

00199



Centro de Document. SNET



Inventario: 00000186

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

=====

PUBLICACION TECNICA N° 2

LA POSICION DEL SOL EN EL SALVADOR
(Con 3 Tablas y 2 Gráficas)

por

ALBERT PALLMANN

San Salvador, EL SALVADOR, C. A.

Febrero de 1962
Julio de 1972

I N D I C E

Preámbulo	1
Introducción	2
Resumen - Summary	3
1. Generalidades	4
2. Ejecución del Cálculo	4
2.1 Observaciones Generales	4
2.2 Cálculo de la Hora Solar Verdadera	4
2.3 Fórmulas y Cálculo del Angulo de Altura y el Acimut	5
2.4 Aplicación de las Fórmulas	5
2.5 Error de Cálculo y de Diagrama	6
2.6 Tabla de Valores	7
3. Diagramas	9
3.1 Descripción	9
3.2 Aplicación	9
4. Salida y Puesta del Sol	10
4.1 Observaciones Generales	10
4.2 Tabla de Valores	10
5. Definiciones	13
6. Indice Bibliográfico	14

P R E A M B U L O

En vista de la gran aceptación que tuvo esta Publicación Técnica en su primera edición en Febrero de 1962, y considerando que esta edición está totalmente agotada, nos complacemos en presentarles esta Segunda Edición, esperando con ello satisfacer esa demanda y el interés de todos aquellos que usan el dato meteorológico en sus distintas actividades, para que éstas resulten más económicas y eficientes.

Ing. Leopoldo Reyes Rivera
Director,
Servicio Meteorológico Nacional.

San Salvador, Julio de 1972.

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

Continuando la edición de las Publicaciones Técnicas, el SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL presenta en el N° 2 un trabajo preparado por el Dr. Albert Pallmann. Se espera que este trabajo pueda contribuir a una mejor resolución de los problemas involucrados en los proyectos influenciados directa o indirectamente por la posición del Sol durante el curso del año.

Son el Arquitecto e Ingeniero Civil quienes suelen tomar en consideración la posición del Sol en relación con la mejor distribución de la radiación solar en futuras construcciones. También al Agrónomo puede serle útil la presente información, por ejemplo, al elegir el lugar y la forma de construcción más apropiados para un almaciguero con su correspondiente techo de sombrío, o para la mejor posición y tipo de un invernadero, inclusive la instalación del matiz de sombra.

Por medio de una mesa de luz, las Gráficas en el Anexo pueden ser puestas directamente sobre la planta del plan de construcción, para determinar por medio del "Acimut", directamente la insolación de un edificio y la deseada o necesaria protección contra la radiación del Sol, ya sea por medio de fachadas laterales adicionales al edificio entero o cualquier otra forma de distribución. Respecto al alzado del plan de construcción, basta trasladar a él los ángulos de la "altura del Sol" que se encuentran en las Gráficas, por medio de un transportador semicircular. De esta manera, se puede determinar la posición y forma de una construcción para reducir la insolación a un mínimo o de evitarla completamente.

Ing. Leopoldo Reyes Rivera,
Director,
Servicio Meteorológico Nacional.

San Salvador, Julio de 1972.

RESUMEN

Se presentan los valores del acimut y del ángulo de altura de las posiciones del Sol, calculados para la latitud geográfica de $13^{\circ} 42' N$ y la longitud geográfica de $90^{\circ} 00' W$, para cada hora entera de cada día 21 de todos los meses del año.

Una estimación del error en los cálculos indica la exactitud de dichos valores. En dos diagramas de una proyección estereográfica se muestran los trazos del curso del Sol a base de los valores calculados.

Añadidas se encuentran las tablas de las horas de la Salida y Puesta del Sol, expresadas en hora media zonal referida en la longitud geográfica de $90^{\circ} W$.

SUMMARY

The values of the azimuth and the height angle of the positions of the Sun are presented, which were calculated with reference to the geographical latitude of $13^{\circ} 42' N$ and the longitude of $90^{\circ} 00' W$, for each complete hour of each day 21 of all months.

