

UNIVERSIDAD DE CHILE



3560 1007475845

523.79
S929c
1968
c.5

43 GRAFICOS DE TRAYECTORIA SOLAR PARA CIUDADES DE CHILE Y ARGENTINA. HELLMUTH STUVEN II

523.79
S 929c
1968
c 5

007.



011023

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA
Y ADMINISTRACION DE OBRAS
BIBLIOTECA

I N T R O D U C C I O N

El conjunto de proyecciones estereográficas de trayectorias del sol medio, para las latitudes que comprende nuestro país que hoy es publicado por iniciativa del Departamento de Tecnología Arquitectónica y Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, de Santiago, fue elaborado en 1968 por el autor con la valiosa colaboración del investigador Allan Rotschkind, del Centro de Computación de la Universidad Santa María, de Valparaíso.

En la fecha de su elaboración, se conocía en el país sólo el grupo de 6 transportadores elaborados por W.M.H. Rennahackamp para las latitudes de 20° a 32° Sur, frecuentemente utilizadas en Sud Africa y por referencias bibliográficas del trabajo clásico de G. Pleijel y la publicación de Cartas Solares para Portugal de E. Cavaleiro A. Silva.

Dado que a fines de 1968 se proyectaban realizar en Córdoba (República Argentina) las Segundas Jornadas de Luminotecnia, se concibió el proyecto de diseñar un programa para computador IBM 1620, en lenguaje "FORTRAN", que permitiere la obtención de los datos necesarios para dibujar con facilidad las Cartas de trayectorias solares, utilizando la proyección estereográfica sugerida por Pleijel, introduciendo sólo como variable la latitud del lugar.

El programa así realizado, se le adicionaron otros programas que indican las horas de salida y puesta de sol medio, en horizonte sin obstrucción. El programa permite la introducción de cualquier latitud de ambos hemisferios.

Sin embargo dado el escaso tiempo de computador disponible en esa ocasión, se prefirió seleccionar las latitudes de diversas ciudades de Chile y Argentina, que son las que ven la luz pública hoy.

Con el auspicio de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile, durante 1970 y 1971 se ha preparado un programa que permitirá la impresión de las horas de salida y puesta del sol medio para todas las latitudes y fechas seleccionadas, y la duración del día. Se encuentra en preparación la conversión del programa de dibujo de Cartas solares de Fortran II y Fortran IV para hacer uso del computador IBM 360, esperando poder publicar un conjunto de Cartas Solares de: 0 a - 90° de latitud de uno en un grado de latitud en una fecha próxima.

El presente trabajo tiene como objetivo sólo el que los arquitectos o ingenieros dispongan de un elemento fácil de usar y versátil para el análisis del asoleamiento, no sólo en los términos geométricos de sombras, penetraciones y obstrucciones, sino que permita su complementación con los gráficos publicados por la Building Research Station de Inglaterra que permiten el análisis cuantitativo de la radiación solar recibida, y aún más combinar su uso con el "globoscopio de Pleijel", el que ya en la Facultad se disponen de algunos ejemplares de 150 mm de diámetro.

Sin la decidida colaboración del D.T.A.A. esta publicación no habría sido posible, por lo que sólo cabe agradecer su gentileza.

HELLMUTH STUVEN LIRA.

INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LAS CARTAS SOLARES Y EL TRANSPORTADOR DE SOMBRA

1) DESCRIPCION DE LA CARTA SOLAR.

Cada una de las cartas de esta publicación, ordenadas de acuerdo a su latitud es una representación en proyección estereográfica de la trayectoria del sol medio durante el año para esa latitud específica.

Sobre el gráfico se pueden identificar los ejes Norte-Sur y Este-Oeste (Figura Nº 1). En la circunferencia externa se indican los ángulos de azimut y, en la parte inferior del eje Norte-Sur, los ángulos de altura que corresponden a circunferencias de radios concéntricos, los que no se dibujan con objeto de no complicar el gráfico.

Las trayectorias del sol, en proyección estereográfica son los arcos de circunferencia sobre los cuales se han indicado las fechas correspondientes a cada trayectoria (Figura Nº 2). Se han elegido 20 fechas, en exacta concordancia con las seleccionadas por la Building Research Station, para la confección de las dos cartas solares que tiene Inglaterra.

Las horas (Tiempo Solar Medio) se representan por las curvas que cortan a las anteriores y bajo las cuales están indicadas.

Cabe hacer notar que para cada trayectoria corresponden dos fechas en el año, pues el movimiento aparente del sol es simétrico con respecto al solsticio de invierno (22 de Junio), que es simétrico consigo mismo y naturalmente con respecto al solsticio de verano (22 de Diciembre).

2) DETERMINACION DE COORDENADAS EN LA CARTA SOLAR.

Para averiguar los ángulos de azimut y altura que tiene el sol para una fecha y hora cualquiera, se une el punto de intersección de las líneas de trayectoria y las líneas de hora, con el centro del gráfico. Luego se prolonga esta recta hasta la circunferencia extrema, donde se podrá leer el ángulo de azimut. Haciendo centro en el punto central del gráfico y tomando como radio la distancia desde éste al punto elegido, se lee en la parte inferior del eje Norte-Sur el ángulo de altura solar. Para las horas y fechas no indicadas expresamente en el gráfico será necesario interpolar o extrapolar gráficamente.

3) DESCRIPCION DEL TRANSPORTADOR.

El transportador Phillips o transportador de sombra, que se incluye al final de la publicación, sirve para relacionar todos estos datos directamente con la fachada del edificio a estudiar, pues es más conveniente utilizar en el análisis gráfico de un problema de asoleamiento los ángulos de posición del sol en un instante dado referidos al muro o fachada que se analiza. Para ello, la posición del sol queda definida por "ángulo vertical de sombra" (α_s) y un "ángulo horizontal de sombra" (β_s). (Figura Nº 3).

La línea base del transportador es la proyección estereográfica del plano vertical, es decir, el que forma 90° con el plano horizontal, y, asimismo, la semicircunferencia externa representa el plano del horizonte: 0° .

4) DETERMINACION DE COORDENADAS EN EL TRANSPORTADOR.

Como la fachada forma un ángulo de 90° con el plano horizontal se le representa en la línea base del transportador. Los ángulos horizontales se cuentan a ambos lados de una perpendicular a la fachada y los ángulos de altura serán ahora representados como curvas intermedias entre los 90° y los 0° , indicados anteriormente.

5) USO DE AMBOS GRAFICOS EN FORMA SIMULTANEA.

Cualquier problema geométrico en relación con el asoleamiento puede ser llevado al transportador de sombra por medio de ángulos horizontales y verticales. Así, por ejemplo, una abertura en un plano vertical con respecto a un punto A, se representa por dos ángulos horizontales a partir de la perpendicular a ella y un ángulo vertical a partir del plano horizontal (Figura N° 4)

De la misma manera se puede representar una obstrucción o una combinación de abertura y obstrucción (Figura N° 4).

Así mismo, todos los datos del gráfico de trayectoria solar pueden ser llevados a la fachada como ángulos horizontales y verticales de sombra.

La superposición de ambos nos proporciona la información completa del sol que puede o no entrar por una abertura, para una orientación dada, tomando en cuenta además las obstrucciones que ésta pudiera tener.

Basta con hacer coincidir los dos centros de los gráficos y girar la línea base del transportador hasta que la fachada tenga la orientación dada o deseada, y al leer, por superposición, se tendrá la información buscada (Figura N° 6).

Siguiendo el mismo método de análisis descrito anteriormente es posible tanto diseñar quebrasoles o protecciones solares que excluyan la penetración solar en horas y fechas dadas, como analizar el comportamiento de un diseño geométrico de quebrasol (Figuras N°s 7, 8, 9).

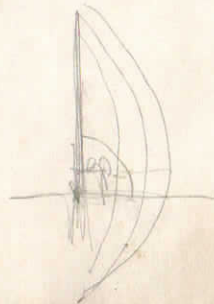
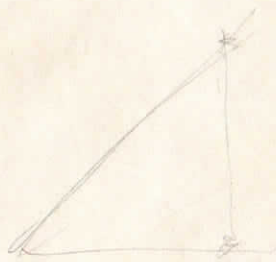
En publicaciones posteriores esta explicación de uso de las cartas solares se conectará con el uso del globoscopio de Pleijel y las cartas de Radiación Solar Recibida y publicadas por la Building Research Station.

6) DESCRIPCION Y EXPLICACION DE USO DEL SISTEMA DE GNOMON.

Se puede apreciar en la figura 10, extraída de una publicación de la PILINGTON BROTHERS llamada "WINDOWS AND ENVIRONMENT", las mismas líneas características de los gráficos de recorrido del Sol que se explicaron anteriormente. Se pueden reconocer en esta figura las proyecciones del recorrido del sol para 12 fechas del año y las líneas de las diferentes horas. Este gráfico se usa para el estudio de sombras en modelos. Ayudará a fijar en éste, las posiciones del sol, y por lo tanto, las sombras que proyecta.

Para hacer uso del sistema de gnomon se procede en la siguiente forma:

- 1) Se recorta y se pliega el gráfico donde está indicado.
- 2) Se coloca un elemento vertical fino (aguja o alfiler) del tamaño expresado allí, perfectamente perpendicular a la superficie del papel y en la posición donde se indica.

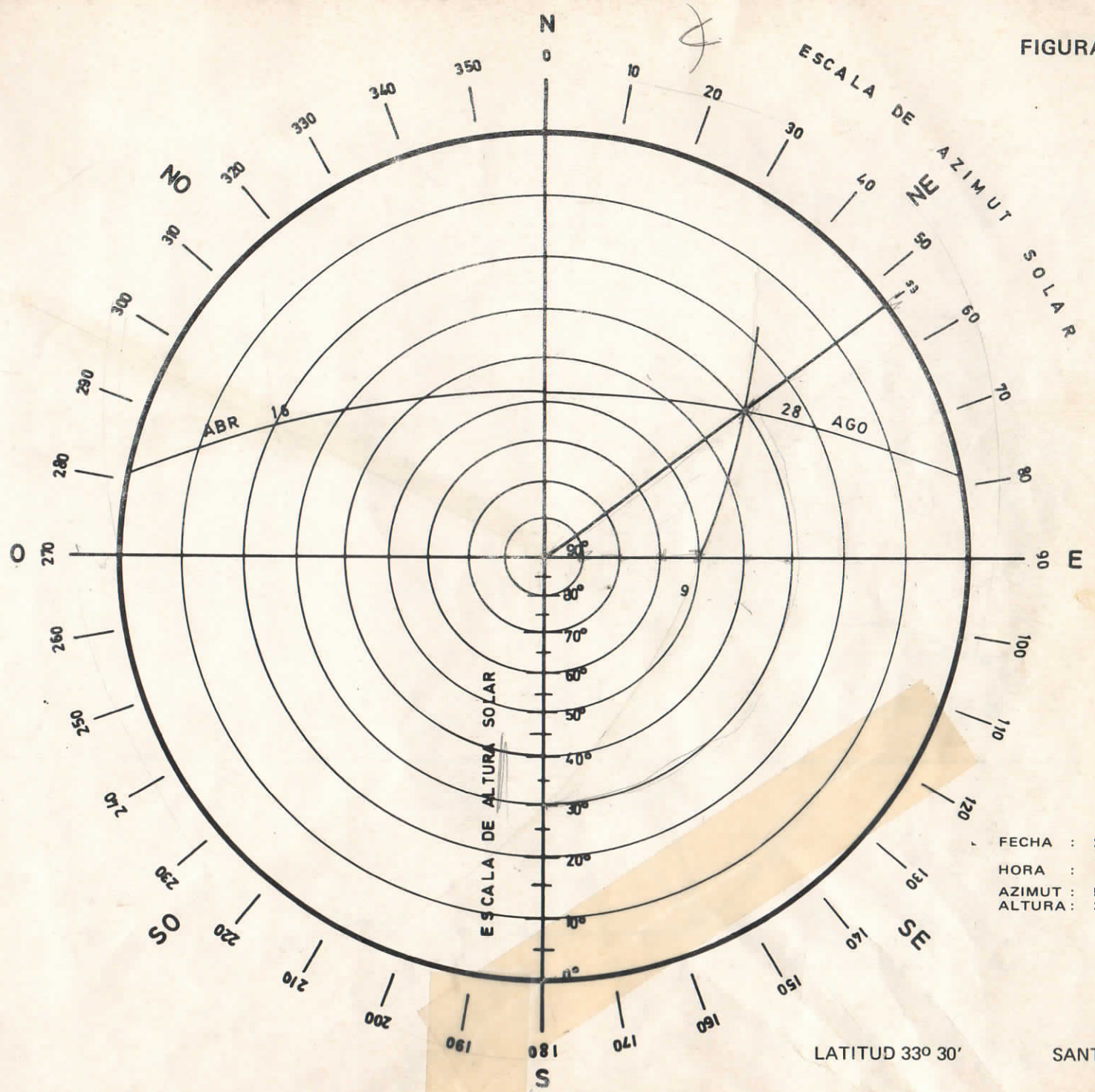


- 3) Se ajusta el ángulo de latitud del lugar a estudiar, en los goniómetros adjuntos al gráfico. Así el plano queda inclinado en el ángulo que le corresponde.
- 4) Se coloca el gráfico junto al modelo en una superficie horizontal.
- 5) Se orienta el norte del gráfico en la misma dirección del norte geográfico del modelo.
- 6) Se expone todo el conjunto al sol y se ajusta su orientación de acuerdo a la fecha y hora del momento o se utiliza una fuente de luz artificial que simule el sol para cualquier fecha y hora que se desee examinar; siempre que la fuente esté suficientemente alejada para que sus rayos sean lo más paralelos posibles (2 m. aprox.).
- 7) Para obtener la hora de reloj se debe sumar o restar a la hora solar del gráfico el valor de la ecuación del tiempo para la fecha a estudiar. Si se hace la observación con el sol verdadero habrá que tomar como base para este cálculo, la hora civil del lugar (la que corresponde al meridiano del lugar).
- 8) Cuando está todo debidamente ajustado se puede hacer la observación del Sistema de Sombras que se produce en el modelo.

TABLA DE LA ECUACION DEL TIEMPO PARA DISTINTAS FECHAS.

FECHA	PARA OBTENER LA HORA DEL RELOJ
21 Enero	Sumar 11 minutos al tiempo solar medio
23 Febrero	Sumar 13 1/2 minutos al tiempo solar medio
21 Marzo	Sumar 7 1/2 minutos al tiempo solar medio
16 Abril	No se requiere corrección
21 Mayo	Restar 3 1/2 minutos del tiempo solar medio
22 Junio	Sumar 1 1/2 minutos al tiempo solar medio
24 Julio	Sumar 6 1/2 minutos al tiempo solar medio
28 Agosto	Sumar 6 1/2 minutos al tiempo solar medio
23 Septiembre	Restar 7 1/2 minutos del tiempo solar medio
20 Octubre	Restar 15 minutos del tiempo solar medio
22 Noviembre	Restar 14 minutos del tiempo solar medio
22 Diciembre	Restar 2 1/2 minutos del tiempo solar medio

FIGURA 1

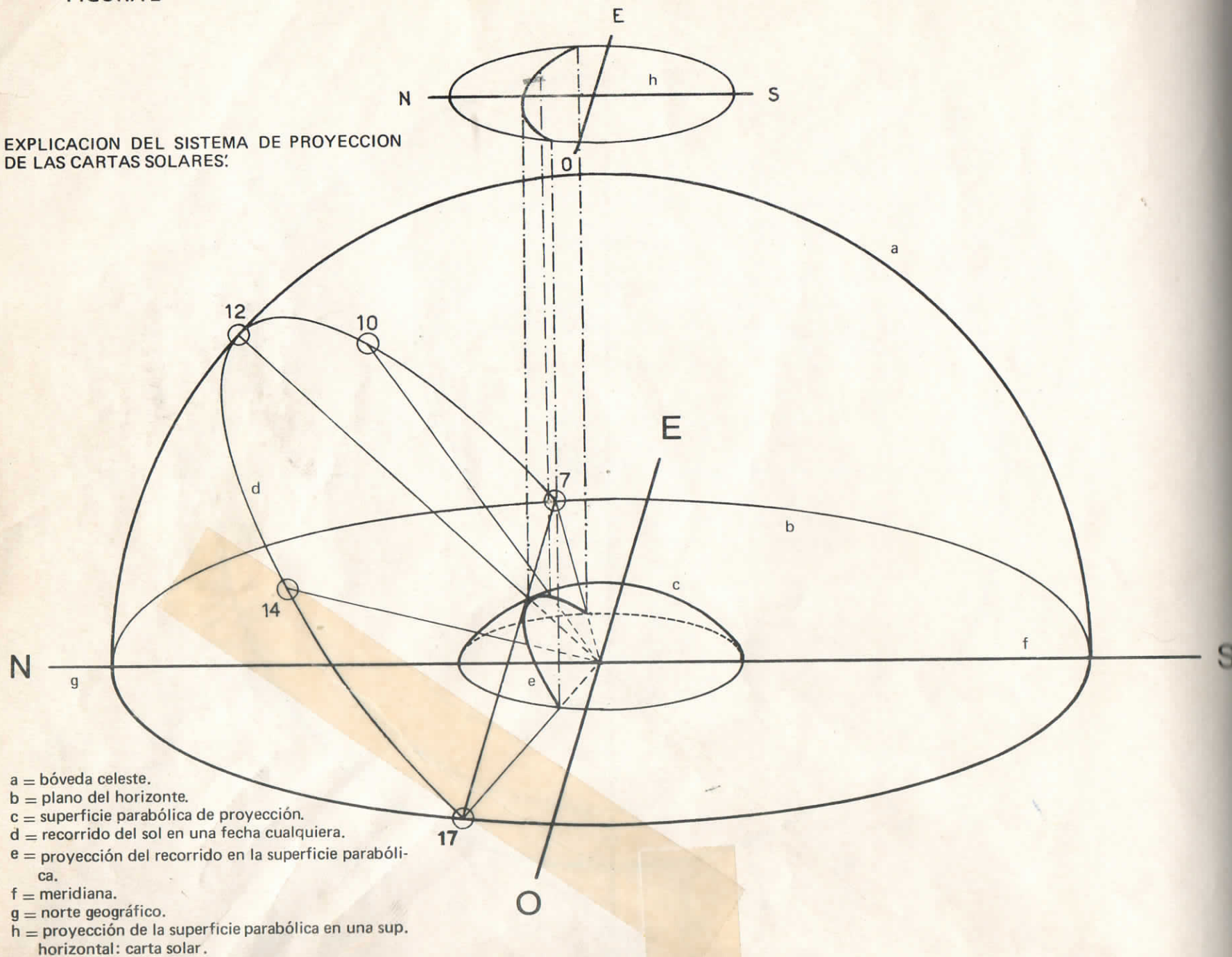


FECHA : 28 AGOSTO
16 ABRIL
HORA : 9 A.M.
AZIMUT : 53°
ALTURA : 30°

LATITUD 33° 30' SANTIAGO

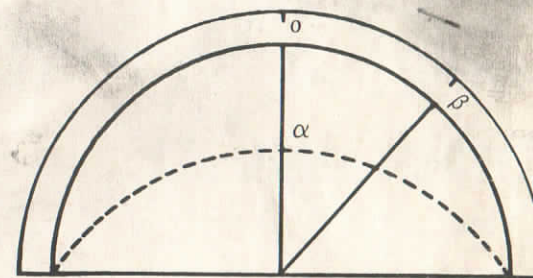
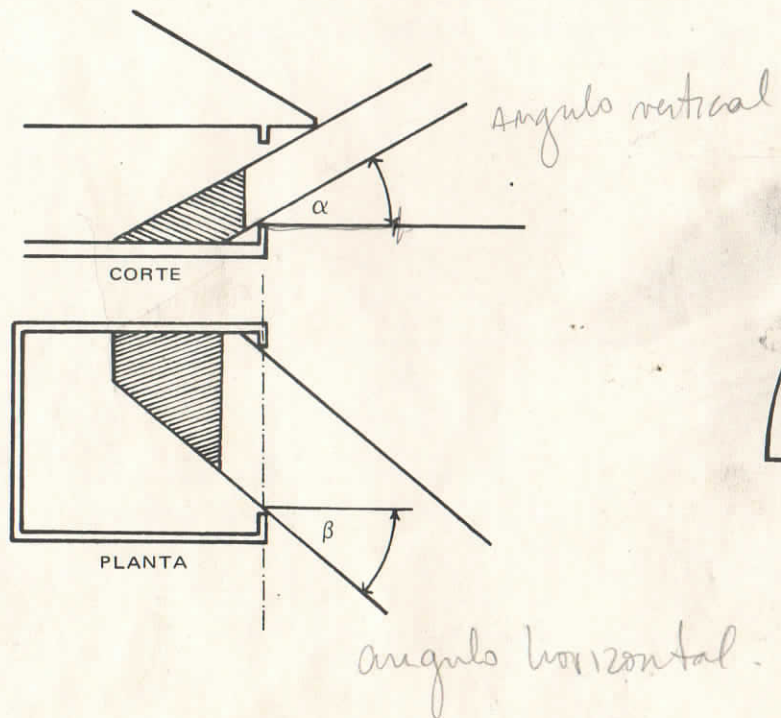
FIGURA 2

EXPLICACION DEL SISTEMA DE PROYECCION
DE LAS CARTAS SOLARES:



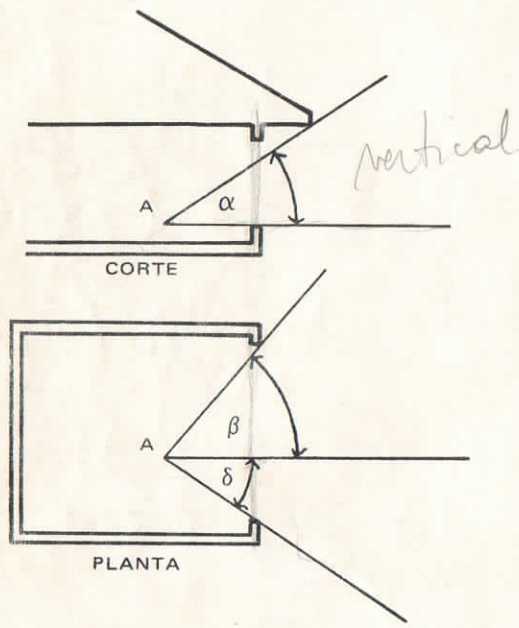


PENETRACION DE SOL.

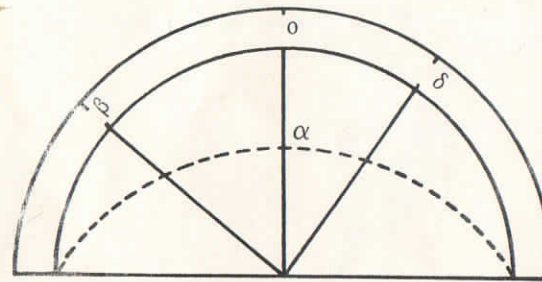


TRANSPORTADOR DE SOMBRA,

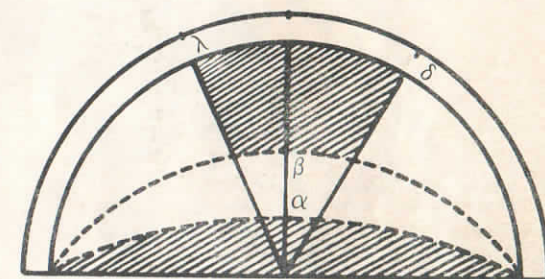
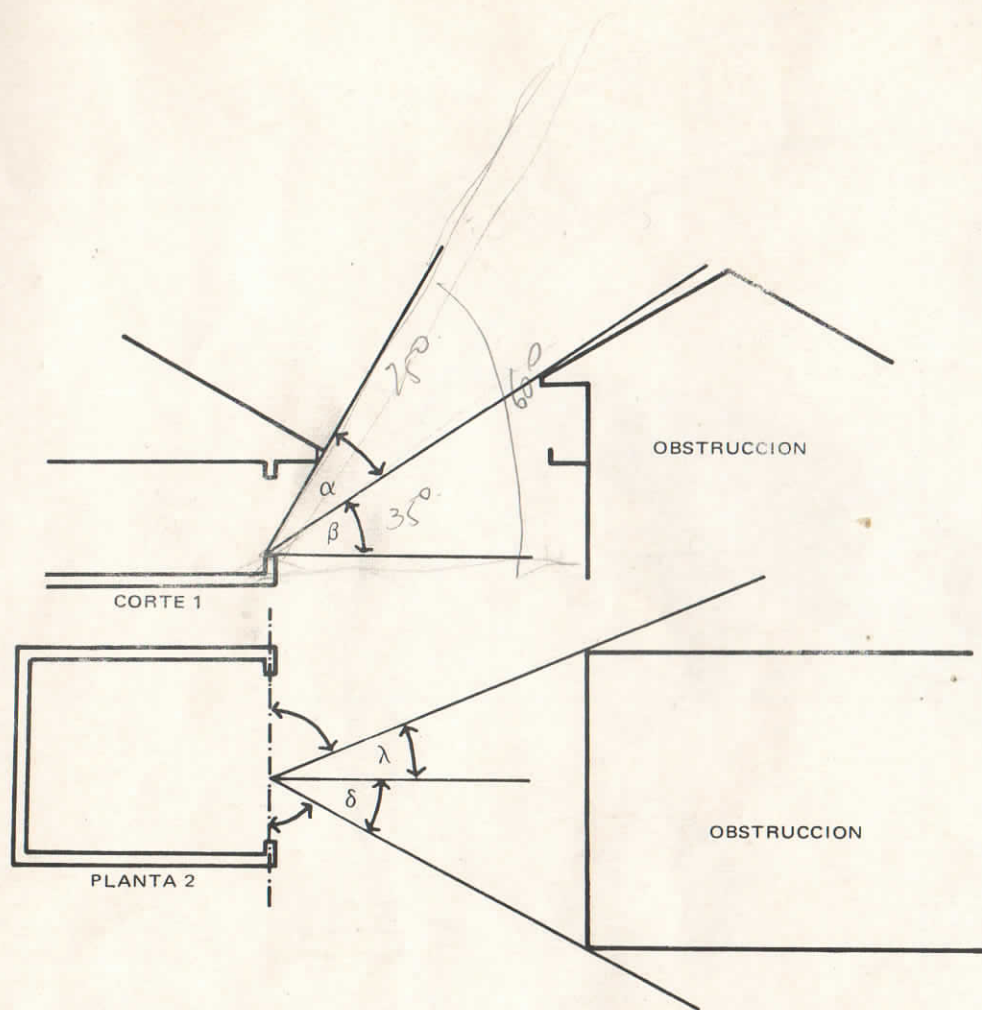
FIGURA 4



ANGULOS DE OBSTRUCCION DE UN PUNTO EN EL INTERIOR DEL RECINTO.



