

**DETERMINACION DE LA LATITUD
Y LA LONGITUD POR EL METODO
DE ALTURAS IGUALES**

PROGRAMAS DE CALCULO AUTOMATICO

Por

M. J. SEVILLA

Cátedra de Astronomía y Geodesia
Facultad de Ciencias Matemáticas
Universidad Complutense, Madrid

Artículo publicado en el "Boletín
de Información" núm. 43 del
Servicio Geográfico del Ejército.

DETERMINACION DE LA LATITUD Y LA LONGITUD POR EL METODO DE ALTURAS IGUALES (*)

PROGRAMAS DE CALCULO AUTOMATICO

Por

M. J. SEVILLA

Cátedra de Astronomía y Geodesia
Facultad de Ciencias Matemáticas
Universidad Complutense, Madrid

ABSTRACT: The method of equal altitudes for the simultaneous determination of coordinates is studied, analysing automatic preparation of observing list and reduction of observations. Corresponding calculus programs are included.

RESUMEN: Se estudia el método de alturas iguales para la determinación simultánea de coordenadas, analizando la preparación automática de listas puntero y la reducción de las observaciones. Se acompañan los correspondientes programas de cálculo.

1. PRINCIPIOS DEL METODO.

El método de alturas iguales para la determinación simultánea de latitud (Φ) y longitud (Λ) de un lugar consiste en la determinación del tiempo sidéreo aparente local (θ) de paso de un cierto número de estrellas (≥ 3)

(*) Presentado en la II Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica, 1977. San Fernando (Cádiz).

por un almicanarat de distancia cenital (z) prefijada. Entonces, conociendo θ y las coordenadas aparentes, ascensión recta (α) y declinación (δ), de cada estrella observada, la simple relación

$$\cos z = \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \cos H ;$$

donde el ángulo horario $H = \theta - \alpha$ y $\theta = \theta_G + \Lambda$, con θ_G la hora sidérea, el Greenwich y la longitud positiva hacia el Este, establecida para tres estrellas, nos daría condiciones suficientes para determinar z , Φ y Λ , o bien, si z se conoce perfectamente, sólo dos observaciones bastarían para obtener Φ y Λ . eM

No obstante, no es esta la forma ordinaria de proceder, debido, entre otras causas, a la no linealidad de la expresión anterior.

Los problemas que plantea la observación son, por una parte, la determinación precisa de la hora de paso, y, por otra, la realización efectiva de la observación en el almicanarat prefijado. La utilización de astrolabios o teodolitos con niveles precisos disminuye el segundo. La resolución del primero depende del tipo de reloj utilizado y de la forma de determinar el instante.

Si pretendemos que el método sólo sirva para determinaciones de segundo orden (desviación típica menor que $1''$), la determinación del instante de paso puede hacerse manualmente, anotando el tiempo de cruce por el hilo horizontal fijo del retículo del instrumento, situado en la cenital prefijada. Si se dispone de micrómetro, el tiempo de paso será la media de los tiempos de cruce por los hilos simétricos respecto del central; en este caso es necesaria una corrección debida a la curvatura del paralelo de declinación de la estrella.

2. LISTA PUNTERO.

La lista puntero, en el método que nos ocupa, deberá proporcionar todos aquellos datos necesarios para poder realizar la observación. Fundamentalmente en dicha lista deberán figurar: número, magnitud y coordenadas de cada estrella observable; tiempo de cruce con el almicanarat seleccionado, universal o sidéreo, según el equipo de tiempo de que se disponga; acimut en el que la estrella debe ser observada. También será conveniente conocer el ángulo horario y el ángulo paraláctico en el momento del cruce.

En primer lugar deberán seleccionarse las estrellas que cumplan las siguientes condiciones:

- a) Deben tener una magnitud no superior a seis, a fin de poderlas observar sin dificultad.

- b) Si es z la distancia cenital del almicantrat en el que se quiere realizar la observación, y Φ_0 la latitud aproximada de la estación, según sean z y Φ_0 , las declinaciones de las estrellas deberán cumplir:

Si $z > 90 - \Phi_0$:

$$\Phi_0 - z < \delta < 180 - (\Phi_0 + z)$$

Si $z < 90 - \Phi_0$:

$$\Phi_0 - z < \delta < \Phi_0 + z .$$

- c) Sean t_c y t_f las horas sidéreas de comienzo y final de la observación; sabido es que una estrella que cruce el almicantrat lo hará por dos puntos, en uno ascendente y en otro descendente, y, además, estos puntos serán simétricos respecto al meridiano del lugar. Habrá que seleccionar aquellas estrellas para las que la hora de alguno de los cruces esté comprendida entre t_c y t_f .

Sea H el ángulo horario del punto de cruce de la estrella por el almicantrat, éste podemos determinarlo con las coordenadas provisionales sin más que escribir:

$$\cos H = \frac{\cos z - \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \Phi_0}{\cos \delta \cos \Phi_0} .$$

Como los dos puntos de cruce son simétricos respecto al meridiano, las horas sidéreas de dichos cruces serán:

$$t_1 = \alpha + H$$

$$t_2 = \alpha - H ,$$

donde α es la ascensión recta de la estrella.

Para que uno de los pasos sea observable se ha de verificar

$$t_c < t_1 < t_f$$

y para que lo sea el otro

$$t_c < t_2 < t_f .$$

Se sabrá cuál es el primer paso y cuál el segundo sin más que ver qué tiempo es menor.

Todo esto es lo mismo que escribir

$$t_c \mp H < \alpha < t_f \mp H$$

para efectuar la selección con ascensiones rectas aparentes.

-
- d) Las estrellas que se observen deberán estar distribuídas lo más uniformemente posible todos los acimutes de los cuatro cuadrantes.
 - e) Entre cada dos pasos de estrellas deberá existir una diferencia de tiempo suficiente (tres o cuatro minutos) para poder cambiar la orientación del instrumento.

3. EJECUCION DE LA OBSERVACION.

Provistos de la lista puntero, del instrumento en estación y con el cronógrafo en funcionamiento y controlado, la técnica de la observación es bien sencilla:

1. Se ajusta el círculo horizontal al acimut de la primera estrella de la lista puntero.
2. Consultar con la lista la hora de paso de la estrella.
3. Leer niveles, si es que se dispone de ellos.
4. Tomar el tiempo de paso de la estrella por el hilo central del retículo, o por los hilos de que se disponga, según el instrumento utilizado.
5. Tomar presión y temperatura.
6. Realizar las mismas operaciones con todas las estrellas de la lista puntero.

4. ECUACIONES DE OBSERVACION. RESOLUCION.

Consideremos la figura que representa el triángulo de posición. En él se verifica:

$$\operatorname{sen} z \operatorname{sen} A = -\cos \delta \operatorname{sen} H \quad [1]$$

$$\cos z = \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \Phi + \cos \delta \cos \Phi \cos H \quad [2]$$

$$\operatorname{sen} z \cos A = \operatorname{sen} \delta \cos \Phi - \cos \delta \operatorname{sen} \Phi \cos H, \quad [3]$$

siendo A el acimut desde el norte y H el ángulo horario definido por

$$H = \theta - \alpha = \theta_G + \Lambda - \alpha. \quad [4]$$

Sean z_0, Φ_0, Λ_0 valores aproximados de z, Φ y Λ tales que:

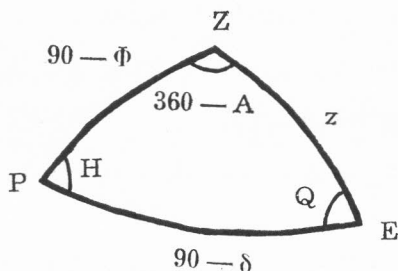
$$z = z_0 + \Delta z$$

$$\Phi = \Phi_0 + \Delta \Phi$$

$$\Lambda = \Lambda_0 + \Delta \Lambda$$

y análogamente

$$H = H_0 + \Delta H .$$



En estas condiciones de la ecuación [2] resulta

$$\begin{aligned} & \cos (z_0 + \Delta z) - \operatorname{sen} (\varphi_0 + \Delta \varphi) \operatorname{sen} \delta - \\ & - \cos (\varphi_0 + \Delta \varphi) \cos \delta \cos (H_0 + \Delta H) = 0 ; \end{aligned}$$

desarrollando se obtiene:

$$\begin{aligned} & \cos z_0 \cos \Delta z - \operatorname{sen} z_0 \operatorname{sen} \Delta z - \cos \varphi_0 \operatorname{sen} \Delta \varphi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \varphi_0 \cos \Delta \varphi \operatorname{sen} \delta - \\ & - (\cos \varphi_0 \cos \Delta \varphi - \operatorname{sen} \varphi_0 \operatorname{sen} \Delta \varphi) \cos \delta \\ & (\cos H_0 \cos \Delta H - \operatorname{sen} H_0 \operatorname{sen} \Delta H) = 0 . \end{aligned}$$

Supongamos Δz , $\Delta \varphi$, $\Delta \Lambda$ y ΔH infinitésimos de primer orden, entonces desarrollando en serie y despreciando los productos de infinitésimos, resulta:

$$\begin{aligned} & \cos z_0 - \Delta z \operatorname{sen} z_0 - \Delta \varphi \cos \varphi_0 \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \varphi_0 \operatorname{sen} \delta - \\ & - \cos \varphi_0 \cos \delta \cos H_0 + \Delta H \cos \varphi_0 \cos \delta \operatorname{sen} H_0 + \\ & + \Delta \varphi \operatorname{sen} \varphi_0 \cos \delta \cos H_0 = 0 , \end{aligned}$$

es decir,

$$\begin{aligned} & \cos z_0 - \Delta z \operatorname{sen} z_0 - \Delta \varphi (\cos \varphi_0 \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \varphi_0 \cos \delta \cos H_0) - \\ & - \operatorname{sen} \varphi_0 \operatorname{sen} \delta - \cos \varphi_0 \cos \delta \cos H_0 + \\ & + \Delta H \cos \varphi_0 \cos \delta \operatorname{sen} H_0 = 0 . \end{aligned} \quad [5]$$

Ahora bien, por la fórmula [2]

$$\cos z_0 = \operatorname{sen} \varphi_0 \operatorname{sen} \delta + \cos \varphi_0 \cos \delta \cos H_0 \quad [6]$$

y, además, en el mismo triángulo se obtiene

$$\operatorname{sen} z_0 \cos A_0 = \operatorname{sen} \delta \cos \varphi_0 - \cos \delta \operatorname{sen} \varphi_0 \cos H_0 \quad [7]$$

$$\cos \delta \operatorname{sen} H_0 = -\operatorname{sen} z_0 \operatorname{sen} A_0 , \quad [8]$$

entonces la relación [5] queda:

$$\Delta z \operatorname{sen} z_0 - \Delta \varphi \operatorname{sen} z_0 \cos A_0 - \Delta H \cos \varphi_0 \operatorname{sen} z_0 \operatorname{sen} A_0 = 0$$

y dividiendo por $\operatorname{sen} z_0$ y cambiando de signo,

$$\Delta z + \Delta \varphi \cos A_0 + \Delta H \cos \varphi_0 \operatorname{sen} A_0 = 0 .$$

Por otra parte, de la relación [4]

$$\Delta H = H - H_0 = \theta_G + \Lambda - \alpha - H_0 = \theta_G + \Lambda_0 - (\alpha + H_0) + \Delta \Lambda ,$$

es decir,

$$\Delta H = \theta_0 - (\alpha + H_0) + \Delta \Lambda ,$$

siendo θ_0 el tiempo sidéreo local determinado con la longitud aproximada Λ_0 . Por consiguiente, tomando como incógnitas Δz , $\Delta \varphi$ y $\Delta \Lambda$ resulta la ecuación de observación:

$$\Delta z + a \Delta \varphi + b \Delta \Lambda + c = 0 , \quad [9]$$

donde

$$\begin{aligned} a &= \cos A_0 \\ b &= \cos \varphi_0 \operatorname{sen} A_0 \\ c &= \cos \varphi_0 \operatorname{sen} A_0 [\theta_0 - (\alpha + H_0)] . \end{aligned} \quad [10]$$

Para el cálculo de $\cos A_0$ en función de z_0 , φ_0 y δ tomaremos la fórmula

$$\operatorname{sen} \delta = \cos z \operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} z \cos \varphi \cos A ,$$

de donde,

$$\cos A_0 = \frac{\operatorname{sen} \delta - \cos z_0 \operatorname{sen} \varphi_0}{\operatorname{sen} z_0 \cos \varphi_0} , \quad [11]$$

además, $\operatorname{sen} A_0$ se calcula por [8], y $\operatorname{sen} H_0$ que allí figura se calcula mediante $\cos H_0$ de [6].

Las coordenadas aparentes de las estrellas deben estar corregidas de aberración diurna y la distancia cenital z_0 debe corregirse de refracción.

Por último, y para control, calcularemos el ángulo paraláctico Q por la expresión

$$\operatorname{sen} \varphi_0 = \operatorname{sen} \delta \cos z_0 + \cos \delta \operatorname{sen} z_0 \cos Q ,$$

de donde

$$\cos Q = \frac{\operatorname{sen} \varphi_0 - \operatorname{sen} \delta \cos z_0}{\cos \delta \operatorname{sen} z_0} . \quad [12]$$

Supongamos que en la aplicación del método se han efectuado n series de observaciones, con m_s observaciones cada una. Para cada serie el número m_s puede ser variable; normalmente se suelen observar 20 ó 30 estrellas distribuidas uniformemente por el horizonte, procurando evitar las próximas al meridiano, que tienen máxima influencia en la longitud, y las próximas al primer vertical, con máxima influencia en la latitud.

La observación de cada paso de estrella dará lugar a una ecuación de la forma [9]. Para cada serie se resuelve el sistema correspondiente por el método de mínimos cuadrados, y para el conjunto de las series se obtienen los valores más probables con los valores de las series individuales.

Si son Δz_i , $\Delta \varphi_i$ y $\Delta \Lambda_i$ los resultados de la serie i , y si m_1 , m_2 y m_3 son los errores medios cuadráticos correspondientes, con los que calculamos los pesos p_i , q_i y r_i , respectivamente, obtenemos los siguientes resultados:

$$z_i = z_0 + \Delta z_i$$

$$\varphi_i = \varphi_0 + \Delta \varphi_i$$

$$\Lambda_i = \Lambda_0 + \Delta \Lambda_i$$

Estos valores de φ_i y de Λ_i deben corregirse por movimiento del polo si la observación es de primer orden.