An error estimation of the calculation indicates the accuracy of the values in question. Two diagrams based in the stereographical projection, show the tracks of the Sun course, carried out by means of these values.

Additionally one finds the time tables of sunrise and sunset, in relation to the geographical longitude of $90^{\circ} W$.

1. GENERALIDADES

Este trabajo presenta el cálculo y el trazado de la posición del Sol en El Salvador, comprendida para la latitud geográfica de $13^{\circ} 42'N$ y la longitud geográfica de $90^{\circ}00'W$.

Es de notar que el Sol tarda 4 minutos en pasar por un grado de longitud geográfica.

Se dan las posiciones del Sol en el transcurso del día 21 de cada mes dentro de un sistema horizontal de las coordenadas " α " (alfa) como acimut y " h " como ángulo de altura.

El total de los valores " α " y " h " se representan en 2 diagramas, los cuales cubren cada uno medio año. En dichos diagramas se emplea una proyección estereográfica.

Bajo el título 5 se encuentran las definiciones de algunos conceptos astronómicos y matemáticos.

2. EJECUCION DEL CALCULO

2.1 Observaciones Generales

Se efectuó el cálculo por medio de una Regla de Cálculo ARISTO del tipo científico y de tablas trigonométricas auxiliares. Solo en los casos cuando los valores de las funciones trigonométricas se aproximaron a 0 ó + 1, se realizó el cálculo a base de logaritmos decimales de 6 ó 7 posiciones. También se hizo un cálculo logarítmico en los casos cuando existió alguna duda respecto al valor efectuado por medio de la Regla de Cálculo.

Los errores del cálculo están descritos en el párrafo 2.5.

Para una mayor exactitud en el trazado de la curva solar a través del círculo horizontal, se tomó en cuenta el cálculo de las posiciones del Sol por debajo del horizonte hasta dos horas, tanto en la salida como en la puesta.

Al final de los cálculos se hizo una comprobación al comparar la forma numérica con la forma gráfica.

2.2 Cálculo de la Hora Solar Verdadera

Los valores de la ecuación del tiempo se tomaron de LINKE /1/*, comprendidos para el día 21 de cada mes.

La fórmula $t_v = t_o - E.t.$

presenta la relación entre la hora solar verdadera t_v y la hora solar media t_o , siendo $E.t.$ la ecuación de tiempo.

Después de haber alcanzado el valor de t_v en horas, minutos y segundos, se hace una conversión a grados, minutos y segundos de circunferencia según la tabla siguiente:

1 hora	equivale a	15°
1 minuto	" "	$15'$
1 segundo	" "	$15''$

*) Los números en / / se refieren al Indice Bibliográfico en la última página

Se toma en cuenta que se debe calcular el acimut desde el punto Sur en el sentido retrógrado. Cuando el astro pasa por la culminación superior, el ángulo de hora, o sea la hora solar verdadera convertida en grados y fracciones de circunferencia, es igual a Cero.

Estos valores expresados en ángulos se aplican en la fórmula para el ángulo de altura (véase el punto 2.3), con una aproximación de 3 minutos de circunferencia.

2.3 Fórmulas y Cálculo del Angulo de Altura y el Acimut

Estas fórmulas se obtuvieron de LINKE /I/, y son:

$$(1) \sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_v$$

$$(2) \sin \alpha = \frac{(\cos \delta \cdot \sin t_v)}{\cos h}$$

En estas dos fórmulas significan:

h : ángulo de altura de la posición del Sol

φ : latitud geográfica

δ : declinación del Sol

α : acimut de la posición del Sol

t_v : hora solar verdadera en grados de circunferencia.

2.4 Aplicación de las Fórmulas

Para aplicar estas fórmulas se necesitan los valores concretos de " φ " y " δ ".

La latitud geográfica se tomó del "Mapa Oficial de la República de El Salvador, elaborado por la Dirección General de Cartografía del Ministerio de Obras Públicas, publicado en Diciembre de 1956, escala de 1:200000.

La declinación del Sol se tomó de LINKE /I/. Se calculó un promedio de 4 valores para el día 21 de cada mes, correspondientes a los de un período entre 2 años bisiestos.