TRANSPORTADOR DE SOMBRA

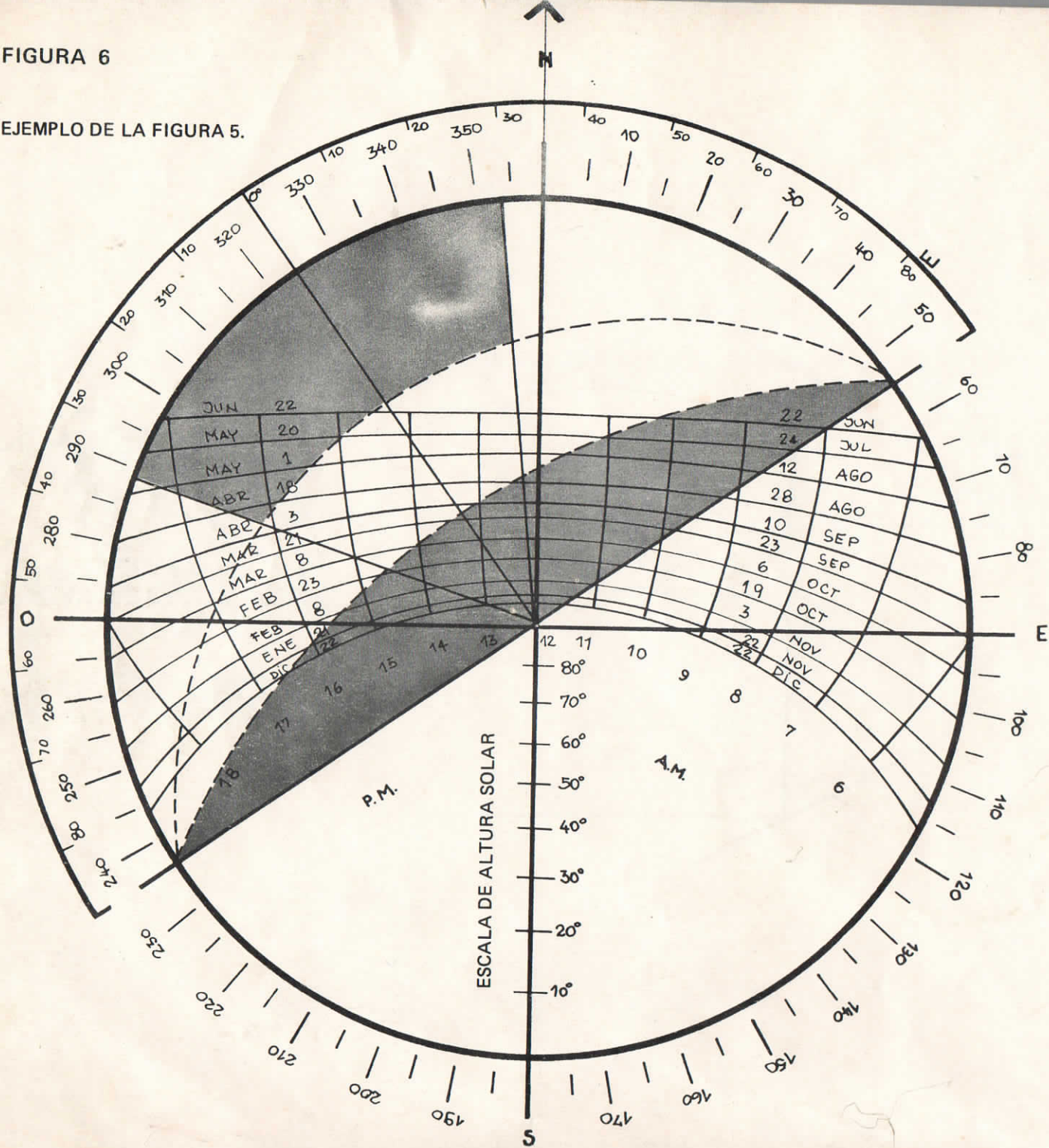


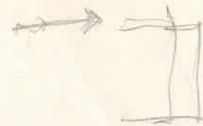
TRANSPORTADOR DE SOMBRA

LA PARTE SOMBREADA INDICA LAS ZONAS DONDE, UN DETERMINADO PUNTO, NO TIENE POSIBILIDADES DE RECIBIR RADIACION SOLAR DIRECTA.

FIGURA 6

EJEMPLO DE LA FIGURA 5.





TIPOS BASICOS DE PROTECTORES SOLARES Y SUS PROYECCIONES.

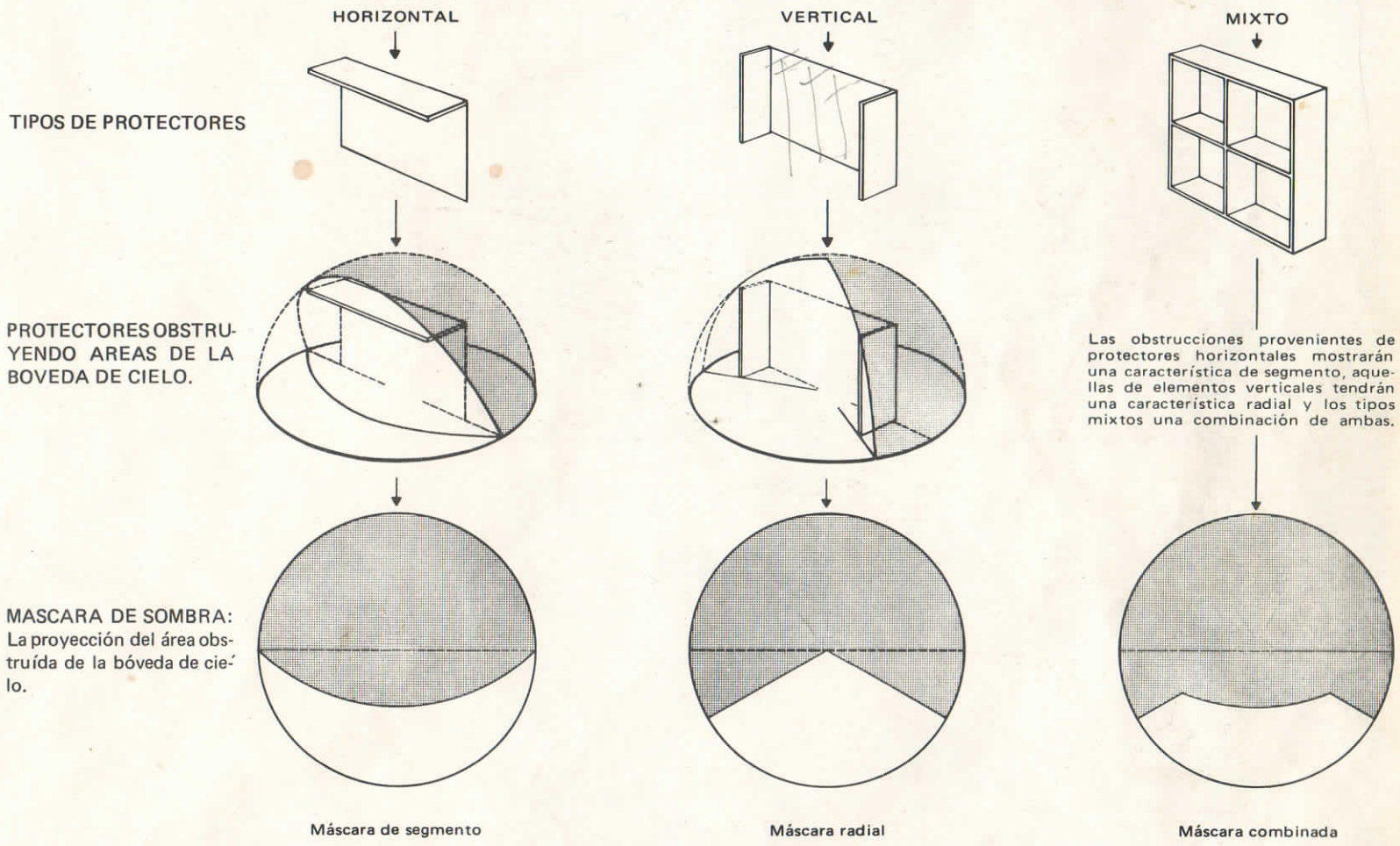
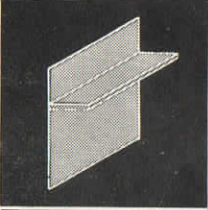

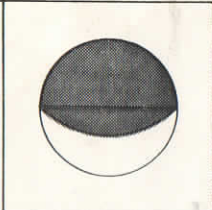
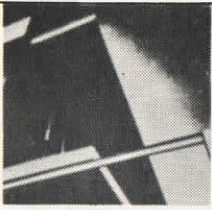
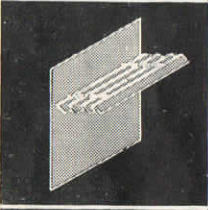
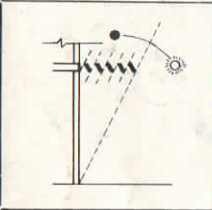
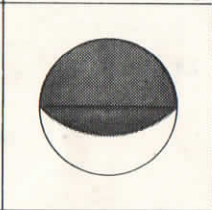
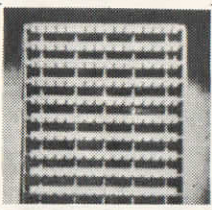
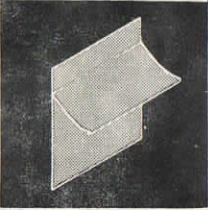
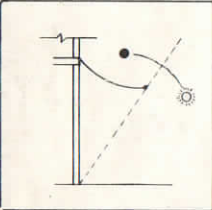
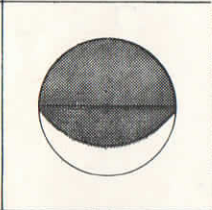
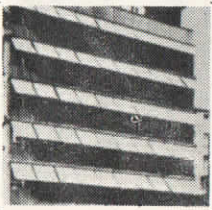
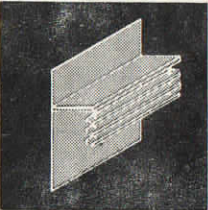
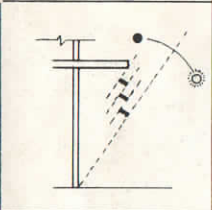
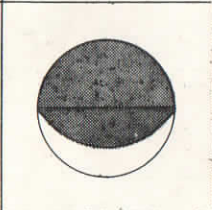
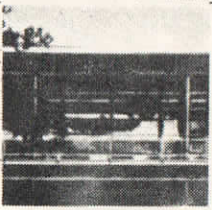

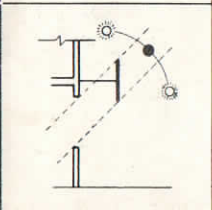
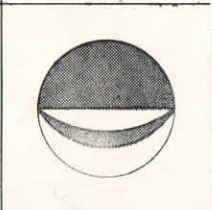

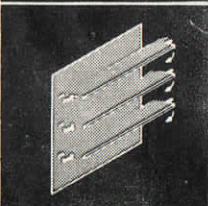
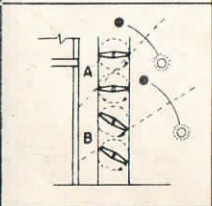
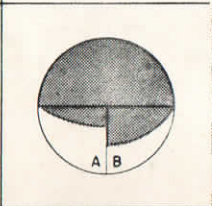



FIGURA 8

TIPOS HORIZONTALES				
PERSPECTIVA	CORTE	MASCARILLA	EJEMPLO	CARACTERISTICAS
				Los voladizos horizontales son más eficientes en las orientaciones hacia el Norte.
				Las celosías paralelas al plano del muro tienen la ventaja de permitir la circulación del aire. Las celosías inclinadas proporcionan mejor protección que las verticales.
				Los toldos de lona tienen las mismas características de voladizos sólidos y pueden ser del tipo retráctil.
				Cuando se requiere protección contra el sol en ángulos de altitud bajos, es conveniente colgar las celosías de voladizos sólidos para una mejor eficiencia.
				Una pantalla sólida o perforada paralela al muro, corta la penetración de los rayos más bajos del sol.
				Celosías móviles horizontales cambian su mascarilla de acuerdo a su ángulo de inclinación.



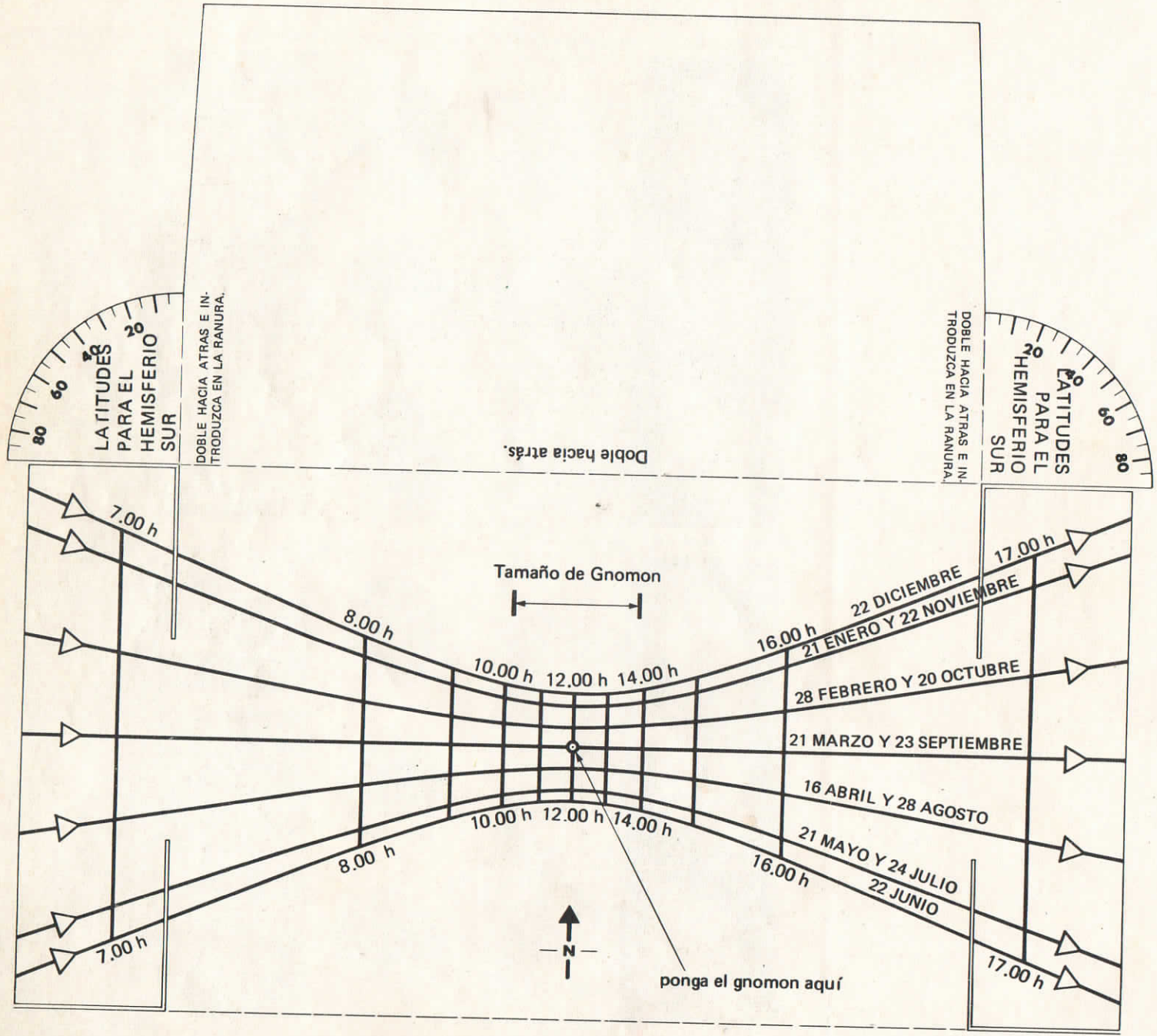
TIPOS VERTICALES

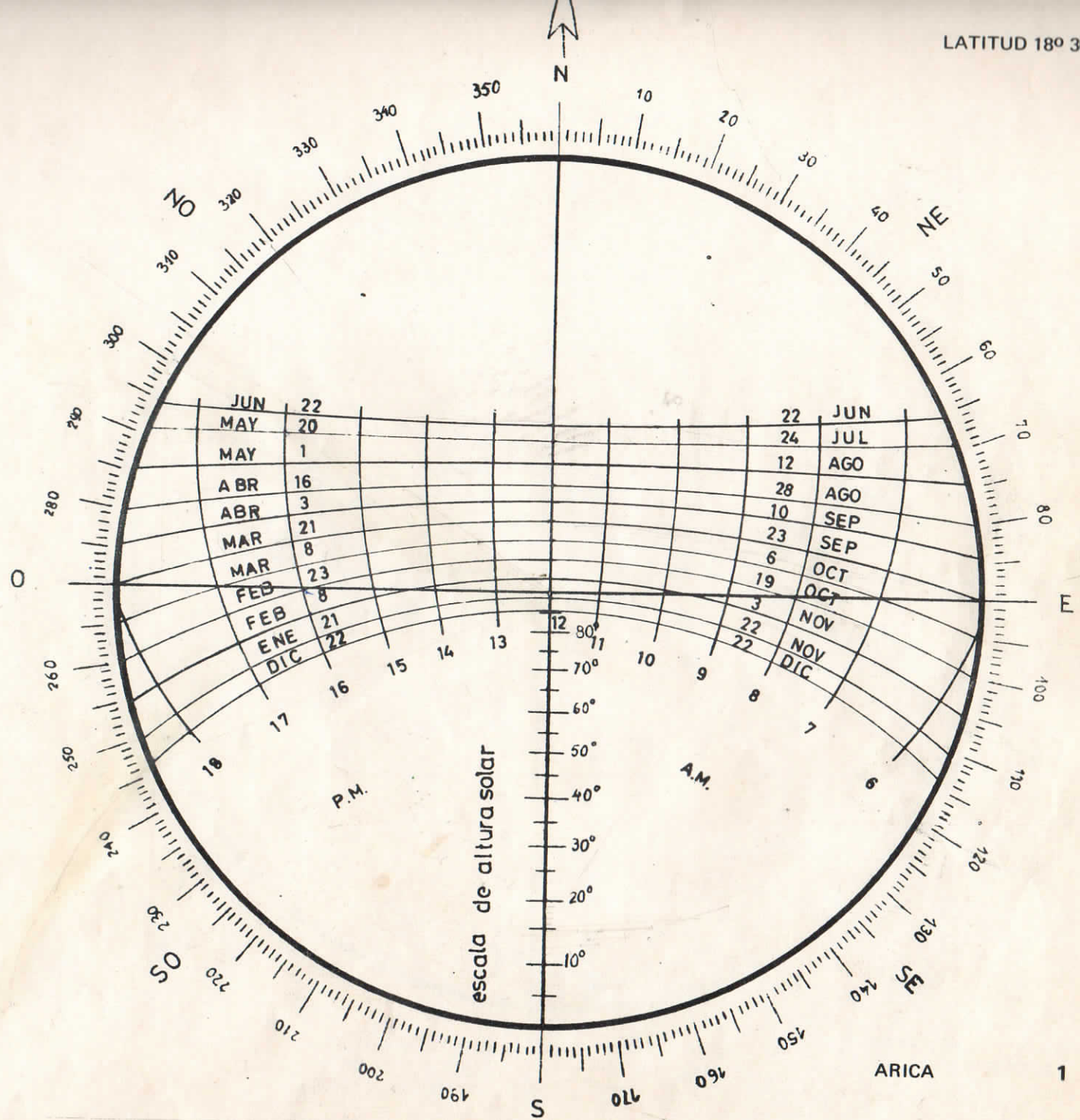
PERSPECTIVA	PLANTA Y CORTE	MASCARILLA	EJEMPLO	CARACTERISTICAS
				Los elementos verticales sirven tanto para proteger del sol del oeste o este como para orientaciones cercanas a ésta. Su mascarilla característica es segmentada.
				Los elementos verticales inclinados con respecto al muro dan como resultado una mascarilla asimétrica. La separación del muro evitará la transmisión del calor.
				Los elementos verticales móviles pueden sombrear el muro completamente o abrirlo en diferentes direcciones de acuerdo a la posición del sol.

TIPOS "CAJA DE HUEVOS"

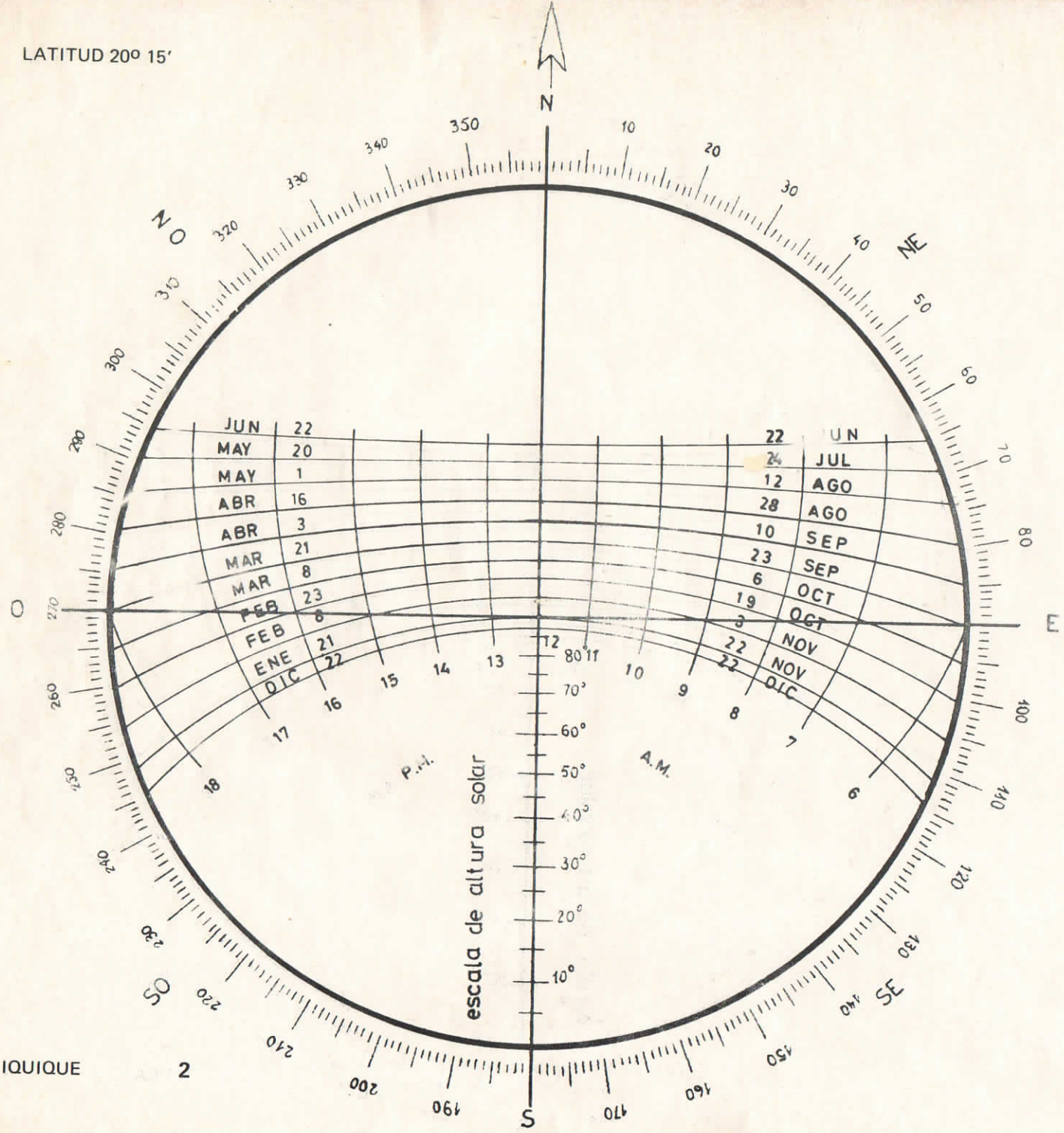
				Los tipos similares a "cajas de huevo" son combinaciones de tipos horizontales y verticales y su mascarilla es una superposición de ambas.
				Un tipo sólido de "caja de huevo" con elementos verticales inclinados da como resultado una mascarilla asimétrica.
				Un protector de "caja de huevo" con elementos horizontales móviles muestra características flexibles en su mascarilla. A causa de su alta proporción de sombra las "cajas de huevo" son eficientes para climas cálidos.

