

A. Tablas

TABLA 7: Regresión lineal para varias variables x (SZA, CIVA, CC y dist.) e y (Δ (CIVA), MBE, rMBE, STD, rSTD).

x	y	m	y0	R	N
SZA ($^{\circ}$)	Δ (CIVA) (cm)	-0.000 (cm $^{\circ^{-1}}$)	0.063 (cm)	-0.006	3393377
CIVA _{SP} (cm)	Δ (CIVA) (cm)	-0.014	0.070 (cm)	-0.073	
CC	MBE (cm)	-0.090 (cm)	0.147 (cm)	-0.144	39
Dist. (km)	MBE (cm)	0.001 (cm km $^{-1}$)	0.045 (cm)	0.576	
CC	rMBE (%)	-27.772 (%)	34.881 (%)	-0.323	
Dist. (km)	rMBE (%)	0.098 (% km $^{-1}$)	5.633 (%)	0.554	
CC	STD (cm)	0.095 (cm)	-0.011 (cm)	0.194	
Dist. (km)	STD (cm)	0.001 (cm km $^{-1}$)	0.072 (cm)	0.650	
CC	rSTD (%)	-5.795 (%)	15.617 (%)	-0.101	
Dist. (km)	rSTD (%)	0.090 (% km $^{-1}$)	8.276 (%)	0.756	

TABLA 8: Parámetros estadísticos y de la regresión lineal de CIVA_{GPS} vs. CIVA_{SP} por intervalo y región.

Intervalo	Región	m	y_0 (cm)	R	MBE (cm)	rMBE (%)	STD (cm)	rSTD (%)	N
inst-15	RACA	1,055	-0,018	0,9816	0,03	3,482	0,109	12,447	230 227
	GEA	0,96	0,1	0,9836	0,07	9,532	0,081	11,01	624 897
	Ártico	0,986	0,07	0,9814	0,06	7,697	0,091	11,777	855 124
inst-30	RACA	1,056	-0,018	0,9821	0,031	3,568	0,108	12,362	218 145
	GEA	0,957	0,102	0,9835	0,07	9,484	0,081	11,011	637 604
	Ártico	0,983	0,073	0,9815	0,06	7,778	0,091	11,707	855 749
inst-45	RACA	1,063	-0,02	0,9809	0,035	3,998	0,114	12,862	207 440
	GEA	0,955	0,102	0,9833	0,069	9,301	0,082	11,086	650 193
	Ártico	0,983	0,074	0,981	0,061	7,83	0,092	11,858	857 633
inst-60	RACA	1,058	-0,018	0,9809	0,033	3,737	0,111	12,67	225 610
	GEA	0,965	0,093	0,9842	0,066	8,72	0,081	10,617	599 261
	Ártico	0,992	0,064	0,9817	0,057	7,213	0,091	11,522	824 871
inst	RACA	1,058	-0,019	0,9814	0,032	3,691	0,11	12,586	881 422
	GEA	0,959	0,099	0,9836	0,069	9,262	0,081	10,936	2 511 955
	Ártico	0,986	0,07	0,9814	0,059	7,631	0,091	11,718	3 393 377
hour	RACA	1,063	-0,016	0,9781	0,044	4,637	0,127	13,257	46 675
	GEA	0,985	0,078	0,9848	0,066	8,375	0,081	10,23	122 261
	Ártico	1,008	0,053	0,9817	0,06	7,192	0,096	11,516	168 936
day	RACA	1,065	-0,016	0,9816	0,047	4,808	0,114	11,798	6653
	GEA	1,0	0,071	0,9873	0,071	8,549	0,078	9,359	13 300
	Ártico	1,021	0,045	0,9844	0,063	7,171	0,092	10,526	19 953
month	RACA	1,074	-0,02	0,9881	0,048	5,187	0,078	8,368	476
	GEA	0,987	0,081	0,9885	0,071	8,923	0,063	7,951	768
	Ártico	1,017	0,048	0,9873	0,062	7,347	0,07	8,269	1244

TABLA 9: Parámetros estadísticos y de la regresión lineal de CIVA_{GPS} vs. CIVA_{SP} por intervalo y SP.

