

CÁLCULOS

En ese anexo mostramos los cálculos realizados para llevar a cabo este proyecto y validar el funcionamiento de cálculos internos del PIC.

1.1. CALCULOS SOLARES

Para los cálculos solares se ha utilizado el programa EXCEL, en conjunto con las ecuaciones solares del Capítulo 4 del Volumen I.

Se realizara el cálculo solar de todo un año (365) describiendo primero la declinación de cada día del año, después el ángulo de salida del sol con el cual podemos ver las horas solares que tenemos.

Como se puede intuir estos datos se han realizado para una instalación en Lleida cuya posición planetaria es la siguiente:

	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	calculo
Latitud Norte =	41	39	16,86	41,6546833
Longitud Este =	0	33	29,02	0,55806111

Con la Latitud empezamos a calcular la declinación y ángulos de salida del sol para todos los días del año, este tipo de calculo se realiza para hacer un estudio solar de la zona y para identificar las horas de sol y los ángulos de posicionamiento del sol durante el año:

MES	DIAS	DECLINACION	SUNSET HOUR ANGLE	ω_s	horas dia
ENERO	1	-23,01163673	0,377804691	67,8022337	9,04029783
	2	-22,93054361	0,376319461	67,8941129	9,05254839
	3	-22,84265567	0,374711791	67,9934991	9,06579988
	4	-22,74799897	0,372982626	68,1003185	9,08004246
	5	-22,64660154	0,371132978	68,214492	9,09526561
	6	-22,53849343	0,369163923	68,3359365	9,1114582
	7	-22,42370668	0,367076597	68,4645639	9,12860853
	8	-22,30227531	0,364872196	68,6002824	9,14670431
	9	-22,17423529	0,362551972	68,7429957	9,16573276
	10	-22,03962456	0,360117232	68,8926042	9,18568056
	11	-21,89848302	0,357569336	69,0490045	9,20653393
	12	-21,75085248	0,354909694	69,2120902	9,22827869
	13	-21,5967767	0,352139762	69,3817515	9,2509002
	14	-21,43630132	0,349261042	69,5578762	9,27438349
	15	-21,26947391	0,346275079	69,7403492	9,29871323
	16	-21,09634389	0,343183456	69,9290534	9,32387379
	17	-20,91696257	0,339987796	70,1238694	9,34984926
	18	-20,73138311	0,336689755	70,3246761	9,37662348
	19	-20,53966049	0,333291021	70,5313507	9,4041801
	20	-20,34185152	0,329793312	70,7437691	9,43250255
	21	-20,13801482	0,326198373	70,9618061	9,46157415
	22	-19,9282108	0,322507974	71,1853355	9,49137806
	23	-19,71250161	0,318723906	71,4142303	9,52189737
	24	-19,49095119	0,31484798	71,6483632	9,5531151
	25	-19,26362517	0,310882024	71,8876066	9,58501421
	26	-19,03059093	0,306827881	72,1318325	9,61757767
	27	-18,79191752	0,302687405	72,3809134	9,65078845
	28	-18,54767565	0,298462461	72,6347216	9,68462955
	29	-18,29793771	0,294154922	72,8931303	9,71908403
	30	-18,04277769	0,289766667	73,1560128	9,75413504
	31	-17,78227121	0,285299577	73,4232434	9,78976579

FEBRERO	32	-17,51649546	0,280755536	73,6946974	9,82595965
	33	-17,24552919	0,276136427	73,9702507	9,8627001
	34	-16,9694527	0,271444132	74,2497808	9,89997077
	35	-16,68834779	0,266680527	74,5331661	9,93775547
	36	-16,40229777	0,261847485	74,8202864	9,97603818
	37	-16,11138739	0,256946869	75,111023	10,0148031
	38	-15,81570286	0,251980536	75,4052589	10,0540345
	39	-15,5153318	0,246950331	75,7028784	10,0937171
	40	-15,21036321	0,24185809	76,0037677	10,1338357
	41	-14,90088746	0,236705633	76,3078146	10,1743753
	42	-14,58699625	0,23149477	76,6149089	10,2153212
	43	-14,2687826	0,226227294	76,9249421	10,2566589
	44	-13,94634081	0,220904983	77,2378074	10,2983743
	45	-13,61976641	0,215529599	77,5534004	10,3404534
	46	-13,28915619	0,210102887	77,8716183	10,3828824
	47	-12,95460809	0,204626572	78,1923602	10,425648
	48	-12,61622127	0,199102365	78,5155273	10,468737
	49	-12,27409599	0,193531953	78,8410229	10,5121364
	50	-11,92833363	0,187917007	79,168752	10,5558336
	51	-11,57903665	0,182259177	79,4986218	10,5998162
	52	-11,22630855	0,176560095	79,8305412	10,6440722
	53	-10,87025385	0,170821372	80,1644212	10,6885895
	54	-10,51097806	0,165044597	80,5001748	10,7333566
	55	-10,14858765	0,159231342	80,8377166	10,7783622
	56	-9,783189981	0,153383158	81,1769632	10,8235951
	57	-9,414893347	0,147501576	81,5178331	10,8690444
	58	-9,043806876	0,141588107	81,8602464	10,9146995
	59	-8,670040531	0,135644244	82,204125	10,96055
MARZO	60	-8,293705065	0,129671459	82,5493924	11,0065857
	61	-7,914911995	0,123671207	82,8959738	11,0527965
	62	-7,533773567	0,117644926	83,243796	11,0991728
	63	-7,150402718	0,111594033	83,5927872	11,145705
	64	-6,764913051	0,105519932	83,9428771	11,1923836
	65	-6,377418794	0,099424007	84,2939968	11,2391996
	66	-5,98803477	0,093307628	84,6460787	11,2861438
	67	-5,596876363	0,08717215	84,9990563	11,3332075
	68	-5,20405948	0,081018914	85,3528646	11,380382
	69	-4,809700522	0,074849247	85,7074395	11,4276586
	70	-4,413916346	0,068664463	86,062718	11,4750291