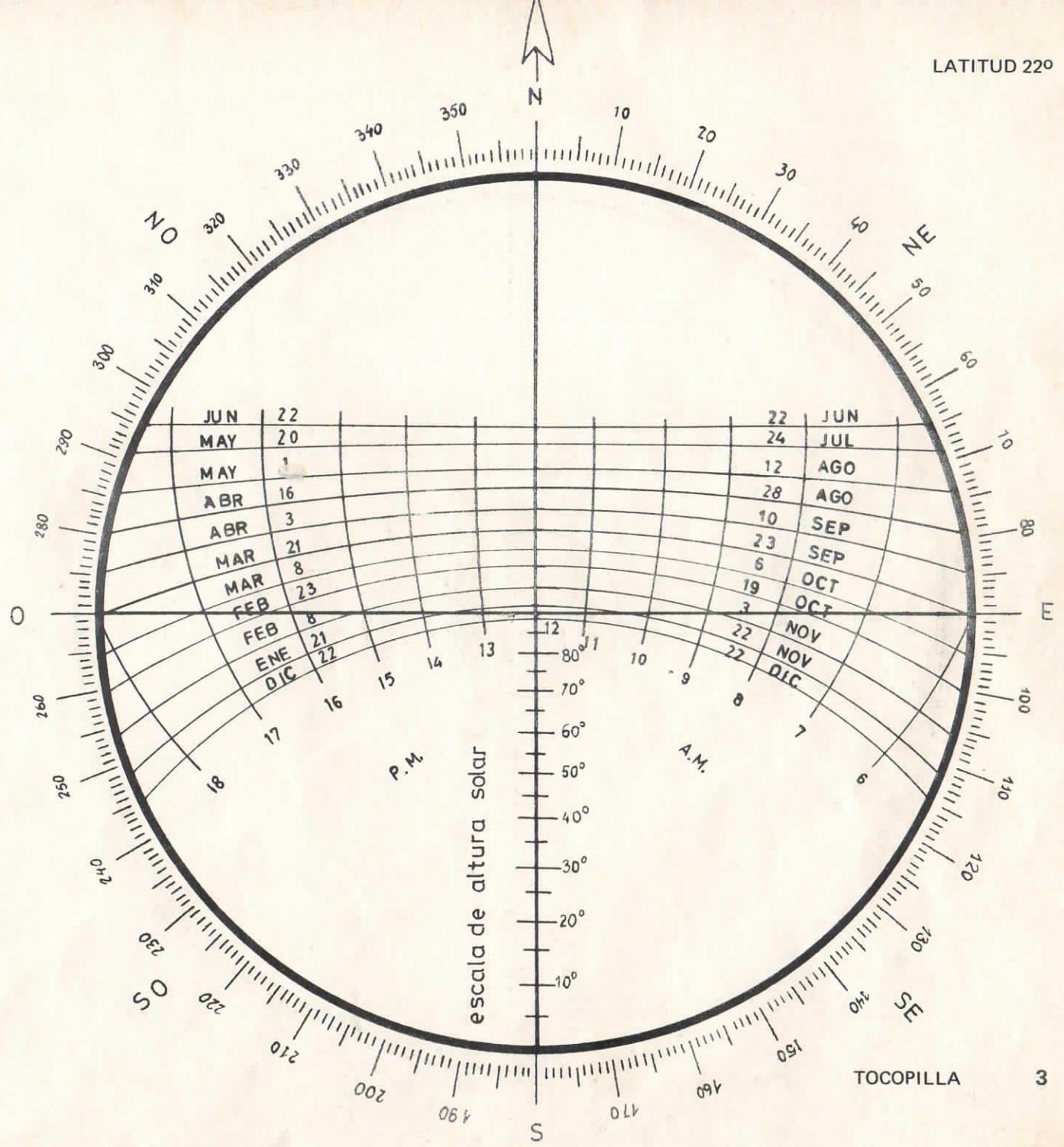
FIGURA 10



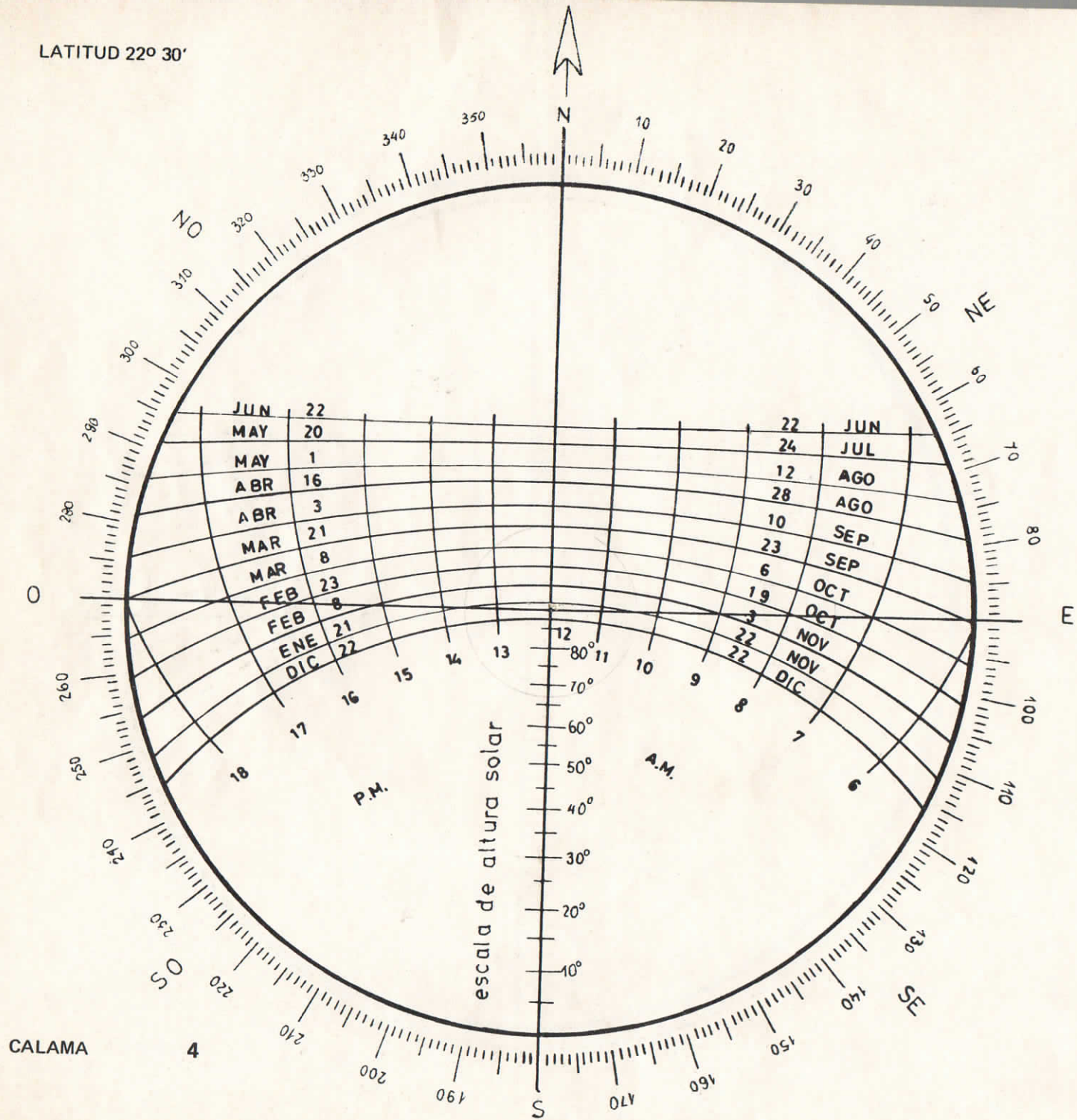


LATITUD 20° 15'



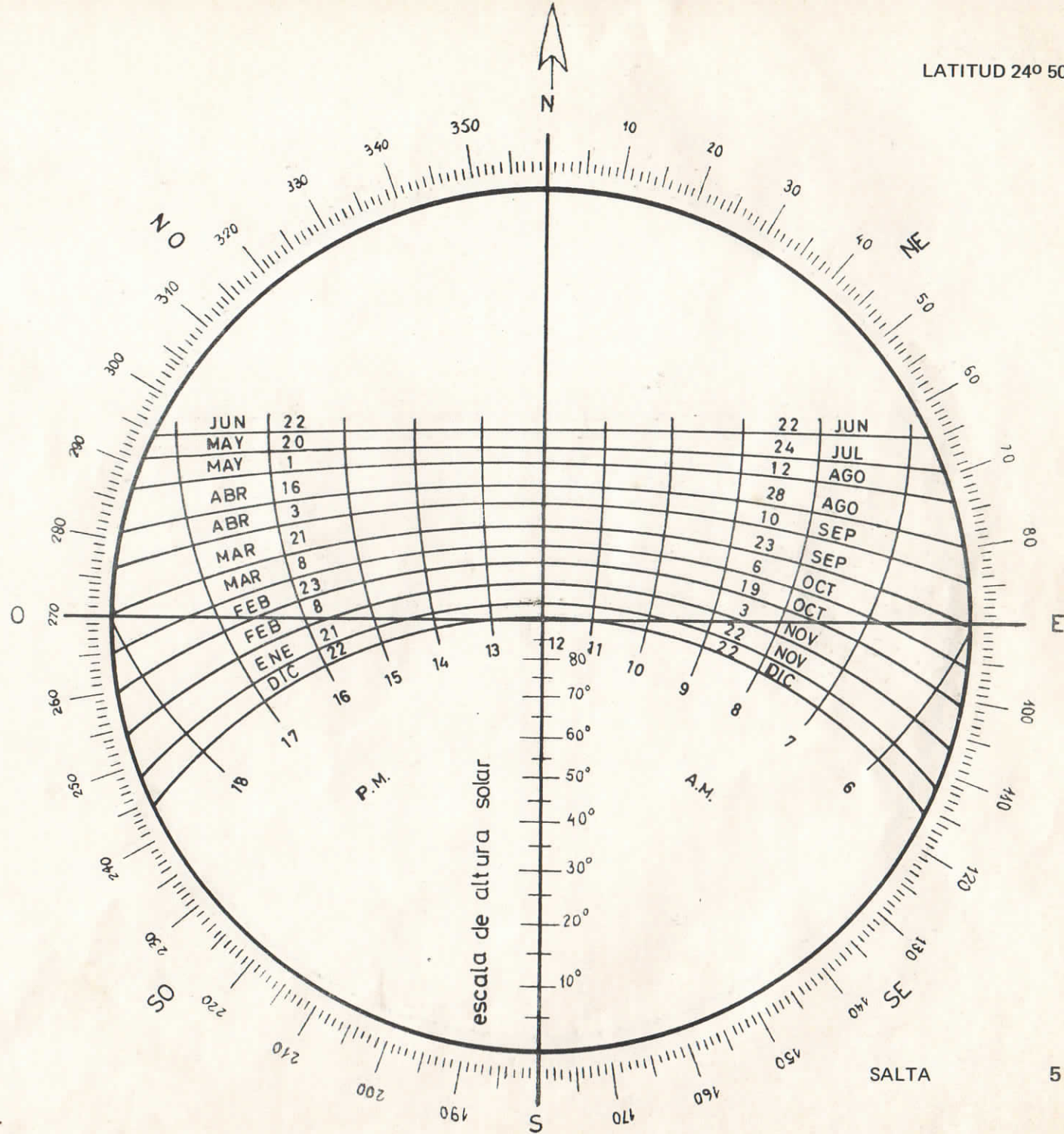


LATITUD 22° 30'

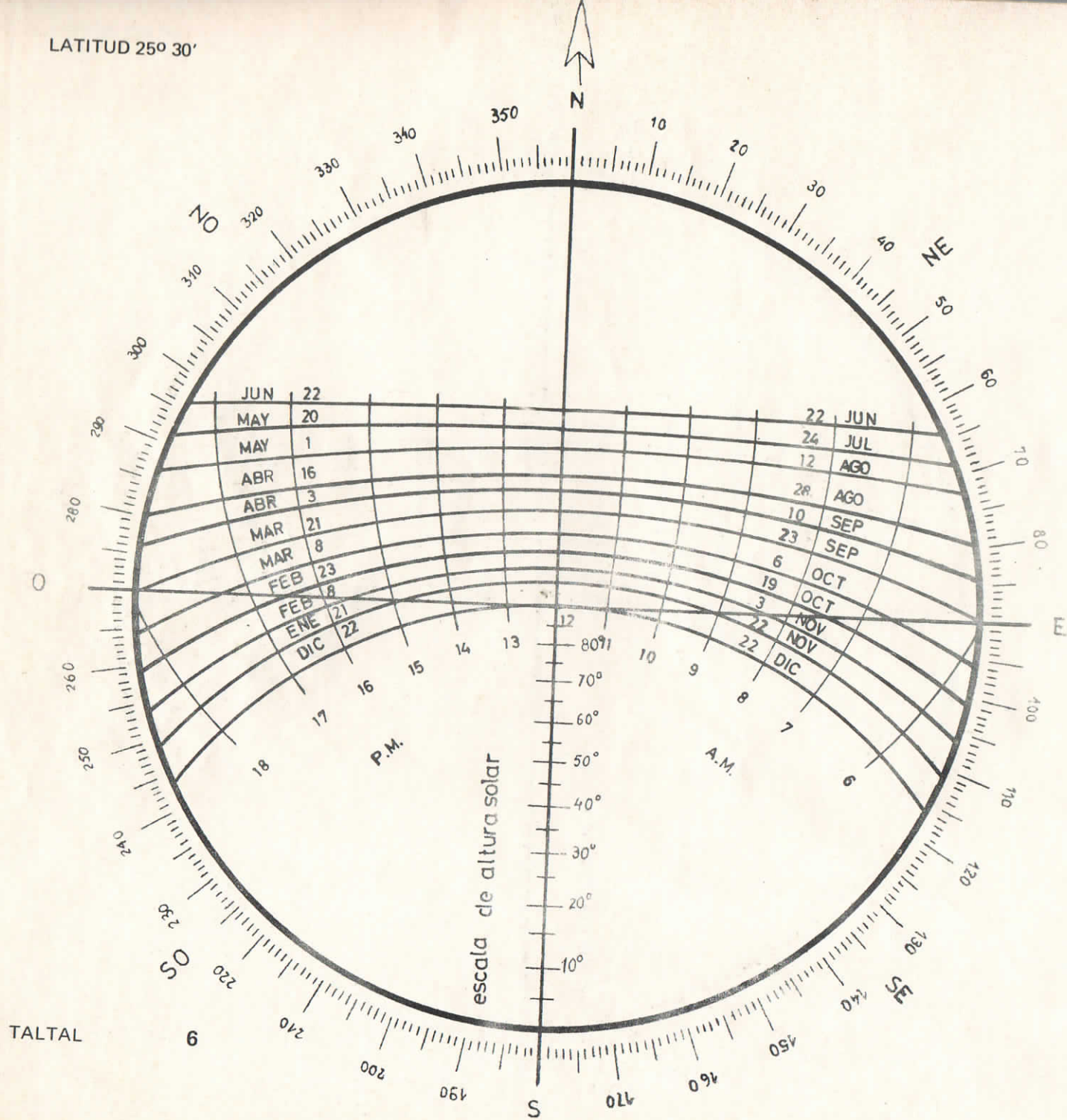


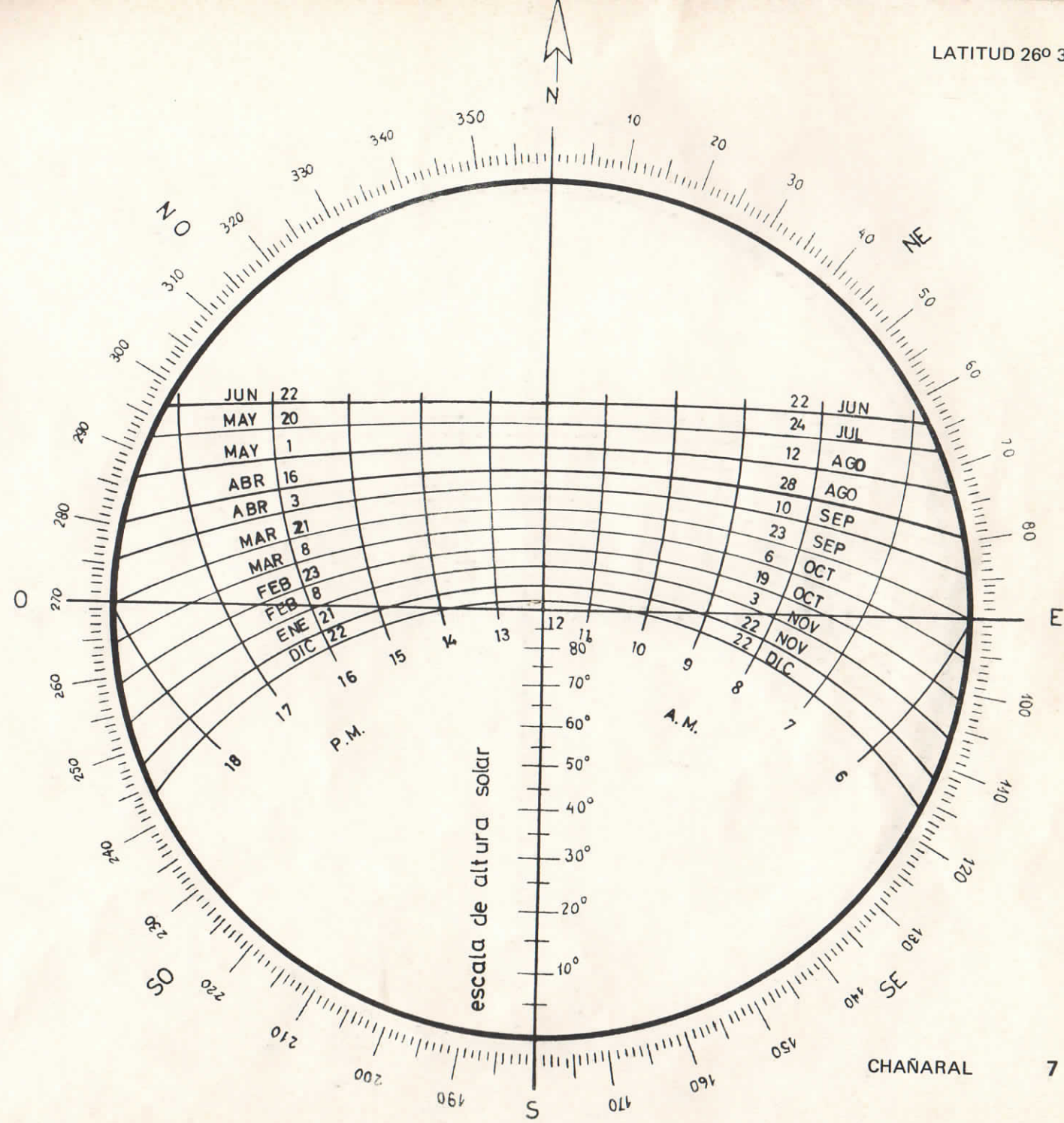
CALAMA

4

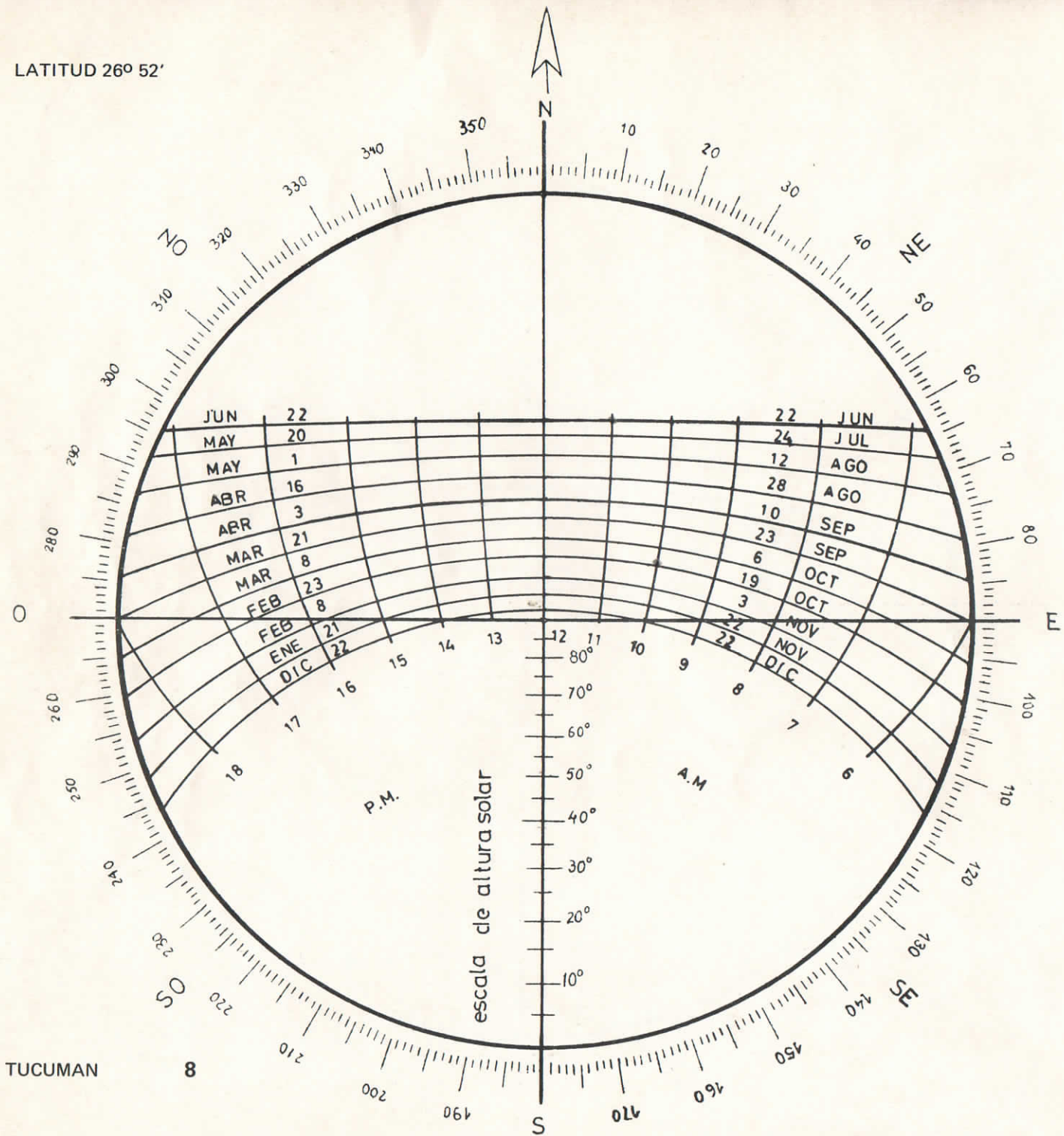


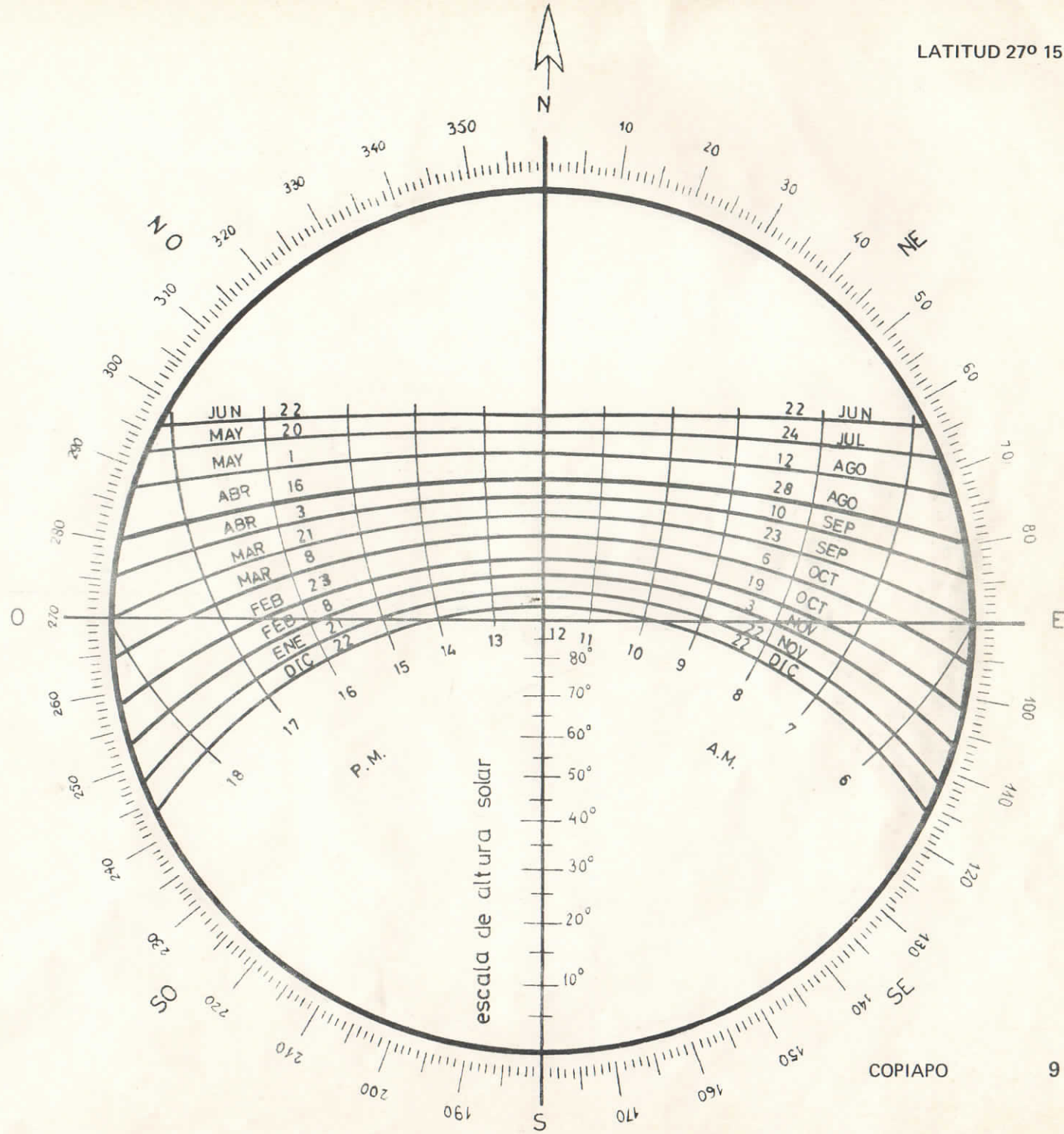
LATITUD 25° 30'



