



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DESTINADO A CUBRIR LA DEMANDA DE UNA VIVIENDA CON UN PUNTO DE RECARGA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO

Alumno: Ivan Carter Sanderson

Tutor: Prof. D. Emilio Muñoz Cerón
Dpto: Departamento de Ingeniería Gráfica,
Diseño y Proyectos

SEPTIEMBRE, 2019

Agradecimientos

Quiero agradecer a quien ha hecho posible que realice este proyecto, mi madre, mi hermana y mi pareja, Isa.

Quiero agradecer especialmente a dos referentes en mi educación y desarrollo como profesional, a D. Diego Martínez Fernández y a D. José Moreno Comba. Sin ellos hubiese sido imposible llegar hasta aquí.

Índice

1. MEMORIA	4
2. ANEXO 1. ESTUDIO SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	13
3. ANEXO 2. CÁLCULO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	63
4. ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS	93
5. PLANOS.....	102
6. PLIEGO DE CONDICIONES.....	111
7. MEDICIONES.....	125
8. PRESUPUESTO	128

MEMORIA

Memoria

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETO	6
3. ALCANCE	6
4. ANTECEDENTES	7
5. NORMAS REFERENCIAS	7
5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	7
5.2 Programas de cálculo.....	8
5.3 Otras referencias	8
5.4 Emplazamiento.....	9
5.5 Datos de partida	9
5.5.1 Localización.....	9
6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	10
7. REQUISITOS DE DISEÑO	10
8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	11
9. RESULTADOS FINALES	11
10. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	12

1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se realizará el estudio y diseño de un sistema de energía fotovoltaica para el consumo de energía eléctrica de una vivienda en un entorno rural con un punto de recarga para el vehículo eléctrico.

A pesar de ser un estudio técnico, se realiza la redacción del presente proyecto siguiendo la norma UNE 157001, Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

2. OBJETO

El objeto del presente proyecto es la realización del Trabajo Final de Grado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Jaén.

Se pretende realizar el estudio y viabilidad de un sistema fotovoltaico conectada a la red eléctrica (on-grid) o aislado (off-grid o autónomo) teniendo como datos de partida las condiciones iniciales de la vivienda, los patrones reales de consumo de la vivienda y el impacto del nuevo Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de autoconsumo de energía eléctrica.

Se intentará optimizar al máximo los recursos técnicos y económicos para el diseño y dimensionamiento de la instalación. Se intentará a su vez respetar al máximo la estética del entorno rural en el que se sitúa la vivienda.

3. ALCANCE

La instalación fotovoltaica está diseñada para cubrir parte de la demanda eléctrica de la vivienda en un entorno rural, teniendo en cuenta el aumento de consumo de energía eléctrica debido a la carga del vehículo eléctrico.

4. ANTECEDENTES

Se pretende realizar el estudio y dimensionamiento de la instalación de la planta fotovoltaica y el punto de recarga para el vehículo eléctrico en una vivienda rural que está conectada a la red eléctrica.

La vivienda se sitúa en el término municipal de Béznar, en la provincia de Granada.

5. NORMAS REFERENCIAS

5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

A continuación se detallan las disposiciones legales y normativas aplicadas en el presente proyecto:

- Norma UNE 157001. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de Instalaciones Fotovoltaicas a la Red de Baja Tensión.

- IDEA, octubre 2002, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Especificaciones Técnicas, Procedimientos y Normas particulares de la compañía suministradora.

5.2 Programas de cálculo

Se han utilizado para el desarrollo del presente proyecto los siguientes programas:

- SAM (System Advisory Model). Programa de uso libre y gratuito para el diseño y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos conectados a red.
- Autocad. Programa de diseño empleado para la realización de planos.

5.3 Otras referencias

- Guía solar: cómo disponer de energía solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica. 2ª ed. Madrid: Greenpeace, 2005. 100 p. ISBN 84-95693-23-2.
- Manual de energía solar fotovoltaica. Madrid: IDAE, 1996. 139 p. Manuales de energías renovables; 6. ISBN 84-8036-417-3.
- Energía solar fotovoltaica. CASTRO GIL, Manuel... [et al.]. Madrid: PROGENSA, 2000. 68 p. Monografías técnicas de energías renovables ; 7. ISBN 84-86505-89-5.
- Edificios fotovoltaicos: técnicas y programas de simulación. F. J. Argul [et al.]. Madrid: PROGENSA, 2004. ISBN 84-95693-12-7

5.4 Emplazamiento

La vivienda en la que se proyecta la instalación está ubicada en el término municipal de Béznar, en la provincia de Granada. Tanto la localización exacta como la orientación de la vivienda se puede consultar en el anexo de planos en los planos 1 y 2.

5.5 Datos de partida

La vivienda está conectada a la red eléctrica. La empresa suministradora es Endesa y las características del contrato del suministro eléctrico son las siguientes:

- Suministro monofásico 230 V.
- Potencia contratada de 4,4 kW.
- PVPC con discriminación horaria.

La vivienda tiene acondicionada la cubierta para instalación de la planta fotovoltaica. Cualquier modificación estructural que sea necesaria para dicha instalación no será objeto del presente proyecto. También se encuentra en la vivienda una zona correctamente acondicionada para la instalación del inversor, baterías, cuadros y demás apartamentada necesaria. Se parte de los planos ya modificados para cubrir las necesidades de la instalación a diseñar.

5.5.1 Localización

La localización de la planta fotovoltaica tendrá lugar en la cubierta de la vivienda con coordenadas 36.927591, -3.538079 y 524 metros de elevación sobre el nivel del mar.

6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- Wh/m²/día: watios hora por metro cuadrado y día.
- °C: grados centígrados.
- t: temperatura.
- m s. n. m.: metros sobre el nivel del mar.
- H: irradiación en un plano horizontal.
- DNI: irradiación normal directa.
- I_{opt}: irradiancia óptima.
- T: temperatura media en 24 horas.
- N: días de grado de calentamiento.
- Wh: watios hora.
- kWh: kilowatios hora.
- V: voltios.
- mA: miliamperios.
- A: amperios.
- kA: kiloamperios.
- W: watios.
- kW: kilowatios.
- MW: megawatios.
- Km: kilómetros.
- mm²: milímetros cuadrados.
- DC: corriente continua.

7. REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño vienen definidos por las características de emplazamiento de la vivienda, el deseo de cubrir una parte de la demanda y el consumo experimental al que se añade el consumo de la recarga de un vehículo eléctrico.

8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En cuanto a las soluciones posibles cabe destacar dos grandes bloques, la opción de hacer la instalación aislada o de hacerla conectada a red. Por las características de la vivienda, patrones de consumo y tendencia del sistema eléctrico de potencia, se opta por la opción conectada a red. La elección de la opción conectada a red se justifica debidamente en el anexo número 1 en el apartado 5, teniendo en cuenta los modelos de consumo experimentales de la vivienda y la planificación futura de la incorporación de un vehículo eléctrico, entre otros.

Una vez decidida la conexión a red existía la posibilidad de hacerla con o sin excedentes. Con el fin de poder reducir al mínimo los costes de instalación, se opta por realizar el diseño sin excedentes, lo que implica una potencia solar fotovoltaica instalada menor y con ello un menor coste en el presupuesto de ejecución.

9. RESULTADOS FINALES

Tras las consideraciones establecidas en los anexos se opta por una vivienda conectada a red sin excedentes con una potencia instalada de 3,45 kWp de energía solar fotovoltaica.

El sistema fotovoltaico constará de dos ramas en paralelo con 5 módulos fotovoltaicos cada una de 345 W, un inversor, un gestor de batería, una batería de fosfato de hierro y litio, escogida por ser una de las cuales el fabricante del inversor autoriza a instalar, un inhibidor de inyección de energía a la red eléctrica y sus debidas protecciones que se detallan en el anexo correspondiente.

10. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

El orden de prioridad entre los documentos es el establecido por la norma Une 157001, donde se detalla el orden de prioridad que ha de haber entre los documentos que componen en proyecto.

ANEXO 1. ESTUDIO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Anexo 1. Estudio del sistema fotovoltaico

1. ESTUDIO DEL CONSUMO EXPERIMENTAL	15
1.1. Enero.....	16
1.1. Febrero.....	18
1.2. Marzo	20
1.3. Abril	22
1.4. Mayo	24
1.5. Junio.....	26
1.6. Julio.....	28
1.7. Agosto	30
1.8. Septiembre.....	32
1.9. Octubre	34
1.10. Noviembre.....	36
1.11. Diciembre	38
1.12. Conclusiones.....	40
2. RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO	41
2.1. El vehículo eléctrico	41
2.2. Tipos de recarga	42
2.2.1. Convencional.....	42
2.2.2. Semi-rápida	42
2.2.3. Rápida	43
2.3. Modos de recarga	43
2.3.1. Modo 1.....	43
2.3.2. Modo 2.....	43
2.3.3. Modo 3.....	43
2.3.4. Modo 4.....	44
3. IMPLEMENTACIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA VIVIENDA OBJETO DEL PROYETO	44
3.1. Antecedentes, uso y planificación.....	44
3.2. Modificación del consumo provocado por el vehículo eléctrico	45
3.2.1. Curvas de consumo.....	46
4. RD 244/2019	58
5. DECISIÓN ON-GRID VS OFF-GRID	61

1. ESTUDIO DEL CONSUMO EXPERIMENTAL

En este apartado se va a realizar el estudio de consumo experimental de la vivienda del año natural anterior. Estos datos son obtenidos a través de la página web de Endesa en el área de clientes. Los datos se exportan de dicha web en formato Excel donde nos muestra el precio y el consumo por horas para cada día. En el caso de tener discriminación horaria nos muestra el precio de cada zona horaria.

Los datos de consumo de energía se han pasado a una tabla como a continuación se muestra. En el eje x se muestra el consumo en Wh de cada día y en el eje y la hora del día.

Hay algunos datos que no aparecen en la hoja Excel descargada de la compañía suministradora. Para estos casos se hace la media de consumo a la hora en la que falta el dato.

Se hace, a partir de la tabla de datos la media de consumo en Wh de cada hora del día lectivo y no lectivo, la mediana y el total para cada mes.

Teniendo los datos de consumo de cada mes se puede dimensionar la instalación fotovoltaica una vez le añadamos el consumo previsto por el punto de recarga del vehículo eléctrico.

Con estos datos experimentales podemos analizar los hábitos de consumo de los residentes en la vivienda como pueden ser horario de mayor consumo por el uso de aires acondicionados, horario de las comidas así como los horarios de menor consumo que coinciden con el horario de la jornada laboral o las horas de sueño.

Todo ello hace que estos datos sean de gran relevancia a la hora de amortizar la instalación y dimensionar el sistema fotovoltaico.

1.1. Enero

Tabla de consumo de energía del mes de enero:

CONSUMO DIARIO [Wh]																																
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	72	169	110	290	635	292	292	134	199	215	129	249	161	240	455	69	57	763	129	210	626	118	130	141	157	98	209	175	163	174	279	
2	77	118	118	127	322	133	126	412	120	103	154	254	89	128	334	71	59	553	104	136	145	102	144	117	123	75	78	128	90	102	109	
3	205	76	107	94	77	86	104	86	89	169	98	120	78	88	216	59	68	188	88	99	99	121	112	107	96	78	76	84	87	171	73	
4	136	76	180	84	73	80	92	86	78	90	80	87	75	77	128	58	64	80	86	86	93	94	101	163	84	108	75	80	84	104	79	
5	75	74	87	77	73	76	83	158	76	87	75	81	75	75	91	58	56	91	90	86	91	94	181	170	75	91	89	80	78	85	82	
6	86	84	83	75	84	76	78	89	76	83	78	74	77	74	165	63	57	182	103	84	80	82	122	112	138	89	81	83	74	86	82	
7	84	83	73	78	84	81	78	86	81	73	84	72	84	75	112	70	56	339	92	82	77	81	95	89	130	82	81	86	73	82	89	
8	72	70	70	83	229	157	171	144	84	70	796	671	701	83	81	62	57	172	95	88	78	76	92	76	85	127	72	82	82	75	141	
9	72	69	69	127	438	102	175	166	256	70	779	427	509	247	713	57	67	130	105	179	86	86	98	77	82	212	478	80	687	70	147	
10	70	182	499	219	107	75	406	165	971	190	389	498	497	429	927	56	63	134	262	135	175	820	128	81	207	327	547	172	652	618	161	
11	89	298	668	222	74	966	73	255	781	266	137	123	111	153	577	55	54	416	156	268	293	1256	710	220	172	505	532	301	303	478	240	
12	259	282	719	104	81	720	71	233	385	218	86	74	102	71	88	65	54	224	90	237	336	1050	590	496	144	161	192	328	164	559	151	
13	253	269	204	213	141	687	96	245	258	182	82	83	90	71	280	141	54	217	114	218	296	684	679	179	198	194	128	153	198	185	155	
14	282	120	282	290	97	261	106	136	114	172	97	175	94	81	181	176	55	160	142	245	149	211	577	99	219	142	71	304	303	509	266	
15	209	130	119	609	107	144	182	165	82	900	530	525	318	327	210	166	132	245	263	1075	88	190	352	74	839	259	173	663	218	211	198	
16	430	128	82	118	494	150	1067	353	75	1151	149	231	116	239	152	57	250	269	810	794	746	174	255	88	1534	729	331	269	349	69	551	
17	150	104	78	113	169	202	98	119	75	539	195	282	116	148	71	65	374	977	587	570	558	469	95	121	385	217	194	197	204	135	153	
18	272	102	73	103	205	207	162	178	74	199	242	208	111	110	62	74	263	984	640	664	277	105	153	189	454	223	279	243	220	110	172	
19	260	104	242	103	297	529	229	298	86	309	472	235	334	272	58	184	250	585	253	219	280	272	261	452	70	201	175	268	279	108	185	
20	323	111	213	103	84	497	87	245	85	317	193	135	357	217	128	205	315	423	1297	249	350	456	316	991	479	244	532	254	179	148	975	
21	631	177	179	113	110	227	102	214	76	313	257	148	168	176	101	71	1766	373	1449	302	326	334	297	2548	725	202	783	297	165	260	689	
22	352	175	262	163	72	481	206	158	105	290	185	257	95	227	61	70	1888	559	1589	287	335	265	311	1099	628	199	657	321	224	349	303	
23	87	105	328	1000	71	1403	1192	78	249	650	512	259	1035	1497	59	61	1800	1559	612	312	467	1113	639	293	238	203	239	239	841	316	1497	
24	72	106	429	998	259	340	661	77	196	1004	253	339	363	894	60	56	642	513	458	280	332	246	347	167	146	319	616	263	229	300	334	

Tabla 1.1

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	230,32	275,63	174,00
2	153,26	120,38	120,00
3	106,42	89,25	94,00
4	92,29	82,25	84,00
5	89,03	81,88	82,00
6	90,32	79,13	83,00
7	91,35	80,50	82,00
8	159,42	179,00	83,00
9	221,29	232,00	127,00
10	327,81	304,50	207,00
11	346,84	337,13	266,00
12	268,84	257,13	192,00
13	224,10	217,38	194,00
14	197,29	163,88	172,00
15	313,00	371,25	210,00
16	393,87	464,00	255,00
17	250,32	260,38	169,00
18	237,35	256,63	199,00
19	253,87	288,25	253,00
20	338,97	317,88	249,00
21	438,03	297,63	257,00
22	392,68	326,13	265,00
23	611,42	798,00	328,00
24	364,48	468,63	319,00

Tabla 1.2

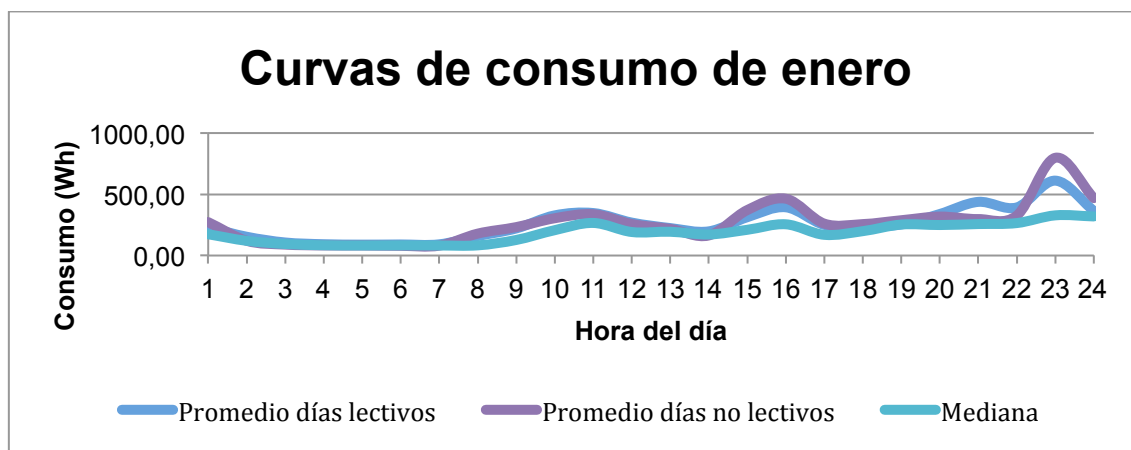


Gráfico 1.1

1.2. Febrero

Tabla de consumo de energía diario del mes de febrero:

CONSUMO DIARIO [Wh]																												
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	158	194	117	119	217	237	142	1237	79	111	126	151	129	650	161	604	280	225	229	145	140	98	101	150	77	218	58	59
2	111	104	181	97	84	84	89	90	78	93	98	85	90	105	151	190	149	133	92	108	84	95	89	82	78	90	57	66
3	86	85	139	178	90	84	81	81	81	91	82	87	87	84	149	112	101	96	173	86	88	111	83	80	88	82	58	59
4	77	83	105	121	200	90	75	158	173	79	79	87	84	90	98	109	94	84	112	84	85	156	131	78	87	76	62	54
5	73	80	91	93	143	90	75	89	114	87	90	82	83	87	103	87	85	82	88	151	74	96	137	80	83	77	136	53
6	72	92	86	86	101	169	84	76	482	79	99	86	87	88	112	89	89	80	84	126	80	81	91	136	76	75	85	55
7	72	100	84	91	108	92	86	195	85	166	106	92	81	84	93	100	92	86	84	79	74	74	87	117	75	85	60	123
8	164	219	1068	180	191	90	82	129	779	992	342	176	714	78	85	176	910	722	881	76	80	185	190	212	172	777	65	89
9	105	87	524	117	88	434	225	95	597	512	97	147	506	233	174	94	598	645	426	100	581	91	173	75	237	702	67	55
10	123	88	139	78	160	187	402	303	1058	135	266	281	1057	247	157	183	156	264	510	187	635	157	115	132	209	127	63	56
11	184	219	239	144	242	142	336	169	247	259	177	484	447	260	248	247	142	142	277	144	692	217	135	100	160	139	55	63
12	86	132	137	202	137	408	248	77	171	207	148	180	466	282	219	112	274	175	221	176	505	197	154	111	95	155	54	60
13	81	146	127	169	115	380	211	102	118	115	168	155	363	181	89	184	231	174	97	240	396	115	108	91	158	229	55	52
14	108	92	122	92	113	155	303	175	83	98	716	95	150	160	85	163	180	97	79	76	100	202	81	80	186	741	63	52
15	248	169	160	232	85	86	107	457	74	436	792	445	94	959	829	182	162	382	133	76	91	309	776	160	202	346	66	52
16	198	102	377	463	235	81	100	136	272	148	121	134	92	791	242	314	281	328	322	78	104	95	104	267	342	190	56	57
17	190	181	217	171	242	83	89	217	168	194	109	122	95	227	199	238	210	121	124	86	100	142	149	126	183	288	53	64
18	187	304	280	180	376	120	140	89	356	172	117	327	127	172	160	329	245	204	83	84	88	144	127	226	180	202	52	58
19	128	209	1187	263	215	182	328	123	320	163	234	220	216	312	137	227	171	309	196	75	86	166	79	223	282	69	55	51
20	176	622	739	245	183	222	233	236	366	200	325	302	279	229	160	264	231	311	342	138	159	195	95	180	319	58	64	51
21	453	569	241	233	212	253	170	464	312	319	233	258	232	177	261	381	317	293	307	122	292	199	182	306	268	58	62	51
22	568	502	216	586	780	303	110	260	491	256	221	311	240	1272	272	346	334	343	281	227	330	201	402	843	408	62	52	60
23	659	453	234	223	1461	239	832	658	645	173	2254	771	89	1905	777	658	1034	640	883	976	1098	2460	1089	1158	471	69	53	62
24	1005	162	546	176	821	351	829	174	507	891	1115	336	151	1022	1065	627	734	692	734	973	222	1374	1209	662	754	68	54	51