Intervalo	SP	m	y_0 (cm)	R	MBE (cm)	rMBE (%)	STD (cm)	rSTD (%)	N
inst-15	OPA	0,831	0,226	0,9803	0,088	10,771	0,097	11,884	103 258
	THU	0,962	0,089	0,9912	0,067	11,623	0,043	7,505	112 520
	ITT	1,102	-0,018	0,994	0,064	7,982	0,061	7,592	27 483
	NYA	1,066	-0,015	0,9898	0,039	4,76	0,082	10,07	78 315
	SOD	1,069	-0,024	0,9933	0,059	4,904	0,096	7,973	36 249
	TIK	1,096	-0,086	0,9888	0,029	2,399	0,102	8,593	6310
	OLI	1,049	0,035	0,9834	0,082	8,644	0,117	12,257	20 508
	PEA	0,817	0,188	0,9845	0,086	15,472	0,072	12,946	143 445
	HOR	0,995	0,094	0,9782	0,091	13,32	0,085	12,5	30 258
	RES	1,023	-0,007	0,9831	0,013	1,526	0,075	8,528	86 511
	BAR	1,065	-0,021	0,9811	0,034	4,057	0,124	14,847	116 898
	AND	1,016	0,058	0,9917	0,073	7,42	0,068	6,948	46 250
	KAN	0,807	0,19	0,9709	0,04	5,212	0,112	14,454	47 119
inst-30	HOR	0,99	0,097	0,9792	0,091	13,679	0,084	12,584	32 985
	OLI	1,055	0,027	0,9821	0,078	8,443	0,116	12,57	18 353
	AND	1,007	0,059	0,992	0,067	6,739	0,067	6,786	46 104
	OPA	0,832	0,225	0,9802	0,086	10,313	0,097	11,678	108 988
	KAN	0,808	0,185	0,9696	0,034	4,312	0,112	14,221	47 333
	BAR	1,066	-0,02	0,9818	0,035	4,209	0,123	14,657	116 501
	SOD	1,073	-0,025	0,993	0,063	5,217	0,098	8,129	38 865
	PEA	0,816	0,189	0,9845	0,085	14,979	0,073	12,916	155 759
	TIK	1,086	-0,079	0,9896	0,018	1,622	0,097	8,576	7378
	NYA	1,068	-0,016	0,9904	0,039	4,847	0,081	10,08	65 892
	THU	0,961	0,09	0,9912	0,067	11,725	0,043	7,528	113 487
	ITT	1,1	-0,016	0,9937	0,064	7,951	0,061	7,635	28 191
	RES	1,025	-0,008	0,9842	0,015	1,666	0,073	8,2	75 913
inst-45	THU	0,96	0,09	0,9915	0,067	11,832	0,043	7,502	118 306
	AND	1,0	0,065	0,9924	0,065	6,477	0,067	6,638	47 010
	RES	1,023	-0,006	0,9828	0,013	1,565	0,076	8,902	71 668
	TIK	1,095	-0,083	0,9888	0,036	2,881	0,101	8,082	8010
	NYA	1,065	-0,014	0,9897	0,035	4,654	0,078	10,265	76 102
	ITT	1,098	-0,017	0,9935	0,062	7,659	0,06	7,341	34 209
	BAR	1,073	-0,023	0,9798	0,041	4,638	0,131	14,961	106 493
	OLI	1,061	0,028	0,9836	0,084	9,033	0,117	12,578	21 269
	HOR	0,988	0,098	0,9781	0,09	13,235	0,086	12,653	36 777
	PEA	0,815	0,19	0,9844	0,084	14,843	0,074	12,964	151 131
	OPA	0,831	0,227	0,9798	0,085	10,21	0,099	11,795	107 592
	SOD	1,068	-0,021	0,9932	0,062	5,104	0,096	7,86	35 013
	KAN	0,793	0,196	0,9695	0,029	3,647	0,12	14,884	44 053
inst-60	KAN	0,806	0,191	0,9694	0,039	5,046	0,115	14,723	46 648
	TIK	1,095	-0,082	0,9894	0,03	2,528	0,099	8,353	5775
	RES	1,023	-0,007	0,9834	0,013	1,523	0,075	8,578	86 344
	AND	1,001	0,068	0,9924	0,069	6,822	0,066	6,602	46 827
	BAR	1,07	-0,021	0,9802	0,038	4,483	0,128	15,021	112 157
	HOR	0,988	0,098	0,9775	0,09	13,434	0,085	12,733	34 143
	PEA	0,818	0,188	0,9838	0,08	13,394	0,073	12,305	126 740
	ITT	1,1	-0,016	0,9938	0,063	7,976	0,06	7,611	26 466
	OLI	1,057	0,03	0,9829	0,084	8,96	0,121	12,948	21 334
	NYA	1,064	-0,013	0,99	0,038	4,808	0,079	10,013	79 182
	SOD	1,065	-0,02	0,9932	0,06	4,858	0,097	7,877	38 013
	OPA	0,837	0,22	0,9789	0,079	9,169	0,097	11,166	93 081
	THU	0,967	0,086	0,9914	0,067	11,362	0,042	7,204	108 161