Resultados del conjunto de las series, en la hipótesis de distinta confianza:

$$z = \frac{\sum z_i p_i}{\sum p_i}$$

$$\Phi = \frac{\sum \Phi_i q_i}{\sum q_i}$$

$$\Lambda = \frac{\sum \Lambda_i r_i}{\sum r_i}$$

Errores medios cuadráticos

$$M_z = \sqrt{\frac{\sum (z - z_i)^2 p_i}{(n-1) \sum p_i}}$$

$$M_\varphi = \sqrt{\frac{\sum (\varphi - \varphi_i)^2 q_i}{(n-1) \sum q_i}}$$

$$M_\Lambda = \sqrt{\frac{\sum (\Lambda - \Lambda_i)^2 r_i}{(n-1) \sum r_i}}$$

Resultados del conjunto de las series en la hipótesis de igual confianza:

$$z = \frac{\sum z_i}{n}$$

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i}{n}$$

$$\Lambda = \frac{\sum \Lambda_i}{n} .$$

Errores medios cuadráticos

$$M_z = \sqrt{\frac{\sum (z - z_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$M_\varphi = \sqrt{\frac{\sum (\varphi - \varphi_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$M_\Lambda = \sqrt{\frac{\sum (\Lambda - \Lambda_i)^2}{n(n-1)}}$$

5. CORRECCIONES.

A) Corrección por aberración diurna.

Los valores de las ascensiones rectas aparentes que entran en las ecuaciones [9] deben estar corregidos de aberración diurna, lo que se hace por las fórmulas

$$\Delta \alpha = 0'' 32 \cos \varphi_0 \cos (\theta - \alpha) \sec \delta$$

$$\Delta \delta = 0'' 32 \cos \varphi_0 \cos (\theta - \alpha) \sen \delta .$$

B) Corrección por refracción.

La distancia cenital z_0 que entra en el cálculo de los coeficientes de las ecuaciones de observación, se corrige previamente por refracción mediante la fórmula (Danjon, A.: "Astronomic Générale". Senac. París, 1952)

$$\rho = \alpha \operatorname{tag} z [(1 - \beta) - (\beta - \alpha/2) \operatorname{tag}^2 z] ,$$

donde

$$\alpha = 2.92551 \times 10^{-4} \left(\frac{P}{760} \right) \left(\frac{273}{273 + T} \right)$$

$$\beta = 1.254 \times 10^{-3} \left(\frac{273 + T}{273} \right)$$

$$P = p (1 - 2.64 \times 10^{-3} \cos 2 \varphi - 1.96 \times 10^{-7} h - 1.63 \times 10^{-4} T),$$

siendo T la temperatura; p, la presión, y h, la altitud del punto estación.

C) *Corrección por curvatura del paralelo de la estrella y del almicanarat.*

Si el instante θ_0 de cruce se determina a partir de la media de los tiempos T_i de paso por los hilos distantes v_i del hilo central, entonces es necesario efectuar una corrección a causa de la curvatura del paralelo de declinación. Esta corrección viene dada por (Guinot, B.: "Astrolabe impersonnel. Réduction des observations. Etudes des résultats". Bull. Astr., 1955),

$$C_p = \frac{\text{sen } 1''}{2} \frac{\text{sen } \delta \text{ cotg } Q}{\cos \Phi_0 \text{ sen } A_0} \bar{v}^2 = \frac{\text{sen } 1''}{2} \frac{\text{cotg } Q \text{ tag } \delta}{\cos Q} \bar{v}^2$$

donde \bar{v}^2 es la media de los valores v_i^2 expresados en radianes.

Por otra parte, si el instante θ_0 corresponde al cruce de la estrella por el almicanarat, no por el centro O del retículo, sino por O' distante u de O, entonces es necesario efectuar otra corrección debida a la curvatura del almicanarat. Esta corrección viene dada por

$$C_a = \frac{\text{sen } 1''}{2} \text{cotg } z_0 u^2 .$$

Como puede suponerse, estas correcciones sólo se aplican si se pretende un primer orden.

D) *Corrección por movimiento del polo.*

Las coordenadas φ y Λ obtenidas en cada serie deben corregirse por movimiento del polo, si se desea primer orden, lo que se hace por las fórmulas

(Sevilla, M. J.: "Coordenadas astronómicas y geodésicas. Desviación relativa de la vertical". *Urania*, núm. 284. Madrid, 1975)

$$\begin{aligned}\Phi_i &= \Phi - x \cos \Lambda + y \operatorname{sen} \Lambda \\ \Lambda_i &= \Lambda - (x \operatorname{sen} \Lambda + y \cos \Lambda) \operatorname{tag} \Phi ,\end{aligned}$$

donde x e y son las coordenadas del polo verdadero respecto del polo OCI, tomadas de la circular D del BIH.

E) *Corrección por excentricidad.*

Si la observación se ha realizado en una estación excéntrica, se efectúa la corrección siguiente (Sevilla, M. J.: *Idem*):

$$\begin{aligned}\varphi_e &= \varphi + 3.2376 \times 10^{-2} d_0 \cos \beta \cos \varphi \\ \Lambda_e &= \Lambda + 3.2376 \times 10^{-2} d_0 \operatorname{sen} \beta \sec \varphi ,\end{aligned}$$

donde d_0 es la distancia de la excéntrica al punto estación, y β , el acimut tomado desde la excéntrica y contado desde el Norte.

F) *Corrección por curvatura de la plomada.*

Esta corrección es opcional y se realiza por la fórmula siguiente (Sevilla, M. J.: *Idem*):

$$\varphi_c = \varphi_e - 0.00017 h \operatorname{sen} 2 \varphi_e ,$$

siendo h la altitud de la estación.

6. PROGRAMAS DE CALCULO AUTOMATICO.

A) *Programa ASTROLIS.*

Este programa calcula la lista puntero siguiendo las especificaciones dadas en el apartado 2, los datos de entrada son de tres tipos:

a) Datos de estación, leídos por la sentencia 5, son:

ENØM = nombre de la estación, 16 caracteres alfanuméricos.

LAG, LAM, LAS = latitud aproximada de la estación en grados, minutos y segundos, seis caracteres.

LGMS = longitud aproximada de la estación en grados, minutos y segundos, positiva hacia el Este, siete caracteres.

ALT = altitud de la estación en metros con un decimal, seis caracteres.

IDA, MES, NA = día, mes y dos últimas cifras del año en que se desea la lista puntero, seis caracteres.

IHC, IMC = horas y minutos de comienzo de la lista, cuatro caracteres.

IHF, IMF = horas y minutos de final de la lista, si se pasa de la medianoche se pone la hora sumada a 24, cuatro caracteres.

DZ = distancia cenital en grados del almicantrat para el que se desea la lista, dos caracteres más punto decimal.

b) Datos astronómicos (del AENA) leídos por la sentencia 8; éstos son:

TSH, TSM, TSS = tiempo sidéreo a cero horas de tiempo universal en horas, minutos y segundos con tres decimales, 12 caracteres con puntos.

SG1, SM1, SS1 = longitud geométrica del Sol referida al equinoccio medio de la fecha para el día IDA, en grados, minutos y segundos con dos decimales, 12 caracteres.

SG2, SM2, SS2 = ídem para el día IDA + 1.

ANL1, ANL2 = nutación en longitud en segundos de arco con tres decimales para los días IDA e IDA + 1, 14 caracteres.

ANØ1, ANØ2 = nutación en oblicuidad en segundos de arco con tres decimales para los días IDA e IDA + 1, 12 caracteres.

c) Datos de estrellas de un catálogo FK4-1975.0 en cinta magnética, leídos por la sentencia 81; éstos son:

Matriz C donde se encuentran: número de la estrella, ascensión recta, declinación, movimientos propios en ascensión recta y declinación y magnitud. Una matriz para cada estrella.

La marcha del programa es la siguiente: De la sentencia 1 a la 38 se preparan los datos y se escriben títulos de salida. De la 39 a la 76 se preparan las constantes para la reducción de posiciones de estrellas. De la 77 a la 93 se efectúa la selección de estrellas. De la 94 a la 115 se efectúa la reducción a aparentes (tanto para éste como para el programa siguiente la reducción de estrellas se efectúa según se indica en: Sevilla, M. J.: "Nuevos coeficientes para la reducción automática de posiciones de estrellas", Sem. Ast. y Geod., pub. núm. 90, Madrid). De la 116 a la 146 se calculan los elementos que deben aparecer en la lista puntero. De la 147 al final se ordenan los resultados y se escriben tal como aparecen en las hojas de resultados que se acompañan y cuya interpretación no ofrece dificultad.

La subrutina ORDEN efectúa la ordenación por tiempos, y la GRMS sirve para pasar de grados y decimales a grados, minutos y segundos.

B) *Programa ASTROLAB.*

Este programa calcula las coordenadas latitud y longitud a partir de los datos de observación, siguiendo el método expuesto. Los datos de entrada son los siguientes:

a) Datos de estación, leídos por la sentencia 7:

ENØ, LAG, LAM, LAS, LGMS, HALT son los mismos del programa ASTROLIS, entrada 5.

DEX = distancia del punto estación al punto de observación, si existe excentricidad, en metros con dos decimales, seis caracteres.

LXG, LXM, XS = acimut de la referencia excéntrica en grados, minutos y segundos, 10 caracteres.

b) Datos de estrellas, leídos por la sentencia 25. Son los datos del catálogo FK4-1975.0 de todas las estrellas observadas que han de entrar en el cálculo. Estos son:

ARH, ARM, ARS = ascensión recta en horas, minutos y segundos con tres decimales, 12 caracteres.

DEG, DEM, DES = declinación en grados, minutos y segundos con dos decimales, 12 caracteres.

AMUA, AMUD = movimientos propios en ascensión recta y declinación en segundos, 14 caracteres.

AMG = magnitud de la estrella, cinco caracteres.

PAR = paralaje de la estrella en segundos, siete caracteres.

Con una ficha en blanco se indica el final de datos de estrellas.

c) Datos de serie, leídos por las sentencias 47, 54 y 75. Estos son:

De 47:

NS = número de la serie, dos caracteres.

IDA, MES, NA = día, mes y las dos últimas cifras del año de la observación, seis caracteres.

CXP, CYP = coordenadas del polo instantáneo respecto al OCI si se desea efectuar esta corrección, 10 caracteres.

DTU1 = diferencia UT1-UTC de la circular D del BIH, siete caracteres.

ØNØ = nombres de los observadores, 16 caracteres.

INØM = nombre del instrumento utilizado, ocho caracteres.

DZG = distancia cenital en grados, del almicantarat en que se ha efectuado la observación.

De 54.—Datos astronómicos, los mismos del programa ASTROLIS, sentencia 8.

De 75.—Datos propios de observación:

NES = número de la estrella observada, cuatro caracteres.

TUH, TUM, TUS = tiempo observado en horas, minutos y segundos con tres decimales, 12 caracteres.

ECRØN = estado del cronómetro en segundos con tres decimales, seis caracteres.

PR = presión en milímetros con dos decimales, seis caracteres.

TEM = temperatura en grados con un decimal, cuatro caracteres.

ITS = índice del tiempo utilizado, para tiempo universal ITS + 0 y para tiempo sidéreo ITS = 1.

Con una ficha en blanco se indica el final de los datos de la serie, y con otra en blanco, el final de las series.

La marcha del programa es la siguiente: De las sentencias 1 a la 24 se preparan los datos de estación. De la 25 a la 37 se leen y almacenan los datos de estrellas observadas. De la 38 a la 74 se preparan los datos de cada serie y se escriben títulos de salida. De la 75 a la 171 se efectúa la reducción de posiciones de estrellas medias a aparentes. De la 172 a la 183 se efectúa la corrección por refracción. De la 184 a la 208 se calculan los coeficientes de las ecuaciones de observación. La 209 mediante la subrutina MINI2 resuelve el sistema de ecuaciones de observación. De la 210 a la 244 se ordenan y escriben los resultados de cada serie. De la 245 a la 299 se hace lo mismo para el conjunto de las series. De la 300 al final se corrige por excentricidad y curvatura y se escriben los resultados finales.

La subrutina MINI2 resuelve el sistema de ecuaciones de observación por el método de mínimos cuadrados y calcula la matriz de varianza-covarianza.

La subrutina GRMS pasa a grados, minutos y segundos.

En cuanto a los resultados poco hay que añadir a lo que en las correspondientes hojas se indica. Digamos, no obstante, que la columna DT representa la diferencia entre el tiempo real de la observación y el tiempo teórico de cruce de la estrella; la fila RESIDUOS indica los residuales correspondientes a cada ecuación de estrella, en el mismo orden en que éstas aparecen, después de aplicar los mínimos cuadrados. Esto sirve para eliminar observaciones defectuosas. El resto puede interpretarse sin dificultad.

