

**Ocultación rasante de Saturno por la Luna
en las proximidades del estrecho de Gibraltar el**

22 de mayo de 2007

Antonio Salazar

OCULTACIÓN DE SATURNO POR LA LUNA

Introducción:

La Luna en su recorrido barre una zona del cielo de tal forma que va ocultando a los astros que se encuentren en ella. Si el astro es el Sol, la ocultación recibe el nombre de eclipse de Sol, parcial, total o anular según sea el caso, si el astro es una estrella se denomina simplemente ocultación, y en el caso de que el astro sea un planeta la ocultación de éste, debido al diámetro aparente es más parecida a un eclipse que a una ocultación, por lo que su predicción sigue el mismo proceso que los eclipses de Sol.

Por tanto, la ocultación del planeta puede ser total o parcial, en éste último caso la ocultación llega a ser considerada como rasante. Es en este caso en el que centramos el cálculo de la ocultación del planeta:

Ocultación de **Saturno** el **22 mayo de 2007**

La elección de esta ocultación se ha tomado por ser rasante en las proximidades del Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando (Cádiz), durante la ocultación de Saturno el Sol se encuentra depresso.

Efemérides utilizadas:

Se han utilizado para el cálculo de las posiciones aparentes de la Luna y de los planetas, las efemérides producidas por integración numérica DE405, y se ha tenido en cuenta las correcciones empíricas para pasar las coordenadas aparentes del centro de masas a las coordenadas del centro óptico de la Luna. (0'' .50 en longitud; -0'' .25 en latitud).

Relación radios Tierra-Luna:

Se adopta como relación entre el radio de la Luna y el de la Tierra el valor

$$k = 0.2725076$$

Achatamiento y elipticidad terrestre:

En los casos en que sea necesario se tendrá en cuenta el achatamiento y la elipticidad terrestre para la determinación de los instantes de los fenómenos y de las posiciones.

$$\text{Achatamiento: } f = (a - b) / a = 0.003352858$$

$$\text{Elipticidad : } e^2 = (1 - b^2/a^2) = 0.006694475$$

$$a = \text{radio ecuatorial} = 6378.140 \text{ kms} \quad b = \text{radio polar} = 6356.755 \text{ kms}$$

Escalas de Tiempo:

Los resultados temporales están dados en **Tiempo Terrestre (TT)** y la relación con el **Tiempo Universal (UT)**, se adopta como aproximación el valor de $\Delta T = 70$ segundos, tal que :

$$TT = UT + \Delta T$$

Correcciones a la escala de tiempos:

La diferencia TT-UT, es estimada, y representada por ΔT . Si δt es la diferencia entre el ΔT real y el ΔT estimado ,

$$\delta t = \Delta T_r - \Delta T_e$$

los instantes determinados para los fenómenos deben ser corregidos por δt y las longitudes geográficas deben ser corregidas por $\Delta \lambda$, por:

$$\Delta \lambda = -1.002738 \delta t$$

Cuándo se produce la ocultación de un planeta por la Luna:

En las proximidades de la conjunción en Ascensión Recta, cuando la distancia entre los centros desde el punto de vista geocéntrico es menor que la suma de los semidiámetros respectivos del planeta y de la Luna. Si la distancia mínima es mayor que la suma de los semidiámetros no se produce ocultación geocéntrica, si la distancia mínima es menor que la diferencia de los semidiámetros se produce una ocultación total geocéntrica, entre ambos la ocultación es parcial.

Método de predicción:

La predicción de ocultaciones de planetas por la Luna sigue el mismo procedimiento que el de los eclipses solares. Con una diferencia fundamental, las dimensiones de los radios de sombra y penumbra.

Mientras que en los eclipses solares el radio de la sombra sobre el plano fundamental es pequeño en comparación con el radio terrestre, en las ocultaciones de planetas el radio de la sombra es prácticamente la cuarta parte del radio terrestre, siendo además el radio de la penumbra del mismo orden.

Circunstancias generales:

Las circunstancias generales de la ocultación de un planeta por la Luna corresponden a los siguientes fenómenos:

- El comienzo y el fin de la ocultación corresponde a los dos instantes y los dos lugares sobre la Tierra donde el cono de penumbra es tangente exterior a la superficie terrestre.
- El comienzo y el fin de la ocultación total del planeta corresponde a los dos instantes y los dos lugares sobre la Tierra donde el cono de sombra es tangente exterior a la superficie terrestre.
- El comienzo y el fin de la centralidad de la ocultación corresponde a los dos instantes y los dos lugares sobre la Tierra donde el eje de los conos es tangente a la superficie terrestre.