Tabla (1): Declinación media del Sol

Enero	-	20°	07'	12"	de	circunferencia
Febrero	-	10°	55'	12"	"	"
Marzo	-	00°	03'	54"	"	"
Abril	+	11°	34'	30"	"	"
Mayo	+	20°	01'	48"	"	"
Junio	+	23°	26'	24"	"	"
Julio	+	20°	30'	36"	"	"
Agosto	+	12°	22'	48"	"	"
Septiembre	+	01°	00'	36"	"	"
Octubre	-	10°	25'	48"	"	"
Noviembre	-	19°	45'	00"	"	"
Diciembre	-	23°	26'	24"	"	"

Debido a que el valor de la declinación del Sol queda igual en el transcurso del día tomado como representativo para cada mes, o sea el día 21, se calcula fácilmente el primer término ($\sin \varphi \cdot \sin \delta$) del lado derecho de la ecuación (1) (véase el punto 2.3) con una exactitud suficiente, sacando a la vez de las tablas

auxiliares los valores correspondientes de la función coseno de las variables " φ " y " δ ".

A base de los valores para el ángulo de hora o sea la hora solar verdadera en grados y fracciones, se toman los valores respectivos de las funciones $\cos t_v$ y $\sin t_v$, utilizando este último valor para la fórmula (2).

De esta manera se efectúan las operaciones de multiplicación y suma indicadas en la fórmula (1), usando los valores respectivos en la fórmula (2) para la realización de ésta.

2.5 Error de Cálculo y de Diagrama

Para determinar el error que se origina por la utilización de la regla de cálculo, se hace una comparación de los valores del término ($\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_v$) obtenidos por dicha regla, con los valores resultantes del mismo cálculo por medio de logaritmos.

La diferencia media que resulta para el producto ($\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_v$) es de 0.001.

Suponiendo que la fluctuación del término ($\sin \varphi \cdot \sin \delta$) sea 0.0007, resulta un error medio total de la altura "h"

en la gama de	0	a	30° de +	6'
" "	31	"	60	" 12
" "	61	"	70	" 18
" "	71	"	80	" 30
" "	81	"	90	" 60

en el cálculo del ángulo "h", sin tomar en cuenta la refracción.

Para dar una imaginación de estos errores, se indica que el diámetro del disco solar mide 32'.

Para el cálculo del acimut " α " debe dividirse por $\cos h$ (véase el punto 2.3).

A causa de esta operación, y de los errores parciales que se originan en el numerador de la fórmula (2), se produce un error medio total de la función $\sin \alpha$ de 0.001, recordando que en los presentes cálculos no se tomó en cuenta la refracción.

Si se desea incluir la refracción, la cual ocasiona una desviación sistemática, véase la tabla de refracción según STUMPF /2/.

Por tal razón se estima un error que se origina en el cálculo del acimut " α ":

en la gama de	0	a	50° de +	6'
" "	51	"	70	" 12
" "	71	"	80	" 18
" "	81	"	90	" 24

Un error adicional se ocasiona por medio del dibujo. Una estimación general manifiesta un valor numérico de 0.4° de ángulo.

Al fin resulta un error total dentro del diagrama entre $\pm 0.4^\circ$ y $\pm 1^\circ$ para el ángulo "h", y un error de $\pm 0.4^\circ$ para el acimut α .

2.6 Tabla de Valores

En la siguiente tabla se presentan los valores respectivos del acimut y del ángulo vertical para el día 21 de cada mes, incluyendo los valores negativos del ángulo vertical "h" con los acimuts correspondientes, o sean los valores que marcan la posición del Sol por debajo del horizonte.

Estos últimos valores facilitaron la construcción del trazado del curso solar por el círculo del horizonte.

En la siguiente tabla se convirtió el acimut astronómico " ∞' ", que debe tomarse desde el punto Sur, en el acimut trigonométrico " ∞ ", referido en el punto Norte, caminando en el sentido retrógrado.