C PREPARACION DE LISTAS PUNTEROS
 C ACIMUTES Y TIEMPOS DE PASOS DE ESTRELLAS POR UN ALMICANTARAT
 C

```
0001      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
0002      DIMENSION ENOM(2),DMS(12),C(12),J(400),NUM(400),AMAG(400),T(400),
      *A(400),D(400),AC(400),H(400),P(400),TS(400)
0003      DATA DMS/-1.,30.,58.,89.,119.,150.,180.,211.,242.,272.,303.,333./
0004      DERA=1.7453292519D-2
```

C
 C LECTURA DE DATOS DE ESTACION Y TIEMPOS
 C

```
0005      2 READ 106,ENOM,LAG,LAM,LAS,LGMS,ALT,IDA,MES,NA,IHC,IMC,IHF,IMF,DZ
0006      106 FORMAT(2A8,3I2,I7,F6.1,7I2,F3.0)
0007      IF(LAG.EQ.0) GO TO 76
0008      READ 103,TSH,TSM,TSS,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,ANC1,ANO2
0009      103 FORMAT(2F3.0,F6.3,2(F4.0,F3.0,F5.2),2F7.3,2F6.3)
0010      LOG=IABS(LGMS)/10000
0011      MLO=IABS(LGMS)-LOG*10000
0012      LOM=MLO/100
0013      LOS=MLO-LOM*100
0014      AF=DFLOAT(LAG)+DFLOAT(LAM)/60.+DFLOAT(LAS)/3600.
0015      AL=DFLOAT(LOG)+DFLOAT(LOM)/60.+DFLOAT(LOS)/3600.
0016      IF(LGMS.LT.0) AL=-AL
0017      IF(LGMS.LT.0) LOG=-LOG
0018      SAF=DSIN(AF*DERA)
0019      CAF=DCOS(AF*DERA)
0020      DZR=DZ*DERA
0021      SDZ=DSIN(DZR)
0022      CDZ=DCOS(DZR)
0023      TSG=TSH+TSM/60.+TSS/3600.
0024      HC=DFLOAT(IHC)+DFLOAT(IMC)/60.
0025      HF=DFLOAT(IHF)+DFLOAT(IMF)/60.
0026      HSC=TSG+HC+HC/365.2422+AL/15.
0027      HSF=TSG+HF+HF/365.2422+AL/15.
0028      IF(HSC.GE.24.) HSC=HSC-24.
0029      IF(HSF.GE.24.) HSF=HSF-24.
0030      TUJ=(HF-HC)/2.+HC
0031      PRINT 200
0032      200 FORMAT(1H1,1X,'UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID',/,2X,'FACULTAD D
      *E CIENCIAS MATEMATICAS',/,2X,'CATEDRA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA',//
      */)
0033      PRINT 201,DZ
0034      201 FORMAT(1H0,10X,'LISTA PUNTERO DE PASOS DE ESTRELLAS POR EL ALMICAN
      *TARAT DE',F4.0,1X,'GRADOS ORDENADA POR TIEMPOS'/)
0035      PRINT 202,ENOM,LAG,LAM,LAS,LOG,LOM,LOS,ALT
0036      202 FORMAT(1H0,10X,'ESTACION:',2X,2A8,5X,'COORDENADAS PROVISIONALES: L
      *ATTUD',3I3,2X,'LONGITUD',3I3,2X,'ALTITUD',F8.1,/)
0037      PRINT 203,IDA,MES,NA,IHC,IMC,IHF,IMF
0038      203 FFORMAT(1H0,10X,'LISTA PREPARADA PARA OBSERVAR',5X,'EL DIA',3I3,
      *2X,'DESDE LA$',2I3,2X,'A LAS',2I3,/)
      C
```

C
 C CALCULO DE CONSTANTES ASTRONOMICAS
 C

```
0039      ALO1=SG1+SM1/60.+SS1/3600.
0040      ALO2=SG2+SM2/60.+SS2/3600.
0041      AN=DFLOAT(NA)
0042      FA=DMS(MES)+DFLOAT(IDA)
0043      IF(DMOD(AN,4.00).EQ.0..AND.MES.GT.2) FA=FA+1.
```

```

0044      PRINT 205,TSH,TSM,TSS,FA,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,
          *ANO1,ANO2
0045      205 FORMAT(1H0,1X,'ELEMENTOS ASTRONOMICOS',//,2X,'TSG:',1X,2F3.0,
          *F6.3,2X,'FA:',F5.0,2X,'SOL1:',F5.0,F3.0,F5.2,1X,'SOL2:',F5.0,F3.0
          *,F5.2,2X,'NL1:',F7.3,1X,'NL2:',F7.3,2X,'NO1:',F6.3,1X,'NC2:',
          *F6.3,/)
0046      FD=TU/24.
0047      DJ=(6612.+AN)*365.25D00-13.
0048      FJ=IDINT(DJ)
0049      IF(DMOD(AN,4.D0).EQ.0.) FJ=FJ-1.
0050      FS=(FJ+0.5-2415020.)/36525.
0051      DAT=365.24219879D00-6.14D-6*FS
0052      CAT=280.-(279.69657778D00+36000.768925D00*FS+3.025D-4*FS*FS-
          -5.69327778D-3)
0053      CAT=(CAT+360.*AN)*1.014601D00
0054      FAT=(FA+FD-CAT)/DAT
0055      AT=AN+FAT
0056      TR=AT-75.
0057      PHI=(174.6356917D00-2.4161667D-3*TR)*DERA
0058      SP=DSIN(PHI)
0059      CP=DCOS(PHI)
0060      AK=(1.30713D-4-9.24D-10*TR)*TR*DERA
0061      SK=DSIN(AK)
0062      CK=DCOS(AK)
0063      ANUTL = (ANL1+(ANL2-ANL1)*FD)*DERA/3600.
0064      PREC=(1.396474534D-2+3.08804D-9*TR)*TR*DERA
0065      PN=PHI+ANUTL+PREC
0066      SPN=DSIN(PN)
0067      CPN=DCOS(PN)
0068      SOL=(AL01+(AL02-AL01)*FD)*DERA+ANUTL
0069      SS=DSIN(SOL)
0070      CS=DCOS(SOL)
0071      CAB=5.69327778D-3*DERA
0072      ANUTOB=(ANO1+(ANO2-ANO1)*FD)*DERA/3600.
0073      OM=(23.4522944444D00-1.30125D-4*AT)*DERA+ANUTOB
0074      SO=DSIN(OM)
0075      CO=DCOS(OM)
0076      TR=TR/100.
0077      N=0
0078      FMZ=AF+DZ
0079      IF(DZ.GT.(90.-AF)) FMZ=180.-FMZ

C
CC ELECCION DE ESTRELLAS OBSERVABLES EN EL INTERVALO DE TIEMPO DADO
C
0080      DO 1 LK=1,1535
0081      READ(11,105) C
0082      105 FORMAT(F5.0,F12.9,F13.9,F7.3,F7.2,F5.2,6F12.9)
0083      IF(C(6).GT.6.) GO TO 1
0084      IF((AF-DZ).GT.C(3).OR.FMZ.LT.C(3)) GO TO 1
0085      AH=DARCOS((CDZ-DSIN(C(3)*DERA)*SAF)/(DCOS(C(3)*DERA)*CAF))
0086      HSP1=C(2)+AH/DERA/15.
0087      HSP2=C(2)-AH/DERA/15.
0088      IF(HSP1.GE.24.) HSP1=HSP1-24.
0089      IF(HSP2.GE.24.) HSP2=HSP2-24.
0090      IF(HSP1.LT.0.) HSP1=HSP1+24.
0091      IF(HSP2.LT.0.) HSP2=HSP2+24.
0092      IF((HSC.GT.HSF).AND.(HSP1.LT.HSC.AND.HSP1.GT.HSF).AND.(HSP2.LT.HSC
          *.AND.HSP2.GT.HSF)) GO TO 1

```



```

0093      IF((HSC.LT.HSF).AND.(HSP1.LT.HSC.OR.HSP1.GT.HSF).AND.(HSP2.LT.HSC.
          *OR.HSP2.GT.HSF)) GO TO 1
C
C  CALCULO DE POSICIONES APARENTES DE LAS ESTRELLAS SELECCIONADAS
C
0094      X=C(7)+C(10)*TR-0.5*UVW*C(7)*TR*TR
0095      5 UVW=C(10)**2+C(11)**2+C(12)**2
0096      Y=C(8)+C(11)*TR-0.5*UVW*C(8)*TR*TR
0097      Z=C(9)+C(12)*TR-0.5*UVW*C(9)*TR*TR
0098      U=X*(CPN*CP+SPN*SP*CK)+Y*(CPN*SP-SPN*CP*CK)-Z*SPN*SK
0099      V=X*(SPN*CP-CPN*SP*CK)+Y*(SPN*SP+CPN*CP*CK)+Z*CPN*SK
0100      W=X*SP*SK-Y*CP*SK+Z*CK
0101      X=U+CAB*SS
0102      Y=V-CAB*CS
0103      DEN=DSQRT(X*X+Y*Y+W*W)
0104      Y=Y/DEN
0105      Z=W/DEN
0106      XA=X/DEN
0107      YA=Y*CO-Z*SO
0108      ZA=Y*SO+Z*CO
0109      AR=DATAN2(YA,XA)
0110      IF(AR.LT.0.) AR=AR+6.2831852D00
0111      EE=DSQRT(XA*XA+YA*YA)
0112      DE=DATAN2(ZA,EE)
0113      SDE=DSIN(DE)
0114      CDE=DCOS(DE)
0115      DE=DE/DERA
0116      IF((AF-DZ).GT.DE.OR.FMZ.LT.DE) GO TO 1
0117      AR=AR/DERA/15.
0118      AZ=DARCOS((SDE-SAF*CDZ)/(CAF*SDZ))/DERA
0119      AH=DARCOS((CDZ-SDE*SAF)/(CDE*CAF))/(15.*DERA)
0120      IS=1
0121      11 TL=AH+AR
0122      IF(TL.GT.24) TL=TL-24.
0123      IF((HSC.GT.HSF).AND.(HSC.GT.TL.AND.HSF.LT.TL)) GO TO 10
0124      IF((HSC.LT.HSF).AND.(HSC.GT.TL.OR.HSF.LT.TL)) GO TO 10
0125      TG=TL-AL/15.-TSG
0126      IF(TG.LT.0.) TG=TG+24.
0127      IF(TG.LT.12.) TG=TG+24.
0128      TF=TG*365.2422D00/366.2422D00
0129      N=N+1
0130      J(N)=N
0131      NUM(N)=C(1)
0132      AMAG(N)=C(6)
0133      A(N)=AR
0134      D(N)=DE
0135      T(N)=TE
0136      TS(N)=TL
0137      AC(N)=360.-AZ
0138      H(N)=AH
0139      P(N)=DARCOS((SAF-SDE*CDZ)/(CDE*SDZ))/DERA
0140      IF(N.GT.399) GO TO 3
0141      10 IF(IS.EQ.2) GO TO 1
0142      AH=24.-AH
0143      AZ=360.-AZ
0144      IS=2
0145      GO TO 11
0146      1 CONTINUE

```

```
C
C  ORDENACION DE LAS ESTRELLAS POR TU DE LA OBSERVACION
C
0147      3 CALL ORDEN(N,J,T)
0148      NPAG=1
0149      PRINT 208,IDA,MES,NA,NPAG
0150      208 FORMAT(1H1,43X,'L I S T A P U N T E R O'//6X,'DIA',3I3,28X,
      *'COORDENADAS APARENTES',50X,'PAGINA',I4//)
0151      PRINT 209
0152      209 FORMAT(1H0,3X,'NUM',3X,'MAG',5X,'ASCEN RECTA',4X,'DECLINACION',
      *7X,'T. UNIVERSAL',4X,'T. SIDERE0',7X,'ACIMUT',12X,'HORARIO',6X,
      *'PARALACTICO')
0153      DO 65 K=1,N
0154      34 K1=J(K)
0155      IF(T(K).GT.24.) T(K)=T(K)-24.
0156      CALL GRMS(A(K1),I1,M1,S1)
0157      CALL GRMS(D(K1),I2,M2,S2)
0158      CALL GRMS(T(K),I3,M3,S3)
0159      CALL GRMS(AC(K1),I4,M4,S4)
0160      CALL GRMS(H(K1),I5,M5,S5)
0161      CALL GRMS(P(K1),I6,M6,S6)
0162      CALL GRMS(TS(K1),I7,M7,S7)
0163      PRINT 206,NUM(K1),AMAG(K1),I1,M1,S1,I2,M2,S2,I3,M3,S3,I7,M7,S7,
      *I4,M4,S4,I5,M5,S5,I6,M6,S6
0164      206 FORMAT(1H0,I6,F6.1,3X,2(2I3,F7.3,2X),4X,3(2I3,F7.3,2X),4X,
      *2(2I3,F7.3,2X))
0165      IF(MOD(K,25).NE.0) GO TO 65
0166      NPAG=NPAG+1
0167      PRINT 208,IDA,MES,NA,NPAG
0168      PRINT 209
0169      65 CONTINUE
0170      REWIND 11
0171      GO TO 2
0172      76 STOP
0173      END
```

FORTRAN IV G LEVEL 21

ORDEN

DATE = 78116

14/45/44

```
0001      SUBROUTINE ORDEN(N,I,T)
0002      REAL*8 T,R
0003      DIMENSION T(400),I(400)
0004      NI=N-1
0005      DO 1 L=1,NI
0006      K=I
0007      3 IF(T(K).LE.T(K+1)) GO TO 1
0008      R=T(K)
0009      T(K)=T(K+1)
0010      T(K+1)=R
0011      M=I(K)
0012      I(K)=I(K+1)
0013      I(K+1)=M
0014      K=K-1
0015      IF(K.NE.0) GO TO 3
0016      1 CONTINUE
0017      RETURN
0018      END
```

FORTRAN IV G LEVEL 21

GRMS

DATE = 78116

14/45/44

```
0001      SUBROUTINE GRMS(X,IG,MI,SE)
0002      REAL*8 X,AM,SE,Y
0003      K=0
0004      IF(X.LT.0.) K=1
0005      Y=DABS(X)
0006      IG=Y
0007      AM=(Y-DFLOAT(IG))*60.
0008      MI=AM
0009      SE=(AM-DFLOAT(MI))*60.
0010      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0).AND.(MI.EQ.0.))SE=-SE
0011      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0))MI=-MI
0012      IF(K.EQ.1) IG=-IG
0013      RETURN
0014      END
```

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS
CATEGORIA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA

LISTA PUNTERO DE PASOS DE ESTRELLAS POR EL ALMICANTARAT DE 45. GRADOS ORDENADA POR TIEMPOS

ESTACION: MADRID FACULTAD COORDENADAS PROVISIONALES: LATITUD 40 27 3 LONGITUD -3 43 37 ALTITUD 664.8

LISTA PREPARADA PARA OBSERVAR EL DIA 11 5 77 DESDE LAS 21 0 A LAS 25 0

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 15.14.39.688 FA: 130. SOL1: 50.11.26.97 SOL2: 51. 9.24.30 NL1: 5.939 NL2: 5.871 N01:-8.596 N02:-8.596

