

## VARIACIONES ESTACIONALES DE LAS PRECIPITACIONES EN LA VERTIENTE NORTE DE LA PENINSULA IBERICA

M. I. Garmendia, C. Pérez, J. Mateos y J. Garmendia  
Departamento de Física del Aire. Facultad de Ciencias. Univ. Salamanca

### Resumen

Se estudia la distribución estacional de la precipitación en la vertiente norte de la Península Ibérica, utilizando datos de 104 observatorios.

### Abstract

The seasonal distribution of the precipitation on the northern slopes of the Iberian Peninsula have been studied using data from 104 Meteorological stations.

### 1. Introducción

Siguiendo el estudio presentado en nuestro trabajo (1986) vamos a mostrar la distribución de las precipitaciones en la vertiente cantábrica de España, refiriéndonos no a las precipitaciones anuales, sino a las precipitaciones de duración trimestral, eligiendo los trimestres de manera que representen mejor las cuatro estaciones astronómicas. De esta manera pretendemos remarcar algunos caracteres de la distribución pluviométrica en la zona de estudio y mostrar, además, nuevas peculiaridades de la precipitación en el transcurso del año en esa zona.

Consideramos como invierno el período de los meses de diciembre, enero y febrero; como primavera, el de marzo, abril y mayo; como verano, el de junio, julio y agosto, y como otoño, el período de los meses de setiembre, octubre y noviembre. En el apéndice figuran las precipitacio-

nes medias estacionales de cada observatorio durante ocho años consecutivos (1976-83).

En el trabajo citado (1986) hemos expuesto y justificado los factores geo-meteorológicos a los que se puede atribuir la distribución de las precipitaciones en la zona de estudio. La acción conjunta de las depresiones con origen al oeste de la Península y de las de origen atlántico-mediterráneo, haremos depender de la distancia (W) al meridiano  $10^{\circ}$  W, tomado como referencia. La influencia del contorno próximo al observatorio expresamos por la laplaciana (L) de la altitud o curvatura de la superficie. La altitud (H) de los observatorios es un factor importante e igualmente las distancias a la costa (DC) y al paralelo de referencia  $43^{\circ} 50'$  (D). Suponiendo que la precipitación recogida (R) depende en forma cuadrática de esos factores, hemos utilizado el programa de ajuste BMDP2R que dispone el Centro de Cálculo de la Universidad de Salamanca.

### 2. Tratamiento de datos

La información que ofrece el programa mencionado es muy amplia. En primer lugar se especifican las variables que se manejan. En nuestro caso, la precipitación recogida en un lugar de la vertiente cantábrica es función de las cuatro variables independientes antes señaladas y de sus cuadrados. El programa expresa entre otros informes los valores medios, la desviación típica, la asimetría, el apuntamiento o curtosis y los valores extremos de las variables. A continuación exponemos los referentes a nuestro trabajo:

	Nombre de la variable	Valores medios	Desviación típica	Asimetría	Apuntamiento	Valor más pequeño	Valor mayor
RO	Precipitación otoño (mm)	333,1	81,1	0,97	1,14	208,7	628,0
RI	Prec. invierno (mm.)	464,7	117,7	0,84	0,68	284,3	867,8
RP	Prec. primavera (mm.)	380,2	105,7	1,25	1,94	213,2	792,4
RV	Prec. verano (mm)	243,9	78,1	1,15	2,01	105,5	530,6
H	Altitud (m)	268,2	247,8	1,60	2,87	6,0	1.240,0
D	Distancia al paralelo (minutos)	30,3	8,1	0,18	-0,38	9,0	51,0
DC	Distancia al mar (km + 10)	30,1	15,8	0,64	-0,54	10,0	71,0
W	Distancia al oeste (minutos)	274,2	107,7	0,65	-0,54	96,0	493,0
L	Laplaciana m/km <sup>2</sup>	142,7	208,7	1,14	1,48	-215,0	920,0

El programa nos proporciona también las matrices de correlación general y parciales en los distintos pasos de cálculo a medida que introduce nuevas variables. Como muestra exponemos

la matriz de correlación general o de interrelación entre las variables correspondiente a la primavera figurando los símbolos de las variables empleadas.