	71	-4,016824231	0,062465864	86,418638	11,5224851
	72	-3,618541845	0,056254743	86,7751382	11,5700184
	73	-3,219187206	0,05003238	87,1321585	11,6176211
	74	-2,818878653	0,043800047	87,4896391	11,6652852
	75	-2,417734805	0,03755901	87,847521	11,7130028
	76	-2,01587453	0,031310525	88,2057458	11,7607661
	77	-1,613416909	0,025055843	88,5642557	11,8085674
	78	-1,210481196	0,018796209	88,9229931	11,8563991
	79	-0,807186793	0,012532865	89,2819009	11,9042535
	80	-0,403653202	0,00626705	89,6409221	11,9521229
	81	-5,74595E-15	8,92091E-17	90	12
	82	0,403653202	-0,00626705	90,3590779	12,0478771
	83	0,807186793	-0,012532865	90,7180991	12,0957465
	84	1,210481196	-0,018796209	91,0770069	12,1436009
	85	1,613416909	-0,025055843	91,4357443	12,1914326
	86	2,01587453	-0,031310525	91,7942542	12,2392339
	87	2,417734805	-0,03755901	92,152479	12,2869972
	88	2,818878653	-0,043800047	92,5103609	12,3347148
	89	3,219187206	-0,05003238	92,8678415	12,3823789
	90	3,618541845	-0,056254743	93,2248618	12,4299816
ABRIL	91	4,016824231	-0,062465864	93,581362	12,4775149
	92	4,413916346	-0,068664463	93,937282	12,5249709
	93	4,809700522	-0,074849247	94,2925605	12,5723414
	94	5,20405948	-0,081018914	94,6471354	12,619618
	95	5,596876363	-0,08717215	95,0009437	12,6667925
	96	5,98803477	-0,093307628	95,3539213	12,7138562
	97	6,377418794	-0,099424007	95,7060032	12,7608004
	98	6,764913051	-0,105519932	96,0571229	12,8076164
	99	7,150402718	-0,111594033	96,4072128	12,854295
	100	7,533773567	-0,117644926	96,756204	12,9008272
	101	7,914911995	-0,123671207	97,1040262	12,9472035
	102	8,293705065	-0,129671459	97,4506076	12,9934143
	103	8,670040531	-0,135644244	97,795875	13,03945
	104	9,043806876	-0,141588107	98,1397536	13,0853005
	105	9,414893347	-0,147501576	98,4821669	13,1309556
	106	9,783189981	-0,153383158	98,8230368	13,1764049
	107	10,14858765	-0,159231342	99,1622834	13,2216378
	108	10,51097806	-0,165044597	99,4998252	13,2666434
	109	10,87025385	-0,170821372	99,8355788	13,3114105

MAYO	110	11,22630855	-0,176560095	100,169459	13,3559278
	111	11,57903665	-0,182259177	100,501378	13,4001838
	112	11,92833363	-0,187917007	100,831248	13,4441664
	113	12,27409599	-0,193531953	101,158977	13,4878636
	114	12,61622127	-0,199102365	101,484473	13,531263
	115	12,95460809	-0,204626572	101,80764	13,574352
	116	13,28915619	-0,210102887	102,128382	13,6171176
	117	13,61976641	-0,215529599	102,4466	13,6595466
	118	13,94634081	-0,220904983	102,762193	13,7016257
	119	14,2687826	-0,226227294	103,075058	13,7433411
	120	14,58699625	-0,23149477	103,385091	13,7846788
	121	14,90088746	-0,236705633	103,692185	13,8256247
	122	15,21036321	-0,24185809	103,996232	13,8661643
	123	15,5153318	-0,246950331	104,297122	13,9062829
	124	15,81570286	-0,251980536	104,594741	13,9459655
	125	16,11138739	-0,256946869	104,888977	13,9851969
	126	16,40229777	-0,261847485	105,179714	14,0239618
	127	16,68834779	-0,266680527	105,466834	14,0622445
	128	16,9694527	-0,271444132	105,750219	14,1000292
	129	17,24552919	-0,276136427	106,029749	14,1372999
	130	17,51649546	-0,280755536	106,305303	14,1740403
	131	17,78227121	-0,285299577	106,576757	14,2102342
	132	18,04277769	-0,289766667	106,843987	14,245865
	133	18,29793771	-0,294154922	107,10687	14,280916
	134	18,54767565	-0,298462461	107,365278	14,3153704
	135	18,79191752	-0,302687405	107,619087	14,3492115
	136	19,03059093	-0,306827881	107,868167	14,3824223
	137	19,26362517	-0,310882024	108,112393	14,4149858
	138	19,49095119	-0,31484798	108,351637	14,4468849
	139	19,71250161	-0,318723906	108,58577	14,4781026
	140	19,9282108	-0,322507974	108,814665	14,5086219
	141	20,13801482	-0,326198373	109,038194	14,5384259
	142	20,34185152	-0,329793312	109,256231	14,5674974
	143	20,53966049	-0,333291021	109,468649	14,5958199
	144	20,73138311	-0,336689755	109,675324	14,6233765
	145	20,91696257	-0,339987796	109,876131	14,6501507
	146	21,09634389	-0,343183456	110,070947	14,6761262
	147	21,26947391	-0,346275079	110,259651	14,7012868
	148	21,43630132	-0,349261042	110,442124	14,7256165