Tabla 1.3

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	228,80	204,50	147,50
2	94,35	120,75	91,00
3	96,50	96,50	86,50
4	97,95	106,50	87,00
5	92,40	95,13	87,00
6	90,10	143,00	86,00
7	92,00	103,88	86,50
8	263,90	568,25	182,50
9	256,25	332,50	173,50
10	273,45	250,75	171,50
11	236,10	198,50	200,50
12	204,55	162,25	173,00
13	176,50	140,00	150,50
14	187,40	112,38	104,00
15	299,55	264,88	175,50
16	208,25	233,13	169,00
17	145,25	185,38	158,50
18	154,50	254,88	172,00
19	182,35	322,38	202,50
20	211,35	337,13	230,00
21	229,90	328,38	255,50
22	344,35	423,75	307,00
23	829,00	680,50	658,50
24	598,35	667,25	677,00

Tabla 1.4

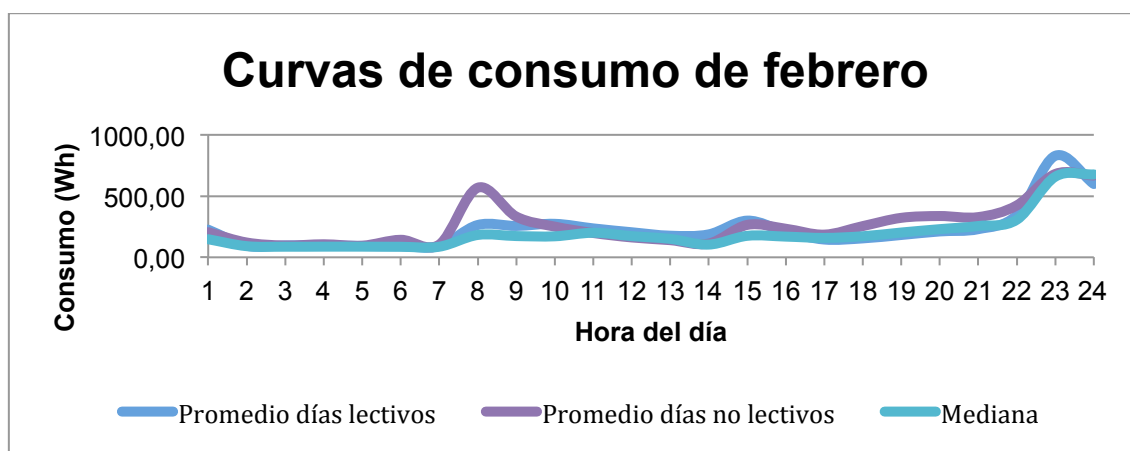


Gráfico 1.2

1.3. Marzo

Tabla de consumo de energía diario del mes de marzo:

CONSUMO DIARIO [Wh]																															
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	182	93	205	207	174	608	202	165	185	98	128	92	211	206	162	110	104	120	354	105	77	198	94	118	106	96	115	122	146	110	141
2	89	77	188	189	85	73	186	88	128	88	93	78	110	147	90	77	75	84	166	81	83	93	77	78	76	104	76	172	97	72	93
3	164	72	176	178	86	76	175	74	92	160	89	76	175	127	86	161	75	80	104	84	173	91	77	83	79	119	80	94	82	83	80
4	107	73	170	171	79	82	168	75	85	92	85	85	167	128	85	86	74	82	75	83	83	89	77	83	83	110	87	86	117	81	76
5	106	78	168	169	70	82	165	73	75	92	82	83	123	102	81	76	85	72	78	165	78	94	84	71	82	76	85	87	140	77	73
6	94	83	175	177	70	72	172	86	75	82	92	82	99	77	81	79	160	70	82	101	73	168	88	71	163	74	74	74	88	71	79
7	102	80	180	179	70	67	178	82	86	72	142	81	94	74	73	78	96	69	84	81	71	90	359	75	86	81	80	70	83	70	84
8	1457	824	137	135	80	667	143	946	1005	394	225	76	96	709	230	952	139	221	228	83	70	566	745	75	80	83	86	683	703	729	672
9	664	674	113	114	155	93	112	513	695	718	162	92	93	611	111	492	278	189	140	194	264	225	621	143	111	147	95	507	702	434	408
10	183	429	108	108	224	449	106	132	478	570	184	356	300	274	218	67	157	253	230	133	227	668	576	436	154	289	181	629	233	525	431
11	622	236	101	102	279	577	100	109	160	241	125	840	273	130	415	88	200	369	201	197	692	316	110	1036	212	195	164	86	89	89	84
12	220	145	89	89	278	467	89	152	263	575	140	692	228	183	107	142	121	506	160	134	845	170	93	1150	116	155	340	460	125	140	121
13	161	71	157	156	256	95	159	679	189	118	187	199	602	126	100	103	134	186	129	131	178	149	82	540	101	138	224	72	81	113	98
14	67	79	158	159	81	182	157	107	104	76	80	194	225	82	148	72	107	163	142	141	196	136	84	116	89	87	97	84	69	94	220
15	368	182	152	153	1752	219	150	245	486	74	435	132	104	1262	410	244	78	361	82	314	149	776	378	172	157	122	841	570	321	757	708
16	115	155	143	144	236	373	141	215	245	83	177	152	103	515	137	274	93	2046	160	570	261	107	427	103	192	86	224	165	97	82	119
17	86	105	139	139	188	211	137	205	185	150	81	138	108	75	122	228	130	129	86	110	523	74	218	101	131	111	144	96	203	102	100
18	129	219	140	139	97	158	137	201	194	139	129	131	198	95	106	177	148	121	84	253	130	176	136	97	285	140	142	82	197	86	97
19	240	207	148	146	202	165	145	235	128	530	171	200	187	99	149	137	157	177	82	187	147	284	275	87	300	88	183	85	166	76	96
20	258	157	282	275	363	160	261	237	156	250	84	161	173	232	184	127	338	217	201	98	267	287	188	86	254	98	305	122	149	81	182
21	263	256	393	387	298	324	363	233	259	338	88	336	302	235	249	146	799	184	591	93	301	89	70	259	296	352	382	156	160	81	215
22	356	253	406	396	358	270	400	339	294	258	313	393	344	247	288	228	104	234	354	244	310	85	75	279	980	868	1342	205	196	380	209
23	1085	1062	215	214	2388	840	208	852	520	526	1069	386	2275	1487	530	1786	90	802	1437	1425	1165	76	81	384	182	1794	1823	491	426	259	198
24	221	824	219	219	887	249	213	556	787	771	238	1077	1605	974	273	145	133	1089	166	920	1522	747	117	704	195	102	616	307	566	988	134

Tabla 1.5

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	175,09	125,88	128,00
2	105,43	98,50	88,00
3	106,74	112,00	86,00
4	99,30	92,50	85,00
5	97,52	91,13	82,00
6	96,48	101,63	82,00
7	90,91	128,25	81,00
8	389,91	533,88	228,00
9	266,78	466,75	194,00
10	282,04	352,63	233,00
11	272,43	271,50	197,00
12	257,26	322,25	155,00
13	187,83	174,25	138,00
14	130,43	99,50	107,00
15	451,65	220,75	245,00
16	279,00	190,38	155,00
17	143,43	157,00	130,00
18	144,04	156,25	139,00
19	165,65	208,63	165,00
20	202,13	198,00	188,00
21	259,91	315,00	259,00
22	396,13	237,13	294,00
23	930,96	583,00	530,00
24	602,78	462,50	556,00

Tabla 1.6

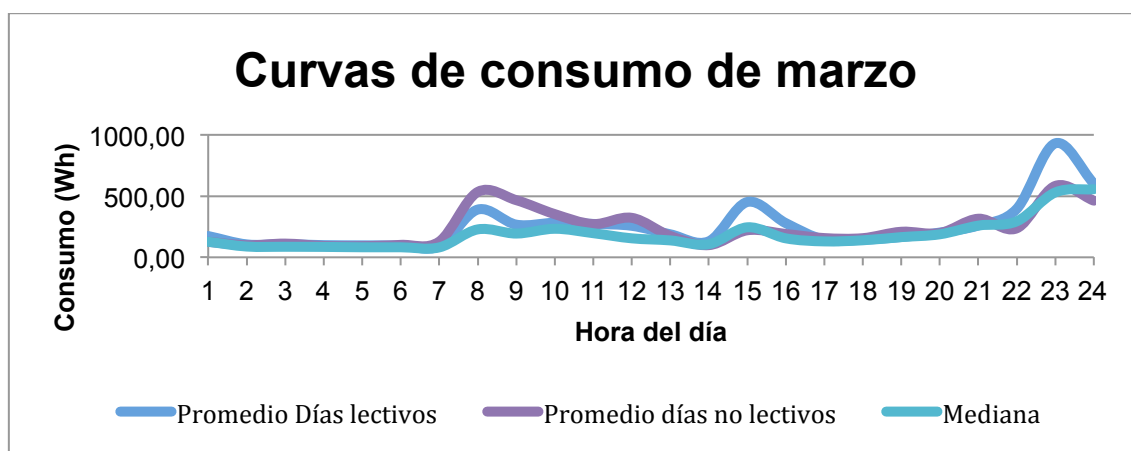


Gráfico 1.3

1.4. Abril

Tabla de consumo de energía diario del mes de abril:

CONSUMO DIARIO [Wh]																															
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	80	708	130	133	101	126	641	229	116	114	231	107	156	143	187	177	147	103	130	187	144	130	143	154	125	134	188	252	158	110	
2	74	74	90	94	81	84	84	126	72	82	106	88	98	81	88	77	89	73	88	126	93	80	81	107	129	89	71	141	78	77	
3	151	75	89	81	157	84	83	124	71	86	76	79	166	72	80	72	82	84	86	81	98	73	82	94	139	82	72	87	74	161	
4	126	84	78	77	85	77	74	117	145	88	82	74	88	71	71	70	83	84	76	78	156	72	79	171	91	74	83	87	76	113	
5	90	82	73	75	82	109	74	177	121	169	83	73	86	71	70	70	84	82	74	77	90	72	71	115	86	148	84	72	85	75	
6	92	86	72	76	81	141	73	123	72	107	81	72	85	74	78	150	73	74	75	87	87	81	70	90	77	124	72	72	85	86	
7	84	149	71	83	75	85	78	897	72	77	76	357	73	81	83	107	129	73	74	86	73	154	70	88	74	76	71	73	78	87	
8	203	86	79	1002	198	187	381	117	71	1030	988	730	246	381	180	70	132	730	466	663	662	225	74	94	840	686	791	222	997	82	
9	87	81	86	575	89	72	755	860	120	614	598	475	184	700	69	362	126	438	240	612	502	76	157	188	573	403	518	129	490	72	
10	81	438	933	89	76	207	504	710	141	116	85	75	142	533	270	798	193	479	591	393	724	130	166	983	135	488	533	107	161	220	
11	127	752	2525	72	130	441	131	116	322	649	124	513	138	136	205	596	469	429	112	92	98	90	272	731	110	93	97	96	108	781	
12	700	736	457	70	108	264	131	160	846	102	923	169	90	80	205	363	993	127	167	228	85	73	256	105	319	248	101	87	97	449	
13	96	98	111	138	582	520	108	123	536	105	148	116	71	578	230	134	2569	78	376	149	72	78	251	82	78	128	103	84	687	184	
14	85	130	86	972	595	86	78	542	156	78	78	74	92	67	67	222	1152	74	90	381	72	142	176	153	72	76	102	227	324	81	
15	307	96	78	571	764	268	526	76	74	71	376	94	286	456	155	108	464	233	242	422	168	77	147	127	391	86	84	543	112	75	
16	171	92	74	155	978	112	111	92	73	77	93	72	255	187	115	85	72	101	147	127	232	82	120	439	198	438	72	119	76	86	
17	138	87	150	154	159	87	285	237	80	81	99	86	139	88	89	86	206	83	154	115	265	116	134	134	102	189	69	107	100	86	
18	136	87	161	125	144	141	109	106	155	159	99	162	181	99	133	85	243	76	204	137	112	162	190	170	93	222	77	93	123	158	
19	152	87	287	138	200	184	147	458	105	155	92	177	94	160	169	102	174	72	152	120	254	101	232	186	104	224	83	153	118	88	
20	113	92	236	243	149	126	211	160	110	141	136	269	94	151	169	150	175	119	111	122	217	72	277	172	118	265	80	95	73	83	
21	90	1021	219	192	190	104	281	93	245	174	211	312	113	157	337	87	155	140	556	116	159	206	329	580	82	222	178	190	218	73	
22	166	389	224	104	178	267	337	127	312	214	262	266	172	190	85	200	243	278	227	159	226	172	195	206	197	257	438	148	181	72	
23	81	702	396	254	784	359	1363	145	619	1043	394	1102	468	467	84	391	760	632	583	223	847	79	1256	232	535	295	256	181	661	135	
24	164	628	260	188	778	176	256	102	167	244	672	198	914	208	99	753	619	612	1072	413	353	79	233	137	253	221	339	245	439	256	

Tabla 1.7

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	165,77	229,63	143,00
2	88,32	97,25	86,00
3	95,36	92,88	82,50
4	91,64	89,25	82,50
5	93,50	82,88	82,00
6	87,50	86,38	81,00
7	137,91	77,50	78,00
8	412,73	441,63	235,50
9	308,14	434,00	301,00
10	334,45	392,88	213,50
11	423,91	153,63	133,50
12	348,77	133,25	168,00
13	314,91	210,63	125,50
14	246,59	138,13	91,00
15	214,73	344,13	161,50
16	174,36	151,88	111,50
17	125,00	144,38	111,00
18	145,14	118,63	136,50
19	162,41	149,38	152,00
20	156,05	137,00	138,50
21	260,55	162,25	190,00
22	207,05	242,13	203,00
23	507,41	520,50	431,50
24	371,55	363,00	254,50

Tabla 1.8

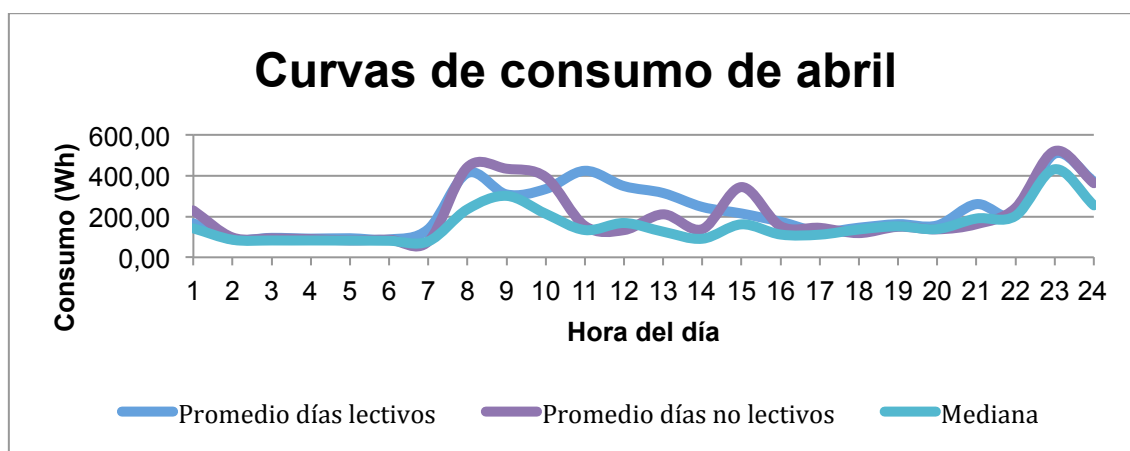


Gráfico 1.4

1.5. Mayo

Tabla de consumo de energía diario del mes de mayo:

CONSUMO DIARIO [Wh]																															
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	185	77	119	139	146	192	129	135	162	137	107	303	95	167	223	119	130	118	154	100	149	179	191	142	123	212	250	128	250	192	118
2	79	75	74	174	169	90	159	155	98	119	81	108	75	113	115	74	92	78	100	86	97	130	180	86	90	98	88	96	143	125	86
3	77	60	72	134	130	162	128	125	89	86	78	90	83	75	77	72	85	91	89	79	82	170	130	91	80	87	93	96	123	86	84
4	90	61	74	85	83	130	89	91	86	81	75	87	82	72	87	74	76	85	89	81	92	108	92	91	78	83	89	96	108	95	83
5	89	73	84	79	80	84	77	86	169	74	85	79	79	73	88	167	77	74	84	167	92	81	88	90	78	94	81	89	101	92	89
6	73	75	84	78	87	79	75	77	100	141	82	72	109	82	71	112	90	76	94	124	173	89	82	79	87	91	75	79	99	83	91
7	72	64	71	88	90	78	74	76	78	132	76	73	141	81	71	73	85	89	170	80	116	90	81	76	87	101	75	76	94	77	167
8	146	61	184	360	619	191	613	146	646	651	355	205	429	79	140	964	1041	214	785	650	83	294	888	188	482	1017	598	137	582	611	310
9	238	62	213	667	389	133	492	181	405	425	692	181	656	115	242	569	539	161	566	798	172	701	599	122	361	632	688	158	446	480	372
10	179	75	188	493	479	108	580	223	522	454	604	207	532	225	230	95	128	213	536	229	185	473	349	86	218	228	578	230	641	847	819
11	990	71	112	93	98	109	229	187	109	114	142	119	72	177	184	88	99	187	125	123	324	181	134	159	283	93	264	221	299	208	613
12	643	62	348	116	104	93	165	185	96	195	90	107	352	220	432	84	117	138	119	87	186	850	288	96	200	92	152	108	253	198	139
13	88	64	152	224	112	112	137	139	76	415	181	104	138	259	275	167	109	84	190	115	181	1052	155	82	107	90	146	122	157	201	188
14	70	64	114	272	83	164	151	117	88	413	97	147	94	78	108	81	80	119	88	104	340	137	207	88	229	90	230	203	175	142	155
15	66	77	528	559	379	135	175	196	460	183	306	368	89	74	213	504	752	320	110	73	165	170	266	87	754	81	90	159	106	214	137
16	66	73	125	141	195	383	126	176	118	126	95	144	77	75	779	100	144	185	122	89	754	863	150	85	118	558	92	144	380	526	142
17	80	63	144	138	140	128	123	133	170	181	91	76	70	82	107	122	71	148	116	123	586	186	183	77	96	117	86	165	164	135	268
18	77	62	127	106	99	185	138	184	148	193	90	191	77	82	146	129	94	132	206	253	128	188	105	76	99	113	84	210	193	204	269
19	66	69	188	90	104	218	145	178	214	194	113	298	112	81	125	223	95	184	207	154	134	196	81	80	116	187	177	214	200	240	181
20	65	76	193	95	127	157	141	173	196	320	165	200	278	72	109	240	202	194	169	112	169	204	127	94	95	125	215	220	160	319	169
21	131	79	214	118	191	176	258	171	199	401	202	277	204	134	124	110	325	146	150	191	180	175	159	108	146	202	345	188	166	192	179
22	108	293	110	200	190	305	192	125	202	264	351	386	244	206	188	174	172	143	104	254	126	203	149	99	189	251	330	126	246	182	207
23	66	519	97	406	212	802	198	719	251	241	395	225	917	213	266	568	104	199	281	136	144	485	162	999	323	311	213	767	246	419	378
24	66	256	187	584	239	421	321	982	148	229	873	146	309	247	193	932	135	244	171	89	153	819	309	338	213	242	116	259	292	195	238