TABLA I  
MATRIZ DE CORRELACION DE PRIMAVERA

	R	H	D	W	L	DC	H2	D2	W2	L2	DC2
R	1.0000										
H	.1814	1.0000									
D	.3139	.5463	1.0000								
W	.5877	-.2016	.3307	1.0000							
L	.2436	.1997	.3645	-.0253	1.0000						
DC	.0065	.7301	.7148	-.2062	.4179	1.0000					
H2	.0830	.9276	.5084	-.1593	.1361	.6393	1.0000				
D2	.3064	.5906	.9865	.2912	.3614	.7316	.5596	1.0000			
W2	.6171	-.2202	.3299	.9843	-.0635	-.2441	-.1732	.2931	1.0000		
L2	.1434	.2459	.2973	-.0522	.8611	.3401	.1724	.2885	-.0901	1.0000	
DC2	-.0203	.7626	.7180	-.2053	.3767	.9741	.7107	.7518	-.2356	.3114	1.0000

### 3. Resultados

Vamos a poner, en forma resumida, los resultados que se obtienen de aplicar el programa BMDP2R antes mencionado.

Las ecuaciones que dan la precipitación en función de las cinco variables o factores, para los ciento cuatro observatorios son las siguientes:

Precipitación durante el otoño (meses de septiembre, octubre y noviembre), RO:

$$RO = 500,25049 + 0,40071 H - 1,59384 W + 0,21157 L - 3,53904 DC + 0,0033374 W^2 - 0,00018689 L^2 + 0,019 DC^2 - 0,0377 D^2$$

$$r = 0,8337$$

Precipitación durante el invierno (meses diciembre, enero y febrero), RI:

$$RI = 915,78101 + 0,51187 H - 3,32937 W + 0,31954 L + 1,62732 DC - 11,37269 D -$$

$$0,00022546 H^2 + 0,006209 W^2 - 0,00039767 L^2 - 0,03211 DC^2 + 0,13102 D^2$$

$$r = 0,8104$$

Precipitación durante la primavera (meses marzo, abril y mayo), RP:

$$RP = 431,02319 + 0,54424 H - 1,19246 W + 0,34030 L + 2,30942 DC - 5,92958 D - 0,00026847 H^2 + 0,0032055 W^2 - 0,00030345 L^2 - 0,05218 DC^2 + 0,02962 D^2$$

$$r = 0,8704$$

Precipitación durante el verano (meses junio, julio y agosto), RV:

$$RV = 162,98721 + 0,35097 H + 0,21336 L - 3,60588 DC + 2,65401 D - 0,00016995 H^2 + 0,0011004 W^2 - 0,00019639 L^2 + 0,02728 DC^2 - 0,10033 D^2$$

$$r = 0,9107$$

Analícemos, un poco, la relación de cada una de las variables con la precipitación. Dada la gran relación que existe entre la latitud (o la distancia a un paralelo), D, y la distancia a la costa, DC, para los lugares de la vertiente cantábrica (D/DC,  $r = 0,71$ , según la Tabla 1), vamos a tomar simultáneamente ambas variables. Sabiendo que un minuto de arco de meridiano equivale aproximadamente a 1,85 km, veamos cómo varía la precipitación entre 15 y 25 km de la costa, supuesto que los observatorios distan del paralelo de referencia 27,3 y 32,7 minutos. Realizados los cálculos con las fórmulas anteriores la disminución de la precipitación al alejarnos de 15 a 25 km de la costa es 45,6 mm en otoño, 22,0 mm en invierno, 27,8 mm en primavera y 37,9 mm en verano. La mínima disminución ocurre en invierno, justificable por estar más cerca de los centros de las depresiones. En verano, según esa razón, debiera ser máxima la diferencia, sin embargo, no ocurre así, puesto que en otoño es mayor esa diferencia; la justificación pudiera encontrarse en los fenómenos de inestabilidad por

calentamiento solar del suelo, que compensan, en parte, el alejamiento de las depresiones. Naturalmente esas diferencias entre observatorios distantes 10 km varían según estén más o menos cerca de la costa. Nosotros hemos tomado entre 15 y 25 km de la costa, o sea para valores de DC entre 25 y 35 km, para abarcar el valor medio 30,1 km de DC.