JUNIO	149	21,5967767	-0,352139762	110,618248	14,7490998
	150	21,75085248	-0,354909694	110,78791	14,7717213
	151	21,89848302	-0,357569336	110,950995	14,7934661
	152	22,03962456	-0,360117232	111,107396	14,8143194
	153	22,17423529	-0,362551972	111,257004	14,8342672
	154	22,30227531	-0,364872196	111,399718	14,8532957
	155	22,42370668	-0,367076597	111,535436	14,8713915
	156	22,53849343	-0,369163923	111,664064	14,8885418
	157	22,64660154	-0,371132978	111,785508	14,9047344
	158	22,74799897	-0,372982626	111,899682	14,9199575
	159	22,84265567	-0,374711791	112,006501	14,9342001
	160	22,93054361	-0,376319461	112,105887	14,9474516
	161	23,01163673	-0,377804691	112,197766	14,9597022
	162	23,085911	-0,3791666	112,28207	14,9709426
	163	23,15334442	-0,380404378	112,358733	14,9811644
	164	23,21391701	-0,381517284	112,427698	14,9903598
	165	23,26761081	-0,38250465	112,488913	14,9985217
	166	23,31440992	-0,38336588	112,542329	15,0056439
	167	23,35430046	-0,384100452	112,587907	15,0117209
	168	23,38727062	-0,38470792	112,625609	15,0167478
	169	23,41331063	-0,385187916	112,655407	15,0207209
	170	23,43241276	-0,385540146	112,677277	15,023637
	171	23,44457137	-0,385764396	112,691203	15,0254937
	172	23,44978285	-0,385860527	112,697173	15,0262898
	173	23,44804565	-0,385828482	112,695183	15,0260244
	174	23,43936028	-0,385668279	112,685234	15,0246979
	175	23,42372933	-0,385380017	112,667334	15,0223112
	176	23,40115742	-0,384963873	112,641497	15,0188663
	177	23,37165125	-0,384420099	112,607744	15,0143659
	178	23,33521955	-0,383749027	112,5661	15,0088134
	179	23,29187312	-0,382951066	112,516599	15,0022132
	180	23,2416248	-0,382026699	112,459278	14,9945704
	181	23,18448949	-0,380976484	112,394181	14,9858909
JULIO	182	23,12048412	-0,379801054	112,32136	14,9761813
	183	23,04962764	-0,378501113	112,240869	14,9654492
	184	22,97194107	-0,377077438	112,15277	14,9537026
	185	22,88744741	-0,375530874	112,057128	14,9409504
	186	22,79617171	-0,373862333	111,954016	14,9272021
	187	22,69814101	-0,372072796	111,843509	14,9124679

AGOSTO	188	22,59338436	-0,370163307	111,725689	14,8967586
	189	22,48193281	-0,368134971	111,600642	14,8800856
	190	22,36381937	-0,365988954	111,468457	14,862461
	191	22,23907905	-0,363726481	111,329229	14,8438972
	192	22,10774881	-0,361348833	111,183056	14,8244074
	193	21,96986757	-0,358857342	111,030038	14,8040051
	194	21,82547618	-0,356253394	110,870282	14,7827042
	195	21,67461744	-0,353538421	110,703894	14,7605192
	196	21,51733603	-0,350713905	110,530987	14,7374649
	197	21,35367858	-0,347781368	110,351674	14,7135565
	198	21,18369356	-0,344742374	110,16607	14,6888094
	199	21,00743137	-0,341598528	109,974295	14,6632393
	200	20,82494422	-0,338351469	109,776468	14,6368625
	201	20,63628618	-0,335002868	109,572712	14,609695
	202	20,44151317	-0,33155443	109,36315	14,5817534
	203	20,2406829	-0,328007886	109,147907	14,5530542
	204	20,03385488	-0,324364995	108,927108	14,5236144
	205	19,82109039	-0,320627536	108,70088	14,4934506
	206	19,60245249	-0,316797312	108,46935	14,46258
	207	19,37800596	-0,312876141	108,232646	14,4310195
	208	19,14781731	-0,30886586	107,990895	14,398786
	209	18,91195474	-0,304768318	107,744226	14,3658968
	210	18,67048816	-0,300585375	107,492765	14,3323687
	211	18,4234891	-0,296318899	107,236641	14,2982188
	212	18,17103077	-0,291970767	106,97598	14,263464
	213	17,91318797	-0,287542859	106,710908	14,228121
	214	17,65003711	-0,283037058	106,44155	14,1922066
	215	17,38165615	-0,278455247	106,168031	14,1557374
	216	17,10812464	-0,27379931	105,890474	14,1187298
	217	16,82952363	-0,269071126	105,609001	14,0812001
	218	16,54593566	-0,264272569	105,323733	14,0431644
	219	16,25744477	-0,259405507	105,03479	14,0046387
	220	15,96413645	-0,254471801	104,742289	13,9656386
	221	15,66609762	-0,249473303	104,446347	13,9261796
	222	15,36341658	-0,244411851	104,147079	13,8862771
	223	15,05618303	-0,239289275	103,844597	13,8459462
	224	14,7444488	-0,23410739	103,539012	13,8052016
	225	14,42842387	-0,228867997	103,230435	13,764058
	226	14,10808428	-0,223572882	102,918973	13,7225297

SEPTIEMBRE	227	13,78356417	-0,218223816	102,604731	13,6806307
	228	13,45495968	-0,212822551	102,287812	13,638375
	229	13,1223682	-0,207370823	101,96832	13,595776
	230	12,78588828	-0,201870349	101,646353	13,5528471
	231	12,44561963	-0,196322829	101,32201	13,5096013
	232	12,10166307	-0,190729943	100,995386	13,4660515
	233	11,75412053	-0,18509335	100,666575	13,42221
	234	11,40309498	-0,179414692	100,335669	13,3780892
	235	11,04869045	-0,173695589	100,002758	13,3337011
	236	10,69101196	-0,167937642	99,6679308	13,2890574
	237	10,33016549	-0,162142432	99,3312726	13,2441697
	238	9,966257972	-0,15631152	98,9928681	13,1990491
	239	9,599397234	-0,150446447	98,6527997	13,1537066
	240	9,229691988	-0,144548734	98,3111482	13,1081531
	241	8,857251784	-0,138619882	97,9679927	13,062399
	242	8,482186986	-0,132661375	97,6234102	13,0164547
	243	8,104608732	-0,126674676	97,2774765	12,9703302
	244	7,724628908	-0,120661231	96,9302656	12,9240354
	245	7,34236011	-0,114622468	96,5818501	12,87758
	246	6,957915612	-0,108559797	96,2323008	12,8309734
	247	6,571409333	-0,102474611	95,8816875	12,784225
	248	6,182955804	-0,096368289	95,5300784	12,7373438
	249	5,792670132	-0,090242192	95,1775404	12,6903387
	250	5,400667967	-0,084097669	94,8241393	12,6432186
	251	5,007065467	-0,077936052	94,4699398	12,595992
	252	4,611979266	-0,071758663	94,1150053	12,5486674
	253	4,215526435	-0,06556681	93,7593984	12,5012531
	254	3,817824453	-0,059361789	93,4031806	12,4537574
	255	3,418991168	-0,053144887	93,0464129	12,4061884
	256	3,019144761	-0,04691738	92,6891551	12,358554
	257	2,618403717	-0,040680538	92,3314665	12,3108622
	258	2,216886783	-0,03443562	91,9734058	12,2631208
	259	1,814712938	-0,02818388	91,6150313	12,2153375
	260	1,412001354	-0,021926567	91,2564004	12,1675201
	261	1,008871364	-0,015664923	90,8975707	12,1196761
	262	0,605442423	-0,009400189	90,5385991	12,0718132
	263	0,201834077	-0,003133602	90,1795425	12,023939
	264	-0,201834077	0,003133602	89,8204575	11,976061
	265	-0,605442423	0,009400189	89,4614009	11,9281868