Tabla 1.9

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	155,17	162,75	142,00
2	105,87	112,25	97,00
3	96,74	97,38	87,00
4	88,17	83,13	86,00
5	95,22	81,63	84,00
6	93,13	83,38	83,00
7	88,17	96,75	80,00
8	418,78	504,63	360,00
9	382,87	456,13	405,00
10	346,78	372,25	230,00
11	220,30	142,50	142,00
12	232,57	120,75	139,00
13	196,96	136,50	139,00
14	147,96	140,63	117,00
15	213,87	359,63	175,00
16	243,17	194,75	141,00
17	149,87	115,25	123,00
18	145,74	129,50	129,00
19	155,00	162,38	177,00
20	174,39	146,25	169,00
21	191,70	179,00	179,00
22	195,87	226,75	192,00
23	387,39	294,00	266,00
24	314,52	339,00	242,00

Tabla 1.10

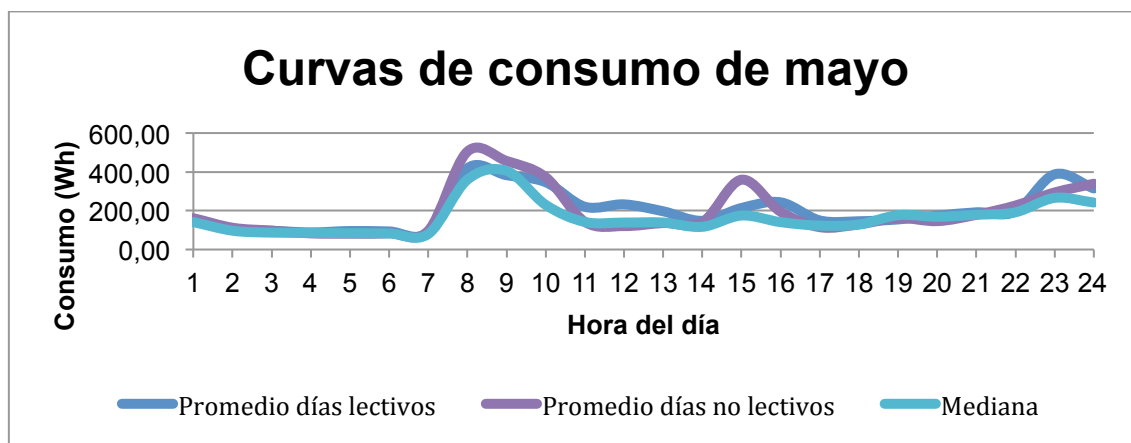


Gráfico 1.5

1.6. Junio

Tabla de consumo de energía diario del mes de junio:

CONSUMO DIARIO [Wh]																														
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	117	131	199	84	65	110	120	159	177	362	83	452	105	186	189	164	179	159	107	148	176	524	1055	1633	97	323	683	185	1689	139
2	88	91	156	83	68	87	93	85	111	132	296	163	86	104	94	104	91	100	91	110	182	118	101	441	497	114	90	94	130	77
3	166	166	137	83	80	81	91	86	100	92	86	126	88	93	85	97	89	88	155	95	128	89	79	76	123	118	151	101	94	131
4	126	129	148	76	78	81	167	82	96	87	95	108	89	91	81	97	87	88	120	91	97	87	77	76	90	98	123	98	104	124
5	81	95	96	62	67	91	124	82	167	80	103	102	171	89	126	84	162	87	92	91	93	84	81	147	113	97	93	90	104	90
6	79	82	96	139	64	91	92	94	127	79	168	98	131	90	133	87	103	86	90	90	95	76	89	124	99	95	91	80	104	90
7	83	81	94	120	69	93	92	194	96	80	138	84	176	169	90	97	208	136	89	581	189	75	87	92	79	83	90	80	172	89
8	308	187	494	84	79	370	643	939	366	964	101	85	826	174	942	613	313	244	88	450	809	158	197	159	78	141	401	332	903	291
9	883	336	893	73	77	391	704	663	344	575	206	161	547	718	738	890	160	164	605	436	662	102	233	76	80	192	962	219	473	370
10	541	724	629	68	64	243	321	301	211	254	194	498	245	777	190	326	172	267	564	296	281	151	176	75	93	388	609	120	83	122
11	206	498	248	65	63	257	166	218	78	343	425	1590	928	236	183	950	198	531	480	93	180	120	154	76	99	358	1373	87	79	91
12	127	240	184	69	72	179	231	326	82	221	151	2038	1718	304	261	961	190	626	325	83	159	79	150	82	1181	232	2230	86	81	87
13	119	125	167	78	77	233	120	2042	85	114	155	1362	1426	207	99	211	197	205	508	81	114	79	156	85	1620	95	1210	79	85	88
14	232	235	167	77	72	164	188	1767	85	113	522	205	101	158	167	185	130	138	127	82	85	78	157	86	391	90	194	78	87	258
15	164	486	239	66	66	1425	216	1489	152	116	120	2320	1233	749	1084	108	268	119	365	313	83	83	159	86	2229	90	2078	78	86	3087
16	349	335	724	66	65	1446	142	1585	2203	2034	178	1647	969	2944	462	732	457	564	124	705	82	86	1424	151	1702	90	1468	2496	87	2226
17	159	109	165	75	76	137	209	573	2455	2166	145	1270	695	811	142	137	126	163	631	733	88	87	1620	101	1029	89	1183	1446	153	1573
18	205	121	229	82	80	195	204	85	81	1646	115	948	962	182	164	98	175	200	607	731	88	88	1577	81	828	157	543	1275	115	1267
19	143	136	153	75	72	333	223	95	349	1348	113	298	707	209	158	155	191	352	341	313	88	84	778	85	259	114	728	1182	84	1002
20	102	119	155	65	66	264	156	184	955	305	125	292	237	283	135	220	342	302	178	736	87	77	139	88	111	92	553	804	81	1070
21	105	123	116	66	220	270	131	150	177	243	647	178	229	1036	169	93	226	174	311	120	84	77	115	89	88	88	177	240	2376	746
22	163	175	95	78	323	134	1832	517	129	267	640	875	161	113	270	171	83	95	240	285	78	140	177	87	262	162	586	214	1900	1123
23	286	1819	86	79	964	1238	257	847	235	89	104	1152	112	133	440	408	124	96	1547	314	233	1490	149	85	1797	2232	803	476	1398	1062
24	171	447	87	70	591	188	212	229	1827	86	93	299	1378	860	305	215	148	91	262	607	250	1435	573	77	1285	1173	648	1343	1117	933

Tabla 1.11

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	272,80	434,40	170,00
2	153,90	99,90	100,50
3	104,05	109,30	93,50
4	99,40	100,30	93,00
5	102,50	99,40	92,50
6	100,05	96,10	91,50
7	137,10	106,40	92,00
8	341,75	490,40	310,50
9	395,05	503,20	380,50
10	307,90	282,50	249,50
11	389,80	257,70	202,00
12	518,05	239,40	187,00
13	406,65	308,90	122,50
14	158,40	325,10	147,50
15	612,95	689,80	190,00
16	902,70	948,90	634,50
17	566,90	700,80	164,00
18	466,40	380,10	188,50
19	359,20	298,40	200,00
20	262,05	308,20	167,00
21	236,65	413,10	171,50
22	330,50	476,50	176,00
23	596,05	813,40	361,00
24	487,40	725,20	302,00

Tabla 1.12

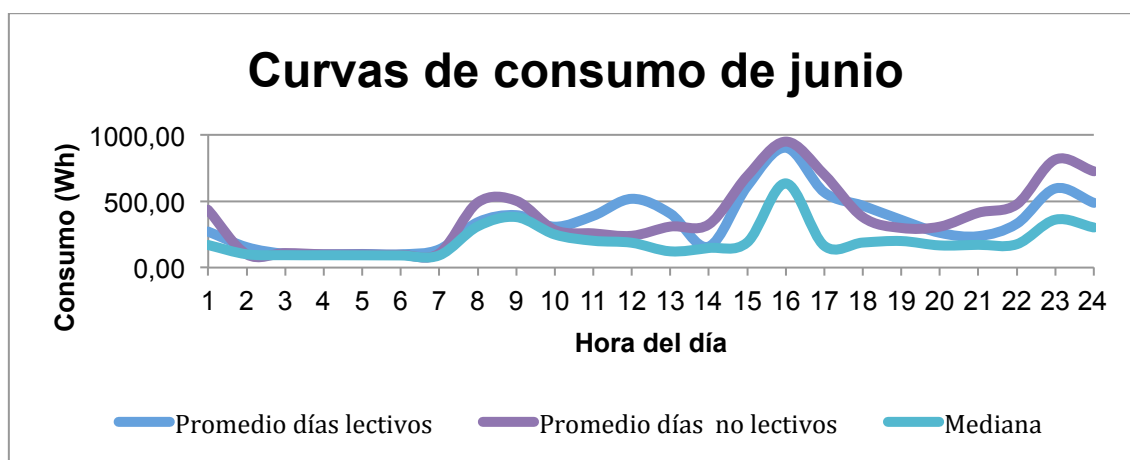


Gráfico 1.6

1.7. Julio

Tabla de consumo de energía diario del mes de julio:

CONSUMO DIARIO [Wh]																															
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	711	830	1289	758	593	958	1082	292	736	760	411	814	723	398	805	1007	901	1931	86	91	83	87	1839	139	1205	492	1462	526	774	585	860
2	94	168	207	139	134	84	152	90	153	108	146	283	386	111	160	720	300	399	78	78	73	77	467	106	108	117	485	95	166	124	288
3	94	133	136	120	106	99	137	87	96	108	112	124	141	111	107	110	98	122	77	79	74	81	93	108	106	158	104	105	169	104	111
4	92	104	136	111	107	95	153	86	141	108	109	131	141	108	171	108	97	119	77	79	79	82	93	104	105	157	105	101	131	97	108
5	92	102	134	175	95	81	110	84	138	107	108	129	106	106	141	105	97	118	68	79	81	81	90	165	105	110	104	101	107	96	106
6	92	98	115	145	91	86	109	87	92	163	110	128	105	104	110	112	164	117	69	71	80	79	90	117	104	105	102	99	104	164	105
7	91	97	113	99	84	165	97	91	90	126	94	653	195	182	534	110	139	116	68	70	79	79	91	97	101	105	95	173	101	132	109
8	954	92	108	426	399	982	759	725	88	92	540	720	713	199	509	110	107	227	72	69	77	79	95	100	102	201	197	108	97	103	87
9	900	87	540	745	290	495	548	672	844	209	684	281	433	200	572	305	105	502	76	69	79	74	154	102	100	103	1127	709	496	302	85
10	317	222	655	408	179	934	160	200	928	748	1159	653	566	257	438	773	549	1044	76	77	74	72	127	422	1265	1641	1019	1273	426	654	1004
11	255	276	1058	87	137	149	99	787	631	1036	1570	102	798	122	2037	870	1804	112	76	77	70	71	768	746	2083	1716	1787	874	1715	816	709
12	249	471	93	91	122	87	96	946	1358	1138	1560	83	1510	91	1728	932	1568	79	76	77	71	72	1976	672	2234	1694	1711	92	1501	1532	482
13	184	1954	91	88	91	86	109	241	1056	1310	1622	744	1314	89	897	1048	1519	71	67	77	70	72	2020	1813	1842	1989	1219	257	1727	1623	1336
14	2464	1598	91	88	211	86	149	83	1054	248	1562	2146	1198	81	145	367	1282	70	67	75	71	75	551	1802	1387	1578	1187	1729	1651	1198	1649
15	528	1860	89	1138	3157	2467	1477	271	991	87	1472	2245	880	1558	1511	107	1923	70	67	69	77	78	77	150	1397	1363	1312	1675	1590	1163	2075
16	101	2364	88	2376	1791	2331	2168	2571	1648	155	1288	1491	805	2523	1503	94	1199	72	70	69	78	80	78	87	1495	1631	1134	1403	2096	1075	1109
17	176	1370	88	2014	1424	1595	1424	1475	834	111	1388	1548	816	1590	1173	94	1027	79	79	70	79	80	87	89	1570	1244	1165	1339	1418	1031	1319
18	357	1175	83	1161	1445	1445	1094	1038	926	88	1412	1499	935	1274	1298	96	1186	78	78	72	79	79	87	87	1745	1059	1253	1214	894	1088	1254
19	219	934	108	1034	1410	1543	684	900	1144	85	1335	1274	962	1045	1055	88	1156	78	78	79	79	79	148	87	1688	1084	1399	1225	1136	1184	986
20	756	1118	186	710	1232	1353	230	940	914	113	1238	1157	980	973	977	347	1047	79	77	79	80	80	119	1020	1050	1012	1338	1139	1223	1022	1097
21	769	684	1237	92	1061	166	134	788	1345	2972	1228	1212	882	946	1071	1967	1546	141	72	79	77	78	88	2644	1056	922	1151	897	1446	804	1009
22	581	767	1092	83	987	458	438	880	1305	2385	963	507	952	913	894	1552	2143	88	70	142	73	74	1734	2222	1007	162	1038	925	1157	1577	576
23	2237	2038	1585	1063	1504	1012	1208	1045	1555	1607	1053	942	874	1673	1196	1453	1514	84	70	118	73	132	2286	2032	1021	164	1012	1080	1095	926	861
24	1589	1469	2136	1131	1085	1776	804	827	1917	1278	880	633	1186	1018	1148	1258	1450	93	83	92	87	126	1781	2045	952	187	742	839	882	699	962

Tabla 1.13

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	778,48	665,38	758,00
2	201,39	183,00	139,00
3	111,30	106,25	107,00
4	111,91	107,63	107,00
5	111,00	96,00	105,00
6	111,35	94,50	104,00
7	144,35	132,00	101,00
8	262,30	388,00	108,00
9	357,74	457,50	302,00
10	606,96	545,00	549,00
11	846,17	497,00	746,00
12	898,13	466,88	482,00
13	1017,61	402,63	897,00
14	929,00	572,00	551,00
15	1017,78	1189,38	1163,00
16	1063,57	1313,88	1199,00
17	857,30	1009,75	1165,00
18	791,87	920,75	1059,00
19	751,74	877,00	986,00
20	761,48	771,50	977,00
21	1053,57	541,50	922,00
22	991,57	617,38	913,00
23	1194,04	881,25	1063,00
24	1070,04	818,00	962,00

Tabla 1.14

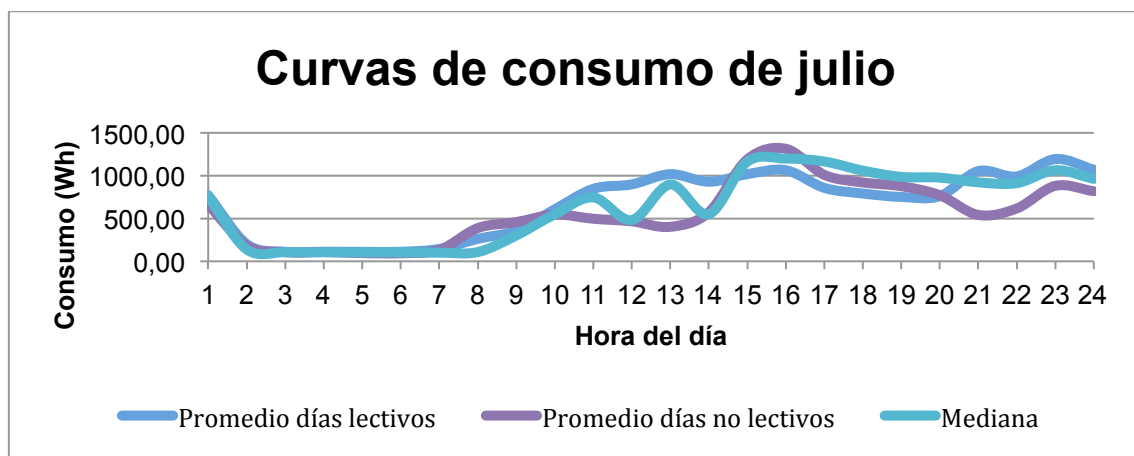


Gráfico 1.7

1.8. Agosto

Tabla de consumo de energía diario del mes de agosto:

CONSUMO DIARIO [Wh]																															
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	912	1063	80	68	77	91	80	78	128	88	107	76	91	75	76	485	818	633	865	589	654	569	538	603	492	119	725	453	565	505	115
2	1084	202	74	69	77	71	74	79	83	75	113	76	128	71	77	111	146	332	413	94	94	117	112	152	415	120	167	139	103	112	119
3	121	145	76	76	75	72	77	79	82	77	81	78	105	77	140	106	118	125	183	115	94	187	121	159	94	111	100	114	104	108	114
4	96	111	76	77	70	71	79	79	78	77	79	77	75	77	95	102	140	113	161	97	97	152	108	113	96	107	94	110	118	119	101
5	135	107	75	77	71	72	79	79	78	80	78	76	73	77	75	104	122	113	111	99	172	130	107	112	117	108	92	109	177	102	88
6	149	105	71	77	70	74	79	79	78	78	78	77	71	77	72	103	116	108	110	121	160	117	122	122	200	107	94	109	132	92	90
7	108	246	66	76	70	79	79	73	79	79	77	72	70	75	74	159	102	105	136	101	103	108	106	110	209	113	102	107	100	88	155
8	89	326	66	73	76	78	79	73	78	77	76	69	75	69	77	138	159	103	187	89	97	105	105	108	410	538	327	168	541	166	103
9	625	68	70	67	76	79	79	72	79	78	72	68	76	68	78	104	135	887	1494	160	96	310	178	107	1358	926	941	1261	728	2271	740
10	1491	65	75	68	77	76	78	74	78	77	70	68	76	69	78	289	302	991	2280	596	346	1419	1290	1390	1576	1479	774	1195	837	1581	737
11	1591	75	75	68	76	78	78	72	78	77	70	73	76	71	77	322	1397	1700	1572	1322	422	1501	2224	1531	1593	1236	554	1277	136	1541	1157
12	1309	134	74	73	77	78	75	78	78	77	69	77	76	76	77	1262	1732	1386	925	1465	895	1679	1613	1667	1643	950	1813	1165	103	1107	957
13	1281	109	75	132	75	77	74	77	78	78	71	77	72	77	142	1466	1428	1377	886	549	1442	1409	1501	1275	1686	901	1780	1137	994	969	879
14	1063	74	71	109	75	118	72	77	79	74	76	76	68	76	110	1542	1228	1159	982	100	1482	1196	1290	1296	1664	1071	1107	1096	1600	1083	906
15	1275	69	67	79	70	109	74	136	78	72	77	77	67	77	82	1549	2189	910	1297	92	1058	1671	1060	1291	1864	1516	1676	1353	1441	828	987
16	1105	67	69	78	72	80	74	110	79	74	77	75	69	76	79	1409	1253	895	858	82	1126	863	1151	1646	1595	918	2035	934	1134	879	803
17	1005	66	67	71	70	80	76	82	78	73	77	69	77	73	75	1415	969	847	863	81	1100	815	1176	1051	1503	928	1097	1151	1018	901	1336
18	1151	75	76	70	71	79	76	80	79	72	77	70	75	70	74	1180	1074	869	959	152	1120	1105	1067	1022	1425	912	997	970	1032	919	1037
19	1238	75	77	71	78	79	79	80	76	73	77	69	76	70	73	944	1126	953	1111	124	906	1041	1155	1002	1417	934	1145	1079	899	828	951
20	1048	75	76	70	78	75	78	79	76	76	77	74	76	69	71	884	1083	897	1034	92	816	1162	1232	886	1320	1138	1158	1118	912	852	196
21	1107	75	76	75	78	75	77	75	77	77	72	76	76	73	72	852	977	686	841	1221	826	989	1032	819	1366	978	1091	1133	963	789	642
22	1457	74	76	77	78	74	82	77	76	78	70	78	73	80	134	867	867	1011	952	1441	1011	1071	971	1048	1448	760	1583	810	1016	692	869
23	1843	65	83	76	77	79	91	85	74	93	71	77	75	90	744	938	837	1789	762	1130	947	1179	1286	725	1266	760	967	789	867	519	390
24	1442	79	79	92	81	87	92	123	89	88	84	81	84	91	1658	918	866	903	730	1056	845	1010	928	712	1313	679	776	885	788	862	835

Tabla 1.15

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	409,26	300,63	453,00
2	163,26	168,00	112,00
3	111,13	94,75	105,00
4	99,13	95,63	96,00
5	101,09	96,25	99,00
6	100,13	93,45	94,00
7	104,35	91,32	101,00
8	140,13	163,63	97,00
9	424,26	351,10	104,00
10	650,61	490,05	302,00
11	691,48	693,84	322,00
12	729,83	660,99	895,00
13	714,17	619,72	879,00
14	676,87	583,34	906,00
15	713,78	739,49	828,00
16	643,74	521,63	803,00
17	598,04	473,75	815,00
18	585,22	486,53	869,00
19	572,96	505,86	828,00
20	527,87	518,47	196,00
21	567,78	458,49	686,00
22	635,39	461,08	760,00
23	599,96	555,02	725,00
24	619,65	438,33	730,00

Tabla 1.16

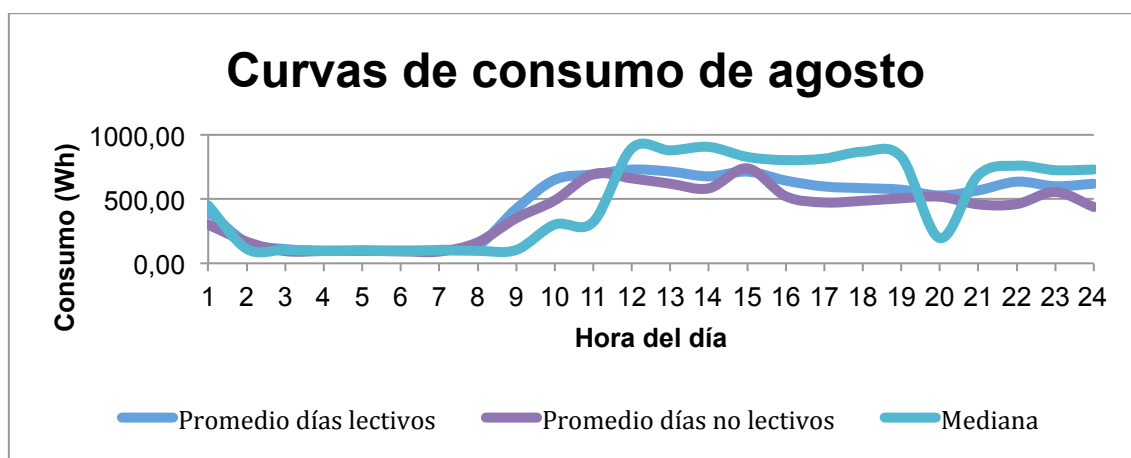


Gráfico 1.8

1.9. Septiembre

Tabla de consumo de energía diario del mes de septiembre:

CONSUMO DIARIO [Wh]																														
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	314	114	105	732	126	123	123	105	164	217	143	181	116	88	88	75	84	104	102	125	97	167	90	94	114	138	136	128	112	96
2	162	107	171	318	143	121	109	104	111	92	140	118	105	166	97	91	92	110	92	107	94	126	90	83	93	98	94	95	99	82
3	133	114	141	178	119	103	115	102	100	87	104	114	101	146	87	85	164	78	166	95	163	90	87	87	90	102	90	93	93	86
4	107	103	106	153	117	183	105	176	117	118	103	126	99	106	87	159	89	80	128	94	144	87	87	87	147	89	95	101	91	76
5	118	97	122	115	115	131	103	139	99	131	102	115	97	87	84	124	86	97	110	91	98	90	95	87	132	89	161	91	87	146
6	103	83	104	109	115	108	103	106	85	91	98	103	351	84	84	91	94	90	90	594	103	77	85	85	105	89	126	79	85	116
7	282	379	99	109	479	541	531	434	564	88	91	1043	775	865	956	262	85	87	1000	707	988	791	408	85	100	89	761	516	885	462
8	874	938	95	256	606	575	785	744	736	86	91	524	720	478	784	907	126	91	549	616	626	924	730	217	86	89	684	966	820	741
9	539	430	406	895	473	388	478	386	494	114	641	173	83	79	301	415	228	254	76	122	102	241	489	154	175	89	175	547	130	415
10	97	93	859	1712	119	88	118	86	84	112	759	227	79	78	157	79	145	826	83	89	98	79	123	232	114	89	87	77	94	74
11	157	125	2086	1422	644	848	815	606	692	102	710	679	79	133	88	83	321	997	83	87	95	83	86	181	235	89	84	155	84	73
12	179	1283	1451	1207	1976	797	880	644	596	320	676	585	82	119	86	83	219	1084	84	81	91	154	84	174	688	89	75	128	82	74
13	1494	1245	1247	1011	1785	1611	1865	724	791	87	728	632	82	86	86	79	102	286	83	78	157	125	84	159	164	89	81	89	78	77
14	1315	1051	1217	1292	2117	1882	2223	2122	1472	87	507	1452	144	334	105	90	152	258	516	223	142	113	345	149	1154	89	635	409	81	100
15	995	523	1134	1218	1099	1650	1279	1204	1422	153	700	1761	114	376	303	139	120	1452	1247	254	210	282	380	94	433	89	1069	496	190	117
16	849	594	1009	1160	1199	1248	1593	1289	1005	90	519	957	334	114	99	118	93	274	429	176	197	171	143	88	187	89	299	107	110	91
17	985	725	1047	1017	1629	1279	1504	1085	807	83	671	972	583	178	155	116	90	614	569	213	265	191	540	105	199	89	310	94	259	157
18	897	888	1021	944	1772	1220	1301	933	715	85	458	1057	743	224	252	114	88	234	225	186	175	212	305	132	204	89	533	174	103	90
19	992	95	1281	877	1095	1286	1245	862	745	85	272	783	179	214	210	165	89	210	291	265	201	108	84	228	126	89	148	98	156	170
20	894	115	1144	887	899	1271	1024	763	685	84	1139	847	154	97	165	309	87	213	227	204	225	238	86	445	203	89	183	108	109	244
21	797	227	1233	671	1380	1109	903	721	273	84	540	870	159	208	155	151	87	292	168	642	207	83	468	241	251	89	252	255	145	253
22	613	1988	976	1227	1139	1171	1077	740	581	181	778	951	234	295	302	76	116	173	230	820	173	157	856	114	231	89	199	1562	232	172
23	1442	1089	791	727	736	1215	828	853	444	1114	872	676	193	225	261	101	173	157	462	251	787	186	149	112	160	89	198	348	182	172
24	409	224	100	786	683	155	288	114	338	490	135	534	131	121	130	140	134	118	118	162	125	143	189	87	127	199	180	218	159	171

Tabla 1.17

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	151,90	134,56	115,00
2	121,33	106,89	104,50
3	116,67	95,89	101,50
4	113,00	109,67	104,00
5	107,48	109,11	100,50
6	133,52	92,44	96,00
7	448,48	560,44	470,50
8	438,29	806,67	621,00
9	289,62	378,89	277,50
10	289,71	97,00	95,50
11	474,76	216,89	144,00
12	575,67	220,22	176,50
13	555,57	393,11	141,00
14	763,48	638,11	377,00
15	736,71	559,11	464,50
16	512,19	430,56	235,50
17	582,67	477,22	425,00
18	559,67	402,33	243,00
19	436,05	388,00	210,00
20	459,29	388,11	226,00
21	469,90	338,44	252,50
22	653,52	414,33	298,50
23	533,48	421,11	304,50
24	243,57	199,22	157,00

Tabla 1.18

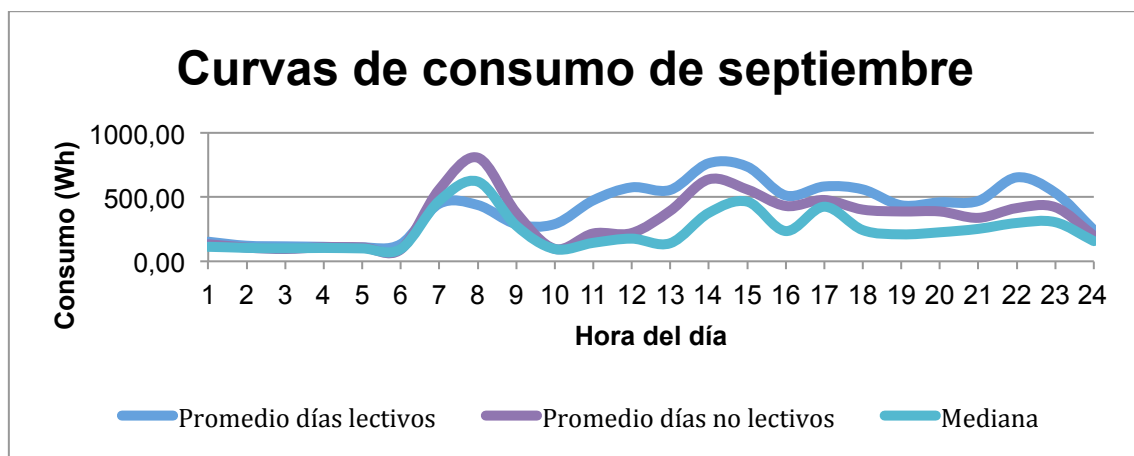


Gráfico 1.9

1.10. Octubre

Tabla de consumo de energía diario del mes de octubre:

CONSUMO DIARIO [Wh]																																
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	122	172	112	176	102	98	112	124	162	474	145	126	116	139	160	114	90	251	251	110	128	99	103	132	99	108	192	146	220	149	139	
2	77	126	98	121	106	182	105	78	127	117	145	90	89	90	135	97	80	242	144	85	75	98	122	85	92	179	144	138	95	142	137	
3	86	112	85	93	91	126	99	79	104	119	117	83	87	75	149	80	77	240	108	86	85	108	158	97	173	136	136	93	85	139	132	
4	146	97	91	102	91	97	81	85	84	105	87	77	84	75	128	78	86	239	109	88	84	83	125	77	125	108	118	91	85	138	123	
5	125	95	168	86	80	94	79	88	80	95	83	77	75	169	82	87	86	240	89	104	76	83	103	70	90	167	121	89	93	197	124	
6	86	95	147	83	125	92	77	172	77	178	91	87	145	155	81	85	85	251	88	158	71	82	99	70	235	154	215	84	106	147	122	
7	76	105	1067	688	285	310	405	104	192	655	894	102	269	460	89	84	204	246	246	286	534	93	100	625	172	268	331	79	89	322	416	
8	74	74	708	522	387	310	427	77	161	639	675	90	212	399	90	113	548	174	334	188	785	230	114	687	255	250	936	171	84	211	256	
9	110	153	170	457	162	80	138	144	165	445	75	206	79	177	1350	752	218	143	97	127	435	208	253	640	325	178	654	220	363	128	145	
10	115	221	80	97	159	70	91	273	318	106	74	937	99	71	708	1086	488	140	79	127	81	451	1061	149	139	140	191	189	776	214	214	
11	171	93	76	165	146	145	89	203	234	109	78	623	142	72	267	2145	86	135	164	86	156	441	784	70	89	138	210	217	770	204	179	
12	361	108	76	123	153	126	84	378	201	115	158	378	85	76	100	524	72	132	83	81	92	379	579	75	88	139	98	236	314	130	131	
13	160	708	80	87	158	90	89	193	168	118	121	232	84	159	347	308	70	172	83	68	74	197	97	81	88	162	99	222	156	320	129	
14	166	1251	244	453	162	107	116	842	746	662	107	86	114	427	336	119	267	165	150	85	81	137	94	81	102	249	97	184	139	668	128	
15	130	125	440	946	132	415	94	115	468	525	297	84	321	296	155	117	403	152	289	464	114	134	543	325	655	1051	94	149	128	545	340	
16	125	129	186	125	200	98	91	182	163	152	225	74	73	95	124	117	90	147	112	84	103	133	548	86	224	156	94	148	686	152	159	
17	122	220	204	186	126	83	93	268	181	311	211	74	73	153	120	100	148	154	116	87	71	132	164	167	207	150	95	147	153	159	199	
18	121	264	189	195	92	91	92	172	294	290	242	249	82	254	117	118	212	191	130	115	162	182	208	186	176	170	94	142	174	276	215	
19	119	208	171	264	90	142	251	99	182	216	168	377	82	227	155	448	417	269	184	72	279	401	231	330	199	277	92	191	302	232	265	
20	113	289	205	141	88	138	344	93	179	105	125	276	74	82	571	531	121	405	160	70	214	337	256	247	205	311	92	363	267	303	230	
21	102	313	624	310	221	140	252	90	768	108	185	257	173	149	416	372	222	415	386	109	116	244	337	214	260	304	142	299	366	990	476	
22	97	1256	542	243	255	389	537	139	379	295	77	269	293	911	254	314	366	400	355	413	98	277	292	660	385	327	272	205	347	1513	790	
23	149	1406	1527	255	1505	737	211	872	582	757	150	290	193	161	254	193	159	298	999	181	166	249	195	816	988	863	217	235	867	675	537	
24	157	283	508	486	176	494	480	159	505	519	143	123	141	217	98	190	136	270	270	564	142	210	138	120	558	565	551	522	663	427	166	

Tabla 1.19

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	155,13	137,88	128,00
2	114,00	127,38	106,00
3	112,39	106,63	99,00
4	105,00	96,50	91,00
5	108,17	100,88	89,00
6	116,48	133,00	95,00
7	334,74	262,13	268,00
8	324,96	338,38	250,00
9	313,65	197,88	177,00
10	310,52	225,25	149,00
11	297,09	206,75	156,00
12	197,04	142,88	126,00
13	180,17	122,00	129,00
14	326,74	131,25	150,00
15	312,87	356,25	296,00
16	182,17	111,38	129,00
17	168,26	100,50	150,00
18	194,43	127,88	176,00
19	244,52	164,50	216,00
20	248,96	151,13	205,00
21	331,65	216,50	257,00
22	451,17	321,63	327,00
23	508,78	623,13	290,00
24	308,57	360,50	270,00

Tabla 1.20

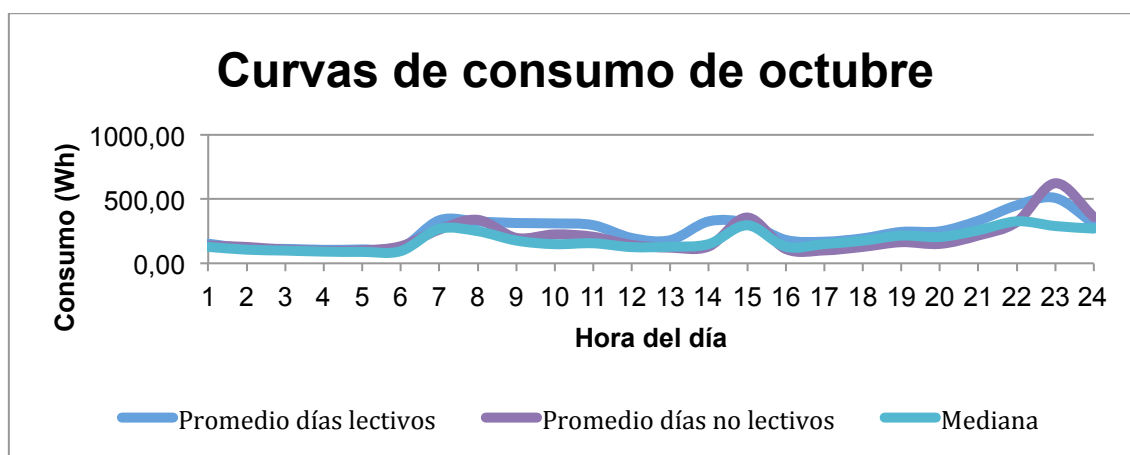


Gráfico 1.10

1.11. Noviembre

Tabla de consumo de energía diario del mes de noviembre:

CONSUMO DIARIO [Wh]																														
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	134	112	92	57	53	84	150	84	77	175	286	188	160	224	215	118	152	142	526	75	120	69	69	75	69	73	82	105	94	104
2	95	83	92	57	64	75	87	84	85	130	172	116	171	149	170	100	151	90	87	82	73	142	69	69	75	68	92	99	98	102
3	93	83	91	65	62	74	82	164	100	93	85	86	102	112	132	99	147	82	78	86	71	111	70	68	80	68	90	87	110	111
4	96	101	88	65	56	78	83	116	188	76	83	84	124	101	147	105	175	77	78	79	72	73	149	69	70	69	100	97	89	85
5	83	88	170	140	52	84	72	78	105	104	91	88	129	99	128	93	220	78	79	74	81	71	100	81	68	77	172	158	83	83
6	82	233	243	68	51	222	211	191	79	89	81	105	260	183	248	278	361	163	86	71	80	76	69	306	67	77	100	247	213	211
7	262	233	318	66	126	281	261	265	88	312	86	87	467	425	300	254	459	130	86	69	70	79	76	461	67	66	544	291	221	327
8	195	479	183	65	100	193	997	296	84	289	149	266	807	289	258	353	88	79	171	82	68	70	78	665	78	66	1210	287	625	254
9	239	370	143	61	54	164	642	71	443	279	267	776	644	81	251	213	83	92	100	81	68	68	69	493	76	66	777	175	362	128
10	198	181	132	53	52	160	175	93	145	151	345	567	262	85	260	145	76	147	77	70	70	67	66	293	134	66	133	84	258	149
11	201	139	125	56	53	120	128	78	125	131	192	229	137	88	282	143	75	229	86	69	79	68	66	229	86	77	139	89	130	95
12	172	138	124	58	64	165	133	80	131	123	205	187	129	86	169	143	74	268	84	69	75	80	73	236	76	144	139	90	139	89
13	209	135	126	63	63	92	133	85	550	217	212	260	124	175	147	138	81	155	72	77	68	74	79	246	80	84	127	90	142	80
14	462	274	143	63	53	78	240	74	450	338	243	394	236	117	145	129	84	74	71	81	67	67	72	345	71	77	128	88	149	524
15	213	138	583	61	52	83	214	452	353	343	142	637	370	212	966	292	270	102	72	74	67	67	66	610	68	79	360	669	415	550
16	208	218	233	53	52	75	150	261	295	337	138	240	302	154	256	145	222	206	83	69	80	68	68	344	68	71	281	226	210	189
17	187	196	902	53	52	69	136	253	249	274	145	194	236	293	207	305	265	97	85	71	80	81	69	383	70	67	291	157	308	232
18	167	304	734	52	62	127	196	206	330	330	152	247	291	245	314	173	312	340	78	70	72	76	78	463	80	67	332	329	362	313
19	381	225	248	57	138	229	207	175	381	332	368	367	184	239	466	128	233	182	72	82	68	68	79	439	76	69	391	258	297	265
20	380	223	69	63	488	281	241	170	356	290	363	372	191	198	414	370	165	244	72	81	69	67	68	507	67	314	440	160	451	246
21	820	334	69	62	514	601	532	309	388	730	318	487	561	919	586	1402	203	153	78	70	76	68	438	770	68	430	544	224	448	370
22	1077	677	68	52	352	228	1010	1412	1072	857	668	2827	913	1588	1381	993	183	131	318	70	80	75	126	1432	67	1421	415	1165	931	376
23	587	721	58	51	236	146	147	660	656	659	332	869	643	2046	685	1295	181	527	118	70	73	80	487	875	74	355	240	668	494	466
24	218	185	499	57	53	123	104	85	142	189	199	116	165	235	570	156	193	148	146	76	143	69	70	398	70	79	122	132	451	508

Tabla 1.21

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	142,38	108,22	104,50
2	102,19	97,89	91,00
3	91,43	95,78	86,50
4	87,48	115,11	84,50
5	94,52	116,00	86,00
6	137,24	194,04	134,00
7	202,33	258,56	243,50
8	302,43	234,86	194,00
9	243,57	220,86	153,50
10	159,81	135,88	139,50
11	124,57	115,10	122,50
12	124,38	114,36	126,50
13	120,57	173,23	125,00
14	141,81	250,38	122,50
15	255,95	329,17	213,50
16	154,81	212,35	197,50
17	149,14	303,61	190,50
18	184,05	317,48	225,50
19	208,29	238,27	227,00
20	244,10	227,48	242,50
21	374,67	485,48	409,00
22	770,52	567,94	672,50
23	433,38	565,92	476,50
24	160,05	245,26	144,50

Tabla 1.22

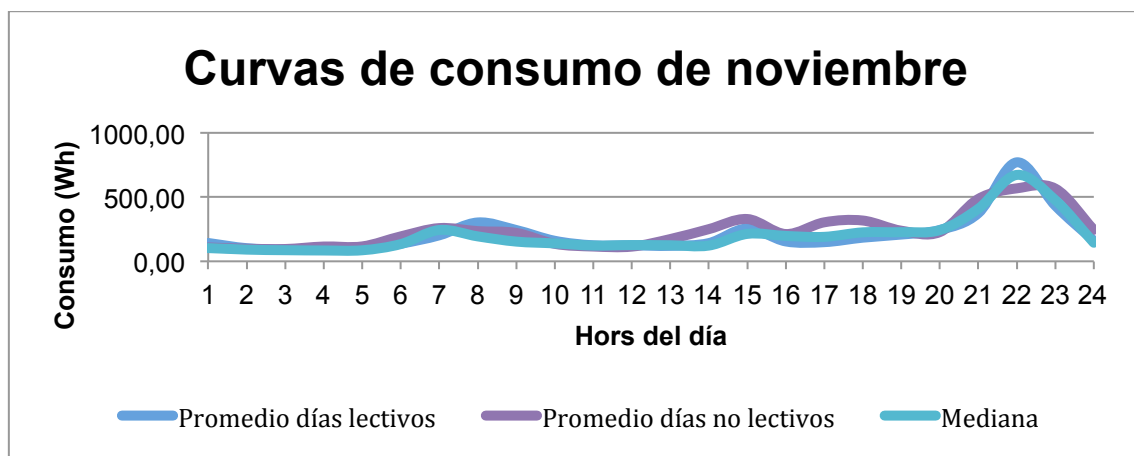


Gráfico 1.11

1.12. Diciembre

Tabla de consumo de energía diario del mes de diciembre:

CONSUMO DIARIO [Wh]																																
HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	123	87	93	139	122	118	117	170	139	119	170	200	128	278	126	127	90	167	223	100	104	96	90	109	95	157	90	84	115	318	68	
2	112	73	167	103	105	90	77	149	272	119	205	124	125	207	121	97	88	119	183	107	82	116	83	102	105	76	80	79	79	83	68	
3	90	90	108	100	96	174	90	97	135	135	143	81	114	99	90	100	86	90	131	185	81	96	85	95	171	81	77	78	78	82	68	
4	89	81	93	110	91	91	85	98	159	108	109	109	76	97	89	103	93	86	104	103	84	90	87	88	86	84	77	131	77	81	68	
5	79	84	98	109	76	90	115	106	191	96	77	86	75	95	87	96	97	79	103	101	164	85	86	87	85	82	76	129	78	108	70	
6	72	76	89	101	76	80	141	85	178	97	76	601	715	239	568	243	75	76	279	238	265	217	298	86	84	79	76	124	104	86	75	
7	474	413	99	92	236	73	940	77	1201	106	84	716	587	166	1200	341	82	77	200	216	187	431	148	367	84	136	691	82	154	200	75	
8	830	186	80	115	147	204	750	77	728	233	277	637	579	473	590	360	217	705	232	302	326	442	189	764	787	206	504	208	400	1085	70	
9	700	78	891	265	138	264	73	86	185	1295	988	154	80	133	92	297	166	652	84	221	112	90	211	563	782	253	571	174	418	940	66	
10	160	84	790	231	126	336	76	207	89	485	553	105	125	97	92	138	144	496	77	214	88	91	229	252	170	367	382	188	627	181	64	
11	90	78	189	208	108	188	85	299	81	626	165	100	226	96	91	95	147	216	77	145	90	86	222	178	359	362	90	112	885	113	64	
12	88	71	126	225	116	103	79	173	123	266	333	99	170	96	90	92	309	243	75	149	81	85	201	217	253	380	110	139	307	139	63	
13	74	133	153	172	195	123	72	203	135	239	206	90	150	96	83	99	343	145	80	150	77	92	158	364	205	390	212	153	175	78	133	
14	72	114	574	101	169	110	99	104	107	920	281	101	150	111	167	140	296	493	185	152	77	92	88	339	81	134	141	131	266	77	113	
15	75	708	513	93	81	114	166	72	314	476	717	593	758	180	246	981	328	808	416	507	331	469	287	460	83	74	90	158	92	76	69	
16	84	156	223	91	89	106	95	72	136	143	94	247	267	100	114	258	426	299	234	208	250	263	195	273	81	75	89	153	90	71	65	
17	81	244	195	219	222	171	76	93	144	218	166	349	265	112	102	236	262	310	252	157	268	233	231	287	90	88	86	140	81	68	64	
18	182	341	494	484	424	192	70	205	365	255	253	492	340	102	99	255	218	288	491	193	250	224	402	342	144	180	84	204	82	66	64	
19	366	364	454	412	878	220	142	324	545	192	303	708	456	156	164	223	309	311	469	345	168	379	404	461	83	301	194	175	81	67	63	
20	322	378	367	251	200	435	284	307	479	196	245	355	387	329	263	236	268	127	473	257	123	303	597	439	81	291	165	146	312	81	69	
21	396	200	282	299	176	420	503	276	404	411	521	387	411	373	319	292	356	90	537	135	86	204	306	80	80	359	154	247	786	86	88	
22	284	164	153	1080	78	512	1103	984	1003	447	591	350	391	374	393	823	294	441	1252	1308	950	1147	90	87	116	273	304	305	356	77	88	
23	226	157	187	820	73	269	227	401	247	242	619	172	171	218	287	559	248	376	725	965	255	808	116	86	333	289	300	298	277	77	81	
24	133	130	164	243	178	132	212	183	174	236	169	209	133	194	127	139	363	260	189	186	628	140	168	154	86	354	167	289	203	304	71	

Tabla 1.23

Se hace la media del consumo de cada día, tanto lectivo como no lectivo, y la mediana en cada hora, se obtiene la siguiente tabla y a continuación el gráfico de consumo en la que se muestra la curva de consumo del mes:

Hora	Consumo medio en Wh día lectivo	Consumo medio en Wh día no lectivo	Mediana
1	129,91	144,89	119,00
2	112,91	123,56	105,00
3	107,86	94,78	95,00
4	93,36	97,00	90,00
5	94,27	101,78	87,00
6	170,36	197,67	97,00
7	259,50	469,56	187,00
8	363,73	522,33	326,00
9	363,77	335,44	211,00
10	247,73	201,56	170,00
11	177,68	218,00	113,00
12	168,32	144,22	126,00
13	176,41	121,89	150,00
14	221,45	123,67	131,00
15	351,05	290,22	287,00
16	171,09	142,56	136,00
17	192,77	141,00	171,00
18	268,41	208,89	224,00
19	325,64	283,67	309,00
20	266,64	322,22	284,00
21	281,59	341,00	299,00
22	484,59	573,00	374,00
23	323,23	333,11	255,00
24	215,77	174,56	178,00

Tabla 1.24

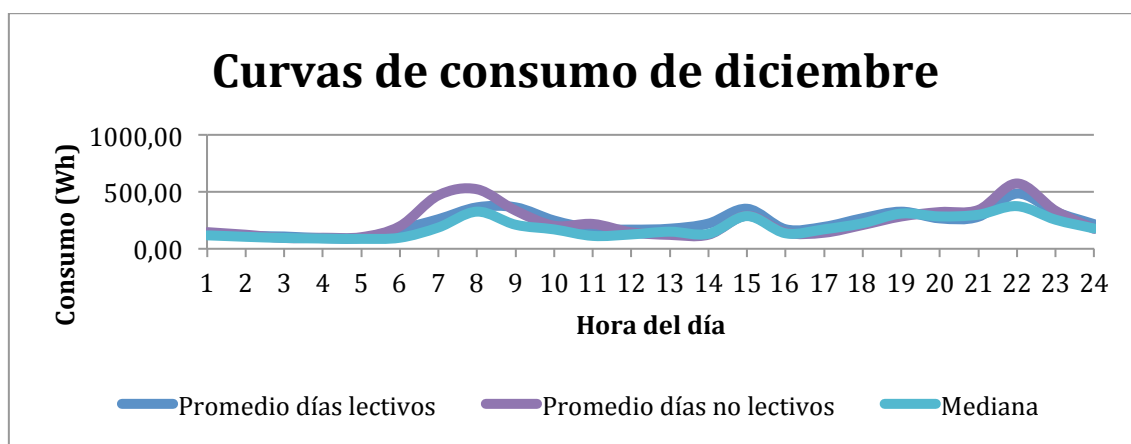


Gráfico 1.12

1.13. Conclusiones

Con los datos experimentales de consumo se pueden analizar los patrones de consumo dependiendo de la estación del año, el mes y la hora. Ahora pasamos a analizar algunos de los aspectos más relevantes.

Por la mañana hay un pico de consumo sobre las 8 o las 9 de la mañana, en la hora del desayuno excepto los meses de julio y agosto ya que corresponden al periodo estival. Este pico se debe también a que a esa hora se programan los electrodomésticos como el lavavajillas o la lavadora. Este patrón de consumo es un motivo a tener en cuenta a la hora de escoger como opción la discriminación horaria.

A la hora del almuerzo ocurre lo mismo que a la hora del desayuno, hay un pico de consumo que coincide con la hora en la que se cocina y se preparan los alimentos ayudándose de electrodomésticos.

Sucede algo parecido sobre las 11 de la noche, se realizan tareas del hogar aprovechando la discriminación horaria tales como poner lavadoras y el lavavajillas.

Los meses de veranos se ve incrementado el consumo de energía por la tarde con respecto al resto de meses por el uso de aires acondicionados aunque el consumo en general en agosto es menor por estar residiendo fuera del domicilio por vacaciones.

Todos estos patrones de consumo son muy útiles a la hora de diseñar y dimensionar el sistema fotovoltaico. Teniendo los datos experimentales de consumo real de la vivienda pasamos ahora a analizar como afectaría la implementación de un punto de recarga para el vehículo eléctrico teniendo en a la vez en cuenta qué tipos de vehículos hay, formas de recargarlo y los diferentes sistemas de recarga que hay. Todo ello aumentará el consumo de energía en las horas nocturnas para poder aprovechar el precio más barato de la energía a tener contratada la discriminación horaria.

2. RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

2.1. El vehículo eléctrico

El vehículo eléctrico poco a poco se va abriendo hueco en el mercado y está pasando a ser una realidad y una opción sostenible de movilidad. Cada vez más las legislaciones de las ciudades son más restrictivas con el uso de vehículos privados en el centro urbano debido a los problemas de contaminación que provocan, y con ello el perjuicio en la salud de todos los ciudadanos.

La autonomía ha sido uno de los grandes problemas para la gente a la hora de pasarse a un vehículo eléctrico ya que uno convencional tiene mucha más autonomía y los tiempos de repostaje son mucho más rápidos que los tiempos de recarga.

El problema de la autonomía se reduce cada vez más con el desarrollo de la tecnología que es capaz de aumentar la autonomía a la vez que acortar los tiempos de recarga.

Gran parte del uso que se les da a los vehículos particulares es en trayectos de corta distancia que se realizan de forma diaria como podrían ser ir al trabajo, a la compra o recoger a los hijos de las actividades extraescolares.

Actualmente tienen una media de entorno a 400 o 500 kilómetros de autonomía en condiciones de ensayo, que luego en la práctica se pueden ver reducidos a 300 kilómetros. Esta autonomía sigue siendo más que suficiente para los trayectos que suelen realizar la mayoría de los ciudadanos de forma diaria.

El precio sigue siendo elevado en comparación, pero los fabricantes cada vez sacan modelos más competitivos con lo que están aumentando las ventas y atrayendo cada vez a más usuarios.

Otro aspecto a tener en cuenta es si el sistema eléctrico de potencia español está preparado para la transición al vehículo eléctrico. Desde Red Eléctrica de España aseguran que sí lo están y están preparados para modificar sus redes o mejorarlas para que la transición al vehículo sea una realidad. Los sistemas eléctricos de potencia tienden a ser sistemas muy complejos pero a la vez inteligentes, que se pueden gestionar de forma correcta. Las denominadas smartgrids.

2.2. Tipos de recarga

Existen tres tipos de recarga del vehículo eléctrico.

2.2.1. Convencional

Este tipo de recarga utiliza un enchufe convencional de la vivienda. Carga a 16 A y 230 V. Como un circuito más de la vivienda estará en torno a los 3700 W de potencia.

El tiempo aproximado de carga suele ser de 8 horas para el 100% de la batería. Se utiliza para realizar las cargas nocturnas en la vivienda particular o garaje comunitario aprovechando el periodo valle de la tarifa eléctrica.

2.2.2. Semi-rápida

La carga es de 32 A y 230 V, lo que supone una potencia de 7300 W aproximadamente.

El tiempo de carga se reduce a 4 horas para cargar por completo la batería. Es también otra opción para la recarga nocturna en la vivienda particular o el garaje comunitario.

2.2.3. Rápida

Al ser la más rápida es la de mayor intensidad. La energía puede ser aproximadamente de uno 50 kW.

Este tipo de puntos de recarga son los usados en las electro lineras, están diseñados para extender la autonomía y para cargas puntuales de conveniencia.

2.3. Modos de recarga

Los modos de recarga se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

2.3.1. Modo 1

Es el sistemas menos eficiente, el más barato y el menos complejo. Consta básicamente de un enchufe convencional de la vivienda tipo Schuko sin ningún tipo de comunicación entre el vehículo y la toma de carga.

2.3.2. Modo 2

Consta de un enchufe convencional de la vivienda tipo Schuko con un cable que tiene función piloto, lo que nos da comunicación entre el vehículo y el punto de carga, verificando su correcta conexión.

2.3.3. Modo 3

Consta de una toma tipo Mennekes, toma normalizada para Europa, la cual tiene integrado un hilo piloto par la comunicación. Se suelen denominar base mural y dentro de ellos se encuentran los dispositivos de protección y control.

2.3.4. Modo 4

Constan de un conversor a corriente continua. Se utilizan para los puntos de recarga rápidos.

3. IMPLEMENTACIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA VIVIENDA OBJETO DEL PROYETO

A la hora de implementar el vehículo eléctrico en la vivienda hay que tener varios aspectos en cuenta como he visto anteriormente así que se procede a detallar las características y necesidades del cliente con el vehículo eléctrico para dimensionar la instalación fotovoltaica y el punto de recarga.

3.1. Antecedentes, uso y planificación

Para poder analizar y prever el futuro aumento del consumo de energía eléctrica debido a la incorporación en la unidad familiar de un vehículo eléctrico hay que saber bajo qué condiciones y necesidades se va a usar dicho vehículo.

Como hemos analizado previamente la distancia , recarga y frecuencia de uso varían de forma notable el consumo de energía eléctrica. Analizaremos pues, las necesidades específicas.

La unidad familiar consta actualmente de dos vehículos de combustión interna y en un futuro se planea el cambio de solamente uno de ellos. Este vehículo nuevo sería eléctrico y lo utilizarían para realizar el recorrido diario al puesto de trabajo. La vivienda se encuentra en el término municipal de Béznar y el puesto de trabajo está situado en Granada. La distancia de ida y vuelta es aproximadamente de 80 kilómetros. Los fines de semana también se realiza el mismo trayecto pero por motivos de ocio.

Los vehículos eléctricos consumen aproximadamente una media de 14 kWh de energía eléctrica a los 100 kilómetros, dato obtenido de la página web

Energía y Sociedad, dado que el trayecto diario es de 80 kilómetros se estima un consumo diario de 10,4 kWh extra de energía eléctrica que habría que añadir al consumo de la vivienda en el periodo valle, es decir, por la noche. El consumo de va a distribuir de forma constante, ya que es un parámetro que el punto de recarga del vehículo eléctrico escogido nos permite seleccionar.

