



Prepara: R. Martín Rabazo

CONSTRUCCION DE UN RELOJ DE SOL HORIZONTAL

1) INTRODUCCION AL PROBLEMA Y DIAGNOSTICO DEL ALUMNO

Los primitivos astrónomos no tenían relojes para utilizar ¿Cómo sabían entonces la hora? El más antiguo que se conoce fué construido en tiempos del faraón Tutmosis III en el siglo XV antes de Cristo. Actualmente el día es un periodo de 24 horas. Si el sol se mueve 360° , cada hora, tiene 15° . Con esta idea se pueden construir cuadrantes ecuatoriales.

Pasa el siguiente texto o cuestionario:

- 1-a) ¿Qué es la latitud? ¿Qué es la longitud?
- 1-b) ¿Qué es un "gnomon"?
- 1-c) ¿Qué es un semicírculo? ¿Qué es un círculo?
- 1-d) ¿Qué es el cuadrante horizontal?
- 1-e) ¿Cuántos grados circulan las horas de un reloj normal? ¿Por qué?
- 1-f) ¿Qué es la estrella polar? ¿Hacia dónde señala siempre la brújula?
- 1-g) ¿Qué es la hipotenusa de un triángulo rectángulo?
- 1-h) ¿Qué dice el teorema de Pitágoras
- 1-i) ¿Cuánto suman los ángulos de un triángulo rectángulo?
- 1-j) ¿Y los de otro triángulo cualquiera?
- 1-k) ¿Qué es una hora solar? ¿Coincide la hora solar con la hora local?
¿Podrían coincidir? ¿Por qué?
- 1-l) ¿Duran igual todos los días del año? ¿Por qué?
- 1-ll) ¿Qué son los puntos cardinales?
- 1-m) ¿Por qué en el ecuador un palo clavado verticalmente no proyecta sombra
- 1-n) Antiguamente las horas se conocían por "temporales" ¿Sabes por qué?
- 1-p) ¿Cuál es la condición necesaria para que haya sombra?

Figura 16:

(2) EXPOSICION DE LA HIPOTESIS

En el siglo XX, las horas son todas iguales, ésto es, tienen la misma duración. Esta forma horaria apareció con el primer reloj mecánico a principios del siglo XIV. Todos los relojes anteriores utilizaron horas desiguales, desde luego no aptos para relojes mecánicos. Ello era debido a la duración desigual de los días a lo largo del año. Por ello se inventaron el mismo número de horas. Pero unas más largas que las otras. Largas en verano, cortas en invierno. Así en los relojes del sol, el "gnomon" daría una sombra a la salida del sol y otra a la puesta en el día más largo del año. Luego se dibujarón líneas horarias equidistantes. Las estaciones del año variación el tiempo de la sombra. De ahí proviene el nombre de "temporales".

Actualmente el día tiene 24 horas. Durante este tiempo el sol da una vuelta completa aunque en cualquier lugar de la tierra solamente se ve una parte de tiempo. Con esta idea se pueden construir los "cuadrantes ecuatoriales".

El cuadrante horizontal o vertical sirve para todo el año. Las líneas horarias se hallan multiplicando la tangente del ángulo del sol (15° por cada hora) por el seno o coseno de la latitud.

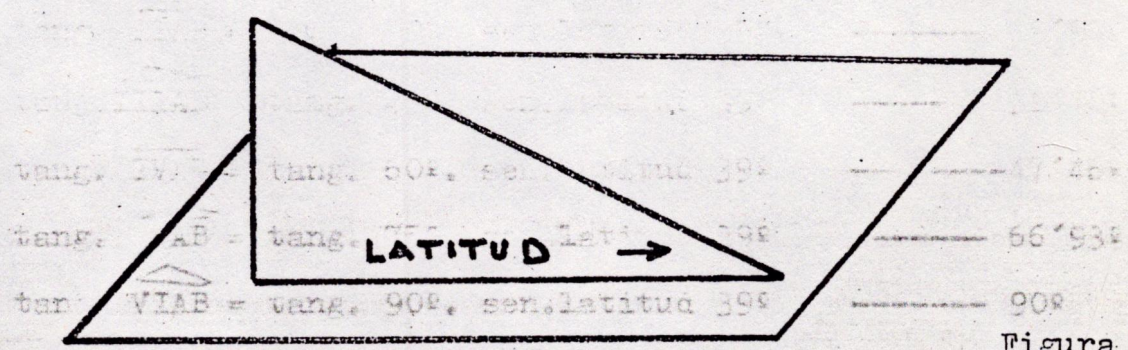
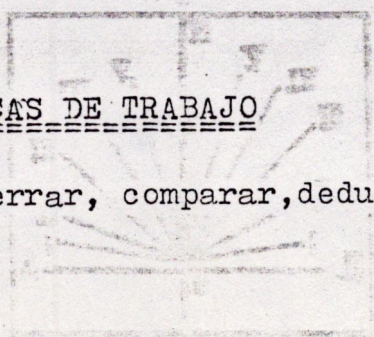