OCTUBRE	266	-1,008871364	0,015664923	89,1024293	11,8803239
	267	-1,412001354	0,021926567	88,7435996	11,8324799
	268	-1,814712938	0,02818388	88,3849687	11,7846625
	269	-2,216886783	0,03443562	88,0265942	11,7368792
	270	-2,618403717	0,040680538	87,6685335	11,6891378
	271	-3,019144761	0,04691738	87,3108449	11,641446
	272	-3,418991168	0,053144887	86,9535871	11,5938116
	273	-3,817824453	0,059361789	86,5968194	11,5462426
	274	-4,215526435	0,06556681	86,2406016	11,4987469
	275	-4,611979266	0,071758663	85,8849947	11,4513326
	276	-5,007065467	0,077936052	85,5300602	11,404008
	277	-5,400667967	0,084097669	85,1758607	11,3567814
	278	-5,792670132	0,090242192	84,8224596	11,3096613
	279	-6,182955804	0,096368289	84,4699216	11,2626562
	280	-6,571409333	0,102474611	84,1183125	11,215775
	281	-6,957915612	0,108559797	83,7676992	11,1690266
	282	-7,34236011	0,114622468	83,4181499	11,12242
	283	-7,724628908	0,120661231	83,0697344	11,0759646
	284	-8,104608732	0,126674676	82,7225235	11,0296698
	285	-8,482186986	0,132661375	82,3765898	10,9835453
	286	-8,857251784	0,138619882	82,0320073	10,937601
	287	-9,229691988	0,144548734	81,6888518	10,8918469
	288	-9,599397234	0,150446447	81,3472003	10,8462934
	289	-9,966257972	0,15631152	81,0071319	10,8009509
	290	-10,33016549	0,162142432	80,6687274	10,7558303
	291	-10,69101196	0,167937642	80,3320692	10,7109426
	292	-11,04869045	0,173695589	79,9972416	10,6662989
	293	-11,40309498	0,179414692	79,6643309	10,6219108
	294	-11,75412053	0,18509335	79,333425	10,57779
	295	-12,10166307	0,190729943	79,0046141	10,5339485
	296	-12,44561963	0,196322829	78,67799	10,4903987
	297	-12,78588828	0,201870349	78,3536467	10,4471529
	298	-13,1223682	0,207370823	78,0316799	10,404224
	299	-13,45495968	0,212822551	77,7121876	10,361625
	300	-13,78356417	0,218223816	77,3952695	10,3193693
	301	-14,10808428	0,223572882	77,0810273	10,2774703
	302	-14,42842387	0,228867997	76,7695648	10,235942
	303	-14,744488	0,23410739	76,4609877	10,1947984
	304	-15,05618303	0,239289275	76,1554034	10,1540538

NOVIEMBRE	305	-15,36341658	0,244411851	75,8529214	10,1137229
	306	-15,66609762	0,249473303	75,5536529	10,0738204
	307	-15,96413645	0,254471801	75,2577108	10,0343614
	308	-16,25744477	0,259405507	74,96521	9,99536134
	309	-16,54593566	0,264272569	74,6762668	9,95683557
	310	-16,82952363	0,269071126	74,3909991	9,91879988
	311	-17,10812464	0,27379931	74,1095263	9,88127018
	312	-17,38165615	0,278455247	73,8319693	9,84426258
	313	-17,65003711	0,283037058	73,5584503	9,80779337
	314	-17,91318797	0,287542859	73,2890924	9,77187899
	315	-18,17103077	0,291970767	73,0240202	9,73653602
	316	-18,4234891	0,296318899	72,7633588	9,70178118
	317	-18,67048816	0,300585375	72,5072345	9,66763127
	318	-18,91195474	0,304768318	72,2557741	9,63410321
	319	-19,14781731	0,30886586	72,0091047	9,60121396
	320	-19,37800596	0,312876141	71,7673541	9,56898055
	321	-19,60245249	0,316797312	71,53065	9,53742
	322	-19,82109039	0,320627536	71,2991202	9,50654935
	323	-20,03385488	0,324364995	71,0728922	9,47638562
	324	-20,2406829	0,328007886	70,8520932	9,44694576
	325	-20,44151317	0,33155443	70,6368498	9,41824664
	326	-20,63628618	0,335002868	70,4272877	9,39030502
	327	-20,82494422	0,338351469	70,2235316	9,36313754
	328	-21,00743137	0,341598528	70,025705	9,33676067
	329	-21,18369356	0,344742374	69,8339299	9,31119065
	330	-21,35367858	0,347781368	69,6483264	9,28644353
	331	-21,51733603	0,350713905	69,4690131	9,26253508
	332	-21,67461744	0,353538421	69,2961058	9,23948078
	333	-21,82547618	0,356253394	69,1297185	9,21729579
	334	-21,96986757	0,358857342	68,9699619	9,19599493
DICIEMBRE	335	-22,10774881	0,361348833	68,8169444	9,17559259
	336	-22,23907905	0,363726481	68,6707708	9,15610277
	337	-22,36381937	0,365988954	68,5315427	9,13753903
	338	-22,48193281	0,368134971	68,399358	9,1199144
	339	-22,59338436	0,370163307	68,2743108	9,10324144
	340	-22,69814101	0,372072796	68,1564911	9,08753214
	341	-22,79617171	0,373862333	68,0459845	9,07279793
	342	-22,88744741	0,375530874	67,9428721	9,05904962
	343	-22,97194107	0,377077438	67,8472305	9,0462974