3.2. Modificación del consumo provocado por el vehículo eléctrico

La base mural de carga elegida para la instalación es el modelo Pulsar de la marca Wallbox. Se elige este fabricante por ser nacional y por tener dos funciones muy interesantes para este proyecto, uno es que se puede ajustar la intensidad que demanda al circuito de la vivienda, y por lo tanto la potencia, y el otro que se puede programar el horario de carga a través de la aplicación móvil que facilita el fabricante con la compra de la base mural.

La tarifa diseñada para la recarga del vehículo eléctrico es la Tarifa 2.0 DHS, la anteriormente denominada supervalle.

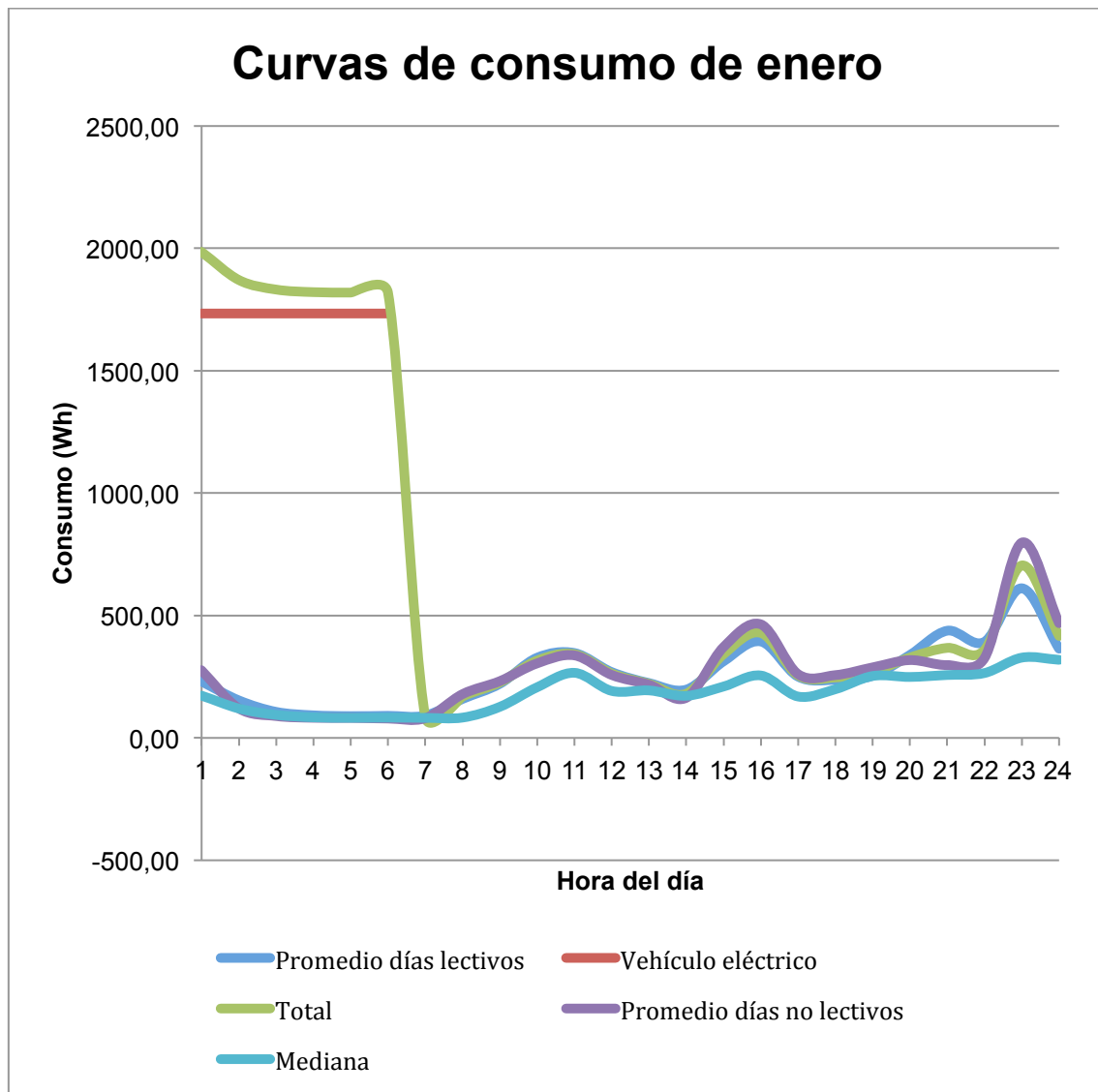
El periodo del día en el que menos energía se consume coincide con el periodo supervalle, periodo en el cual la electricidad es más barata, por lo que se programará para que la recarga sea a lo largo de estas seis horas a una potencia seleccionada de 1735 W aproximadamente, lo que supone un incremento de energía de aproximadamente 10,4 kWh. Para poder ver como afectaría al consumo de la vivienda, se realizan las nuevas gráficas de consumo en las que se ve el consumo promedio, el consumo adicional del vehículo eléctrico y el consumo total, es decir, la suma de ambos.

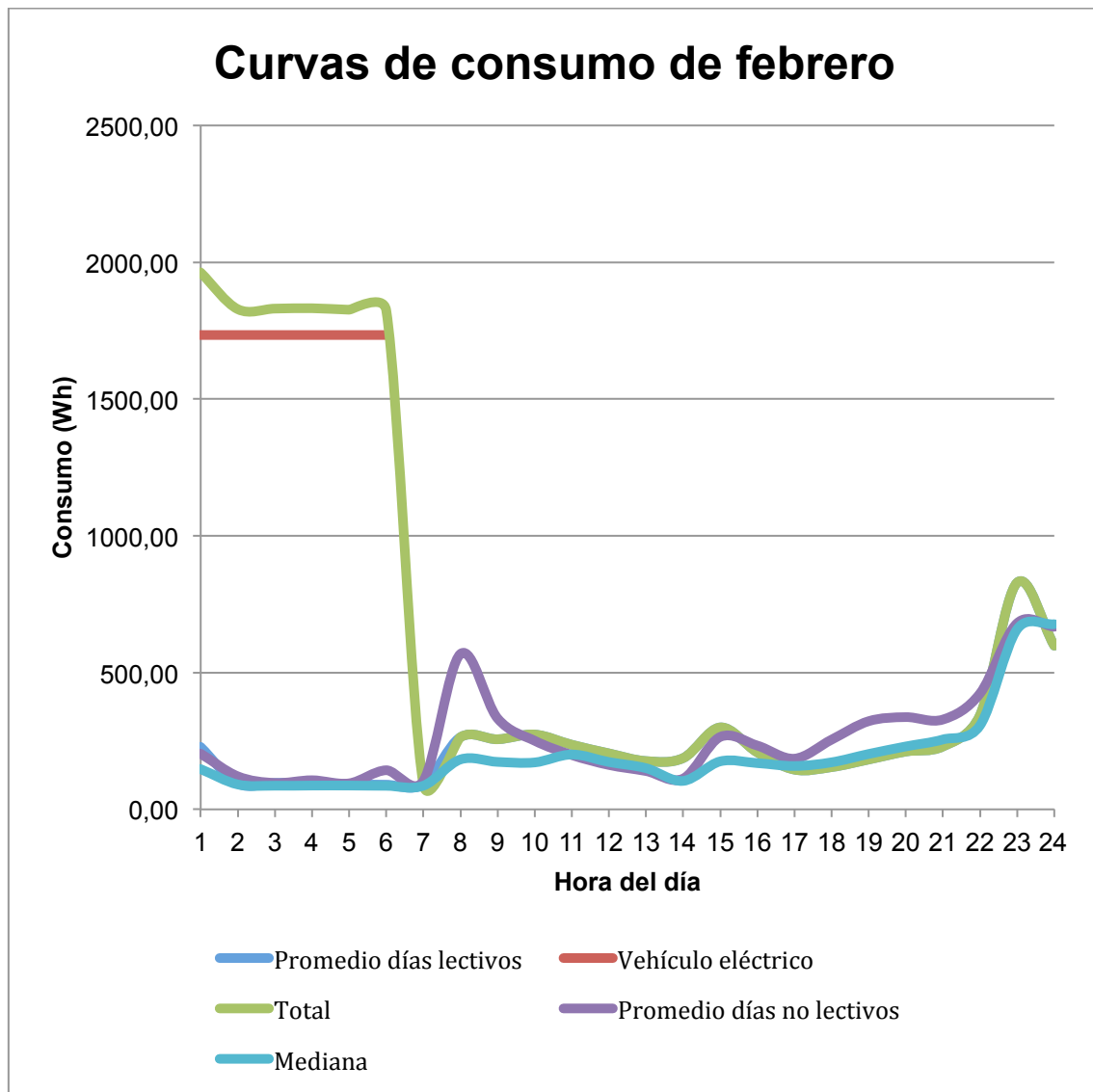
3.2.1. Curvas de consumo

La instalación del punto de recarga con las condiciones específicas de uso supondrá en algunos meses hasta triplicar el consumo diario de energía eléctrica. Esto se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Mes	Consumo				
	Promedio días lectivos	Promedio días no lectivos	Vehículo eléctrico	Previsto	Mediana
Enero	6192	6348	10400	16592	193
Febrero	5804	6332	10400	16204	171
Marzo	6021	5699	10400	16421	155
Abril	5345	4993	10400	15745	137
Mayo	4813	4737	10400	15213	141
Junio	8607	9207	10400	19007	173
Julio	15424	13654	10400	25824	752
Agosto	11163	9661	10400	21563	569
Septiembre	9230	7978	10400	19630	218
Octubre	5667	4862	10400	16067	153
Noviembre	5357	5723	10400	15757	149
Diciembre	5610	5706	10400	16010	170

Cabe destacar que todos estos datos son orientativos y aproximados y dependerán de factores externos como la climatología y de otros como pueden ser el estilo de conducción o modificación de itinerarios.