Figura 1ª:

3) TECNICAS DE TRABAJO

Contemplar, dibujar, serrar, comparar, deducir, averiguar. Puesta en común. Conclusiones.



4) MATERIALES Y RECURSOS

Pelos de sierra, aglomerado de 16 ó 15 mm., puntillas, martillo, compás y rotulador, pegamento.

5) ACTIVIDADES ALTERNATIVAS

5-A-1) Cortar una base de madera de 37 X 37 cm.

5-A-2) El "gnomon" lo vamos también a hacer en madera. Tendrá forma de triángulo rectángulo y su amplitud vendrá dada por la latitud del lugar que en el caso de Badajoz es de + 39° aproximadamente. Tendremos pues:

$90^\circ + \text{lat.} + X = 180^\circ$

$X = 180^\circ - (90^\circ + \text{lat.})$

Figura 1ª.

(x recibe el nombre de colatitud).

5-A-3) Antes de fijar el "gnomon" a la base conviene trazar las líneas horarias. Para ello trazamos la línea AB aparalela a la base a 7 ó 8 cm. de ella. En el punto medio de la línea AB trazar la perpendicular CD que se cortará con la otra en el punto O. Este centro, será el del transportador con base en AB. Figura 2ª.

5-A-4) Trazar los ángulos correspondientes que vendrán dados por las ecuaciones siguientes para el reloj horizontal de Badajoz:

Tang. \widehat{IAB}	= tang. 15° . sen.latitud 39°	-----	9'57°
tang. \widehat{IIAB}	= tang. 30° . sen.latitud 39°	-----	19'96°
tang. \widehat{IIIAB}	= tang. 45° . sen.latitud 39°	-----	32'18°
tang. \widehat{IVAB}	= tang. 60° . sen.latitud 39°	-----	47'46°
tang. \widehat{VAB}	= tang. 75° . sen.latitud 39°	-----	66'93°
tang. \widehat{VIAB}	= tang. 90° . sen.latitud 39°	-----	90°

5-A-5) Si el reloj se fabrica en Cáceres, cuya latitud es de 39°54' aproximadamente, las mediciones para el reloj horizontal vendrían dadas por el siguiente cuadro:

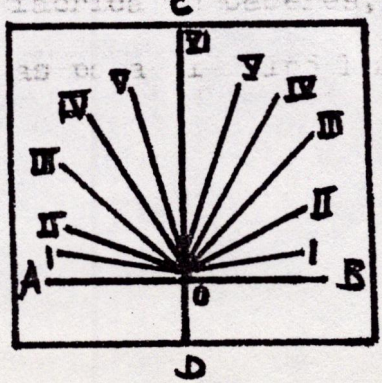
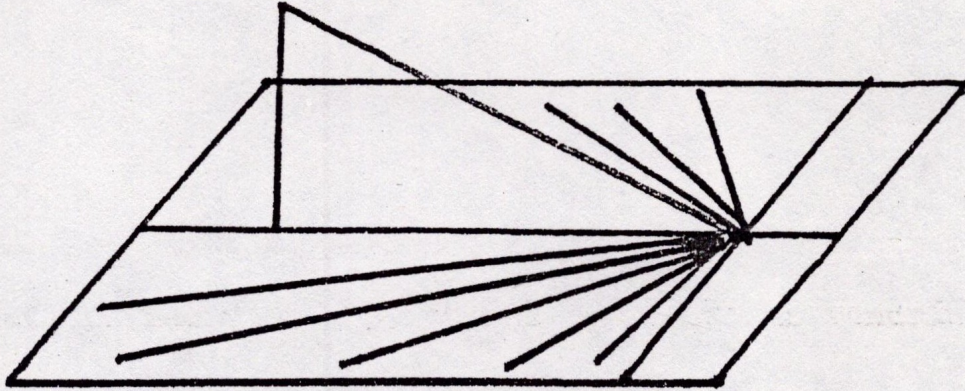


Figura 2ª.