L I S T A P U N T E R O

OTA 11. 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREO	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
578	2.3	15 33 45.251	26 47 25.411	21 1 2.399	12 4 14.777	90 51 21.997	20 30 29.516	58 28 13.497
551	5.8	14 55 10.564	14 32 13.486	21 2 30.473	12 5 43.093	112 42 46.508	21 10 32.529	46 28 57.884
1400	5.7	15 17 25.082	20 39 17.862	21 2 59.154	12 6 11.852	101 21 51.847	20 48 46.770	52 52 20.225
608	2.9	16 19 5.296	46 22 0.397	21 3 27.232	12 6 40.006	60 29 42.375	19 47 34.710	73 41 31.297
1246	5.1	9 30 43.835	11 23 54.518	21 3 55.289	12 7 8.141	240 58 2.132	2 36 24.306	42 44 39.924
299	5.7	7 53 3.399	47 34 29.890	21 4 16.533	12 7 29.443	301 16 52.360	4 14 26.044	74 34 49.076
365	3.8	9 39 56.900	9 59 37.005	21 6 44.687	12 9 58.002	237 59 19.725	2 30 1.102	40 56 4.161
292	5.0	7 41 4.884	58 45 57.523	21 7 0.613	12 10 13.572	317 25 58.005	4 29 9.088	83 4 46.492
501	3.4	13 33 33.734	0-28 54.417	21 8 10.623	12 11 24.174	150 15 10.745	22 37 50.440	22 11 2.201
1375	5.1	14 23 5.170	5 55 18.360	21 10 52.437	12 14 6.430	131 21 55.884	21 51 1.260	35 2 30.365
1423	4.9	16 8 10.183	36 32 52.037	21 11 31.354	12 14 45.454	75 16 47.516	20 6 35.271	66 22 3.016
627	4.9	16 44 53.955	56 49 18.415	21 14 28.548	12 17 43.133	45 20 30.530	19 32 49.168	81 32 3.964
516	4.3	14 0 31.072	1 39 10.070	21 16 34.103	12 19 49.032	143 2 3.193	22 19 17.960	27 14 39.687
378	4.9	9 59 1.486	8 9 3.601	21 16 47.695	12 20 2.661	233 54 24.136	2 21 1.175	38 24 7.979
328	4.2	8 45 19.650	28 50 34.200	21 17 5.215	12 20 20.229	272 31 5.341	3 35 0.579	60 12 53.196
1336	5.9	12 58 30.827	-3 41 30.330	21 17 6.229	12 20 21.246	166 28 23.984	23 21 50.419	10 16 26.839
1434	5.1	16 38 9.723	48 58 19.319	21 18 14.388	12 21 29.591	56 40 27.175	19 43 19.868	75 36 32.765
300	5.6	7 57 28.706	73 58 57.707	21 20 29.331	12 23 44.904	339 1 12.719	4 26 16.198	99 6 2.367
1239	5.2	9 8 3.608	22 8 11.233	21 20 42.972	12 23 58.583	261 14 21.602	3 15 54.974	54 17 6.917
593	4.2	15 56 40.519	26 56 34.189	21 23 28.874	12 26 44.939	90 36 12.130	20 30 4.420	58 36 6.748
307	4.9	8 5 44.951	51 34 26.478	21 24 2.157	12 27 16.312	307 6 33.059	4 20 33.362	77 32 14.105
621	4.3	16 33 24.025	42 28 58.848	21 24 39.869	12 27 56.128	66 15 44.699	19 54 32.102	70 49 49.062
314	4.4	8 21 16.995	43 15 43.714	21 24 55.855	12 28 12.158	294 54 7.591	4 6 55.163	71 24 22.899
302	5.0	7 59 45.907	60 23 20.872	21 27 2.668	12 30 19.317	319 44 31.490	4 30 33.411	84 24 34.600
1252	5.6	9 42 30.290	14 7 26.401	21 27 3.148	12 30 19.800	246 28 42.010	2 47 49.510	46 0 42.847

L I S T A P U N T E R O

DIA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREQ	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
570	5.5	15 24 45.867	15 30 24.952	21 28 17.004	12 31 33.858	110 50 17.760	21 6 47.991	47 33 57.165
639	3.2	17 8 45.658	65 44 31.274	21 32 16.146	12 35 33.654	32 40 23.887	19 26 47.996	85 11 12.823
310	5.7	8 15 41.782	75 49 50.212	21 34 18.723	12 37 36.567	341 40 46.655	4 20 54.785	102 16 28.257
1232	5.6	8 58 9.326	32 30 25.122	21 39 1.398	12 42 20.016	278 24 11.669	3 44 10.690	63 12 28.491
1215	5.5	8 10 33.283	68 32 39.975	21 40 7.605	12 43 26.404	331 17 25.959	4 32 53.121	92 3 46.223
626	3.6	16 42 8.780	38 57 52.391	21 40 18.164	12 43 36.992	71 34 28.355	20 1 28.212	68 12 15.978
584	4.3	15 47 44.729	18 12 38.921	21 41 24.448	12 44 43.458	105 46 18.122	20 56 58.729	50 26 14.239
380	1.3	10 7 10.477	12 4 35.218	21 43 12.664	12 46 31.570	242 22 7.689	2 39 21.492	43 35 7.073
1287	5.7	11 5 45.738	2 4 34.457	21 46 21.730	12 49 41.553	218 15 16.523	1 43 55.816	28 7 45.958
1225	5.5	8 39 27.139	45 54 54.354	21 47 46.109	12 51 6.164	298 50 19.606	4 11 39.024	73 21 36.029
1244	4.6	9 23 20.403	26 16 46.971	21 48 6.001	12 51 26.110	268 17 40.474	3 28 5.707	58 1 39.589
583	3.7	15 45 10.059	15 29 31.136	21 48 41.250	12 52 1.455	110 52 0.892	21 6 51.396	47 32 57.887
1284	5.1	10 59 24.269	3 44 13.101	21 51 38.039	12 54 58.728	222 59 24.599	1 55 34.459	31 19 52.627
437	4.5	11 35 48.343	0-42 3.777	21 52 26.084	12 55 46.905	208 54 54.657	1 19 58.562	21 35 24.399
396	3.9	10 31 37.769	9 25 17.339	21 55 34.728	12 58 56.066	236 44 39.410	2 27 18.296	40 10 7.831
659	5.2	17 32 5.911	68 8 55.560	21 55 43.122	12 59 4.483	29 16 9.521	19 26 58.572	91 38 5.244
317	3.5	8 28 22.879	60 47 48.816	21 55 53.810	12 59 15.200	320 19 16.804	4 30 52.321	84 45 2.040
591	3.9	15 55 25.908	15 44 5.403	21 58 0.467	13 1 22.203	110 24 8.788	21 5 56.296	47 48 57.797
547	3.8	14 45 7.741	1 59 13.877	21 58 30.264	13 1 52.082	142 0 47.983	22 16 44.341	27 56 45.304
1237	4.7	9 5 5.487	38 32 37.554	21 59 23.111	13 2 45.074	287 47 1.838	3 57 39.587	67 53 12.846
339	4.1	8 59 10.304	41 52 25.604	22 0 6.655	13 3 28.737	292 49 26.960	4 4 18.433	70 22 43.464
654	4.9	17 37 7.723	68 46 3.739	22 0 57.998	13 4 20.221	28 23 36.518	19 27 12.498	92 18 29.070
379	3.6	10 6 6.384	16 52 19.624	22 1 0.082	13 4 22.310	251 44 50.646	2 58 15.926	49 2 28.569
357	3.1	9 44 34.340	23 52 41.514	22 2 23.772	13 5 46.230	264 14 35.161	3 21 11.889	55 53 35.860
655	5.0	17 31 45.677	55 11 54.789	22 3 3.829	13 6 26.356	47 40 0.111	19 34 40.718	80 16 32.868

L I S T A P U N T E R O

DIA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDERECC	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
657	5.0	17 31 51.130	55 11 13.710	22 3 10.087	13 6 32.671	47 40 59.053	19 34 41.541	80 16 1.321
1421	5.3	16 7 4.702	17 6 23.523	22 4 35.118	13 7 57.935	107 48 51.960	21 0 53.233	49 17 21.128
653	3.0	17 29 57.067	52 16 0.982	22 5 2.497	13 8 25.389	51 53 17.598	19 38 28.322	78 3 17.753
352	3.3	9 19 40.764	34 29 20.341	22 5 6.856	13 8 29.760	281 31 19.768	3 48 48.996	64 46 24.544
1441	5.4	16 52 8.035	31 44 17.563	22 6 25.707	13 9 48.827	82 49 4.971	20 17 40.792	62 35 28.744
562	5.4	15 14 5.326	5 1 21.186	22 7 1.083	13 10 24.299	133 37 18.241	21 56 18.974	33 34 21.121
650	5.8	17 26 9.935	48 16 40.257	22 7 12.429	13 10 35.677	57 41 20.104	19 44 25.742	75 5 51.211
910	4.6	9 33 56.159	81 25 53.715	22 9 14.972	13 12 38.555	350 6 3.202	3 38 42.396	118 35 33.463
670	4.9	17 42 23.564	72 9 34.058	22 9 18.691	13 12 42.284	23 34 55.883	19 30 18.721	96 26 33.895
335	3.1	8 57 39.535	48 7 56.874	22 9 36.166	13 12 59.807	302 5 53.767	4 15 20.273	74 59 25.872
1446	5.3	17 0 47.718	33 36 0.129	22 10 38.137	13 14 1.947	79 52 17.659	20 13 14.229	64 4 31.432
618	2.8	16 29 16.281	21 32 17.414	22 11 49.676	13 15 13.683	99 48 23.292	20 45 57.401	53 43 11.717
341	3.7	9 2 4.905	47 14 52.842	22 12 34.575	13 15 58.705	300 48 4.601	4 13 53.800	74 20 23.451
1297	5.2	11 26 47.295	2 58 43.967	22 13 49.561	13 17 13.896	220 53 8.182	1 50 26.601	29 55 5.492
634	3.9	16 59 26.904	30 57 31.788	22 15 38.172	13 19 2.804	84 3 47.561	20 19 35.900	61 57 37.291
371	4.1	9 51 28.972	26 6 48.651	22 15 42.210	13 19 6.853	268 1 2.220	3 27 37.881	57 52 57.977
1272	5.7	10 30 59.883	14 15 8.114	22 15 55.282	13 19 19.561	246 43 48.430	2 48 20.079	46 9 31.394
346	5.3	9 12 19.544	43 18 45.703	22 15 55.627	13 19 20.307	294 58 39.106	4 7 0.764	71 26 37.282
912	4.4	16 48 21.152	82 4 36.374	22 16 43.837	13 20 8.649	8 50 34.688	20 31 47.497	121 56 12.900
643	3.4	17 14 17.050	36 50 0.894	22 16 50.258	13 20 15.087	74 50 20.621	20 5 58.037	66 35 11.418
1251	5.7	9 42 13.978	30 4 43.921	22 17 0.670	13 20 25.528	274 31 19.448	3 38 11.550	61 14 25.622
409	5.3	10 48 4.733	10 39 48.799	22 17 46.411	13 21 11.394	239 25 20.189	2 33 6.661	41 48 34.198
418	4.7	11 3 51.749	7 27 24.136	22 17 51.870	13 21 16.868	232 18 29.634	2 17 25.119	37 23 38.865
533	5.0	14 27 3.630	-2 7 39.767	22 19 52.392	13 23 17.720	157 9 38.225	22 56 14.090	17 11 30.388
609	3.8	16 20 56.930	16 12 20.196	22 21 42.048	13 25 7.676	109 30 27.217	21 4 10.746	48 19 40.200

DTA 11 5 77

LISTA PUNTERO

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN PECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREC	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
671	3.9	17 53 10.161	56 52 29.064	22 22 30.119	13 25 55.879	45 15 57.956	19 32 45.717	81 34 33.369
360	4.6	9 32 50.469	36 29 56.414	22 22 43.022	13 26 8.817	284 38 41.340	3 53 18.348	66 19 48.251
340	5.7	9 2 20.988	54 22 32.293	22 23 13.756	13 26 39.636	311 9 5.117	4 24 18.648	79 38 47.335
663	3.8	17 38 51.182	46 1 1.267	22 23 35.725	13 27 1.665	61 0 38.926	19 48 10.483	73 26 5.753
1440	5.2	16 50 50.434	24 41 37.164	22 23 49.164	13 27 15.140	94 22 12.322	20 36 24.706	56 37 41.445
1462	5.8	17 32 25.716	41 15 29.444	22 25 52.256	13 29 18.570	68 6 5.148	19 56 52.854	69 55 16.757
427	4.1	11 19 59.008	6 9 5.982	22 26 49.859	13 30 16.330	229 11 53.398	2 10 17.322	35 24 21.327
1393	5.7	14 56 25.101	0 -4 38.439	22 26 57.127	13 30 23.618	148 46 17.382	22 33 58.516	23 14 10.538
582	2.8	15 43 10.671	6 29 46.131	22 27 30.897	13 30 57.481	129 57 59.251	21 47 46.810	35 56 36.420
445	3.8	11 49 31.968	1 53 25.118	22 28 36.823	13 32 3.588	217 41 36.065	1 42 31.620	27 44 40.981
338	5.0	9 0 30.544	67 43 17.635	22 30 11.657	13 33 38.681	330 7 34.863	4 33 8.137	91 10 53.575
675	5.0	17 50 31.944	76 57 56.903	22 30 46.396	13 34 13.515	16 40 11.903	19 43 41.571	104 33 38.920
384	3.7	10 15 26.394	23 31 47.388	22 32 8.732	13 35 36.076	263 38 49.081	3 20 9.682	55 34 33.472
675	2.4	17 56 6.573	51 29 24.191	22 32 13.034	13 35 40.390	53 0 44.808	19 39 33.817	77 28 28.791
1456	5.4	17 19 50.194	32 29 44.658	22 32 13.762	13 35 41.120	81 36 52.441	20 15 50.926	63 11 56.179
1336	5.9	12 58 30.827	-3 41 30.330	22 33 12.888	13 36 40.408	193 31 36.016	0 38 9.581	10 16 26.839
613	4.5	16 24 23.737	14 5 4.828	22 33 16.099	13 36 43.628	113 35 56.372	21 12 19.891	45 58 0.366
460	4.0	12 18 45.992	0-32 34.777	22 36 51.257	13 40 19.375	209 31 1.001	1 21 33.383	22 1 11.683
685	5.0	18 13 48.297	64 23 17.023	22 37 27.632	13 40 55.849	34 35 19.496	19 27 7.552	87 54 22.676
1258	5.6	9 59 42.807	32 2 8.042	22 39 15.859	13 42 45.375	277 39 18.505	3 43 2.568	62 49 49.711
911	5.3	10 28 25.531	82 40 42.127	22 41 0.628	13 44 25.429	352 10 49.987	3 16 3.898	125 40 11.094
588	3.8	15 49 42.746	4 32 42.672	22 45 28.095	13 48 57.628	134 51 20.633	21 59 14.883	32 45 39.875
641	3.2	17 14 7.551	24 51 53.864	22 46 32.807	13 50 2.517	94 4 48.903	20 35 54.966	56 46 52.286
1279	5.6	10 45 12.036	19 0 36.742	22 47 28.295	13 50 58.157	255 41 10.459	3 5 46.121	51 14 56.486
358	3.3	9 31 20.895	51 46 58.153	22 48 41.939	13 52 12.003	307 24 41.415	4 20 51.108	77 41 34.851

