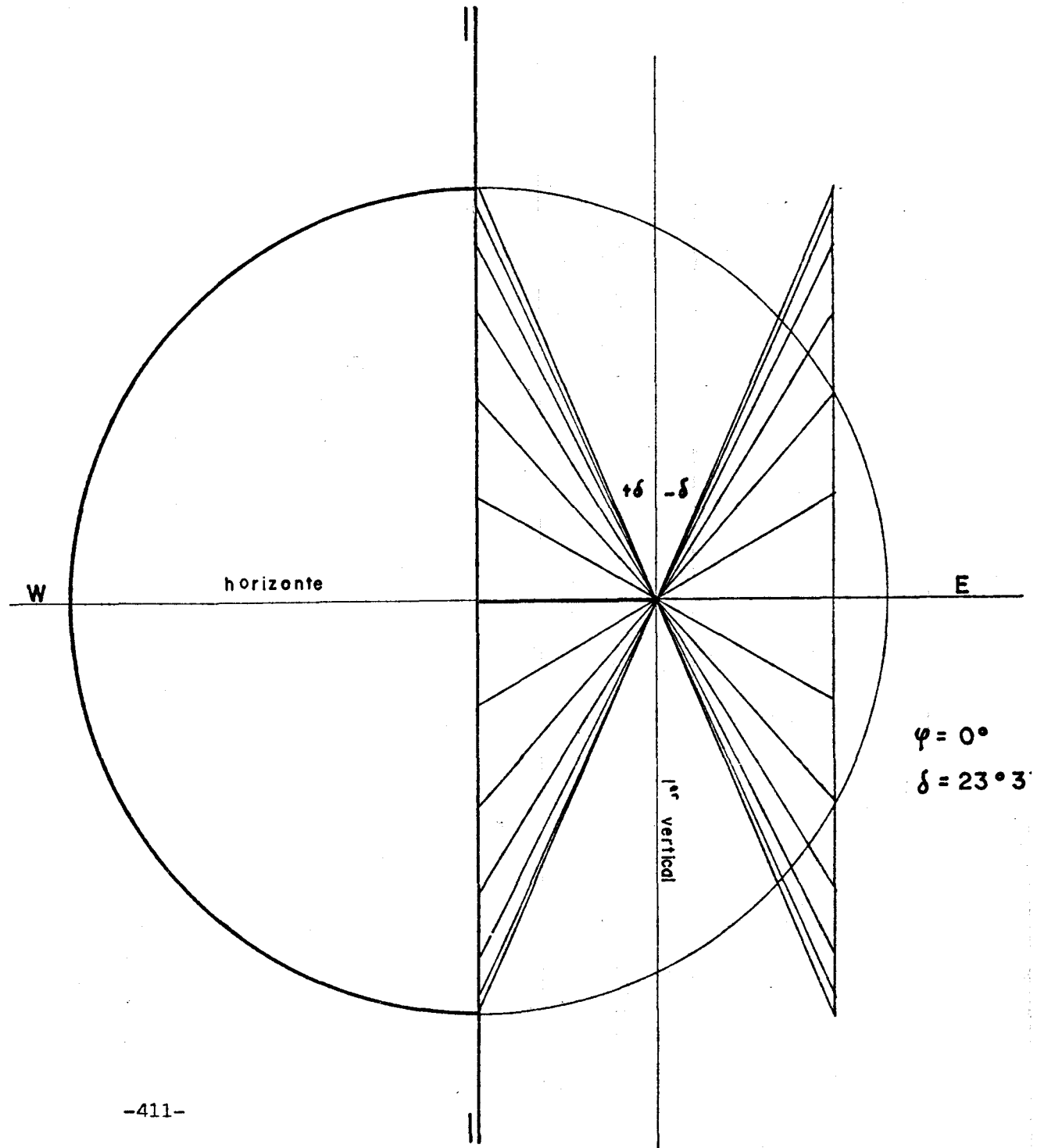


FIGURA 16.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
la zona templada en
los días de solsti-
cios.

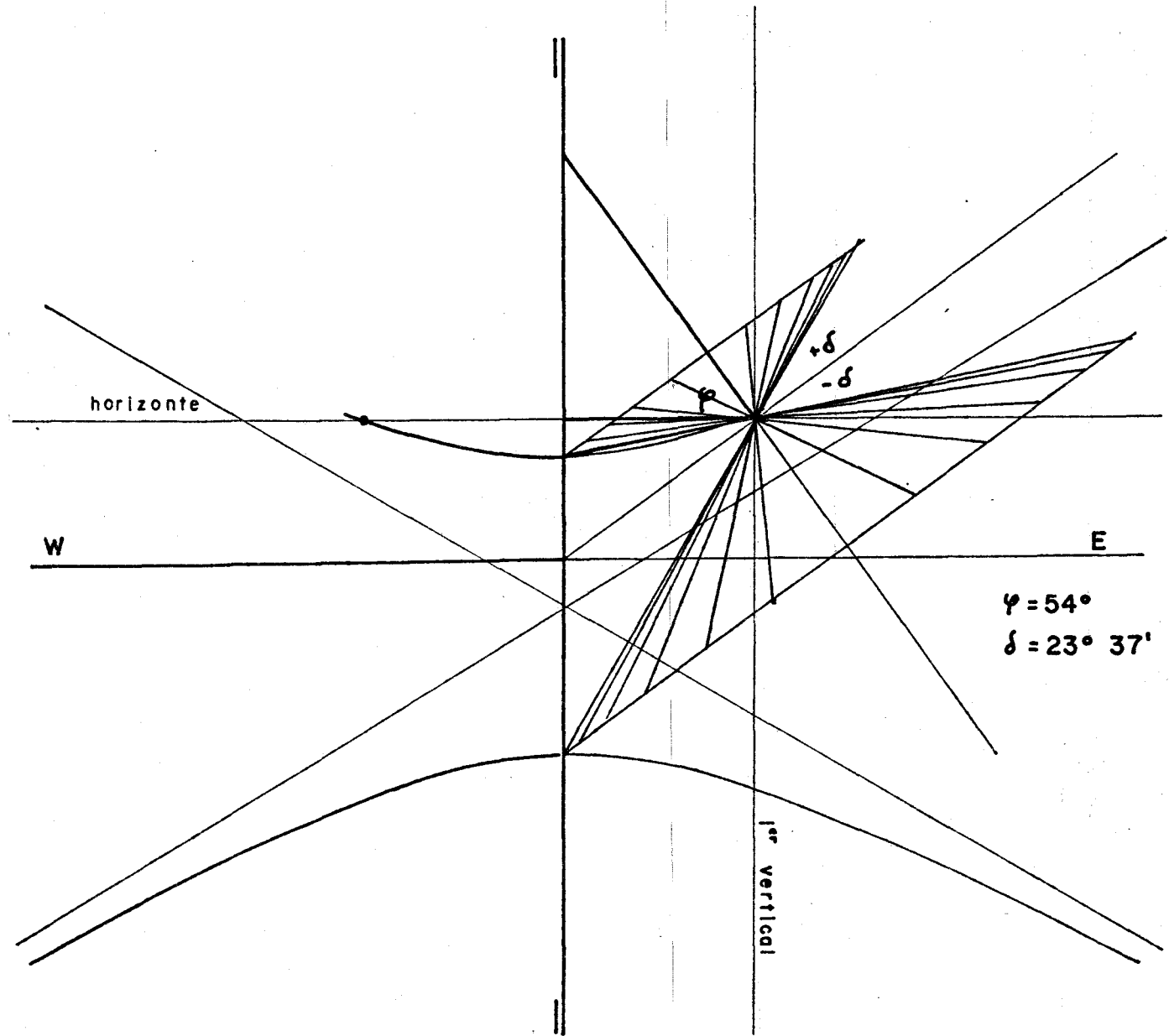


FIGURA 17.-

Cuadrante vertical:
Línea diurna para -
el polo en los días
de solsticio.

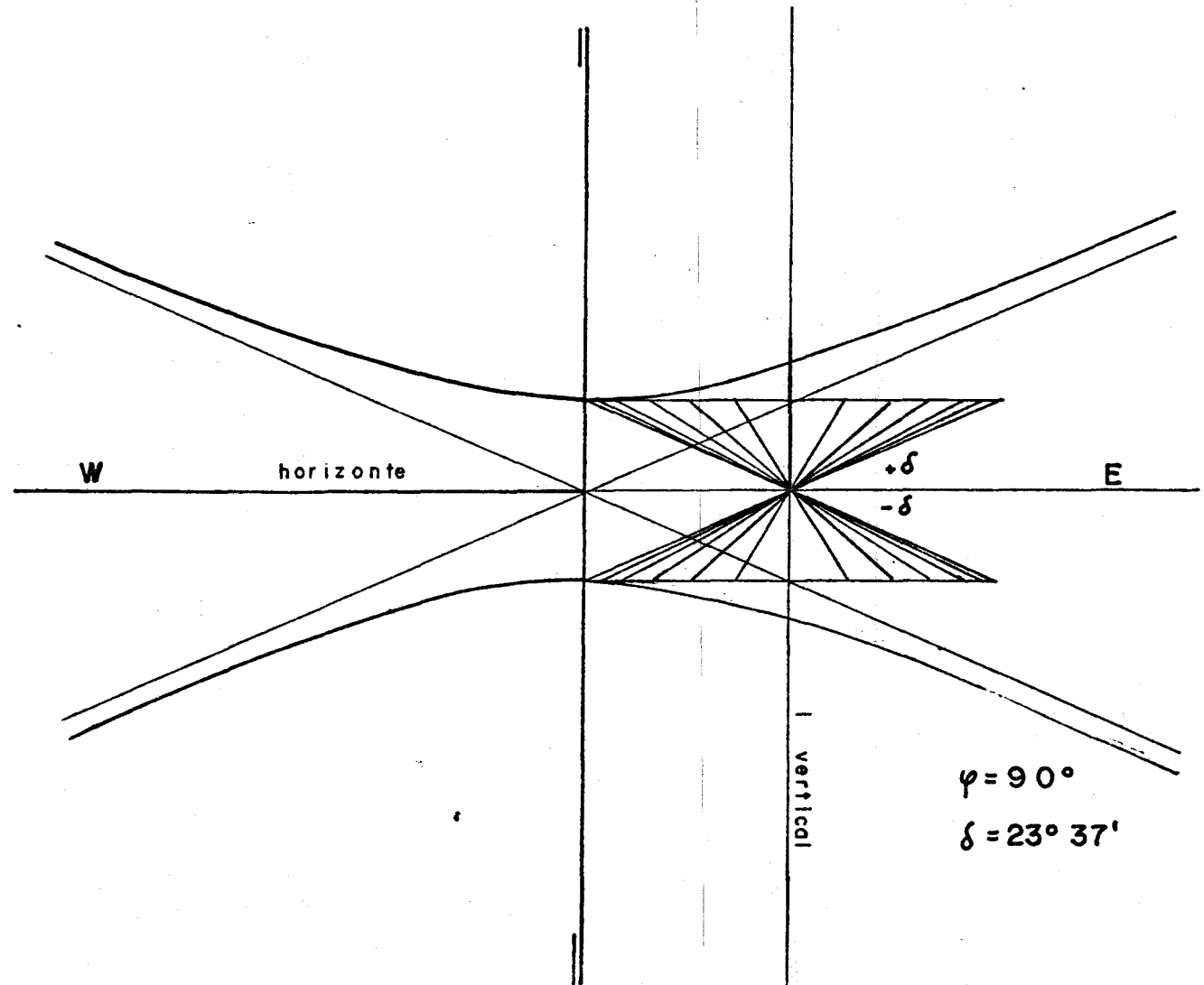


FIGURA 18.-

Orientaciones del paramento de un muro:

- a) Orientación S.
Azimut 0° .
- b) Orientación S.W.
Azimut 45° .
- c) Orientación W.
Azimut 90° .
- d) Orientación N.W.
Azimut 135° .
- e) Orientación N.
Azimut 180° .
- f) Orientación N.E.
Azimut 225° .
- g) Orientación E.
Azimut 270° .
- h) Orientación S.E.
Azimut 315° .

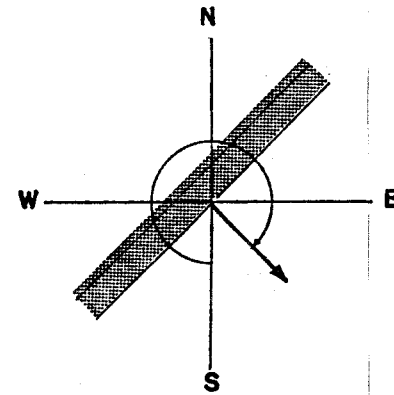
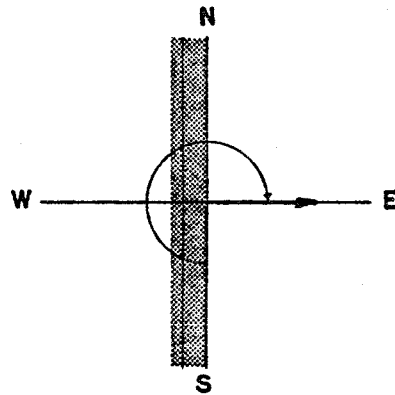
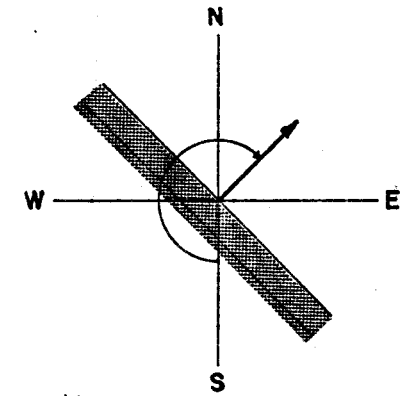
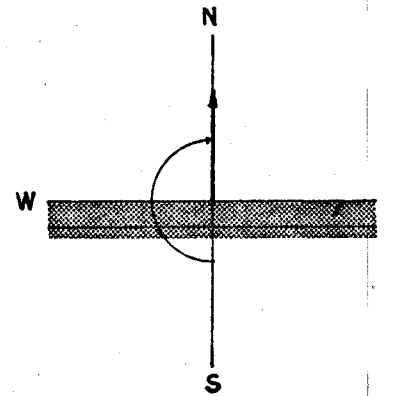
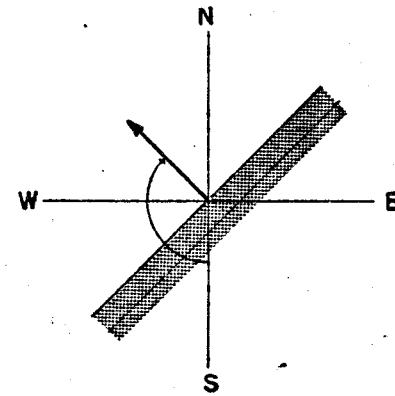
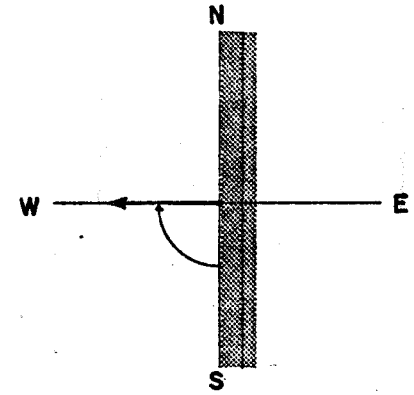
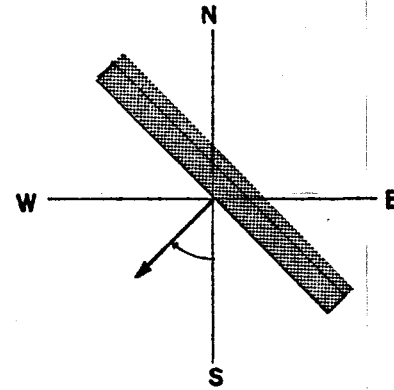
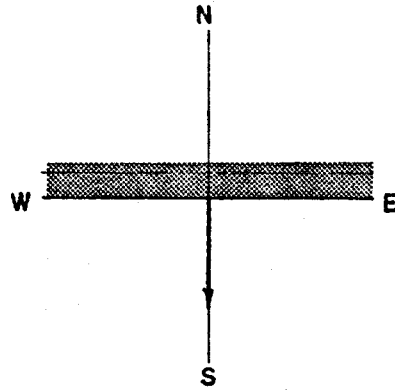


FIGURA 20.
 Analema de L.M. Vitruvio.

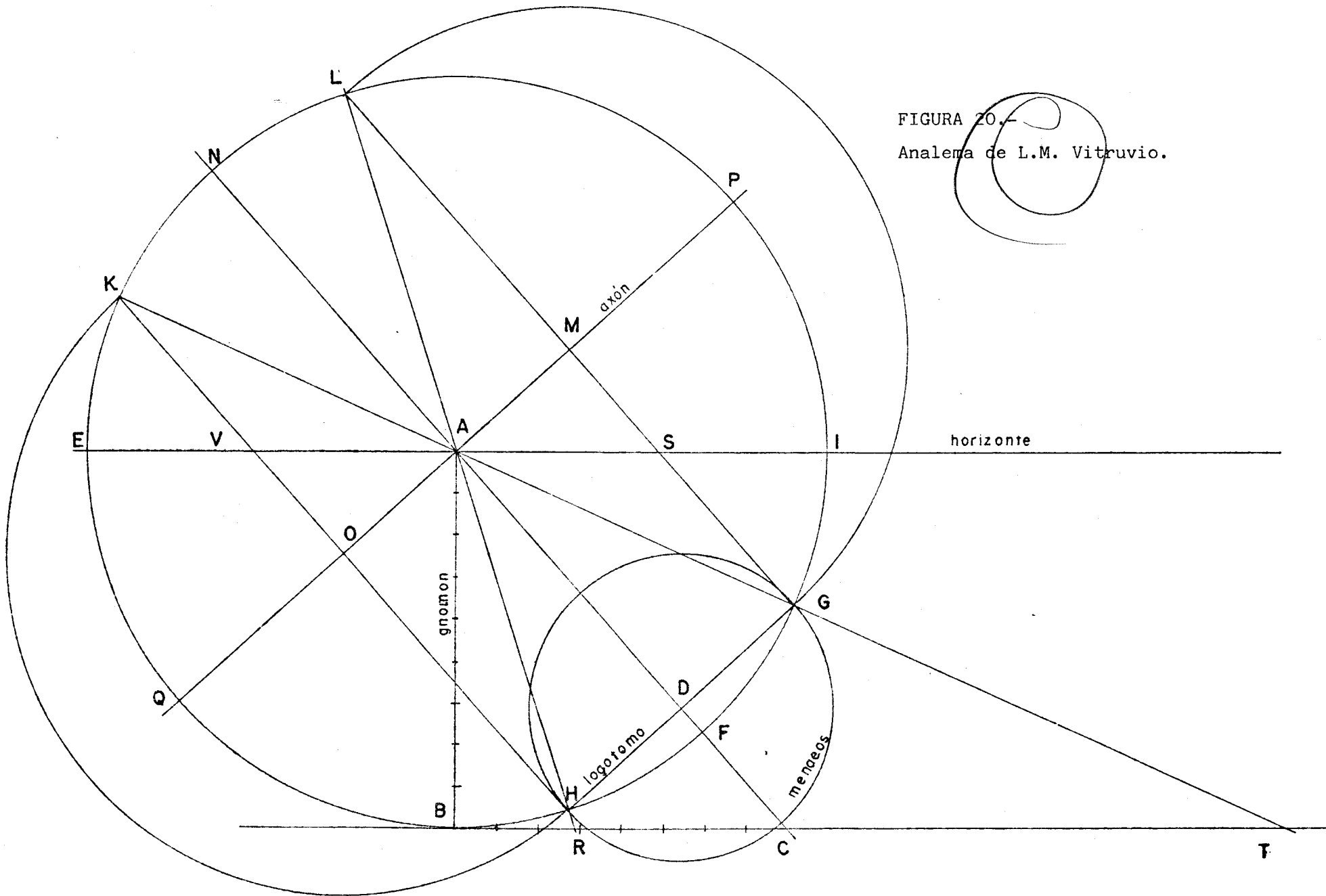
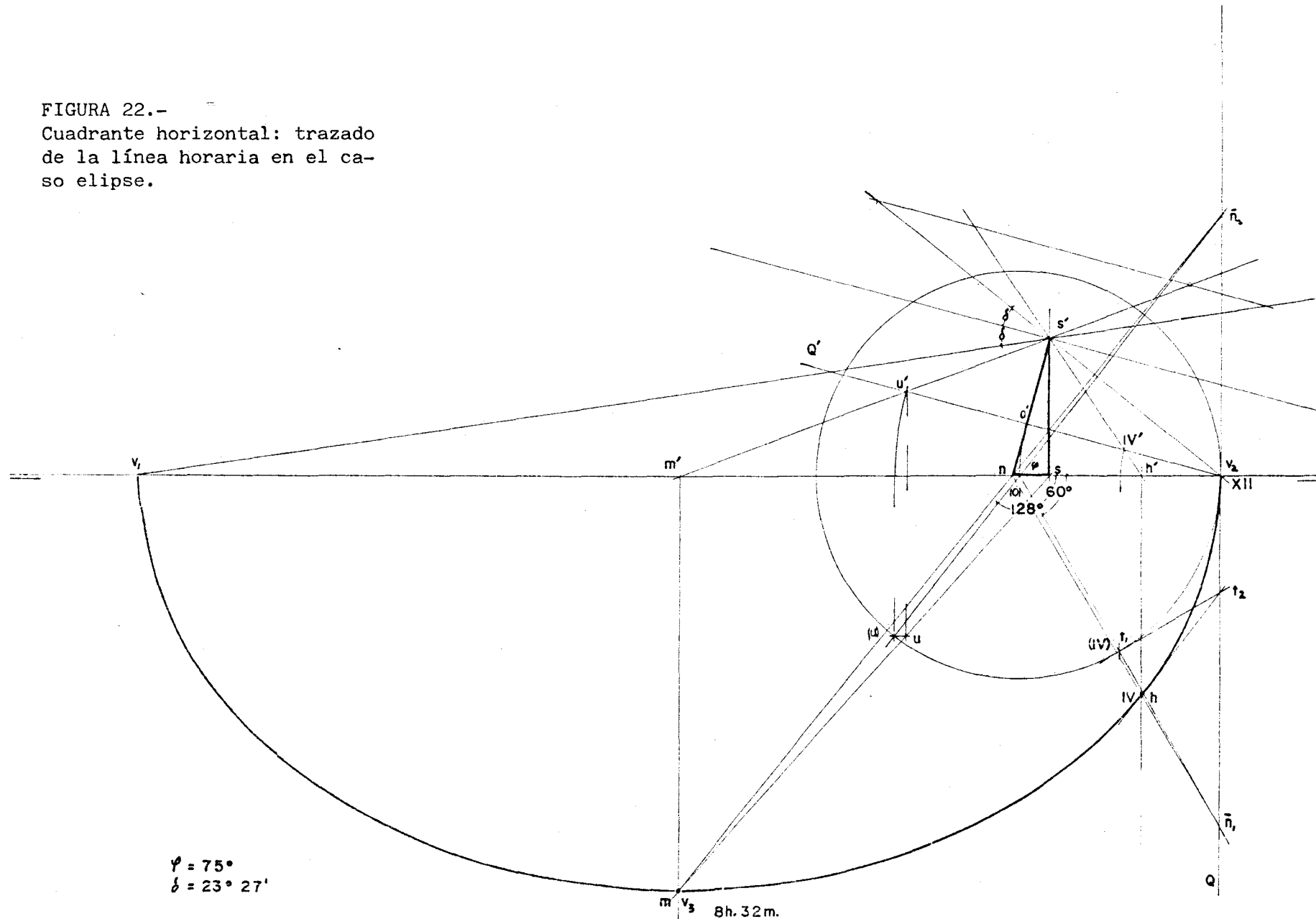


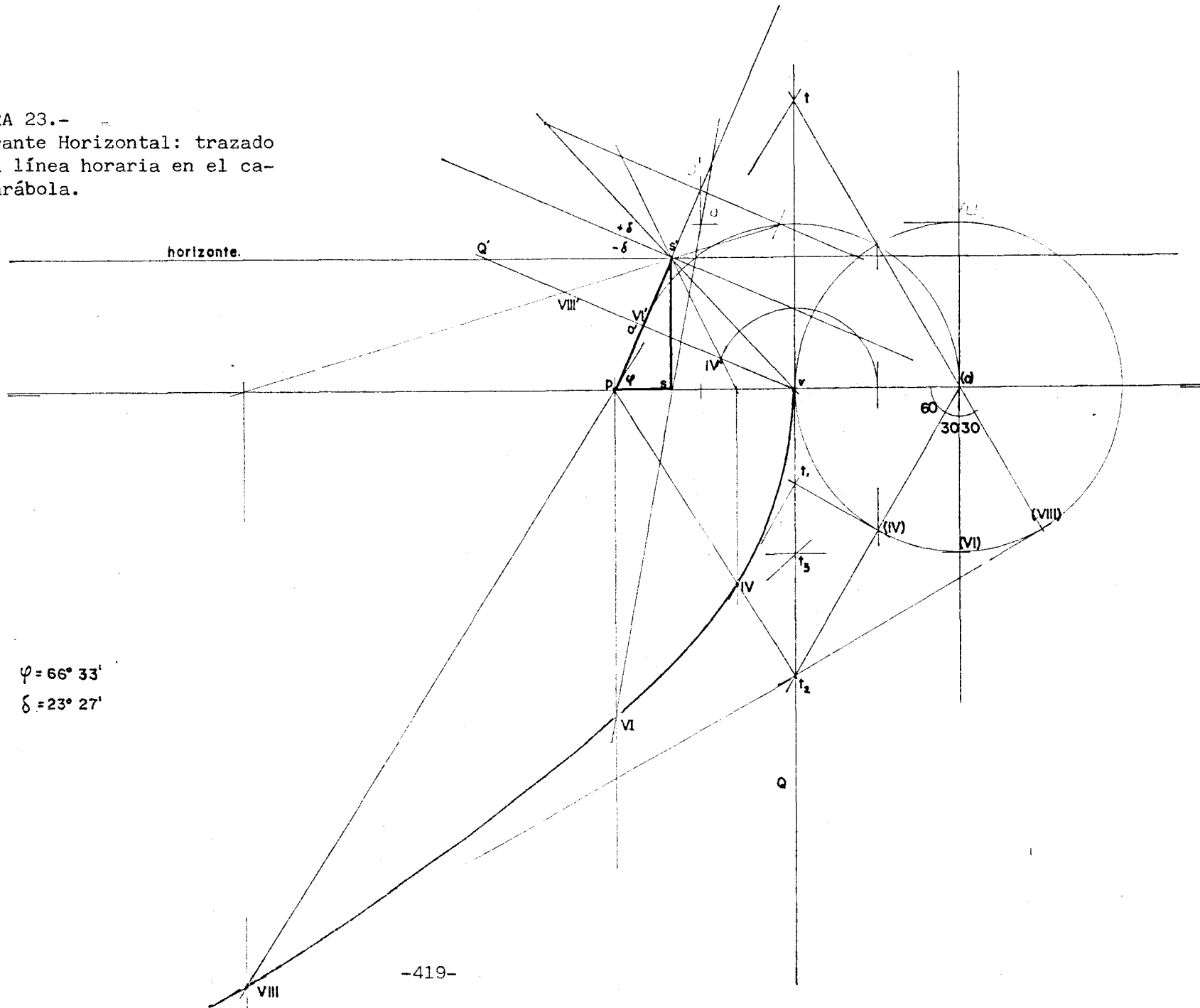
FIGURA 22.-
Cuadrante horizontal: trazado
de la línea horaria en el caso
elipse.



$\varphi = 75^\circ$
 $\delta = 23^\circ 27'$

$m v_3$ 8h. 32m.

FIGURA 23.-
 Cuadrante Horizontal: trazado
 de la línea horaria en el ca-
 so parábola.