Continúa en la siguiente página

TABLA 9: *Continuación de la página anterior*

Intervalo	SP	m	y_0 (cm)	R	MBE (cm)	rMBE (%)	STD (cm)	rSTD (%)	N
inst	KAN	0,803	0,19	0,9698	0,036	4,559	0,115	14,582	185 153
	AND	1,006	0,063	0,9921	0,068	6,86	0,067	6,748	186 191
	NYA	1,066	-0,014	0,99	0,038	4,766	0,08	10,108	299 491
	OPA	0,833	0,225	0,9799	0,085	10,132	0,098	11,646	412 919
	THU	0,962	0,089	0,9913	0,067	11,639	0,043	7,437	452 474
	BAR	1,068	-0,021	0,9807	0,037	4,343	0,127	14,877	452 049
	RES	1,024	-0,007	0,9834	0,014	1,568	0,075	8,544	320 436
	OLI	1,056	0,03	0,983	0,082	8,783	0,118	12,594	81 464
	HOR	0,99	0,097	0,9782	0,09	13,413	0,085	12,622	134 163
	TIK	1,093	-0,083	0,9892	0,028	2,375	0,1	8,402	27 473
	PEA	0,816	0,189	0,9843	0,084	14,7	0,073	12,803	577 075
	ITT	1,1	-0,017	0,9937	0,063	7,877	0,06	7,532	116 349
	SOD	1,069	-0,022	0,9931	0,061	5,021	0,097	7,963	148 140
hour	ITT	1,103	-0,019	0,9932	0,065	7,902	0,061	7,449	9203
	SOD	1,081	-0,022	0,9932	0,079	6,356	0,098	7,936	11 323
	OLI	1,051	0,033	0,9829	0,085	8,326	0,118	11,586	4748
	RES	1,011	0,003	0,9781	0,012	1,35	0,087	9,986	10 051
	TIK	1,095	-0,086	0,9892	0,032	2,582	0,102	8,255	3429
	THU	0,976	0,084	0,9918	0,069	11,429	0,042	6,908	30 465
	AND	1,024	0,055	0,9915	0,078	8,016	0,069	7,002	12 113
	HOR	0,996	0,097	0,9755	0,094	13,017	0,096	13,227	4284
	BAR	1,071	-0,016	0,9763	0,05	5,377	0,139	14,807	28 447
	KAN	0,79	0,193	0,9699	0,016	1,839	0,123	14,545	11 427
	PEA	0,82	0,186	0,9847	0,081	13,733	0,073	12,414	16 687
	OPA	0,85	0,21	0,9796	0,08	9,283	0,09	10,409	14 930
	NYA	1,061	-0,013	0,9903	0,034	4,454	0,075	9,738	11 829
day	THU	0,98	0,086	0,9939	0,073	11,68	0,038	6,014	3119
	BAR	1,074	-0,02	0,9805	0,049	5,286	0,122	13,157	4186
	PEA	0,825	0,186	0,9881	0,081	13,643	0,07	11,774	1329
	TIK	1,098	-0,091	0,9904	0,037	2,83	0,092	7,088	560
	KAN	0,799	0,195	0,9777	0,023	2,644	0,117	13,611	1384
	NYA	1,06	-0,008	0,9911	0,04	5,033	0,071	8,946	1346
	AND	1,038	0,051	0,9926	0,089	8,963	0,065	6,605	1607
	OLI	1,055	0,027	0,9862	0,084	8,111	0,103	9,926	808
	HOR	1,033	0,073	0,9847	0,101	12,14	0,087	10,445	512
	RES	1,007	0,009	0,9759	0,015	1,652	0,092	10,022	1099
	OPA	0,845	0,222	0,984	0,087	9,949	0,087	10,045	1366
	SOD	1,085	-0,019	0,9948	0,086	6,923	0,09	7,263	1659
	ITT	1,106	-0,016	0,9953	0,072	8,684	0,056	6,838	978
month	AND	1,052	0,042	0,996	0,09	9,786	0,042	4,627	128
	BAR	1,085	-0,026	0,9871	0,053	5,662	0,085	9,06	324
	RES	1,011	0,008	0,992	0,017	2,061	0,046	5,756	73
	ITT	1,082	-0,001	0,9966	0,061	8,046	0,037	4,928	48
	HOR	1,035	0,064	0,9912	0,092	11,415	0,046	5,763	16
	NYA	1,064	-0,014	0,9949	0,034	4,526	0,051	6,694	90
	PEA	0,815	0,191	0,9951	0,089	16,174	0,06	10,831	75
	SOD	1,087	-0,022	0,998	0,077	6,723	0,061	5,343	91
	THU	0,962	0,095	0,9974	0,071	11,546	0,022	3,622	152
	TIK	1,117	-0,104	0,9956	0,03	2,588	0,057	4,988	30
	KAN	0,761	0,225	0,9882	0,036	4,619	0,101	12,758	88
	OLI	1,046	0,032	0,993	0,076	7,961	0,058	6,132	49
	OPA	0,799	0,261	0,9913	0,096	11,681	0,083	10,141	80