L I S T A P U N T E R O

DIA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREQ	ACINUT	HORARIO	PARALACTICO
695	3.7	18 21 31.153	72 43 18.943	22 49 13.346	13 52 43.496	22 46 51.775	19 31 12.333	97 13 20.005
1302	4.2	11 44 42.708	6 39 16.546	22 54 17.477	13 57 48.459	230 24 51.014	2 13 5.751	36 11 15.065
1255	5.2	9 47 8.183	46 7 42.010	22 55 37.922	13 59 9.124	299 9 12.224	4 12 0.942	73 31 0.333
374	5.2	9 56 18.296	41 9 53.415	22 55 43.319	13 59 14.537	291 45 28.771	4 2 56.240	69 51 6.677
672	4.0	17 55 30.067	37 15 7.420	22 57 2.600	14 0 34.035	74 11 41.694	20 5 3.967	66 54 22.569
405	5.1	10 42 11.761	23 18 23.941	22 58 9.668	14 1 41.286	263 15 49.920	3 19 29.525	55 22 17.655
355	3.8	9 29 45.119	63 9 51.015	22 58 35.126	14 2 6.814	323 40 42.687	4 32 21.695	86 47 45.544
1460	4.5	17 29 50.833	26 7 36.092	22 58 39.043	14 2 10.741	91 57 38.570	20 32 19.909	57 53 39.388
701	6.0	18 36 11.381	65 27 59.835	22 59 30.181	14 3 2.019	33 3 46.185	19 26 50.638	88 55 17.336
357	4.6	9 32 29.587	69 56 1.508	23 1 3.791	14 4 35.886	333 15 28.117	4 32 5.299	93 38 11.079
423	3.4	11 13 3.941	15 33 8.445	23 2 53.887	14 6 26.283	249 14 55.391	2 53 22.342	47 36 57.098
1429	5.7	16 23 6.126	6 59 59.715	23 4 34.695	14 8 7.368	128 45 49.830	21 45 1.242	36 42 46.011
1257	5.8	10 21 48.670	34 1 23.317	23 6 0.504	14 9 33.411	280 47 34.109	3 47 44.742	64 24 30.445
684	5.4	18 14 58.036	42 8 59.500	23 6 34.989	14 10 7.991	66 45 41.756	19 55 9.955	70 35 0.596
1317	5.1	12 19 13.114	3 26 12.801	23 9 14.305	14 12 47.742	222 10 3.091	1 53 34.629	30 46 50.961
353	5.7	9 40 19.396	69 20 39.642	23 9 15.664	14 12 49.106	332 25 22.362	4 32 29.709	92 57 16.454
1311	4.6	11 59 43.805	6 44 20.328	23 9 43.845	14 13 17.364	230 36 57.522	2 13 33.559	36 19 0.141
657	3.5	17 45 35.782	27 43 58.032	23 9 58.102	14 13 31.660	89 17 57.191	20 27 55.878	59 16 41.151
1454	5.2	17 19 20.406	18 4. 46.324	23 13 12.503	14 16 46.593	106 0 45.914	20 57 26.186	50 18 8.883
700	5.8	18 30 55.256	77 31 43.730	23 13 48.832	14 17 23.022	15 50 41.804	19 46 27.765	105 49 10.574
368	3.9	9 49 23.334	59 8 53.415	23 15 19.087	14 18 53.523	317 58 37.458	4 29 30.190	83 23 20.841
390	4.4	10 25 35.060	36 49 27.282	23 17 1.094	14 20 35.810	285 8 47.577	3 54 0.750	66 34 45.691
1275	4.8	10 37 27.425	32 5 39.641	23 17 3.805	14 20 38.528	277 44 54.794	3 43 11.103	62 52 39.537
674	3.8	17 56 54.504	29 14 56.582	23 17 15.778	14 20 50.534	86 49 15.756	20 23 56.030	60 33 13.685
707	4.9	18 50 53.966	59 21 30.691	23 17 37.666	14 21 12.482	41 43 24.608	19 30 18.515	83 33 37.445

LISTA PUNTERO

DIA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDERECA	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
1442	4.3	16 52 57.545	10 12 7.077	23 18 23.321	14 21 58.262	121 33 45.732	21 29 0.617	41 12 32.542
635	4.9	17 4 21.123	12 46 16.521	23 18 27.900	14 22 2.854	116 13 0.629	21 17 41.730	44 25 37.026
383	3.5	10 15 44.441	43 1 44.384	23 18 38.693	14 22 13.676	294 33 14.595	4 6 29.234	71 14 2.864
1492	5.8	18 46 14.411	52 57 39.517	23 20 10.763	14 23 45.999	50 53 9.347	19 37 31.588	78 34 33.010
714	4.9	18 54 43.599	71 15 54.851	23 20 16.938	14 23 52.190	24 51 12.433	19 29 8.591	95 15 58.873
422	2.6	11 12 55.070	20 38 50.059	23 20 31.509	14 24 6.801	258 37 18.835	3 11 11.731	52 51 53.286
407	5.4	10 44 37.043	30 48 7.058	23 21 2.340	14 24 37.717	275 41 7.041	3 40 0.674	61 49 57.431
372	6.0	9 56 22.753	72 59 28.047	23 21 6.508	14 24 41.856	337 36 10.303	4 28 19.143	97 36 26.134
386	3.2	10 20 59.408	41 36 53.306	23 21 12.581	14 24 47.586	292 26 6.372	4 3 48.578	70 11 11.260
1494	5.4	18 47 10.128	75 24 22.144	23 21 13.628	14 24 49.035	18 56 1.682	19 37 38.908	101 29 32.679
1477	4.3	18 19 5.494	36 3 9.869	23 23 10.129	14 26 45.855	76 2 42.625	20 7 40.361	65 59 12.874
1259	5.7	10 3 6.625	54 0 13.551	23 23 21.260	14 26 57.017	310 36 59.637	4 23 30.391	79 21 49.538
1458	5.5	17 54 31.753	26 3 8.784	23 23 28.351	14 27 4.127	92 5 5.008	20 32 32.374	57 49 45.938
450	4.2	12 4 4.387	8 51 26.426	23 25 1.956	14 28 37.989	235 29 50.820	2 24 33.602	39 23 46.258
633	3.4	16 56 37.234	9 24 34.712	23 25 46.197	14 29 22.351	123 16 54.062	21 32 45.117	40 9 10.112
681	3.8	18 6 40.922	28 45 28.968	23 28 17.087	14 31 53.653	87 37 12.205	20 25 12.731	60 8 37.562
1465	5.8	17 47 27.836	20 34 19.132	23 32 53.414	14 36 30.737	101 30 42.008	20 49 2.901	52 47 30.536
444	2.2	11 47 55.263	14 41 51.534	23 34 22.862	14 38 0.430	247 35 59.104	2 50 5.167	46 39 51.116
699	2.1	18 35 11.725	38 45 38.563	23 34 27.578	14 38 5.159	71 53 6.644	20 1 53.434	68 3 2.612
723	3.2	19 12 35.516	67 37 10.264	23 35 48.308	14 39 26.110	30 1 4.779	19 26 50.593	91 4 28.521
412	3.9	10 52 3.450	34 20 15.584	23 36 53.680	14 40 31.661	281 17 7.732	3 48 28.201	64 39 18.355
1427	4.8	16 20 57.052	1 4 54.099	23 41 9.862	14 44 48.545	144 50 12.070	22 23 51.493	25 59 49.074
711	4.0	18 54 40.194	43 54 50.998	23 42 54.391	14 46 33.360	64 7 34.936	19 51 53.165	71 53 14.765
1479	5.7	18 25 7.713	29 48 51.886	23 43 57.404	14 47 36.545	85 54 17.991	20 22 28.832	61 1 20.869
729	4.6	19 16 2.676	73 18 41.760	23 44 40.820	14 48 20.081	21 56 22.698	19 32 17.405	98 4 35.429

L I S T A P U N T E R O

DIA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREO	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
484	3.7	12 54 29.022	3 31 8.128	23 44 57.360	14 48 36.665	222 23 37.407	1 54 7.643	30 55 56.729
1378	5.5	11 54 31.663	15 46 18.784	23 45 4.409	14 48 43.734	249 40 5.693	2 54 12.071	47 51 23.669
1242	5.7	10 15 24.350	65 13 28.747	23 45 51.357	14 49 30.810	326 35 41.641	4 33 6.460	88 41 25.613
656	2.1	17 33 54.385	12 34 32.963	23 48 45.434	14 52 25.363	116 36 45.010	21 18 30.978	44 11 31.906
726	4.0	19 16 36.353	53 19 27.108	23 49 58.804	14 53 38.935	50 21 43.659	19 37 2.582	78 50 58.263
395	5.0	10 33 12.281	75 50 0.743	23 50 26.237	14 54 6.442	341 41 1.897	4 20 54.161	102 16 48.113
1276	5.3	10 42 13.800	46 19 28.642	23 50 54.514	14 54 34.797	299 26 33.997	4 12 20.998	73 39 39.749
394	4.8	10 29 11.422	56 5 57.334	23 51 53.519	14 55 33.964	313 37 27.678	4 26 22.542	80 58 15.987
337	4.9	10 22 30.914	65 41 3.177	23 52 1.955	14 55 42.423	327 14 41.788	4 33 11.509	89 7 51.474
521	3.4	13 33 33.734	0-28 54.417	23 52 2.823	14 55 43.293	209 44 49.255	1 22 9.560	22 11 2.201
1374	4.5	17 46 50.008	20 20 39.332	23 53 21.952	14 57 2.638	258 5 0.164	3 10 12.631	52 34 12.831
1282	5.1	10 58 12.673	40 33 8.772	23 56 15.572	14 59 56.735	290 50 2.805	4 1 44.061	69 23 43.135
1459	4.7	17 59 4.272	16 45 4.564	23 57 33.331	15 1 14.706	108 28 44.875	21 2 10.434	48 54 46.268
398	5.2	10 33 43.029	57 12 6.971	23 57 36.970	15 1 18.355	315 12 5.472	4 27 35.327	81 49 58.884
705	3.4	18 49 15.920	33 20 4.591	23 59 25.760	15 3 7.443	80 17 21.534	20 13 51.523	63 51 56.520
425	3.7	11 17 16.204	33 13 6.297	23 59 26.597	15 3 8.282	279 31 39.283	3 45 52.078	63 46 25.371
585	3.6	15 48 27.859	-3 21 41.999	23 59 54.841	15 3 36.604	164 3 54.570	23 15 8.745	12 4 48.147
1328	5.2	12 44 29.617	7 47 44.919	23 59 59.422	15 3 41.157	233 5 36.488	2 19 11.580	37 53 25.839
690	3.9	18 22 45.272	21 45 29.698	0 4 18.634	15 8 1.119	99 25 15.229	20 45 15.847	53 55 43.284
733	3.9	19 29 9.590	51 40 44.064	0 4 44.739	15 8 27.296	52 44 20.150	19 39 17.706	77 36 55.697
1326	5.0	12 42 45.485	10 21 33.218	0 8 45.298	15 12 28.513	238 46 27.075	2 31 43.028	41 24 53.290
713	3.3	18 58 7.036	32 39 23.907	0 9 51.481	15 13 34.877	81 21 35.188	20 15 27.841	63 19 38.333
473	5.2	10 41 28.149	69 11 53.121	0 10 19.361	15 14 2.833	332 12 56.812	4 32 34.684	92 47 19.481
719	5.1	19 5 30.882	36 3 45.660	0 10 26.437	15 14 9.929	76 1 47.214	20 7 39.047	65 59 40.447
1293	4.8	11 17 54.737	38 18 38.756	0 11 21.549	15 15 5.192	287 25 40.610	3 57 10.455	67 42 38.472