$\varphi = 66^\circ 33'$
 $\delta = 23^\circ 27'$

FIGURA 24.-

Cuadrante vertical orientado:
 Cálculo de las horas de orto y ocaso y del paso del sol por el plano del cuadrante.

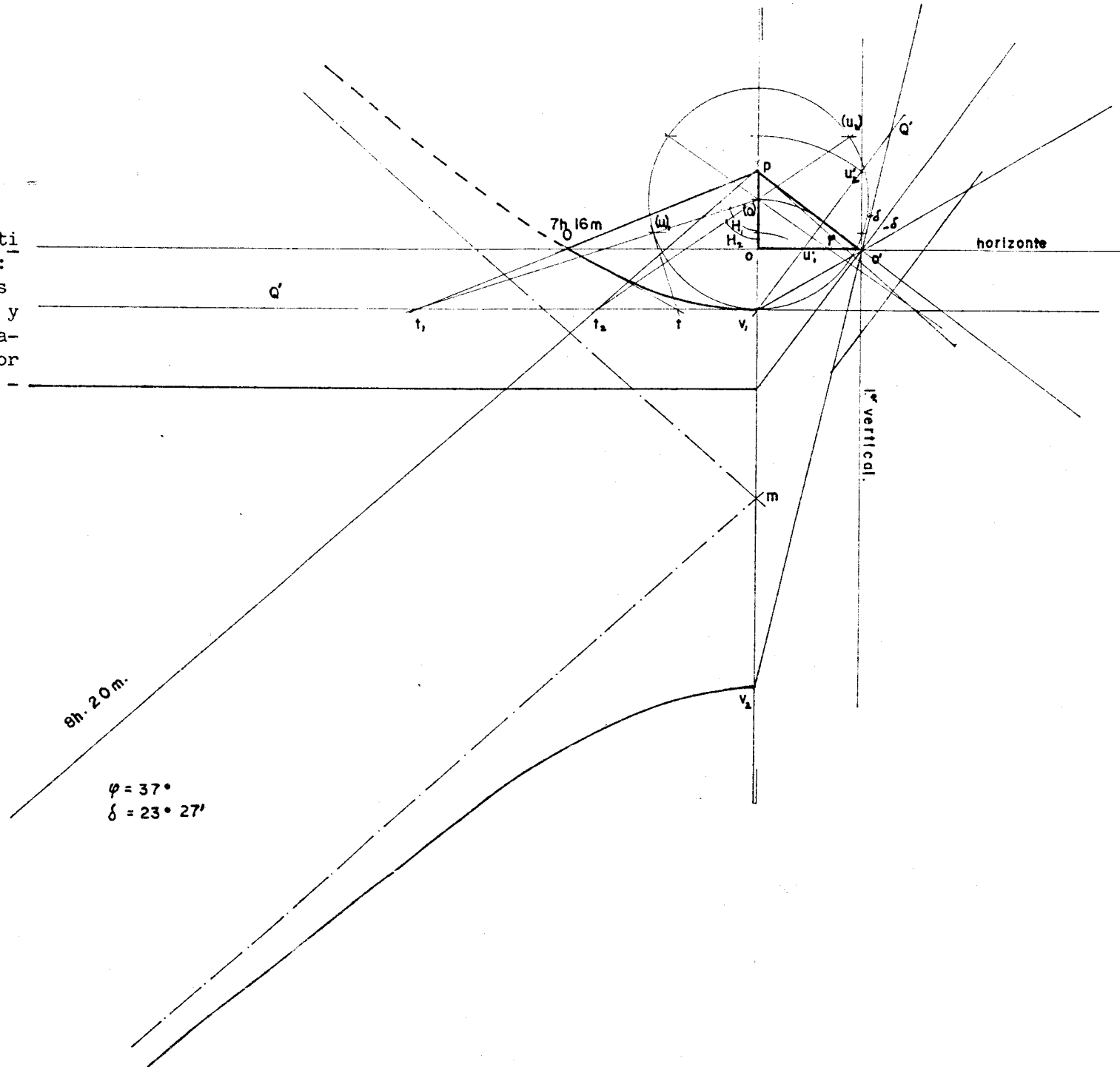


FIGURA 25.-
 Trazado de
 un cuadrante
 vertical declinante,
 para la lati-
 tud de Se-
 villa y un
 muro de azi-
 mut 30° .

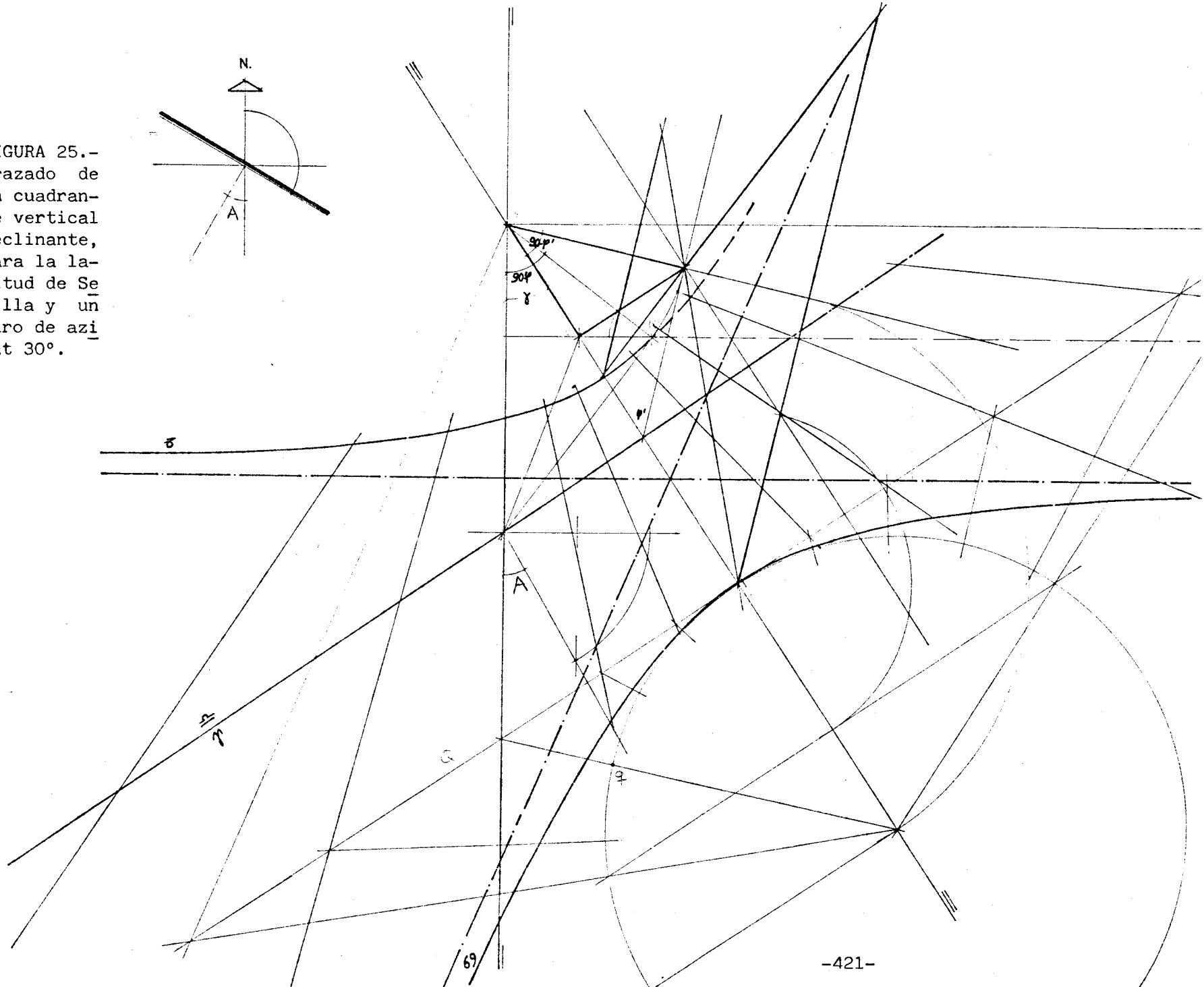


FIGURA 26.-

Cuadrante vertical declinante para la latitud de Sevilla
 y un muro de azimut 30° con expresión de las horas de or-
 to y ocaso y las de paso del sol por el plano del cua-
 drante.

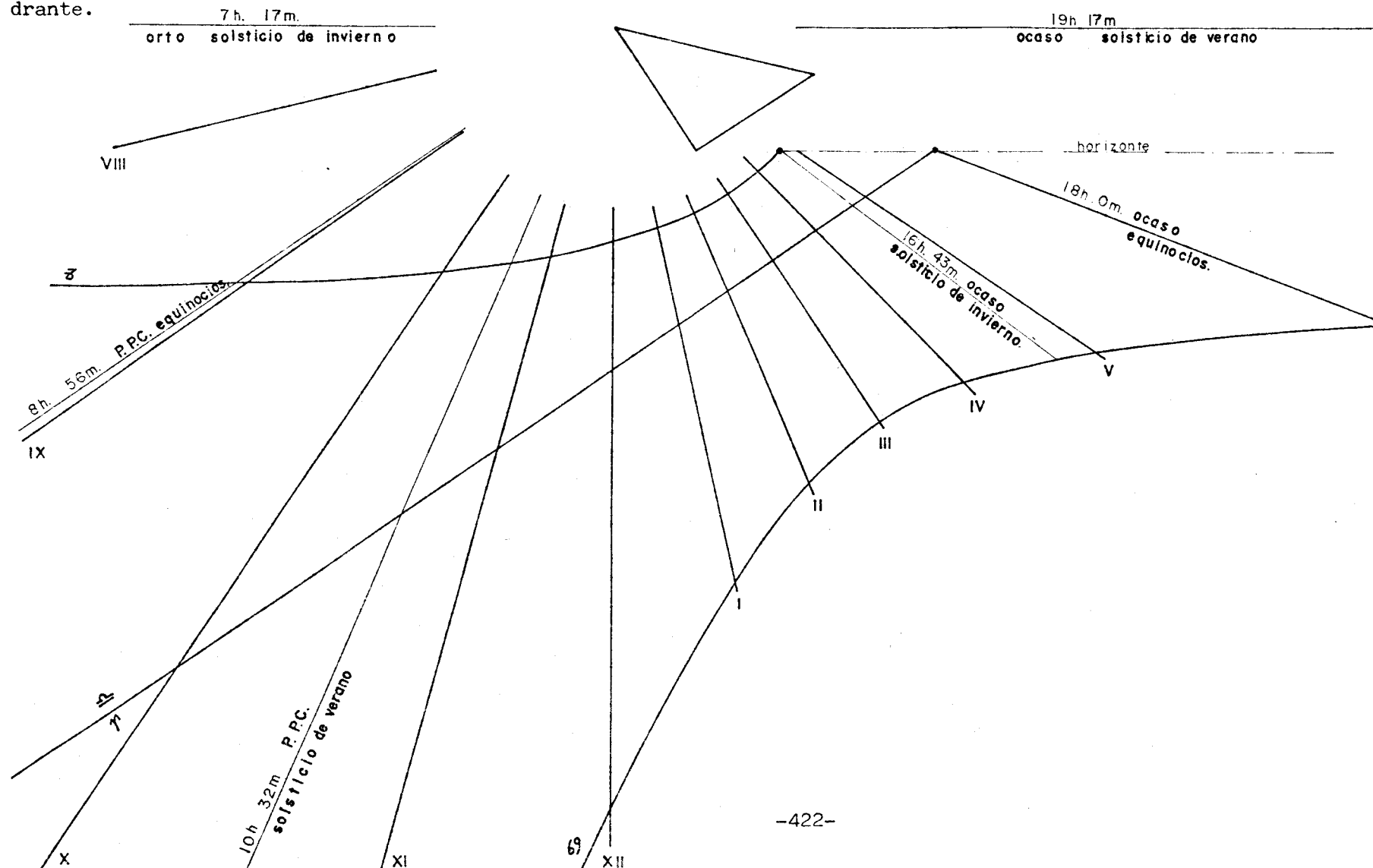


FIGURA 27.-

Definición de la homología existente entre la directriz del cono de los rayos solares y el plano del cuadrante.

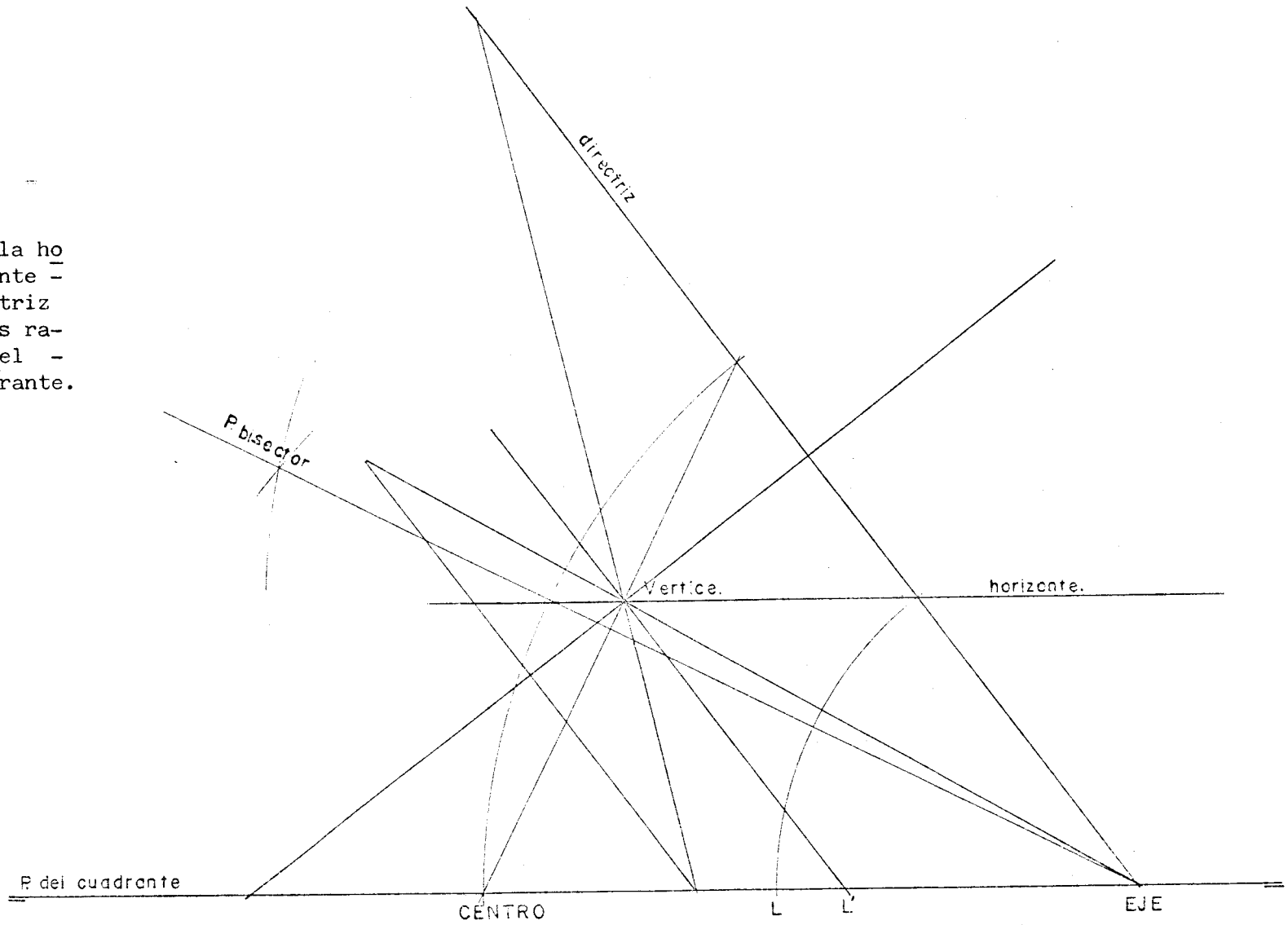


FIGURA 29.-

Metodología del trazado del cuadrante solar plano:
trazado de la línea de equinocios y las líneas ho-
rarias.

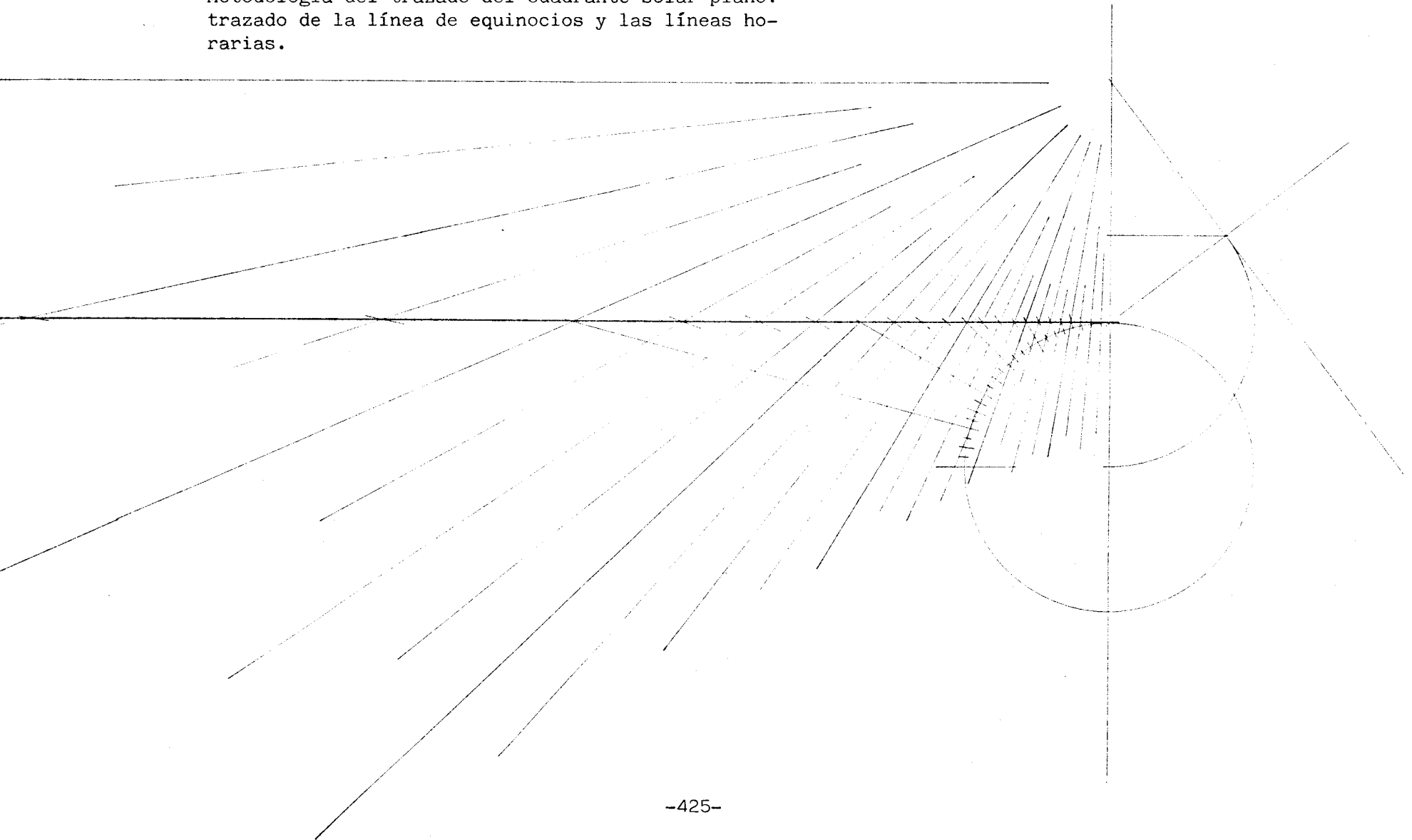


FIGURA 30.-
Metodología del trazado del cuadrante solar
plano: trazado de la línea diurna para los
días: 23 de octubre, 19 de febrero, 23 de -
agosto y 21 de abril.

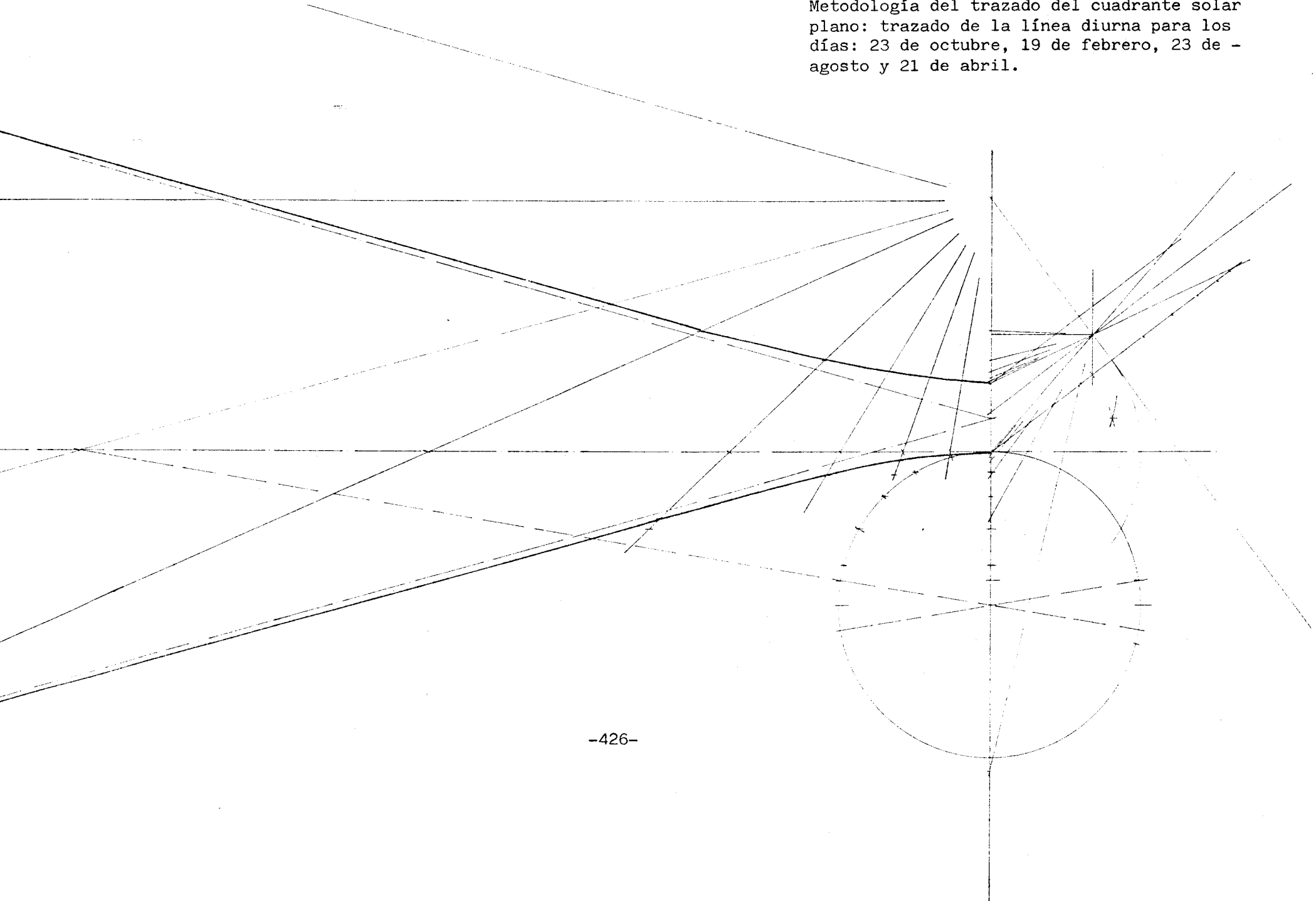


FIGURA 31.-
Metodología del trazado del cuadrante solar
plano: trazado de la línea diurna para los
días: 22 de noviembre, 20 de enero, 23 de -
agosto, 21 de abril.

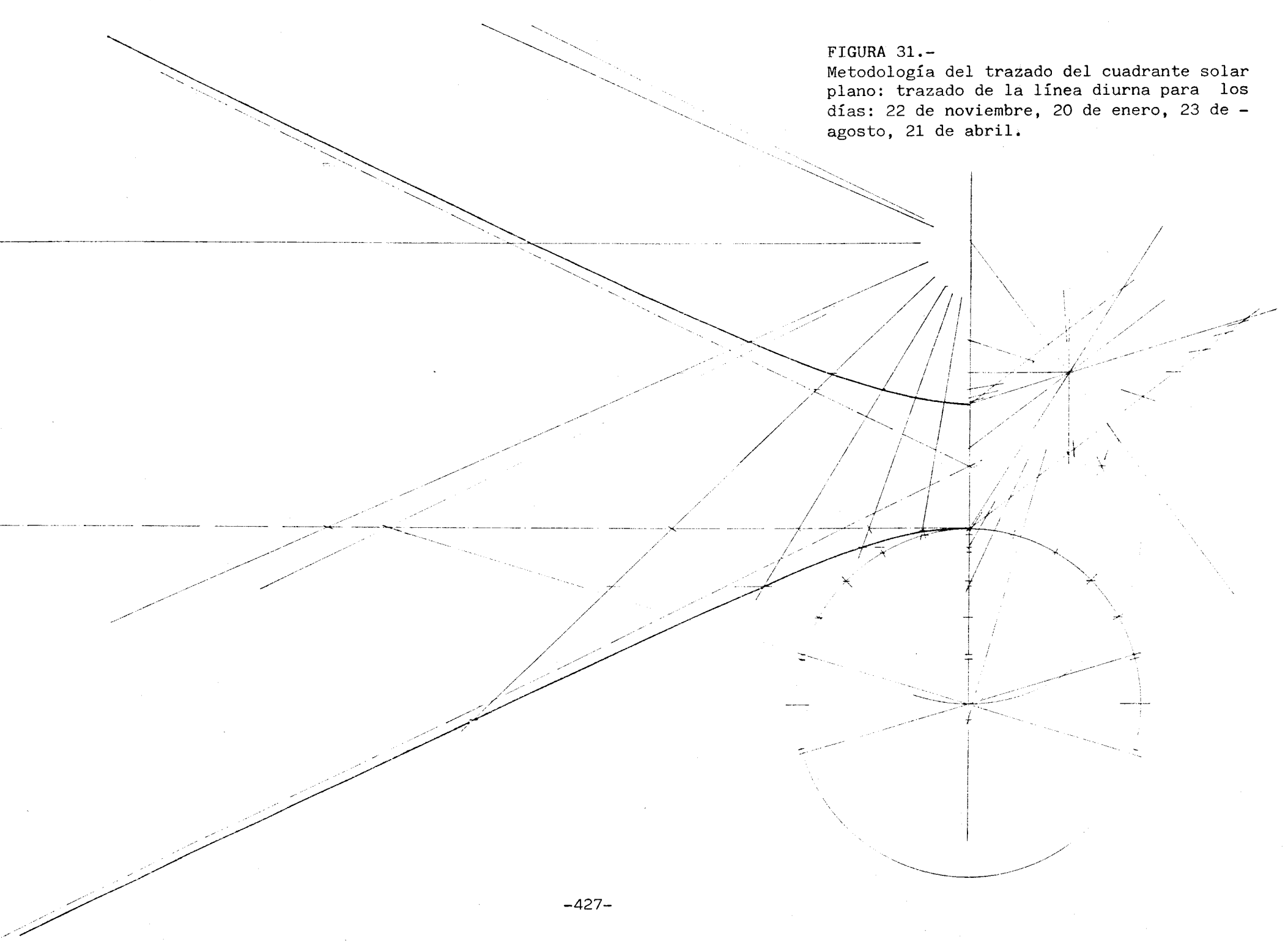


FIGURA 32.-
Metodología del trazado del cuadrante solar plano: trazado de las líneas -
diurnas para los solsticios.