Tabla (2): Valores del Acimut " α " y Altura del Sol " h " para cada Hora del Día 21 de cada Mes

HORA LOCAL	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	α	h	α	h	α	h	α	h	α	h	α	h
5	106.6	-21.1	97.0	-20.3	86.0	-16.4	74.	-11.2	66.9	- 8.1	63.3	- 8.2
6	109.0	- 7.2	99.9	- 5.9	90.0	- 1.8	79.0	+ 3.0	68.9	+ 5.5	67.1	+ 5.0
7	112.4	+ 6.4	103.6	+ 8.4	92.8	+12.8	81.9	+17.3	71.4	+19.3	69.4	+18.6
8	117.7	+19.6	108.3	+22.4	96.9	+27.2	84.4	+31.8	74.6	+33.3	70.5	+32.3
9	124.7	+32.1	114.8	+36.0	102.4	+41.6	88.8	+46.4	75.0	+47.4	70.1	+46.0
10	135.7	+43.2	125.1	+48.6	111.3	+55.5	92.8	+60.9	72.1	+61.3	66.5	+59.6
11	152.2	+52.0	142.6	+59.2	127.9	+68.4	96.1	+75.5	65.9	+75.0	53.2	+72.3
12	175.3	+56.1	171.9	+65.0	172.8	+76.1	186.6	+87.6	352.8	+83.0	00.2	+80.0
13	199.8	+54.1	205.4	+62.9	224.2	+71.0	263.6	+74.6	295.7	+73.4	307.6	+73.0
14	219.0	+46.9	228.0	+53.8	245.8	+58.9	269.3	+60.4	287.2	+59.7	293.8	+60.3
15	231.8	+36.5	241.2	+42.0	256.0	+45.2	272.6	+45.8	285.1	+45.7	290.2	+46.7
16	240.1	+24.4	249.0	+28.7	261.6	+30.8	275.4	+31.3	285.3	+31.7	289.2	+33.0
17	245.8	+11.4	254.3	+14.8	266.2	+16.4	278.0	+16.8	287.2	+17.6	290.6	+19.3
18	249.9	- 2.0	258.8	+00.7	279.0	+ 1.8	281.3	+ 2.5	289.7	+ 3.8	292.8	+ 5.7
19	252.6	15.9	261.6	-13.6	273.6	-12.0	285.4	-11.7	293.7	- 9.7	296.5	- 7.5
=====												
	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
5	65.8	-10.1	73.8	-11.7	85.8	-12.7	97.7	-13.2	106.7	-15.2	110.6	-18.4
6	69.7	+ 3.4	77.3	+ 2.5	90.6	+ 1.8	101.0	+ 1.2	109.9	- 1.4	113.1	- 4.9
7	72.3	+17.2	80.8	+16.8	93.1	+16.4	105.1	+16.4	114.1	+12.2	116.7	+ 8.4
8	74.2	+31.2	84.2	+31.3	97.1	+30.9	110.4	+29.3	119.8	+25.2	122.1	+21.1
9	75.0	+45.2	86.6	+45.8	103.0	+45.2	118.3	+42.	128.6	+37.2	130.1	+32.8
10	73.0	+59.2	88.3	+60.3	112.1	+59.2	131.6	+54.5	141.4	+47.7	141.9	+43.0
11	65.2	+72.9	90.7	+74.9	133.0	+71.6	154.5	+63.6	161.1	+54.7	159.0	+50.3
12	12.8	+83.4	161.3	+88.5	158.2	+77.1	189.1	+65.7	186.1	+56.4	180.8	+52.8
13	294.8	+75.6	266.4	+75.8	233.8	+69.2	213.8	+59.6	209.1	+51.9	202.4	+49.8
14	287.3	+62.1	271.4	+61.3	250.6	+56.2	236.2	+48.8	225.3	+43.0	219.2	+42.4
15	285.3	+48.1	273.8	+46.8	258.9	+42.2	246.0	+35.9	235.3	+31.7	230.5	+32.0
16	285.7	+34.1	276.4	+32.2	263.8	+27.7	252.8	+22.3	243.2	+19.1	238.4	+20.1
17	287.2	+20.1	279.2	+17.8	267.7	+13.2	257.1	+ 8.2	248.2	+ 5.8	243.6	+ 7.4
18	289.5	+ 6.2	281.8	+ 3.4	270.6	- 1.8	260.7	- 6.1	251.4	- 7.9	247.3	- 5.9
19	293.3	- 7.4	285.9	-10.7	273.9	-16.4	263.7	-20.5	254.0	-21.9	249.6	-19.5