LISTA PUNTERO

DTA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREO	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
1488	4.9	18 45 10.975	26 38 10.953	0 12 22.136	15 16 5.545	91 6 42.586	20 30 54.970	58 20 14.174
738	4.6	19 35 51.448	50 9 57.259	0 13 37.559	15 17 21.574	54 56 4.182	19 41 30.125	76 29 28.448
420	3.2	11 8 24.281	44 37 22.604	0 14 3.534	15 17 47.621	296 55 36.116	4 9 23.340	72 24 34.429
724	4.5	19 15 36.172	38 5 28.419	0 15 9.049	15 18 53.314	72 54 28.074	20 3 17.142	67 32 39.804
734	5.0	19 23 8.889	79 33 22.561	0 19 34.260	15 23 19.252	12 49 17.029	20 0 10.363	111 19 3.275
1344	5.0	13 15 28.984	5 35 16.269	0 19 46.694	15 23 31.720	227 48 23.370	2 7 2.736	34 30 17.121
1459	4.4	17 25 24.859	4 9 34.543	0 23 20.245	15 27 5.856	135 52 21.850	22 1 40.987	32 5 17.291
416	2.4	11 0 29.493	56 30 22.570	0 23 33.865	15 27 19.513	314 12 24.922	4 26 50.020	81 17 16.043
1370	5.5	11 39 52.436	34 19 48.452	0 24 33.788	15 28 19.600	281 16 25.273	3 48 27.163	64 38 57.111
1351	4.9	13 33 0.432	3 46 25.897	0 25 3.553	15 28 49.446	223 5 25.421	1 55 49.014	31 23 53.467
533	5.0	14 27 3.630	-2 7 39.767	0 27 3.319	15 30 49.540	202 50 21.775	1 3 45.910	17 11 30.388
1498	5.5	19 5 45.005	28 35 28.686	0 27 37.677	15 31 23.992	87 53 31.733	20 25 38.987	60 0 13.910
1491	5.7	18 30 5.243	16 54 42.618	0 27 54.314	15 31 40.675	108 10 41.657	21 1 35.432	49 5 0.195
424	6.0	11 15 26.227	49 36 6.372	0 29 18.220	15 33 4.811	304 14 39.377	4 17 38.584	76 4 26.277
1433	5.9	16 35 11.582	-2 16 36.322	0 29 36.657	15 33 23.298	157 53 4.507	22 58 11.715	16 39 39.656
603	3.0	16 13 11.072	-3 38 11.650	0 30 2.718	15 33 49.431	166 2 32.820	23 20 38.359	10 35 52.758
703	4.3	18 44 42.453	20 31 24.381	0 30 8.082	15 33 54.809	101 35 52.402	20 49 12.356	52 44 40.830
417	2.0	11 2 20.973	61 52 33.716	0 30 11.808	15 33 58.546	321 51 10.218	4 31 37.572	85 40 5.114
488	3.0	13 1 4.215	11 4 47.296	0 32 16.474	15 36 3.553	240 18 2.628	2 34 59.338	42 20 31.619
432	5.9	11 29 18.556	43 17 56.090	0 32 30.676	15 36 17.793	294 57 25.092	4 6 59.238	71 26 0.649
1453	5.7	17 15 24.208	1 14 7.697	0 34 13.178	15 38 0.576	144 20 36.803	22 22 36.368	26 20 21.596
473	5.2	12 34 0.753	18 30 3.874	0 34 14.943	15 38 2.346	254 45 34.687	3 4 1.592	50 44 1.861
680	3.7	18 6 17.870	9 33 36.189	0 34 32.311	15 38 19.762	122 57 9.002	21 32 1.892	40 21 21.232
456	5.7	12 28 36.107	21 1 15.686	0 37 12.160	15 41 0.048	259 17 0.242	3 12 23.941	53 13 31.960
516	4.3	14 0 31.072	1 39 10.070	0 37 25.189	15 41 13.112	216 57 56.807	1 40 42.040	27 14 39.687

L I S T A P U N T E R O

DIA 11 5 77

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	T. UNIVERSAL	T. SIDEREQ	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO
665	2.9	17 42 22.603	4 34 34.829	0 37 37.883	15 41 25.842	134 46 27.733	21 59 3.238	32 48 53.098
1510	4.9	19 30 56.957	34 24 9.729	0 38 31.702	15 42 19.808	78 36 45.949	20 11 22.852	64 42 21.616
1491	4.4	18 46 2.457	18 9 18.562	0 39 24.572	15 43 12.823	105 52 25.819	20 57 10.356	50 22 48.663
758	4.3	20 12 53.725	56 29 43.136	0 42 15.715	15 46 4.434	45 48 31.497	19 33 10.710	81 16 45.284
740	5.0	19 43 28.714	37 17 50.135	0 44 37.765	15 48 26.873	74 7 31.565	20 4 58.159	66 56 26.674
1318	4.8	12 21 23.128	25 58 18.163	0 44 48.038	15 48 37.175	267 46 49.255	3 27 14.047	57 45 31.800
1323	4.8	12 33 44.507	22 45 12.896	0 47 43.859	15 51 33.477	262 18 37.380	3 17 48.970	54 51 40.544
429	6.0	11 21 31.851	64 27 26.319	0 50 35.597	15 54 25.685	325 30 33.291	4 32 53.834	87 58 13.384
759	4.4	20 9 43.926	77 38 27.327	0 52 56.986	15 56 47.461	15 40 48.176	19 47 3.535	106 4 54.332
757	4.3	20 29 13.740	62 54 52.836	0 53 9.186	15 56 59.694	36 40 29.659	19 27 45.954	86 34 28.129
732	3.2	19 29 49.592	27 54 36.922	0 53 26.380	15 57 16.936	89 0 26.981	20 27 27.343	59 25 44.000
658	3.7	17 46 46.790	2 42 55.769	0 54 20.611	15 58 11.314	139 52 1.324	22 11 24.524	29 24 32.365
441	3.9	11 44 52.355	47 54 23.868	0 55 59.799	15 59 50.775	301 46 2.926	4 14 58.420	74 49 27.492
757	4.0	20 12 56.247	46 40 11.047	0 56 9.264	16 0 0.265	60 2 56.213	19 47 4.019	73 54 52.983
433	4.1	11 30 5.256	69 27 33.152	0 58 39.418	16 2 30.831	332 35 7.967	4 32 25.575	93 5 8.588

C DETERMINACION SIMULTANEA DE LATITUD Y LONGITUD
 C METODO DE ALTURAS IGUALES

C

```

0001      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
0002      DIMENSION ENO(2),ONO(2),INOM(2),DMS(12),ESTR(7,150),XR(3,30),E(3,3
*0),PES(3,30),SPES(3),YR(3,30),SY(3),RES(30),DYR(3),SDYR(3),PESS(30
*),NNE(30),SYM(3),XXM(3),DYRM(3),SDYRM(3),EMA(3),EMMA(3)
0003      DIMENSION A(30,4),S(4,4),B(3,4),XX(3),EE(3),EM(3),EMM(3)
0004      DATA DMS/-1.,30.,58.,89.,119.,150.,180.,211.,242.,272.,303.,333./
0005      DERA=1.7453292519D-2
0006      IOC=0
0007      18 READ 100, ENO,LAG,LAM,LAS,LGMS,HALT,DEX,LXG,LXM,XS
0008      100 FORMAT(2A8,3I2,17,F6.1,F6.2,13,I2,F5.2)
0009      IF(LAG.EQ.0) GO TO 17
0010      LOG=IABS(LGMS)/10000
0011      MLO=IABS(LGMS)-LOG*10000
0012      LOM=MLO/100
0013      LOS=MLO-LOM*100
0014      AF=(DFLOAT(LAG)+DFLOAT(LAM)/60.+LAS/3600.)*DERA
0015      AL=DFLOAT(LOG)+DFLOAT(LOM)/60.+DFLOAT(LOS)/3600.
0016      IF(LGMS.LT.0) AL=-AL
0017      IF(LGMS.LT.0) LOG=-LOG
0018      SAF=DSIN(AF)
0019      CAF=DCOS(AF)
0020      XE=(DFLOAT(LXG)+DFLOAT(LXM)/60.+XS/3600.)*DERA
0021      PRINT 222
0022      222 FORMAT(1H1)
0023      PRINT 200
0024      200 FORMAT(1H0,30X,'DETERMINACION DE LONGITUD Y LATITUD POR EL METODO
*DE ALTURAS IGUALES',//)

```

C

C LECTURA DE COORDENADAS MEDIAS DE ESTRELLAS OBSERVADAS

C

```

0025      1 READ 101, NUMC,ARH,ARM,ARS,DEG,DEM,DES,AMUA,AMUD,AMG,PAR
0026      101 FORMAT(14,2F3.0,F6.3,F4.0,F3.0,F5.2,F7.3,F7.2,F5.2,F7.3)
0027      IF(NUMC.EQ.0) GO TO 2
0028      IOC=IOC+1
0029      ESTR(1,IOC)=NUMC
0030      ESTR(2,IOC)=ARH+ARM/60.+ARS/3600.
0031      ESTR(3,IOC)=DABS(DEG)+DABS(DEM)/60.+DES/3600.
0032      IF(DEG.LT.0..OR.DEM.LT.0) ESTR(3,IOC)=-ESTR(3,IOC)
0033      ESTR(4,IOC)=AMUA
0034      ESTR(5,IOC)=AMUD
0035      ESTR(6,IOC)=AMG
0036      ESTR(7,IOC)=PAR
0037      GO TO 1

```

C

C LECTURA DE DATOS DE CADA SERIE

C

```

0038      2 DO 16 I=1,3
0039      SY(I)=0.
0040      SYM(I)=0.
0041      SPES(I)=0.
0042      DO 16 J=1,30
0043      XR(I,J)=0.
0044      YR(I,J)=0.
0045      16 PES(I,J)=0.
0046      N=0

```

```

0047      10 READ 102, NS,IDA,MES,NA,CXP,CYP,DTU1,OND,INCM,DZG
0048      102 FORMAT(4I2,2F5.3,F7.4,2A8,2A4,F8.5)
0049          IF(NS.EQ.0) GO TO 9
0050          DO 8 I=1,30
0051          DO 8 J=1,4
0052      8  A(I,J)=0.
0053          N=N+1
0054          READ 104, TSH,TSM,TSS,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,ANO1,ANO2
0055      104 FORMAT(2F3.0,F6.3,2(F4.0,F3.0,F5.2),2F7.3,2F6.3)
0056          AN=DFLOAT(NA)
0057          FA=DMS(MES)+IDA
0058          IF(DMOD(AN,4.D0).EQ.0..AND.MES.GT.2) FA=FA+1.
0059          TS=TSH+TSM/60.+TSS/3600.
0060          AL01=SG1+SM1/60.+SS1/3600.
0061          AL02=SG2+SM2/60.+SS2/3600.
0062          EP=23.4425345975000*DERA
0063          SE=DSIN(EP)
0064          CE=DCOS(EP)
0065          CAB=5.69327778D-3*DERA
0066          PRINT 201,NS,IDA,MES,NA,OND
0067      201 FORMAT(1H0,15X,'SERIE NUMERO',I4,15X,'FECHA OBSERVACION',3I3,
*12X,'OBSERVADORES',2X,2A8,/)
0068          PRINT 212,TSH,TSM,TSS,FA,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,ANO1,
*ANO2
0069      212 FORMAT(1H0,1X,'ELEMENTOS ASTRONOMICOS',/,2X,'TSG:',1X,2F3.0,F6.3,
*2X,'FA:',F5.0,2X,'SOL1:',F5.0,F3.0,F5.2,1X,'SCL2:',F5.0,F3.0,F5.2,
*2X,'NL1:',F7.3,1X,'NL2:',F7.3,2X,'ND1:',F6.3,1X,'ND2:',F6.3,/)
0070          PRINT 202
0071      202 FORMAT(1H0,49X,'ESTRELLAS OBSERVADAS',/)
0072          PRINT 203
0073      203 FORMAT(1H0,9X,'NUM',3X,'MAG',5X,'ASCEN RECTA',4X,'DECLINACION',5X,
*'TIEMPOS',9X,'ACIMUT',8X,'HORARIO',6X,'PARALACTICO',6X,'DT')
0074          K=0

C
0075      5  READ 103,NES,TUH,TUM,TUS,ECRON,PR,TEM,ITS
0076      103 FORMAT(I4,2F3.0,2F6.3,F6.2,F4.1,I1)
0077          IF(NES.EQ.0) GO TO 6
0078          K=K+1
0079          DO 3 JJ=1,IOC
0080          IF(ESTR(1, JJ).EQ.NES) GO TO 4
0081      3  CONTINUE
0082          4  ALFA=ESTR(2, JJ)*15.*DERA
0083          DELTA=ESTR(3, JJ)*DERA
0084          AMUA=ESTR(4, JJ)*15.*DERA/3600.
0085          AMUD=ESTR(5, JJ)*DERA/3600.
0086          AMA=ESTR(6, JJ)
0087          PAR=ESTR(7, JJ)
0088          TU=TUH+TUM/60.+TUS/3600.+ECRON/3600.
0089          IF(ITS.EQ.0) GO TO 23
0090          TJ=TU-TS-AL/15.
0091          IF(TU.LT.0.) TU=TU+24.
0092          TU=TU*365.2422/366.2422
0093      23  TU=TJ+DTU1/3600.
0094          FD=TU/24.
0095          FAT=FA+FD
0096          DJ=(6612.+AN)*365.25-13.
0097          FJ=IDINT(DJ)
0098          IF(DMOD(AN,4.D0).EQ.0.) FJ=FJ-1.