TABLA 10: Valores medios horarios del CIVA | número total de mediciones, para cada estación SP y hora (UTC).

SP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
AND	NaN	0,939 34	1,147 1161	1,105 1881	1,076 2367	1,019 2920	0,977 3294	0,959 3760	0,959 4161	0,962 4345	0,981 4410	0,990 4325
BAR	0,835 3173	0,839 3009	0,805 2679	0,820 2422	0,953 2272	1,103 1761	1,224 1171	1,213 927	1,080 18	NaN	NaN	NaN
HOR	0,883 74	0,846 370	0,821 684	0,755 979	0,741 1289	0,694 1293	0,647 1475	0,650 1781	0,672 2305	0,677 2395	0,701 2478	0,709 2476
ITT	NaN	NaN	NaN	NaN	0,876 426	0,887 969	0,863 1649	0,824 1829	0,818 1788	0,793 1867	0,784 2670	0,792 2911
KAN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	1,045 125	0,964 1808	0,925 2883	0,845 3738	0,736 4320	0,687 3943
NYA	0,925 619	0,946 790	0,954 840	0,834 819	0,749 942	0,739 1119	0,692 1308	0,698 1491	0,712 1550	0,694 1739	0,668 1759	0,677 1677
OLI	0,908 1636	0,879 1375	0,857 1241	0,957 1163	1,038 912	1,159 772	1,265 710	1,295 144	NaN	NaN	NaN	NaN
OPA	0,892 4732	0,923 4195	0,945 3714	0,971 2745	1,032 583	0,776 28	1,010 604	1,020 2218	0,970 2595	0,916 3116	0,898 3718	0,875 4274
PEA	0,587 6655	0,602 5937	0,640 5645	0,649 4482	0,638 1036	NaN	0,702 854	0,683 4225	0,665 4733	0,643 5499	0,618 4466	0,577 6415
RES	0,880 4713	0,870 4230	0,931 3656	0,975 3178	1,003 2198	1,040 273	NaN	1,035 306	0,879 413	0,918 2346	0,855 2275	0,822 3359
SOD	NaN	1,324 187	1,395 833	1,288 1487	1,227 1854	1,159 1743	1,093 1780	1,082 2356	1,071 2582	1,072 2516	1,026 2427	1,061 2322
THU	0,709 2305	0,751 1797	0,817 1312	0,792 931	0,758 680	0,752 734	0,741 1196	0,709 1757	0,694 2502	0,667 3261	0,626 3771	0,595 4260
TIK	1,108 367	1,096 367	1,022 378	0,999 409	1,097 391	1,076 348	1,235 335	1,245 207	1,302 187	1,397 225	1,540 202	1,477 132
sp	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
AND	1,000 4143	1,010 4164	0,994 3216	0,991 3072	1,034 2364	1,057 2447	1,127 2260	1,158 1364	0,782 5	NaN	NaN	NaN
BAR	1,093 39	1,226 774	1,201 998	1,113 1251	0,978 1601	0,871 1811	0,764 2128	0,784 2737	0,785 2964	0,761 3041	0,753 3035	0,797 3187
HOR	0,720 2408	0,725 2189	0,715 1972	0,718 1484	0,761 1379	0,791 1328	0,834 1111	0,883 767	0,995 138	NaN	NaN	NaN
ITT	0,772 3186	0,758 3265	0,759 3213	0,769 2988	0,795 2754	0,781 1935	0,787 2019	0,826 2024	0,899 1830	0,935 1058	0,908 558	NaN
KAN	0,721 4992	0,701 5453	0,702 5572	0,702 5597	0,703 5400	0,717 5100	0,737 4473	0,734 3802	0,806 3722	0,911 3509	0,971 2666	1,034 1519
NYA	0,680 1607	0,723 1645	0,690 1476	0,693 1491	0,758 1162	0,829 1070	0,854 886	0,955 829	0,949 683	0,960 575	0,998 265	0,799 80
OLI	1,260 61	1,284 411	1,195 295	1,114 690	0,951 793	0,865 971	0,861 1194	0,911 1373	0,876 1534	0,900 1613	0,907 1606	0,913 1677
OPA	0,847 4542	0,822 4869	0,834 4733	0,795 4954	0,777 5201	0,802 5388	0,815 5490	0,816 5434	0,833 5408	0,831 5894	0,868 5715	0,883 5250
PEA	0,557 7457	0,538 7616	0,544 7047	0,533 6733	0,531 6993	0,536 6976	0,541 7152	0,538 7193	0,526 7214	0,525 7709	0,545 8184	0,576 7558
RES	0,834 3791	0,822 4102	0,813 4055	0,797 3906	0,809 4156	0,835 4418	0,853 4278	0,857 4483	0,855 4465	0,875 4594	0,869 5089	0,881 5192
SOD	1,082 2086	1,132 1717	1,207 1332	1,336 1349	1,458 1307	1,477 953	1,514 315	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
THU	0,583 4722	0,567 6072	0,553 6692	0,539 6754	0,529 6450	0,511 5953	0,513 5477	0,523 5189	0,546 3506	0,563 3235	0,605 3118	0,678 2990
TIK	1,413 89	1,345 1	NaN	NaN	1,184 9	1,280 87	1,367 128	1,288 163	1,327 209	1,283 183	1,131 217	NaN

B. Código para la metodología

Para la investigación realizada se han desarrollado unos programas para el tratamiento y representación de los datos. Agradecimientos a MATLAB R2024a, The MathWorks Inc (2024), Python 3.12.3, Anthropic (2024) y OpenAI (2023) por hacer posible el desarrollo de estos códigos. Lo más reseñable del desarrollo metodológico, que no ha sido añadido al cuerpo del trabajo por concisión, se encuentra en aquí.