Siguiendo el criterio de referirnos a los valores medios de los factores que influyen en la precipitación, veamos cómo varía la precipitación al cambiar 100 m la altitud; por ejemplo, entre observatorios situados a 200 y 300 mm, que abarcan el valor medio  $\bar{H} = 268,2$ , a igualdad de los otros factores. En otoño la precipitación aumenta 40 mm; en invierno, 39,9 mm; en primavera, 41,0 mm, y en verano, sólo 26,6 mm; es decir, la precipitación recogida a 300 m es de unos 40 litros/m<sup>2</sup> más que la recogida a 200 m durante todo el año, excepto en verano, que aumenta sólo 27 litros/m<sup>2</sup>.

Veamos cómo influye la concavidad del terreno al modificarla alrededor de su valor medio zonal, por ejemplo, entre 100 y 200 m/km<sup>2</sup>. En otoño la precipitación aumenta 15,6 mm con ese aumento de la curvatura del terreno contiguo al pluviómetro; en invierno, en las mismas condiciones, aumenta 20,0 mm; en primavera, 24,9 mm, y en verano, 15,4 mm.

Al analizar la influencia de la distancia a IW, con sólo fijarnos en las ecuaciones de predicción, vemos que en las estaciones de otoño, invierno y primavera hay un mínimo en la zona de estudio, puesto que  $R/W$  es positivo. En verano, el mínimo está al oeste de La Coruña, en consecuencia, a igualdad de otros factores, la precipitación recogida durante el verano aumenta a medida que los pluviómetros están colocados más al este. La situación de los mínimos de precipitación recogida se obtiene haciendo nula la expresión  $R/W$ . Así para

el otoño el mínimo está cuando  $W = 239'$ , o sea, la longitud  $6^\circ 01' W$

el invierno el mínimo está cuando  $W = 268'$ , o sea, la longitud  $5^\circ 32' W$

la primavera el mínimo está cuando  $W = 186'$ , o sea, la longitud  $6^\circ 54' W$

El mínimo de las precipitaciones está situado siempre en Asturias, cerca de Villaviciosa en invierno, cerca de Tapia de Casariego en primavera y próximo a Soto en otoño. Esto puede interpretarse, señalando que la acción conjunta de las depresiones de origen al W y de las de trayectoria al E de la cordillera cantábrica, que explicamos en el trabajo (1986), tiene su valor mínimo en las localidades que hemos mencionado.

En verano la influencia del anticiclón de las Azores es mayor que en las otras estaciones en la zona que estudiamos; así, el valor medio de la precipitación es mínimo en el trimestre junio, ju-

lio, agosto ( $243,9$  litros/ $m^2$ ), algo más que en la mitad del trimestre invernal, comprendido por los meses de diciembre, enero y febrero ( $464,7$  litros/ $m^2$ ). Por otra parte, esa influencia veraniega del anticiclón es más importante cuanto más al oeste de la zona que tratamos.

Al contrario, la influencia en la precipitación sobre la vertiente cantábrica de las depresiones de origen al W de la cordillera se hace máxima en invierno y, como consecuencia, el mínimo de precipitación recogida se sitúa, en ese período de tiempo, lo más al este de todo el año.