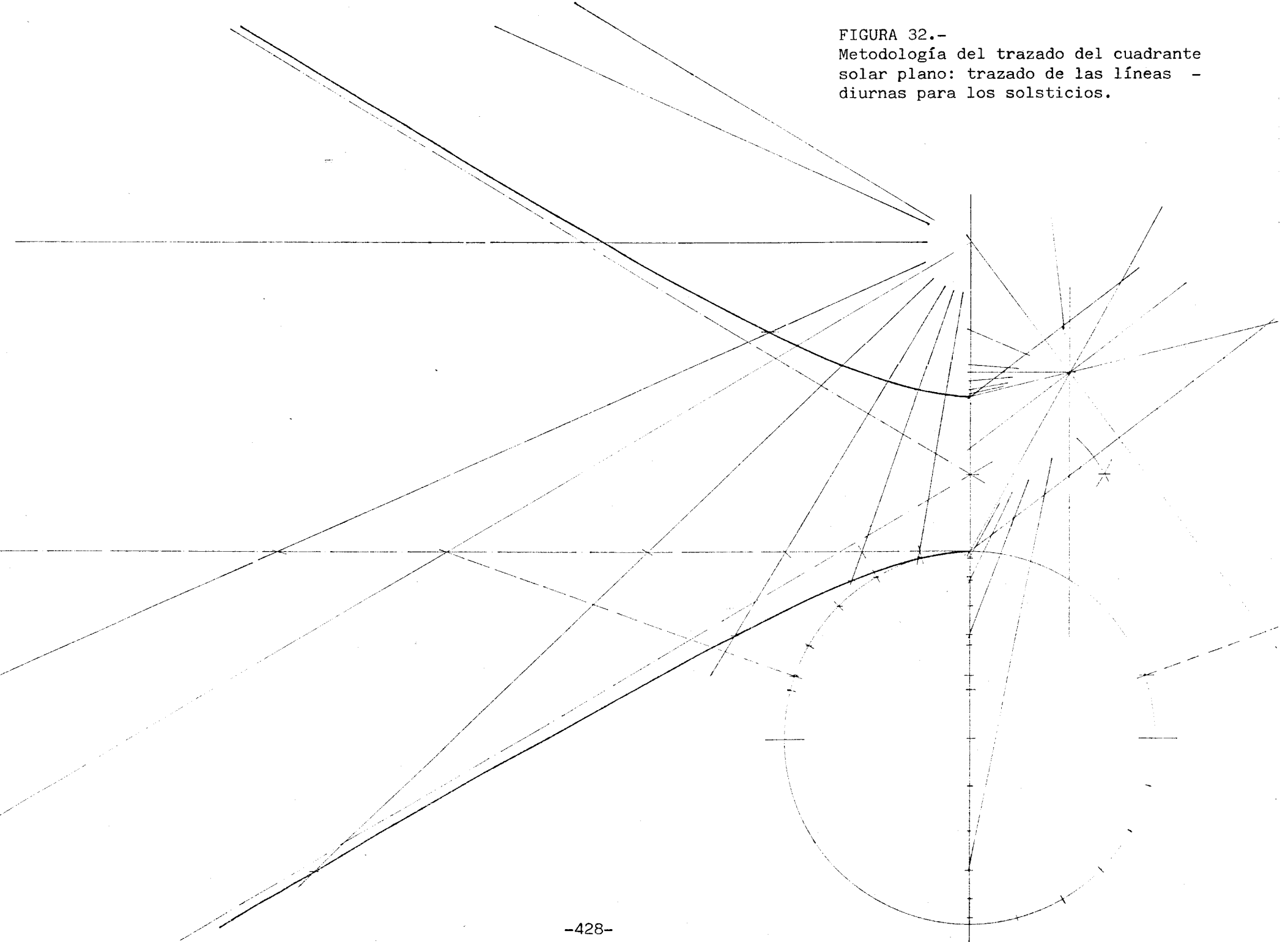
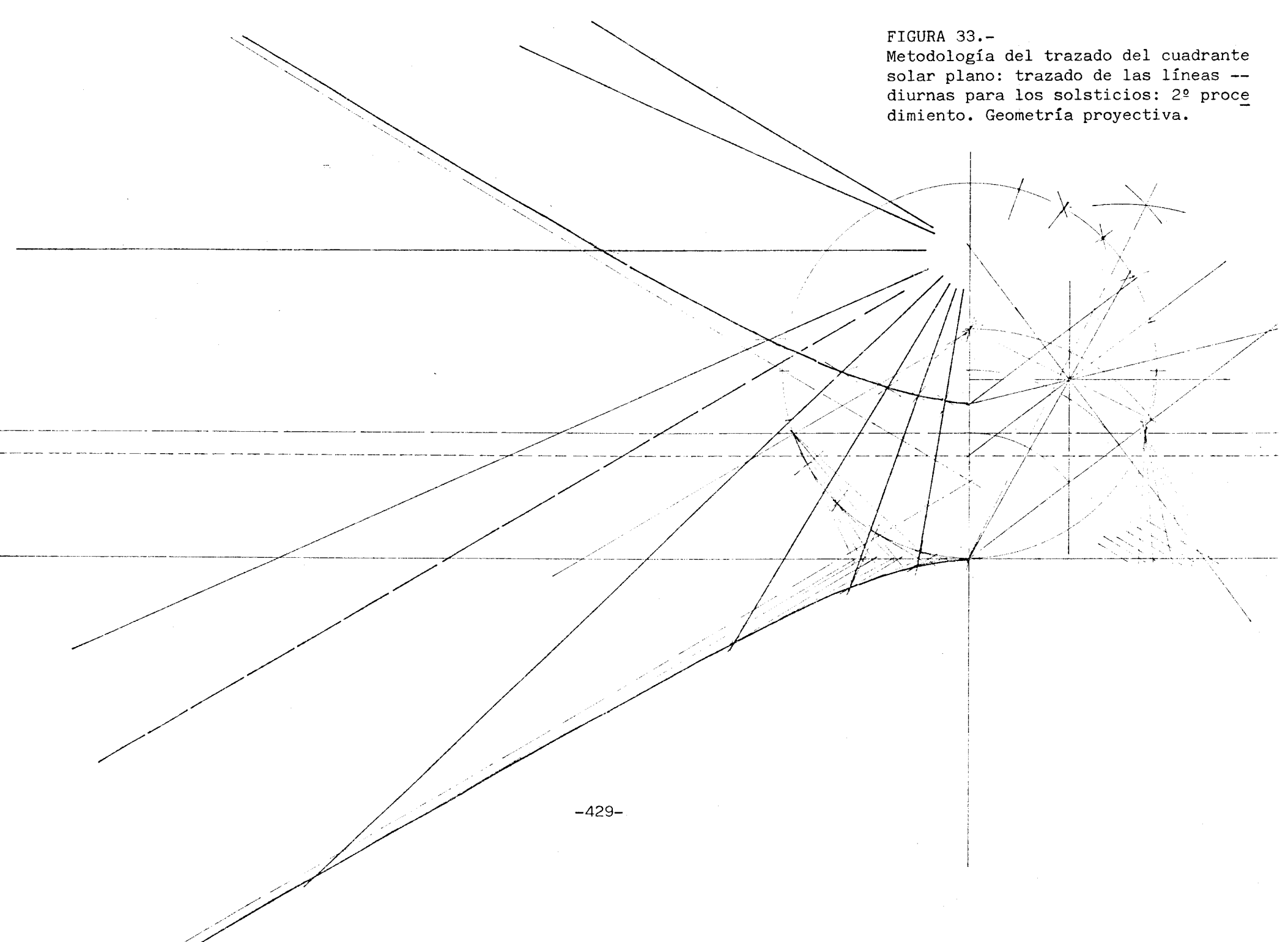


FIGURA 33.-
Metodología del trazado del cuadrante solar plano: trazado de las líneas --
diurnas para los solsticios: 2º procedimiento. Geometría proyectiva.



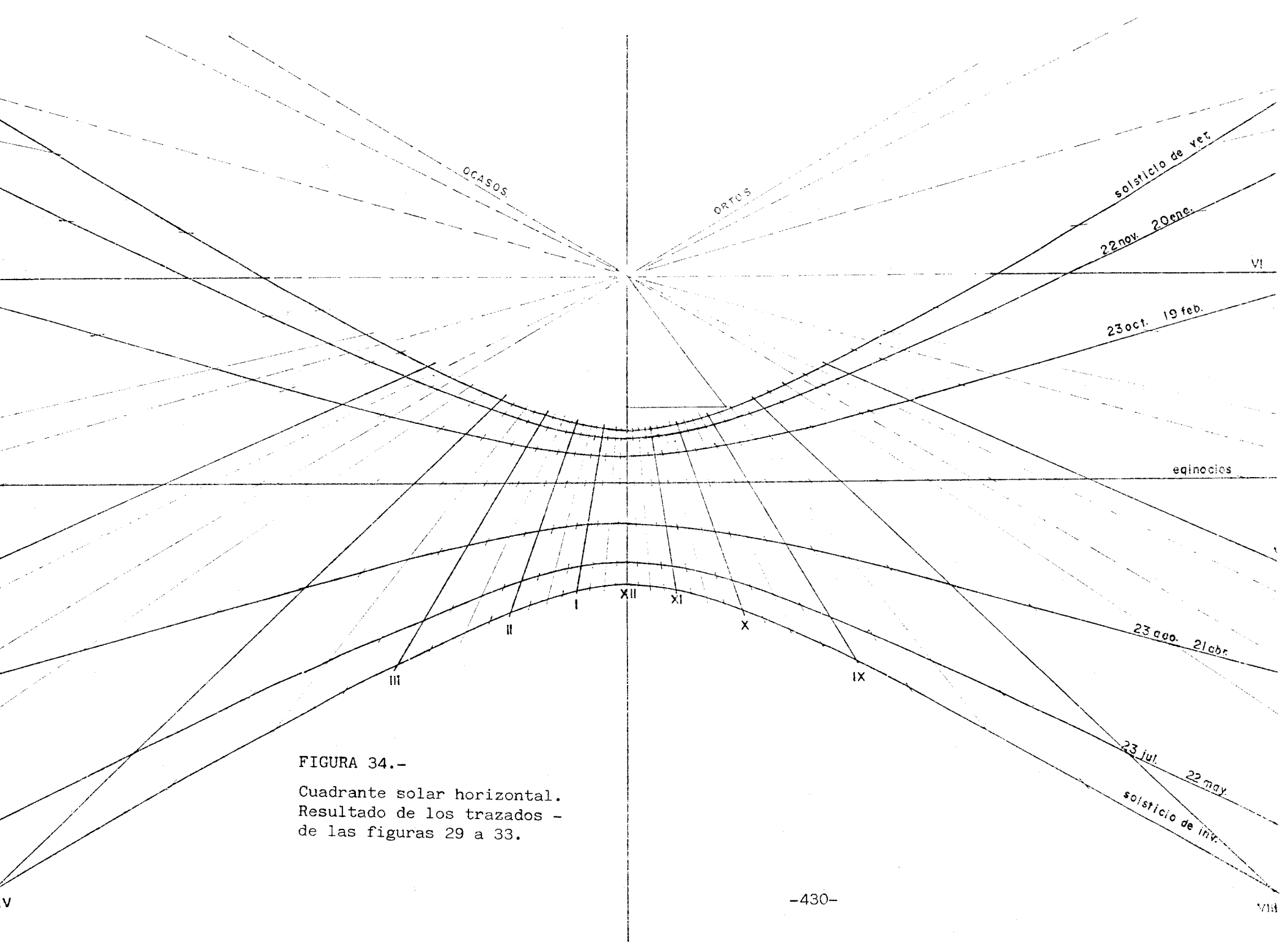


FIGURA 34.-
 Cuadrante solar horizontal.
 Resultado de los trazados -
 de las figuras 29 a 33.

FIGURA 35.-

Trazado del me
ridiano de ho-
ra media en -
los cuadrantes
planos.

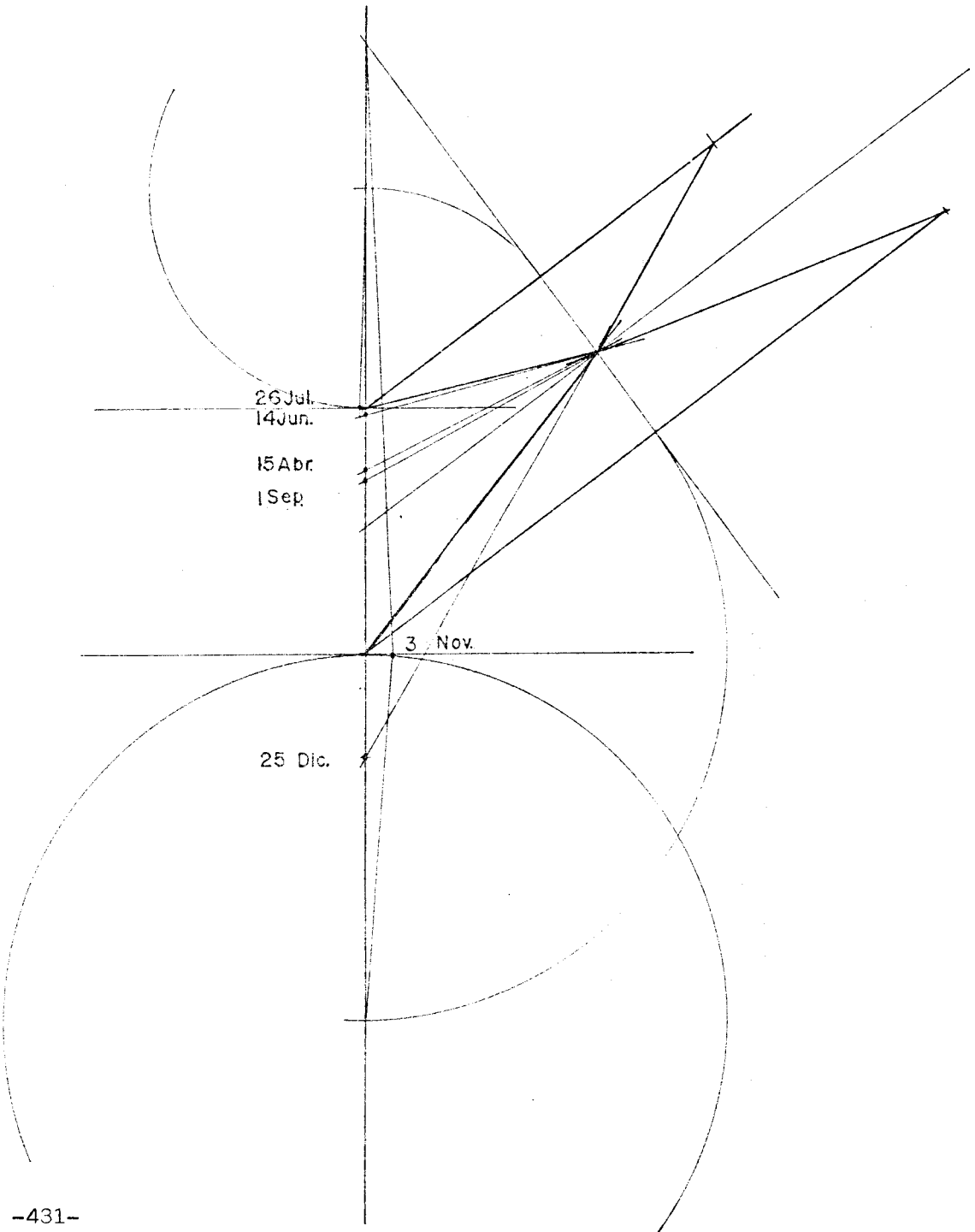


FIGURA 36.-
Cuadrante azimuthal.

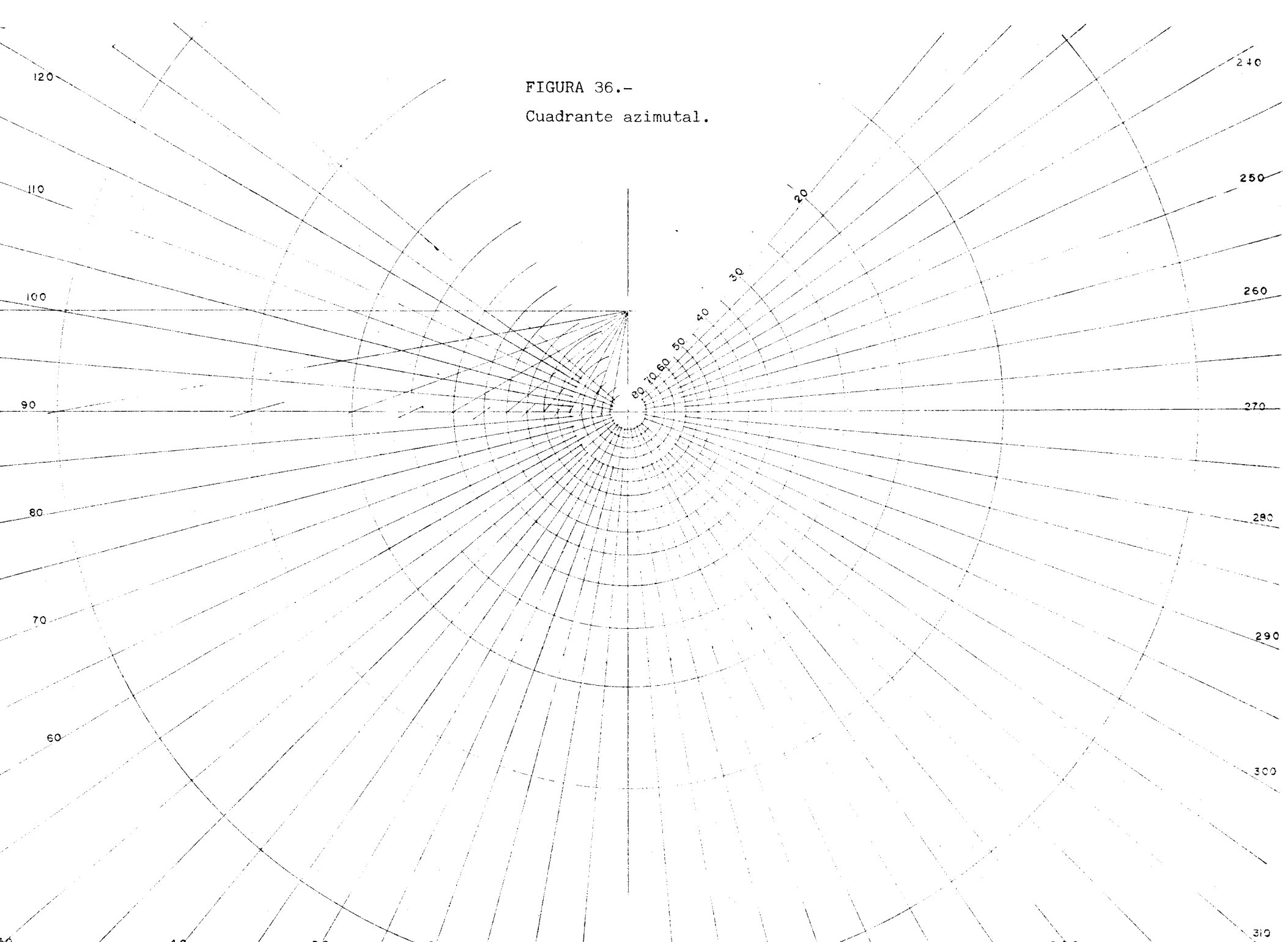
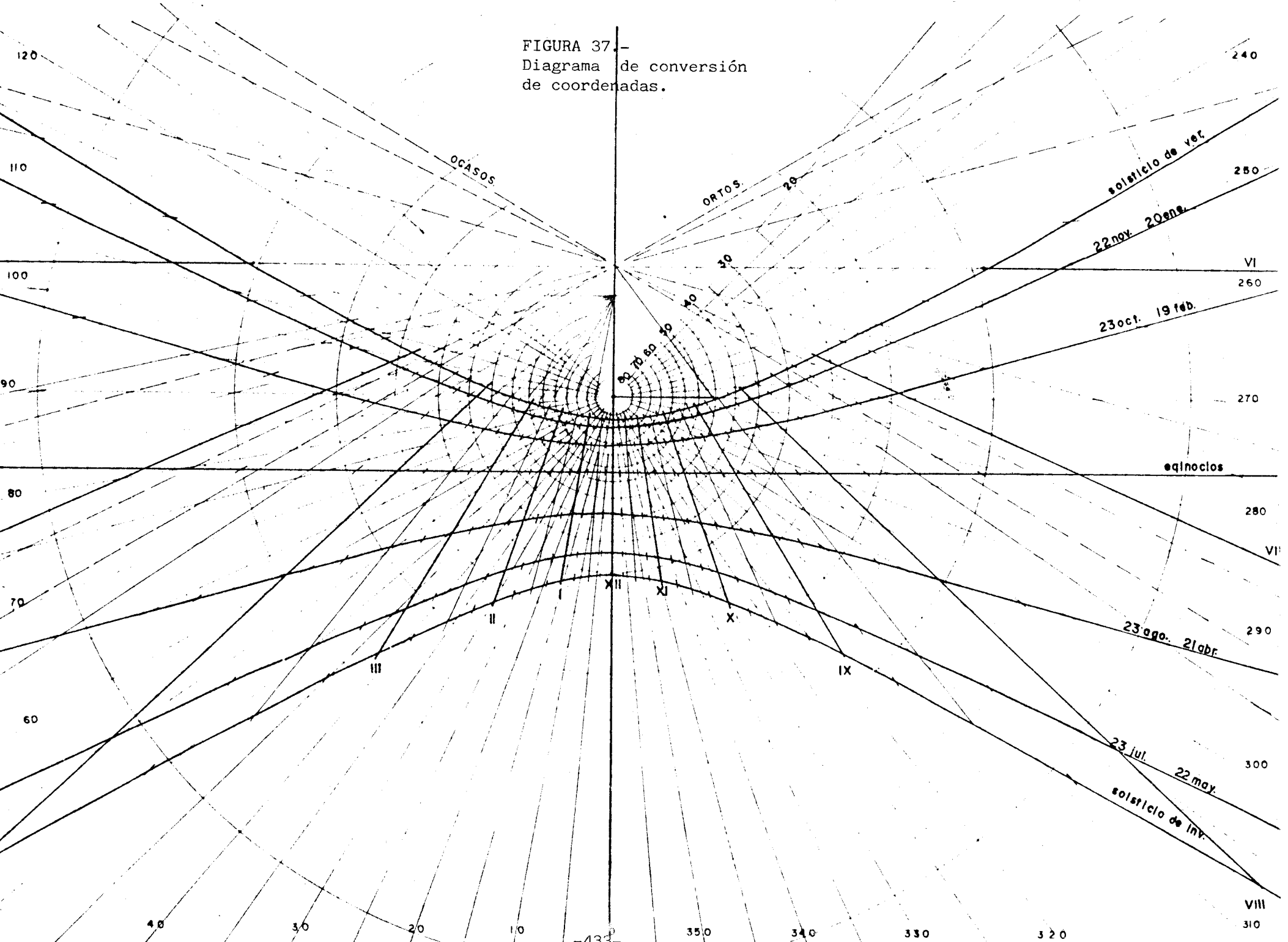


FIGURA 37.-
Diagrama de conversión
de coordenadas.



FIGURAS DEL CAPITULO VI.-

FIGURA 1.-

Reloj de Mérida.
M.A.P. de Mérida.

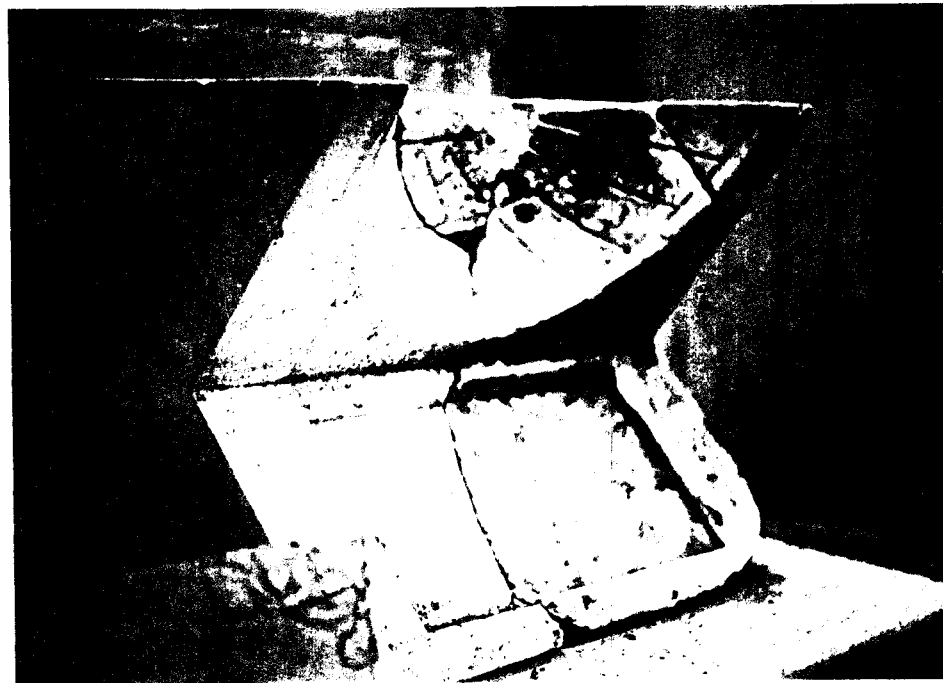


FIGURA 2.-
Planta y alzado
del Reloj de Mé-
rida.

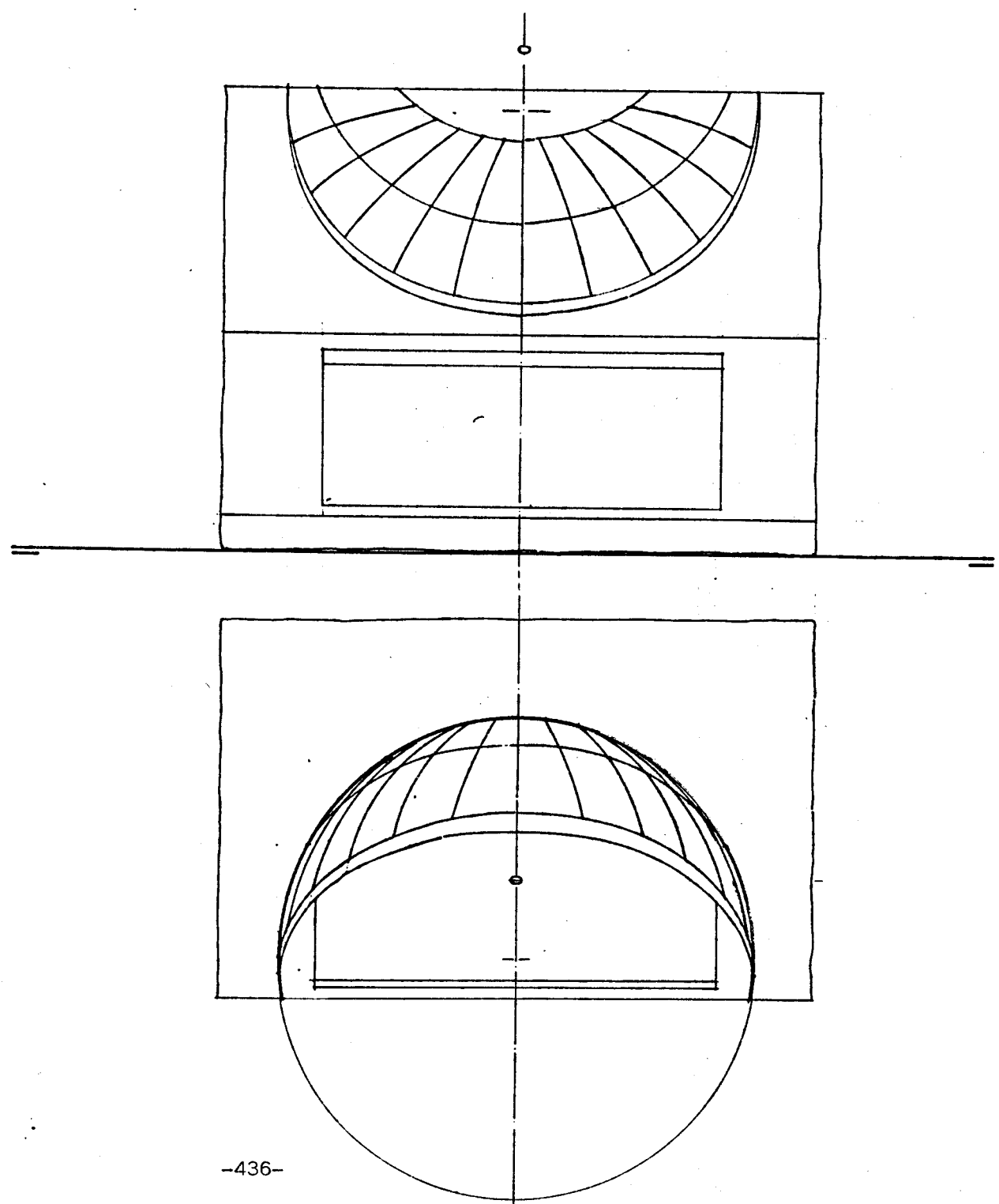


FIGURA 3.-

Reloj de Mérida;
proyección sobre
su plano meridian
no.