Debido a la amplitud del radio de sombra sobre el plano fundamental, puede ocurrir que la ocultación produzca o no línea de centralidad, así como que no posea límites norte o bien límites sur de la sombra y la penumbra.

Circunstancias locales:

Para un lugar donde es posible la ocultación del planeta ya sea parcial o total, se pueden dar los siguientes fenómenos, y parámetros angulares de situación del planeta respecto a la Luna.

- Primer contacto: Los discos de la Luna y el planeta en su inmersión son tangentes exteriores. (C1)
- Segundo contacto: Los discos de la Luna y el planeta en su inmersión son tangentes interiores. (C2)
- Distancia mínima: El planeta oculto o no, se encuentra a la mínima distancia del centro de la Luna. Esta circunstancia no es observable y por tanto carece de interés. (DM)
- Tercer contacto: Los discos de la Luna y el planeta en su emersión son tangentes interiores. (C3)
- Cuarto contacto: Los discos de la Luna y el planeta en su emersión son tangentes exteriores. (C4)
- Altura del planeta. (a) en grados.
- Ángulo posición del planeta respecto al meridiano lunar (P)
- Ángulo de posición respecto al cuerno de la Luna (C)
N / S (+) si el fenómeno se produce en limbo oscuro
(-) si el fenómeno se produce en limbo iluminado

Resultados generales:

Para una ocultación se dan:

- Hora TT de la conjunción en Ascensión Recta y ΔT aproximado

Para esta hora, para la Luna y el planeta

- Ascensión Recta
- Declinación
- Distancia verdadera
- Semidiámetro
- Paralaje

Elementos besselianos en forma polinómica:

- (x , y , z) coordenadas de la Luna en sistema besseliano
- sen d, cos d .. seno y coseno de la declinación del eje
- μ tiempo sidéreo – ascensión recta del eje
- tg f₁ , tg f₂ ... tangentes semiángulos de los conos de penumbra y sombra
- l₁ , l₂ radios sobre el plano fundamental de la penumbra y de la sombra

Para las circunstancias generales:

- Hora TT
- Longitud del lugar
- Latitud del lugar

Elementos besselianos:

Cada elemento besseliano se presenta en forma polinómica tal que para un determinado instante t , con relación a un instante de referencia t_0 ,

$$a = a_0 + a_1 (t - t_0) + a_2 (t - t_0)^2 + a_3 (t - t_0)^3$$

y sus variaciones horarias

$$da / dt = a_1 + 2 a_2 (t - t_0) + 3 a_3 (t - t_0)^2$$

t y t_0 expresados en horas.

OCULTACIÓN DE SATURNO EL 22 MAYO 2007

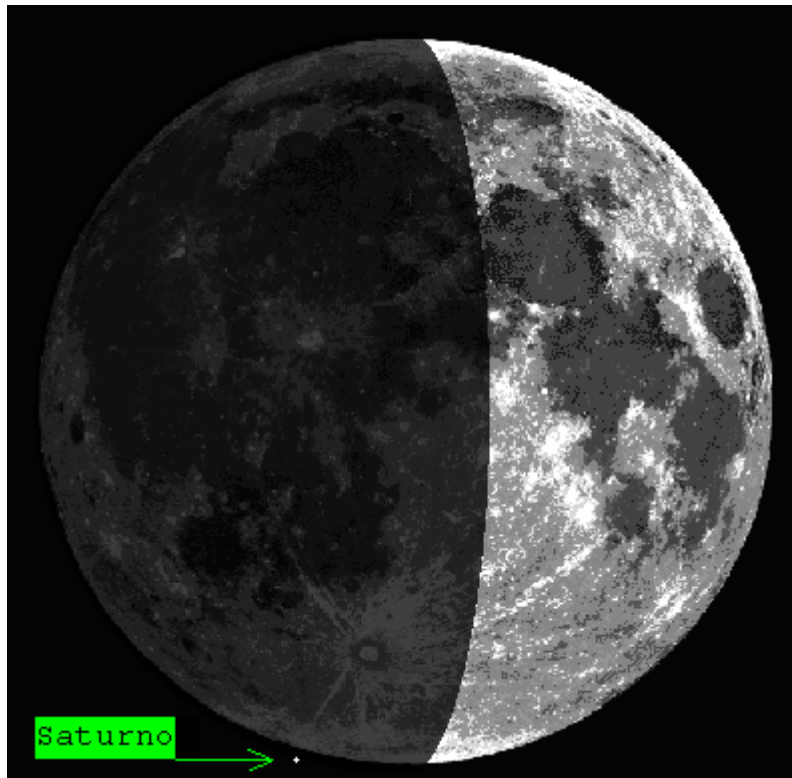
Aproximación de Saturno.