Estas variaciones estacionales de la distribución de la precipitación a lo largo de un paralelo quedan reflejadas en la gráfica que adjuntamos:

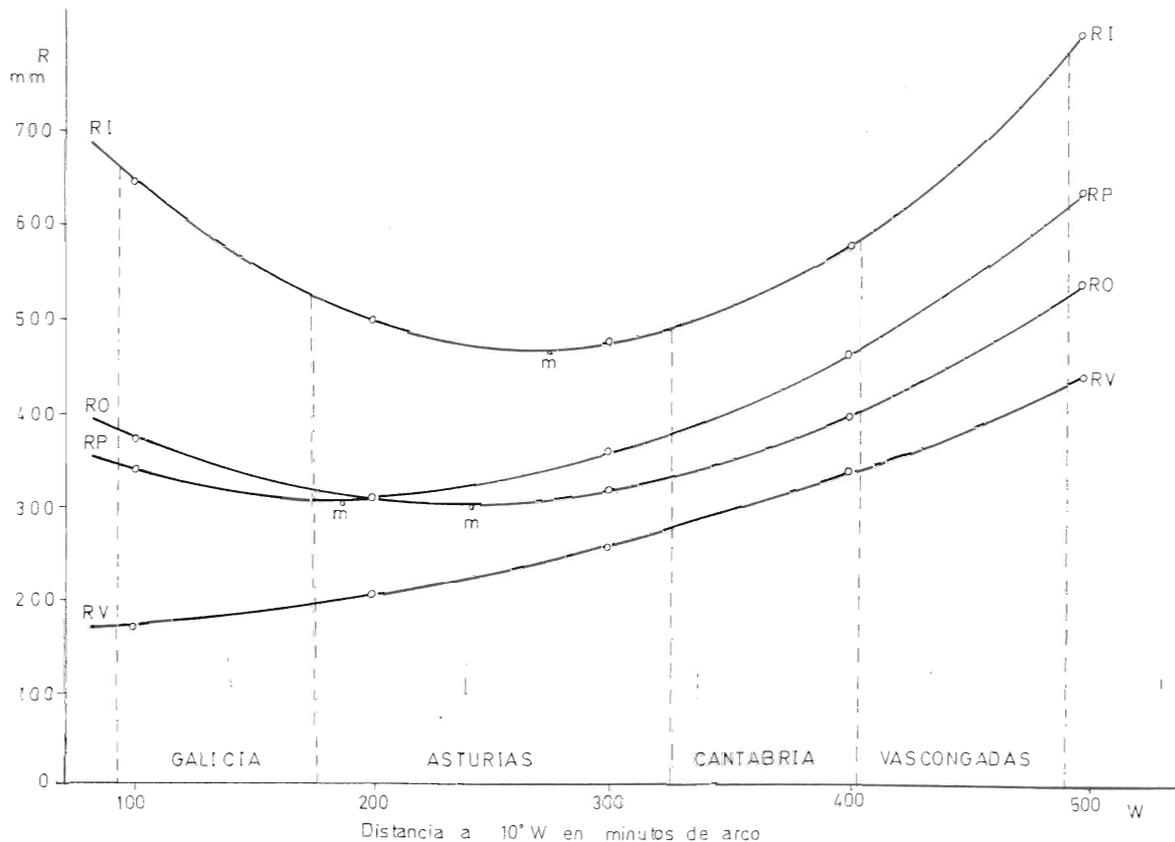


Fig. 1. Variación de las precipitaciones estacionales con la longitud.

Se puede comparar la distribución propuesta por Egido (1985) y por nosotros (1986) en trabajos anteriores. Se observa que en la mayor par-

te de Asturias y en toda Cantabria y Vascongadas las lluvias estacionales, varían así: las de verano son superadas por las de otoño, éstas por

las de primavera y éstas por las de invierno, mientras que en toda la vertiente norte de Galicia y en la parte oeste de Asturias, las lluvias de otoño superan algo a las de primavera, siendo también las máximas de precipitación durante el invierno y los mínimos durante el verano.

Se puede reducir el número de los factores determinantes de estas precipitaciones, por las causas que expusimos en las XVII Jornadas Científicas de la A.M.E. (1986).