B.1. Coincidencia espacial

ARCHIVO 1: `calculate-dist-cc.mlx`. Aplicación del criterio de coincidencia espacial y cálculo de los coeficientes de corrección.

```
1  for i = 1:height(sp_table)
2      for j = 1:height(gps_table)
3          if ismember(string(gps_table.Sta(j)), excluded_stations)
4              continue;
5          end
6          dist = haversine(sp_table{i,3}, sp_table{i,4}, gps_table.
7  Lat_deg_(j), gps_table.Long_deg_(j));
8          if dist <= 150
9              deltaH = gps_table.Hgt_m_(j) - sp_table{i,2};
10             CC_value = exp(C2 * deltaH / 1000);
11             row = {string(sp_table{i,1}), sp_table{i,3}, sp_table{i,4},
12 string(gps_table.Sta(j)), gps_table.Lat_deg_(j), gps_table.
13 Long_deg_(j), dist, CC_value};
14             result = [result; row];
15         end
16     end
17 end
18 function [Dist] = haversine(Lat1,Lon1,Lat2,Lon2)
19     % Latitud y Longitud entran en (grados sexagesimales)
20     % La distancia (Dist) sale en (km)
21     Earth = 6372.797560856; % Radio de la tierra en km
22     if Lon1 > 180
23         Lon1 = Lon1 - 360;
24     end
25     if Lon2 > 180
26         Lon2 = Lon2 - 360;
27     end
28
29     lat1 = deg2rad(Lat1);
30     long1 = deg2rad(Lon1);
31
32     lat2 = deg2rad(Lat2);
33     long2 = deg2rad(Lon2);
34
35     % Haversine Formula
36     dlong = long2-long1;
37     dlat = lat2-lat1;
38     sinlat = sin(dlat/2);
39     sinlong = sin(dlong/2);
40     a = (sinlat*sinlat)+cos(lat1)*cos(lat2)*(sinlong*sinlong);
41     c = 2*asin(min(1,sqrt(a)));
42     Dist = Earth*c;
43 end
```