El gráfico representa la posición de Saturno próxima a su ocultación por la Luna para un lugar próximo a 36° N, 6° W.

Como parámetros:

Radio = 60268 kms

Semidiámetro = $83''$.35 a la u.a.



Fecha juliana: 2454242.5

$\Delta T = 70$ segundos

Conjunción en Ascensión Recta geocéntrica a: 18 : 58 : 50.13 TT.

Para este instante:

	LUNA	SATURNO
Ascensión Recta ...	09 ^h 27 ^m 45 ^s .810	09 ^h 27 ^m 45 ^s .810
Declinación	+17° 06' 44".46	+16° 18' 44".93
Distancia	0.00261401	9.37120450
Paralaje	0° 56' 04".39	0".94
Semidiámetro	15' 16".78	8".87

Elementos besselianos.

$$\begin{aligned}
 x &= 0.01004503 + 0.51748688 (t - 19) - 0.00001455 (t - 19)^2 - 0.00000739 (t - 19)^3 \\
 y &= 0.85190181 - 0.21813190 (t - 19) - 0.00003908 (t - 19)^2 + 0.00000315 (t - 19)^3 \\
 z &= 61.30580910 + 0.03833624 (t - 19) - 0.00267216 (t - 19)^2 + 0.00000102 (t - 19)^3 \\
 \mu &= 22.79245412 + 15.03891306 (t - 19) - 0.00000131 (t - 19)^2 \\
 \text{sen } d &= 0.28087180 - 0.00001187 (t - 19) - 0.00000001 (t - 19)^2 \\
 \text{cos } d &= 0.95974530 + 0.00000348 (t - 19) - 0.00000000 (t - 19)^2 \\
 \text{tg } f_1 &= 0.00004424 + 0.00000000 (t - 19) \\
 \text{tg } f_2 &= 0.00004176 + 0.00000000 (t - 19) \\
 l_1 &= 0.27521989 + 0.00000150 (t - 19) - 0.00000012 (t - 19)^2 \\
 l_2 &= -0.26994737 + 0.00000142 (t - 19) - 0.00000011 (t - 19)^2
 \end{aligned}$$

$$-1.367 \text{ h} < t - 19 < + 2.517 \text{ h}$$

Comienza la ocultación a 17^h 47^m 38^s.2 en 121° 49' 07".7 W 57° 20' 16".1 N
 Comienza la centralidad a 18^h 29^m 12^s.7 en 151° 57' 56".8 W 68° 06' 43".9 N
 Finaliza la centralidad a 20^h 39^m 54^s.6 en 51° 12' 55".4 E 28° 06' 56".1 N
 Finaliza la ocultación a 21^h 21^m 24^s.5 en 36° 12' 03".1 E 14° 48' 35".8 N