Agredecemos al personal de los distintos centros del I.N.M. que cuidan de los observatorios de estas zonas la ayuda que nos han prestado para disponer de los datos.

### 3. Bibliografía

EGIDO, A.; DE PABLO, F.; EGIDO, M., Y GARMENDIA, J.: La precipitación en la Cuenca del Duero, como función de factores geográficos y topográficos. *Rev. de Geofísica* (1985), 41, 183-190.

GARMENDIA, M. I.; PÉREZ, C.; RODRÍGUEZ, C., Y GARMENDIA, J.: Estimación cuantitativa de las precipitaciones anuales en la vertiente norte de la Península Ibérica. *Rev. de Geofísica* (en prensa).

GARMENDIA, M. I.; PÉREZ, C.; RODRÍGUEZ, C., Y GARMENDIA, J.: Factores determinantes de la precipitación anual en la vertiente cantábrica. XVII Jornadas Científicas A.M.E., 1986, Lisboa-Salamanca.

APENDICE

Observatorio Nombre	Otoño		Invierno		Primavera		Verano	
	Recogida	Calculada	Recogida	Calculada	Recogida	Calculada	Recogida	Calculada
1. Alfoz	217,7	263,7	347,0	468,7	233,3	308,3	119,4	165,9
2. Aranga	440,2	305,3	721,7	556,9	422,8	313,6	174,5	127,4
3. Betanzos	394,5	317,7	446,1	443,9	259,2	236,3	121,3	113,2
4. Capelada	484,5	403,0	793,5	642,7	518,9	456,4	261,3	253,9
5. Culleredo	316,3	340,1	477,0	501,6	287,0	275,5	131,6	127,5
6. Fene	300,0	329,1	479,1	478,3	242,2	273,6	137,8	153,5
7. Fonsagrada	212,0	307,1	441,3	482,3	256,1	290,1	172,2	147,9
8. La Coruña	269,8	348,3	461,1	484,7	247,6	260,5	106,1	137,1
9. Mondoñedo	228,6	242,8	495,0	462,6	298,1	289,7	105,5	147,6
10. Monteventoso	340,2	339,8	483,5	487,9	291,6	273,1	152,5	147,9
11. Puente	390,8	329,6	678,3	587,9	369,2	384,6	162,2	194,2
12. Aeropuerto	284,8	281,4	378,2	353,7	302,2	292,0	225,6	214,6
13. Amieva Campo	313,2	304,7	426,4	388,1	425,1	383,2	239,5	244,3
14. Amieva Restañó	523,1	394,9	582,8	444,1	633,7	491,8	352,1	314,8
15. Anleo	301,9	318,8	362,0	435,5	316,3	344,6	222,6	225,8
16. Argüelles	317,0	242,8	445,2	373,3	403,4	300,6	260,1	192,9
17. Barcia	309,6	295,9	378,9	385,4	327,9	301,9	243,5	212,1
18. Barzacana	286,8	303,3	358,9	476,6	296,7	388,6	205,6	213,0
19. Berducedo	399,9	335,7	604,6	513,6	428,7	359,8	220,7	210,7