3. DIAGRAMAS

3.1 Descripción

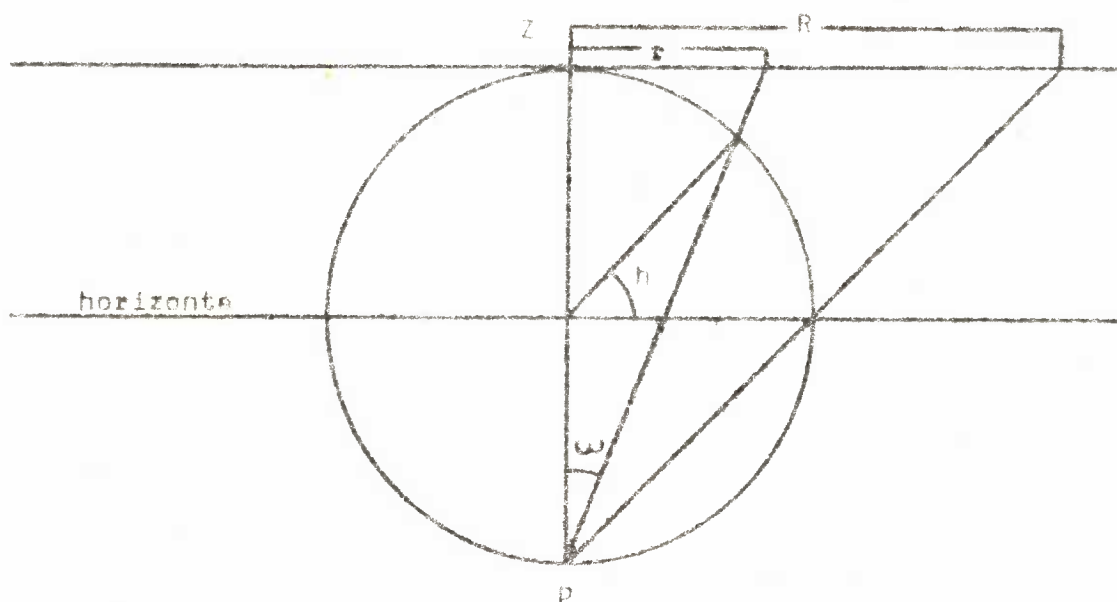
Los diagramas efectuados para facilitar la obtención de las posiciones del Sol a cualquier hora y fecha, están expuestos en una proyección estereográfica, la cual se construyó por medio de la fórmula

$$\operatorname{tg} \omega = \operatorname{tg} \left(\frac{\gamma}{4} - h/2 \right) = \frac{r}{R}$$

en donde

- R : radio del círculo horizontal
- r : radio de un círculo en decenas de grado
- h : ángulo vertical o sea el ángulo de altura del Sol
- ω : ángulo de proyección en el polo opuesto.

El siguiente dibujo demuestra las relaciones trigonométricas entre dichas variables.



La escala circundante del acimut está graduada en grados pares, mientras que la escala del ángulo vertical está en decenas de grado.

En esta proyección se puntean los valores del acimut y del ángulo vertical de cada hora entera del día 21 de cada mes combinando los puntos resultantes, de lo que resulta la proyección del curso del Sol en el plano estereográfico.

Sobre cada curva se encuentran marcadas las horas, de tal manera que la primera hora entera después de la salida del Sol está numerada, lo mismo que el mediodía, y también la última hora entera antes de la puesta del Sol.

El punto cenital está marcado por Z.

3.2 Aplicación

Adjunto al diagrama se encuentra una instrucción relativa al uso.

Para una mayor interpretación de los conceptos aplicados, se dan algunas definiciones en el Capítulo 5.

4. SALIDA Y PUESTA DEL SOL

4.1 Observaciones Generales

Bajo este título se presenta la Tabla que contiene la Salida y Puesta del Sol para cada día del año. Las horas respectivas están expresadas en la Hora Media Zonal, o sea la hora civil, referida en la longitud geográfica de 90°W .