No hay límite norte de la penumbra

No hay límite norte de la sombra

Circunstancias locales para capitales de provincia en España

Ciudad	Posición		C1				C2			
	Long. °	Lat. °	TT h m s	a °	P °	C °	TT h m s	a °	P °	C °
Albacete.....	-1.859	38.999	19 43 45	54 175 19S+	19 44 54	54 176 17S+				
Alicante.....	-0.435	38.373	19 45 37	53 173 21S+	19 46 43	53 174 20S+				
Almería.....	-2.459	36.841	19 52 8	54 184 10S+	19 53 34	54 186 8S+				
Avila.....	-4.732	40.657	19 38 34	56 178 16S+	19 39 49	56 179 15S+				
Badajoz.....	-6.964	38.882	19 47 54	57 193 1S+	19 49 54	57 195 1S-				
Barcelona.....	2.156	41.384	19 36 42	51 160 34S+	19 37 35	51 161 33S+				
Bilbao.....	-2.917	43.267	19 29 55	54 166 28S+	19 30 54	54 167 27S+				
Burgos.....	-3.690	42.346	19 32 40	55 170 24S+	19 33 44	55 171 23S+				
Cáceres.....	-6.382	39.495	19 44 14	57 187 7S+	19 45 52	56 189 4S+				
Cádiz.....	-6.329	36.539	20 0 53	55 204 10S-	20 5 50	55 211 17S-				
Castellón.....	-0.057	39.983	19 40 24	53 168 26S+	19 41 24	53 169 25S+				
Ceuta.....	-5.299	35.893	20 1 42	55 202 8S-	20 5 10	54 207 13S-				
Ciudad Real.....	-3.918	38.987	19 44 33	55 181 13S+	19 45 52	55 183 11S+				
Córdoba.....	-4.708	37.885	19 49 45	56 188 6S+	19 51 23	55 190 4S+				
Cuenca.....	-2.128	40.084	19 40 5	54 173 21S+	19 41 11	54 174 20S+				
Gerona.....	2.822	41.984	19 35 17	51 157 37S+	19 36 8	51 158 36S+				
Granada.....	-3.539	37.193	19 51 36	55 186 7S+	19 53 9	54 188 5S+				
Guadalajara.....	-3.165	40.633	19 38 20	55 174 20S+	19 39 28	55 175 19S+				

Ciudad	Posición		C1			C2				
	Long.	Lat.	TT	a	P	C	TT	a	P	C
	°	°	h m s	°	°	°	h m s	°	°	°
Huelva.....	-6.938	37.261	19 57 42	56	203	9S-	20 1 41	55	208	14S-
Huesca.....	-0.402	42.141	19 33 50	53	163	31S+	19 34 46	53	164	30S+
Jaén.....	-3.791	37.769	19 49 23	55	185	9S+	19 50 51	55	187	7S+
La Coruña.....	-8.461	43.372	19 29 31	57	179	15S+	19 30 50	57	181	13S+
Las Palmas.....	-15.413	28.099								
León.....	-5.539	42.594	19 31 51	56	174	20S+	19 32 59	56	175	19S+
Lérida.....	0.627	41.621	19 35 36	52	162	32S+	19 36 31	52	163	31S+
Logroño.....	-2.446	42.464	19 32 27	54	167	27S+	19 33 27	54	168	26S+
Lugo.....	-7.555	43.012	19 30 39	57	178	16S+	19 31 54	57	179	15S+
Madrid.....	-3.677	40.438	19 39 6	55	176	18S+	19 40 16	55	177	17S+
Málaga.....	-4.408	36.724	19 54 50	55	192	2S+	19 56 43	55	194	1S-
Melilla.....	-2.941	35.251	19 59 49	54	192	1S+	20 1 44	53	195	1S-
Murcia.....	-1.131	37.986	19 47 7	53	176	18S+	19 48 17	53	178	16S+
Orense.....	-7.864	42.341	19 33 18	57	181	13S+	19 34 40	57	183	11S+
Oviedo.....	-5.849	43.365	19 29 15	56	172	22S+	19 30 22	56	174	20S+
Palencia.....	-4.527	42.013	19 33 46	56	173	21S+	19 34 53	55	174	20S+
Palma de Mallorca.....	2.592	39.586	19 41 56	51	163	31S+	19 42 51	51	164	30S+
Pamplona.....	-1.646	42.820	19 31 32	54	164	30S+	19 32 30	54	165	29S+
Pontevedra.....	-8.645	42.434	19 33 18	58	183	11S+	19 34 46	57	185	9S+
Salamanca.....	-5.662	40.970	19 37 43	56	179	14S+	19 39 1	56	181	13S+
San Sebastián.....	-1.980	43.318	19 30 0	54	164	30S+	19 30 57	54	165	29S+
Santander.....	-3.805	43.463	19 29 9	55	167	27S+	19 30 9	55	168	26S+
Segovia.....	-4.112	40.946	19 37 23	55	175	19S+	19 38 33	55	177	17S+
Sevilla.....	-5.968	37.386	19 54 9	56	196	2S-	19 56 28	56	199	5S-
Soria.....	-2.465	41.763	19 34 37	54	169	25S+	19 35 39	54	170	24S+
Sta.Cruz de Tenerife.....	-16.239	28.456								
Tarragona.....	1.254	41.120	19 37 12	52	162	32S+	19 38 7	52	163	31S+
Teruel.....	-1.079	40.343	19 39 13	54	169	25S+	19 40 14	53	170	23S+
Toledo.....	-4.029	39.866	19 41 16	55	178	15S+	19 42 30	55	180	14S+
Valencia.....	-0.383	39.466	19 42 1	53	170	24S+	19 43 3	53	171	23S+
Valladolid.....	-4.713	41.654	19 34 60	56	175	19S+	19 36 10	56	176	18S+
Vitoria.....	-2.666	42.847	19 31 14	54	166	27S+	19 32 14	54	167	27S+
Zamora.....	-5.741	41.509	19 35 44	56	178	16S+	19 36 59	56	179	15S+
Zaragoza.....	-0.874	41.656	19 35 10	53	166	28S+	19 36 8	53	167	27S+