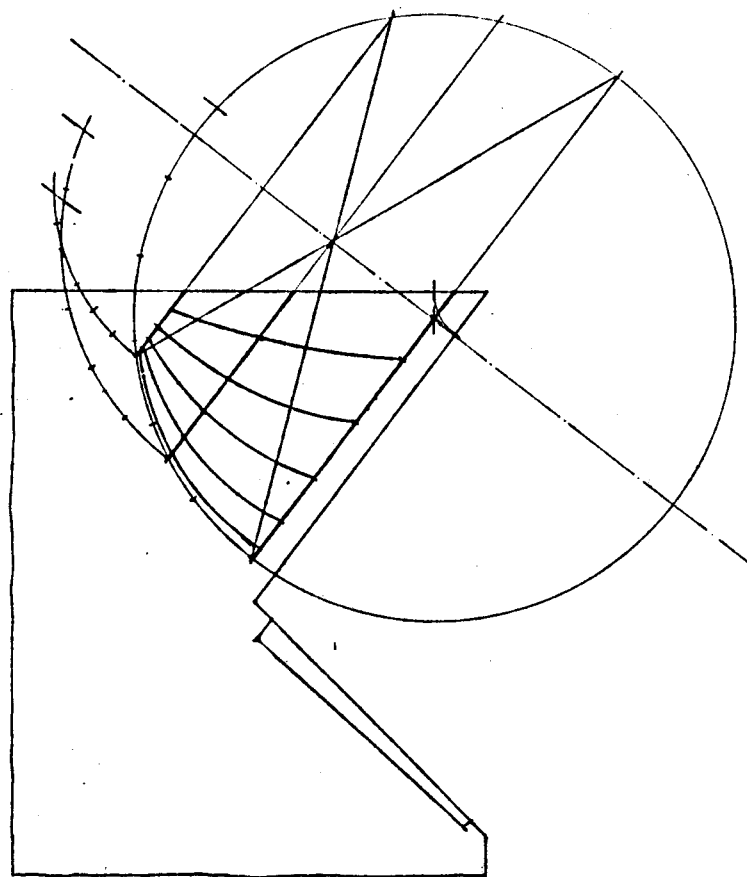


FIGURA 4.-
 Cálculo de las
 alturas de pa-
 so del sol por
 el horizonte -
 del reloj en -
 los solsticios
 y equinocios.

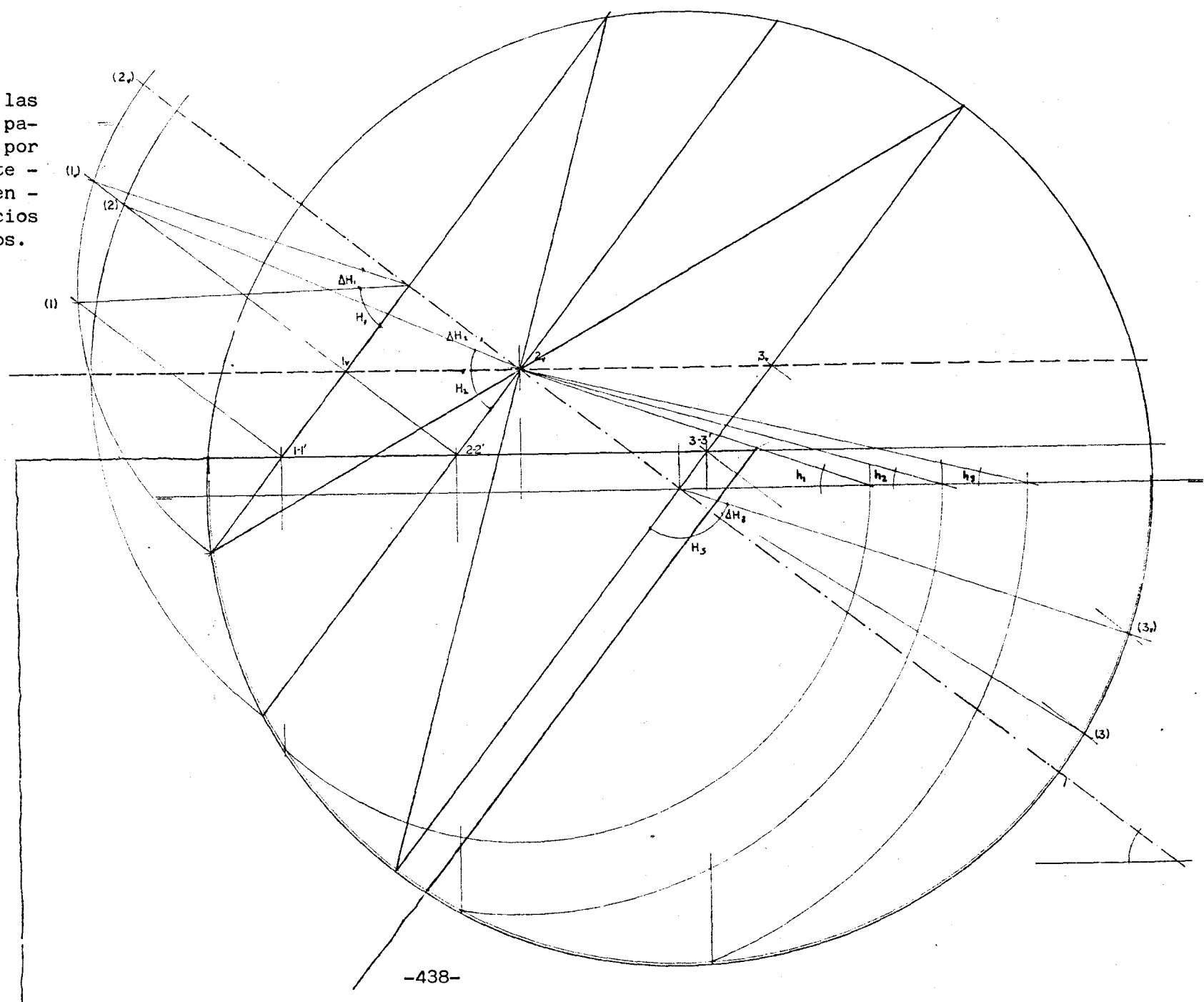


FIGURA 5.-

Relación entre las horas astronómicas, las horas latinas y las que marca el reloj de Mérida.

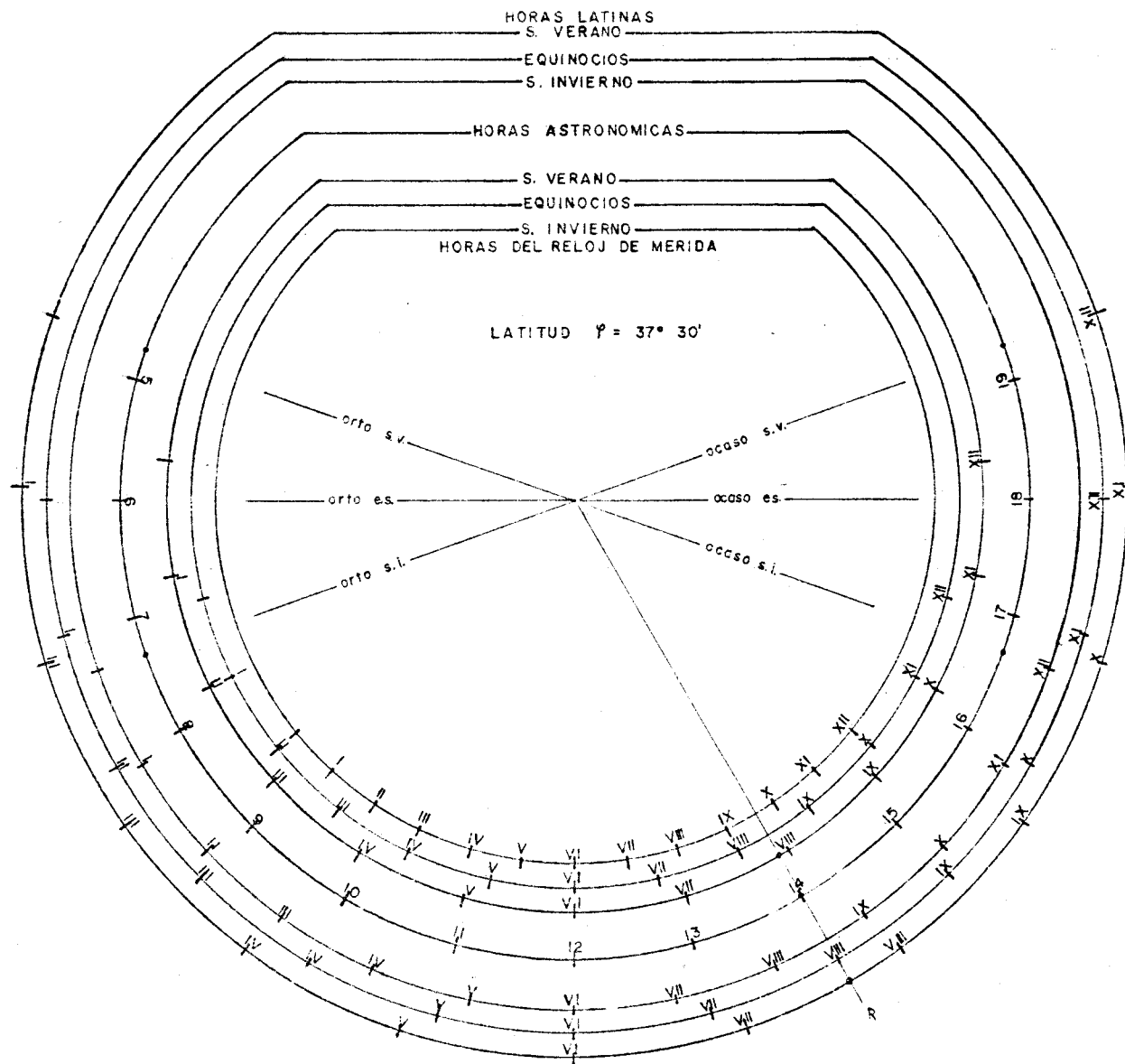


FIGURA 6.-

Análisis de las líneas horarias del reloj de Mérida.

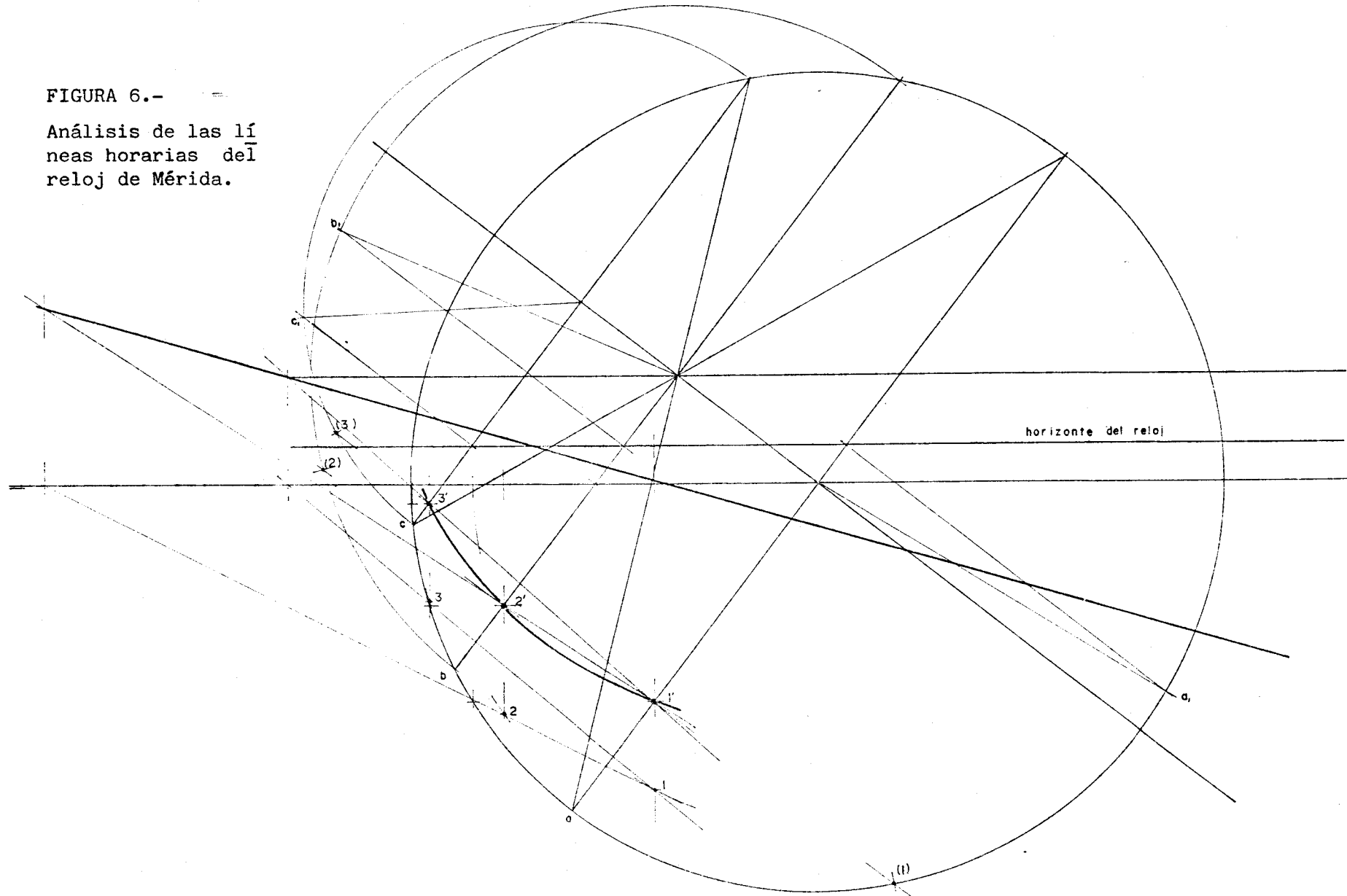


FIGURA 7.-

Determinación de los trazos del plano del círculo horario con los planos de proyección: horizonte y meridiano.

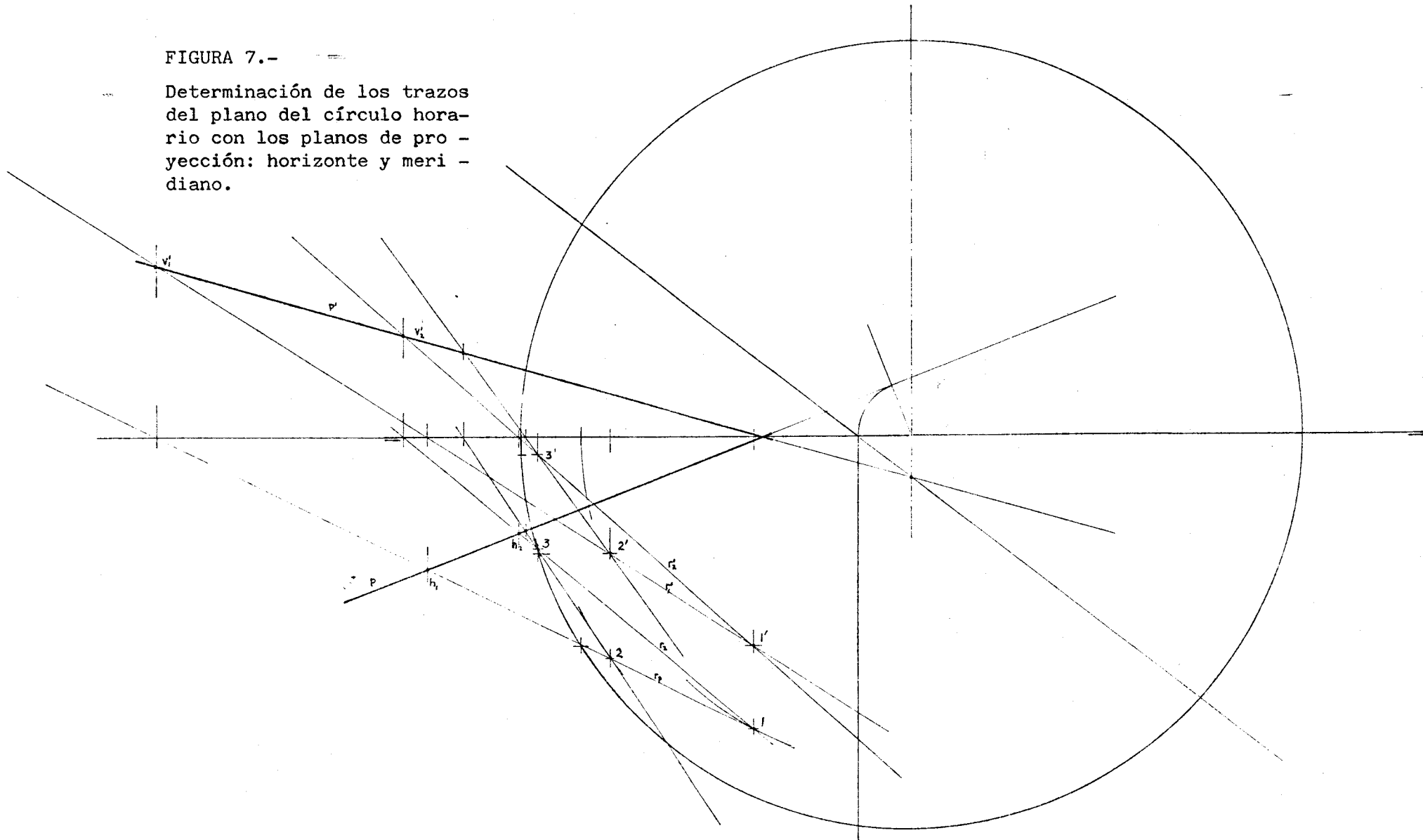


FIGURA 8.-

Proyección cónica de la
esfera del reloj.

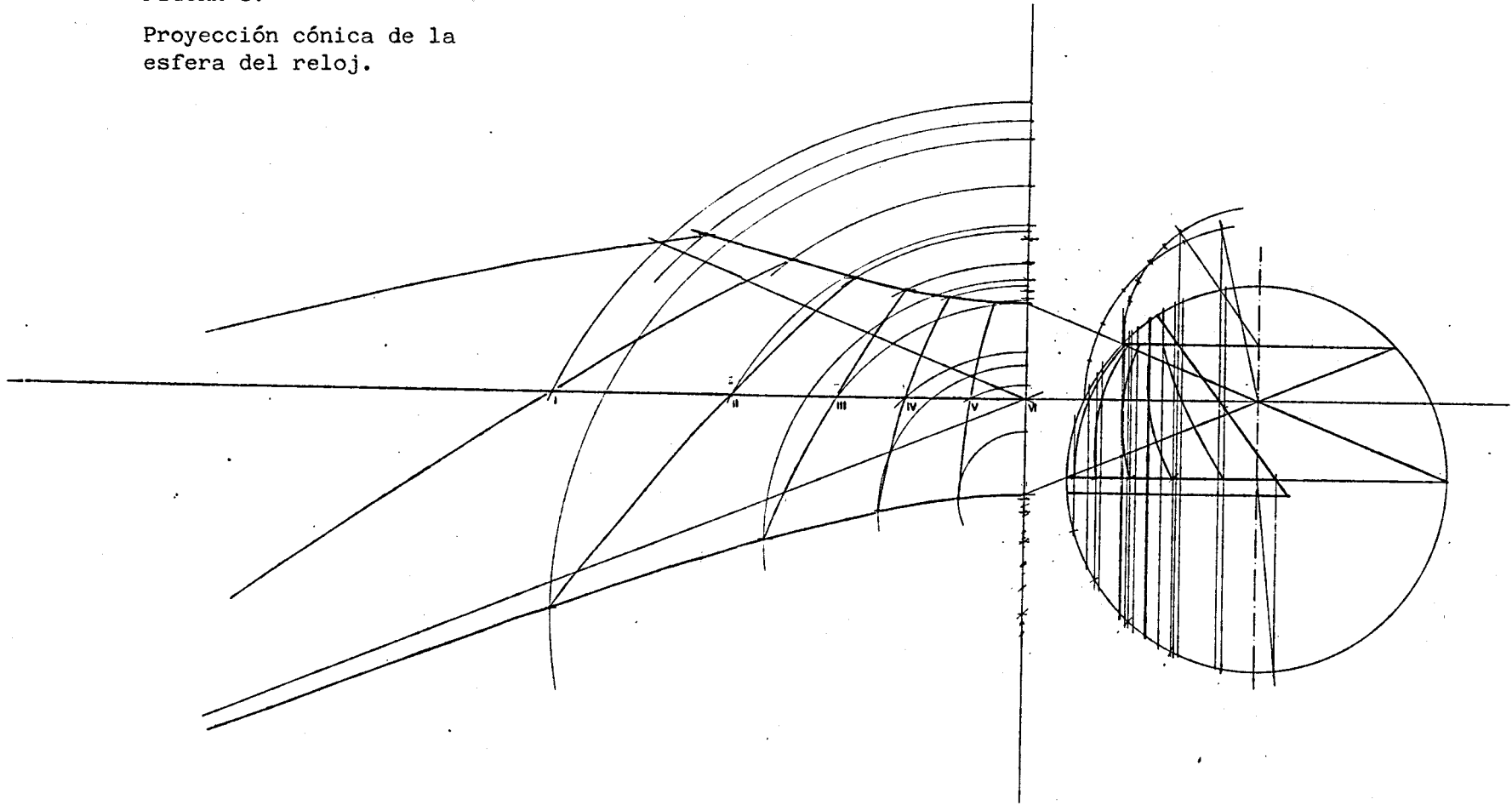


FIGURA 9.-

Fotografía de la esfera
del reloj desde su cen-
tro de proyección.



FIGURA 10.-

Fotografía del Reloj de Belo M.A.N.



FIGURA 11.-

Sección del reloj:
la esfera y el pla
no superior son -
tangentes.

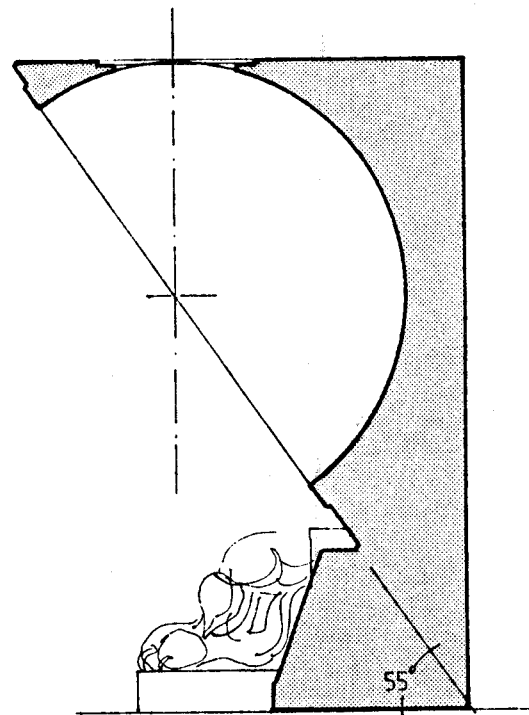


FIGURA 12.-
Círculo de equino_
cios del reloj.

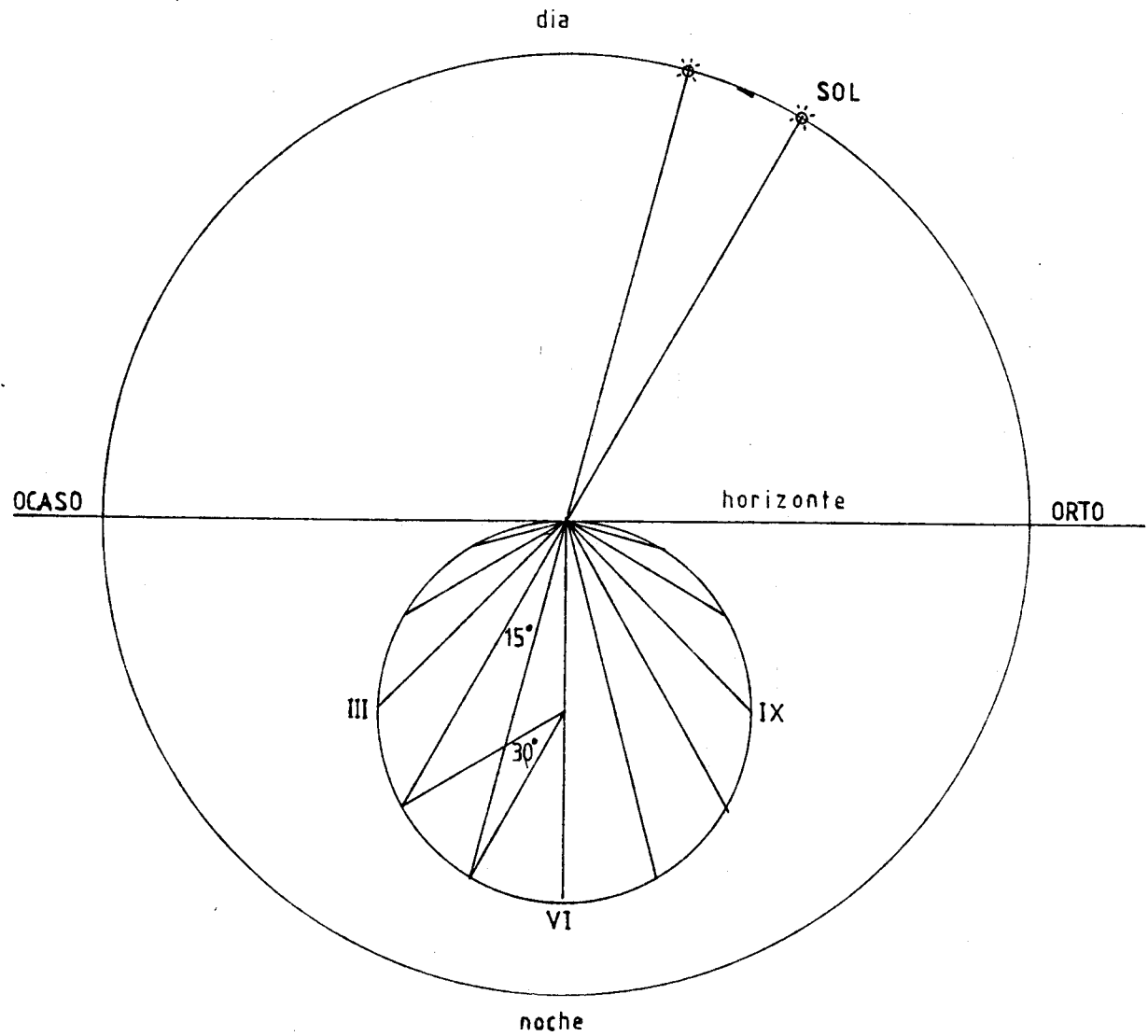


FIGURA 13.-
Lemniscata de solsticios.