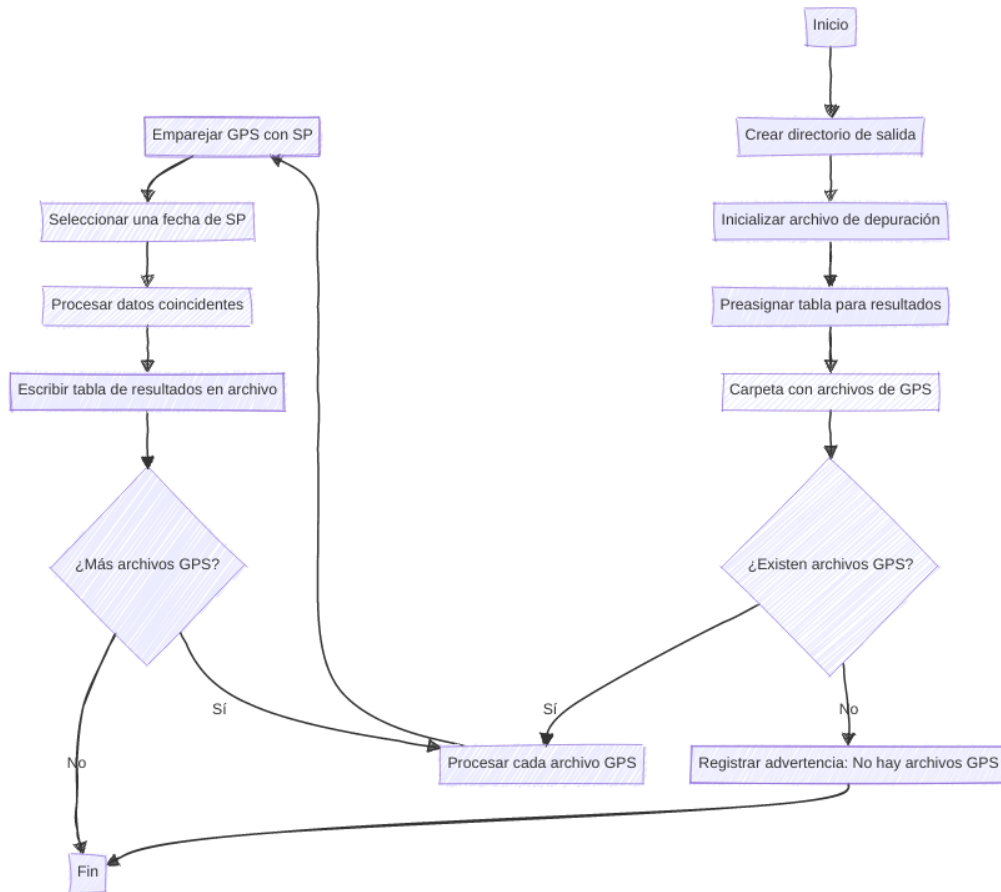


FIGURA 11: Diagrama de flujo simplificado para el programa `calc-instant.mlx`. Generado con la web <https://mermaid.live>.

B.2. Comparaciones de valores por escalas temporales

B.2.1. Programa para el cálculo de valores instantáneos

Se diseña una estructura de carpetas y ficheros, válida para todos los intervalos, y para el posterior análisis estadístico. En la carpeta **results** se crea una carpeta para cada intervalo. En el interior de cada una, se crea un fichero, para cada SP, añadiendo el intervalo temporal en el fichero, para evitar sobreescrituras accidentales.

Para el cálculo de los valores instantáneos es preciso tratar con millones de mediciones. Se dividió el fichero con los 182 GPS disponibles (más de 2 GB), en subficheros, con las columnas del CIVA en cm y habiendo eliminado filas con valores anómalos y columnas innecesarias. Por cuestiones prácticas, de cara a la ejecución de los programas, fueron fusionados todos los ficheros individuales de datos de SP en uno solo, agregando una columna con el identificador.

Por ello, se adoptan los siguientes principios para facilitar la detección y resolución de errores, la adaptabilidad para los próximos intervalos y la eficiencia, evitando demorar excesivo tiempo entre ejecuciones:

- Sencillez.
- Evitar cálculos redundantes. Por ejemplo, calcular una vez, almacenar en una variable, y reutilizar tantas veces como sea necesario (frente a computar tantas veces como el comando sea ejecutado).
- Uso de la *Parallel Computing Toolbox*, lo cual habilita la computación en paralelo de bucles (nótese el bucle que emplea el comando `parfor`).

