

CAPÍTULO 5

MEDIDAS EXPERIMENTALES

- 5.1 Datos Experimentales.
- 5.2 Datos Climáticos del Meteonorm.

5. MEDIDAS EXPERIMENTALES.

En este proyecto se tiene como objetivo la caracterización del comportamiento de una instalación fotovoltaica por medio de los parámetros globales de irradiación y de temperatura ambiente. Esto se consigue por medio de una metodología de cálculo que utiliza un parámetro llamado función de utilizabilidad.

En todo método de cálculo se necesita poseer una base de datos, en el caso que nos ocupa dicha base debe tener los datos de irradiación y de temperatura ambiente para poder caracterizar la instalación.

En este proyecto se han tomado dos bases de datos, la perteneciente a los datos experimentales de las cuatro instalaciones fotovoltaicas y los aportados por el programa Meteonorm.

En el caso de los datos experimentales, encontramos los datos de cuatro instalaciones fotovoltaicas que se distribuyen tres de ellas en la provincia de Sevilla, y la otra se encuentra en el Municipio de Larva (Jaén). Los datos recogidos pertenecen a una inclinación de los paneles de 30 ° orientación Sur para el caso de las instalaciones de Sevilla mientras que la instalación de Larva tiene una inclinación de 16° orientación Sur.

En el caso de los datos recogidos del programa Meteonorm se debe indicar que pertenecen a datos experimentales, pero medidos a lo largo de los últimos años y realizando una media entre ellos. Por lo tanto, son datos de un “año tipo”. La Base de Datos del Meteonorm pertenecen a la provincia de Sevilla y una inclinación de 30° y a la provincia de Jaén y una inclinación de 16°.

5.1 DATOS EXPERIMENTALES.

La base de datos consta de 4 instalaciones distribuidas tres de ellas en la provincia de Sevilla y la otra en el municipio de Larva (Jaén).

Las instalaciones de Sevilla son todas idénticas y constan de 2 inversores de 2500 W cada una. Los datos obtenidos en cada instalación son:

- o Energía (Wh)
- o Potencia en AC (W)
- o Tensión de red (V)
- o Corriente en AC (A)
- o Tensión en DC (V)
- o Corriente en DC (A)
- o Temperatura en módulos (°C) (sonda en parte trasera de los módulos)
- o Temperatura ambiente (°C) (sonda a la intemperie en la sombra)
- o Radiación (W/m^2) (célula calibrada)

Los datos se recogen cada 10 minutos.

Como ejemplo se incluye una tabla de datos experimentales:

Fecha	Energía [Wh]		Potencia en AC [W]		Tensión de red [V]		Corriente en AC [A]		Tensión en DC [V]		Corriente en DC [A]		Temp. [°C]	Temp. Amb. [°C]	Rad [W/m²]
	IG 0	IG 1	IG 0	IG 1	IG 0	IG 1	IG 0	IG 1	IG 0	IG 1	IG 0	IG 1	SC 1		
11/01/2004 10:50	504,31	451,13	987,84	1017,22	215	214	4,59	4,75	236	233	4,51	4,69	24	16	401
11/01/2004 11:00	691,29	643,75	1127,52	1159,6	216	215	5,22	5,39	232	233	5,27	5,39	26	16	451
11/01/2004 11:10	875,28	836,13	1107,62	1160,08	215	214	5,15	5,42	232	229	5,18	5,47	29	16	456
11/01/2004 11:20	1097,53	1063,12	1340,16	1368,81	218	217	6,15	6,31	231	231	6,24	6,39	30	16	534
11/01/2004 11:30	1335,8	1306,78	1436,83	1469,28	218	216	6,59	6,8	227	231	6,88	6,91	31	16	575
11/01/2004 11:40	1570,54	1549,45	1415,54	1463,36	218	216	6,49	6,77	229	228	6,71	6,95	31	17	567
11/01/2004 11:50	1835,61	1818,29	1598,41	1621,16	219	217	7,3	7,47	227	227	7,62	7,73	31	17	637
11/01/2004 12:00	2113,23	2099,2	1671,26	1691,1	220	218	7,6	7,76	224	225	8,06	8,12	35	17	671
11/01/2004 12:10	2393,6	2382,41	1690,71	1707,79	219	217	7,72	7,87	223	223	8,17	8,29	37	19	683
11/01/2004 12:20	2680,59	2671,55	1727,66	1740,63	220	219	7,85	7,95	221	221	8,54	8,62	40	20	707
11/01/2004 12:30	2976,7	2968,84	1785,59	1792,74	220	218	8,12	8,22	220	219	8,83	8,9	41	18	731
11/01/2004 12:40	3280,1	3274,55	1829,53	1843,44	220	219	8,32	8,42	220	219	9,07	9,14	42	19	754
11/01/2004 12:50	3588,31	3583,15	1858,58	1860,94	221	219	8,41	8,5	217	217	9,28	9,32	44	19	774
11/01/2004 13:00	3903,24	3899,19	1899,06	1905,76	221	219	8,59	8,7	216	215	9,56	9,6	45	20	795
11/01/2004 13:10	4226,55	4221,76	1949,59	1945,13	220	219	8,86	8,88	215	214	9,84	9,9	46	20	815
11/01/2004 13:20	4552,14	4547,78	1960,09	1965,93	221	219	8,87	8,98	214	212	10,03	10,08	48	20	829
11/01/2004 13:30	4880,94	4874,55	1982,74	1967,17	221	219	8,97	8,98	212	211	10,17	10,22	49	21	841
11/01/2004 13:40	5212,28	5205,47	1998	1995,53	221	220	9,04	9,07	212	210	10,28	10,33	49	20	852
11/01/2004 13:50	5548,4	5539,57	2026,88	2014,68	222	220	9,13	9,16	212	210	10,41	10,46	49	21	864
11/01/2004 14:00	5884,36	5877,08	2025,85	2035,2	222	221	9,13	9,21	211	211	10,48	10,51	50	21	871
11/01/2004 14:10	6222,19	6212,43	2037,2	2022,22	221	220	9,22	9,19	210	210	10,53	10,52	50	21	874
11/01/2004 14:20	6557,68	6548,94	2019,66	2029,21	221	219	9,14	9,27	209	208	10,55	10,6	51	21	880
11/01/2004 14:30	6892,78	6882,3	2020,71	2010,19	220	219	9,19	9,18	208	208	10,54	10,54	52	22	880
11/01/2004 14:40	7231,46	7220,47	2042,3	2035,83	221	219	9,24	9,3	209	209	10,66	10,61	51	22	888
11/01/2004 14:50	7568,58	7554,05	2032,84	2011,54	220	218	9,24	9,23	210	208	10,55	10,53	52	22	881
11/01/2004 15:00	7907,42	7891,23	2043,28	2033,23	220	219	9,29	9,28	212	211	10,5	10,5	49	22	878
11/01/2004 15:10	8240,91	8221,68	2010,98	1992,67	222	220	9,06	9,06	212	210	10,33	10,33	50	24	864

En la tabla anterior se indican los datos para IG0 e IG1 que son los dos inversores que existen en la instalación.

Para el **municipio de Larva** hay una instalación de contiene 3 inversores de 2500 W y 6 inversores de 850 W. Por lo que los datos obtenidos se dividen en dos grupos, los pertenecientes al subgrupo del inversor de 2500 W y otro para el inversor de 850 W.

Los datos aportados por esta base de datos están divididos para cada tipo de inversor Sunny Boy. Además, existe un inversor general, Sunny Boy Control Plus, que nos aporta una información general de la instalación.

Los datos experimentales se obtienen cada 15 minutos y se recogen los siguientes datos:

En cada inversor Sunny Boy se mide:

- o Intensidad media en continua a la salida del campo fotovoltaico (I_{pv})
- o Tensión media en continua de salida del campo fotovoltaico (V_{pv})
- o Intensidad media a la salida del inversor (I_{ac})
- o Tensión media a la salida del inversor (U_{ac})
- o Frecuencia media de la señal a la salida del inversor (F_{ac})
- o Potencia activa media generada a la salida del inversor (P_{ac})
- o Energía acumulada generada a la salida del inversor (E_{total})

En el Sunny Boy Control Plus se mide:

- o potencia activa media total generada por la instalación a la salida de inversores (PAC)
- o energía total acumulada generada por la instalación a la salida de inversores (ETOTAL)
- o energía total diaria generada por la instalación a la salida de inversores (ETODAY)
- o horas acumuladas de funcionamiento de la instalación (OPTIME)
- o encendido o apagado de la instalación (POWERON)
- o estado o modo de funcionamiento de la instalación (STATE)
- o detector del mal funcionamiento de la instalación (ERROR)
- o irradiancia global sobre el plano de los módulos fotovoltaicos (RGSi) (mediante célula calibrada)
- o temperatura ambiente (TAMB)
- o temperatura de los módulos fotovoltaicos (TMOD)

Como ejemplo se incluye una tabla de datos experimentales:

o Inversor Sunny Boy :

FECHA	V _{pv}	I _{ac}	U _{ac}	F _{ac}	P _{ac}	I _{pv}	E-Total
	V	mA	V	Hz	W	mA	kWh
01/03/04 10:45:00	160	400	220	49,98	87	618	585,4362
01/03/04 11:00:00	163	529	222	49,98	117	804	585,4664
01/03/04 11:15:00	154	338	221	49,98	74	555	585,4843
01/03/04 11:30:00	155	733	221	49,98	161	1134	585,5235
01/03/04 11:45:00	155	1194	220	49,99	263	1839	585,5902
01/03/04 12:00:00	158	950	220	49,97	209	1440	585,6431
01/03/04 12:15:00	161	878	220	49,97	193	1302	585,6917
01/03/04 12:30:00	160	903	220	49,98	198	1354	585,7415
01/03/04 12:45:00	156	431	219	49,98	94	684	585,7675
01/03/04 13:00:00	154	195	218	49,97	42	347	585,7778
01/03/04 13:15:00	149	315	217	49,98	68	536	585,7947
01/03/04 13:30:00	148	531	218	49,98	115	865	585,8236
01/03/04 13:45:00	160	523	218	49,98	114	788	585,8529
01/03/04 14:00:00	164	455	218	49,95	99	672	585,8775
01/03/04 14:15:00	159	556	218	49,95	121	841	585,9081
01/03/04 14:30:00	160	393	218	49,97	85	602	585,93
01/03/04 14:45:00	157	256	219	49,99	55	423	585,9441
01/03/04 15:00:00	151	269	222	49,99	59	466	585,9593
01/03/04 15:15:00	150	219	225	49,97	49	403	585,972
01/03/04 15:30:00	146	154	230	49,99	35	316	585,981
01/03/04 15:45:00	147	168	231	49,99	38	333	585,9901
01/03/04 16:00:00	154	444	229	49,97	101	734	586,0153
01/03/04 16:15:00	163	981	229	49,98	225	1489	586,0681
01/03/04 16:30:00	163	710	227	49,98	162	1097	586,1123
01/03/04 16:45:00	164	652	224	49,96	146	973	586,1473
01/03/04 17:00:00	157	287	223	49,98	63	477	586,1651

Para el Inversor Sunny Boy Control Plus:

FECHA	Pac	E-Total	E-today	Operating Time	Power On	Mode	Error	+RAD	+Tamb	+Tmod
	kW	kWh	kWh	h		---	---	w/m2	°C	°C
01/03/04 9:00:00	0,006	17508,92	0	7556,991	45	Error	DevOffline	14,19219	3,829412	2,741176
01/03/04 9:15:00	0,014	17508,93	0,006	7557,243	45	Error	DevOffline	21,62425	3,913793	2,913793
01/03/04 9:30:00	0,066	17508,97	0,048	7557,493	45	Error	DevOffline	35,92721	4,055932	3,216949
01/03/04 9:45:00	0,111	17509,03	0,109	7557,742	45	Error	DevOffline	46,83194	3,947458	3,561017
01/03/04 10:00:00	0,755	17509,25	0,325	7557,992	45	Error	DevOffline	105,6721	4,484746	4,347458
01/03/04 10:15:00	1,687	17509,72	0,799	7558,242	45	Error	DevOffline	178,2405	5,871187	7,327119
01/03/04 10:30:00	1,441	17510,11	1,187	7558,49	45	Error	DevOffline	159,9037	5,728814	7,198305
01/03/04 10:45:00	1,3	17510,49	1,567	7558,74	45	Error	DevOffline	145,1693	5,788136	7,205085
01/03/04 11:00:00	1,669	17510,96	2,038	7558,993	45	Error	DevOffline	171,6317	5,765	7,08
01/03/04 11:15:00	1,165	17511,29	2,371	7559,242	45	Error	DevOffline	135,5627	5,357627	6,269492
01/03/04 11:30:00	2,278	17511,86	2,938	7559,491	45	Error	DevOffline	210,76	5,745763	7,038983
01/03/04 11:45:00	3,68	17512,83	3,909	7559,74	45	Error	DevOffline	310,9797	7,142373	9,422034
01/03/04 12:00:00	2,905	17513,61	4,686	7559,993	45	Error	DevOffline	253,8093	7,03	8,891666
01/03/04 12:15:00	2,656	17514,31	5,385	7560,243	45	Error	DevOffline	236,5938	7,033898	8,750848
01/03/04 12:30:00	2,765	17515,03	6,108	7560,493	45	Error	DevOffline	248,8941	7,277966	9,005085
01/03/04 12:45:00	1,372	17515,44	6,521	7560,743	45	Error	DevOffline	150,3296	6,362712	7,645763
01/03/04 13:00:00	0,734	17515,67	6,751	7560,992	45	Error	DevOffline	104,309	5,659322	6,125424
01/03/04 13:15:00	1,087	17515,98	7,059	7561,24	45	Error	DevOffline	129,4154	5,960345	6,432759
01/03/04 13:30:00	1,701	17516,46	7,534	7561,493	45	Error	DevOffline	174,5358	6,33	6,776667
01/03/04 13:45:00	1,648	17516,92	7,993	7561,743	45	Error	DevOffline	167,9848	6,361017	6,905085
01/03/04 14:00:00	1,452	17517,32	8,393	7561,992	45	Error	DevOffline	153,2829	6,142373	6,555933
01/03/04 14:15:00	1,739	17517,8	8,873	7562,242	45	Error	DevOffline	174,1512	6,286441	6,832203
01/03/04 14:30:00	1,3	17518,17	9,247	7562,492	45	Error	DevOffline	142,151	6,127119	6,732203
01/03/04 14:45:00	0,916	17518,45	9,53	7562,742	45	Error	DevOffline	116,4794	5,786441	6,232203
01/03/04 15:00:00	1	17518,76	9,834	7562,992	45	Error	DevOffline	122,3213	6,125424	6,591526
01/03/04 15:15:00	0,861	17519,03	10,107	7563,241	45	Error	DevOffline	113,1366	6,125424	6,694915
01/03/04 15:30:00	0,67	17519,25	10,329	7563,491	45	Error	DevOffline	100,5767	6,215254	6,811864
01/03/04 15:45:00	0,707	17519,47	10,549	7563,741	45	Error	DevOffline	103,0108	6,10678	6,538983
01/03/04 16:00:00	1,505	17519,89	10,969	7563,99	45	Error	DevOffline	160,5852	6,720339	7,649153
01/03/04 16:15:00	3,066	17520,66	11,741	7564,243	45	Error	DevOffline	277,3243	7,944068	9,515254

5.2 DATOS CLIMÁTICOS DEL METEONORM.

A continuación se expondrán la base de datos de **Meteonorm**.

Los datos necesarios para la metodología de cálculo que se va a emplear en este proyecto son la irradiancia y la temperatura ambiente.

Por tanto, los datos que se necesitan del Meteonorm se resumen en la siguiente tabla 5.1:

ENERO 2004				
mes	día	hora	Irrad (W)	t amb (°C)
1	1	1	0	9,9
1	1	2	0	9,2
1	1	3	0	8,5
1	1	4	0	7,8
1	1	5	0	7,1
1	1	6	0	6,3
1	1	7	0	5,6
1	1	8	48	7
1	1	9	307	10,3
1	1	10	531	13,8
1	1	11	594	16,3
1	1	12	559	17,9
1	1	13	613	19
1	1	14	578	19,6
1	1	15	453	19,3
1	1	16	285	17,9
1	1	17	55	15,9
1	1	18	0	14,9
1	1	19	0	13,9
1	1	20	0	12,9
1	1	21	0	11,9
1	1	22	0	10,9
1	1	23	0	9,8
1	1	24	0	8,8

Tabla 5.1 Datos del Meteonorm.

Como se puede comprobar en la tabla, los datos aportados por el Meteonorm pertenecen a valores horarios de irradiación y temperatura ambiente.