Ciudad	C3			C4						
	DM	TT	TT	a	P	C	TT	a	P	C
	''	h m s	h m s	°	°	°	h m s	°	°	°
Albacete.....	712.4	20 8 33	20 31 24	46	254	60S-	20 32 29	45	256	61S-
Alicante.....	691.4	20 11 10	20 34 45	44	256	62S-	20 35 47	44	258	63S-
Almería.....	793.9	20 12 29	20 30 48	47	246	52S-	20 32 9	47	248	53S-
Avila.....	742.3	20 2 14	20 23 59	48	251	57S-	20 25 9	48	253	59S-
Badajoz.....	860.2	20 3 32	20 16 49	52	237	42S-	20 18 44	52	239	45S-
Barcelona.....	537.5	20 7 14	20 35 44	41	268	74S-	20 36 33	41	269	75S-
Bilbao.....	616.6	19 58 44	20 25 38	46	262	68S-	20 26 33	46	263	69S-
Burgos.....	663.7	19 59 50	20 25 5	47	259	64S-	20 26 5	47	260	65S-
Cáceres.....	824.2	20 2 53	20 19 27	51	242	48S-	20 21 1	51	244	50S-
Cádiz.....	916.2	20 9 10	20 12 21	53	221	27S-	20 17 14	52	228	34S-
Castellón.....	634.7	20 8 11	20 33 59	44	261	67S-	20 34 55	43	262	68S-
Ceuta.....	906.2	20 11 38	20 17 54	52	226	32S-	20 21 18	51	231	37S-
Ciudad Real.....	770.2	20 6 33	20 26 35	48	249	54S-	20 27 51	48	250	56S-
Córdoba.....	826.5	20 8 3	20 24 14	49	242	48S-	20 25 48	49	244	50S-
Cuenca.....	687.9	20 6 2	20 30 3	46	257	62S-	20 31 5	46	258	63S-
Gerona.....	504.3	20 6 34	20 35 49	41	271	76S-	20 36 36	40	271	77S-
Granada.....	814.2	20 10 41	20 27 43	48	243	49S-	20 29 11	48	245	51S-
Guadalajara.....	700.0	20 3 53	20 27 30	47	255	61S-	20 28 34	47	257	62S-
Huelva.....	911.1	20 6 58	20 12 5	54	224	30S-	20 15 60	53	230	36S-
Huesca.....	583.0	20 3 26	20 31 3	44	265	71S-	20 31 55	43	266	71S-
Jaén.....	803.8	20 9 13	20 27 3	48	245	50S-	20 28 27	48	247	52S-
La Coruña.....	759.5	19 52 36	20 13 47	51	249	55S-	20 15 2	51	251	56S-
Las Palmas.....	1501.1	20 16 27								
Leon.....	705.6	19 57 25	20 21 5	49	255	60S-	20 22 10	48	256	62S-
Lérida.....	570.6	20 5 26	20 33 15	43	266	72S-	20 34 6	43	267	72S-
Logroño.....	627.3	20 0 50	20 27 17	46	262	67S-	20 28 13	45	263	68S-
Lugo.....	746.6	19 54 21	20 16 11	50	251	56S-	20 17 23	50	252	58S-
Madrid.....	719.8	20 3 47	20 26 32	47	254	59S-	20 27 38	47	255	61S-
Málaga.....	853.8	20 10 48	20 24 29	50	238	44S-	20 26 18	49	240	46S-
Melilla.....	856.6	20 15 21	20 28 36	48	237	43S-	20 30 26	48	240	46S-
Murcia.....	722.0	20 11 20	20 33 36	45	253	59S-	20 34 42	45	255	61S-
Orense.....	776.0	19 55 22	20 15 30	51	248	53S-	20 16 49	51	249	55S-
Oviedo.....	690.5	19 55 31	20 19 55	49	256	62S-	20 20 58	48	257	63S-