344	-23,04962764	0,378501113	67,759131	9,0345508
345	-23,12048412	0,379801054	67,67864	9,02381866
346	-23,18448949	0,380976484	67,6058186	9,01410914
347	-23,2416248	0,382026699	67,5407223	9,00542964
348	-23,29187312	0,382951066	67,4834013	8,99778684
349	-23,33521955	0,383749027	67,4338997	8,99118663
350	-23,37165125	0,384420099	67,392256	8,98563413
351	-23,40115742	0,384963873	67,3585026	8,98113367
352	-23,42372933	0,385380017	67,3326658	8,97768877
353	-23,43936028	0,385668279	67,3147659	8,97530212
354	-23,44804565	0,385828482	67,304817	8,97397559
355	-23,44978285	0,385860527	67,3028268	8,97371024
356	-23,44457137	0,385764396	67,3087969	8,97450626
357	-23,43241276	0,385540146	67,3227227	8,97636303
358	-23,41331063	0,385187916	67,3445932	8,97927909
359	-23,38727062	0,38470792	67,3743912	8,98325216
360	-23,35430046	0,384100452	67,4120935	8,98827913
361	-23,31440992	0,38336588	67,4576705	8,99435607
362	-23,26761081	0,38250465	67,511087	9,00147827
363	-23,21391701	0,381517284	67,5723015	9,00964021
364	-23,15334442	0,380404378	67,641267	9,0188356
365	-23,085911	0,3791666	67,7179305	9,0290574

Con los resultados obtenemos la siguiente figura en la que observamos el cambio de la declinación conforme pasa el año.

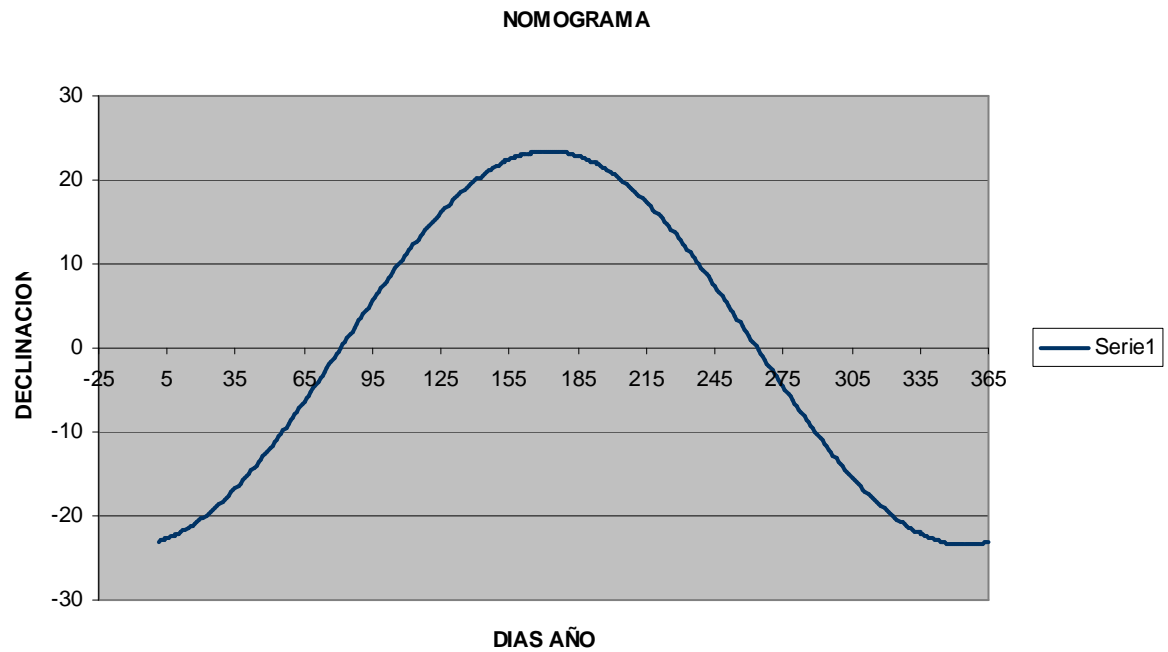


Figura 1. Declinación de la tierra durante el año

Una vez que hemos obtenido la declinación de cada día del año se procede a calcular para cada día del año el azimut y la altitud del sol, que haremos es escoger un día medio de cada mes para realizar el estudio del movimiento del sol.

ENERO DIA 1	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	-20,73138311	70,3246761	0	90	0	61,72042322
		60	0,11411882	83,4471975	6,55280253	54,61472206
		45	0,258842021	74,9986372	15,0013628	43,20848762
		30	0,369892038	68,2910408	21,7089592	30,22012477
		15	0,439700998	63,9151948	26,0848052	15,63522612
		0	0,463511534	62,3860664	27,6139336	0
		-15	0,439700998	63,9151948	26,0848052	-15,635226
		-30	0,369892038	68,2910408	21,7089592	-30,220127
		-45	0,258842021	74,9986372	15,0013628	-43,208487
		-60	0,11411882	83,4471975	6,55280253	-54,614722
		-70,324676	6,38378E-16	90	0	-61,720423

FEBRERO DIA 45	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	-13,28915619	77,8716183	0	90	0	72,082293
		75	0,035424287	87,9699131	2,03008689	70,16117789
		60	0,210800666	77,8307226	12,1692774	59,56563217
		45	0,361399777	68,813814	21,186186	47,56613805
		30	0,476958539	61,5130529	28,4869471	33,61730532
		15	0,549601813	56,6603	33,3397	17,54824593
		0	0,574379081	54,9438395	35,0561605	0
		-15	0,549601813	56,6603	33,3397	-17,54824593
		-30	0,476958539	61,5130529	28,4869471	-33,61730532
		-45	0,361399777	68,813814	21,186186	-47,56613805
		-60	0,210800666	77,8307226	12,1692774	-59,56563217
		-75	0,035424287	87,9699131	2,03008689	-70,16117789
		-77,871618	0	90	0	-72,082293