20. Besullo	332,5	300,9	527,3	484,0	337,7	349,6	175,3	184,7
21. Boal	365,9	385,0	562,7	548,2	472,3	449,3	220,7	274,5
22. Caleao	397,7	358,4	514,8	533,7	484,4	457,6	263,0	272,4
23. Campo de Caso	364,8	348,3	534,7	513,9	467,7	456,1	242,3	272,7
24. Candanal	291,1	341,1	399,4	437,1	342,8	420,2	243,9	286,7
25. Cangas de Onis	238,7	290,0	324,6	369,2	314,0	343,2	195,8	239,2
26. El Valle Somie.	310,5	331,0	491,6	527,9	312,2	340,5	217,1	206,5
27. Emb. de Argón	309,1	265,8	428,0	367,5	355,1	267,9	236,3	176,5
28. Emb. de Doiras	327,0	264,2	519,6	395,5	355,6	296,1	175,2	174,3
29. Figueras	232,0	273,7	293,3	366,9	242,8	248,5	153,7	169,4
30. Genestaza	351,3	377,5	476,7	545,4	395,9	468,7	250,3	268,0
31. Genestoso	380,4	354,1	598,6	556,7	408,0	383,0	206,7	219,6
32. Gijón	239,5	266,6	321,3	319,7	231,5	270,1	170,4	212,1
33. Gío	288,2	325,3	436,7	486,3	301,6	380,6	172,7	219,7
34. Grado	243,4	241,4	321,4	344,5	296,5	272,7	201,3	176,6
35. Grandas	311,2	314,1	511,7	487,6	298,2	342,8	170,6	184,7
36. La Borra	316,8	376,5	383,7	506,2	357,8	431,0	246,4	280,4
37. La Caridad	283,8	281,9	347,0	379,9	283,7	275,0	186,8	187,5
38. La Cuesta	367,1	354,7	556,7	477,0	460,6	437,0	309,2	292,0
39. La Foz	247,3	278,5	316,0	423,2	340,2	366,2	261,7	212,6
40. La Riera	239,5	308,4	376,9	420,0	297,7	380,4	177,3	204,2
41. Los Llanos	261,1	321,3	372,9	445,0	312,1	374,1	212,8	241,2
42. Mieres	255,3	249,7	330,9	399,6	366,7	312,5	235,0	184,0
43. Moal	340,5	283,9	646,2	494,7	344,4	321,7	186,9	145,7
44. Mones de Luanca	423,3	423,5	499,6	562,2	448,3	502,3	336,8	330,2
45. Naraval	414,3	361,1	643,1	500,1	510,4	432,5	281,3	269,0
46. Nava de Nava	325,4	292,9	466,1	404,3	412,1	354,9	272,6	233,3
47. Oneta	367,4	380,9	480,0	526,1	422,5	446,6	313,4	280,6
48. Onón	261,3	200,3	395,3	486,9	394,8	377,2	205,3	204,6
49. Ouria	318,5	354,1	488,2	516,2	382,2	402,9	259,6	237,1
50. Ori. el Cristo	223,6	261,0	296,5	363,0	285,3	294,1	196,6	190,2
51. Ori. La Cade.	208,7	247,9	296,2	369,0	284,0	302,1	180,3	195,9
52. Orietas	342,9	345,1	471,7	476,5	406,5	406,2	259,5	256,3