Ciudad	C3						C4									
	DM	TT			a	P	C	TT			a	P	C			
	''	h	m	s	h	m	s	°	°	°	h	m	s	°	°	°
Palencia.....	695.9	19	59	40	20	23	39	48	256	61S-	20	24	43	48	257	63S-
Palma de Mallorca.....	575.3	20	11	17	20	38	37	41	266	71S-	20	39	28	41	267	72S-
Pamplona.....	596.3	20	0	53	20	28	16	45	264	70S-	20	29	10	45	265	70S-
Pontevedra.....	794.3	19	54	17	20	13	18	52	245	51S-	20	14	41	52	247	53S-
Salamanca.....	758.4	20	0	36	20	21	34	49	250	55S-	20	22	48	49	251	57S-
San Sebastián.....	590.8	19	59	33	20	27	9	45	264	70S-	20	28	3	45	265	71S-
Santander.....	634.0	19	57	27	20	23	51	47	261	67S-	20	24	48	46	262	68S-
Segovia.....	716.6	20	2	17	20	25	15	48	254	60S-	20	26	22	47	255	61S-
Sevilla.....	878.7	20	7	46	20	18	47	52	233	39S-	20	21	1	51	236	42S-
Soria.....	648.1	20	2	15	20	27	56	46	260	65S-	20	28	54	46	261	67S-
Sta.Cruz de Tenerife.....	1516.5	20	14	30												
Tarragona.....	568.1	20	7	0	20	34	47	42	266	72S-	20	35	39	42	267	73S-
Teruel.....	651.9	20	6	30	20	31	50	45	260	65S-	20	32	47	44	261	66S-
Toledo.....	746.8	20	4	36	20	26	1	48	251	57S-	20	27	12	48	252	58S-
Valencia.....	658.4	20	8	57	20	33	55	44	259	65S-	20	34	53	44	260	66S-
Valladolid.....	711.7	20	0	12	20	23	29	48	254	60S-	20	24	35	48	256	61S-
Vitoria.....	622.1	19	59	50	20	26	30	46	262	68S-	20	27	26	46	263	68S-
Zamora.....	744.0	19	59	25	20	21	11	49	251	57S-	20	22	22	49	253	58S-
Zaragoza.....	609.0	20	3	59	20	30	50	44	263	69S-	20	31	44	44	264	70S-

Circunstancias locales para ciudades de la provincia de Cádiz.