MARZO DIA 75	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	-2,417734805	87,847521	-3,1225E-17	90	0	86,76335714
		75	0,165170392	80,492867	9,50713302	78,09908985
		60	0,34521173	69,8052789	20,1947211	67,20993103
		45	0,499816732	60,0121242	29,9878758	54,65367575
		30	0,618449323	51,797016	38,202984	39,47250317
		15	0,693024887	46,1299656	43,8700344	21,02011775
		0	0,718461223	44,0724181	45,9275819	0
		-15	0,693024887	46,1299656	43,8700344	-21,02011775
		-30	0,618449323	51,797016	38,202984	-39,47250317
		-45	0,499816732	60,0121242	29,9878758	-54,65367575
		-60	0,34521173	69,8052789	20,1947211	-67,20993103
		-75	0,165170392	80,492867	9,50713302	-78,09908985
		-87,84752	-5,3082E-16	90	0	-86,76335714

ABRIL DIA 105	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	9,414893347	98,4821669	0	90	0	102,6466479
		90	0,108723346	83,7582727	6,24172728	97,06248735
		75	0,299498748	72,5725007	17,4274993	87,14745617
		60	0,477273122	61,4925438	28,5074562	76,46786784
		45	0,629931437	50,9549357	39,0450643	63,92147803
		30	0,747070283	41,6627699	48,3372301	47,90515089
		15	0,820706839	34,8443862	55,1556138	26,54457924
		0	0,845822898	32,23979	57,76021	0
		-15	0,820706839	34,8443862	55,1556138	-26,54457924
		-30	0,747070283	41,6627699	48,3372301	-47,90515089
		-45	0,629931437	50,9549357	39,0450643	-63,92147803
		-60	0,477273122	61,4925438	28,5074562	-76,46786784
		-75	0,299498748	72,5725007	17,4274993	-87,14745617
		-90	0,108723346	83,7582727	6,24172728	-97,06248735
		-98,482166	-1,249E-16	90	0	-102,6466479

MAYO DIA 135	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	18,79191752	107,619087	4,44089E-16	90	0	115,5399142
		105	0,031029683	88,2218447	1,77815531	113,8116752
		90	0,214101789	77,6371634	12,3628366	104,2645397
		75	0,397173894	66,5983766	23,4016234	94,86510066
		60	0,567769938	55,4051373	34,5948627	84,8480659
		45	0,714264082	44,4170796	45,5829204	73,03341552
		30	0,826672992	34,2415246	55,7584754	57,27057806
		15	0,897336187	26,1898996	63,8101004	33,72236764
		0	0,921438087	22,8627658	67,1372342	0
		-15	0,897336187	26,1898996	63,8101004	-33,72236764
		-30	0,826672992	34,2415246	55,7584754	-57,27057806
		-45	0,714264082	44,4170796	45,5829204	-73,03341552
		-60	0,567769938	55,4051373	34,5948627	-84,8480659
		-75	0,397173894	66,5983766	23,4016234	-94,86510066
		-90	0,214101789	77,6371634	12,3628366	-104,2645397
		-105	0,031029683	88,2218447	1,77815531	-113,8116752
		-107,61908	-7,7715E-16	90	0	-115,5399142

JUNIO DIA 172	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	23,44978285	112,697173	1,16573E-15	90	0	122,1817987
		105	0,087081247	85,0042846	4,99571542	117,1859575
		90	0,264490113	74,6633426	15,3366574	107,9573968
		75	0,441898979	63,7748936	26,2251064	98,94726638
		60	0,607217724	52,611403	37,388597	89,45605466
		45	0,749180148	41,4805904	48,5194096	78,34362763
		30	0,858111748	30,8947734	59,1052266	63,29788202
		15	0,926589014	22,0908024	67,9091976	39,15130489
		0	0,949945334	18,2049005	71,7950995	0
		-15	0,926589014	22,0908024	67,9091976	-39,15130489
		-30	0,858111748	30,8947734	59,1052266	-63,29788202
		-45	0,749180148	41,4805904	48,5194096	-78,34362763
		-60	0,607217724	52,611403	37,388597	-89,45605466
		-75	0,441898979	63,7748936	26,2251064	-98,94726638
		-90	0,264490113	74,6633426	15,3366574	-107,9573968
		-105	0,087081247	85,0042846	4,99571542	-117,1859575
		-112,69717	1,16573E-15	90	0	-122,1817987

JULIO DIA 198	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	21,18369356	110,16607	0	90	0	118,9234749
		105	0,059860699	86,568183	3,43181703	115,5415266
		90	0,240173648	76,1032105	13,8967895	106,1489677
		75	0,420486598	65,1346877	24,8653123	96,93799574
		60	0,588511518	53,948548	36,051452	87,17341173
		45	0,732797788	42,8785418	47,1214582	75,68701511
		30	0,843512537	32,487085	57,512915	60,22754746
		15	0,913110737	24,0611644	65,9388356	36,29287199
		0	0,936849388	20,4709898	69,5290102	0
		-15	0,913110737	24,0611644	65,9388356	-36,29287199
		-30	0,843512537	32,487085	57,512915	-60,22754746
		-45	0,732797788	42,8785418	47,1214582	-75,68701511
		-60	0,588511518	53,948548	36,051452	-87,17341173
		-75	0,420486598	65,1346877	24,8653123	-96,93799574
		-90	0,240173648	76,1032105	13,8967895	-106,1489677
		-105	0,059860699	86,568183	3,43181703	-115,5415266
		-110,1660	3,30291E-15	90	0	-118,9234749