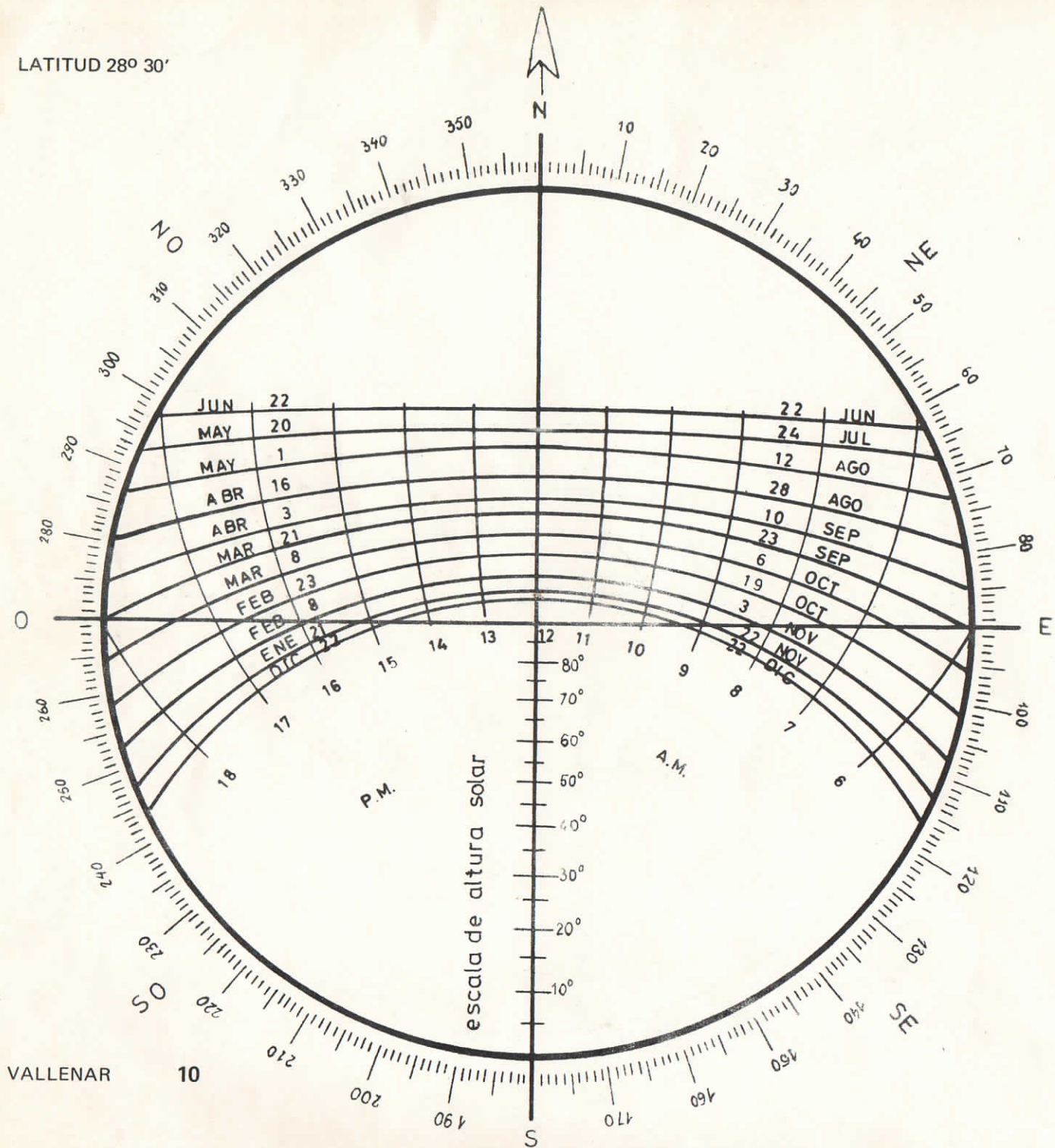


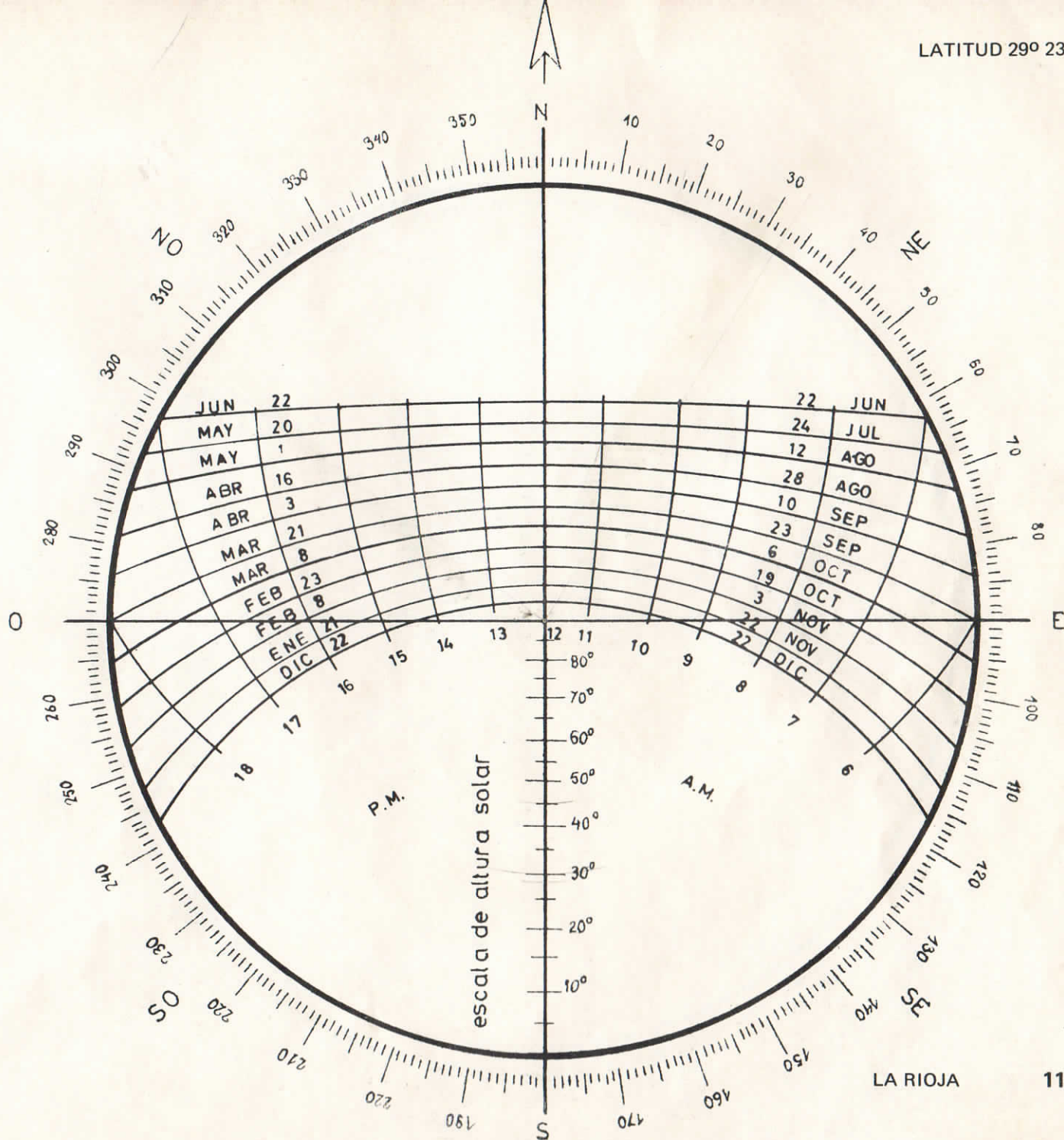
LATITUD 26° 52'



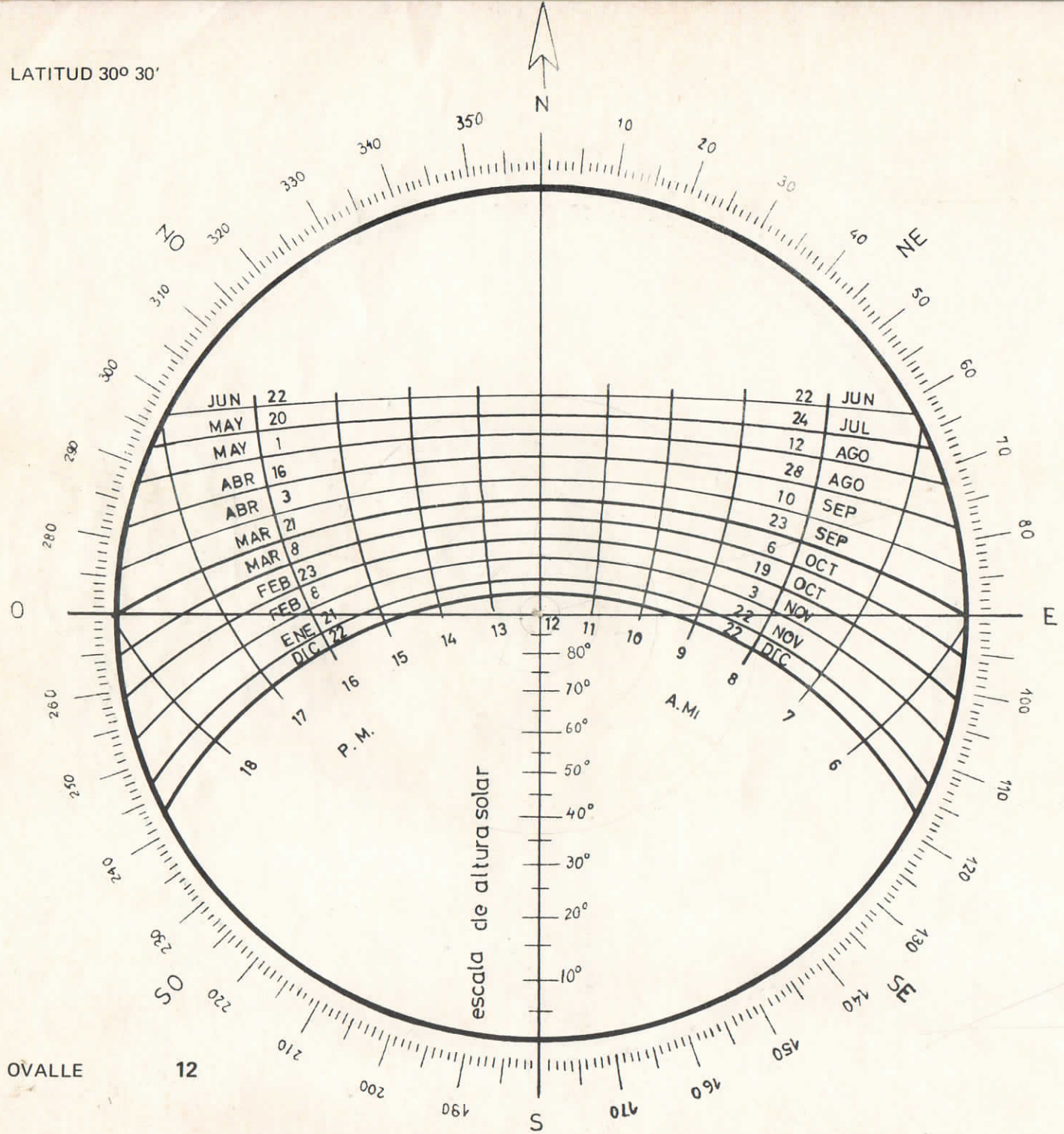


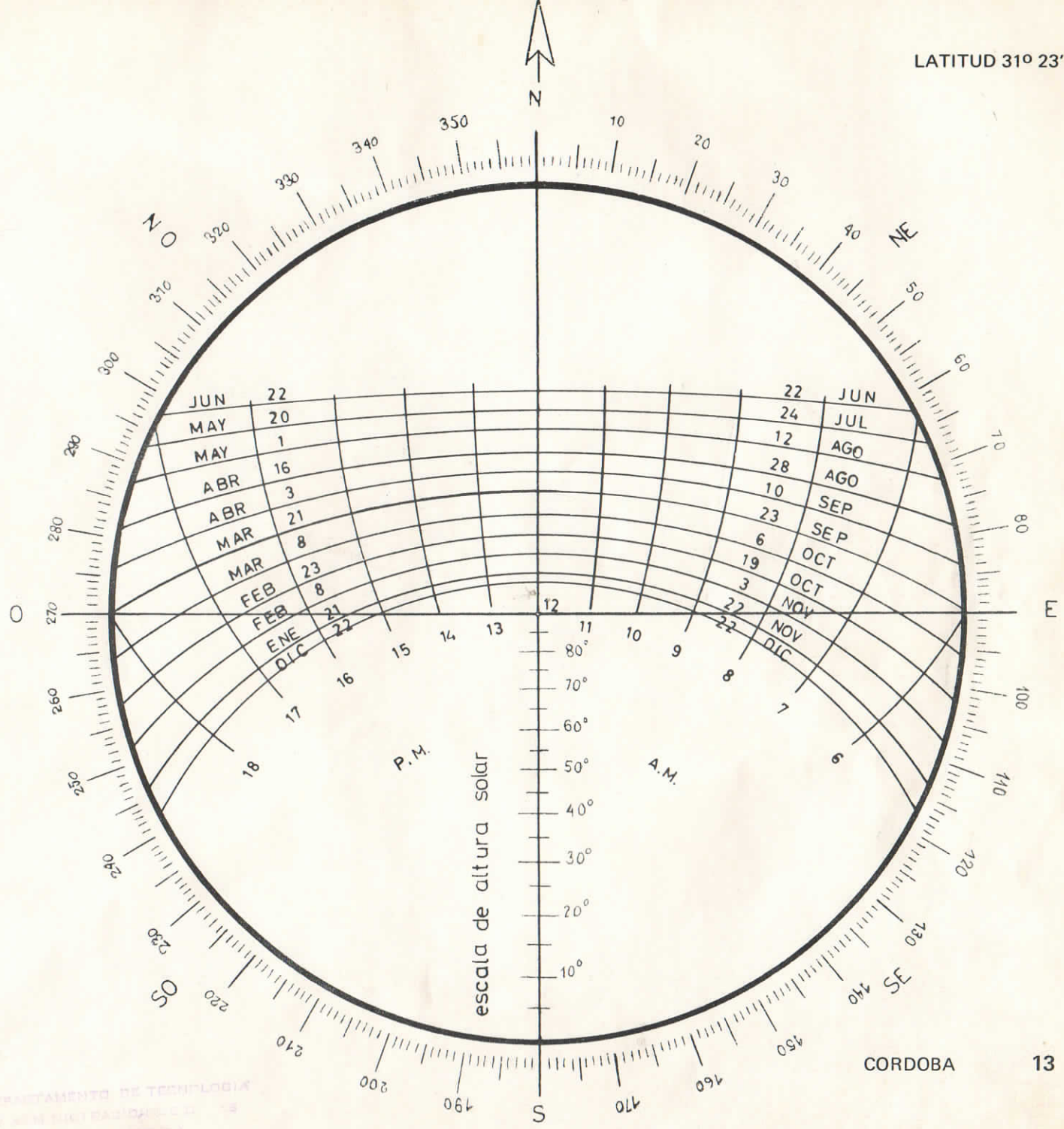
LATITUD 28° 30'





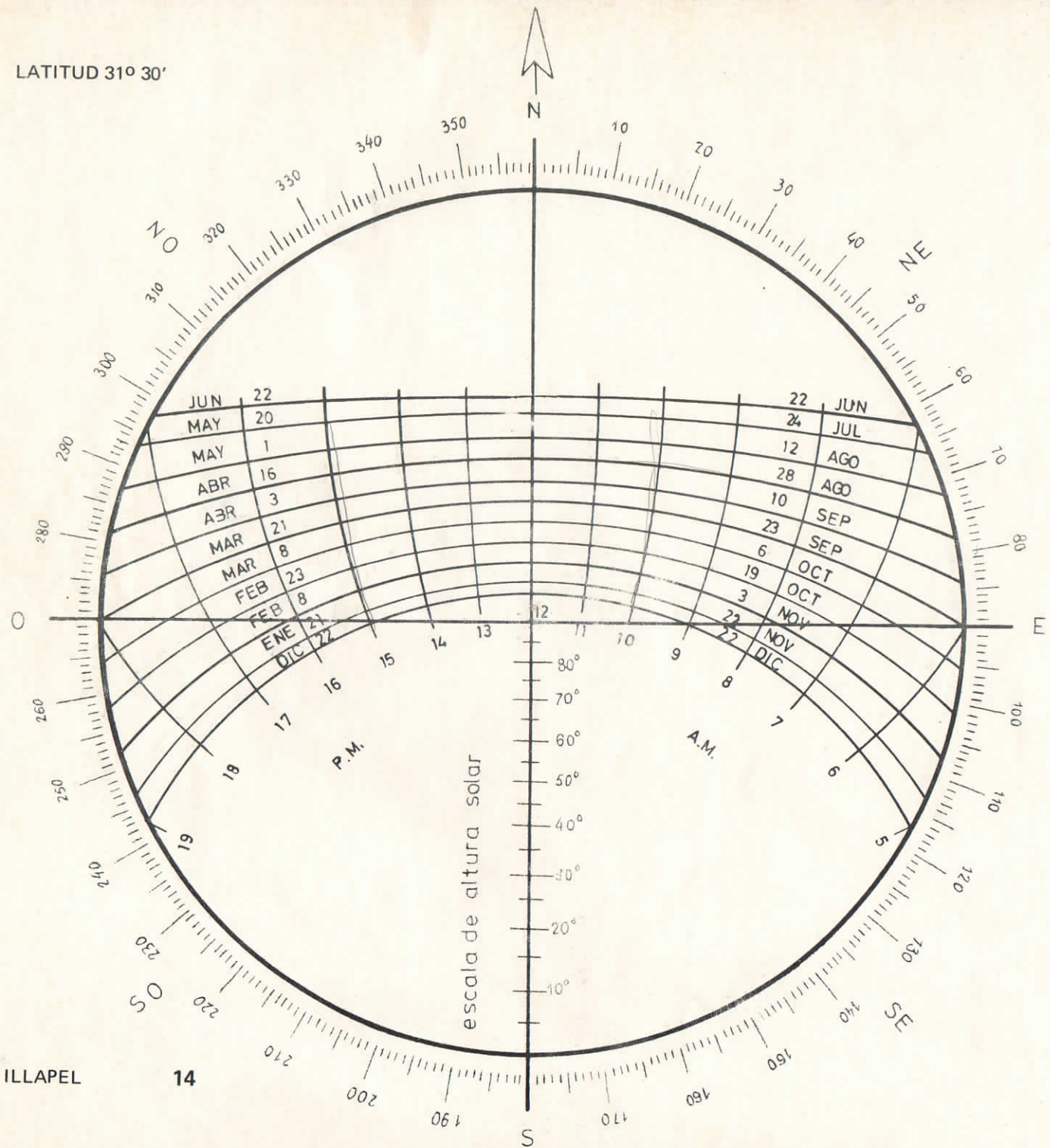
LATITUD 30° 30'