Ciudad	Posición		C1						C2					
	Long.	Lat.	TT			a	P	C	TT			a	P	C
	°	°	h	m	s	°	°	°	h	m	s	°	°	°
Alcalá de los Gazules....	-5.724	36.461	19	59	11	55	200	6S-	20	2	17	55	205	11S-
Alcalá del Valle.....	-5.172	36.906	19	55	12	55	195	1S-	19	57	21	55	197	4S-
Algar.....	-5.658	36.657	19	57	44	55	199	5S-	20	0	27	55	202	8S-
Algeciras.....	-5.447	36.133	20	0	32	55	201	7S-	20	3	46	54	206	12S-
Algodonales.....	-5.405	36.883	19	55	48	55	196	2S-	19	58	5	55	199	5S-
Arcos de la Frontera....	-5.803	36.747	19	57	34	56	199	5S-	20	0	20	55	203	9S-
Barbate.....	-5.922	36.190	20	1	55	55	204	10S-	20	6	38	54	211	17S-
Los Barrios.....	-5.490	36.186	20	0	18	55	201	7S-	20	3	31	54	205	11S-
Benalup-Casa Viejas.....	-5.809	36.343	20	0	17	55	202	8S-	20	3	50	55	207	13S-
Benaocaz.....	-5.419	36.700	19	56	53	55	197	3S-	19	59	19	55	200	6S-
Bornos.....	-5.746	36.815	19	56	59	56	198	4S-	19	59	37	55	202	8S-
El Bosque.....	-5.505	36.758	19	56	44	55	197	3S-	19	59	12	55	201	7S-
Cádiz.....	-6.317	36.533	20	0	52	55	204	10S-	20	5	47	55	211	17S-
Castellar de la Frontera.	-5.425	36.286	19	59	26	55	200	6S-	20	2	22	55	204	10S-
Chiclana de la Frontera..	-6.149	36.416	20	1	5	55	204	10S-	20	5	42	54	211	17S-
Chipiona.....	-6.434	36.732	19	59	47	56	203	9S-	20	4	4	55	210	16S-
Conil de la Frontera.....	-6.091	36.278	20	1	57	55	205	11S-	20	7	21	54	213	19S-
Espera.....	-5.805	36.869	19	56	49	56	198	4S-	19	59	27	55	202	8S-
El Gastor.....	-5.324	36.856	19	55	47	55	196	2S-	19	58	2	55	199	5S-
Grazalema.....	-5.372	36.759	19	56	26	55	196	2S-	19	58	47	55	200	6S-
Jerez de la Frontera....	-6.135	36.686	19	59	0	56	201	8S-	20	2	26	55	206	12S-
Jimena de la Frontera....	-5.450	36.435	19	58	33	55	199	5S-	20	1	18	55	203	9S-
La Línea de la Concepción	-5.351	36.168	19	59	59	55	200	6S-	20	2	59	54	204	10S-
Medina Sidonia.....	-5.929	36.457	19	59	54	55	202	8S-	20	3	26	55	207	13S-
Olvera.....	-5.267	36.934	19	55	14	55	195	1S-	19	57	24	55	198	4S-
Paterna de la Rivera....	-5.868	36.521	19	59	15	55	201	7S-	20	2	29	55	206	12S-
Prado del Rey.....	-5.557	36.785	19	56	42	55	197	3S-	19	59	11	55	201	7S-
El Puerto de Santa María.	-6.229	36.594	20	0	1	55	203	9S-	20	4	3	55	209	15S-
Puerto Real.....	-6.190	36.527	20	0	23	55	203	9S-	20	4	33	55	209	15S-
Puerto Serrano.....	-5.546	36.921	19	55	53	56	196	2S-	19	58	15	55	200	6S-
Rota.....	-6.356	36.620	20	0	20	55	204	10S-	20	4	51	55	210	16S-
San Fernando.....	-6.198	36.467	20	0	53	55	204	10S-	20	5	27	55	210	16S-
San José del Valle.....	-5.798	36.605	19	58	28	55	200	6S-	20	1	26	55	204	10S-
Sanlúcar de Barrameda....	-6.350	36.779	19	59	6	56	202	8S-	20	2	51	55	208	14S-
San Roque.....	-5.386	36.210	19	59	49	55	200	6S-	20	2	48	55	204	10S-
Setenil de las Bodegas...	-5.181	36.863	19	55	27	55	195	1S-	19	57	37	55	198	4S-
Tarifa.....	-5.600	36.013	20	1	57	55	203	9S-	20	5	58	54	209	15S-
Torre Alháuquime.....	-5.232	36.915	19	55	16	55	195	1S-	19	57	26	55	198	4S-
Trebujena.....	-6.174	36.873	19	57	50	56	200	6S-	20	0	57	55	205	11S-
Ubrique.....	-5.442	36.678	19	57	4	55	197	3S-	19	59	33	55	201	7S-
Vejer de la Frontera....	-5.965	36.253	20	1	36	55	204	10S-	20	6	9	54	210	16S-
Villaluenga del Rosario..	-5.388	36.696	19	56	50	55	197	3S-	19	59	15	55	200	6S-
Villamartín.....	-5.647	36.860	19	56	29	56	197	3S-	19	58	58	55	201	7S-
Zahara de la Sierra.....	-5.390	36.840	19	56	1	55	196	2S-	19	58	19	55	199	5S-