AGOSTO DIA 229	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	13,1223682	101,96832	0	90	0	107,6894508
		90	0,150894147	81,3212527	8,67874725	99,88054414
		75	0,339224785	70,1703492	19,8296508	90,12792616
		60	0,514721	59,0211919	30,9788081	79,65144466
		45	0,665423017	48,2852137	41,7147863	67,29972725
		30	0,781060741	38,6422013	51,3577987	51,24133669
		15	0,853753654	31,3776846	58,6223154	28,95362417
		0	0,878547853	28,5323151	61,4676849	0
		-15	0,853753654	31,3776846	58,6223154	-28,95362417
		-30	0,781060741	38,6422013	51,3577987	-51,24133669
		-45	0,665423017	48,2852137	41,7147863	-67,29972725
		-60	0,514721	59,0211919	30,9788081	-79,65144466
		-75	0,339224785	70,1703492	19,8296508	-90,12792616
		-90	0,150894147	81,3212527	8,67874725	-99,88054414
		-101,9683	-2,636E-15	90	0	-107,6894508

SEPTIEMBRE DIA 259	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	1,814712938	91,6150313	1,2837E-16	90	0	92,42912262
		90	0,021047422	88,7939825	1,20601751	91,35608865
		75	0,214330732	77,6237342	12,3762658	81,26862693
		60	0,394442104	66,7688159	23,2311841	70,3841839
		45	0,549107246	56,6942122	33,3057878	57,74145859
		30	0,667785983	48,103585	41,896415	42,17421301
		15	0,742390556	42,0645456	47,9354544	22,71342241
		0	0,767836787	39,8399704	50,1600296	0
		-15	0,742390556	42,0645456	47,9354544	-22,71342241
		-30	0,667785983	48,103585	41,896415	-42,17421301
		-45	0,549107246	56,6942122	33,3057878	-57,74145859
		-60	0,394442104	66,7688159	23,2311841	-70,3841839
		-75	0,214330732	77,6237342	12,3762658	-81,26862693
		-90	0,021047422	88,7939825	1,20601751	-91,35608865
		-91,615031	6,2797E-16	90	0	-92,42912262

OCTUBRE DIA 289	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	-9,966257972	81,0071319	0	90	0	76,6067421
		75	0,075434188	85,6738299	4,32617012	72,56705139
		60	0,252916666	75,3498272	14,6501728	61,83841941
		45	0,405324325	66,0885474	23,9114526	49,62502396
		30	0,522270835	58,5153018	31,4846982	35,27281198
		15	0,595786484	53,4312809	36,5687191	18,50545058
		0	0,620861303	51,6209413	38,3790587	0
		-15	0,595786484	53,4312809	36,5687191	-18,50545058
		-30	0,522270835	58,5153018	31,4846982	-35,27281198
		-45	0,405324325	66,0885474	23,9114526	-49,62502396
		-60	0,252916666	75,3498272	14,6501728	-61,83841941
		-75	0,075434188	85,6738299	4,32617012	-72,56705139
		-81,007131	4,71845E-16	90	0	-76,6067421

NOVIEMBRE DIA 319	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	-19,14781731	72,0091047	0	90	0	63,95978828
		60	0,134907754	82,2467142	7,75328576	55,65556775
		45	0,281089439	73,6747634	16,3252366	44,1109552
		30	0,393258591	66,842589	23,157411	30,91260767
		15	0,463771068	62,3692834	27,6307166	16,02002919
		0	0,487821561	60,8025006	29,1974994	0
		-15	0,463771068	62,3692834	27,6307166	-16,02002919
		-30	0,393258591	66,842589	23,157411	-30,91260767
		-45	0,281089439	73,6747634	16,3252366	-44,1109552
		-60	0,134907754	82,2467142	7,75328576	-55,65556775
		-72,009104	0	90	0	-63,95978828

DICIEMBRE DIA 356	DECLINACION	HORAS	COS θ_z	θ_z	α_s altitud	γ_s
	-23,44457137	67,3087969	0	90	0	57,82576163
		60	0,078306481	85,5087712	4,49122881	52,84251029
		45	0,220274506	77,2748435	12,7251565	41,68748849
		30	0,329210403	70,7791428	19,2208572	29,06509722
		15	0,39769037	66,5661284	23,4338716	14,99875706
		0	0,421047612	65,0992547	24,9007453	0
		-15	0,39769037	66,5661284	23,4338716	-14,99875706
		-30	0,329210403	70,7791428	19,2208572	-29,06509722
		-45	0,220274506	77,2748435	12,7251565	-41,68748849
		-60	0,078306481	85,5087712	4,49122881	-52,84251029
		-67,308796	0	90	0	-57,82576163

Con los cálculos obtenidos en la siguiente figura observamos la evolución de los ángulos de azimuth y altitud dependiendo de la época del año.