```

```

0099      FS=(FJ+0.5-2415020.)/36525.
0100      DAT=365.24219879D00-6.14D-6*FS
0101      CAT=280.-(279.69667778D00+36000.768925D00*FS+3.025D-4*FS*FS-5.6932
          *7778D-3)
0102      CAT=(CAT+360.*AN)*(1.014601001D00+3.0556D-10*FS)
0103      FAT=(FAT-CAT)/DAT
0104      AF=AN+FAT
0105      TR=AT-75.
0106      PHI=(174.635691667D00-(2.4161656789D-3-8.333D-10*TR)*TR)*DERA
0107      SP=DSIN(PHI)
0108      CP=DCOS(PHI)
0109      AK=(1.307130434D-4-(9.242361D-10-1.3889D-14*TR)*TR)*TR*DERA
0110      SK=DSIN(AK)
0111      CK=DCOS(AK)
0112      ANUTL=(ANL1+(ANL2-ANL1)*FD)*DERA/3600.
0113      PREC=(1.396474534D-2+(3.0889417D-8+2.778D-14*TR)*TR)*TR*DERA
0114      PN=PHI+ANUTL+PREC
0115      SPN=DSIN(PN)
0116      CPN=DCOS(PN)
0117      SOL=(AL01+(AL02-AL01)*FD)*DERA+ANUTL
0118      SS=DSIN(SOL)
0119      CS=DCOS(SOL)
0120      ANUTOB=(AN01+(AN02-AN01)*FD)*DERA/3600.
0121      OM=(23.452294444D00-(1.30125D-4+(1.63889D-10-5.0278D-13*AT)*AT)*
          *AT)*DERA+ANUTOB
0122      SO=DSIN(OM)
0123      CO=DCOS(OM)
0124      TR=TR/100.
0125      SA=DSIN(ALFA)
0126      CA=DCOS(ALFA)
0127      SD=DSIN(DELTA)
0128      CD=DCOS(DELTA)
0129      X=CA*CD
0130      Y=SA*CD
0131      Z=SD
0132      UMU=-AMUA*SA*CD-AMUD*CA*SD
0133      VMU=AMUA*CA*CD-AMUD*SA*SD
0134      WMU=AMUD*CD
0135      U=X
0136      V=Y*CE+Z*SE
0137      W=-Y*SE+Z*CE
0138      XMU=UMU
0139      YMU=VMU*CE+WMU*SE
0140      ZMU=-VMU*SE+WMU*CE
0141      UU=XMU*XMU+YMU*YMU+ZMU*ZMU
0142      X=U+XMU*TR-0.5*UU*U*TR*TR
0143      Y=V+YMU*TR-0.5*UU*V*TR*TR
0144      Z=W+ZMU*TR-0.5*UU*W*TR*TR
0145      U=X*(CPN*CP+SPN*SP*CK)+Y*(CPN*SP-SPN*CP*CK)-Z*SPN*SK
0146      V=X*(SPN*CP-CPN*SP*CK)+Y*(SPN*SP+CPN*CP*CK)+Z*CPN*SK
0147      W=X*SP*SK-Y*CP*SK+Z*CK
0148      PAR=(PAR/3600.)*DERA
0149      X=U+CAB*SS+PAR*CS
0150      Y=V-CAB*CS+PAR*SS
0151      Z=W
0152      R=DSQRT(X*X+Y*Y+Z*Z)
0153      X=X/R
0154      Y=Y/R

```

```

0155      Z=Z/R
0156      U=X
0157      V=Y*CO-Z*SO
0158      W=Y*SO+Z*CO
0159      ALF=DATAN2(V,U)
0160      AB=DSQRT(U*U+V*V)
0161      DELT=DATAN2(W,AB)
0162      TSG=(TS+TU+TU/365.2422)*15.
0163      TSL=(TSG+AL)*DERA
0164      IF(TSL.GT.6.283185308D00) TSL=TSL-6.283185308
0165      DAL=3.2D-1*CAF*DCOS(TSL-ALF)/DCOS(DELT)
0166      DEL=3.2D-1*CAF*DCOS(TSL-ALF)*DSIN(DELT)
0167      ASR=ALF+DAL*DERA/3600.
0168      DCL=DELT+DEL*DERA/3600.
0169      IF(ASR.LT.0.) ASR=ASR+6.283185308D00
0170      AS=ASR/(15.*DERA)
0171      DC=DCL/DERA

```

```

C
C CORRECCION POR REFRACCION
C

```

```

0172      PRR=PR*(1.-2.64D-3*DCOS(2.*AF)-1.96D-7*HALT-1.63D-4*TEM)
0173      AA=2.92551D-4*(PRR/760.)*(273./(273.+TEM))
0174      BB=1.254D-3*((273.+TEM)/273.)
0175      TDZ=DTAN(DZG*DERA)
0176      RR=AA*TDZ*((1.-BB)-(BB-AA/2.)*TDZ**2)
0177      DZC=DZG*DERA+RR
0178      SDZ=DSIN(DZC)
0179      CDZ=DCOS(DZC)
0180      ITH=TUH
0181      ITM=TUM
0182      CALL GRMS(AS,I1,M1,S1)
0183      CALL GRMS(DC,I2,M2,S2)

```

```

C
C CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE LA ECUACION DE OBSERVACION
C

```

```

0184      SDE=DSIN(DCL)
0185      CDE=DCOS(DCL)
0186      AH=DARCOS((CDZ-SDE*SAF)/(CDE*CAF))
0187      TSC=ASR+AH
0188      IF(TSC.GE.6.2831852D00) TSC=TSC-6.2831852D00
0189      DT=(TSL-TSC)/15.*3600./DERA
0190      IF(DABS(DT).GT.60.) AH=-AH
0191      DT=(TSL-ASR-AH)/15.*3600./DERA
0192      SAZ=-DSIN(AH)*CDE/SDZ
0193      A(K,1)=1.
0194      A(K,2)=(SDE-SAF*CDZ)/(CAF*SDZ)
0195      A(K,3)=CAF*SAZ
0196      A(K,4)=CAF*SAZ*(TSL-ASR-AH)
0197      AZ=DATAN2(SAZ,A(K,2))/DERA
0198      AP=DARCOS((SAF-SDE*CDZ)/(CDE*SDZ))
0199      AHG=AH/DERA/15.
0200      APG=AP/DERA
0201      IF(AZ.LT.0.) AZ=AZ+360.
0202      IF(AHG.LT.0.) AHG=AHG+24.
0203      CALL GRMS(AZ,I3,M3,S3)
0204      CALL GRMS(AHG,I4,M4,S4)
0205      CALL GRMS(APG,I5,M5,S5)
0206      PRINT 204, NES,AMA,I1,M1,S1,I2,M2,S2,ITH,ITM,TUS,I3,M3,S3,I4,M4,S4

```



```

      *,I5,M5,S5,DT
0207   204 FORMAT(7X,I6,F6.1,3X,6(2I3,F7.3,2X),F6.2)
0208   GO TO 5

C
C   RESOLUCION DEL SISTEMA POR MINIMOS CUADRADOS
C
0209   6 CALL MINI2(K,3,4,A,S,B,XX,EE,ETA)
0210   DO 12 I=1,K
0211   12 RES(I)=(XX(1)+A(I,2)*XX(2)+A(I,3)*XX(3)+A(I,4))*3600./DERA
0212   PRINT 213,(RES(I),I=1,K)
0213   213 FORMAT(1H0,1X,'RESIDUOS:',20F6.2/)
0214   PRINT 208
0215   208 FORMAT(1H0,38X,'CENITAL',8X,'LATITUD',8X,'LONGITUD',8X,'SERIE',2X,
      *'ESTRELLAS')
0216   DO 13 J=1,3
0217   XR(J,N)=XX(J)*3600./DERA
0218   13 E(J,N)=EE(J)*3600./DERA
0219   EME=ETA*3600./DERA
0220   ALAT=(AF+XX(2))/DERA
0221   ALON=AL+XX(3)/DERA
0222   YR(1,N)=DZG+XX(1)/DERA
0223   DO 14 J=1,3
0224   PES(J,N)=1./(E(J,N)**2)
0225   14 SPES(J)=SPES(J)+PES(J,N)
0226   PESS(N)=1./(EME**2)
0227   ALONR=ALON*DERA
0228   ALATR=ALAT*DERA
0229   YR(2,N)=ALAT+{CYP*DS IN(ALONR)-CXP*DCOS(ALONR)}/3600.
0230   YR(3,N)=ALON-{CXP*DS IN(ALONR)+CYP*DCOS(ALONR)}*DTAN(ALATR)/360.
0231   CALL GRMS(YR(1,N),I1,M1,S1)
0232   CALL GRMS(ALAT,I2,M2,S2)
0233   CALL GRMS(ALON,I3,M3,S3)
0234   CALL GRMS(YR(2,N),I4,M4,S4)
0235   CALL GRMS(YR(3,N),I5,M5,S5)
0236   DO 15 J=1,3
0237   SYM(J)=SYM(J)+YR(J,N)
0238   15 SY(J)=SY(J)+YR(J,N)*PES(J,N)
0239   NNE(N)=K
0240   PRINT 214,{XR(L,N),L=1,3},N,K,I1,M1,S1,I2,M2,S2,I3,M3,S3,I4,M4,S4,
      *I5,M5,S5,{E(L,N),L=1,3},EME
0241   214 FORMAT(1H0,20X,'INCREMENTO:',3(8X,F7.3),5X,I5,7X,I3,//21X,'SUMA
      *',3(2X,2I3,F7.3),//,21X,'O.C.I.',3(8X,F7.3),F11.3//
      *,21X,'E.M.C.',3(8X,F7.3),F11.3/)
0242   PRINT 222
0243   PRINT 200
0244   GO TO 10

C
0245   9 PRINT 217
0246   217 FORMAT(1H0,'RESUMEN RESULTADOS MEDIA PONDERADA',/)
0247   PRINT 205
0248   205 FORMAT(1H0,2X,'SERIE',6X,'CENITAL',5X,'RESIDUC',3X,'EMC',7X,
      *'LATITUD',6X,'RESIDUO',3X,'EMC',7X,'LONGITUD',5X,'RESIDUC',3X,
      *'EMC',4X,'PESO SERIE',2X,'ESTRELLAS',/)
0249   DO 19 J=1,3
0250   XXM(J)=SYM(J)/DFLOAT(N)
0251   XX(J)=SY(J)/SPES(J)
0252   SDYRM(J)=0.
0253   19 SDYR(J)=0.

```

```

0254       NTF=0
0255       DO 11 K=1,N
0256       NTE=NTE+NNE(K)
0257       DO 20 J=1,3
0258       DYR(J)=(XX(J)-YR(J,K))*3600.
0259       20 SDYR(J)=SDYR(J)+PES(J,K)*DYR(J)**2
0260       CALL GRMS(YR(1,K),I1,M1,S1)
0261       CALL GRMS(YR(2,K),I2,M2,S2)
0262       CALL GRMS(YR(3,K),I3,M3,S3)
0263       PRINT 206,K,I1,M1,S1,DYR(1),E(1,K),I2,M2,S2,DYR(2),E(2,K),I3,M3,S3
          *,DYR(3),E(3,K),PESS(K),NNE(K)
0264       206 FORMAT(1X,I5,1X,3(3X,2I3,F7.3,F9.3,F8.3),F10.2,8X,I3)
0265       11 CONTINUE
0266       DO 22 J=1,3
0267       EM(J)=DSQRT(SDYR(J)/(DFLOAT(N)-1.))
0268       22 EMM(J)=EM(J)/DSQRT(SPEJ(J))
0269       PRINT 209,(EM(J),J=1,3),NTE
0270       209 FORMAT(1H0,5X,'EMC CENITAL SERIES:',F7.3,10X,'EMC LATITUD SERIES:'
          ',F7.3,10X,'EMC LCNGITUD SERIES:',F7.3,5X,'ESTRELLAS',I5,/)
0271       PRINT 218
0272       218 FORMAT(1H0,'RESUMEN RESULTADOS MEDIA ARITMETICA',/)
0273       PRINT 205
0274       DO 24 K=1,N
0275       CALL GRMS(YR(1,K),I1,M1,S1)
0276       CALL GRMS(YR(2,K),I2,M2,S2)
0277       CALL GRMS(YR(3,K),I3,M3,S3)
0278       DO 21 J=1,3
0279       DYRM(J)=(XXM(J)-YR(J,K))*3600.
0280       21 SDYRM(J)=SDYRM(J)+DYRM(J)**2
0281       24 PRINT 206,K,I1,M1,S1,DYRM(1),E(1,K),I2,M2,S2,DYRM(2),E(2,K),I3,M3,
          *S3,DYRM(3),E(3,K),PESS(K),NNE(K)
0282       DO 26 J=1,3
0283       EMA(J)=DSQRT(SDYRM(J)/(DFLOAT(N)-1.))
0284       26 EMMA(J)=EMA(J)/DSQRT(DFLOAT(N))
0285       PRINT 209,(EMA(J),J=1,3),NTE
0286       PRINT 222
0287       PRINT 207
0288       207 FORMAT(1H0,'UNIVERSIDAD COMPLUTENSE -MADRID-',/,1X,'FACULTAD DE CI
          *ENCIAS MATEMATICAS',/,1X,'CATEDRA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA',/)
0289       PRINT 200
0290       PRINT 210,ENQ,LAG,LAM,LAS,LOG,LON,LDS,HALT
0291       210 FORMAT(1H0,10X,'ESTACION:',2X,2A8,5X,'LAT.APRCX.:',3I3,2X,
          *'LON.APROX.:',3I3,2X,'ALTITUD:',F7.2,/)
0292       IESCR=0
0293       PRINT 219
0294       219 FORMAT(1H0,'RESULTADOS PONDERADOS',/)
0295       CALL GRMS(XX(1),I1,M1,S1)
0296       CALL GRMS(XX(2),I2,M2,S2)
0297       CALL GRMS(XX(3),I3,M3,S3)
0298       PRINT 211,I1,M1,S1,EMM(1),I2,M2,S2,EMM(2),I3,M3,S3,EMM(3)
0299       211 FORMAT(1H0,1X,'CENITAL:',2I3,F6.2,2X,'EMC:',F6.3,4X,'LATITUD CALCU
          *LADA:',2I3,F7.3,2X,'EMC:',F6.3,4X,'LONGITUD CALCULADA:',1X,2I3,
          *F7.3,2X,'EMC:',F6.3,/)
C
C CORRECCIONES POR EXCENTRICA Y CURVATURA DE LA PLCMADA
C
0300       CAFEX=3.2376D-2*DEX*DCOS(XE)
0301       CALEX=3.2376D-2*DEX*DSIN(XE)/DCOS(XX(2)*DERA)