Ciudad	C3									C4						
	DM	TT			TT			a	P	C	TT			a	P	C
	''	h	m	s	h	m	s	°	°	°	h	m	s	°	°	°
Alcalá de los Gazules....	900.8	20	9	59	20	17	28	52	228	34S-	20	20	29	51	232	38S-
Alcalá del Valle.....	870.5	20	9	37	20	21	35	51	235	41S-	20	23	39	50	238	44S-
Algar.....	892.6	20	9	38	20	18	35	52	230	36S-	20	21	13	51	234	40S-
Algeciras.....	903.0	20	10	58	20	17	58	52	227	33S-	20	21	8	51	232	38S-
Algodonales.....	878.0	20	9	25	20	20	28	51	233	39S-	20	22	41	51	237	42S-
Arcos de la Frontera....	894.0	20	9	17	20	18	1	52	230	36S-	20	20	43	51	234	40S-
Barbate.....	915.3	20	10	20	20	13	54	53	222	28S-	20	18	33	52	229	35S-
Los Barrios.....	902.6	20	10	48	20	17	54	52	227	33S-	20	21	2	51	232	38S-
Benalup-Casas Viejas....	907.0	20	10	8	20	16	15	52	226	32S-	20	19	44	52	231	37S-
Benaocaz.....	884.2	20	9	48	20	19	60	51	232	38S-	20	22	22	51	235	41S-
Bornos.....	890.2	20	9	12	20	18	33	52	231	37S-	20	21	6	51	234	40S-
El Bosque.....	884.9	20	9	35	20	19	42	51	232	38S-	20	22	5	51	235	41S-
Cádiz.....	916.0	20	9	11	20	12	27	53	221	27S-	20	17	17	52	229	34S-
Castellar de la Frontera..	897.5	20	10	40	20	18	45	52	229	35S-	20	21	36	51	233	39S-
Chiclana de la Frontera..	914.8	20	9	37	20	13	23	53	222	28S-	20	17	56	52	229	35S-
Chipiona.....	913.1	20	8	38	20	13	3	53	223	29S-	20	17	16	52	229	35S-
Conil de la Frontera....	917.5	20	9	58	20	12	27	53	220	26S-	20	17	47	52	228	34S-
Espera.....	890.2	20	9	2	20	18	22	52	231	37S-	20	20	56	51	234	40S-
El Gastor.....	876.5	20	9	34	20	20	48	51	234	40S-	20	22	59	50	237	43S-
Grazalema.....	881.0	20	9	43	20	20	22	51	233	39S-	20	22	39	51	236	42S-
Jerez de la Frontera....	905.8	20	9	4	20	15	30	53	226	32S-	20	18	52	52	231	37S-
Jimena de la Frontera....	893.5	20	10	19	20	19	6	51	230	36S-	20	21	47	51	234	40S-
La Línea de la Concepción	899.0	20	11	0	20	18	47	52	228	34S-	20	21	42	51	233	39S-
Medina Sidonia.....	907.0	20	9	46	20	15	55	52	226	32S-	20	19	23	52	231	37S-
Olvera.....	872.4	20	9	28	20	21	12	51	234	40S-	20	23	18	50	237	43S-
Paterna de la Rivera....	903.1	20	9	42	20	16	43	52	227	33S-	20	19	53	52	232	38S-
Prado del Rey.....	885.6	20	9	28	20	19	30	51	232	38S-	20	21	54	51	235	41S-
El Puerto de Santa María.	911.5	20	9	9	20	14	6	53	224	30S-	20	18	3	52	230	36S-
Puerto Real.....	912.5	20	9	20	20	13	58	53	223	29S-	20	18	4	52	229	35S-
Puerto Serrano.....	881.0	20	9	12	20	19	52	51	233	39S-	20	22	9	51	236	42S-
Rota.....	914.4	20	8	58	20	12	55	53	222	28S-	20	17	22	52	229	35S-
San Fernando.....	914.6	20	9	27	20	13	19	53	222	28S-	20	17	49	52	229	35S-
San José del Valle.....	898.4	20	9	36	20	17	32	52	229	34S-	20	20	26	51	233	39S-
Sanlúcar de Barrameda....	909.2	20	8	38	20	14	14	53	225	31S-	20	17	56	52	230	36S-
San Roque.....	898.7	20	10	52	20	18	43	52	228	34S-	20	21	38	51	233	39S-
Setenil de las Bodegas...	872.1	20	9	42	20	21	28	51	235	40S-	20	23	34	50	238	43S-
Tarifa.....	911.3	20	11	3	20	15	59	52	224	30S-	20	19	56	52	230	36S-
Torre Alháuquime.....	872.0	20	9	32	20	21	19	51	235	40S-	20	23	25	50	238	43S-
Trebujena.....	901.0	20	8	37	20	16	6	52	228	34S-	20	19	9	52	232	38S-
Ubrique.....	885.6	20	9	49	20	19	50	51	232	38S-	20	22	14	51	235	41S-
Vejer de la Frontera....	914.5	20	10	10	20	14	2	53	222	28S-	20	18	30	52	229	35S-
Villaluenga del Rosario..	883.4	20	9	50	20	20	9	51	232	38S-	20	22	30	51	236	41S-
Villamartín.....	885.9	20	9	13	20	19	12	51	232	38S-	20	21	37	51	235	41S-
Zahara de la Sierra.....	879.0	20	9	32	20	20	27	51	233	39S-	20	22	41	51	236	42S-