El resto de los ángulos se obtienen con las mismas fórmulas, pues son simétricos a los primeros. Dibujar con rotulador.

5-A-5) El "gnomon" deberá colocarse sobre la línea CD con el vértice que indica el ángulo de latitud, situado en el punto O como muestra la figura 3ª.



Listo ya el reloj para su utilización, la base deberá colocarse en posición horizontal o vertical (según el reloj construido) de manera que la línea CD marque la dirección norte-sur, con la hipotenusa del triángulo rectángulo, señalando la estrella polar.

Si se quiere construir el reloj vertical, en vez de senos, se utilizan los cosenos del 39° (latitud de Badajoz). Trazar los ángulos que vendrán dados por las siguientes ecuaciones:

Tang. \widehat{IAB}	= tang. 15° . coseno 39°	-----	11'76°
Tang. \widehat{IIAB}	= tang. 30° . coseno 39°	-----	24'16°
Tang. \widehat{IIIAB}	= tang. 45° . coseno 39°	-----	38'75°
Tang. \widehat{IVAB}	= tang. 60° . coseno 39°	-----	53'39°
Tang. \widehat{VAB}	= tang. 75° . coseno 39°	-----	70'97°
Tang. \widehat{VIAB}	= tang. 90° . coseno 90°	-----	90°

5-A-5) Si el reloj se fabrica en Cáceres, cuya latitud es de 39'5° aproximadamente, las medidas para el reloj horizontal vendrían dadas por el siguiente cuadro:

Tang. \widehat{IAB}	= tang. 15° . seno 39'5°	-----	9'67°
Tang. \widehat{IIAB}	= tang. 30° . seno 39'5°	-----	20'16°
Tang. \widehat{IIIAB}	= tang. 45° . seno 39'5°	-----	32'45°
Tang. \widehat{IVAB}	= tang. 60° . seno 39'5°	-----	47'77°
Tang. \widehat{VAB}	= tang. 75° . seno 39'5°	-----	67'15°
Tang. \widehat{VIAB}	= tang. 90° . seno 39'5°	-----	90°

5-A-6) Si se desea construir un reloj vertical para Cáceres, las medidas son las mismas que para Badajoz, pero multiplicando por el coseno de la latitud, es decir, por 39'5°. Así las medidas vendrán dadas por:

Tang. \widehat{IAB}	= tang. 15° . coseno 39'5°	-----	11'68°
Tang. \widehat{IIAB}	= tang. 30° . coseno 39'5°	-----	24'03°
Tang. \widehat{IIIAB}	= tang. 45° . coseno 39'5°	-----	37'65°
Tang. \widehat{IVAB}	= tang. 60° . coseno 39'5°	-----	53'19°
Tang. \widehat{VAB}	= tang. 75° . coseno 39'5°	-----	70'85°
Tang. \widehat{VIAB}	= tang. 90° . coseno 39'5°	-----	90°

6) CONSEJOS PRACTICOS. APLICACIONES

La construcción de los relojes de sol en madera, es muy interesante desde el punto de vista pedagógico. Y aunque realmente, por muy correctamente que los construyamos, no pueden ofrecer la exactitud de los relojes mecánicos, ya que nuestras horas no se basan en el movimiento aparente del sol real, sino en los movimientos que los astrónomos llaman "Sol ficticio medio" porque el sol no se mueve en el cielo con velocidad uniforme a lo largo del año. Esto se debe a dos causas: a) La tierra se traslada alrededor del sol en una órbita elíptica en vez de un círculo, por lo que su velocidad orbital varía, y así parece que va más deprisa en diciembre y más despacio en junio. b) El sol se mueve a lo largo de la eclíptica, pero nuestras horas están definidas para el sol ficticio que se movería con velocidad uniforme a lo largo del ecuador celeste. Como la eclíptica está inclinada con