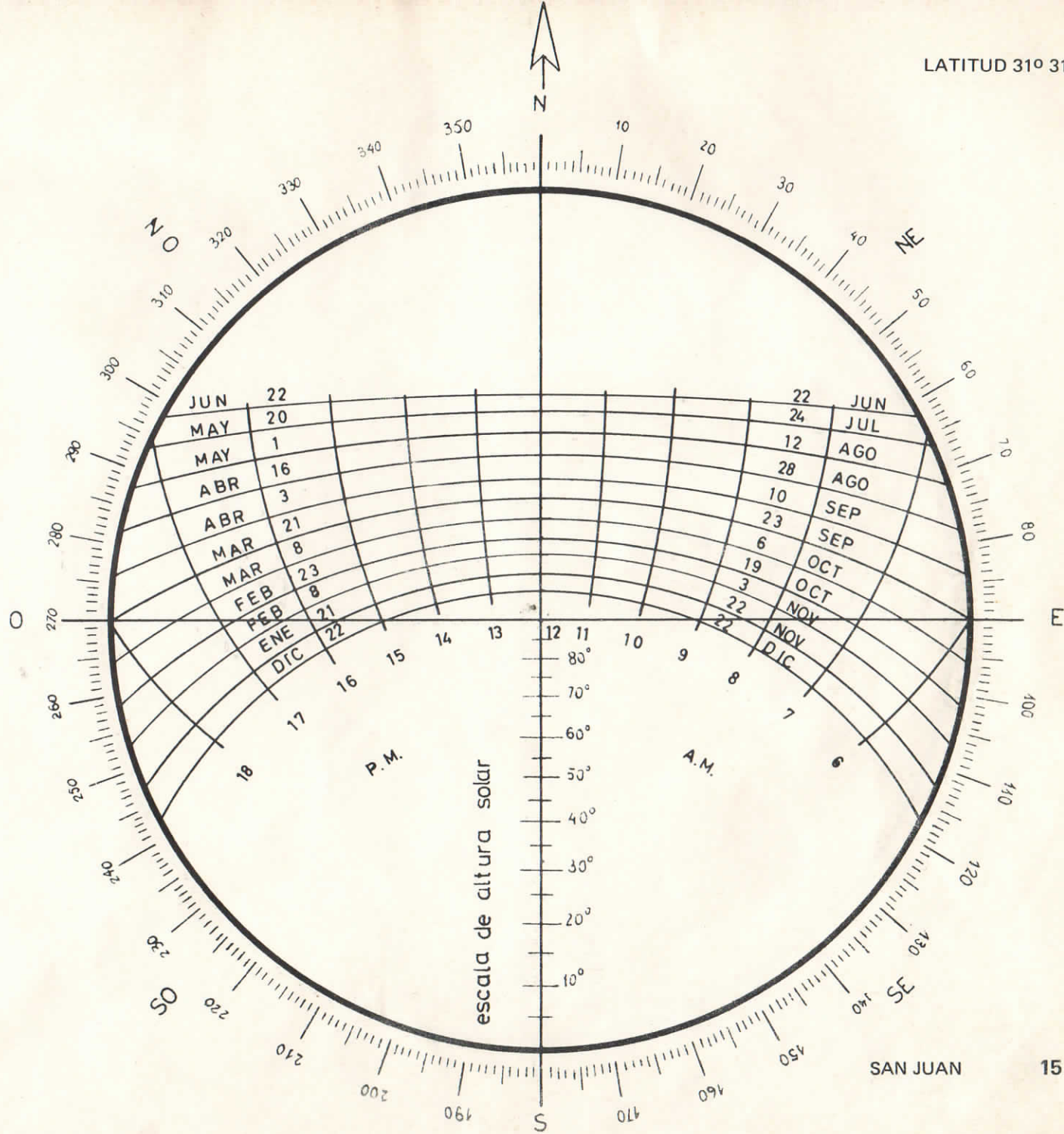


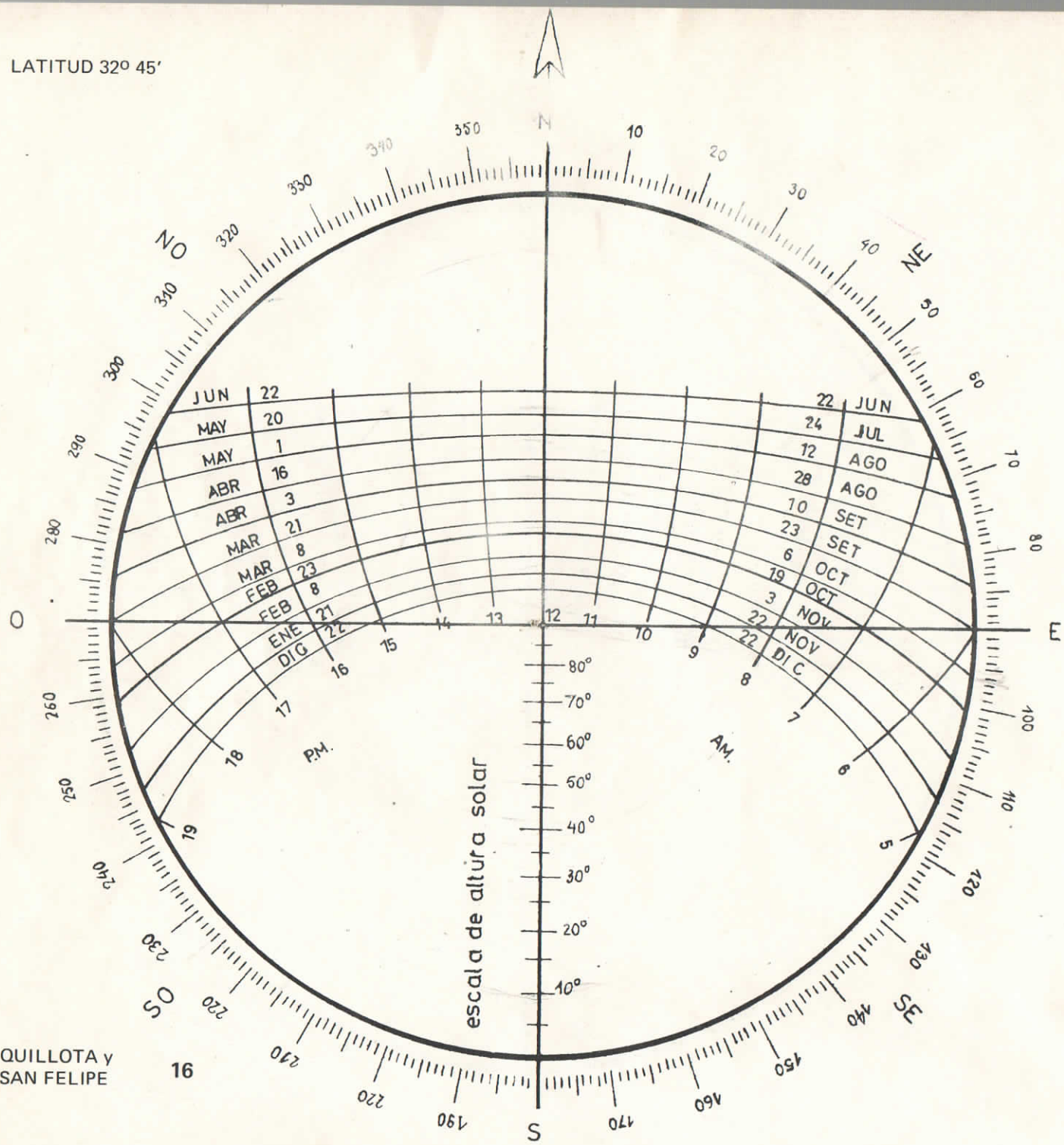


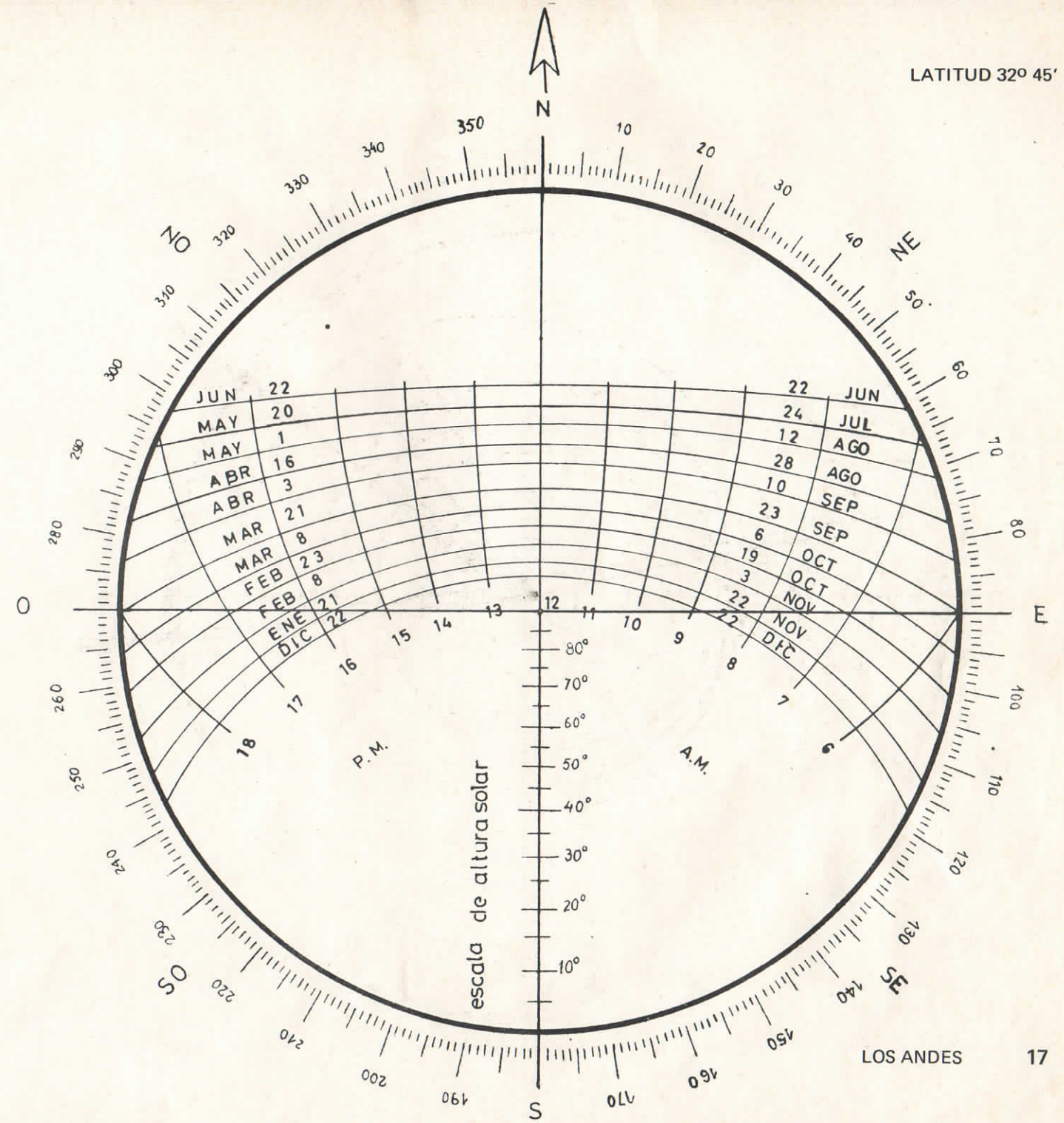
TRATAMIENTO DE TECNOLOGIA
Y SISTEMAS DE INFORMACION
BIBLIOTECA

LATITUD 31° 30'

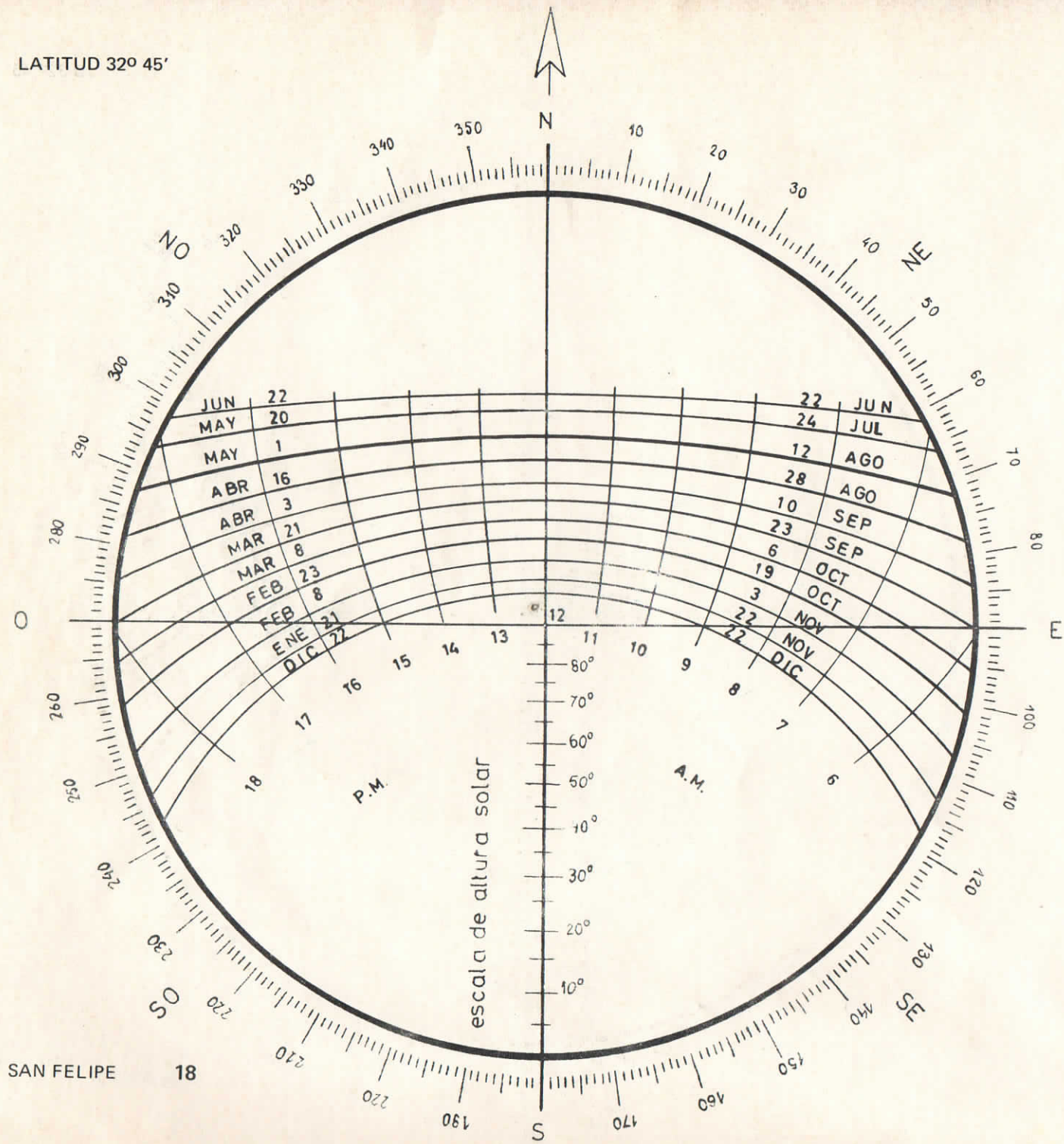


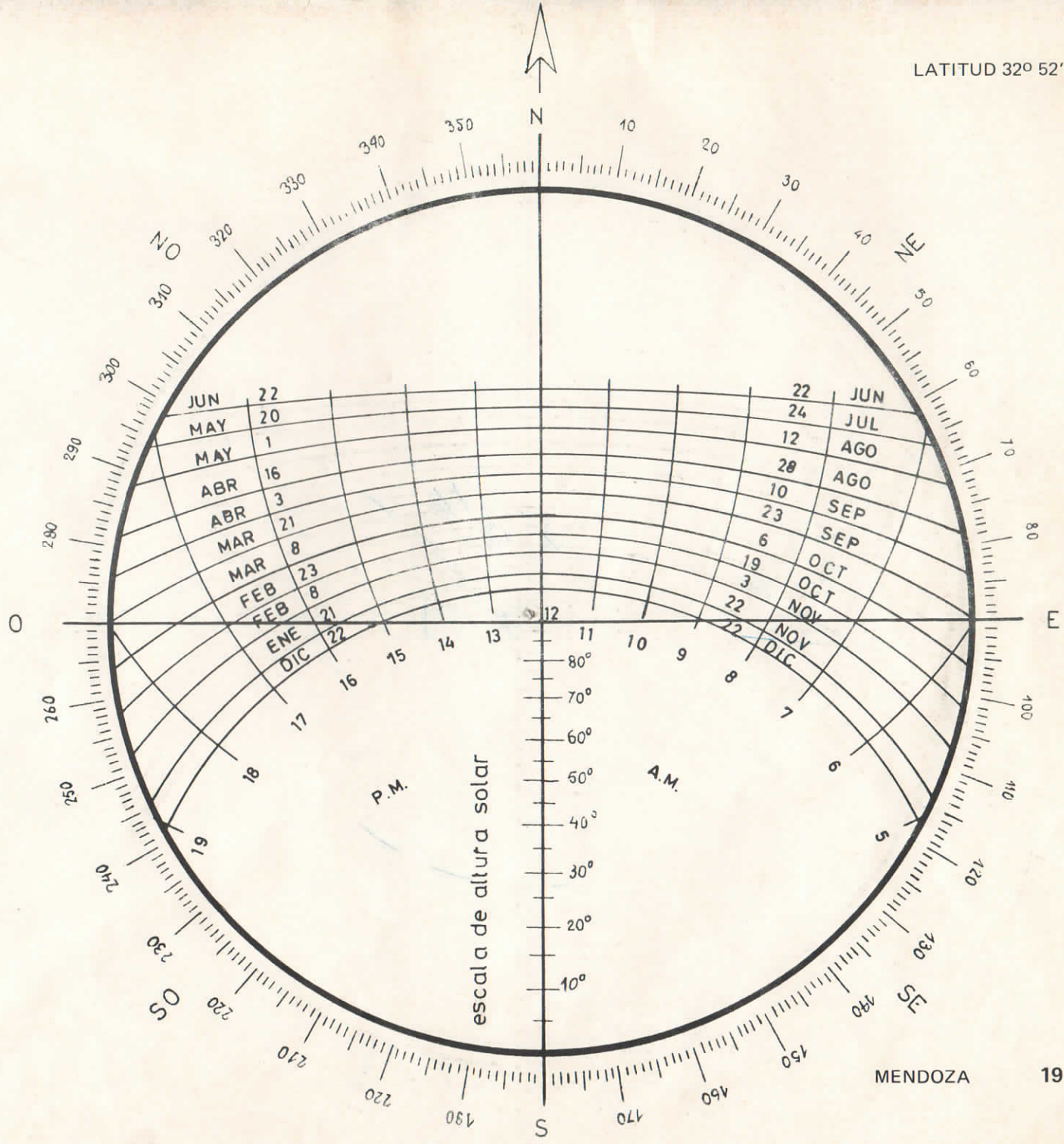




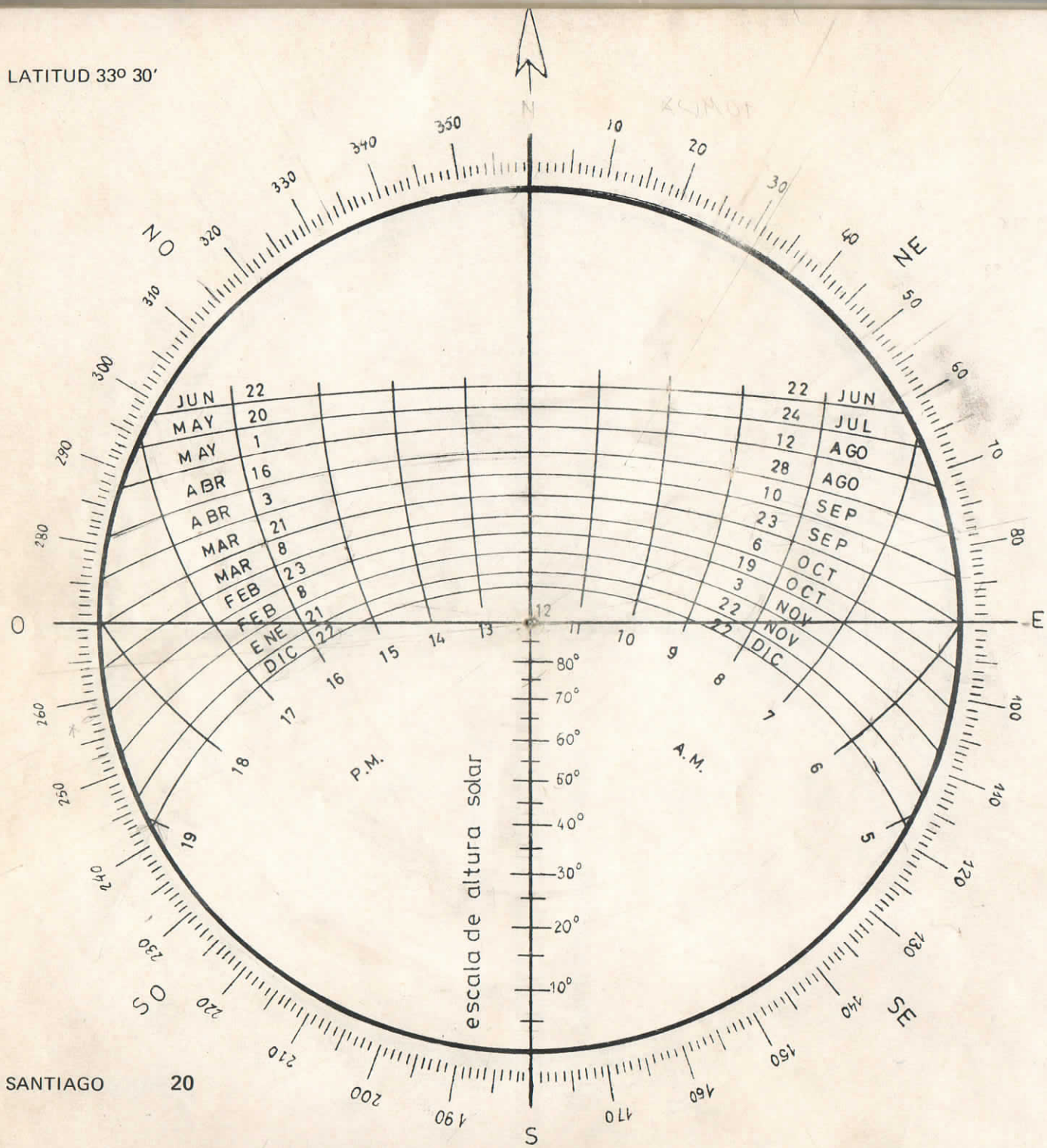


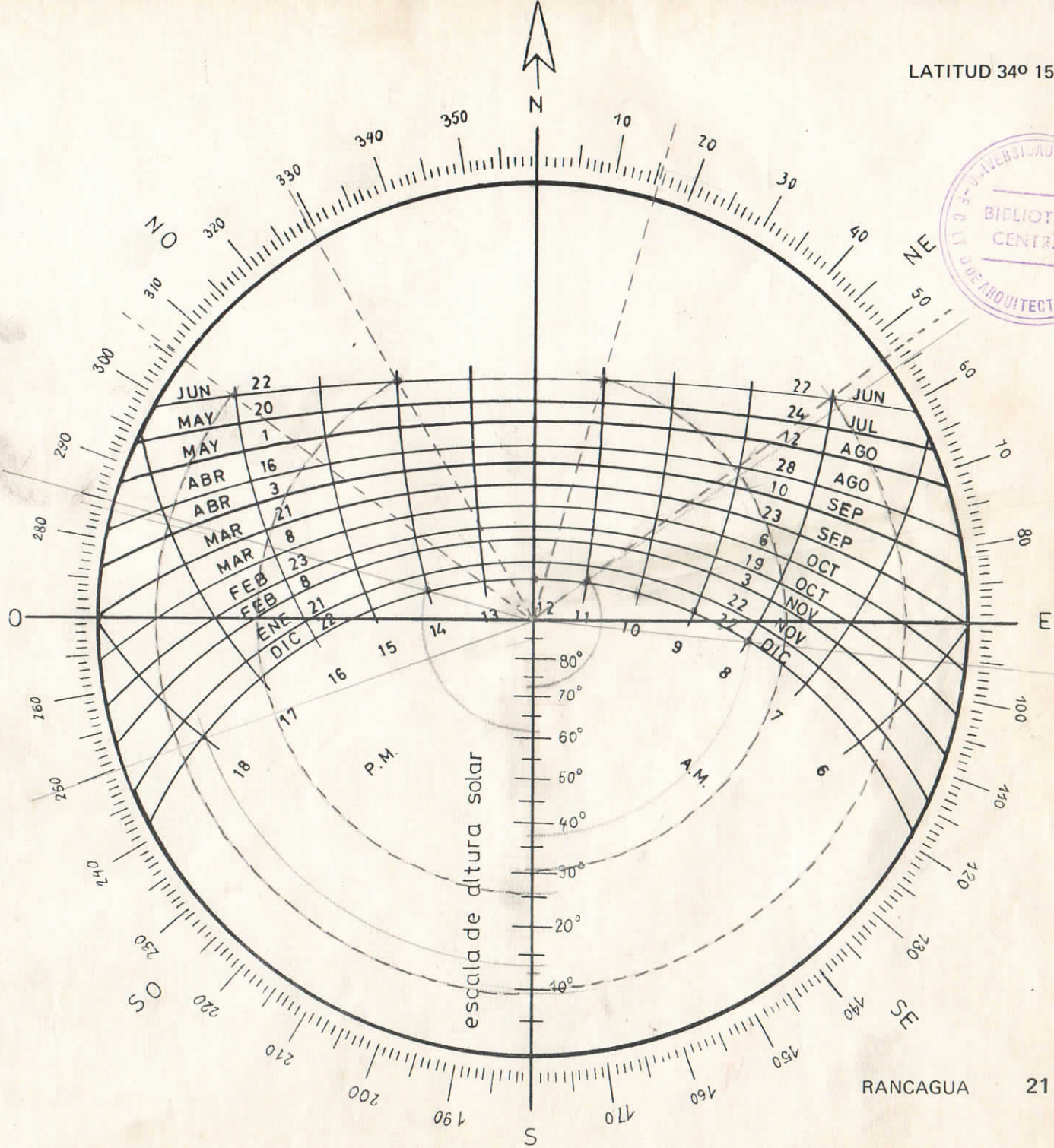
LATITUD 32° 45'



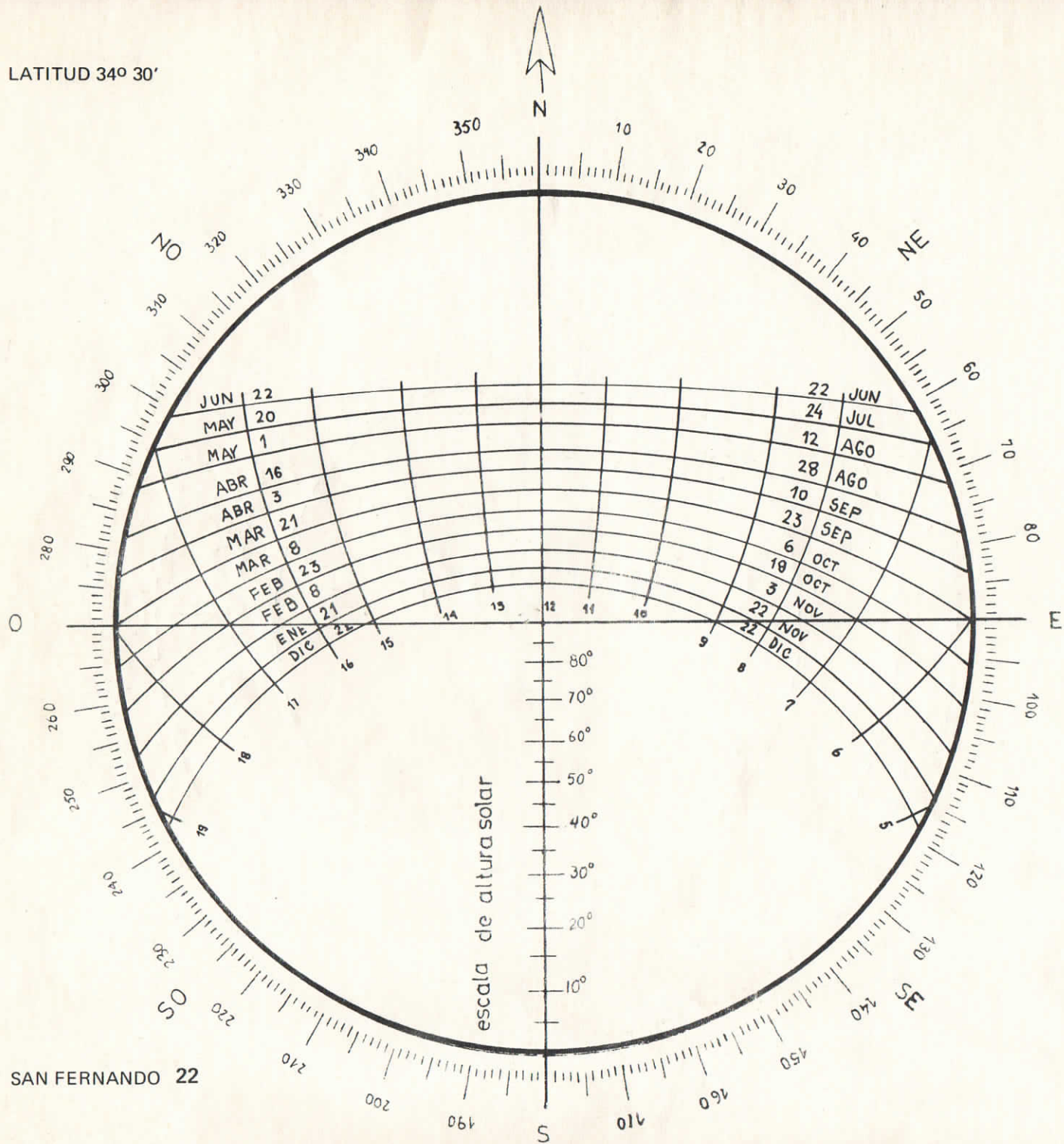


LATITUD 33° 30'