- Preasignación de memoria en las tablas que almacenan los datos del fichero, lo cual previene la asignación de memoria de forma dinámica, que es altamente ineficiente.
- Reducción de las operaciones I/O, escribiendo los ficheros de depuración y de resultados cuando es necesario (desbordamiento de la memoria preasignada) o cuando se finalice el bucle correspondiente.
- Vectorización de operaciones, aprovechándose así de algoritmos altamente optimizados y de un mejor manejo de la memoria; frente a la implementación de bucles `for`.
- Filtrado mediante indexado lógico.
- Inclusión de depuración. Se registran la ejecución de los comandos más importantes y los errores. Facilita la revisión del programa, tanto como para verificar su correcto proceder como para resolver errores.
- Uso de funciones auxiliares. Facilita la localización de errores y la adaptabilidad del programa. Es por ello que el cálculo de valores instantáneos se diseña como una función. Toma los valores del intervalo como argumento, pudiendo calcular todos los valores instantáneos llamándose a una función cuatro veces, frente a copiar un algoritmo cuatro veces.
- Probar el programa de forma objetiva con test de rendimiento y corriendo el programa en subconjuntos, hasta analizar el total de información de entrada.

La aplicación de estos principios conlleva el desarrollo del programa `calc-instant.mlx` (véase el diagrama de flujo en la figura 11), del cual se adaptan trivialmente los programas para los próximos intervalos: `calc-hour.mlx`, `calc-day.mlx` y `calc-month.mlx`.