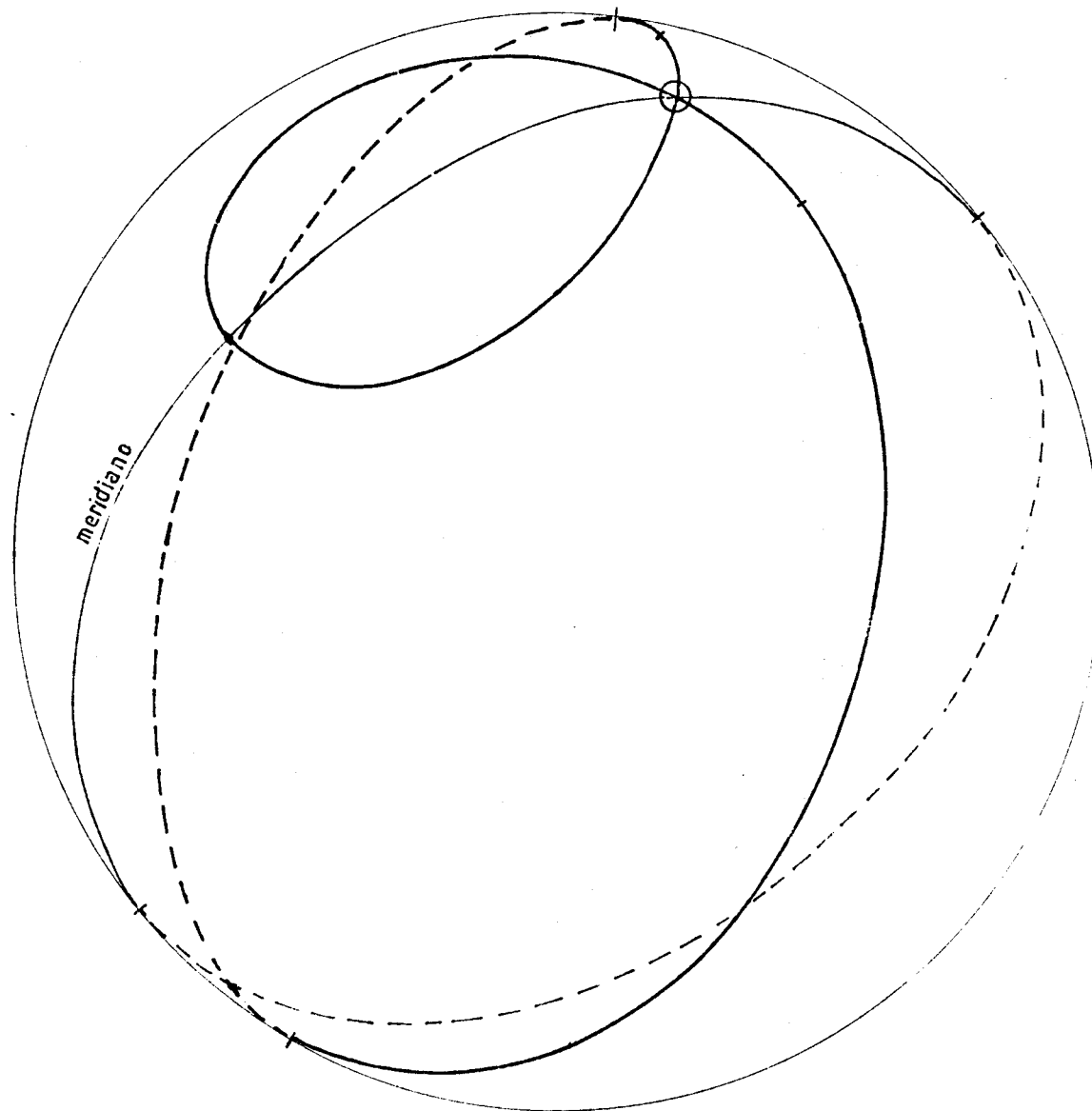


FIGURA 14.-
Proyección de la
lemniscata de -
solsticio sobre
el plano tangen-
te al taladro de
la placa.

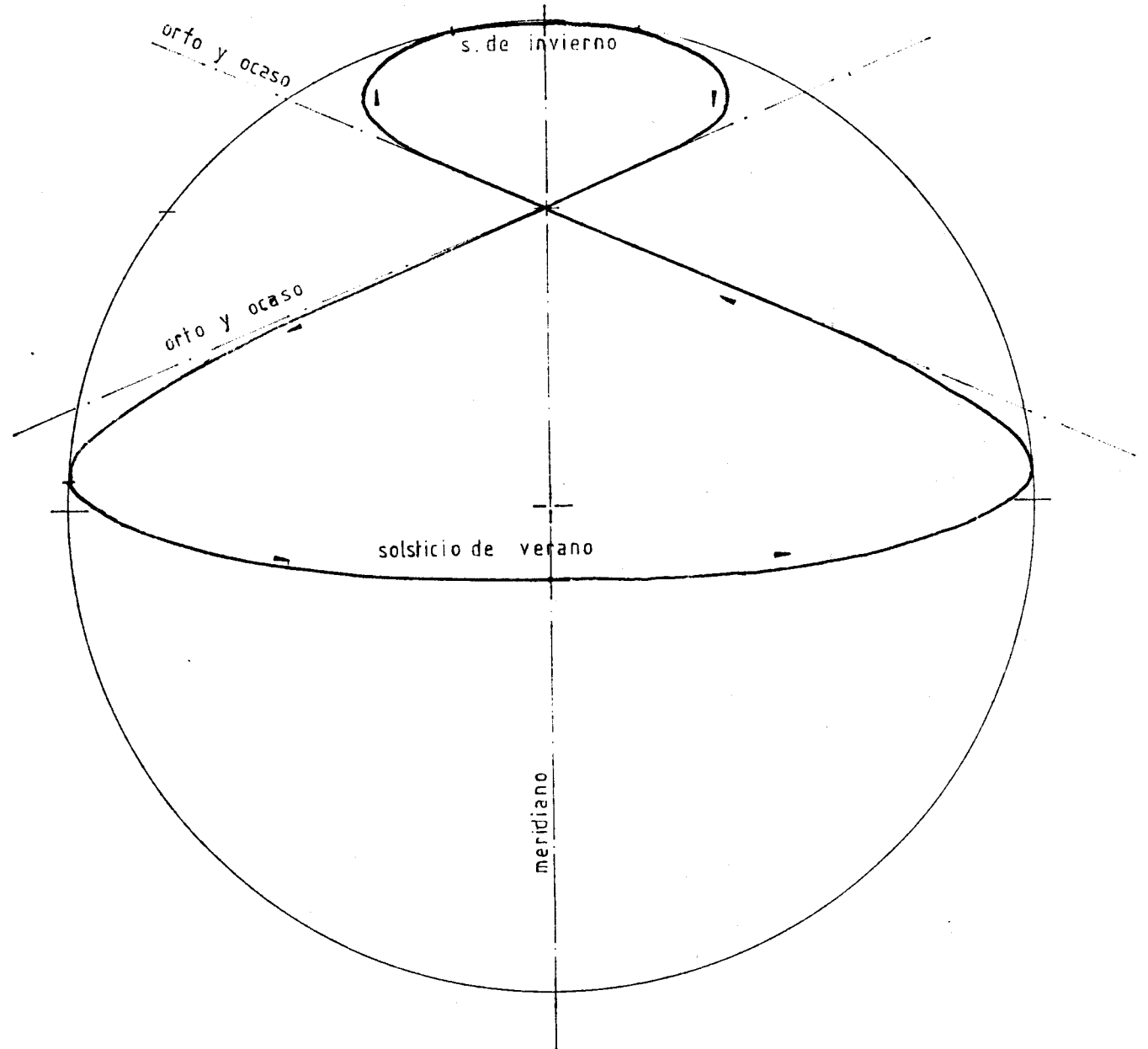


FIGURA 15.-
Análisis de los
círculos hora -
rios del reloj
de Belo.

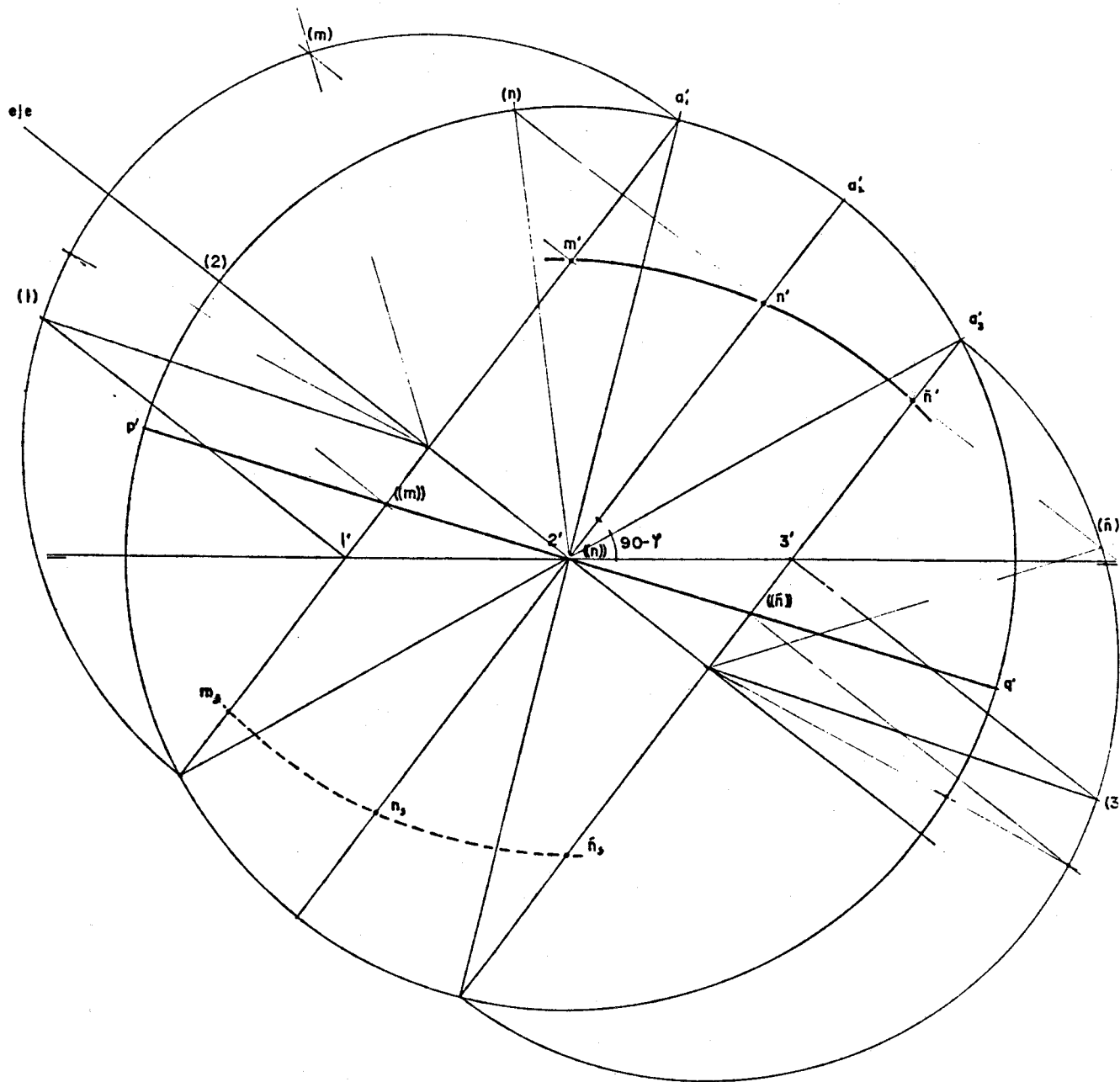


FIGURA 16.-

Círculo horario del reloj de Belo. Proyección ortogonal - de la esfera sobre el plano del reloj secante a la esfera.

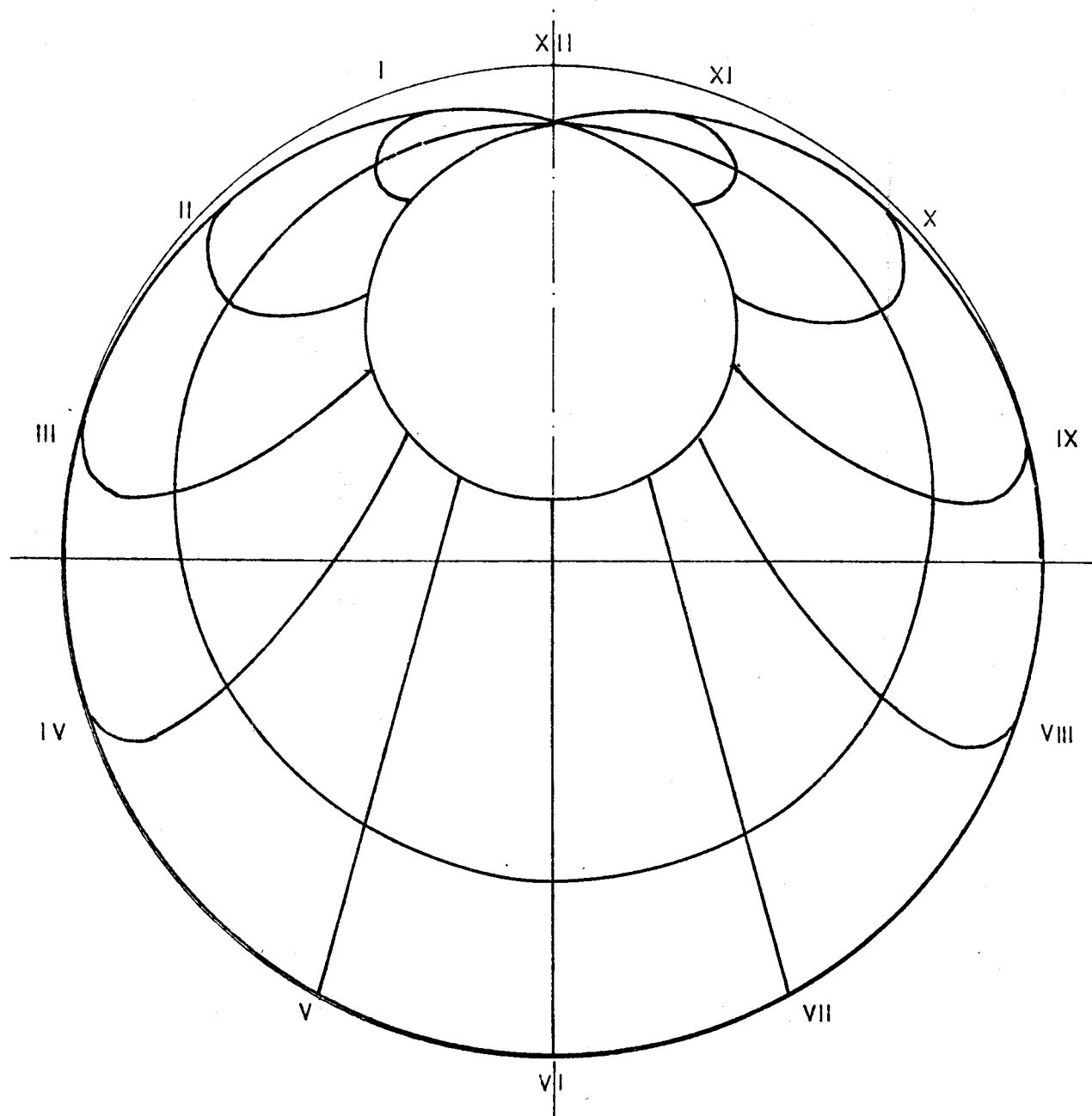


FIGURA 17.-

Proyección de la lemniscata
sobre el plano meridiano.

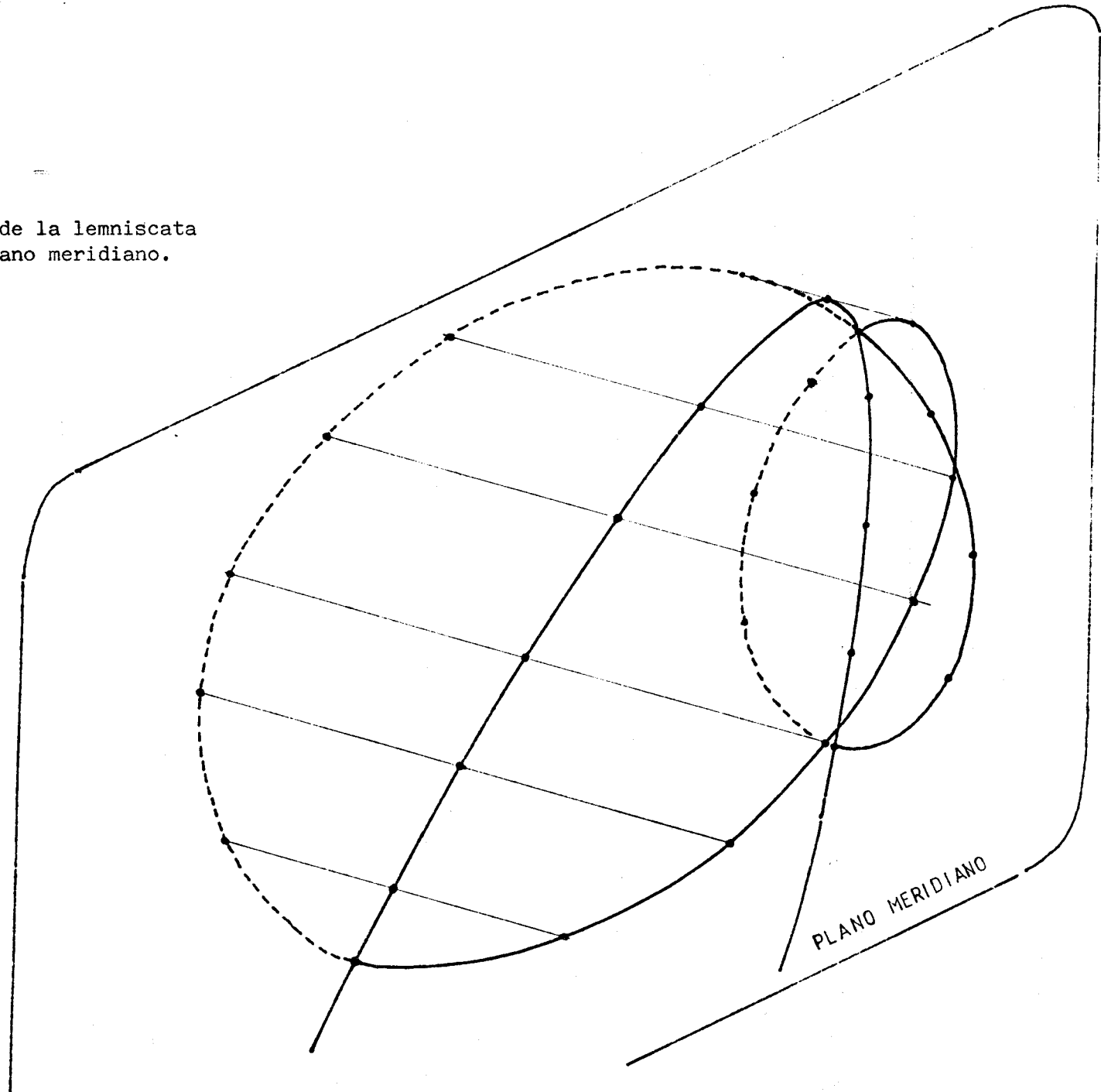


FIGURA 18.-

Proyección de la esfera del reloj de Belo sobre el plano meridiano.

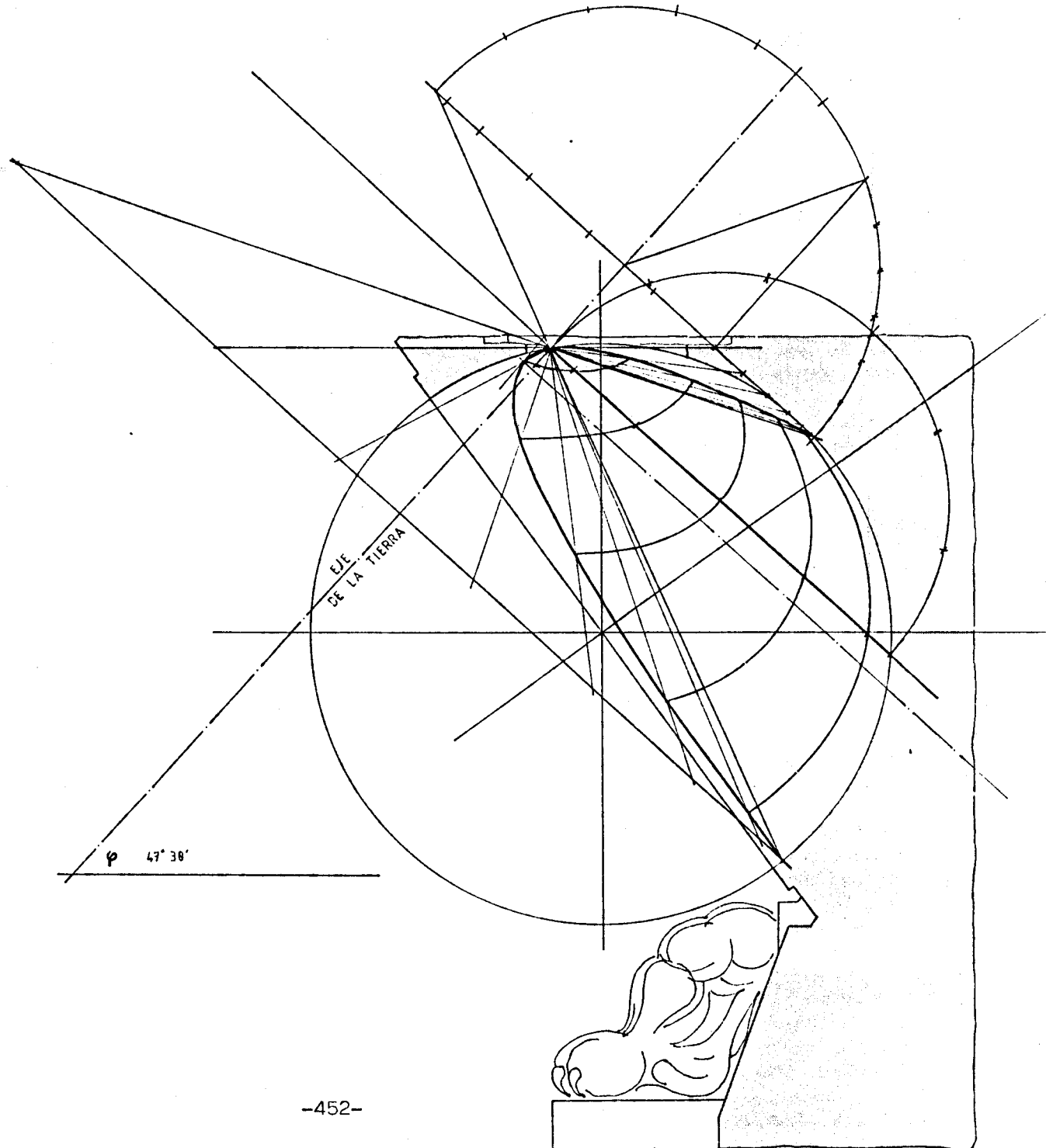


FIGURA 19.-

Analema de Vitruvio
sobre el reloj de -
Belo.

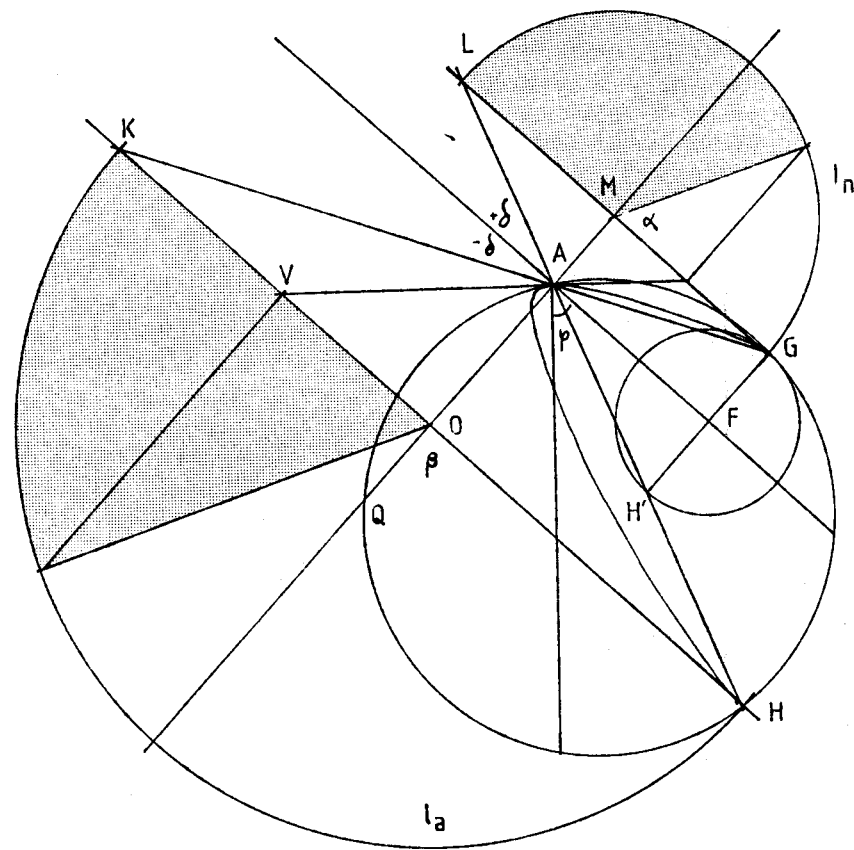


FIGURA 21.-

Proyección cónica de la esfera
del reloj de Belo.

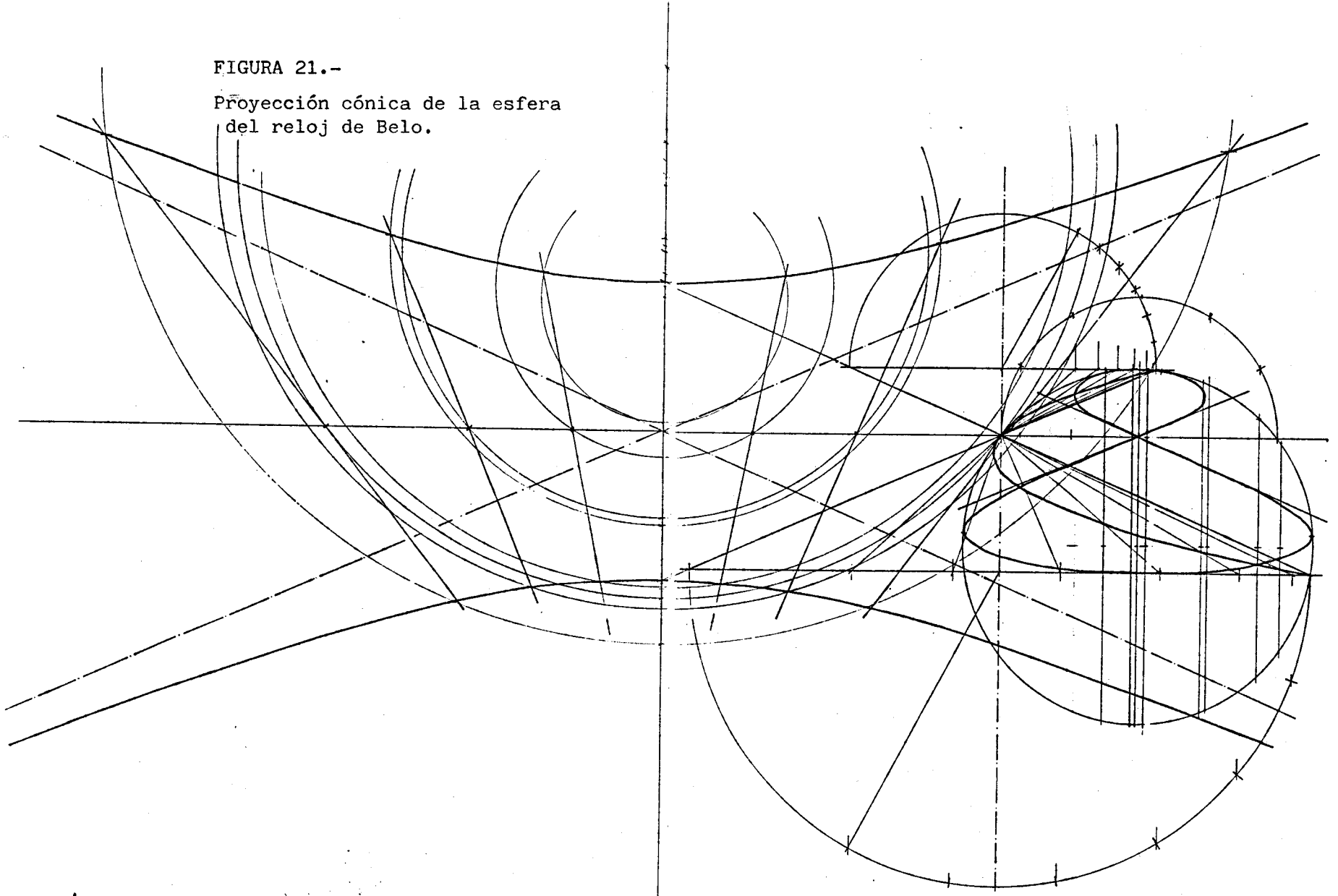


FIGURA 22.-
Posición de la máquina fotográfica.