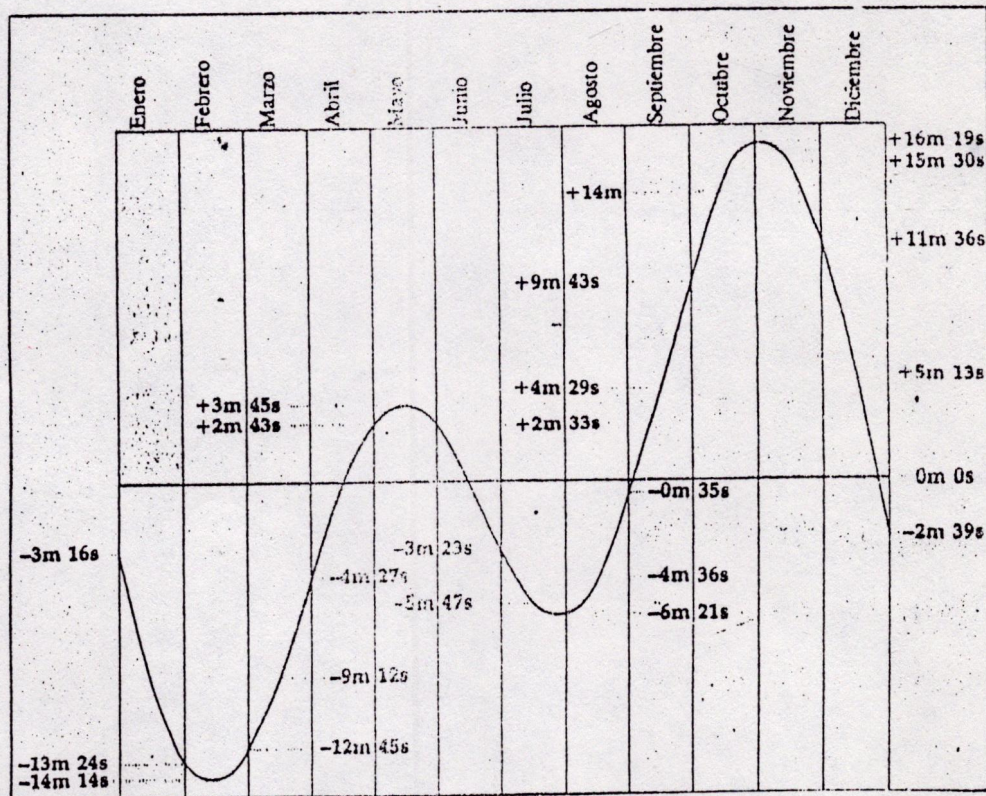
respecto al ecuador, la velocidad del movimiento es distinta. Combinando ambas cosas, se obtiene lo que se llama "ecuación del tiempo" que es la diferencia entre el sol parente y el medio.

=====

" ECUACION DE TIEMPO = TIEMPO APARENTE - TIEMPO MEDIO "

=====

La diferencia anual alcanza como tiempo máximo 16 minutos y 18 segundos. Se anula a mediados de abril y junio y a principios de septiembre y finales de diciembre.



Examinar atentamente el dibujo precedente.

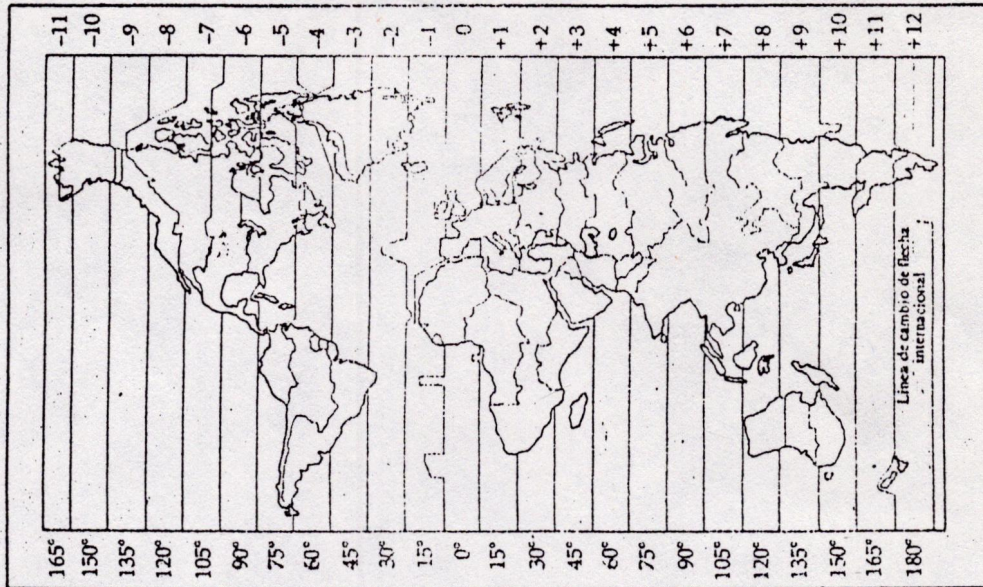
Pasar el siguiente test o cuestionario:

- ¿Qué es un huso horario?.
- ¿Cuántos tiene la tierra?. ¿Por qué?.
- ¿Cuántos grados, pues, tiene un huso?.
- ¿Qué es Greenwich?.
- ¿Es lo mismo vivir al este de Inglaterra que al oeste?.
- 1- Cuando en Inglaterra son las 12 horas, ¿ qué horas es en Australia?