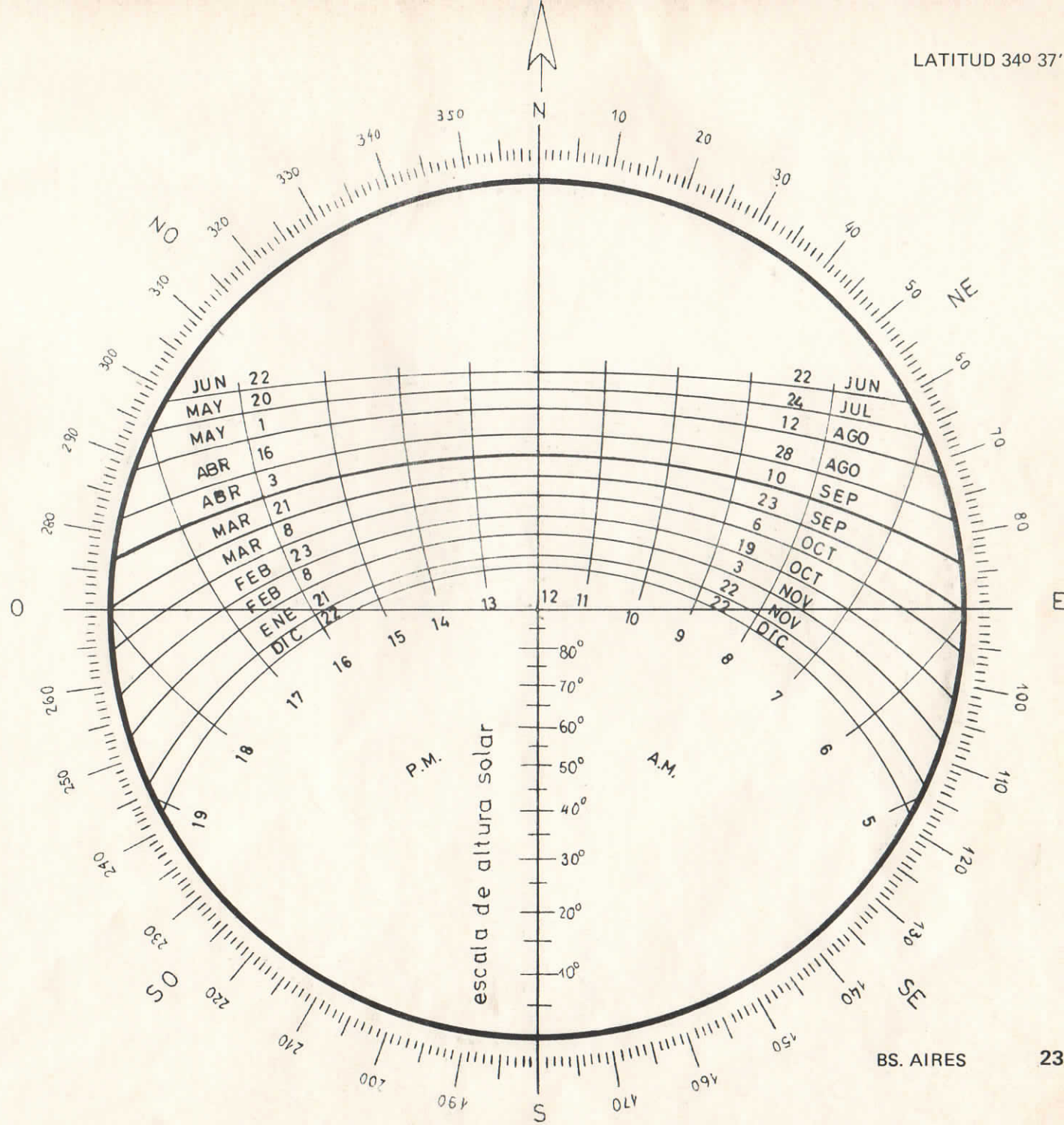




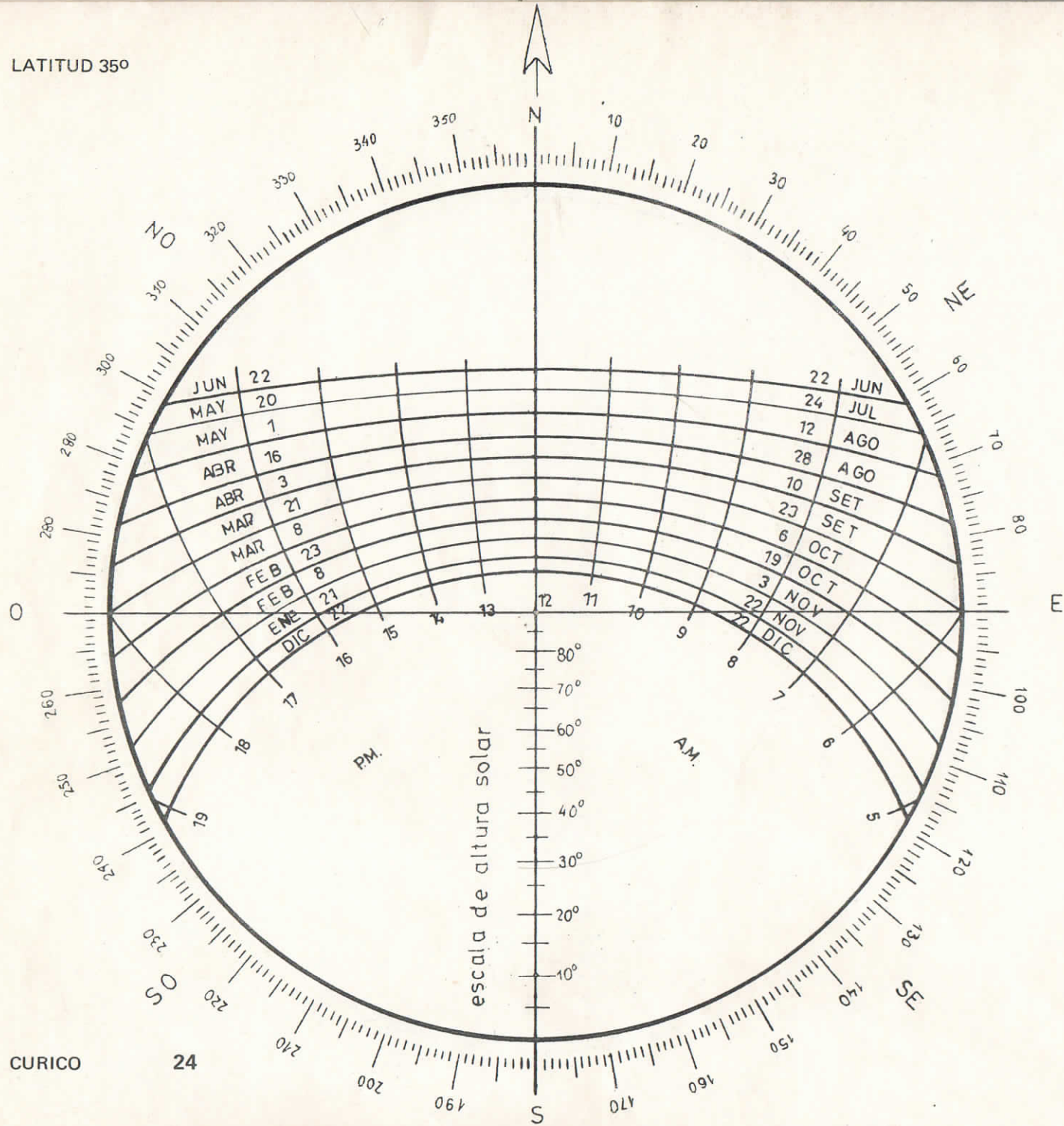
LATITUD 34° 30'