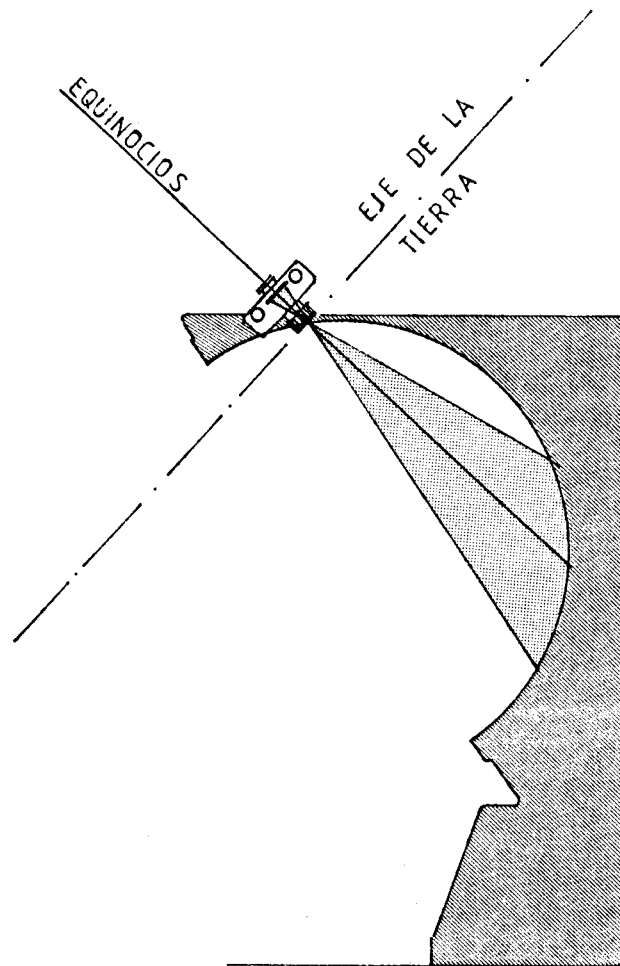


FIGURA 23.-

Fotografía de la esfera del reloj de Belo desde su centro de proyección.

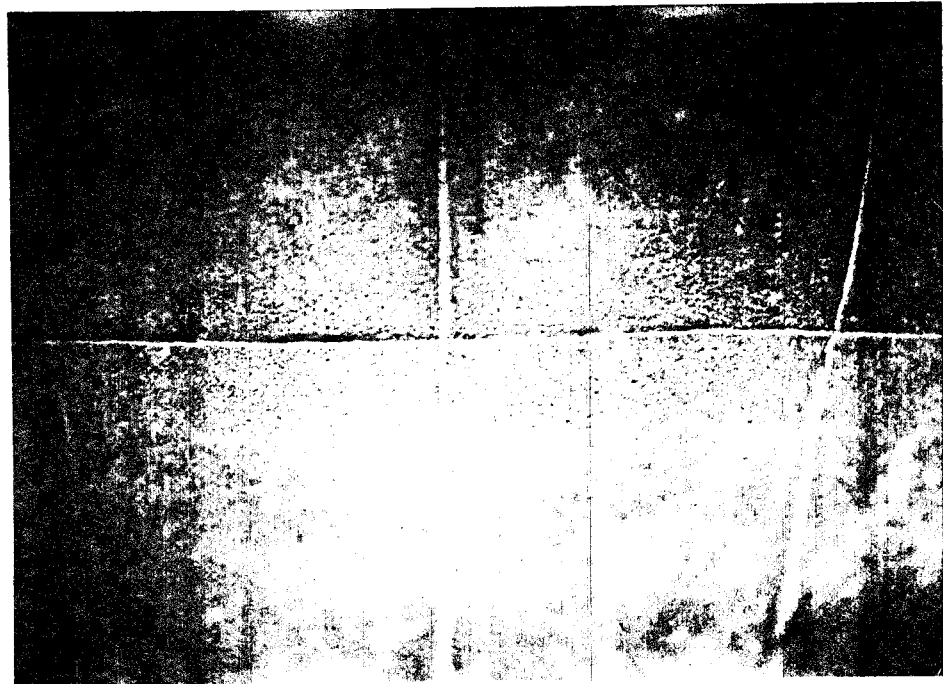


FIGURA 24.-
Ángulo de la eclíptica
en el reloj de Belo.

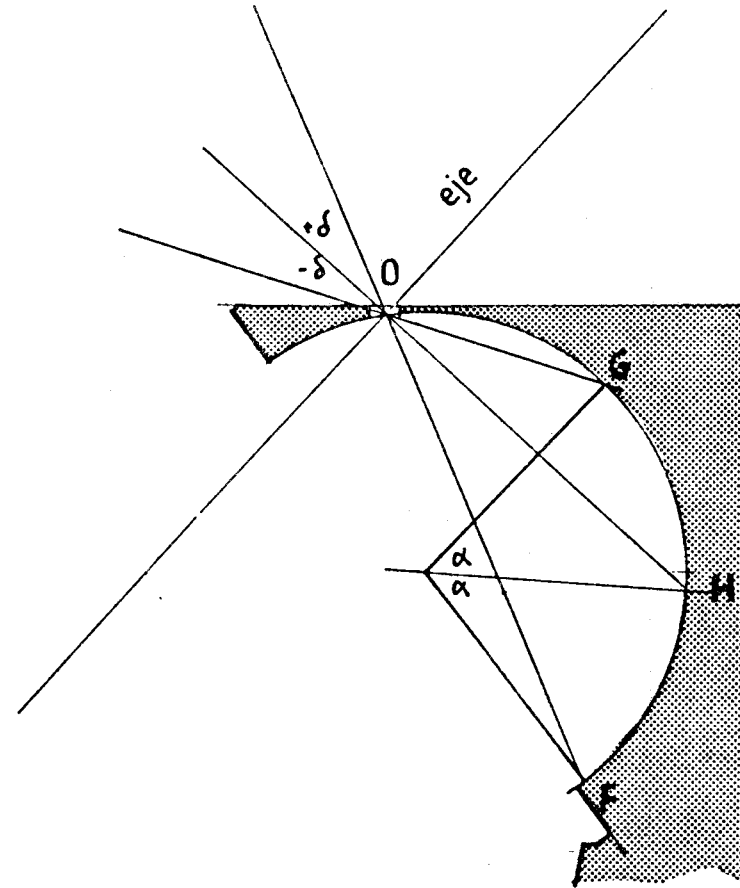


FIGURA 25.-
Sección del reloj de
Belo por Bonsor.

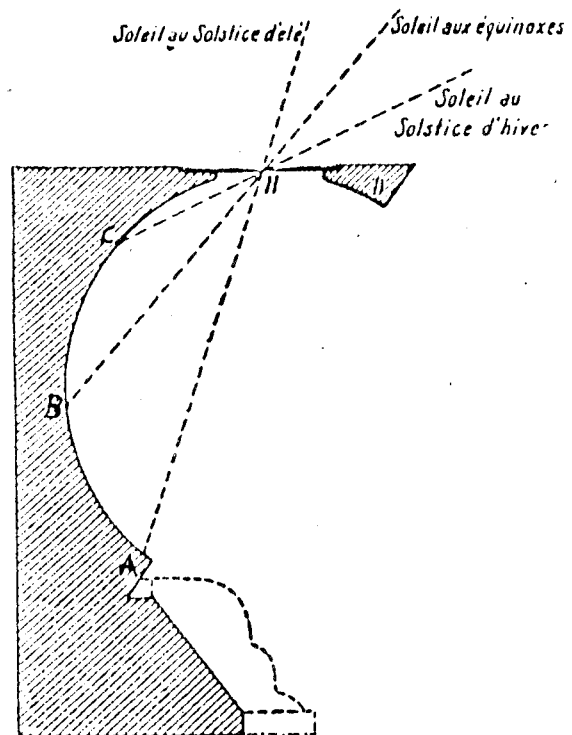


FIGURA 26.-
Latitud del reloj de Belo.

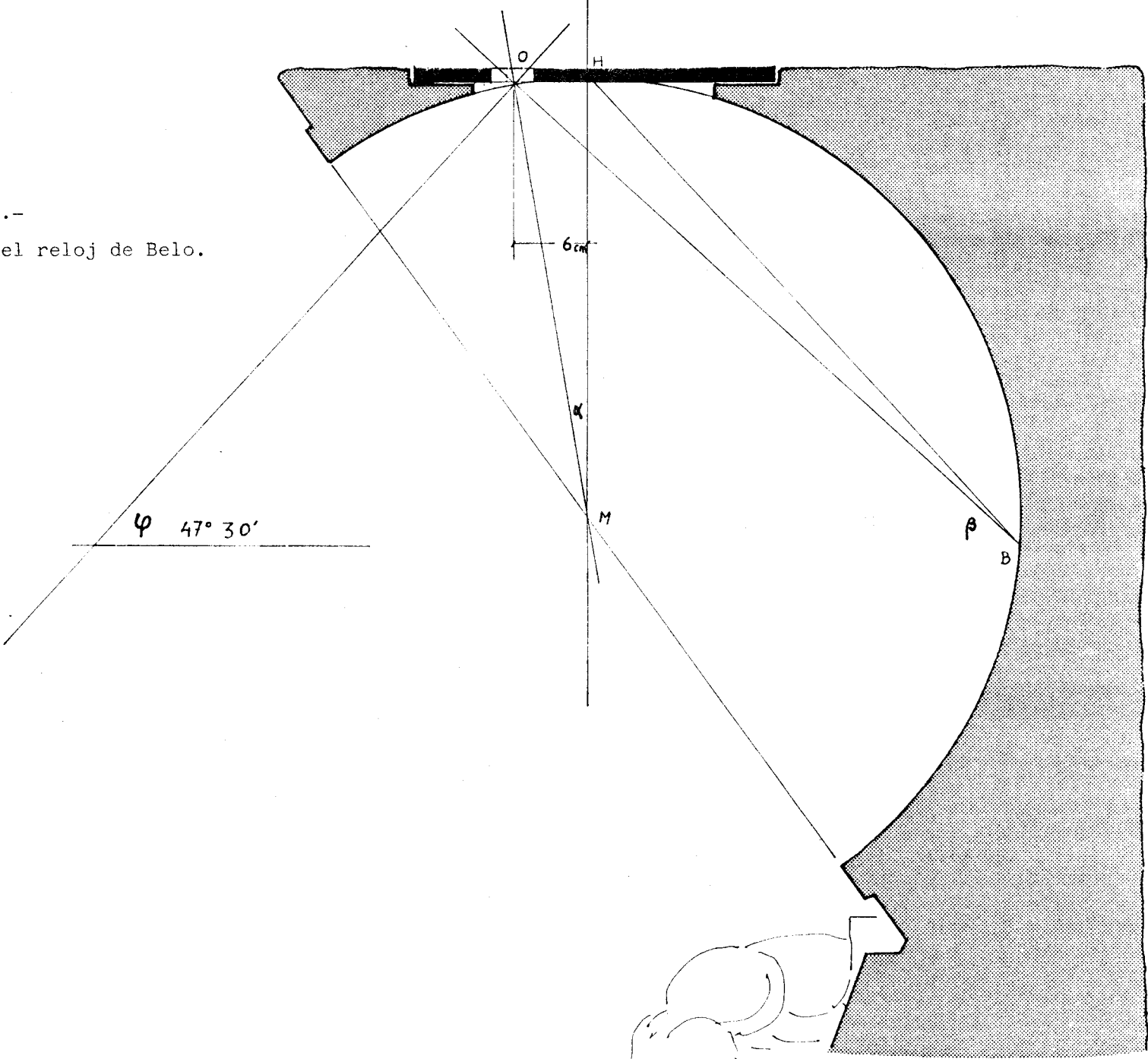


FIGURA 27.-

Horizontes de Belo y
del reloj.

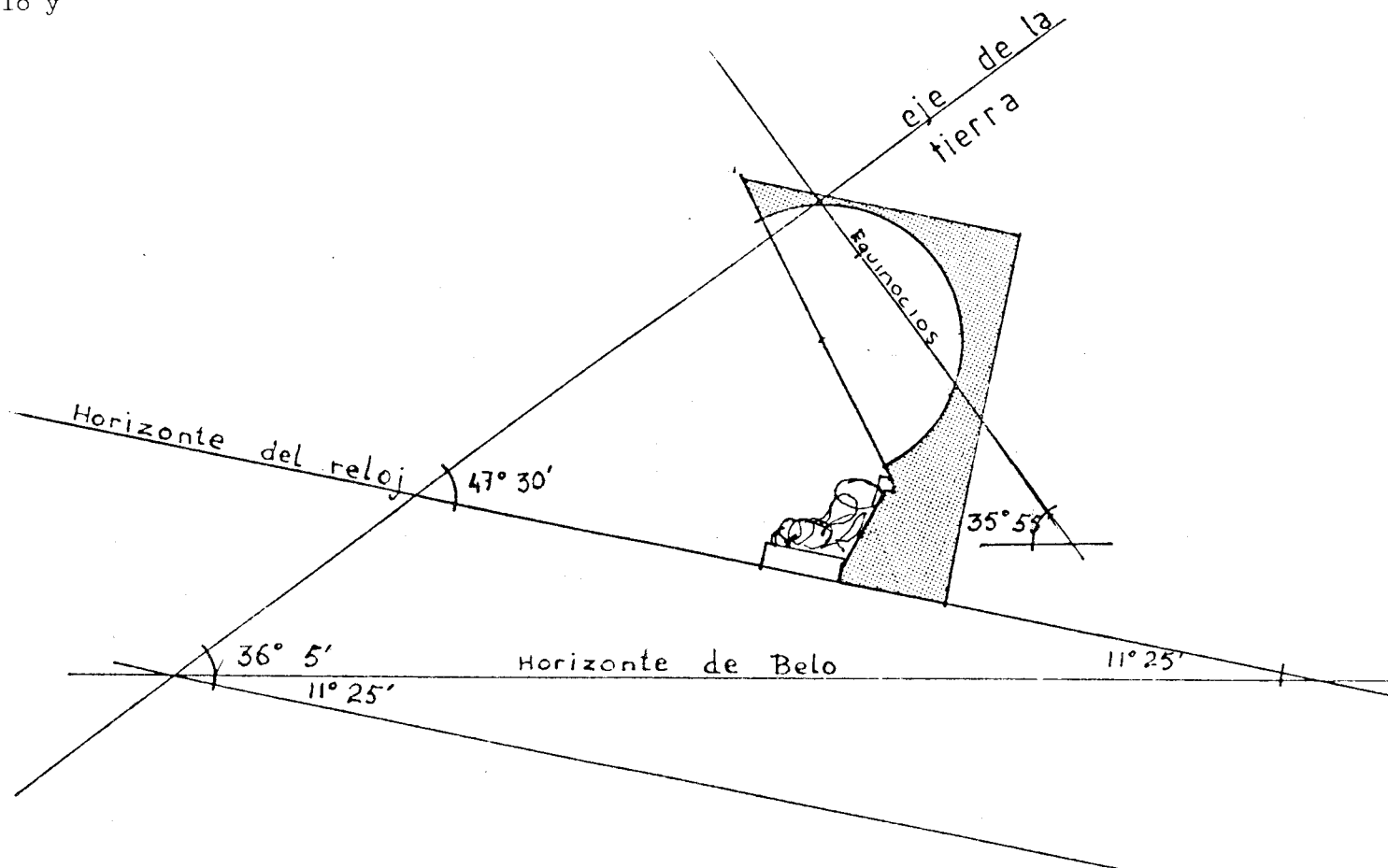


FIGURA 28.-

Generatrices del horario
de Belo.

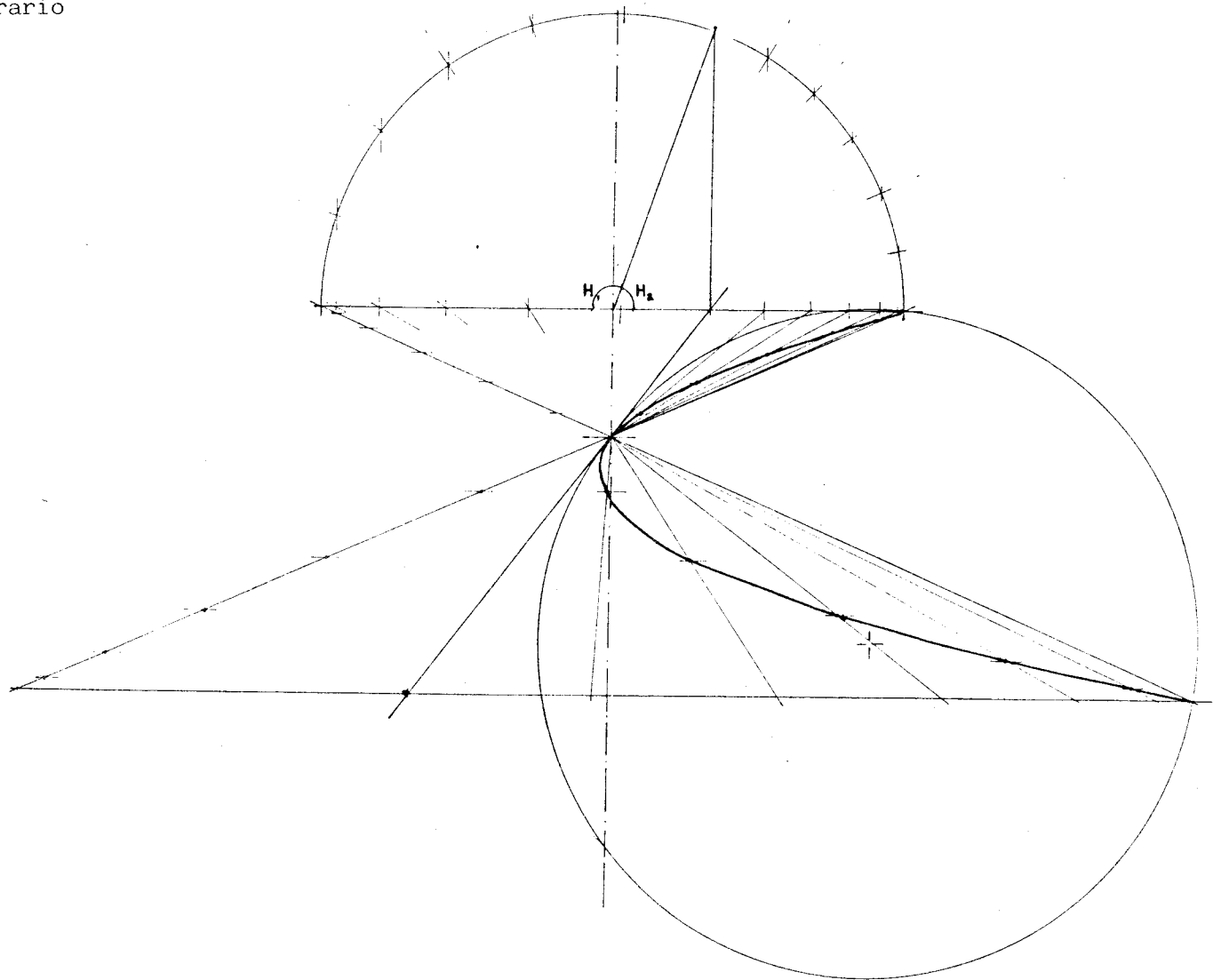


FIGURA 29.-

Abatimiento de las cuerdas
entre horas de una misma -
línea diurna.

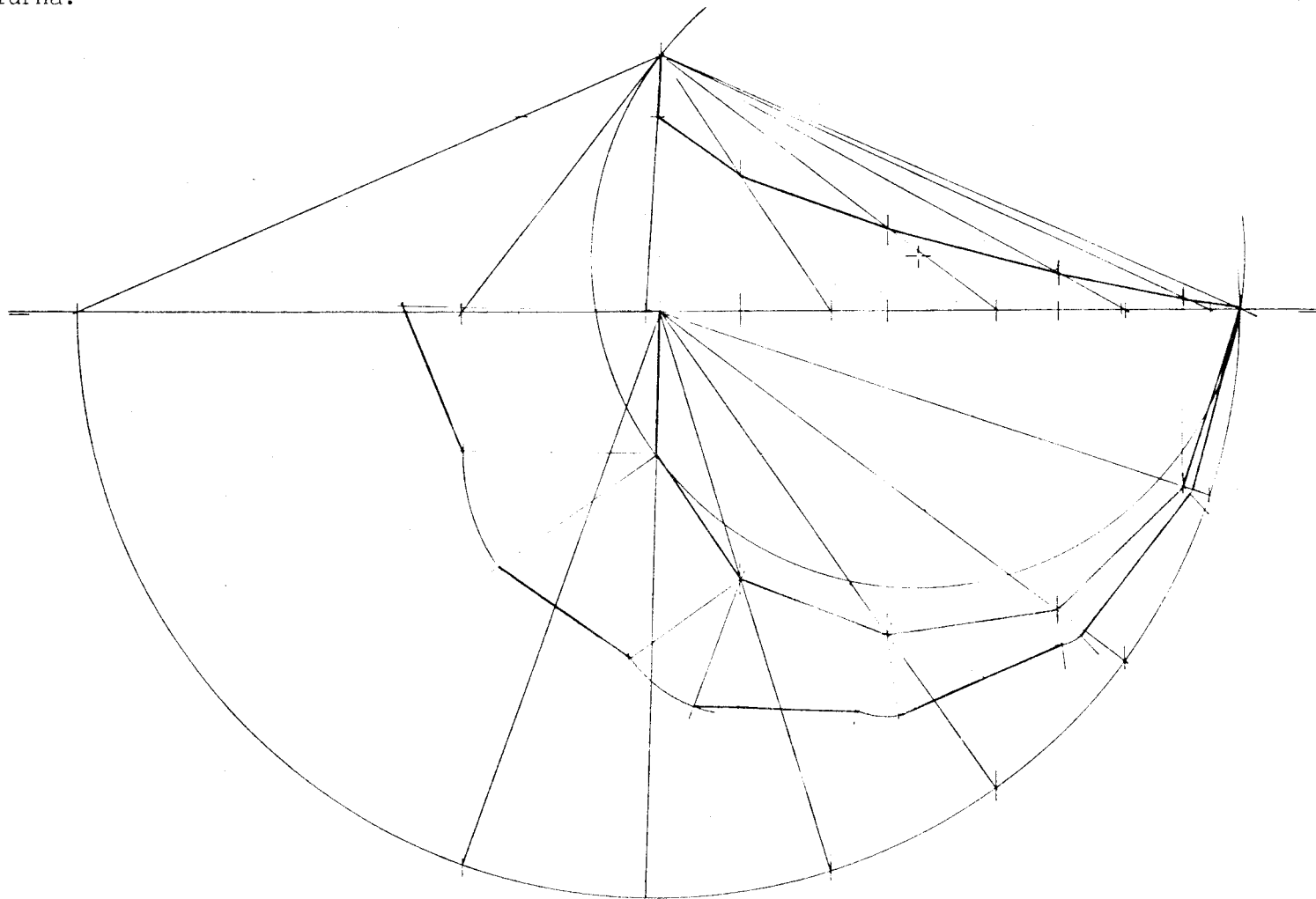
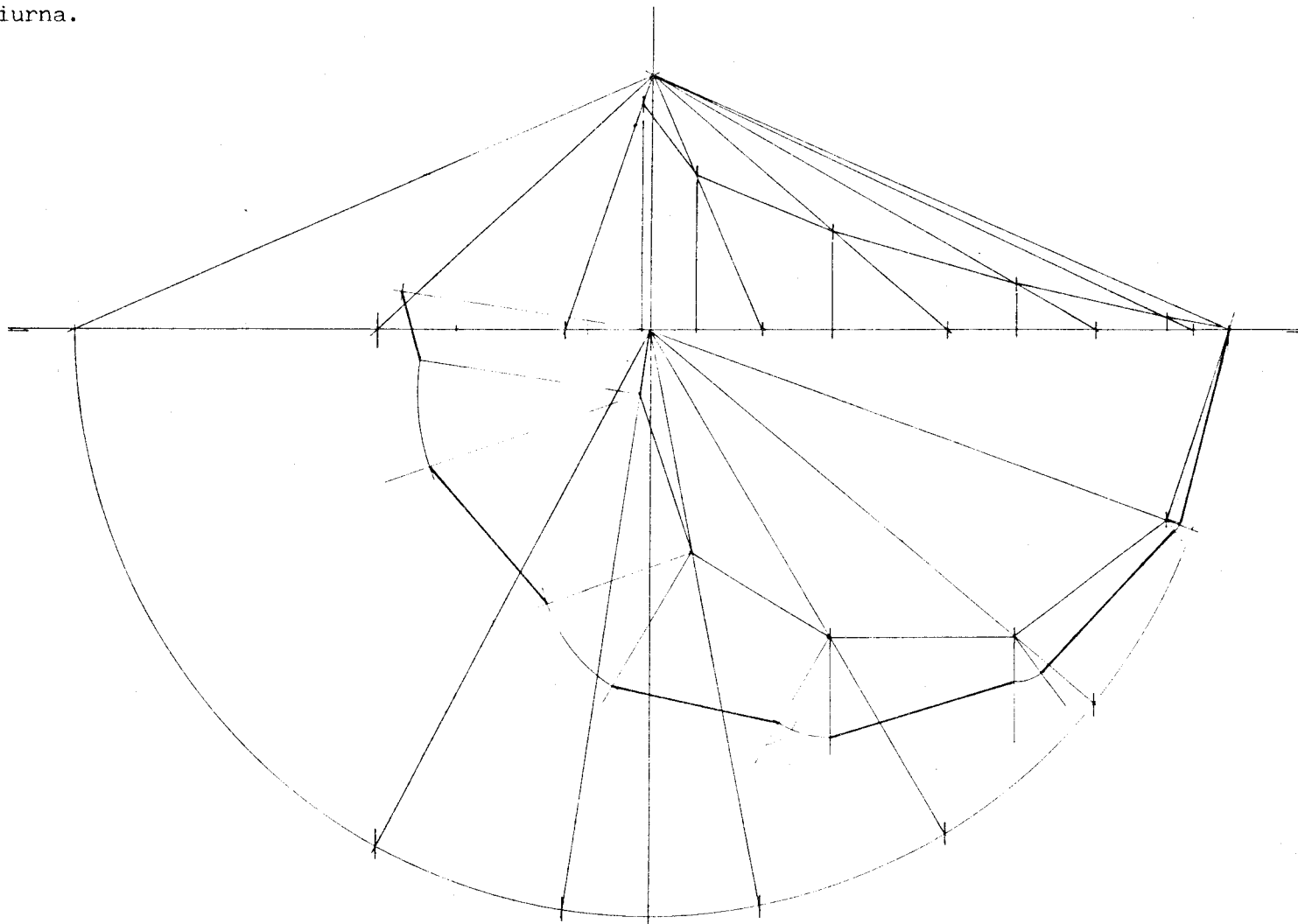


FIGURA 30.-

Abatimiento de las cuerdas
entre horas de una misma -
línea diurna.