**Gráfico 3.1**

**Gráfico 3.2**

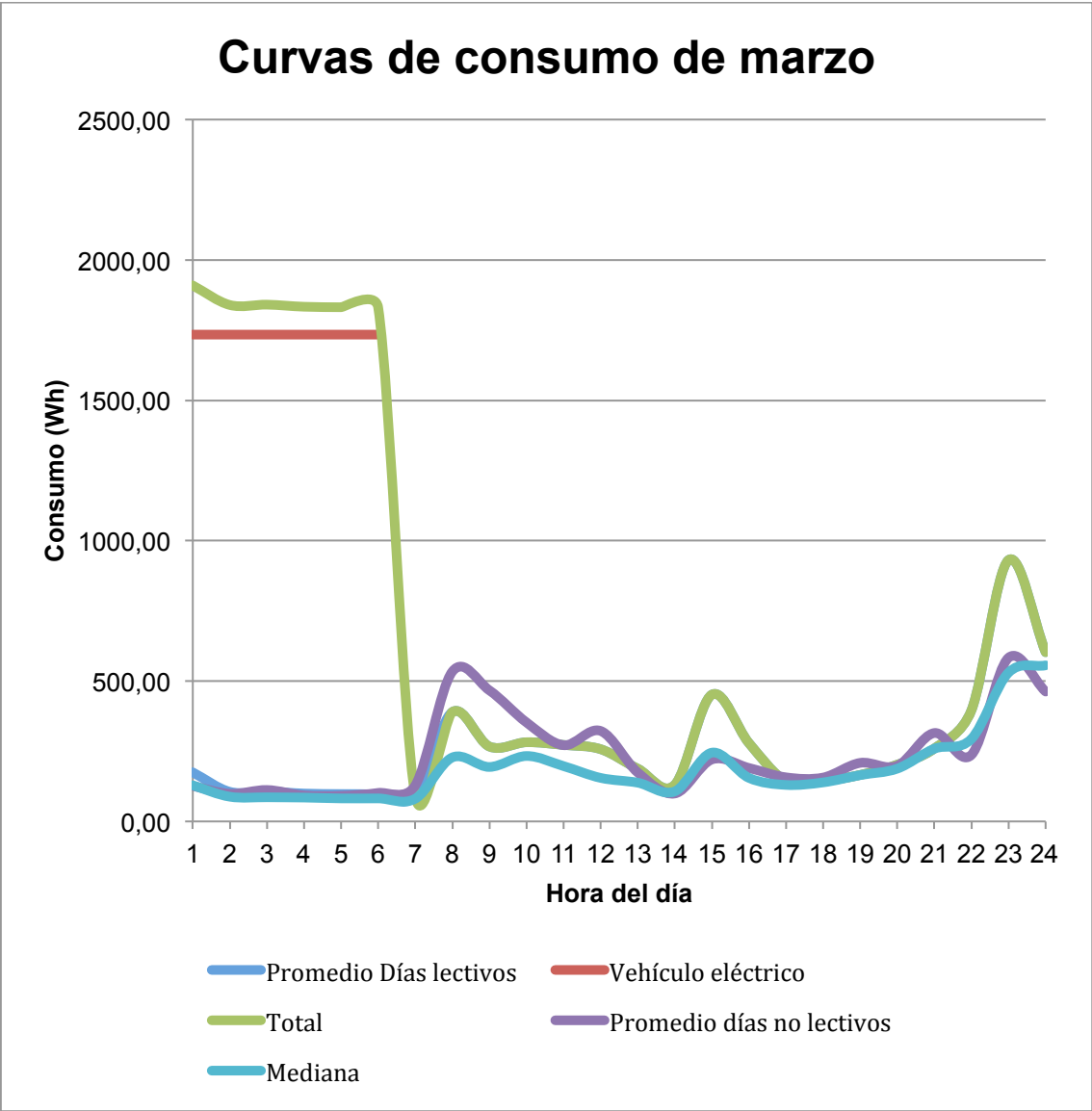


Gráfico 3.3

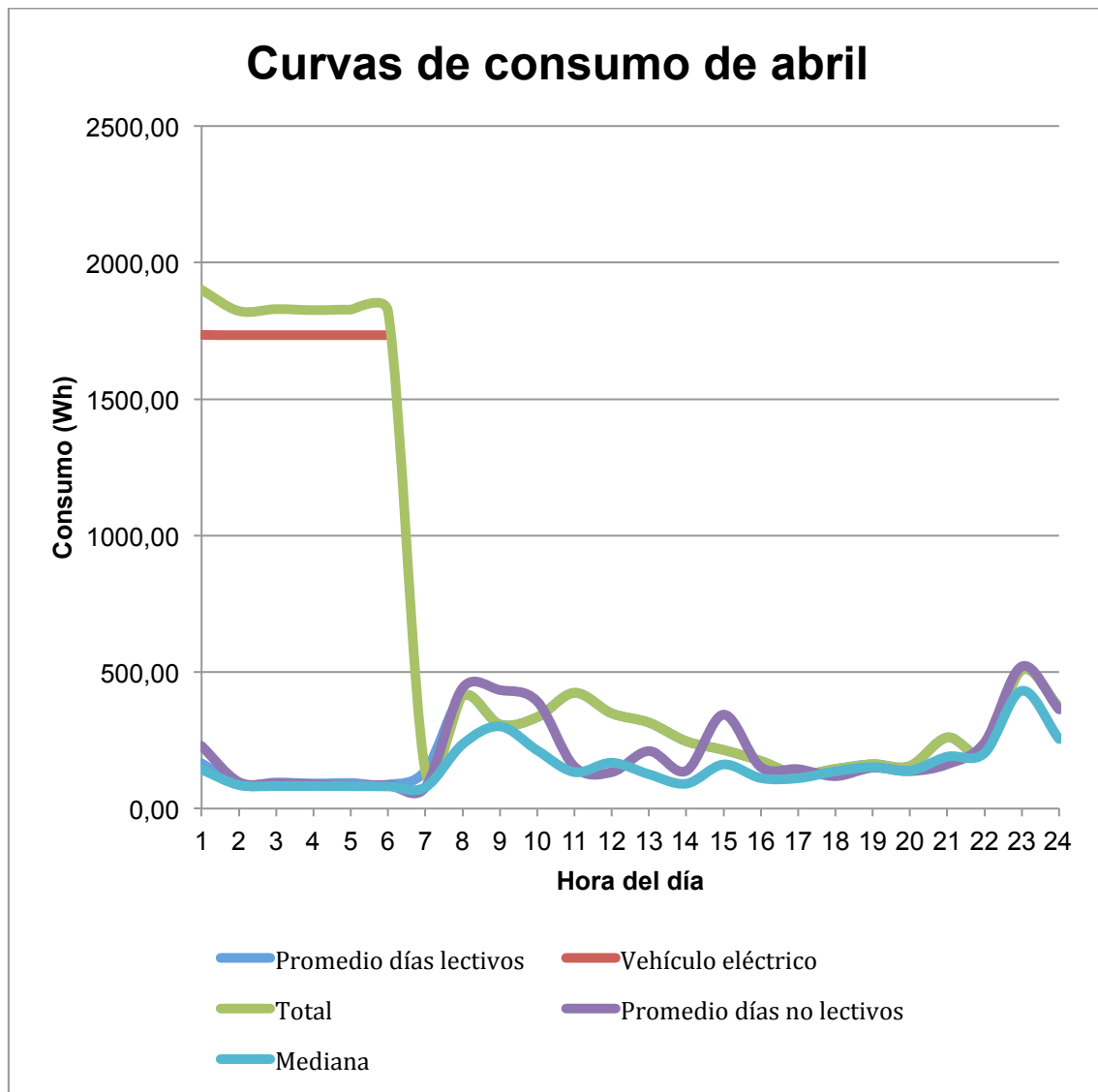


Gráfico 3.4

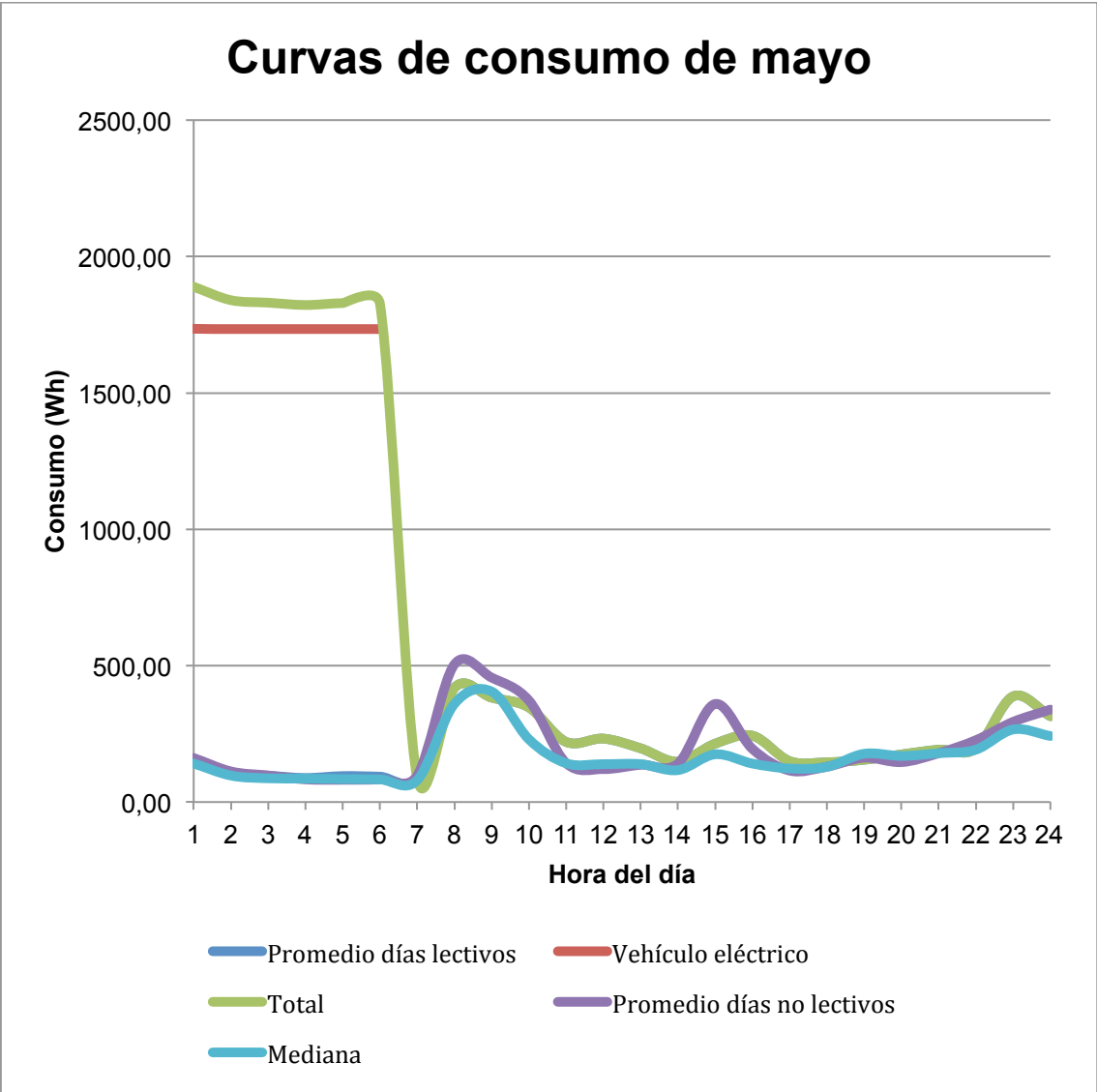
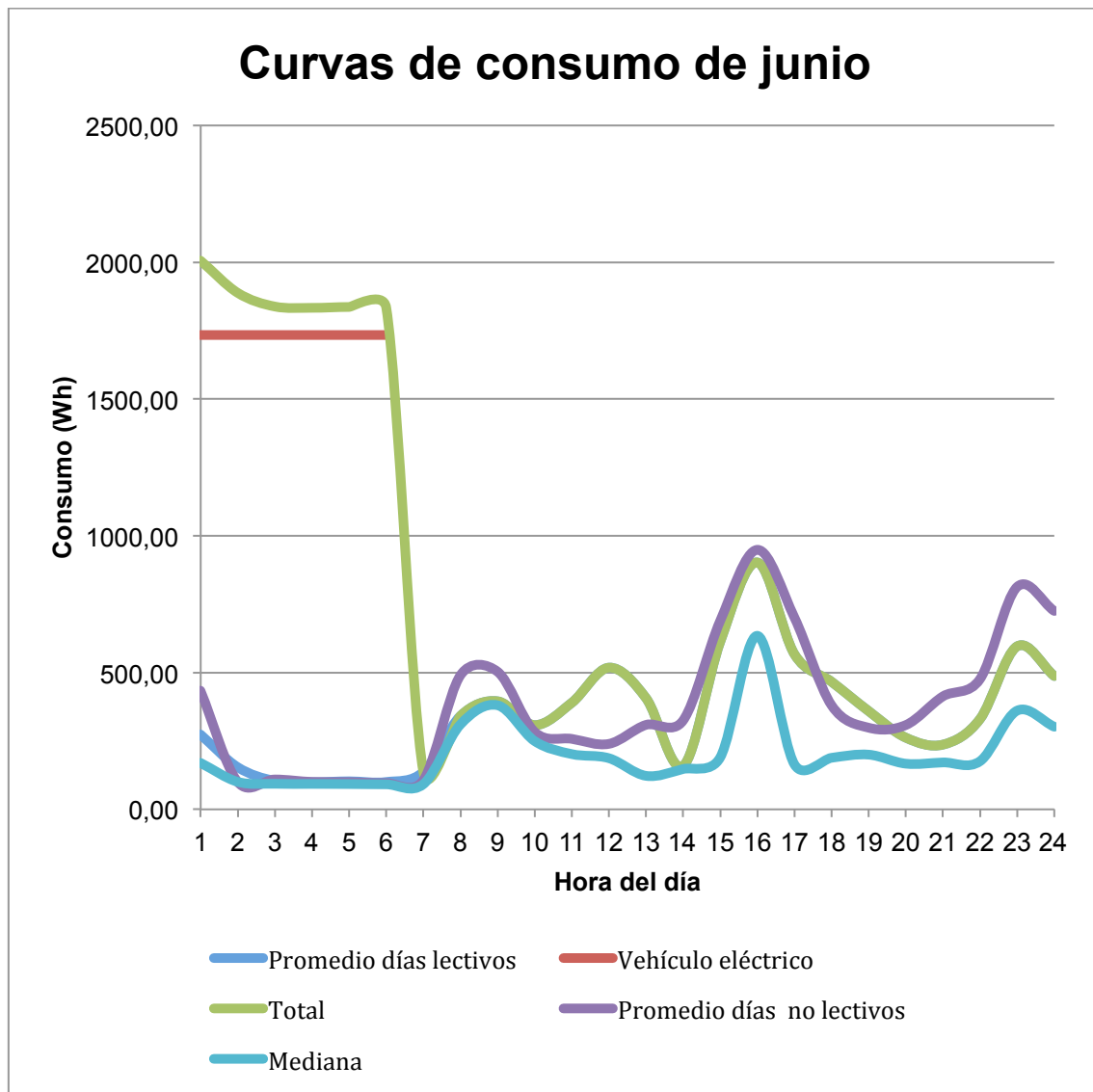