SAN FERNANDO 22

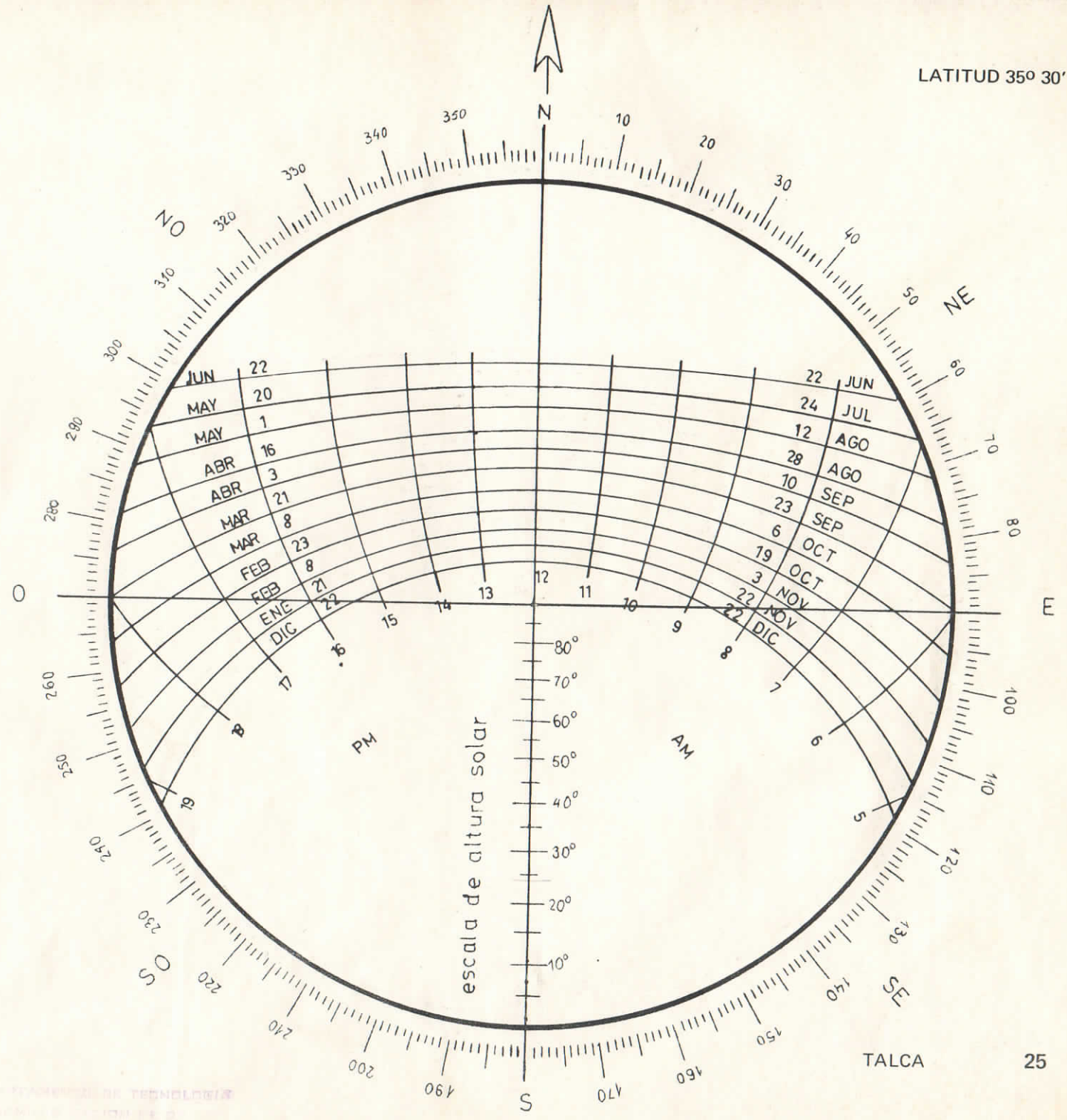


LATITUD 35°



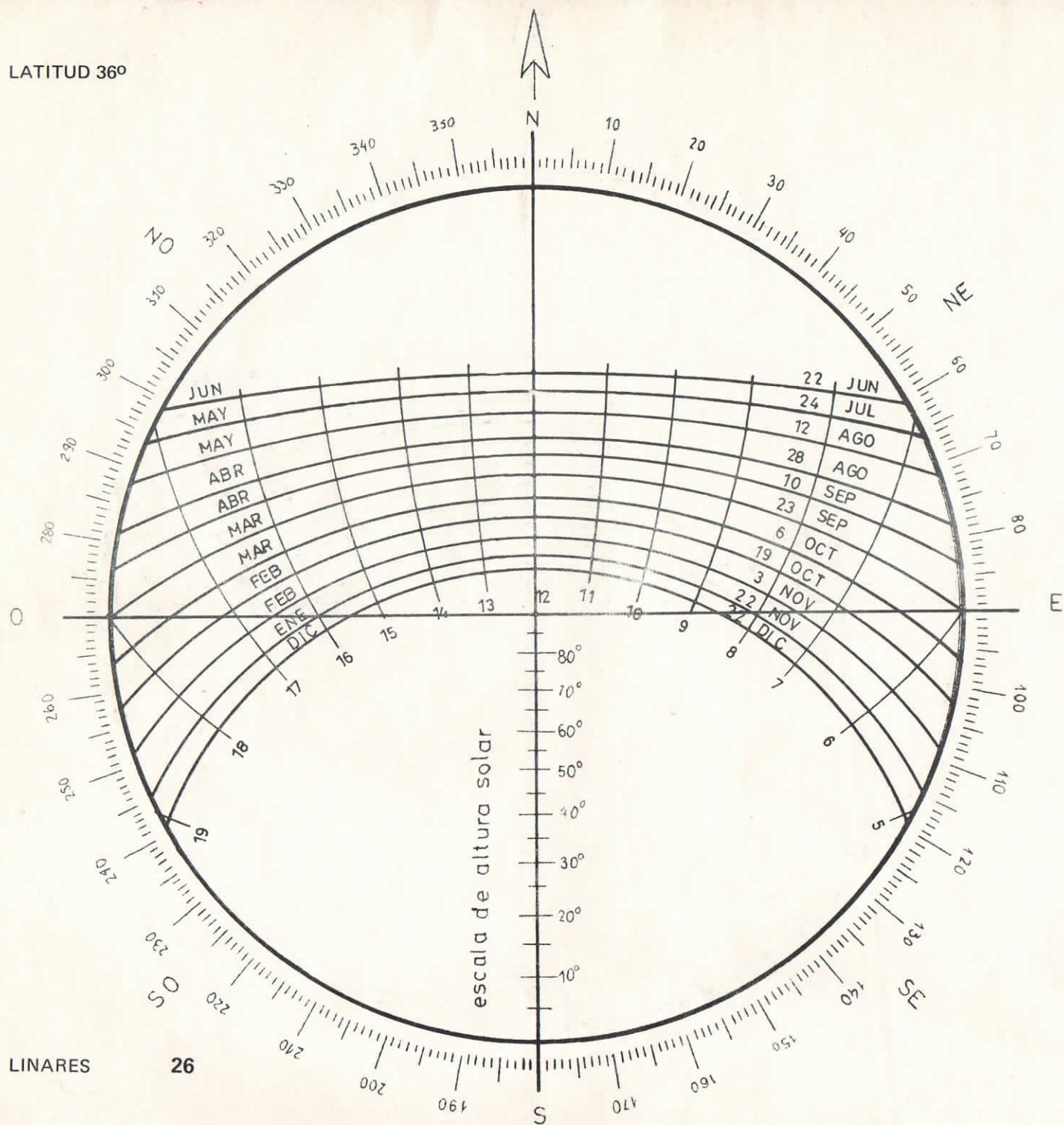
CURICO

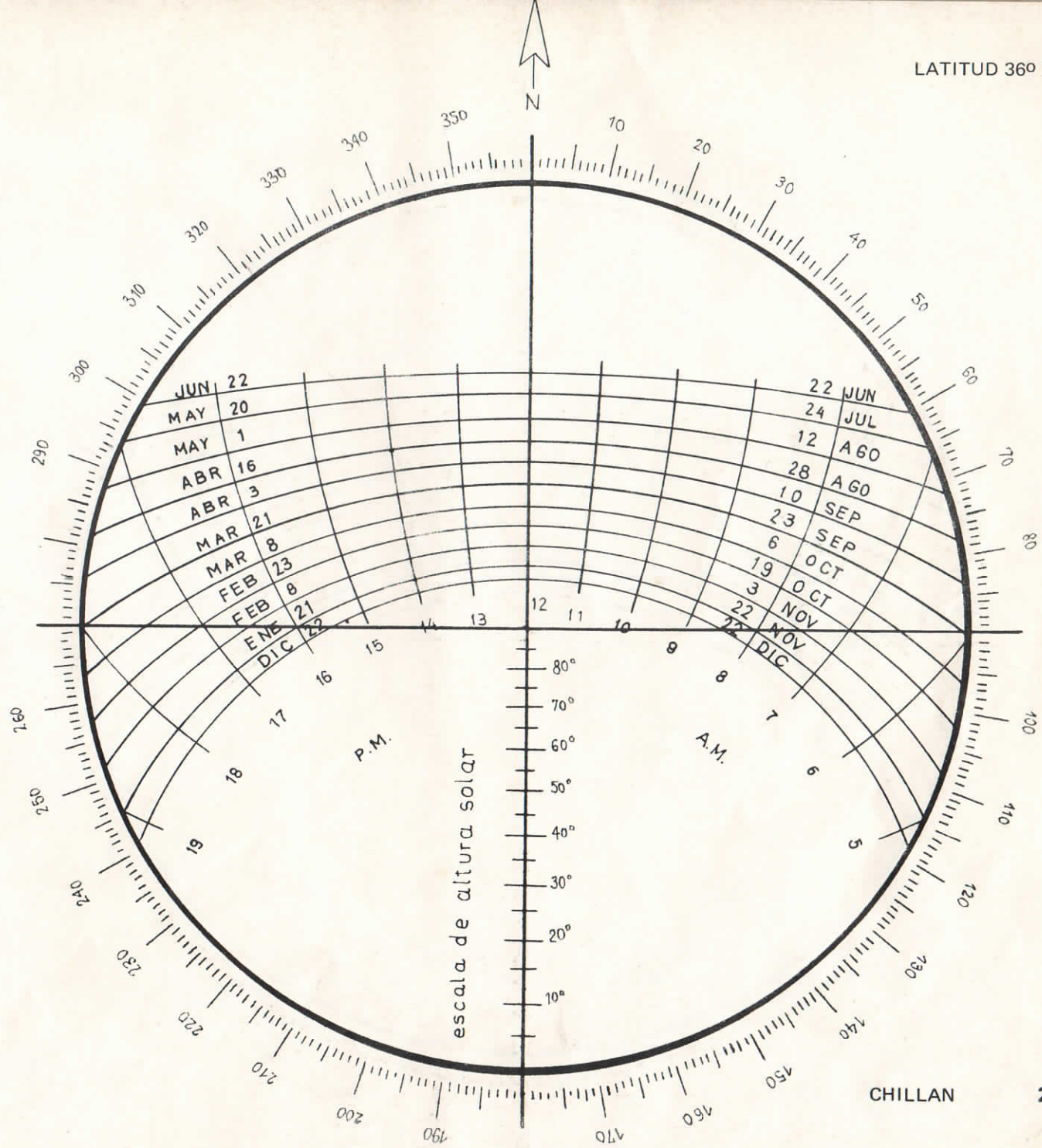
24



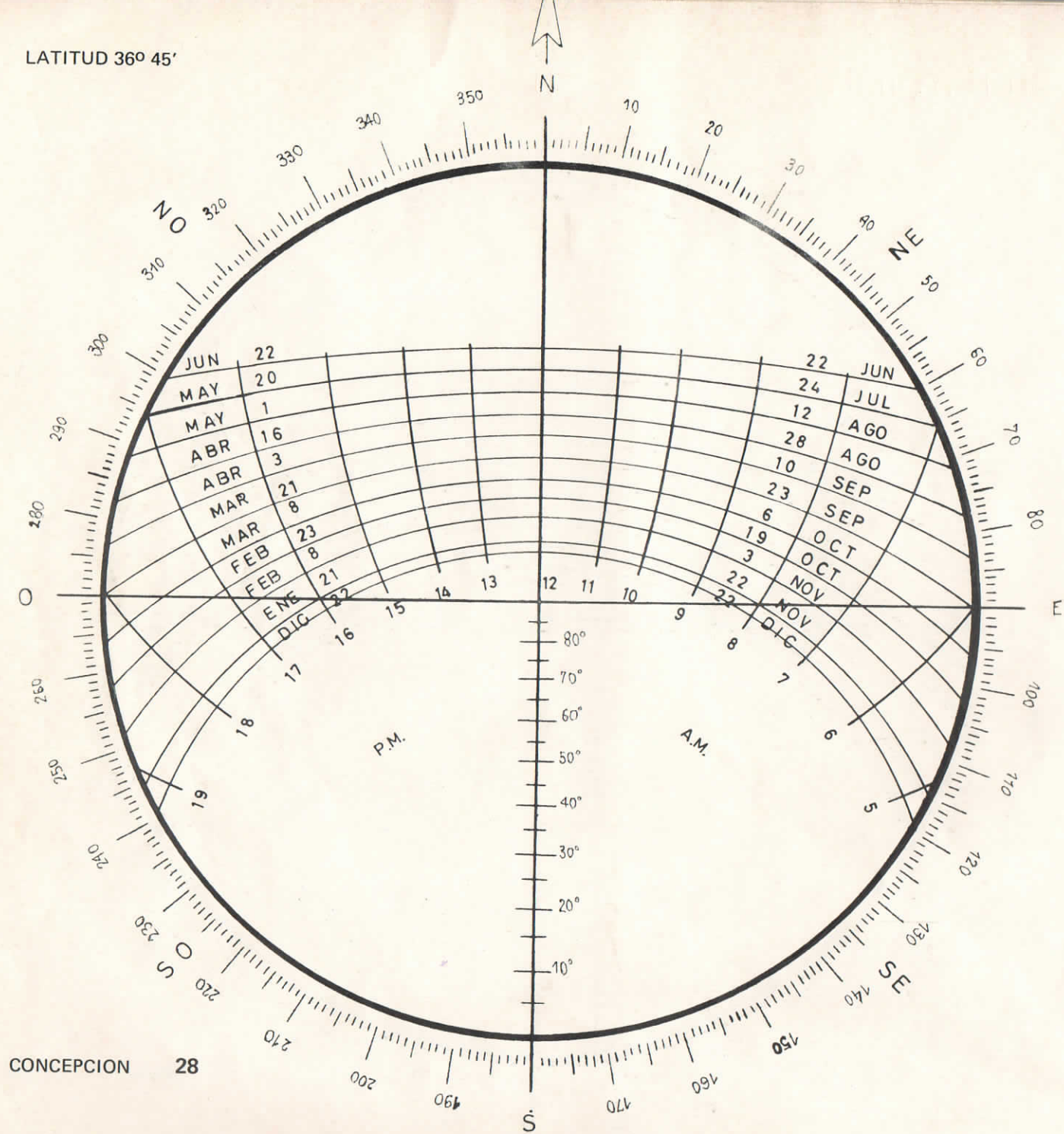
escala de altura solar

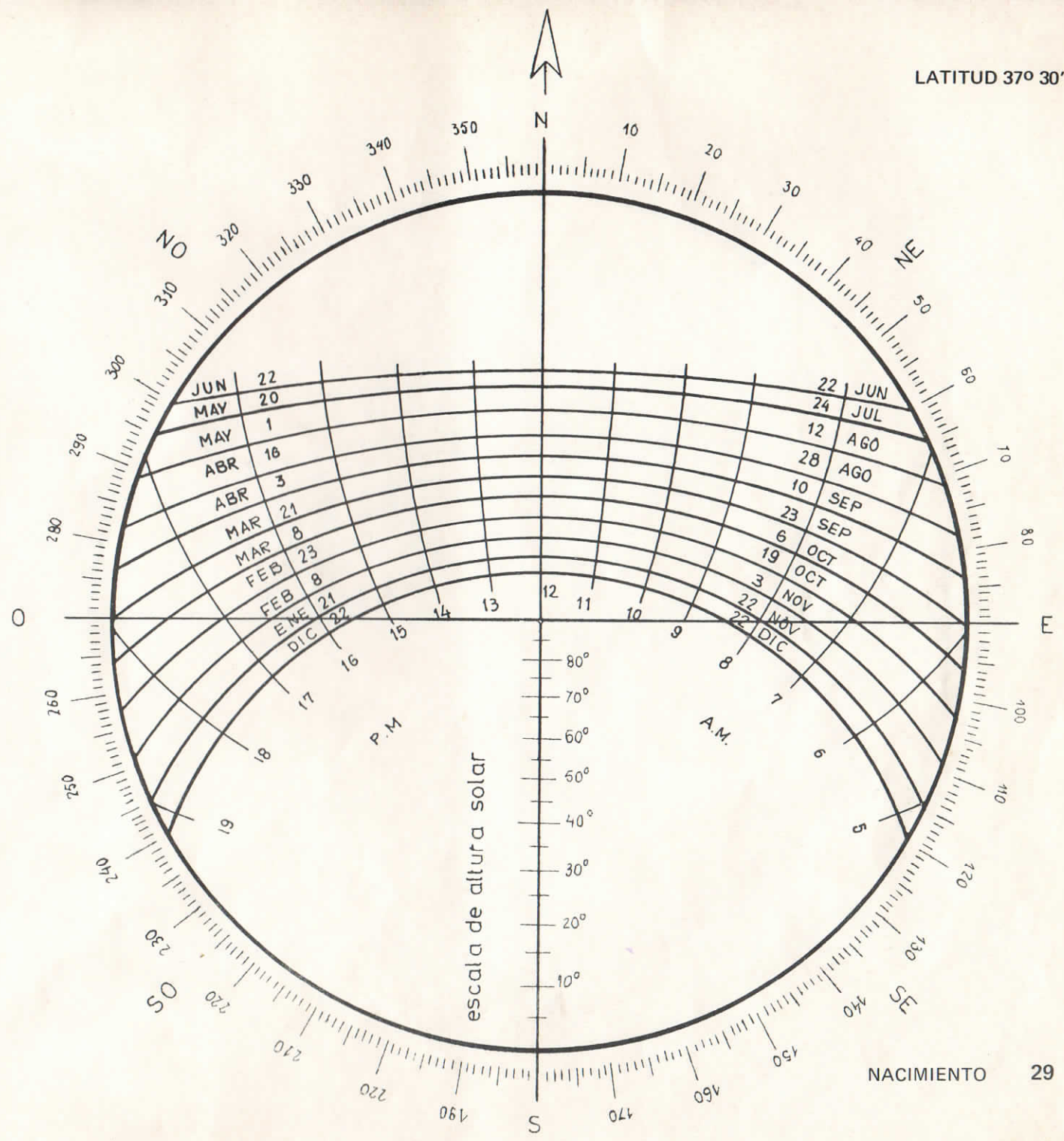
LATITUD 36°



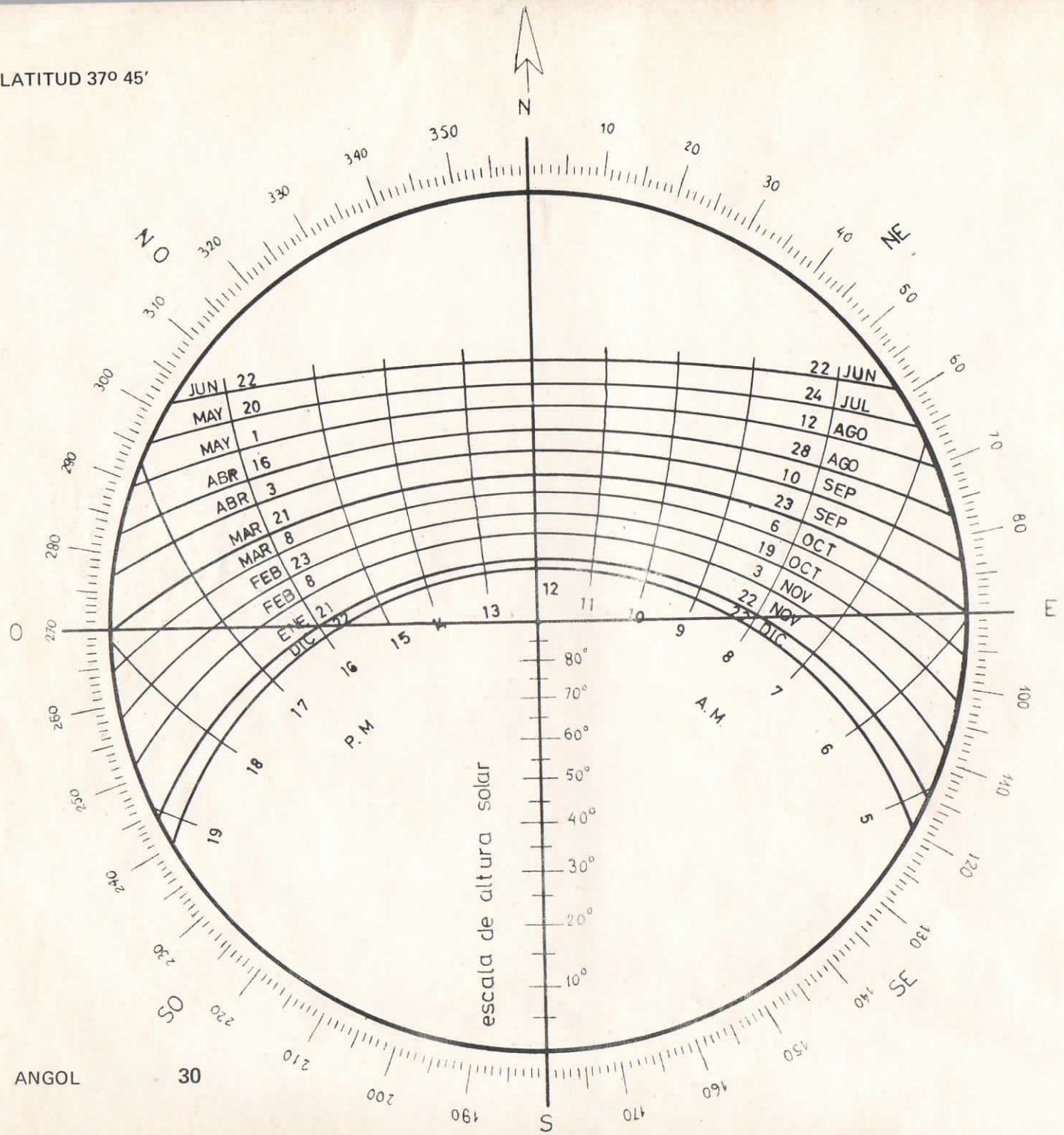


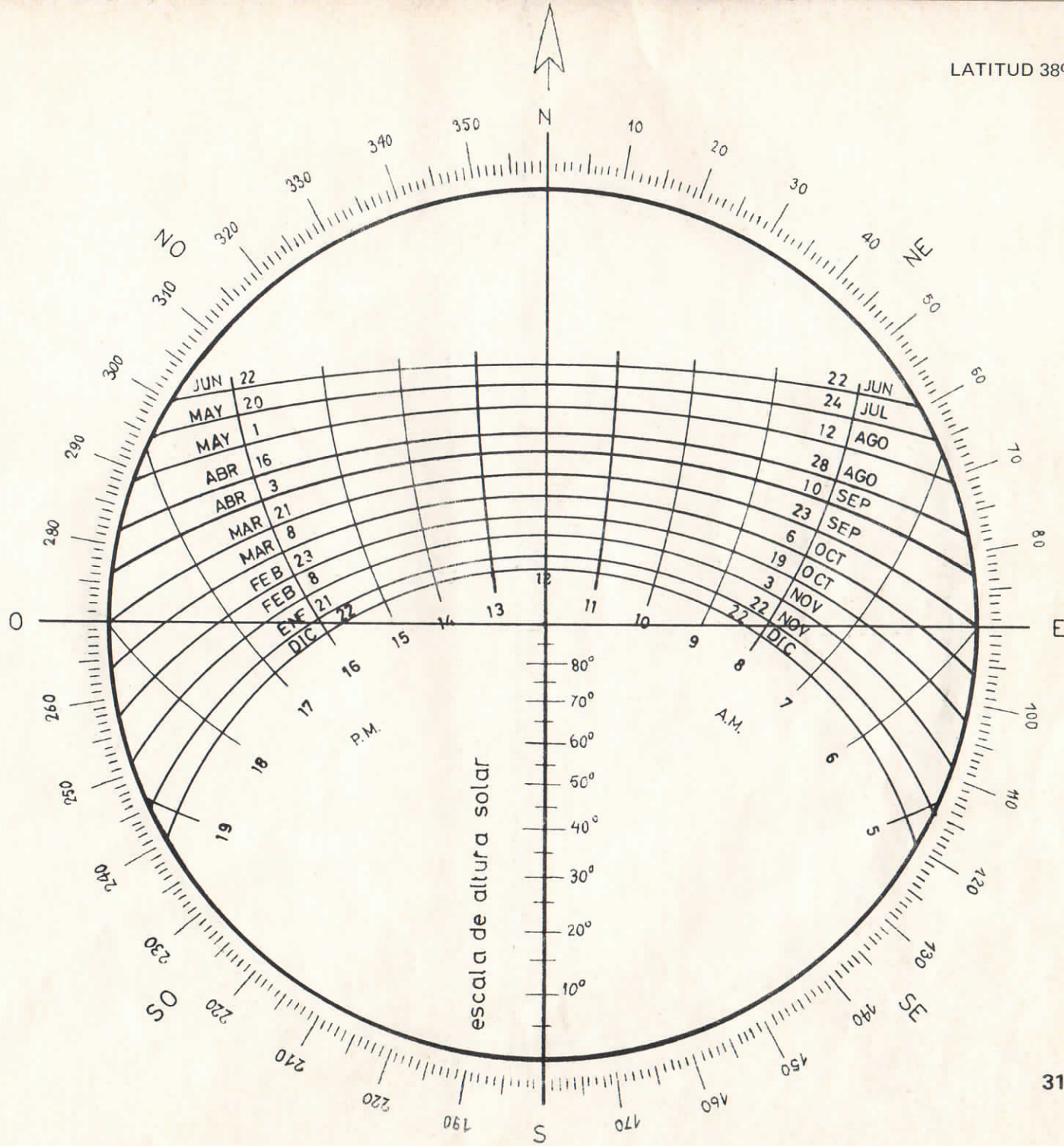
LATITUD 36° 45'

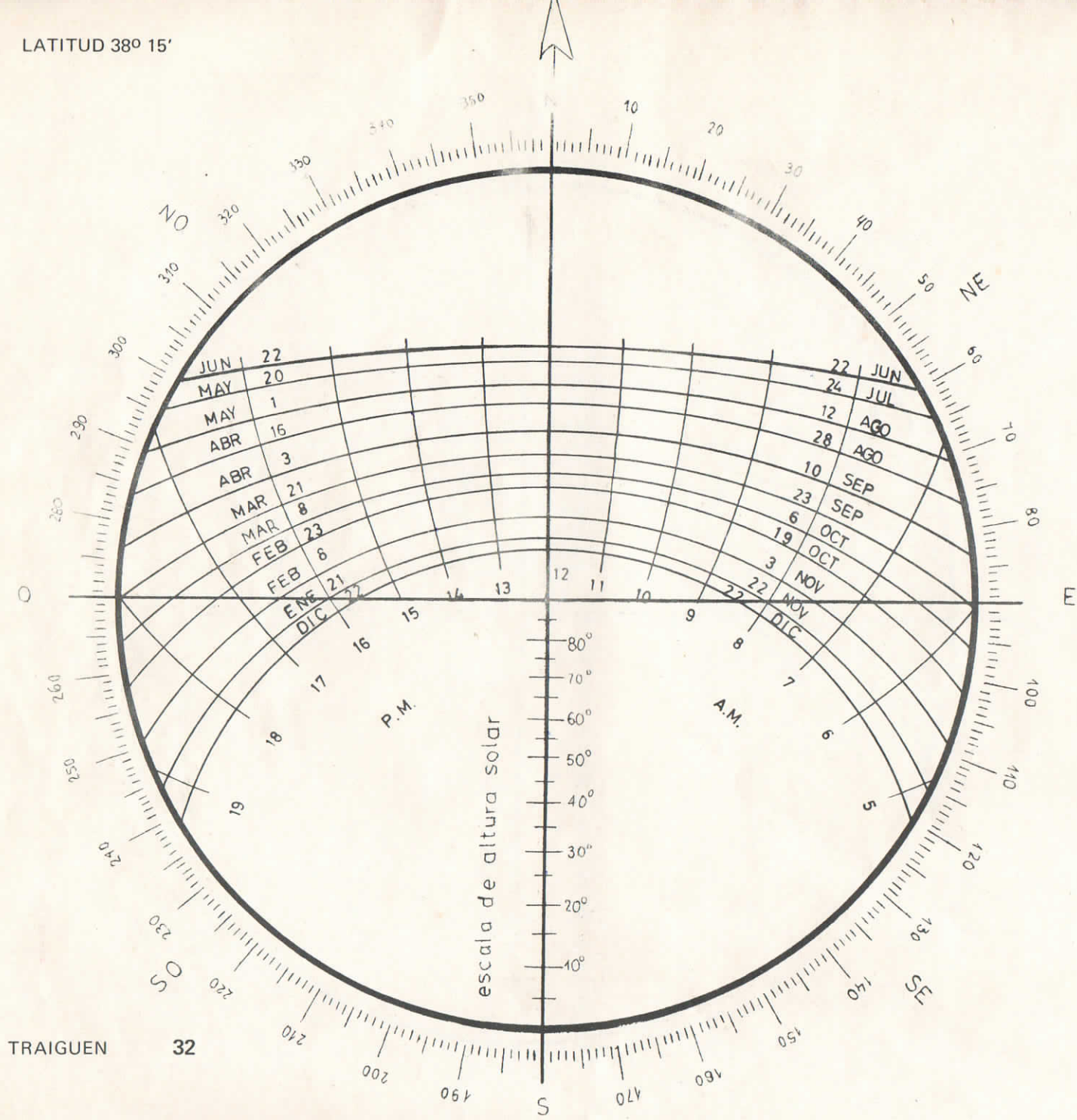




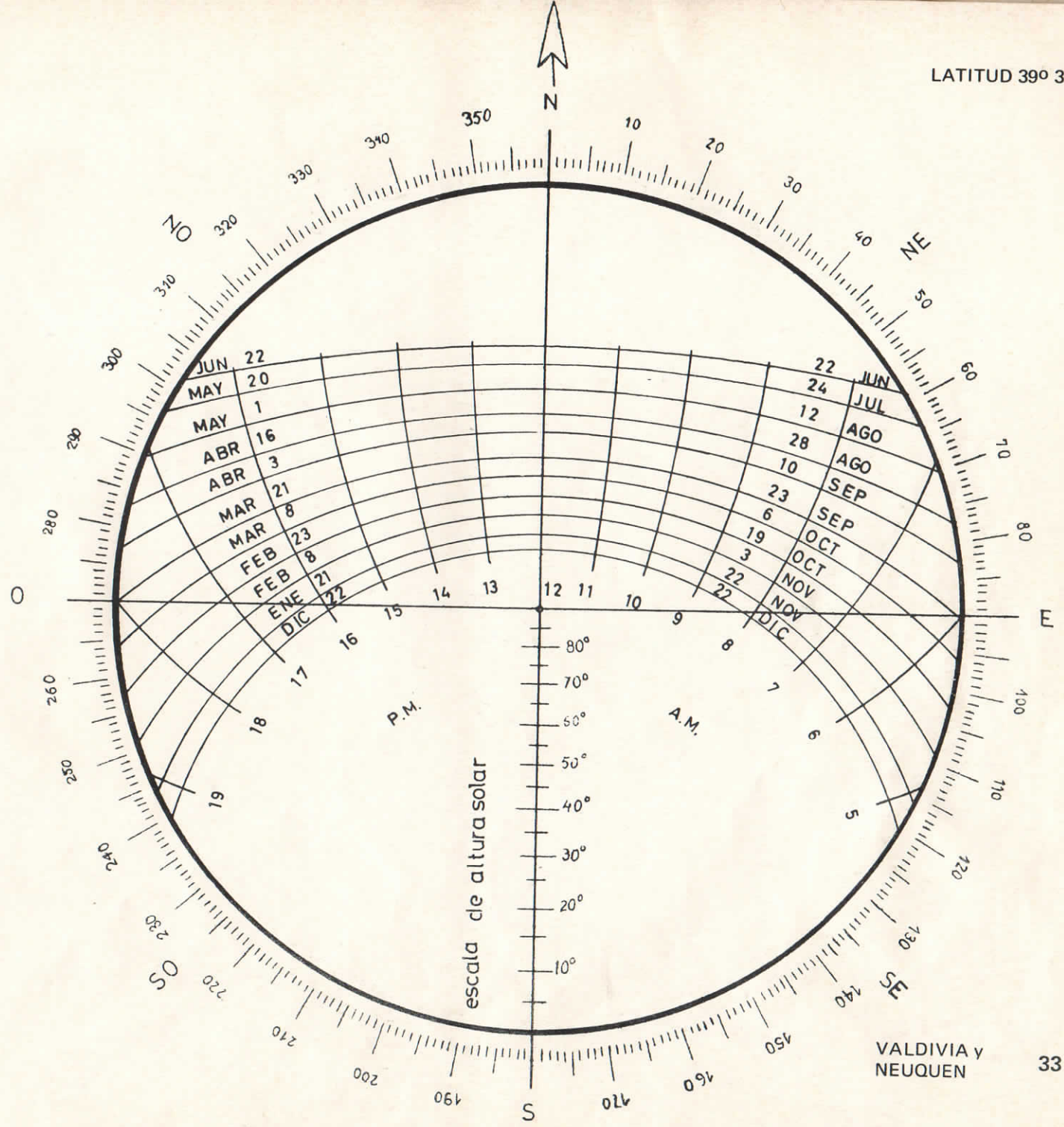
LATITUD 37° 45'



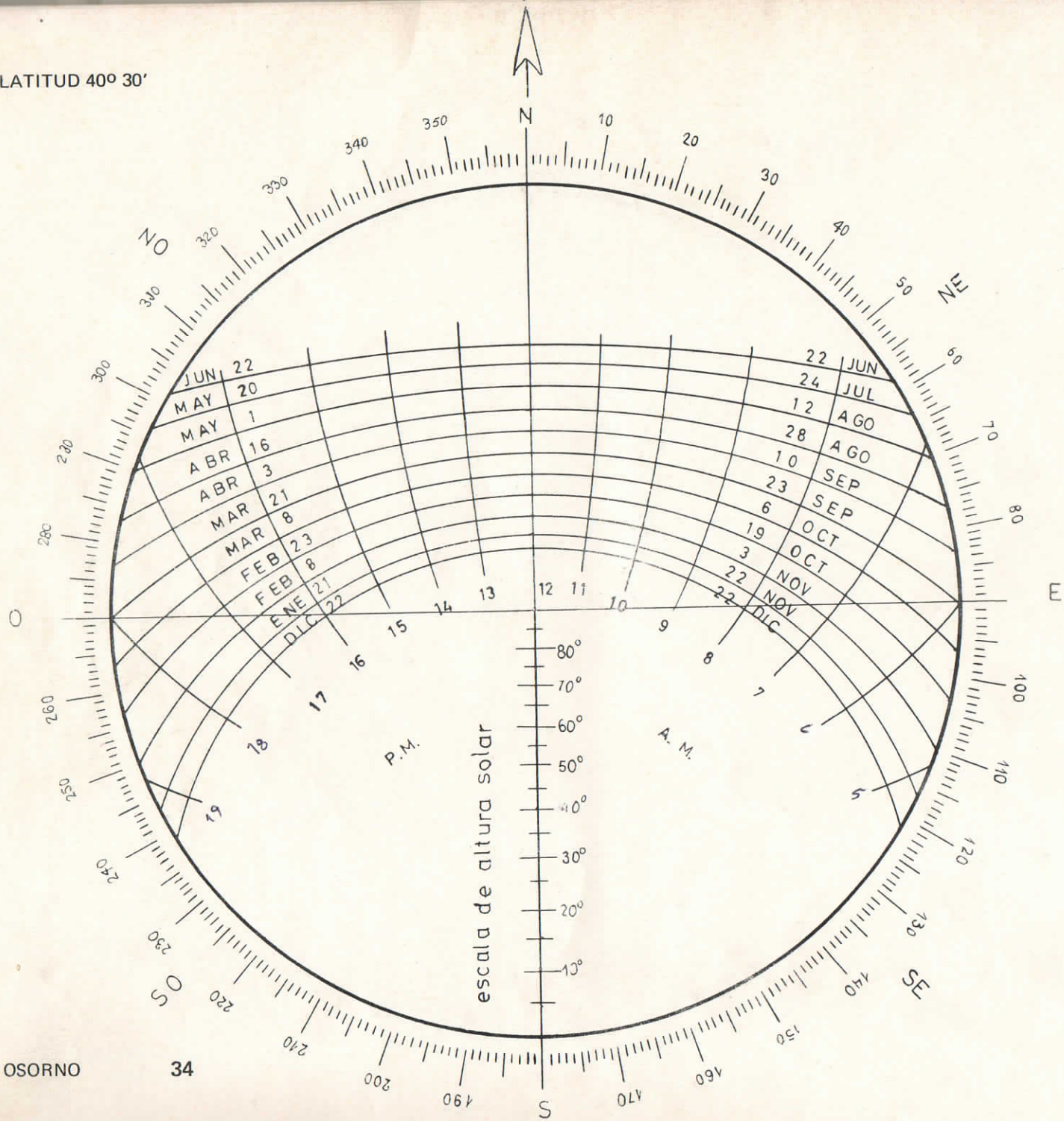




LATITUD 39° 30'



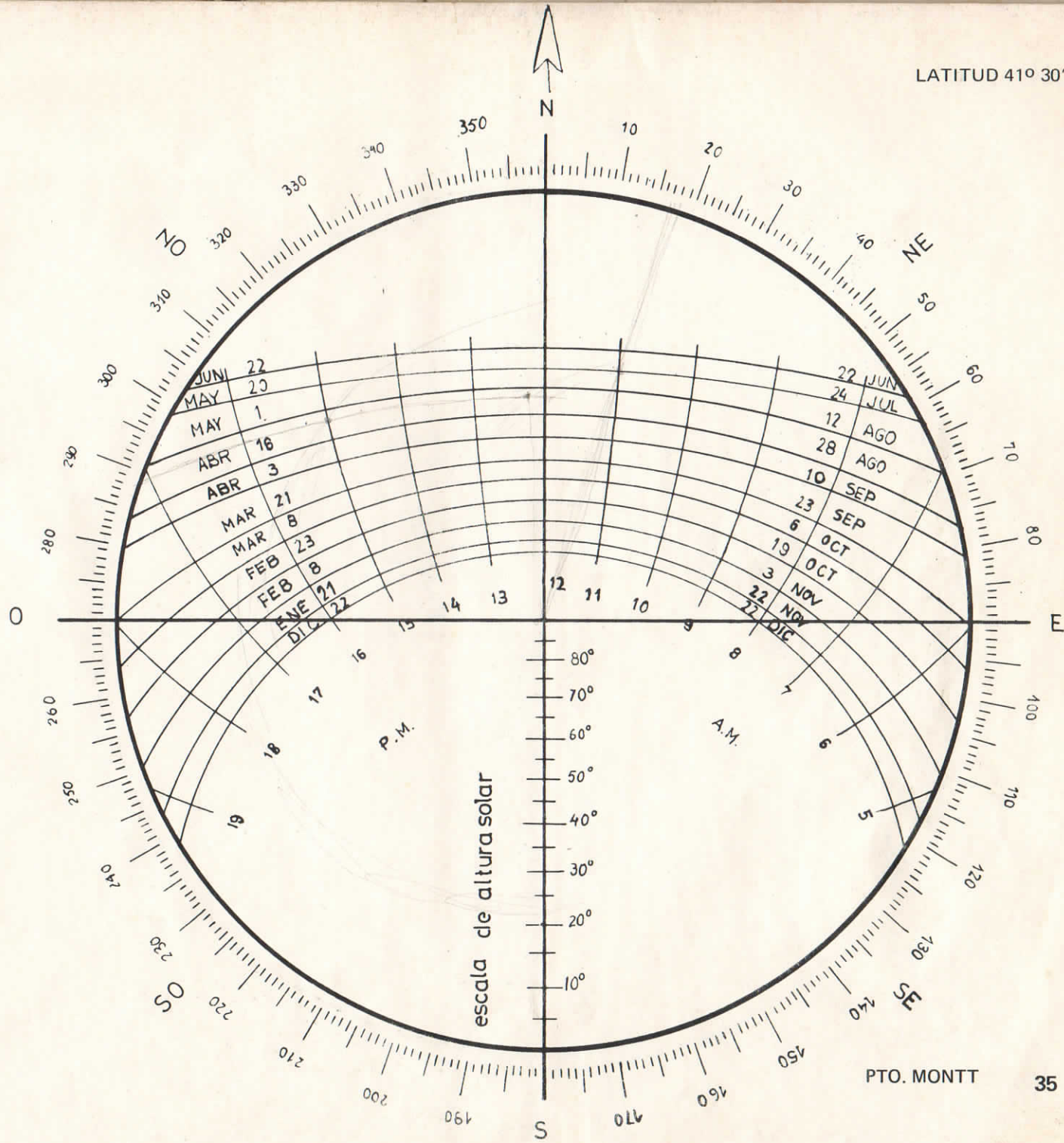
LATITUD 40° 30'



OSORNO

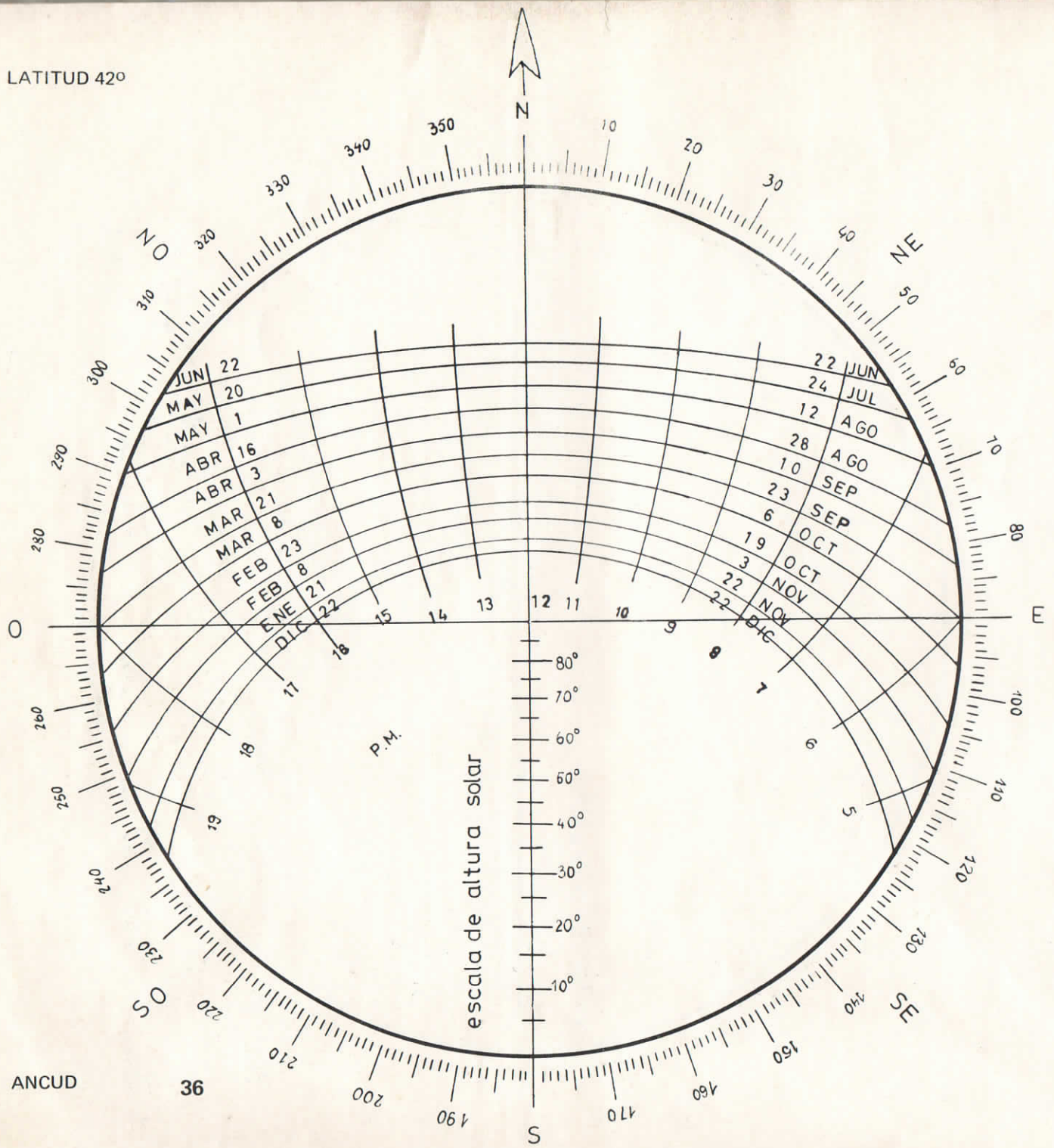
34

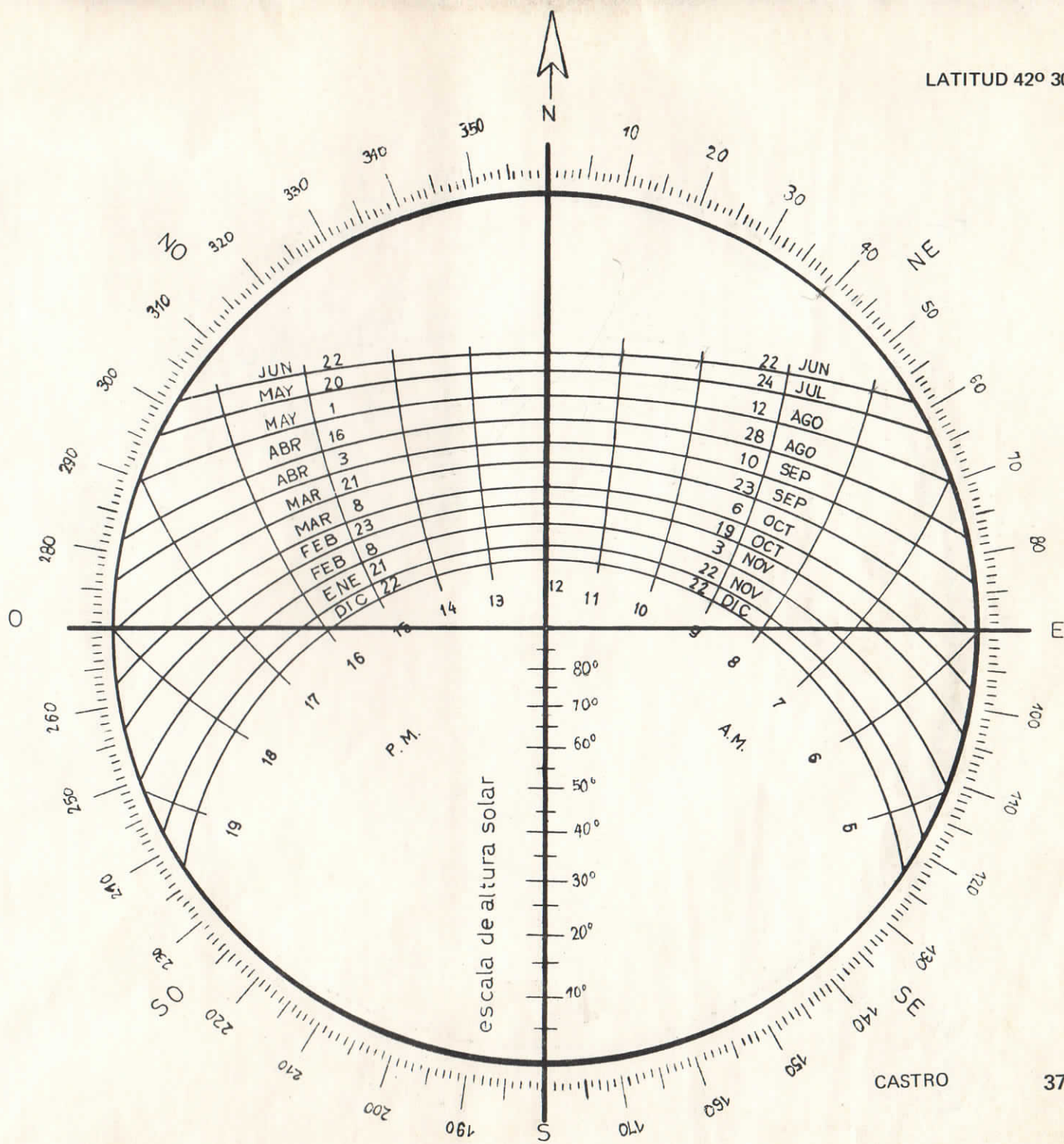
LATITUD 41° 30'