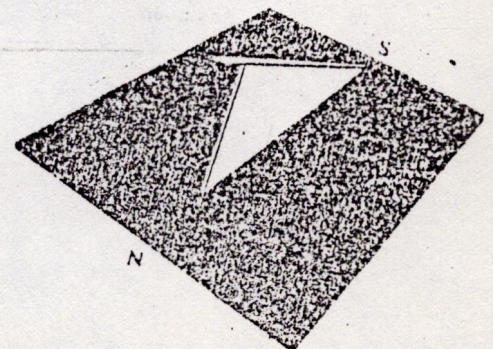
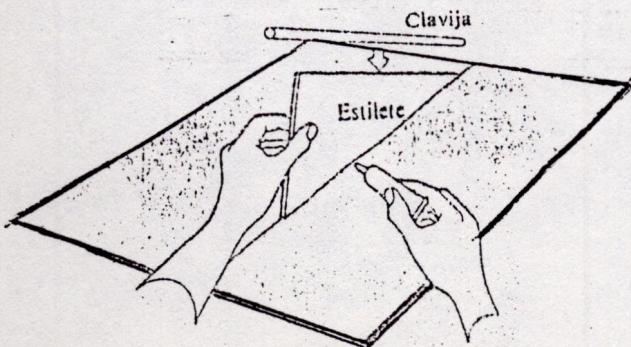
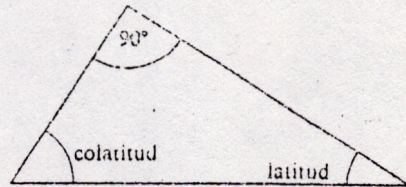
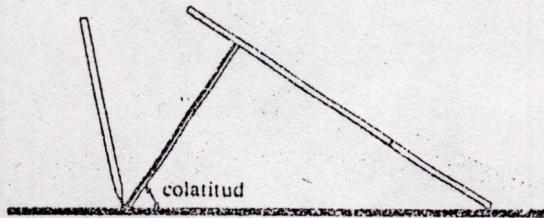
¿Y en Australia?. ¿Y en Brasil?. Explicalo.

f-2) Cuando son las 15 horas en Italia, ¿Qué hora es en Alasca?.

f-3) Cita 5 países con la misma hora. (examina el siguiente dibujo para ello)



RELOJ CONSTRUIDO



POSICIONES GEOGRÁFICAS Y OTROS DATOS INTERESANTES DE LAS CAPITALES DE PROVINCIA
DE ESPAÑA

Meridiano inicial: Madrid.