El cálculo de estas horas se basó en las tablas correspondientes de "The American Ephemeris and Nautical Almanac" /3/, en el cual se definen las horas tabulares de la salida y puesta del Sol como los instantes cuando el ángulo denominado la "distancia cenital geocéntrica verdadera" del punto central del disco solar es $90^{\circ} 50'$, con un valor adoptado de $34'$ para la refracción horizontal y $16'$ para el semidiámetro del disco solar; entonces la distancia cenital aparente del borde superior es 90° y el borde aparentemente es el horizonte astronómico.

Para calcular las horas de la Salida y Puesta del Sol que valen para el lugar geográfico de la Capital, San Salvador, debe restarse 3 minutos de los valores que son expresados en la "hora media zonal de 90°W " o sea la hora salvadoreña, la que al mismo tiempo define la "hora media local" para los lugares que se encuentran exactamente en la longitud geográfica de 90°W , o sean, en El Salvador, los que se encuentran en la parte occidental del Departamento de Ahuachapán.

4.2 Tabla de Valores

Tabla (3): Salida y Puesta del Sol para el Meridiano de 90°W (hora local salvadoreña o sea "hora media zonal de 90°W")

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta
1 ^o	06:23	17:42	06:28	18:00	06:17	18:09	05:55	18:12	05:38	18:16	05:31	18:25
2	06:23	17:43	06:28	18:00	06:16	18:09	05:55	18:12	05:38	18:16	05:31	18:25
3	06:24	17:43	06:27	18:01	06:16	18:09	05:54	18:12	05:37	18:16	05:31	18:25
4	06:24	17:44	06:27	18:01	06:15	18:09	05:54	18:13	05:37	18:17	05:31	18:26
5	06:25	17:45	06:27	18:01	06:14	18:09	05:54	18:13	05:37	18:17	05:31	18:26
6	06:25	17:46	06:26	18:02	06:13	18:09	05:53	18:13	05:36	18:17	05:31	18:26
7	06:25	17:46	06:26	18:02	06:13	18:10	05:52	18:13	05:36	18:17	05:31	18:27
8	06:25	17:47	06:26	18:02	06:12	18:10	05:52	18:13	05:35	18:18	05:31	18:27
9	06:26	17:47	06:25	18:03	06:12	18:10	05:51	18:13	05:35	18:18	05:31	18:27
10	06:26	17:48	06:25	18:03	06:11	18:10	05:51	18:13	05:35	18:18	05:31	18:27
11	06:26	17:49	06:25	18:03	06:11	18:10	05:50	18:13	05:34	18:19	05:31	18:27
12	06:26	17:49	06:24	18:04	06:10	18:10	05:49	18:13	05:33	18:19	05:32	18:28
13	06:27	17:50	06:24	18:04	06:09	18:10	05:48	18:13	05:33	18:19	05:32	18:28
14	06:27	17:51	06:24	18:04	06:09	18:11	05:47	18:13	05:33	18:20	05:32	18:28
15	06:27	17:51	06:24	18:05	06:08	18:11	05:47	18:14	05:33	18:20	05:32	18:28
16	06:27	17:52	06:23	18:05	06:07	18:11	05:46	18:14	05:32	18:20	05:33	18:29
17	06:28	17:52	06:23	18:05	06:07	18:11	05:46	18:14	05:32	18:20	05:33	18:29
18	06:28	17:53	06:22	18:06	06:06	18:11	05:45	18:14	05:32	18:21	05:33	18:29
19	06:28	17:53	06:22	18:06	06:05	18:11	05:45	18:14	05:32	18:21	05:33	18:29
20	06:28	17:54	06:22	18:06	06:04	18:11	05:44	18:14	05:32	18:21	05:33	18:29
21	06:28	17:54	06:21	18:07	06:03	18:11	05:43	18:14	05:32	18:21	05:34	18:30
22	06:28	17:55	06:21	18:07	06:02	18:11	05:42	18:14	05:32	18:22	05:34	18:30
23	06:28	17:55	06:20	18:07	06:01	18:11	05:42	18:15	05:32	18:22	05:34	18:30
24	06:28	17:56	06:20	18:07	06:01	18:12	05:41	18:15	05:32	18:22	05:34	18:30
25	06:28	17:56	06:19	18:07	06:00	18:12	05:41	18:15	05:32	18:22	05:34	18:30
26	06:28	17:57	06:19	18:08	05:59	18:12	05:40	18:15	05:32	18:23	05:35	18:31
27	06:28	17:58	06:18	18:08	05:59	18:12	05:40	18:15	05:31	18:23	05:35	18:31
28	06:28	17:58	06:18	18:08	05:58	18:12	05:39	18:15	05:31	18:23	05:35	18:31
29	06:28	17:59	06:17	18:09	05:57	18:12	05:39	18:15	05:31	18:23	05:35	18:31
30	06:28	17:59			05:57	18:12	05:39	18:15	05:31	18:24	05:35	18:31
31	06:28	17:59			05:56	18:12			05:31	18:24		