FIGURAS 31 y 32.-

Abatimiento de las cuerdas
entre horas de una misma -
línea diurna.

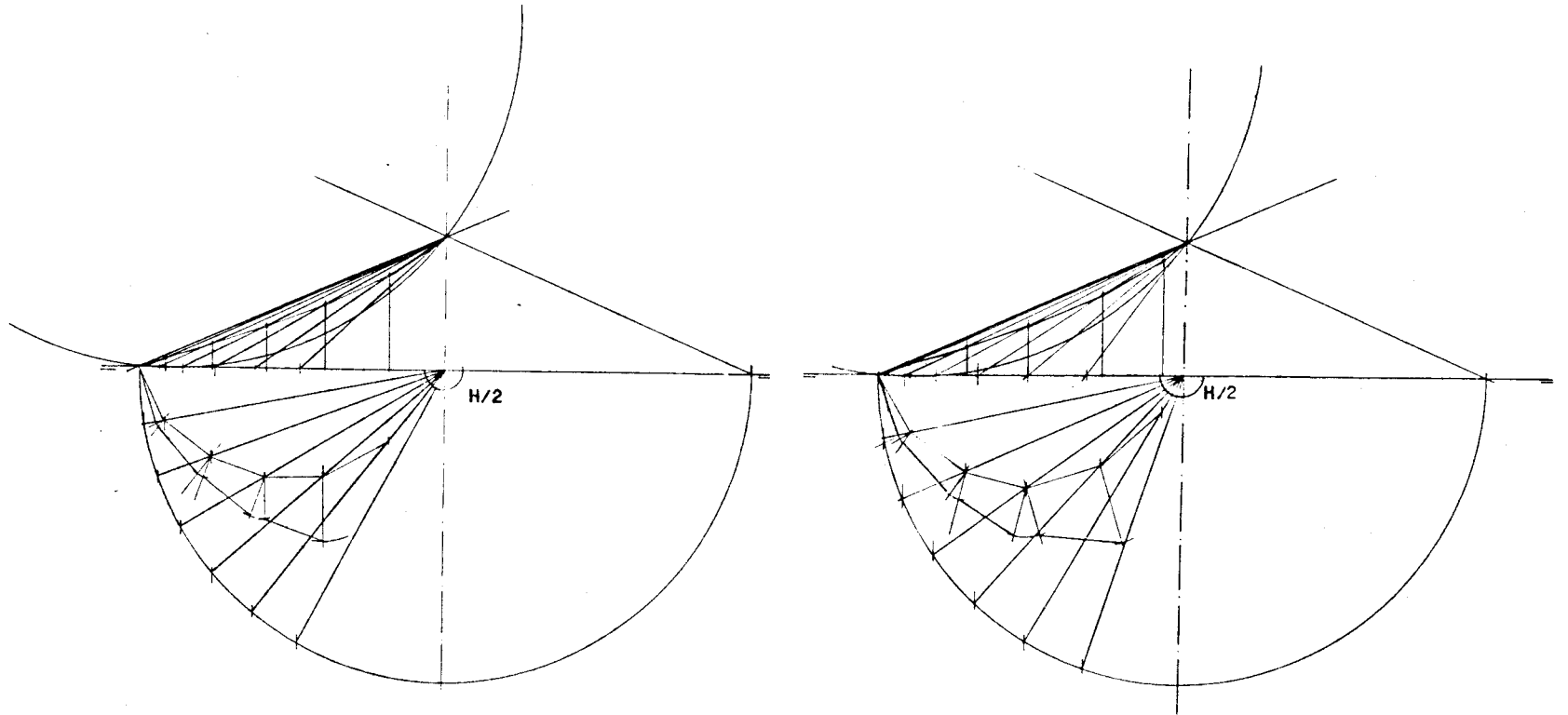


FIGURA 34.-
Determinación del ángulo .

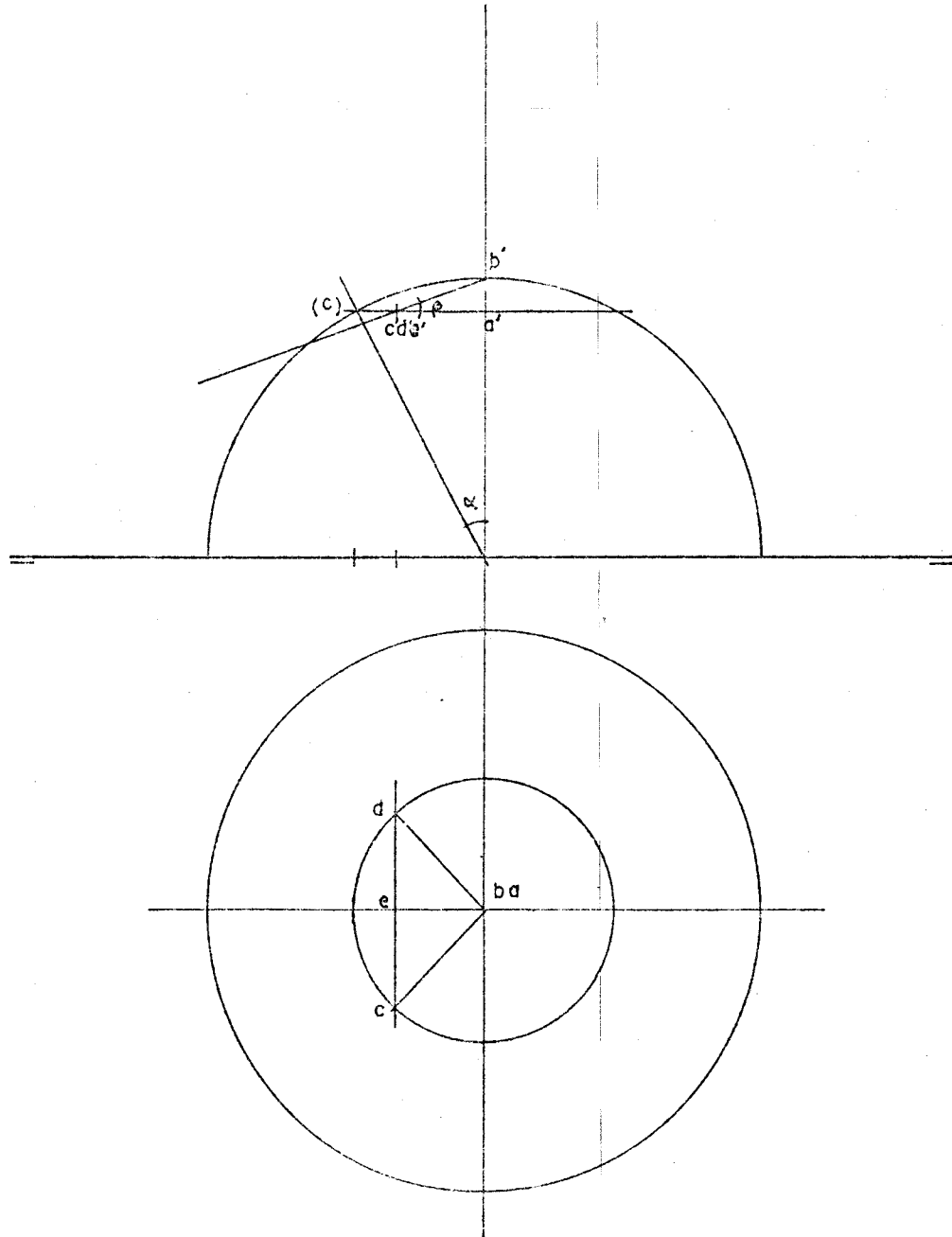
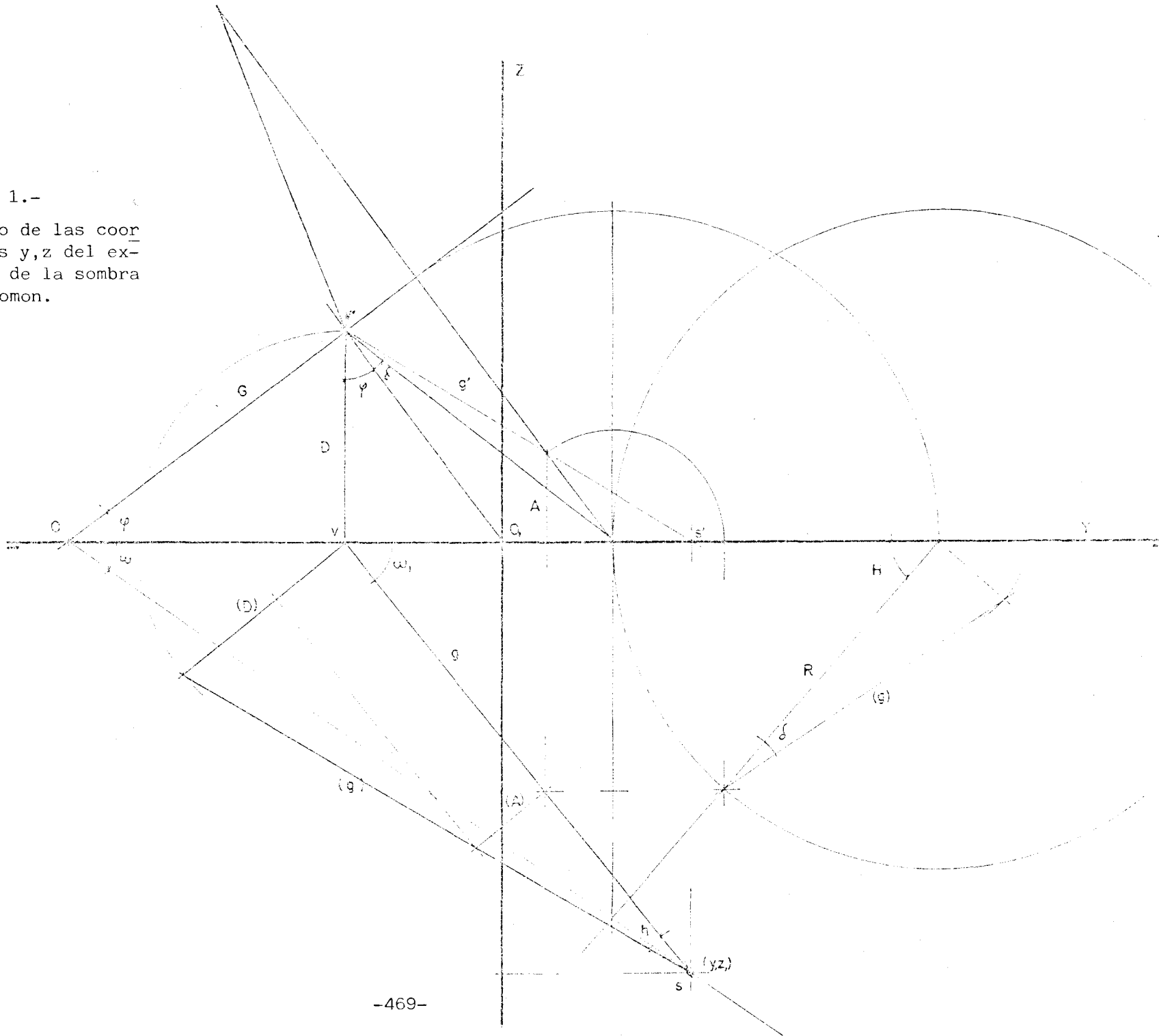


FIGURA DEL CAPITULO VII.-

FIGURA 1.-
 Cálculo de las coor-
 denadas y, z del ex-
 tremo de la sombra
 del gnomon.



BIBLIOGRAFIA

OBRA.S.

ADAMS, GEORGE

DESCRIPTION USE AND METHOD OF
ADJUSTING HADLEY'S QUADRANT ...

1789 LONDRES
GNOMONICA-RELOJERIA

ALLER, R.M.

INTRODUCCION A LA ASTRONOMIA

1957 / MADRID
ASTRONOMIA

ALONSO DE SANTOS, FRANCISCO

MANUAL DE SOLEAMIENTO

1980 / MADRID
GNOMONICA

ALVAREZ, FRANCISCO

BREVE TRATADO DE RELOJES SOLA-
RES Y ARCHITECTURA

1727 / MADRID
GNOMONICA

ANTOLIN MAZARIEGO, MIGUEL A.

MANUAL DE SOLEAMIENTO

1980 / MADRID
GNOMONICA

APIANUS, PETRUS

QUADRANS APIANI ASTRONOMICUS ET
IAN RECENS INVENTUS ET NUNC...

1553
GNOMONICA-RELOJERIA

ARANA IBARRA L.I.

E.T.Y P. DE TOPOGRAFIA GEODESIA
Y ASTRONOMIA DE POSICION

1975 / BILBAO
ASTRONOMIA

ARFE DE VILLAFANE, JOAN

DE VARIA COMMENSURACION PARA LA
ESCULTURA Y ARCHITECTURA / 9

1906 / MADRID
GNOMONICA

ARFE DE VILLAFANE, JOAN

DE VARIA COMMENSURACION PARA LA
ESCULTURA Y ARCHITECTURA / 5

1763 / MADRID
GNOMONICA

ARFE DE VILLAFANE, JOAN

DE VARIA COMMENSURACION PARA LA
ESCULTURA Y LA ARCHITECTURA

1736 / MADRID
GNOMONICA

ARFE, R. J.

MANUAL PARA CONSTRUIR TODA CLASE
DE RELOJES DE SOL / 4

1910 / BARCELONA
GNOMONICA

BALS, BENITO

ELEMENTOS DE MATEMATICAS
TOMO VIII / 2 E

1793 / MADRID
GNOMONICA-MATEMATICA

BEDO DE CELLES, FRANCOIS

LA GNOMONIQUE PRACTIQUE, OU
L'ART DE TRACER LES C. SOLAIRES

1760 / PARIS
GNOMONICA

BEDOS DE CELLE, FRANCOIS

LA GNOMONIQUE PRACTIQUE

1790 / PARIS
GNOMONICA

BENEDICTUS, JOAN BAPTISTA

DE GNOMONUM, UMBRARUNQUE SOLA-
RIUM USUS

1574 / AUGUSTA TAURINI
GNOMONICA

BENSANDE

REGIMENTO DO ASTROLABIO E DO
QUADRANTE.

1914 / MUNICH
GNOMONICA-RELOGERIA

BIRD, JOHN

THE METHODO OF CONSTRUCTING MU-
RAL QUADRANTS

1769 / LONDRES
GNOMONICA-RELOGERIA

BLAGRAVE, JOSEP

THE ART DYALLING.

1682 / LONDRES
GNOMONICA

BOBYNET, S.J.

LE CADRAN DES DOIGTS POUR LES
VOYAGEURS ET POUR LES CURIEUX.

1662 / ORLEANS
GNOMONICA

BOBYNET, S.J.

LE CADRAN DES CADRANS UNIVERSEL
ET COMMODE POUR TROUVE ...

1654 / PARIS
GNOMONICA

BOBYNET, S.J.

L'HOROGRAPHIE CURIEUSE, CONTE-
NANT DES CONNAISSANCES ET ...

1647 / PARIS
GNOMONICA

BOBYNET, S.J.

L'HORLOGRAPHIE CURIEUSE POUR
FAIRE TOUTES SORTES D'HORLOGES.

1646 / PARIS
GNOMONICA

BONSOR, G. Y PARIS, P.

FUILLES DE BELO. LA VILLE ET
SES DEPENDANCES. TOMO I

1923 / BURDEOS
HISTORIA.

BOSSE, ABRAHAM

LA MANIERE UNIVERSELLE... POUR
PASSER L'ESSIEU

1643 / PARIS
GNOMONICA

BOUTEREAU, C.

GNOMONICA ELEMENTAIRE

1845 / PARIS
GNOMONIC

BRUNI, TEOFIL

ARMONIA ASTRONOMICA ET GEOME-
TRICA...

1622 / VENECIA
GNOMONICA

BUCHNER, EDMUND

DIE SONNENUHR DES AUGUSTUS

1982 / MAINZ AM RHEIN
GNOMONICA ARQUEOLOGIA

CALVISI, SHETI.

OPUS CHONOLOGICUM UBI TEMPUS
ASTRONOMICUS PERMOTUS, ...

1650 / FRANCOFURTI
ASTRONOMIA-GNOMONICA

CARRANDEL, JUAN Y OTROS.

INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS EN LA
ESPAÑA MEDIEVAL.

1965 / S. CRUZ DE LA PALMA
ARQUEOLOGIA

CARCOPINO, JEROME

LA VIDA COTIDIANA EN ROMA
TR. CAMINOS, RICARDO A.

1942 / BUENOS AIRES
HISTORIA

CAVALEIRO E SILVA, ARMANDO

GEOMETRIA DA INSOLACAO DE EDI-
FICIOS

1962 / LISBOA
ASOLEO

CICCONETTI, G.

TRATTATO DI GEODESIA E TOPOGRA-
FIA.

1936 / MILAN
GEODESIA

CLAUI

GNOMINICES LIBRI QUIBUS NON SO-
LUM HOROLOGIORUM SOLARIUM ...

1602 / ROMA
GNOMONICA

CLAUI, CHRITOPHORI

OPERA MATEMATICA

1612 / MAGUNCIA
GNOMONICA-MATEMATICA

CLEMENCE, G.M. Y WOOLARD, E.W.

SPHERICAL ASTRONOMY.

1966 / LONDRES
ASTRONOMIA

COLIN A. RONAN

LOS AMANTES DE LA ASTRONOMIA
TRA. CATALA. M. ASUNCION

1982 / BARCELONA
ASTRONOMIA

COLOMBI, ANGEL MARIA

PRATTICA GNOMONICA, QUERU TABO-
LE PAR PAR GLI HOROLOGI DA SOLE

1669 / BOLOGNIA
GNOMONICA

COMMANDINUS, FREDERIC

DE HOROLOGIIUM DESCRIPTIONE.

1562 / VENECIA
GNOMONICA

COPERNICO, NICOLAS

SOBRE LAS REVOLUCIONES DE LOS
ORBES C. TRAMINGEZ Y TESTAL

1982 / MADRID
ASTRONOMIA

DAJON, A.

ASTRONOMIE GENERALE.

1959 / PARIS
ASTRONOMIA

DAVILA I HEREDIA, ANDREU

ARTE DE MEDIR... NOTICIA PARA
TRAZAR RELOXES ORIZONTALES...

1674 / VALENCIA
GNOMONICA

DECHASLES, CLAUDII FRANCISCI M.

CURSUS SEU MUNDUS MATHEMATICUS

1690 / LUGDUNI
GNOMONICA-MATMATICIA

DESARGUES, GIRARD

MANIERE UNIVERSELLE... POUR PO-
SER L'ESSIEU...

1643 / PARIS
GNOMONICA

DOCOSO DURANTEZ, J.A. Y ELIPE S.

ASTRONOMIA. 250 PROBLEMAS RE-
SUELTOS

1983 / SNTIAGO DE C.
ASTRONOMIA

DOMINGEZ, F. Y TEJERO, G.

TOPOGRAFIA GENERAL Y APLICADA
/7

1978 / MADRID
TOPOGRAFIA

DRIANDE, JOAN

DE HOROLOGIUM SOLARIUM VARIA
COMPOSITIONES.

1543 / MAPURGI
GNOMONICA

DRIANDER, JOAN

ANNULUS VULGARIS HORARIUS, CU-
JUS USUS AD ...

1537 / MAPURGI
GNOMONICA

DU CHATELARD

RECUEIL DES TRAITES DE MATHEMA-
TIQUES VOLUMEN IV

1749 / TOLON
GNOMONICA-MATEMATICA

DUDUIT, JAUME

LE NOUVEAU SCIATAIRE POUR FA-
BRIQUER TOUTES SORTES D'HORLOGE

1631 BLOIS
GNOMONICA

EAULMEN, PERE DE

PRINCIPE CURIEUX POR FAIRE TOU-
TE DE CADRANS SOLAIRES

1654 PARIS
GNOMONICA

ELIPE SANCHEZ, A. Y DOCOBO, J.A.

ASTRONOMIA. 250 PROBLEMAS RE- S
ELTOS.

1983 / SANTIAGO DE C.
ASTRONOMIA

ENGUERA, PERE DE

BREVE TRATADO DE RELOXES SOLA-
RES...

1723 / MADRID
GNOMONICA

ENGUERA, PERE DE

TRATADO DE RELOXES SOLARES...

1698 / ZARAGOZA
GNOMONICA

FERNANDEZ-PALACIOS, MARIA V.

APUNTES DE GEOMETRIA DESCRIPTIV
CON GENTIL/JIMENEZ/RUIZ

1974 / SEVILA
GOMETRIA

FIGATELLI, JOSEP

RETTA LINEA GNOMICA

1667 / FORLI
GNOMONICA

FOUTRIERE, PERE DE

TRAITE D'HOROLOGEOGRAPHIE OU
CONSTRUCTION DES HOROLOGES...

1619 / PARIS
GNOMONICA

FRANCO TABORDA, JOSE ANTOIO.

PLANEAMIENTO URBANISTICO Y SO-
LEAMIENTO EN ESPANA. (TESIS D.)

1960 / MADRID
ASOLEO

FULIGATI, JULIA

DE GLI HORIVOLI A SCOLE

1617 / FERRARA
GNOMONICA

FUSTER

-SOLEAMIENTO

1983 / MADRID
GNOMONICA

GALLUCI, JOAN PAU

DE FABRICA ET USU NOVI HOROLO-
GII SOLARI, LUNARI, SIDERALI...

1592 VENECIA
GNOMONICA

GALLUCI, JOAN PAU

DELLA FABRICA ET USO DEL NUOVO
HOROLOGIIUM UNIVERSALE ...

1598 / VENECIA
GNOMONICA

GARCIA FRANCO, SALVADOR

CATALOGO CRITICO DE ASTROLABIOS
EXISTENTES EN ESPANA

1945 / BURGOS
ARQUEOLOGIA

GENTIL BALDRICH, JOSE M.

APUNTES DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA
CON FERNANDEZ/JIMENEZ/RUIZ

1974 / SEVILLA
GEOMETRIA

GUILLEN, JOSE

URBS ROMA. VIDA Y COSTUMBRES DE
LOS ROMANOS. TOMO I

1977 / SALAMANCA
HISTORIA

HALLUM, FRANCESC

EXPLICATIO HOROLOGII IN HORTO
REGIO LARDINI ERECTI

1573 / LEODI
GNOMONICA

HERNAN RUIZ, EL JOVEN

EL LIBRO DE ARQUITECTURA
E.C. DE NAVASCUE PALACIOS, P.

1974 / MADRID
GNOMONICA

HOHENBERG, F.

GEOMETRIA CONSTRUCTIVA
T. LINES EGARDO Y PASCUAL XUPRE

1965 / BUENOS AIRES
GEOMETRIA

HULSE LEVINI

DESCRIPTIO USUS VIATORII HORO-
LOGII SOLARIS

1547 / NUREMBERG
GNOMONICA

INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE M.
ALMANAQUE NAUTICO, 1985

1984 / SAN FERNANDO
TABLAS ASTRONOMICAS

INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE M.
ALMANAQUE NAUTICO, 1984

1983 / SAN FERNANDO
TABLAS ASTRONOMICAS

JIMENEZ PRIETO, AGUSTIN

APUNTES DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA
CON FERNANDEZ/GENTIL/RUIZ

1974 / SEVILLA
GEOMETRIA

KIRCHERI, ATANASI

ARS MAGNA LUCIS ET UMBRAE

1649 / ROMA
GNOMONICA

KIRCHERI. ATANASI

PRINTIAE GNOMONICA

1635 / AVINYO
GNOMONICA

LA HIRE

LA GNOMONIQUE... AVEC DEMOSTRA-
TION

1682 / PARIS
GNOMONICA

LANGRED Y CONTRERAS, MIGUEL

LECCIONES DE ASTRONOMIA ESFERI-
CA.

1960 / MADRID
ASTRONOMIA

LANUZA F. Y LASALA MILLARUELO

CURSO DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA
SISTEMAS DE PROYECCION

1960 / MADRID
GEOMETRIA Y GNOMONICA

LASALA MILLARUELO J.Y DE LANUZA

CURSO DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA
SISTEMAS DE PROYECCION

1960 / MADRID
GEOMETRIA Y GNOMONICA

LASALA MILLARUELO, JESUS

GEOMETRIA PROYECTIVA

1958 / MADRID
GEOMETRIA

/2

LEYBOURN, GUILLEM

THE ART OF DIALLING PERFORMED
GEOMETRICALLY...

1669 LONDRES
GNOMONICA

LIVET, C.S.F.

GNOMONICA OU ART DE TRACER LES
CDRANS SOLAIRES

1839
GNOMONICA-RELOJERIA

LOPEZ DE ARENAS, D.

BREVE COMPENDIO DE LA CARPINTERIA
DE LO BLANCO Y ...

1912 / MADRID
GNOMONICA

LOPEZ DE ARENAS, D.

BREVE COMPENDIO DE LA CARPINTERIA
DE LO BLANCO Y ...

1867 / MADRID
GNOMONICA

LOPEZ DE ARENAS, D.

BREVE COMPENDIO DE LA CARPINTERIA
DE LOBLANCO Y ...

1807 / MADRID
GNOMONICA

LOPEZ DE ARENAS, D.

BREVE COMPENDIO DE LA CARPINTERIA
DE LO BLANCO Y ...

1727 / SEVILLA
GNOMONICA

LOPEZ DE ARENAS, D.

BREVE COMPENDIO DE LA CARPINTERIA
DE LO BLANCO...

1833 / SEVILLA
GNOMONICA

LOPEZ-CUERVO, SERAFIN

MEDINA AZ-ZAHARA

1983 / MADRID
ARQUEOLOGIA.

MAC DONALD, G.J.F. Y MUNK, W.H.

THE ROTATION OF THE EARTH.

1960 / CAMBRIDGE
ASTRONOMIA

MAIGNAU, MANUEL

PESPECTIVA HORARIA, SIVE DE HOROGRAPHIE
GNOMICA

1648 ROMA
GNOMONICA

MAYALL NEWTON R. Y MAYALL MARG.
SUNDIALS.

1962 / BOSTON
GNOMONICA

MEDINA PERALTA, M.

ELEMENTOS DE ASTRONOMIA DE PO-
SICION

1976 / MEXICO
ASTRONOMIA

MENENDEZ PIDAL, R.

HISTORIA DE ESPANA
TOMO II

1935 / MARID
HISTORIA

METI, ADRIANI

ALCMARIANI... ET GEOMETRIE LI-
BRI VI IN QUIBUS TRACTATUR...

1649
GNOMONICA-MATEMATICA

MOLLET, S.H.

GNOMONIQUE GRAFIQUE ET OU ME-
THODE... GNOMONIQUE ANALYTIQUE

1884 / PARIS 7 EDICION
GNOMONICA-RELOJERIA

MUNK, W.HMY MAC DONALD, G.J.F.
THE ROTATION OF THE EARTH.

1960 / CAMBRIDGE
ASTRONOMIA

MUNSTER, SEBASTIA

HOROLOGRAPHIA

1521
GNOMONICA

MUNSTER, SEBASTIA

COMPOSITIO HOROLOGIIUM, IN PLA-
NO, MURO, TRUNCIS, ANULO...

1532 / BASILEA
GNOMONICA

MUR SOTERAS, JUAN B.

ASOLEO GEOMETRICO.
(TESIS DOCTORAL)

1982 / BARCELONA
ASOLEO

OLIVER, THEODORE

APPLICATIONS DE LA GEOMETRIE
DESRIPTIVE

1847 / PARIS
GNOMONICA

ORONTIUS, FINEUS.

QUADRANS ASTROLABIUS

1534 / PARIS
ASTRONOMIA.

ORTE. A.

UTILIZACIO DE LAS DISTINTAS ES-
CALAS DE TIEMPO EN LOS PRO.AST.

1981 / S.FERNANDO
ASTRONOMIA

ORUS NAVARRO J.J.