Observatorio Nombre	Otoño		Invierno		Primavera		Verano	
	Recogida	Calculada	Recogida	Calculada	Recogida	Calculada	Recogida	Calculada
53. Piantón	280,1	295,2	392,4	422,3	303,5	313,6	211,5	193,0
54. Proaza	225,1	271,0	299,4	395,7	295,7	343,3	196,9	198,1
55. Pruvia	246,0	258,2	358,0	372,8	303,8	308,5	185,9	205,2
56. Requejo	354,5	366,4	448,1	521,2	380,6	417,8	267,3	255,2
57. Ribadesella	288,9	273,7	331,6	295,2	289,5	266,4	236,9	219,8
58. Rioseco	347,3	310,6	482,7	460,3	454,9	400,2	271,4	239,7
59. San Antolín	313,0	322,1	560,5	425,7	337,4	325,2	152,3	145,4
60. San Román	241,7	266,8	331,9	366,9	290,0	300,8	212,4	204,0
61. Santullano	255,5	269,7	349,8	376,7	298,0	311,9	195,2	205,7
62. Santa Cruz	214,3	262,5	294,0	413,5	289,6	344,3	187,8	192,2
63. Santa Eulalia	298,1	343,6	498,2	535,3	315,9	398,7	179,7	215,2
64. Selviella	267,0	284,6	398,0	409,9	327,4	352,0	208,5	210,3
65. Sebares	274,5	251,4	420,1	338,6	359,1	295,1	221,9	204,1
66. Soto Infantes	284,9	292,2	410,3	386,5	342,6	352,2	211,1	216,3
67. Soto de Ribera	238,2	247,1	284,3	378,3	302,0	306,1	211,8	186,0
68. Taramundi	310,2	306,3	468,9	462,3	359,1	329,9	226,0	185,0
69. Trelles	329,2	288,7	431,7	402,8	364,3	305,1	223,2	198,0
70. Valle Tablado	297,8	360,0	407,3	496,9	343,1	405,2	236,7	254,7
71. Vidiago	365,6	310,4	433,4	344,7	398,8	325,2	318,3	255,8
72. Villalegre	286,5	261,5	354,1	350,3	285,7	289,3	180,4	208,3
73. Villaviciosa	248,7	265,6	379,1	339,1	286,0	297,1	197,4	220,0
74. Villeirin	421,6	361,5	510,2	479,7	434,4	415,0	329,9	279,7
75. Viobes	292,3	296,5	387,0	393,6	364,2	344,9	225,7	233,8
76. Altamira	315,2	317,4	362,7	360,2	311,2	341,0	257,7	266,9
77. Carranza	335,8	352,8	498,1	465,5	410,9	428,2	260,8	292,9
78. Castañeda	363,1	312,1	449,5	396,4	399,3	370,7	283,1	267,4
79. Cobreces	319,7	316,3	359,8	352,1	309,0	333,1	273,7	265,5
80. La Penilla	359,8	297,3	502,8	381,1	451,7	350,8	299,5	254,4
81. Molledo	286,7	311,6	382,5	415,7	350,1	380,2	202,5	242,1
82. Puente Arce	341,6	306,7	389,8	368,4	326,8	344,0	293,0	271,3
83. Santander	343,5	314,0	405,5	383,6	317,3	356,7	247,4	282,1
84. S. Vicente Barquera	255,0	295,5	312,4	317,0	213,2	296,2	189,4	243,7
85. Sel de Carrera	389,5	389,6	582,2	538,2	550,2	498,0	238,2	314,5
86. Torrelavega	339,5	290,5	409,4	348,7	357,8	324,4	243,3	249,2
87. Villacarriedo	394,6	337,4	571,1	467,3	551,4	438,8	313,8	288,9
88. Aránzazu	405,5	463,6	547,7	694,3	554,6	575,6	338,4	342,6
89. Arcentales	396,3	384,9	559,9	502,9	487,7	466,6	269,1	321,4
90. Articuza	628,0	519,8	867,8	740,4	792,4	651,3	515,4	428,1
91. Astigarriaga	524,9	452,4	644,6	606,9	561,6	525,5	391,3	374,9
92. Durango	325,9	336,7	494,5	498,8	416,2	424,2	258,6	281,5
93. Echeverría	401,4	418,6	587,7	563,3	444,0	510,2	295,5	332,4
94. Eibar	373,2	404,3	578,0	561,6	448,3	501,4	272,6	331,7
95. Elduayen	429,5	536,1	636,4	684,1	588,0	640,1	389,8	420,6
96. Hernani	472,6	440,8	611,3	584,6	544,0	504,4	423,9	361,4
97. Lasarte	393,8	422,1	495,1	552,7	428,1	473,1	342,3	344,7
98. Oyarzun	571,9	460,4	776,9	756,4	726,2	681,7	530,6	467,8
99. Rentería	459,5	447,0	565,5	597,7	530,7	513,4	376,8	374,7
100. Rentería Presa	502,5	496,6	688,8	639,3	630,9	565,7	455,3	396,4
101. S. S. Ategorrieta	463,8	449,3	527,0	590,1	465,0	510,8	353,9	374,7
102. S. S. Igueldo	424,1	470,3	501,4	594,9	430,3	523,0	349,4	384,4
103. Sondica	287,4	336,9	370,3	435,2	325,3	387,9	265,5	286,8
104. Villabona	344,6	421,7	474,8	561,8	402,9	483,7	314,7	331,8