DIA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta	Salida	Puesta
1 ^o	05:36	18:32	05:45	18:29	05:48	18:11	05:50	17:50	05:54	17:33	06:08	17:30
2	05:36	18:32	05:45	18:28	05:48	18:11	05:50	17:49	05:54	17:33	06:08	17:30
3	05:36	18:32	05:45	18:28	05:48	18:10	05:50	17:48	05:55	17:33	06:09	17:31
4	05:36	18:32	05:45	18:27	05:48	18:09	05:50	17:47	05:55	17:32	06:09	17:31
5	05:37	18:32	05:45	18:27	05:48	18:09	05:50	17:47	05:55	17:32	06:10	17:31
6	05:37	18:32	05:45	18:26	05:48	18:08	05:50	17:46	05:55	17:32	06:10	17:31
7	05:38	18:32	05:45	18:26	05:48	18:07	05:50	17:46	05:56	17:31	06:11	17:32
8	05:38	18:32	05:46	18:26	05:48	18:07	05:50	17:45	05:57	17:31	06:11	17:32
9	05:38	18:32	05:46	18:25	05:48	18:06	05:50	17:44	05:57	17:30	06:12	17:33
10	05:38	18:32	05:47	18:25	05:48	18:05	05:50	17:44	05:58	17:30	06:13	17:33
11	05:39	18:32	05:47	18:24	05:48	18:04	05:50	17:43	05:58	17:30	06:13	17:33
12	05:39	18:32	05:47	18:23	05:48	18:04	05:50	17:42	05:59	17:30	06:14	17:34
13	05:39	18:32	05:47	18:22	05:48	18:03	05:50	17:42	05:59	17:29	06:15	17:34
14	05:39	18:32	05:47	18:22	05:48	18:02	05:51	17:41	06:00	17:29	06:15	17:35
15	05:40	18:32	05:47	18:21	05:48	18:01	05:51	17:41	06:00	17:29	06:16	17:35
16	05:40	18:31	05:47	18:21	05:48	18:01	05:51	17:40	06:01	17:29	06:16	17:35
17	05:41	18:31	05:47	18:21	05:48	18:00	05:51	17:39	06:01	17:29	06:16	17:35
18	05:41	18:31	05:47	18:20	05:48	17:59	05:51	17:38	06:02	17:29	06:17	17:36
19	05:41	18:31	05:47	18:20	05:49	17:58	05:52	17:38	06:02	17:29	06:17	17:36
20	05:41	18:31	05:48	18:19	05:49	17:58	05:52	17:37	06:03	17:29	06:18	17:37
21	05:42	18:31	05:48	18:19	05:49	17:57	05:52	17:37	06:03	17:29	06:19	17:37
22	05:42	18:31	05:48	18:18	05:49	17:57	05:52	17:37	06:04	17:29	06:20	17:38
23	05:42	18:31	05:48	18:17	05:49	17:56	05:52	17:36	06:04	17:29	06:20	17:38
24	05:42	18:31	05:48	18:17	05:49	17:56	05:53	17:36	06:05	17:29	06:21	17:39
25	05:42	18:30	05:48	18:16	05:49	17:55	05:53	17:35	06:05	17:29	06:21	17:40
26	05:43	18:30	05:48	18:15	05:49	17:54	05:53	17:35	06:05	17:29	06:21	17:40
27	05:43	18:30	05:48	18:15	05:49	17:54	05:53	17:35	06:06	17:29	06:22	17:41
28	05:43	18:30	05:48	18:14	05:49	17:53	05:53	17:34	06:06	17:30	06:22	17:41
29	05:43	18:30	05:48	18:13	05:50	17:52	05:54	17:34	06:07	17:30	06:22	17:42
30	05:44	18:29	05:48	18:12	05:50	17:51	05:54	17:34	06:07	17:30	06:23	17:42
31	05:44	18:29	05:48	18:12			05:54	17:33			06:23	17:42