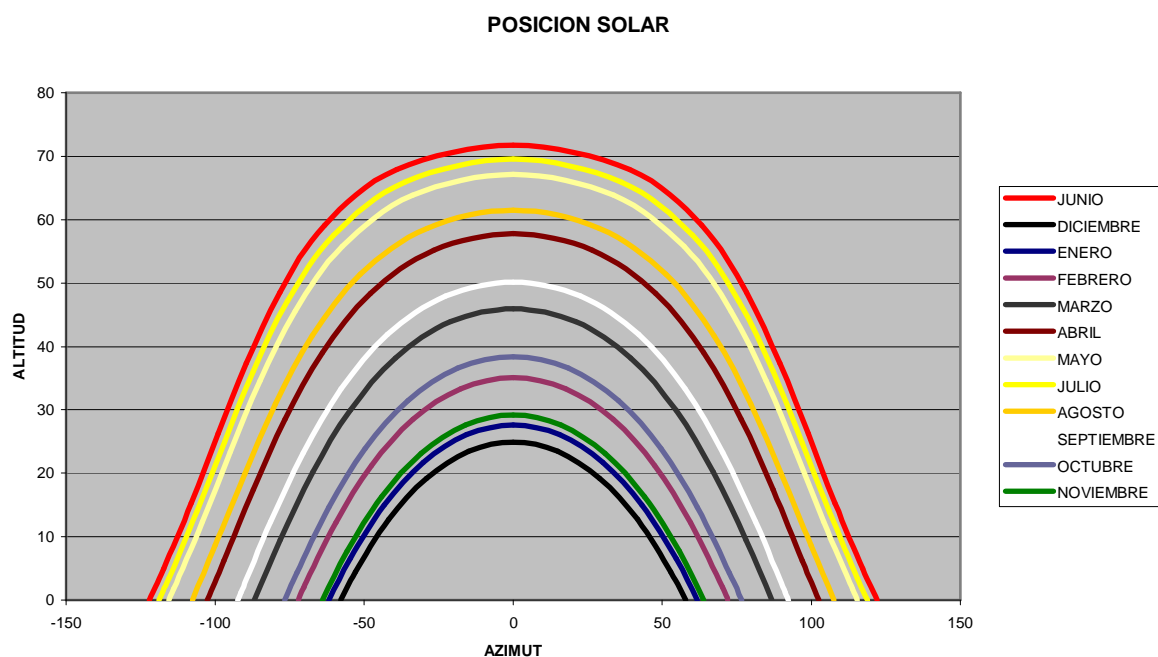


Figura 2. Azimut y altitud solar durante el año

1.2. Entradas analógicas

En la memoria se describen las entradas analógicas utilizadas para obtener información de sensores y control del teclado.

1.2.1. Cálculos teclado.

Para obtener los valores de tensión del teclado se realizan mediante la siguiente ecuación:

$$V_{AN1} = \frac{R_{AN1}}{\sum R_{SERIE}} \cdot V_{CC} \quad (1)$$

Mediante EXCEL se ha realizado una tabla de valores según las resistencias definidas.

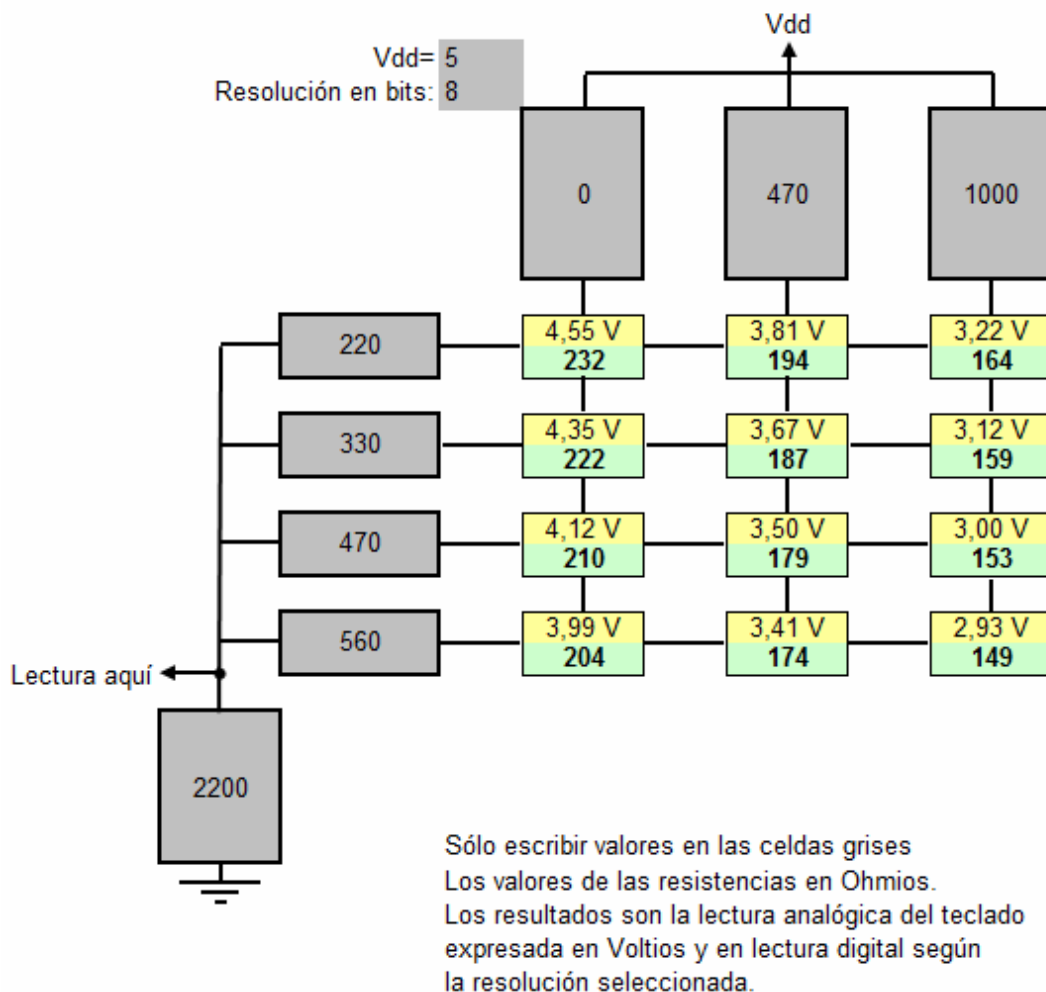


Figura 3. Gráfico en Excel del cálculo teclado.

Para saber el dato que nos da el convertidor analógico-digital del PIC según el voltaje de entrada tenemos la siguiente ecuación:

$$R_{A/D} = \frac{V_{AN1}}{Res} \quad (2)$$

Donde V_{AN1} es el valor de la entrada analógica 1 y Res es la resolución es decir como en nuestro caso la resolución escogida es de 8 bits es de una resolución de 0,0196V.

Ejemplo:

Si se desea saber el voltaje en el pin An1 del PIC al pulsar la tecla "5" del teclado la designación de valor seria la siguiente.

$$V_{AN1} = \frac{R_{AN1}}{\sum R_{SERIE}} \cdot V_{CC} \rightarrow V_{AN1} = \frac{2200\Omega}{330\Omega + 470\Omega + 2200\Omega} \cdot 5V \rightarrow V_{AN1} = 3,67V$$

El conversor A/D dará el valor:

$$R_{A/D} = \frac{V_{AN1}}{Res} \rightarrow R_{A/D} = \frac{3,67V}{0,02V} = 187_b$$