```

```
0302      ALEX=XX(2)+CALEX/3600.
0303      ALEX=XX(3)+CALEX/3600.
0304      25 CALL GRMS(AFEX,I1,M1,S1)
0305      CALL GRMS(ALEX,I2,M2,S2)
0306      CCURV=-1.7D-4*HALT*DSIN(2.*AFEX*DERA)
0307      AFFIN=AFEX+CCURV/3600.
0308      CALL GRMS(AFFIN,I3,M3,S3)
0309      PRINT 216,CAFEX,CALEX
0310      216 FORMAT(1H0,37X,'COR. EXCENTRICA:',9X,F6.3,16X,'COR. EXCENTRICA:',
*11X,F6.3)
0311      PRINT 215,I1,M1,S1,CCURV,I3,M3,S3,I2,M2,S2
0312      215 FORMAT(1H0,37X,'LATITUD:',10X,2I3,F7.3,/,38X,'COR. CURVATURA:',
*10X,F6.3,/,38X,'LATITUD FINAL:',4X,2I3,F7.3,16X,'LCNGITUD FINAL:'
*,5X,2I3,F7.3/)
0313      IF(IESCR.EQ.1) GO TO 18
0314      IESCR=1
0315      PRINT 220
0316      220 FORMAT(1H0,'RESULTADOS MEDIOS',/)
0317      CALL GRMS(XXM(1),I1,M1,S1)
0318      CALL GRMS(XXM(2),I2,M2,S2)
0319      CALL GRMS(XXM(3),I3,M3,S3)
0320      PRINT 211,I1,M1,S1,EMMA(1),I2,M2,S2,EMMA(2),I3,M3,S3,EMMA(3)
0321      AFFX=XXM(2)+CALEX/3600.
0322      ALEX=XXM(3)+CALEX/3600.
0323      GO TO 25
0324      17 STOP
0325      END
```

```

0001      SUBROUTINE MINI2 (NN,N,N2,A,S,B,X,EX,ETA)
0002      REAL*8 A(30,4),S(N2,N2),B(N,N2),X(N),EX(N),R,ETA
0003      DO 9 I=1,N2
0004      DO 9 J=1,N2
0005      S(I,J)=0.
0006      DO 9 L=1,NN
0007      9 S(I,J)=S(I,J)+A(L,I)*A(L,J)
0008      DO 11 I=1,N
0009      DO 11 J=2,N2
0010      B(I,1)=-S(I,N2)
0011      B(I,J)=0.
0012      11 B(I,I+1)=1.
0013      N1=N-1
0014      S(1,1)=DSQRT(S(1,1))
0015      R=1./S(1,1)
0016      DO 12 J=2,N
0017      12 S(1,J)=S(1,J)*R
0018      IF(N.EQ.2) GO TO 1
0019      DO 13 I=2,N1
0020      I1=I-1
0021      DO 14 L=1,I1
0022      14 S(I,I)=S(I,I)-S(L,I)*S(L,I)
0023      S(I,I)=DSQRT(S(I,I))
0024      I2=I-1
0025      I1=I+1
0026      DO 13 J=I1,N
0027      DO 15 L=1,I2
0028      15 S(I,J)=S(I,J)-S(L,I)*S(L,J)
0029      13 S(I,J)=S(I,J)/S(I,I)
0030      1 DO 16 L=1,N1
0031      16 S(N,N)=S(N,N)-S(L,N)*S(L,N)
0032      S(N,N)=DSQRT(S(N,N))
0033      B(1,1)=B(1,1)*R
0034      B(1,2)=B(1,2)*R
0035      DO 17 J=1,N2
0036      DO 18 I=2,N
0037      I1=I-1
0038      DO 19 L=1,I1
0039      19 B(I,J)=B(I,J)-S(L,I)*B(L,J)
0040      18 B(I,J)=B(I,J)/S(I,I)
0041      B(N,J)=B(N,J)/S(N,N)
0042      DO 17 I=1,N1
0043      K=N-I
0044      IL=K+1
0045      DO 20 L=IL,N
0046      20 B(K,J)=B(K,J)-S(K,L)*B(L,J)
0047      17 B(K,J)=B(K,J)/S(K,K)
0048      DO 4 I=1,N
0049      4 X(I)=B(I,1)
0050      ETA=S(N2,N2)
0051      DO 2 J=1,N
0052      2 ETA=ETA+S(J,N2)*X(J)
0053      ETA=DSQRT(ETA/DFLOAT(NN-N))
0054      DO 3 I=1,N
0055      3 EX(I)=(DSQRT(B(I,I+1)))*ETA
0056      RETURN
0057      END

```

```
0001      SUBROUTINE GRMS(X,IG,MI,SE)
0002      REAL*8 X,AM,SE,Y
0003      K=0
0004      IF(X.LT.0.) K=1
0005      Y=DABS(X)
0006      IG=Y
0007      AM=(Y-DFLOAT(IG))*60.
0008      MI=AM
0009      SE=(AM-DFLOAT(MI))*60.
0010      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0).AND.(MI.EQ.0.))SE=-SE
0011      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0))MI=-MI
0012      IF(K.EQ.1) IG=-IG
0013      RETURN
0014      END
```

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE -MADRID-
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS
CATEDRA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA

DETERMINACION DE LONGITUD Y LATITUD POR EL METODO DE ALTURAS IGUALES

ESTACION: MADRID FACULTAD LAT.APROX.: 40 27 3 LON.APROX.: -3 43 37 ALTITUD: 664.80

RESULTADOS PONDERADOS

CENITAL: 44 59 41.74	EMC: 0.712	LATITUD CALCULADA: 40 27 1.297	EMC: 2.260	LONGITUD CALCULADA: -3 43 36.547	EMC: 5.424
COR. EXCENTRICA:	0.0	COR. EXCENTRICA:	0.0		
LATITUD:	40 27 1.297				
COR. CURVATURA:	-0.112				
LATITUD FINAL:	40 27 1.185	LONGITUD FINAL:	-3 43 36.547		

RESULTADOS MEDIOS

CENITAL: 44 59 41.59	EMC: 0.728	LATITUD CALCULADA: 40 27 1.523	EMC: 2.272	LONGITUD CALCULADA: -3 43 37.653	EMC: 5.536
COR. EXCENTRICA:	0.0	COR. EXCENTRICA:	0.0		
LATITUD:	40 27 1.523				
COR. CURVATURA:	-0.112				
LATITUD FINAL:	40 27 1.411	LONGITUD FINAL:	-3 43 37.653		

DETERMINACION DE LONGITUD Y LATITUD POR EL METODO DE ALTURAS IGUALES

SERIE NUMERO 1

FECHA OBSERVACION 11 5 77

OBSERVADORES M. ROSA, M. J.

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 15.14.39.688 FA: 130. SOL1: 50.11.26.97 SOL2: 51. 9.24.30 NL1: 5.939 NL2: 5.871 NO1:-8.596 NO2:-8.596

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ACINUT	HORARIO	PARALACTICO	DT
626	3.6	16 42 8.791	38 57 52.457	21 40 15.125	71 33 58.929	20 1 23.421	68 11 51.595	2.01
1225	5.5	8 39 27.151	45 54 54.429	21 47 49.359	298 50 41.640	4 11 44.213	73 20 55.705	-1.66
583	3.7	15 45 10.073	15 29 31.177	21 48 38.724	110 50 53.749	21 6 46.532	47 33 25.870	2.60
1237	4.7	9 5 5.498	38 32 37.627	21 59 26.408	287 47 31.746	3 57 44.360	67 52 49.376	-1.20
339	4.1	8 59 10.316	41 52 25.678	22 0 9.519	292 49 53.445	4 4 23.407	70 22 12.387	-1.83
664	4.9	17 37 7.740	68 46 3.815	22 0 51.866	28 23 39.367	19 27 2.862	92 16 12.331	3.75
657	5.0	17 31 51.142	55 11 13.783	22 3 6.587	47 40 46.250	19 34 35.342	80 14 54.033	2.96
1441	5.4	16 52 8.046	31 44 17.630	22 6 23.146	82 48 26.510	20 17 36.171	62 35 19.471	2.32
650	5.8	17 26 9.946	48 16 40.330	22 7 9.279	57 41 0.305	19 44 20.318	75 5 4.484	2.53
1302	4.2	11 44 42.722	6 39 16.569	22 54 21.247	230 26 32.138	2 13 11.697	36 12 16.224	-1.90
374	5.2	9 56 18.307	41 9 53.492	22 55 46.595	291 45 56.028	4 3 1.177	69 50 37.209	-1.38
355	3.8	9 29 45.132	63 9 51.093	22 58 40.692	323 40 46.957	4 32 29.432	86 46 5.006	-1.89
357	4.6	9 32 29.604	69 56 1.591	23 1 10.587	333 15 23.527	4 32 16.556	93 35 43.326	-3.18
1429	5.7	16 23 6.141	6 59 59.743	23 4 31.022	128 44 9.890	21 44 55.321	36 43 45.847	2.50
667	3.5	17 45 35.795	27 43 58.106	23 9 55.164	89 17 12.797	20 27 51.258	59 16 40.294	1.94
1454	5.2	17 19 20.420	18 4 46.382	23 13 9.571	105 59 43.968	20 57 21.381	50 18 30.311	2.13
368	3.9	9 49 23.345	59 8 53.494	23 15 23.435	317 58 46.220	4 29 37.086	83 21 58.228	-2.27
674	3.8	17 56 54.517	29 14 56.658	23 17 12.551	86 48 33.573	20 23 51.404	60 33 9.603	1.66
1442	4.3	16 52 57.660	10 12 7.116	23 18 19.688	121 32 20.593	21 28 55.197	41 13 18.338	2.84
422	2.6	11 12 55.082	20 38 50.118	23 20 34.838	258 38 15.351	3 11 16.442	52 52 8.325	-1.10
633	3.4	16 56 37.248	9 24 34.749	23 25 43.001	123 15 25.694	21 32 39.594	40 9 59.044	2.58
681	3.8	18 6 40.935	28 45 29.045	23 28 14.386	87 36 29.315	20 25 8.108	60 8 34.522	2.18
723	3.2	19 12 35.535	67 37 10.356	23 35 41.865	30 1 6.024	19 26 41.367	91 2 19.673	3.03

RESIDUOS: -1.31 1.64 4.23 -1.73 4.46 -0.28 3.03 2.88 1.95 0.54 -0.16 -3.23 -0.23 -0.71 -1.38 -0.15 1.63 -4.59 -3.37 -2.61

RESIDUOS: 1.48 1.39 -3.47

	CENITAL	LATITUD	LONGITUD	SERIE	ESTRELLAS
INCREMENTO :	-19.141	0.674	-5.775	1	23
SUMA :	44 59 40.859	40 27 3.674	-3 43 42.775		
D.C.I. :		40 27 3.795	-3 43 43.189		
E.M.C. :	0.618	1.136	0.915	2.623	

DETERMINACION DE LONGITUD Y LATITUD POR EL METODO DE ALTURAS IGUALES

SERIE NUMERO 2

FECHA OBSERVACION 11 5 77

OBSERVADORES M. ROSA, M. J.

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 15.14.39.688 FA: 130. SOL1: 50.11.26.97 SOL2: 51. 9.24.30 NL1: 5.539 NL2: 5.871 NO1:-8.596 NO2:-8.596

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ACIMUT	HORARIO	PARALACTICO	DT
690	3.9	18 22 45.286	21 45 29.770	24 4 14.682	99 24 20.448	20 45 11.131	53 55 55.791	1.02
1326	5.0	12 40 45.499	10 21 33.259	24 8 48.786	238 47 52.212	2 31 48.467	41 25 38.812	-1.68
713	3.3	18 58 7.050	32 39 23.993	24 9 47.914	81 20 57.354	20 15 23.135	63 19 26.993	1.40
724	4.5	19 15 36.186	38 5 28.510	24 15 5.570	72 53 56.918	20 3 12.275	67 32 16.794	1.65
1344	5.0	13 16 28.999	5 35 16.296	24 19 50.452	227 50 12.559	2 7 9.012	34 31 25.152	-2.24
416	2.4	11 0 29.502	56 30 22.658	24 23 37.198	314 12 36.561	4 26 56.508	81 16 3.121	-2.67
417	2.0	11 2 20.983	61 52 33.805	24 30 15.835	321 51 16.046	4 31 45.100	85 38 29.653	-3.22
488	3.0	13 1 4.229	11 4 47.342	24 32 19.384	240 19 25.049	2 35 4.693	42 21 14.456	-2.17
665	2.9	17 42 22.620	4 34 34.858	24 37 32.801	134 44 31.336	21 58 56.688	32 50 7.553	1.72
1510	4.9	19 30 56.971	34 24 9.819	24 38 28.154	78 36 10.344	20 11 18.106	64 42 6.567	1.45
1491	4.4	18 46 2.482	18 9 18.630	24 39 20.418	105 51 23.581	20 57 5.519	50 23 10.059	0.94
758	4.3	20 12 53.741	56 29 43.230	24 42 10.944	45 48 19.839	19 33 4.224	81 15 32.405	1.97
740	5.0	19 43 28.728	37 17 50.228	24 44 33.867	74 6 59.476	20 4 53.323	66 56 5.399	1.19
1323	4.8	12 33 44.519	22 45 12.970	24 47 46.534	262 19 30.318	3 17 53.665	54 51 50.735	-1.74
732	3.2	19 29 49.607	27 54 37.007	24 53 22.598	88 59 42.516	20 27 22.690	59 25 42.764	1.13
441	3.9	11 44 52.363	47 54 23.963	24 56 2.467	301 46 23.427	4 15 3.891	74 48 41.091	-2.52

RESIDUOS: -1.59 -2.77 1.47 2.98 0.90 0.25 -0.52 2.26 1.83 1.77 -2.46 -1.41 -1.76 -1.43 -0.87 1.34

	CENITAL	LATITUD	LONGITUD	SERIE	ESTRELLAS
INCREMENTO :	-17.684	-3.870	5.297	2	16
SUMA :	44 59 42.316	40 26 59.130	-3 43 31.703		
J.C.I. :		40 26 59.251	-3 43 32.117		
E.M.C. :	0.499	1.028	0.747	1.956	

DETERMINACION DE LONGITUD Y LATITUD POR EL METODO DE ALTURAS IGUALES

RESUMEN RESULTADOS MEDIA PONDERADA

SERIE	CENITAL	RESIDUO	EMC	LATITUD	RESIDUO	EMC	LONGITUD	RESIDUO	EMC	PESO SERIE	ESTRELLAS		
1	44 59 40.859	0.882	0.618	40 27 3.795	-2.498	1.136	-3 43 43.189	6.642	0.915	0.15	23		
2	44 59 42.316	-0.575	0.499	40 26 59.251	2.046	1.028	-3 43 32.117	-4.430	0.747	0.26	16		
EMC CENITAL SERIES:		1.832		EMC LATITUD SERIES:		2.967		EMC LONGITUD SERIES:		9.376		ESTRELLAS	39

RESUMEN RESULTADOS MEDIA ARITMETICA

SERIE	CENITAL	RESIDUO	EMC	LATITUD	RESIDUO	EMC	LONGITUD	RESIDUO	EMC	PESO SERIE	ESTRELLAS		
1	44 59 40.859	0.728	0.618	40 27 3.795	-2.272	1.136	-3 43 43.189	5.536	0.915	0.15	23		
2	44 59 42.316	-0.728	0.499	40 26 59.251	2.272	1.028	-3 43 32.117	-5.536	0.747	0.26	16		
EMC CENITAL SERIES:		1.030		EMC LATITUD SERIES:		3.213		EMC LONGITUD SERIES:		7.829		ESTRELLAS	39