5. DEFINICIONES

Sentido Retrógrado:

Es el sentido de rotación de las agujas del reloj, y está opuesto al sentido trigonométrico.

Acimut astronómico (α'):

Es el ángulo horizontal que se forma entre el punto Sur y la línea de proyección de la dirección solar en el plano horizontal, medido en el sentido retrógrado a partir del punto Sur y caminando de 0° hasta 360° .

Acimut trigonométrico (α''):

Es el ángulo horizontal que se forma entre el punto Norte y la línea de proyección de la dirección solar en el plano horizontal, medido en el sentido retrógrado a partir del punto Norte, caminando de 0° hasta 360° .

Altura del Sol (h):

Es el ángulo vertical que se forma entre la dirección del Sol y la línea de proyección de la dirección solar en el plano horizontal.

Angulo de hora (t_v):

Es el ángulo convertido de la hora solar verdadera a grados, minutos y segundos de circunferencia, igual a cero cuando pasa el astro por la culminación superior.

Cenit:

Es el punto vertical en la bóveda celeste que corresponde al punto del origen del sistema de coordenadas.

Círculo horizontal:

Es el círculo de intersección de la bóveda celeste con el plano horizontal.

Culminación:

Es el punto más elevado de la trayectoria de un astro en el curso de su movimiento diario de rotación.

Declinación del Sol (δ):

Es el ángulo de la dirección del Sol con el ecuador celeste.

Hora solar media:

Es la hora civil, tomando el promedio de todas las horas solares verdaderas dentro del "año trópico". La diferencia entre la hora solar verdadera y la hora solar media, define la ecuación del tiempo.

Hora solar verdadera:

Es la vigésima cuarta parte de un día solar verdadero, el cual es el tiempo que transcurre entre dos culminaciones del Sol. Dicha hora es una medida de tiempo muy irregular debido a que la

tierra se mueve en su órbita alrededor del Sol con una velocidad variable, y a que existe una inclinación entre el ecuador celeste y la eclíptica.

Refracción:

Es la desviación de un rayo de luz cuando pasa de un medio transparente a otro de una densidad distinta bajo un ángulo menor de 90° . La magnitud de la refracción es tanto más grande, cuanto menor es el ángulo de incidencia o sea el de altura y cuanto mayor es la diferencia de la densidad de las materias. Sólo cuando el rayo de luz penetra verticalmente el medio, no se origina la refracción. La atmósfera puede explicarse como una composición de unas capas, cuyos límites están más o menos paralelos a la superficie de la Tierra, y cuya densidad se disminuye con la altura.

Al pasar por la atmósfera un rayo solar procedente del Sol, sufre una curvatura leve hacia abajo. Por lo tanto, un observador ve el Sol bajo un ángulo de altura aumentado.

6. INDICE BIBLIOGRAFICO

- /1/ F. LINKE: "Meteorologisches Taschenbuch", Tomo IV, Leipzig/Alemania, 1939.
- /2/ K. STUMPF: "Astronomie", Fischer - Lexikon, Frankfurt-M./Alemania, 1957.
- /3/ "The American Ephemeris and Nautical Almanac", U. S. Naval Observatory, Washington.
- /4/ "Almanaque Salvadoreño", Servicio Meteorológico Nacional, El Salvador.