APUNTES DE ASTRONOMIA

1966 / BARCELONA
ASTRONOMIA

OZANAM

TRAITE... ET D'Y TRACER LES
HEURES ASTRONOMIQUES...

1746 / PARIS
GNOMONICA

OZANAM

TRAITE DE GNOMONIQUE POUR LA
CONSTRUCTION DES CADRANS...

1673 / PARIS
GNOMONICA

OZANAN, M

COURS DE MATHEMATIQUES

1720 / PARIS
GNOMONICA-MATMATICA

PADUANI, JOAN

LIBER DE COMPOSITIONE ET USU
HOROLOGIUM SOLARIUM AD ...

1582 / VENECIA
GNOMONICA

PALAU, MIQUEL

RELOTGES DE SOL. HISTORIA I
ART DE CONSTRUIR-LOS

1970 / BARCELONA
GNOMONICA

PARDIES. IGNACE GASTON

OEUVRES DE MATHEMATIQUES

1725 / AMSTERDAM
GNOMONICA-RELOJERIA

PARIS, P. Y BONSOR, G.

FOUILLES DE SELOP. LA VILLE ET
SES DEPENDENCES. TOMO I

1923 / BURDEOS
HISTORIA. ARGUEOLOGIA

PEREZ DE MOYA, JOAN
FRAGMENTOS MATHEMATICOS

1572 / ALCALA DE HENARES
GNOMONICA

PEREZ DE MOYA, JOAN
FRAGMENTOS MATHEMATICOS

1567 / SALAMANCA
GNOMONICA

PIRENNE M.H.

OPTICA.PERSPECTIVA.VISION.
EN LA PINT. ARG. Y FOTOGRAFIA

1970 / BUENOS AIRES
GEOMETRIA Y FOTOGRAFIA

PLUCHE, M.

ESPECTACULO DE LA NATURALEZA
TRD. ESTEVAN DE T. Y PANDO /2

1757 / MADRID
GNOMONICA

PUIG ADAM, P.

GEOMETRIA METRICA

1965 / MADRID
GEOMETRIA NOGMONICA

PUIG,ROSER Y OTROS

INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS EN LA
ESPANA MEDIAVAL.

1985 / S. CRUZ DE LA PALMA
ARQUEOLOGIA

RAMON. FERNANDO

SOLEAMIENTO EN UNA SITUACION
URBANA

1977 / MADRID
GNOMONICA

RAYA ROMAN, JOSE M.

APUNTES DE PROYECTIVIDAD APLI-
CADA

1983 / SEVILLA
GEOMETRIA

REISCH, F. GREGOR

MARGARITA PHILOSOPHICA

1583 / BASILEA
GNOMONICA-MATEMATICA

RICHER

LA GNOMONIQUE UNIVERSELLE...

1701 / PARIS
GNOMONICA

RODRIGUEZ, CANDIDO

EL SOL. METODOLOGIA PARA LA OBSERVACION POR EL AFICIONADO

1983 / ECIJA
ASTRONOMIA

ROHR RENE R.J.

DIE SONNENUHR. GESCHICHTE,
THEORIE, FUNKTION.

1982 / MUNICH
GNOMONICA

ROHR RENE, R. J.

LES CADRANS SOLAIRES. TRAITE
DES GNOMONIQUE T. ET APPLIQUEE

1966 / PARIS
GNOMONICA

ROIZ, PEDRO

LIBRO DE RELOGES SOLARES

1575 / VALENCIA
GNOMONICA

ROJAS, CRISTOBAL DE

TEORICA Y PRACTICA DE FORTIFICACION.

1598 / MADRID
GNOMONICA

ROVIRA Y RABASSA, A

TRATADO DE GNOMONICA... APLICACION DIRECTA A LA G.DESSCRIPTIVA

1846 / BARCELONA
GNOMONICA

ROY, JEAN-RENE

L'ASTRONOMIE ET SON HISTOIR

1982
HISTORIA

RUIZ AIZPURI, JOSE M.

GEOMETRIA DESCRIPTIVA

1973 / MADRID
GNOMONICA ASOLEO

RUIZ ROSA, JOSE A.

APUNTES DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA
CON FERNANDEZ/GENTIL/JIMENEZP19

1974 / SEVILLA
GEOMETRIA

SAENZ DE OIZA, F. JAVIER.

APUNTES DE SOLEAMIENTO

1958 / MADRID
ASOLEO

SAINTE MAGDALEINE, PERE
TRAITE D'HOROLOGIographie...

1641 / PARIS
GNOMONICA

SALODI, HIPOLIT

TABULAE GNOMONICAE CUM EARUM
DILUCIDATIONE ET FABRICA.

1617 / BRIXIARE
GNOMONICA

SAMSO, JULIO Y OTROS

INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS EN LA
ESPAÑA MEDIAVAL

1985 / S. CRUZ DE LA PALMA
ARQUEOLOGIA

SANDOLINI, FRA. QUERUBI

NOVA HOROLOGIUM INVENTIO

1599 / VENECIA
GNOMONICA

SANDOLINI, FRA. QUERUBI

CONTINES INSTRUMENTA AD HORAS
ITALICAS, GALLICAS ...

1598 VENECIA
GNOMONICA

SARTON, GEORGE

A HISTORY OF SCIENCE

1952 / CAMBRIDGE
HISTORIA

SCHONBERG, JORDI

DEMONSTRATIO ET CONSTRUCTIO HO-
ROLOGIORUM NOVARUM

1622 / FRIBURGI-BRISGOIAE
GNOMONICA

ROJAS, CRISTOBAL DE

TEORICA Y PRACTICA DE FORTIFICA-
ION.

1596 / MADRID
GNOMONICA

ROVIRA Y RABASSA, A

TRATADO DE GNOMONICA... APLICA-
CION DIRECTA A LA G.DESRIPTIVA

1846 / BARCELONA
GNOMONICA

ROY, JEAN-RENE

L'ASTRONOMIE ET SON HISTOIR

1982
HISTORIA

RUIZ AIZPURI, JOSE M.

GEOMETRIA DESCRIPTIVA

1973 / MADRID
GNOMONICA ASOLEO

RUIZ ROSA, JOSE A.

APUNTES DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA
CON FERNANDEZ/GENTIL/JIMENEZ PIS

1974 / SEVILLA
GEOMETRIA

SAENZ DE OIZA, F. JAVIER.

APUNTES DE SOLEAMIENTO

1956 / MADRID
ASOLEO

SAINTE MAGDALEINE, PERE

TRAITE D'HOROLOGIOGRAPHIE...

1641 / PARIS
GNOMONICA

SALODI, HIPOLIT

TABULAE GNOMONICAE CUM EARUM
DILUCIDATIONE ET FABRICA.

1617 / BRIXIAE
GNOMONICA

SAMSO, JULIO Y OTROS

INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS EN LA
ESPANA MEDIAVAL

1985 / S. CRUZ DE LA PALMA
ARQUEOLOGIA

SANDOLINI, FRA. QUERUBI

NOVA HOROLOGIIUM INVENTIO

1599 / VENECIA
GNOMONICA

SANDOLINI, FRA. QUERUBI

CONTINES INSTRUMENTA AD HORAS
ITALICAS, GALLICAS ...

1598 / VENECIA
GNOMONICA

BARTON, GEORGE

A HISTORY OF SCIENCE

1952 / CAMBRIDGE
HISTORIA

SCHONBERG, JOAN GREGORI

EXEGESIS FUNDAMENTORUM GNOMONI-
CORUM

1615 / INGLSTALD
GNOMONICA

SCHONBERG, JORDI

DEMONSTRATIO ET CONSTRUCTIO HO-
ROLOGIORUM NOVARUM

1622 / FRIBURGI-BRISGOIAE
GNOMONICA

SCHONERI, ANDREU

GNOMONICA

1562 / NUREMBERG
GNOMONICA

SMART, W.M.

TEXTBOOK ON SPHERICAL ASTRONOMY

1977 / CAMBRIDGE
ASTRONOMIA

SORIANO VIGUERAS.

LA ASTRONOMIA DE ALFONSO EL
SABIO

1926 / MADRID
HISTORIA.

SOUBIRAN, JEAN

VITRUVI. DE L'ARCHITECTURE.
LIBRE IX

1969 / PARIS
GNOMONICA.

STENGEL, JOAN PERE

GNOMONICA UNIVERSALIS;... GEO-
METRICE DESCRIBENDI HOROLOGIA..

1674 / WAGNER
GNOMONICA

TALIANI, JOSEP

HOROLOGI RIFLESI

1648 MACERATA
GNOMONICA

TEJERO, G. Y DOMINGUEZ, F.

TOPOGRAFI GENERAL Y APLICADA
/7

1978 / MADRID
TOPOGRAFIA

TOSCA, TOMAS VICENTE

COMPENDIO MATHEMATICO-TOMO IX

1727 / VALENCIA
GNOMONICA

TOSCA, TOMAS VICENTE

TRATADO DE ARQUITECTURA CIVIL
MONTEA Y CANTERIA, Y RELOXES

1794 / VALENCIA
GNOMONICA

TROLTA, JOAN BAUTISTA

PRAXIS HOROLOGIUM

1631 NAPOLS
GNOMONICA

UREY HAROLD, C.

LE SYSTEME SOLAIRE

1975 / LAUSANNE
ASTRONOMIA.

VAULERZRD

TRAITE DE L'ORIGINE, DEMONSTRATION,
CONSTRUCTION ET USAGE...

1644 PARIS
GNOMONICA

VERNET, J. Y OTROS.

INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS EN LA
ESPANA MEDIAVAL.

1985 / S. CRUZ DE LA PALMA
ARQUEOLOGIA

VERNET, JUAN

ASTROLOGIA Y ASTRONOMIA EN EL
RENACIMIENTO. LA R. COPERNICANA

1974 / BARCELONA
HISTORIA

VERNIER

LA CONSTRUCTION, L'USAGE ET LES
PROPIETE DU CADRANS ...

1631 / BRUXELLES
GNOMONICA

VILADRICH, MERCE Y OTROS

INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS EN LA
ESPANA MEDIAVAL.

1985 / S. CRUZ DE LA PALMA
ARQUEOLOGIA

VILARROYA, SERAFIN.

ARTE DE CONSTRUIR RELOJES DE
SOL.

1932 / MADRID
GNOMONICA.

VIMCATOR, JOAN BAPTISTA

DIALOGO DE GLI HOROLOGI SOLARI

1566 / VENECIA
GNOMONICA

VINET, ELIAS

MANIER DE FAIRE LES SOLAIRES OU
CADRANS.

1564 / POITIERS
GNOMONICA

VITEKINDI, HERMAN

CONFORMATIO HOROLOGIIUM SCIOTERIORUM IN SUPERFICIEBUS...

1576 / ?
GNOMONICA

VITRUVIO, M.L.

LOS DIEZ LIBROS DE ARQUITECTURA
TRA. AGUSTIN BLANQUEZ

1962 / BARCELONA
GNOMONICA

VIVES, TEODORO J.

ASTRONOMIA DE POSICION

1971 / MADRID
ASTRONOMIA

VOELLI, JOAN

DE HOROLOGIIS SCIOTERICIS,
LIBRI III

1608 TURNONI SOUBRON
GNOMONICA

WOLFII, CHRISTIANI

ELEMENTA MATEMATESOS UNIVERSAE

1743-1752/GENOVA
GNOMONICA-MATEMATICA

WOOLARD, E.W. Y CLEMNCE, G.M.

SPHERICAL ASTRONOMY.

1966 / LONDRES
ASTRONOMIA.

ARTICULOS.-

ALSINA CATALAN, C. Y FRANCO T.
"SOBRE LA DEFORMACION EN PERSPECTIVA LINEAL"

INFORMES DE LA CONSTRUCCION
1983 N:352-33p.p.: 65/74

ATKINSON, ROBERT D'ESCOURT
"LE CADRAN SOLAIRE ATKINSON DE L'UNIVERSITE D'INDIANA"

L'ASTRONOMIE
1983 N:OTC. P.P.: 443/446

BURY, PHILIPPE
"CADRANS SOLAIRES"

BOLLETIN MENSUAL DE LA SOCIETE
D'ASTRONOMIE POPULAIRE DE TOU-
1976 N:586 P.P.: 119

CATALA POCH, M. ASUNCION
"LA TIERRA Y LA ESFERA CELESTE"
II PARTE

ASTRONOMIA Y ASTROFOTOGRAFIA
TECNICA
1984 N:13 P.P.: 225/233

CATALA POCH, M. ASUNCION

"LA TIERRA Y LA ESFERA CELESTE"

ASTRONOMIA Y ASTROFOTOGRAFIA
TECNICA
1984 N:12 P.P.: 166/174

COHEN, BERNARD

"EL DESCUBRIMIENTO NEWTONIANO
DE LA GRAVITACION"

INVESTIGACION Y CIENCIA
1981 N:56 P.P.: 110/120

EGGER, HERMANN

"MORE ABOUT SUNDIALS OLD AND
NEW"

SKY AND TELESCOPE
1972 N: P.P.: 288/289

ERICSON, ALBERT

"A HIBRID SUNDIAL"

SKY AND TELESCOPE
1972 N: P.P.: 305

FRANCO TABORDA, J.A. Y ALSINA

"SOBRE LA DEFORMACION EN PERS-
PECTIVA LINEAL"

INFORMES DE LA CONSTRUCCION
1983 N:351-352.P.:65 /74

FRANCO TABORDA, JOSE A.

"PLANEAMIENTO URBANISTICO Y SO-
LEAMIENTO EN ESPANA"

INFORME DE LA CONSTRUCCION
1983 N:347 P.P.: 56/57

GOTTELAND, ANDREE

"LES CADRANS SOLAIRES DE L'ABBE
PICARD A LA SORBONNE"

L'ASTRONOMIE

1963 N: OTC. P.P.: 429/436

HOURRIERE

"LE CADRAN SOLAIRE DU DOMAINE
DE CRAIRMONT"

L'ASTRONOMIE

1983 N: OTC. P.P.: 437/441

HOZ, DE LA. ANTONIO Y RYA J.M.

"UN CUADRANTE EN EL MUSEO"

ALBIROO

1985 N: 25 P.P.: 16/21

IONESCU-CARLIGE, CONST.

"CONTRIBUTIONS A L'ETUDE DES
CADRANS SOLAIRES ANTIQUES"

DACIA, N.S.

1970 N: 14 P.P.: 119/137

JANIN, L.

"UN CADRANS SOLAIRE ASTRONOMI-
QUE"

L'ASTRONOMIE

1971 N: P.P.: 251/259

JANIN, L.

"NOTE SUR LE CADRAN SOLAIRE DE
BROU"

L'ASTRONOMIE

1970 N: P.P.: 62/66

KING, DAVID A.

"THREE SUNDIALS FROM ISLAMIC
ANDALUSIA"

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARA-
BIC SCIENCE
1979 N:2 P.P.: 358/392

KING, DAVID A.

"AN ANALOG COMPUTER FOR SOLVING
PROBLEMS OF SPHERICAL ASTRONO-
MY: THE SHAKKAZIYA QUADRANT OF
JAMAL AL-DIN AL-MARIDINI"

ARCHIVES INTERNATIONALES D'HIS-
TOIRE DES SCIENCES
1974 N:24 P.P.: 219/242

KOUVALEVSKY, J.

"CALCUL DU CADRAN SOLAIRE DE
JUVISY"

L'ASTRONIMIE
1974 N:DIC. P.P.: 362/363

LECLERC, JOSEPH.

"LE CADRAN SOLAIRE DE LEVERRIER
A AGON"

L'ASTRONOMIE
1966 N:ENE. P.P.: 34/35

LORCH, R.P.

"THE ASTRONOMICAL INSTRUMENTS
OF JABIR IBN AFLAH AND THE TOR-
QUETUM"

CENTAURUS
1976 N:20 P.P.: 11/34

MACREZ, C.

"CADRANS SOLAIRES D'AZIMUT
(PROJECTIONS ORTHOGRAPHIQUE ET
STEREOGRAPHIQUE)"

L'ASTRONOMIE
1976 N:OCT. P.P.: 435/438

MACREZ, CLAUDE

"CORRECTION MANUELLE DES CADRANS
SOLAIRES POUR L'EQUATION DU
TEMPS.

L'ASTRONOMIE

1983 N:OCT. P.P.: 463/465

MADDISON

"MEDIEVAL SCIENTIFIC INSTRU-
MENTS AND THE DEVELOPMENT OF
NAVIGATIONAL INSTRUMENTS IN THE
XV TH AND XVI TH CENTURIES"

RUC

1969 N:24 P.P.: 61

NEUGEBAUER, OTTO

"THE HISTORY OF ANCIENT ASTRO-
NOMY. PROBLEMS AND METHODS"

J NEAR EASTERN STUDIES

1945 N:4 P.P.: 1/36

NEWTON MAYALL, R.

"A BIT OF PORCELAIN"

SKY AND TELESCOPE

1982 N:ENE. P.P.: 16/17

OLIVER, BERNARD N.

"THE SHAPE OF THE ANALEMMA"

SKY AND TELESCOPE

1972 N:JUL. P.P.: 20/22

ORUS, J.J.

"UN CUADRANTE SOLAR DE LA ALCA-
ZABA DE ALMERIA"

HOMENAJE A MILLAS VALLICROSA
II BARCELONA

195 N: P.P.: 131/132

OUDENOT, GERARD

"LES CADRANS SOLAIRES CLASSIQUES"

L'ASTRONOMIE

1963 N:OCT. P.P.: 419/428

PICARD, J

"DE LA PRATIQUE DES GRANDS CADRANS SOLAIRE PAR LE CALCUL"

MEMOIRES DE L'ACADEMIE
TOME VI
1693

PILLET, WILLIAM

"CONVERSION DE COORDONNEES"

CIEL ET ESPACE

1964 N:201 P.P.: 20/22

POMMIER, M. CH.

"LES CADRANS SOLAIRE"

BULLETIN DE LA SOCIETE ASTRONOMIQUE DE LYON
1976

PRICE, J.S.

"PORTABLE SUNDIALS IN ANTIQUITY, INCLUDING AN ACCOUNT OF A NEW EXEMPLE FROM APHRODISIAN"

CENTAUROS

1961 N:14 P.P.: 242/266

PRZYPKOWSKI, T

"LAGNOMONIQUE DE NICOLAS COPERNIC ET GEORGES JOACHIM RHETI-CUS"

ACTAS DEL VIII C.I.H.S
(FLORENCIA)

1956/1959 P.P.: 400/409

RAYA ROMAN, JOSE M.

"ESTUDIO GEOMETRICO PARA LA
CONSTRUCCION DE UN CUADRANTE
SOLAR, VERTICAL, EN SEVILLA

CUADERNOS DE CONSTRUCCION
1983 N:8 P.P.: 9 /14

RAYA ROMAN, JOSE M. Y DE LA HOZ.

"UN CUADRANTE EN EL MUSEO"

ALBIROO
1985 N:25 P.P.: 18/21

RAYA ROMAN, JOSE MARIA.

"RELOJ SOLAR DE BELO"

BOLETIN DEL MUSEO ARQUEOLOGICO
NACIONAL
1984 N: 2 P.P.: 103 115

RAYA ROMAN, JOSE MARIA

"MODELO DE BRUJULA SOLAR, BASA-
DA EN LA DE MARIO SALOMONE MO-
RRONE, CON MODIFICACIONES"

V JORNADAS NACIONALES DE ASTRO-
NOMIA
1983 N: P.P.: 197/198

ANAR

"M. OLIVER? THE SHAPE OF THE ANA
MMA"

SKY AND TELESCOPE

ROHR, RENE R.J.

"LE CADRAN SOLAIRE DE LA MOS-
QUEE DES Umayyades A DAMAS"

L'ASTRONOMIE

1983 N:OCT. P.P.: 447/451

RUIZ AIZPURI, J. MARIA
"SOLEAMIENTO"

INFORME DE LA CONSTRUCCION
1958 N:114

SAGOT, R.
"LE NOUVEAU CADRAN SOLAIRE DE
JUUISY"

L'ASTRONOMIE
1974 N:DIC. P.P.: 366/381

SAGOT, ROBERT
"ESQUISSE D'UNE THEORIE DU CA-
DRAN ANALEMMATIQUE"

L'ASTRONOMIE
1893 N:OTC. P.P.: 453/462

SALOMONE, MARIO
"BRUJULA SOLAR"

ASRUM
1963 N:49 P.P.: 20/22

SALOMONE, MARIO
"RELOJ DE SOL DE HORA MEDIA
OFICIAL"

ASTRUM
1965 N:60 P.P.: 10/13

SAMSO, JULIO
"LA ASTRONOMIA DE ALFONSO X"

INVESTIGACION Y CIENCIA
1964 N:99 P.P.: 91/103

SIN AUTOR

"SOLEAMIENTO EN LAS CONSTRUCCIONES"

A.C.

1932 N:8 P.P.: 36/39

SLOLEY, R.W.

"PRIMITIVE METHODS OF MEASURING TIME. WITH SPECIAL REFERENCE TO EGYPT"

JURN OF EGYPT

1930 N:23 P.P.: 166/178

VERDET, JEAN PIERRE

"EN QUOI L'OEUVRE DE COPERNIC EST-ELLE REVOLUTIONNAIRE?"

L'ASTRONOMIE

1964 N:FEB. P.P.: 55 /68

VILLETTE, J.

"L'ANGE AU CADRAN ET SON ENIGME"

NOTRE-DAME DE CHARTRES

1975 N:25 P.P.:4 /10

WALKER, JEARL

"UN RELOJ SOLAR DE FACIL LECTURA"

INVESTIGACION Y CIENCIA

1981 N:54 P.P.: 54

WOLF, C

"INSTRUCTION POUR LE TRACE DU CADRAN SOLAIRE DE LA SORBONNE"

MANUSCRIT BIBLIOTHEQUE DE LA SORBONNE-M S DU FONDS SUPPLEMEN-1899E DU M., F124 ET FF125-130

ZINNER, E

"LOS RLOJES DE SOL DE NICOLAS
COPRNICO"

INVESTIGACION Y PROGRESO

194 N:14 P.P.: 172/174

ZINNER, E.

"DIE ALLENSTEINER SONNENUHR DE
NIKOLAUS COPPERNICUS"

NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT
IN

1946 N:29 P.P.: 28/29

INDICE

TOMO I

Agradecimiento	4
CAPÍTULO I.	
Introducción	9
Desarrollo de la investigación.....	13
Notas al capítulo I	19
CAPÍTULO II. MODELO PLANETARIO.-	
Introducción.....	22
Sistemas de referencias	31
- Coordenadas esféricas horizontales	31
- " rectilíneas horizontales	32
- " esféricas ecuatoriales	33
- " rectilíneas ecuatoriales	34
Notas al capítulo II	35

CAPÍTULO III. CÁLCULO GRÁFICO ASTRONÓMICO.-	
Introducción.	39
Cálculo de la posición del sol en su órbita aparente.	41
- Realización práctica	50
- División de la circunferencia en arcos iguales a los ángulos barridos por unidad de tiempo (II ley de kepler.)	52
Cálculo del ángulo horario del sol. <u>Eg</u> calas de tiempos.-	55
- Tiempo verdadero.	56
- " civil.	56
- Corrección por diferencias de orígenes	56
- " " " tiempos	57
- " " decreto	57
Cálculo de la declinación solar.	60
-Realización práctica.	64
Cambio de coordenadas.	67
- Cálculo de la altura y azimut.	70
- Cálculo del ángulo horario y la declinación	72
Cálculo de las direcciones de las proyecciones de los rayos solares sobre un diedro orientado.	75
Cálculo del día y la hora en las que las pro- yecciones del rayo de sol, sobre un diedro orientado, forman un ángulo determinado.	80
- Discusión de la solución.	84

Problemas de paso.	86
- Paso del sol por el horizonte. Orto y Ocaso.	86
- Tiempo de permanencia del sol sobre el horizonte.	88
- Paso del sol por el meridiano del lugar. Culminación del astro.	89
- Paso del sol por un almucantarate.	89
- Paso del sol por un vertical.	90
Cálculo de las horas de insolación de un paramento vertical.	93
Cálculo de la culminación, de la hora y azimut de orto y ocaso del sol. Tiempo de permanencia del astro sobre el horizonte. 2º procedimiento	97
- Culminación del sol.	99
- Horas de orto y ocaso.	99
- Tiempo de permanencia del sol sobre el horizonte	101
- Azimut de orto y ocaso.	101
Notas al capítulo III.	104
CAPÍTULO IV. CÁLCULO MECÁNICO DE COORDENADAS. COMPUTADORES ANALÓGICOS.-	
Introducción	111
Anillo astronómico.....	113
Brujula solar	118
- Funcionamiento.	122
Heliometro de posición.	125
- Descripción.	128
- Funcionamiento.	132
- Uso como computador analógico.	134

Notas al capítulo IV	136
CAPÍTULO V.- EL CUADRANTE SOLAR PLANO.	
Análisis del cuadrante solar plano.	139
- Cuadrante horizontal.	140
- " vertical.	147
- " " declinante.	156
El trazado del cuadrante solar plano: antecedentes históricos.	162
Sistema diédrico. Cuadrante horizontal.....	167
- Trazado de las líneas diurnas y horarias.	168
- Cálculo de las asíntotas, ejes, centro y vértices de las hipérbolas diurnas.	170
- Cálculo de las horas de orto y ocaso.	173
- Cálculo de los ejes, vértice y centro de la cónica en el caso elipse.	174
- Cálculo de las líneas horarias y puntos con sus tangentes en el caso elipse.	177
- Horas en las que el sol se encuentra más al E. y más al W.	179
- Caso parábola: determinación de la curva diurna y todos sus elementos.	180
Sistema diédrico. Cuadrantes verticales orientados.	183
- Determinación de las horas de orto y ocaso.	184
- Determinación de las horas de paso del sol por el plano del cuadrante.	186
Sistema diédrico. Cuadrantes verticales declinantes.	198

Trazado del cuadrante solar plano. 2º procedimiento. (Proyectividad entre forma de 2ª categoría).	193
- Trazado de las asíntotas.	196
- " de las líneas diurnas.	196
- " de las líneas horarias.	197
- " de las tangentes a la curva diurnas.	197
Metodología del trazado del cuadrante solar plano.	198
Lectura del cuadrante solar. El cuadrante solar de hora media.	202
Cuadrantes azimutales.	206
Gráficos de conversión de coordenadas.	208
Notas al capítulo V	209
 CAPÍTULO VI. RELOJES ESFÉRICOS.	
Introducción	214
Reloj solar de Mérida.....	219
- Análisis de la esfera del reloj.	220
- Proyección del reloj sobre el plano meridiano.	222
- Situación del gnomon.	225
- Latitud para la que fué construido.	226
- Ángulo de la eclíptica.	226
- Horizonte del reloj.	228
- Las horas en el reloj de Mérida.	231
Análisis de las líneas horarias.	234
Proyección cónica de la esfera del reloj sobre un plano.	238

Reloj solar de Belo.	245
- Análisis de la esfera del reloj.	246
- Líneas de equinocios.	247
- Líneas de solsticios.	249
- Líneas horarias.	252
Proyección sobre el plano meridiano.	256
Proyección cónica plana.	261
Ángulo de la eclíptica con el ecuador. Posi- bilidad de datación.	265
Latitud del reloj.	267
Latitud en la que puede funcionar el reloj....	270
Hipótesis sobre la latitud para la que fué construido el reloj de Belo.	275
Notas al capítulo VI	283

TOMO II

CAPÍTULO VII. PROGRAMAS DE CÁLCULOS.

Introducción.	290
Anomalía media "A-M"	292
Anomalía exéntrica "A-E"	299
Anomalía verdadera "A-V"	307
Declinación "DEC"	315
"YZH"	324
- deducción de las fórmulas empleadas en el programa de cálculo "YZH"	326

"YZV"	336
"CH"	338
Notas al capítulo VII	345
FIGURAS.	
Capítulo II	347
Capítulo III	354
Capítulo IV	377
Capítulo V	396
Capítulo VI	434
Capítulo VII	468
BIBLIOGRAFÍA.	
- Obras	471
- Artículos	489
ÍNDICE.	499