Número...	CAPITALES	Latitud Norte.		Longitud.		Altitud.	Intensidad de la gravedad.		Número...	
		°	'	''	m	s	Metros	Gals		
1	Albacete (Torre iglesia de San Juan).	38	59	44	7	19,6	E.	680	979,896	1
2	Alicante (Torre iglesia de San Nicolás).	38	20	43	12	49,2	E.	7	980,042	2
3	Almería (Torre de la Catedral)... ..	36	50	18	4	52,8	E.	17	979,911	3
4	Avila (Torre de la Catedral)... ..	40	39	21	4	2,4	W.	1.131	979,939	4
5	Badajoz (Torre del Castillo)... ..	38	52	55	13	7,2	W.	209	980,050	5
6	Barcelona (Torre de la Catedral)... ..	41	23	3	23	27,4	E.	12	980,240	6
7	Bilbao (Torre de la Catedral)... ..	43	15	26	3	3,3	E.	6	>	7
8	Burgos (Torre norte de la Catedral)...	42	20	25	0	4,1	W.	861	980,161	8
9	Cáceres (Torre iglesia de San Mateo).	39	28	23	10	44,0	W.	459	979,937	9
10	Cádiz (Torre de Tavira)... ..	36	31	55	10	26,6	W.	14	>	10
11	Castellón (Torre Sta. María, Catedral).	39	50	10	14	36,0	E.	29	>	11
12	Ciudad Real (Torre de la Catedral)...	38	59	12	0	58,5	W.	626	979,925	12
13	Córdoba (Torre de la Catedral)	37	52	46	4	22,3	W.	106	979,950	13
14	Coruña, La (Torre igl. Sto. Domingo).	43	22	12	18	48,8	W.	26	980,501	14
15	Cuenca (Torre Mangana)	40	4	35	6	13,5	E.	1.001	979,899	15
16	Gerona (Torre de la Catedral)... ..	41	59	14	26	3,2	E.	98	>	16
17	Granada (Torre de la Catedral)	37	10	35	0	21,1	E.	685	979,069	17
18	Guadalajara (T. Sta. M. ^a la M., Cat.)	40	38	4	2	6,0	E.	685	980,014	18
19	Huelva (Torre iglesia de San Pedro).	37	15	36	13	3,0	W.	26	979,971	19
20	Huesca (Torre de la Catedral)... ..	42	8	26	13	7,0	E.	488	>	20
21	Jaén (Torre de la Catedral)	37	45	54	0	24,7	W.	574	979,810	21
22	León (Torre más alta de la Catedral).	42	35	57	7	31,1	W.	838	980,186	22
23	Lérida (Torre de la Catedral vieja)...	41	37	3	17	15,4	E.	222	980,260	23
24	Logroño (T. Sta. M. ^a la Redonda, Cat.)	42	28	0	4	58,1	E.	384	980,265	24
25	Lugo (Torre vieja de la Catedral)... ..	43	0	34	15	28,9	W.	454	980,365	25
26	Madrid (Observatorio Astronómico)...	40	24	30	0	0,0		655	979,981	26
27	Málaga (Torre de la Catedral)... ..	36	43	13	2	55,7	W.	8	979,918	27
28	Murcia (Torre de la Catedral)... ..	37	59	4	10	14,2	E.	42	>	28
29	Orense (Torre de la Catedral)... ..	42	20	11	16	42,2	W.	139	>	29
30	Oviedo (Torre de la Catedral)... ..	43	21	44	8	37,5	W.	232	980,430	30
31	Palencia (Torre iglesia de San Miguel)	42	0	28	3	23,3	W.	734	980,151	31
32	Palma de M. (Baluarte Sta. Margarita)	39	34	32	25	21,5	E.	33	980,179	32
33	Palmas, Las (Torre de la Catedral)...	28	5	58	46	54,2	W.	13	979,385	33
34	Pamplona (Torre norte de la Catedral).	42	49	11	8	11,0	E.	449	980,273	34
35	Pontevedra (Torre iglesia Sta. María).	42	26	1	19	50,4	W.	20	>	35
36	Salamanca (Torre de la Catedral)... ..	40	57	38	7	55,0	W.	803	980,057	36
37	San Sebastián (Torre de la Catedral).	43	19	1	6	49,4	E.	8	980,419	37
38	S. C. Tenerife (T. igl. la Concepción).	28	27	47	50	22,4	W.	5	979,411	38
39	Santander (T. igl. de la Anunciación).	43	27	47	0	28,3	W.	15	980,503	39
40	Segovia (Torre de la Catedral)	40	57	0	1	45,2	W.	1.002	979,968	40
41	Sevilla (Torre de la Catedral, Giralda).	37	23	10	9	13,2	W.	10	979,965	41
42	Soria (Señal geodésica P. ^o del Mirón).	41	46	6	4	53,0	E.	1.064	980,040	42
43	Tarragona (Torre de la Catedral)... ..	41	7	9	19	47,0	E.	69	>	43
44	Teruel (Torre iglesia de San Martín)...	40	20	39	10	18,8	E.	913	979,925	44
45	Toledo (Torre de la Catedral)... ..	39	51	26	1	20,8	W.	512	980,015	45
46	Valencia (T. de la Cat., El Miguelete).	39	28	31	13	14,8	E.	16	980,127	46
47	Valladolid (Torre de la Catedral)... ..	41	39	8	4	8,5	W.	692	980,111	47
48	Vitoria (Torre de la Catedral)... ..	42	51	1	4	3,5	E.	550	>	48
49	Zamora (Torre de la Catedral)... ..	41	29	56	8	16,1	W.	649	980,146	49
50	Zaragoza (Torre este iglesia del Pilar).	41	39	24	11	13,9	E.	200	980,242	50