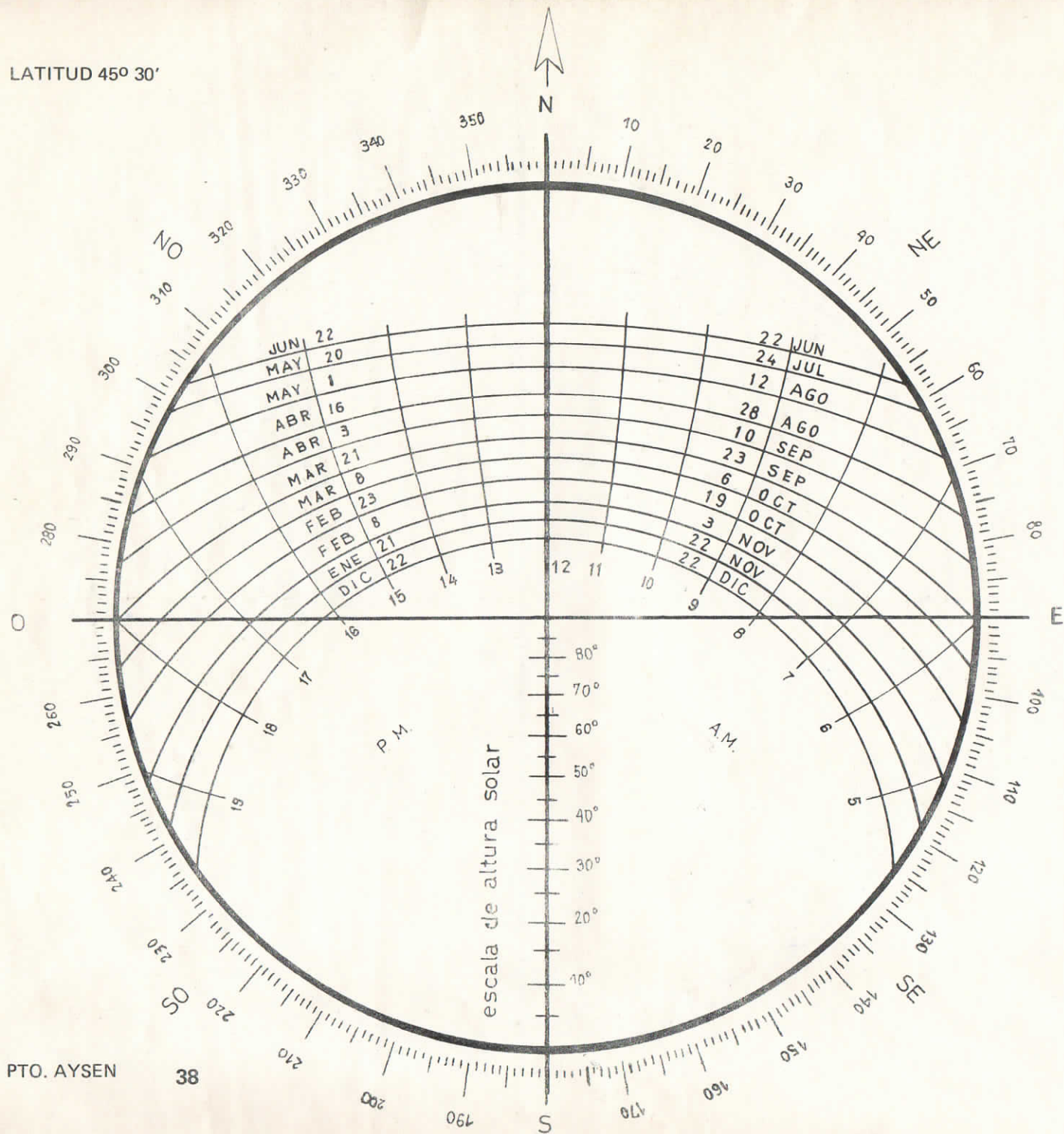
PTO. MONTT

LATITUD 42°



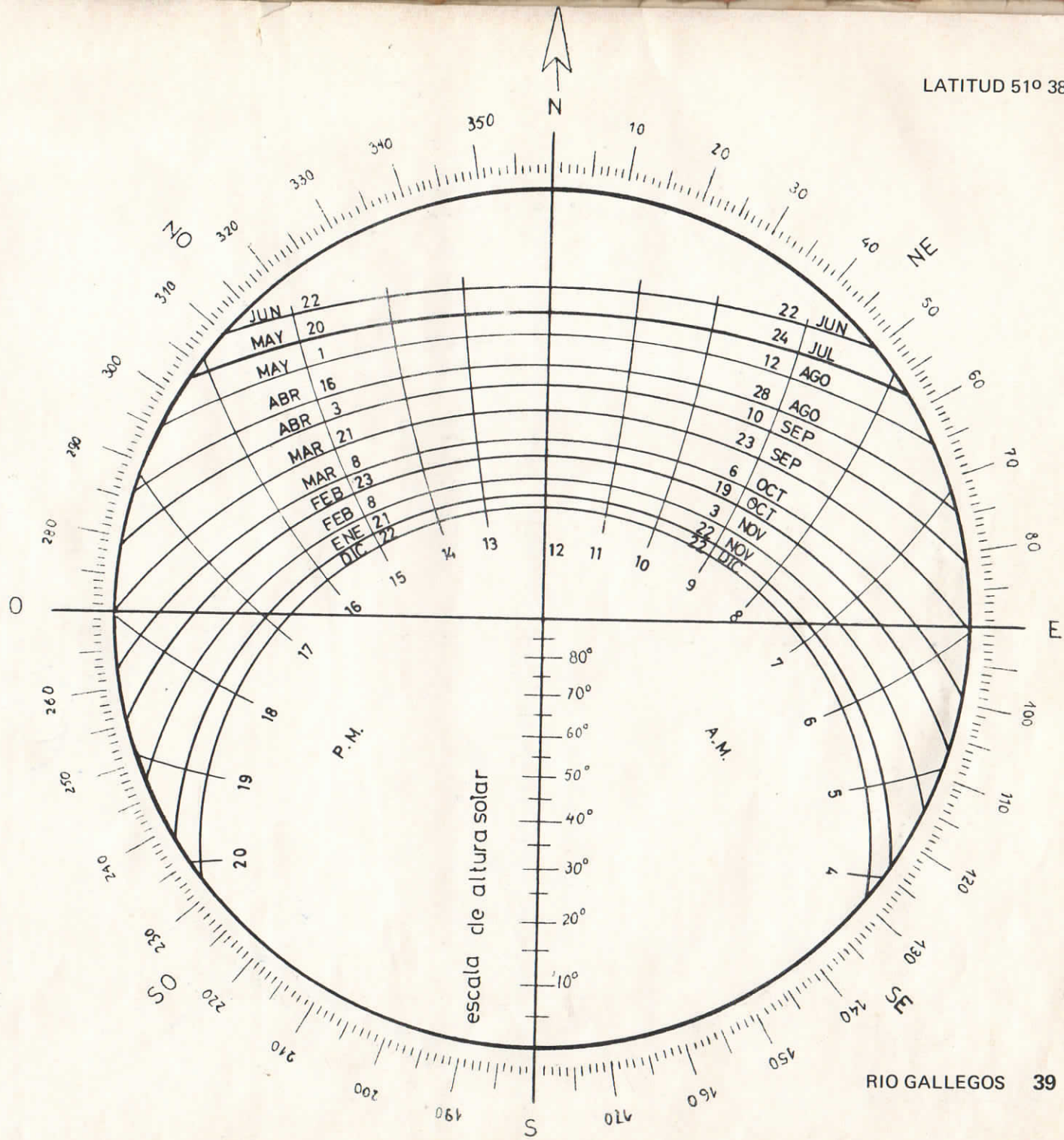


LATITUD 45° 30'

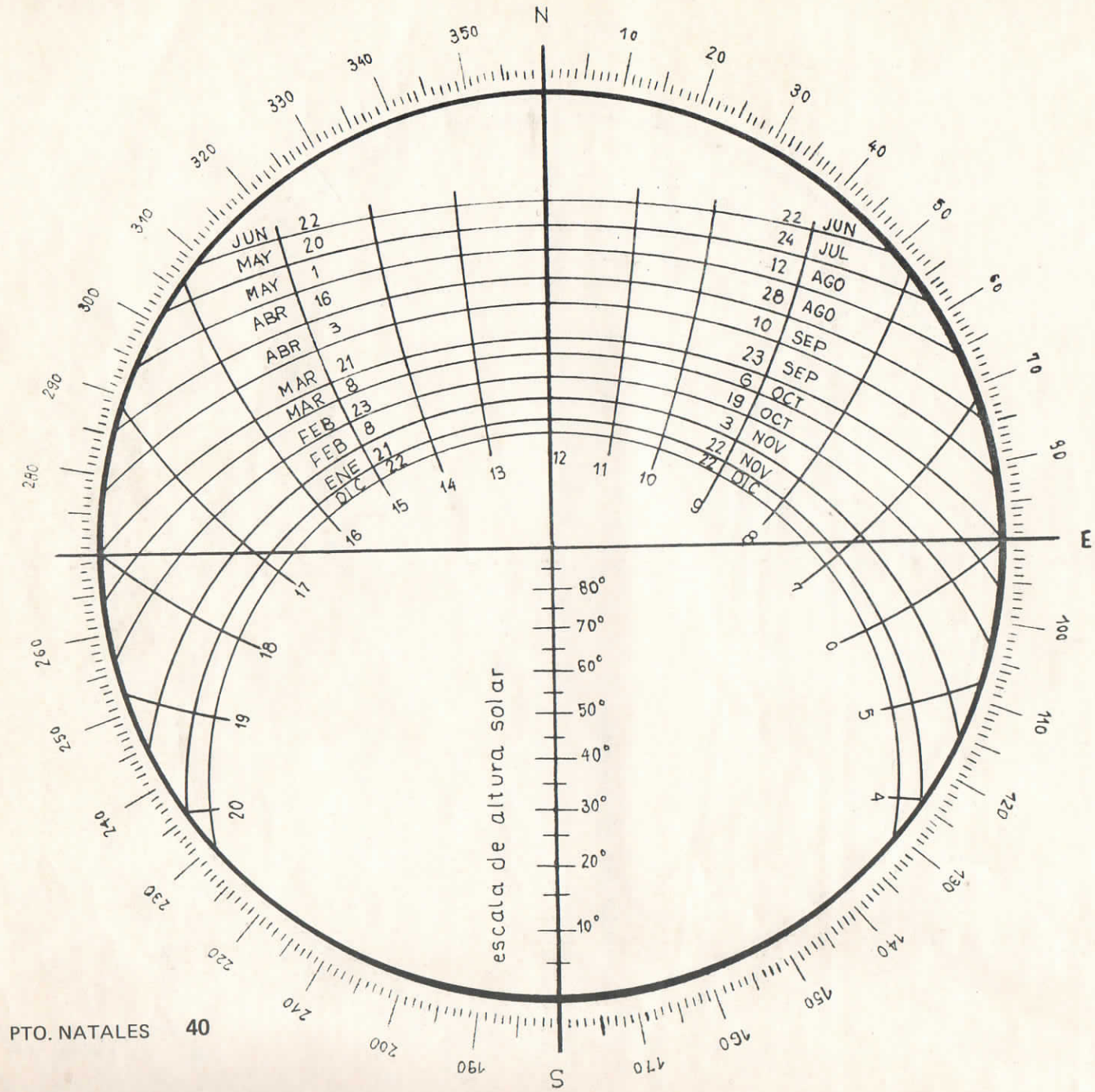


PTO. AYSEN

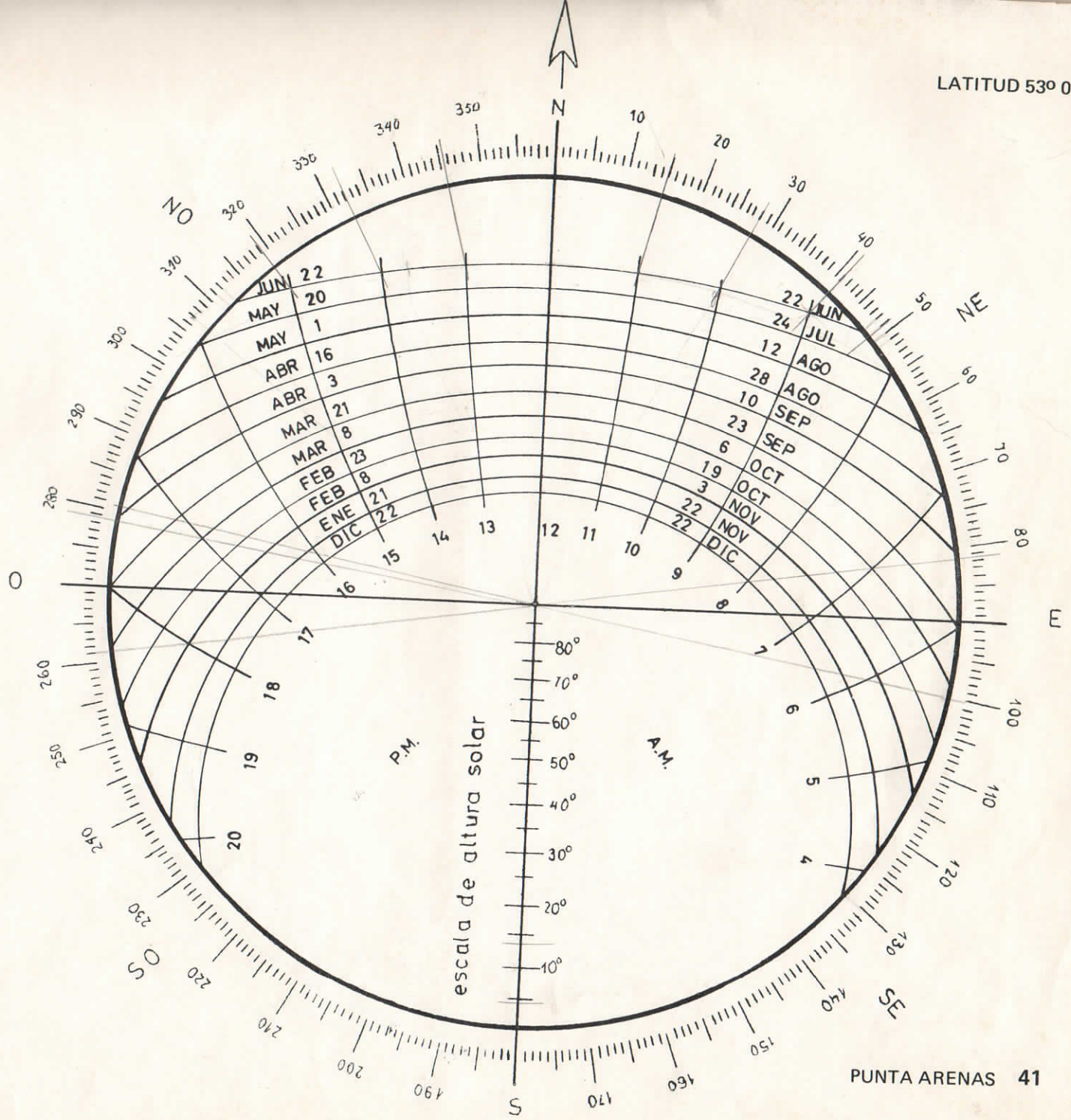
38



LATITUD 51° 45'

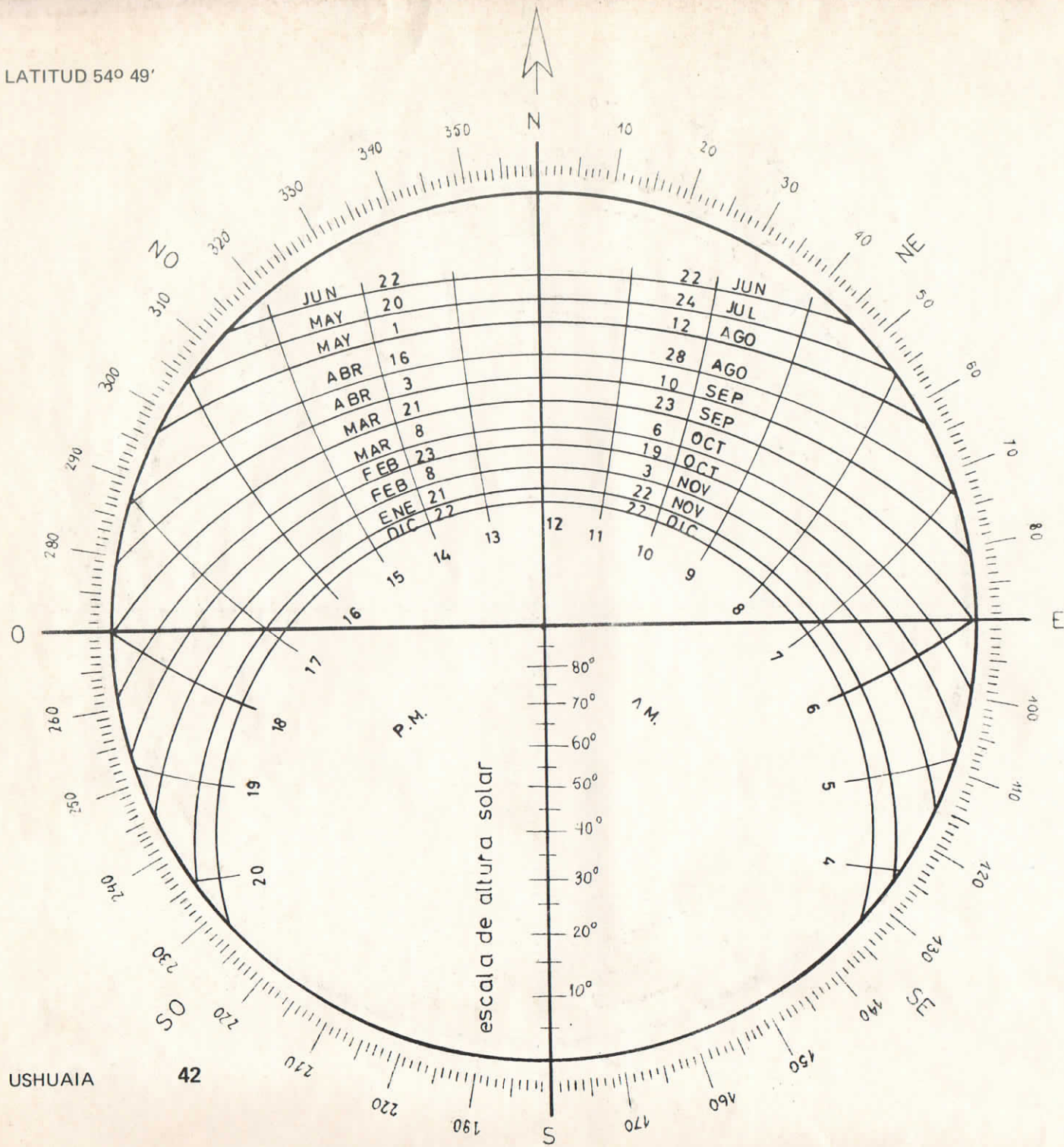


LATITUD 53° 00'

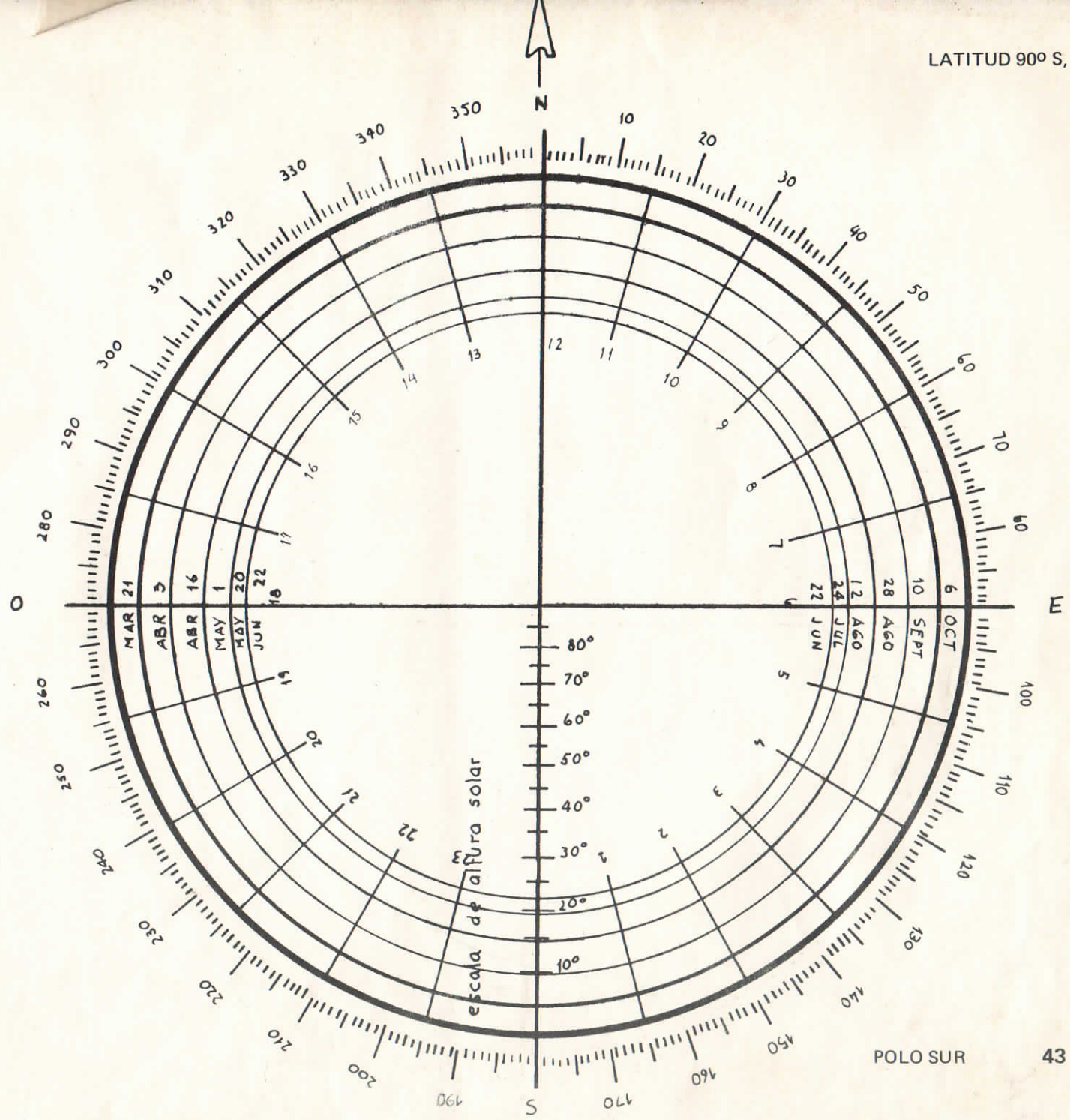


PUNTA ARENAS 41

LATITUD 54° 49'



LATITUD 90° S,



POLO SUR