Su funcionamiento consiste en:

1. Almacenar en memoria la tabla con las parejas de SP y GPS, y el fichero con todos los datos de los SP.
2. Preasignar memoria en una tabla de resultados.
3. Leer individualmente cada fichero de GPS. Se procede así pues son los más pesados (como se puede comprobar en tablas 1 y 2), logrando que sólo se abran y almacenen en memoria una vez.
4. Obtener el nombre de los SP que están emparejados con este GPS.
5. Abrir los ficheros de SP emparejados, de uno en uno. Leer fila a fila la fecha, y buscar en el fichero del GPS almacenado en memoria por fechas coincidentes en año, mes, día, hora e intervalo de minutos.
6. Si se verifica la coincidencia temporal, se comprueba que no se excede la memoria preasignada. En caso de que sí, se vacía la tabla en fichero.
7. Se aplica el CC a la columna del CIVA_{GPS}, y se almacenan los resultados en la tabla.
8. Al finalizar el listado de SP emparejados, se escribe al fichero de resultados y se vacía la tabla que almacena la información del fichero del GPS y la de resultados. Se repite el proceso, hasta terminar con todos los GPS.

Se realizaron varias pruebas para optimizar el rendimiento del programa en diferentes versiones:

- (0) 164 s. Prototipo del programa actual (sin archivos auxiliares, cargando todo SP junto, iterando sobre SP, escribiendo resultados directamente al archivo, fila por fila).
- (1) 180 s. Implementación con `parfor` (para mayor capacidad de cálculo).
- (2) 223 s. Cargando SP según se requiera (700.000 líneas vs. unas 50.000, pero cargadas varias veces).
- (3) 161 s. Preasignando `outputData=[]`, almacenando en la variable de memoria `tempData`, y escribiendo al archivo una sola vez.

Se realizaron más pruebas utilizando diferentes conjuntos de datos con los dos programas más eficientes de la anterior comparación:

- *dataset1*: Dos archivos más ligeros (CCPT, SODF)
- *dataset2*: Archivo de tamaño medio (RESC)
- *dataset3*: Archivo más pesado (SODA)
- *dataset4*: Combinación de todos los conjuntos de datos anteriores

TABLA 11: Tiempos de ejecución (en minutos) para diferentes conjuntos de datos

<i>Dataset</i>	Preasignar	Preasignar + parfor
<i>dataset1</i>	0,51	0,27
<i>dataset2</i>	19,52	6,07
<i>dataset3</i>	-	5,59
<i>dataset4</i>	-	11,42

Los resultados demuestran que el uso de **parfor** mejora significativamente la eficiencia (hasta tres veces más rápido).

B.2.2. Programa para el cálculo de valores medios

Valores medios horarios. Partiendo de los valores instantáneos, para cada SP se selecciona una fecha de medición. Se buscan mediciones de GPS tales que:

- el GPS verifica el criterio de coincidencia espacial para ese SP.
- la fecha de medición coincide hasta los días, y: o bien la hora de la medición del GPS es la misma que la del SP y los minutos son menores que 30, o bien la hora de la medición GPS es una hora menos que la del SP, y los minutos son mayores o iguales que 30.

Valores medios diarios. Partiendo de los valores medios horarios, para cada SP se selecciona una fecha de medición. Se buscan mediciones de GPS tales que:

- el GPS verifica el criterio de coincidencia espacial para ese SP.
- la fecha de medición coincide hasta el día.

Valores medios mensuales. Partiendo de los valores medios diarios, para cada SP se selecciona una fecha de medición. Se buscan mediciones de GPS tales que:

- el GPS verifica el criterio de coincidencia espacial para ese SP.
- la fecha de medición coincide hasta el mes.

B.3. Cálculo de valores estadísticos

Se usa `std(-, 1)`, `w=1`, para que el peso sea N , en vez de $N - 1$; en Python es `pandas.std(ddof=0)`.