Gráfico 3.5

**Gráfico 3.6**

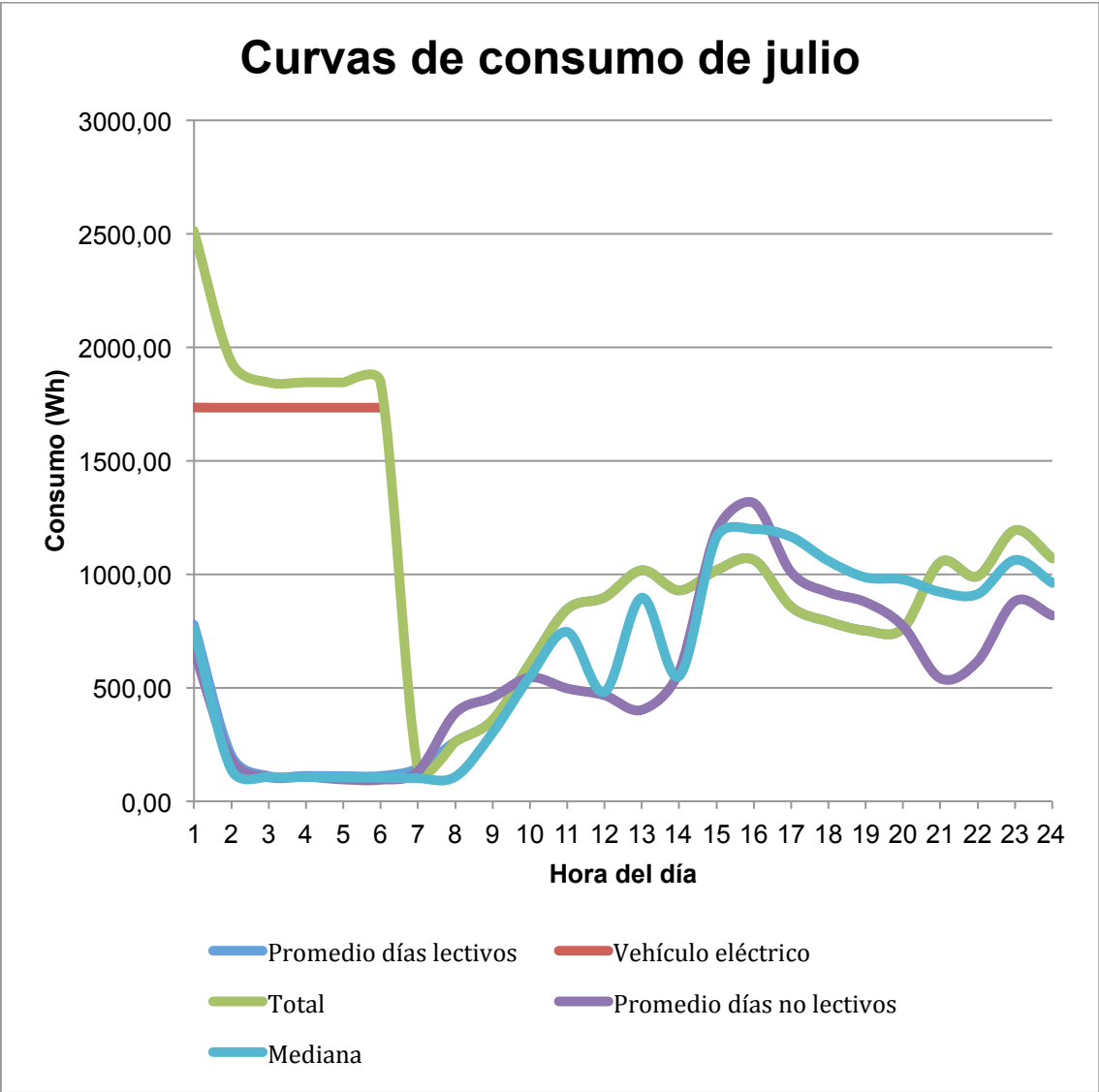


Gráfico 3.7

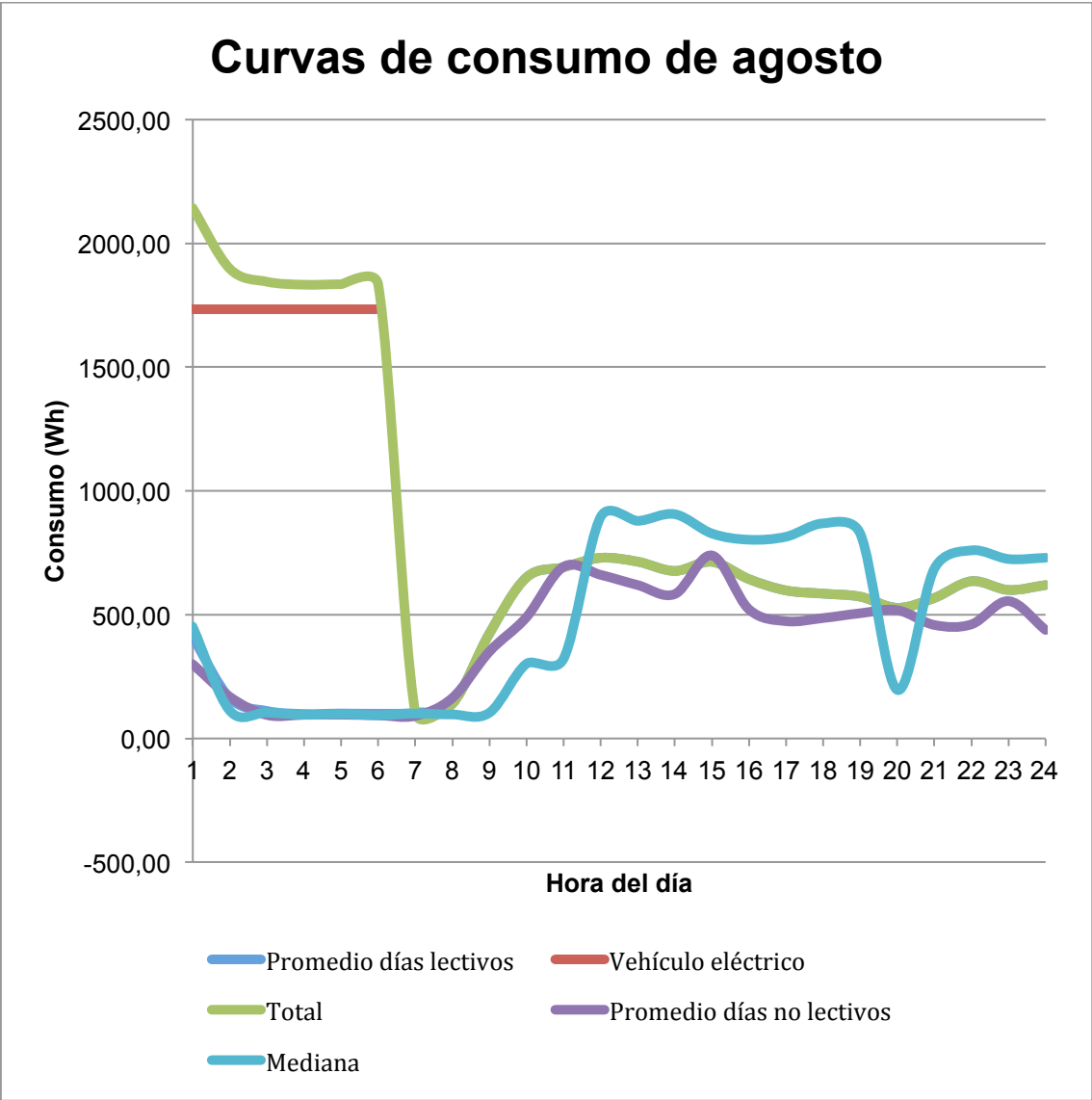


Gráfico 3.8

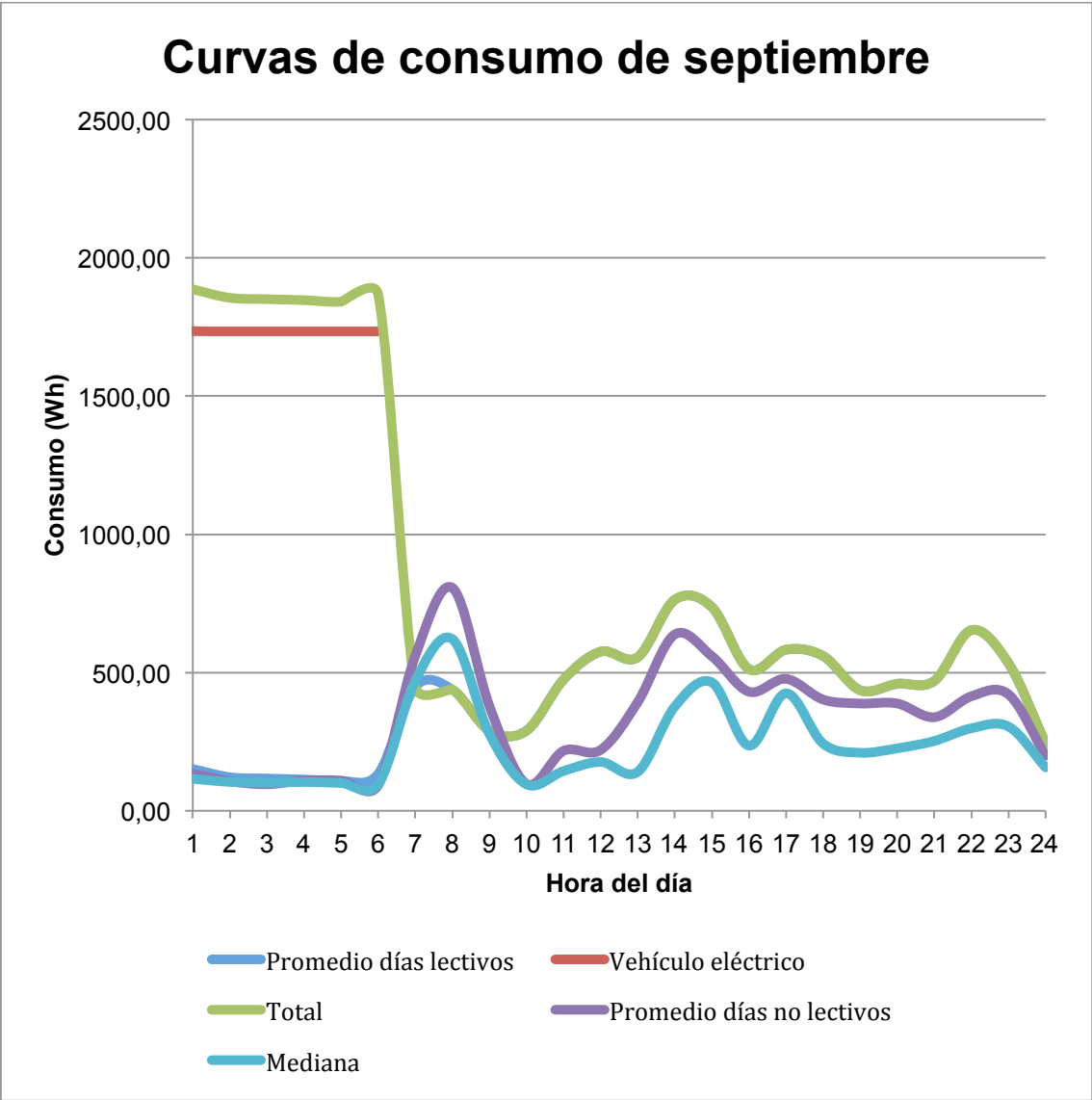


Gráfico 3.9

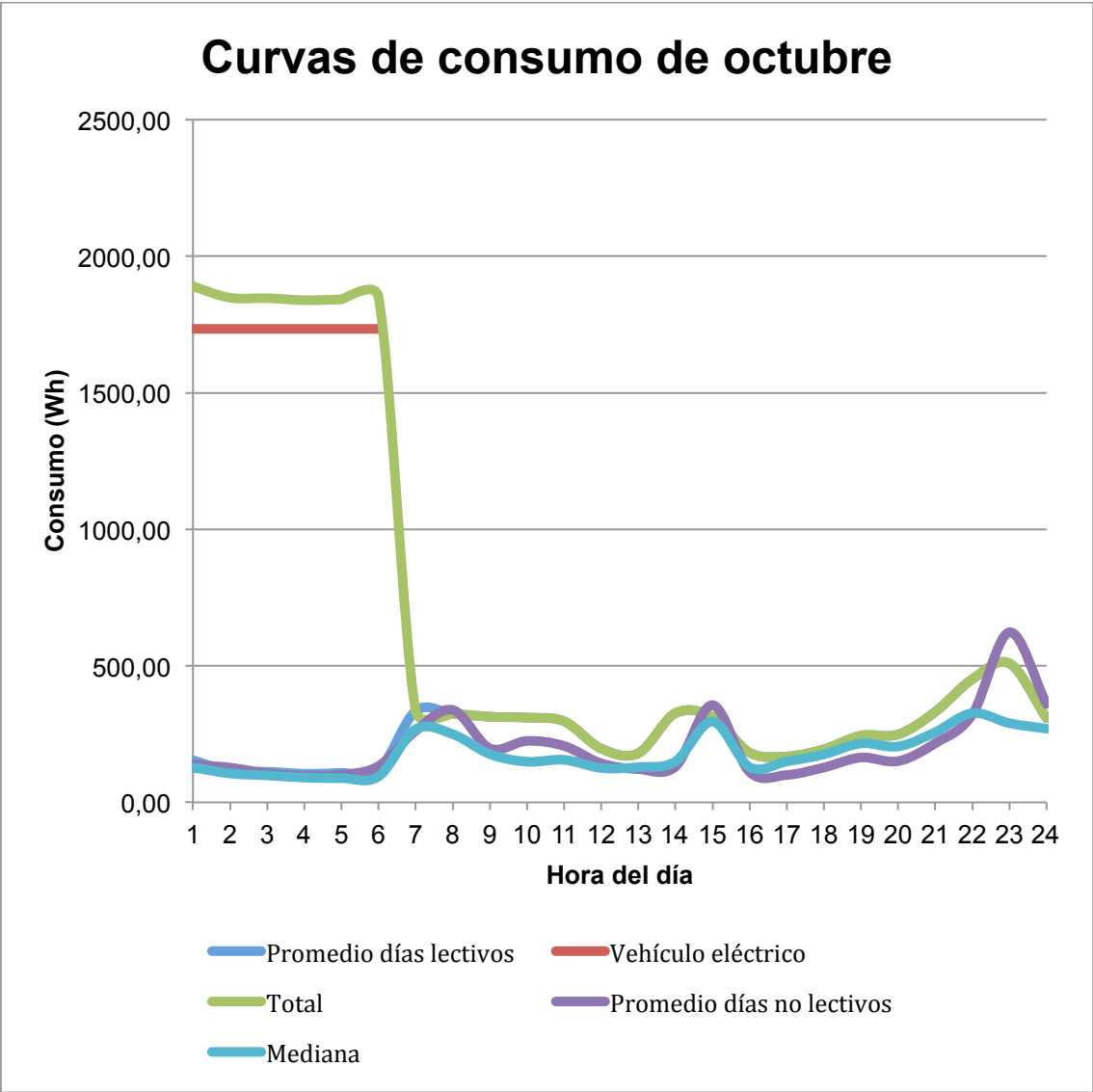


Gráfico 3.10

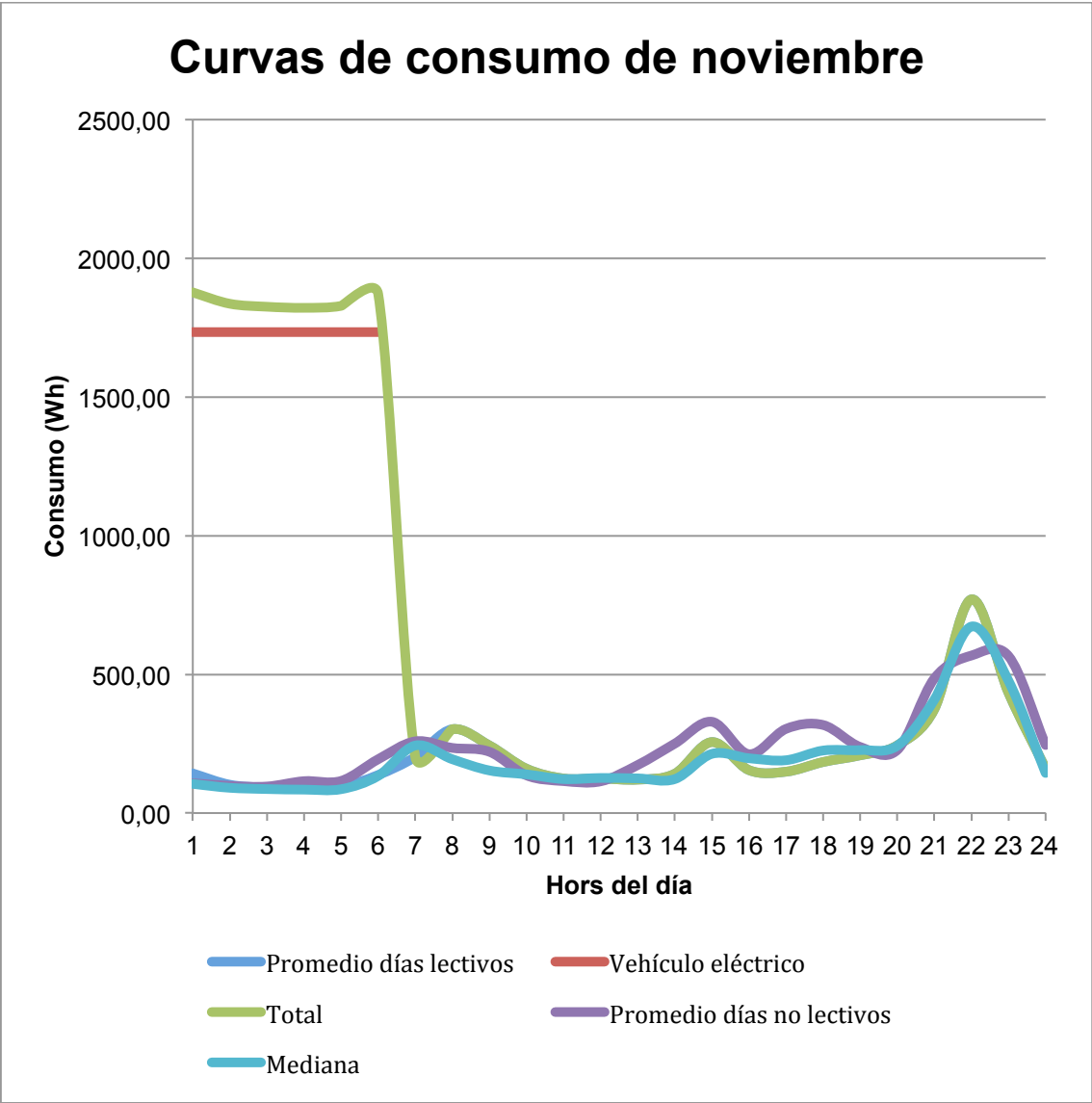
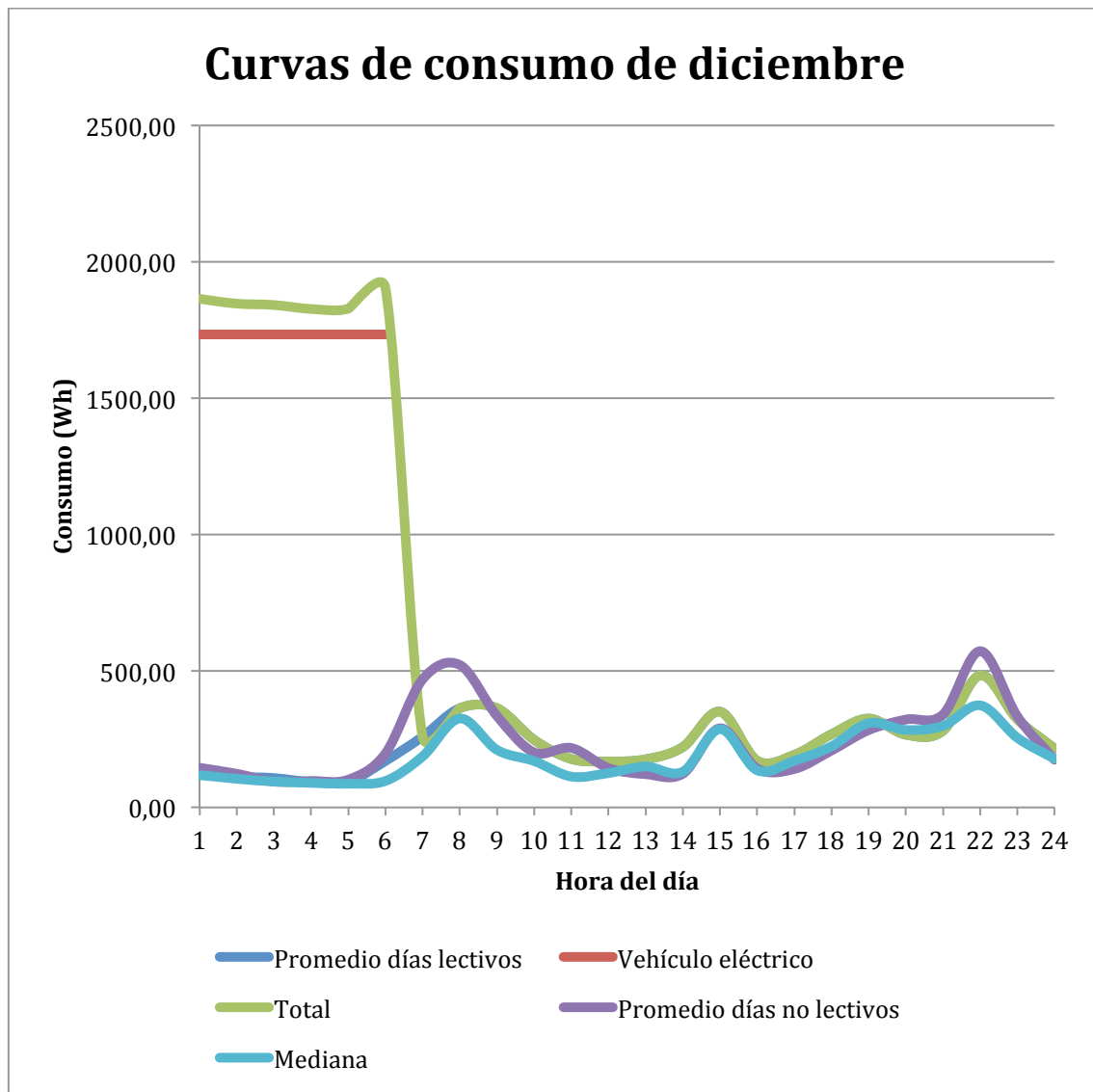


Gráfico 3.11

**Gráfico 3.12**

4. RD 244/2019

El 6 de Abril de 2019 se publica en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto 244/2019. Estudiaremos pues algunos de los puntos más importantes que afecten a este proyecto, en concreto la modalidad de autoconsumo sin excedentes, ya que como se ha dicho anteriormente, se busca un precio lo más ajustado posible para garantizar su viabilidad, al no tener excedentes el tamaño del sistema fotovoltaico es menor y por lo tanto el presupuesto de ejecución

será inferior .El proyecto busca cubrir una parte de la demanda del consumo y no así una generación para su venta. Pasemos a analizar los aspectos más relevantes.

El Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, realiza importantes modificaciones con el objetivo de impulsar el autoconsumo por lo que se establece exenta de cargos y peajes de todo tipo a la energía que se auto consume. Los cambios son los siguientes:

- Se cambia la definición de autoconsumo, a partir de ahora se entenderá como autoconsumo el consumo de energía eléctrica que provenga de instalaciones de generación próximas y asociadas.
- Se reduce a tan solamente dos modalidades de autoconsumo, sin excedentes, nuestro caso, y con excedentes.
- No se necesita tramitar permisos de acceso y conexión a los consumidores que ya tengan los trámites hechos como consumidores.
- En instalaciones de hasta 100 MW acogidos al modelo de autoconsumo con excedentes se establecen criterios de compensación entre déficit y superávit.
- Para fines estadísticos se habilita un registro muy simplificado de autoconsumo.

Dicho RD ley deroga artículos como son los de las configuraciones de medida, las limitaciones de potencia generadora o el pago por energía auto consumida.

El RD 244/2019 establece a su vez aspectos como el impacto positivo que tendrá sobre la economía, los sistemas eléctricos y de potencia y los

consumidores finales. Destaca también que afectará positivamente a la economía y por tanto al empleo. Ayudará también a cumplir con los estándares de emisión de gases de efecto invernadero, reducción de emisiones y a la implementación de las energías renovables.

Desde el punto de vista del sistema eléctrico es beneficiosa ya que disminuye la energía que se transporta por las redes de distribución y transporte al poder consumirse la energía de forma local o más cercana. En aspectos generales, para el consumidor será ventajoso ya que reducirá los costes de la energía eléctrica.

Se definen los dos modelos de autoconsumo, sin excedentes y con excedentes. Dentro de la modalidad con excedentes se dividirá a su vez en dos modalidades, acogidas a compensación y no acogidas a compensación.

La Comunidad Autónoma será la encargada de remitir la documentación para las modalidades de autoconsumo con una generación inferior a 100 kW que ya estuviesen previamente conectados a la red.

Los equipos de medida en el punto frontera serán de medida bidireccional.

Cualquiera de los tipos de autoconsumo mencionados tendrán que abonar los correspondientes peajes de acceso a las redes de transporte y demás cargos establecidos.

A la hora de realizar la facturación a los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo sin excedentes se hará de la siguiente forma:

- Con el equipo de medida instalado en el punto frontera de la instalación se controlará la potencia, con lo que se calculará el término de facturación.
- Para facturar la energía activa se tendrá en consideración la energía que se haya consumido de la red y el horario.

A la hora de realizar los componentes de la facturación a los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo sin excedentes se hará de la siguiente forma:

- Se fijarán los cargos fijos por potencia en función a la potencia a facturar al consumidor.
- La energía horaria consumida será la base sobre la que se apliquen los cargos variables.

Se modifica la ITC-BT-40, en concreto el apartado 2.c). Se añaden a la vez seis párrafos en el apartado 4.3.

El anexo I hace referencia a los sistemas específicos que han de evitar que se vierta energía a la red. Al ser un sistema fotovoltaico, el inversor y las baterías son las encargadas de gestionar el consumo y el no vertido de energía a la red.

5. DECISIÓN ON-GRID VS OFF-GRID

Para tomar la decisión de hacer la vivienda conectada a red (on-grid) o independiente (off-grid) habrá que tener en cuenta todos los aspectos técnicos y económicos que afecten al diseño directa o indirectamente. Pasamos a enunciar las que van a decantar la decisión en un sentido u otro.

El primer punto y puede que el más importante es que la vivienda está situada en un entorno rural en la que se hizo una instalación eléctrica de aproximadamente unos 100 metros de longitud para poder suministrar energía eléctrica a la vivienda. El coste que supuso en su momento es un factor importante a tener en cuenta.

Desde el punto de vista técnico y como se describe en el RD 244/19 el sistema eléctrico tiende cada vez a una mayor interconexión con los puntos de generación más distribuidos lo que resta de carga al sistema de distribución y transporte. Esta interconexión inteligente es ya una realidad, son las denominadas smartgrids.

Hemos visto el cálculo promedio de energía eléctrica de la vivienda y se podría diseñar la instalación para cubrir el total de la demanda. Esto implicaría un alto coste de la planta fotovoltaica. A su vez, si hubiese un pico de consumo esporádico se necesitaría un sistema de apoyo como puede ser un grupo electrógeno.

La recarga del vehículo eléctrico supone un incremento notable en el consumo, pudiendo a veces hasta triplicar el consumo diario. Si como hemos visto esta recarga se hace por la noche, debido a los patrones de consumo de la unidad familiar, en periodo supervalle, el coste de la recarga es más que viable.

La energía de autoconsumo está exenta de cualquier tipo de cargo o de peaje aún estando conectado a red eléctrica por lo que más económico y viable técnicamente es realizar la instalación conectada a red. Como se denomina actualmente, autoconsumo sin excedentes, ya que el objetivo del presente proyecto es cubrir una parte de la demanda del consumo.

Por lo tanto se propone la realización de un sistema fotovoltaico conectado a red (on-grid) sin excedentes de 3,5 kW.

ANEXO 2. CÁLCULO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

ANEXO 2. CÁLCULO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

1. ESTUDIO DE LA RADIACIÓN SOLAR	65
1.1. Irradiación solar mensual	65
2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	69
2.1. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos en serie.....	70
2.2. Cálculo del número de ramas fotovoltaicos en paralelo	75
2.3. Cálculo del generador fotovoltaico.....	76
2.4. Cálculo de secciones	77
2.4.1. Corriente continua	78
2.4.2. Corriente alterna	81
2.5. Protecciones	85
2.5.1. Corriente continua	85
2.5.2. Corriente alterna	86
2.6. Tierras	87
2.7. Canalizaciones.....	87
2.8. Batería y gestor de batería.....	87
2.9. Inhibidor de inyección energía en la red	88
2.10.Colocación paneles en cubierta	88
3. CÁLCULO USANDO EL SOFTWARE DE DISEÑO SYSTEM ADVISORY MODEL (SAM)	89
4. COMPARACIÓN DE CONSUMO – GENERACIÓN	91

1. ESTUDIO DE LA RADIACIÓN SOLAR

Para el cálculo de radiación solar se va a utilizar la página web de la Comisión Europea Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology.

Esta página es de reconocido prestigio entre los profesionales de la energía solar y la utilizan a la hora de diseñar y dimensionar las instalaciones fotovoltaicas.

En esta página web de uso libre y gratuito introducimos las coordenadas de la cubierta de la vivienda objeto del proyecto y nos proporciona los datos que a continuación se detallan.

1.1. Irradiación solar mensual

Esta aplicación web nos muestra los valores medios mensuales de diferentes cantidades físicas. Veremos más adelante los valores de dos formas diferentes:

1. Una tabla de valores promedio mensuales y anuales para cada tipo de dato.
2. Un gráfico de valores mensuales.

El significado de la los valores son:

- Irradiación horizontal: Este valor es el promedio de la suma de energía de radiación solar que incide en un día sobre un metro cuadrado en un plano horizontal. Se mide en $\text{Wh/m}^2/\text{día}$.
- Irradiación normal directa: Este valor es el promedio de la suma de la energía de radiación solar que llega directamente del disco solar (lo que excluye luz proveniente del cielo y las nubes) e incide sobre un

metro cuadrado sobre un plano siguiendo la posición del sol en un día. Se mide en $\text{Wh/m}^2/\text{día}$.

- **Ángulo óptimo de inclinación:** El ángulo óptimo de inclinación que debería de ser usado para recibir la máxima cantidad de energía en una superficie plana orientada al sur.
- **Temperatura media diaria:** Es la media de la temperatura diaria durante las 24 horas del día para cada mes en la localización elegida.
- **Número de días de grado de calentamiento:** Los días de grado de calentamiento se calculan con la temperatura media diaria. Si la media es superior a 18°C , el número de grados de calentamiento para ese día es cero. Si no, ese día contribuye al cálculo del número de días de grado de calentamiento con la fórmula $18-t$, donde t es la temperatura media del día. Para cada mes se muestra una media a largo plazo del número de días de grado de calentamiento.

Usando las coordenadas $36^\circ55'39''$ Norte, $3^\circ32'17''$ Oeste y elevación 524 m s. n. m. y usando la base de datos TMY del periodo 2007-2016 obtenemos los siguientes resultados:

Mes	H	Hopt	DNI	i	T	N
Enero	2770	4610	4450	62	10,3	235
Febrero	3740	5470	5250	54	10,1	177
Marzo	5260	6480	5860	41	12,5	103
Abril	5990	6390	6320	25	15,9	58
Mayo	7160	6840	7430	12	19	4
Junio	8240	7430	8960	4	22,9	0
Julio	8200	7590	9200	7	25,9	0
Agosto	7290	7470	8270	19	26,4	0
Septiembre	5590	6590	6670	35	22,9	8
Octubre	4300	5900	5550	49	19,2	51
Noviembre	3010	4830	4700	60	13,9	204
Diciembre	2480	4290	4120	64	11,5	225
Año	5340	6160	6410	33	17,5	1065

Tabla 1.1

Ángulo de inclinación óptimo para maximizar la generación fotovoltaica:
33 grados.

Déficit de irradiación anual por sombras (horizontal): 0.3%.

En la siguiente tabla se muestran la irradiación solar en un plano horizontal, la irradiación óptima y la irradiación normal directa en cada mes del año:

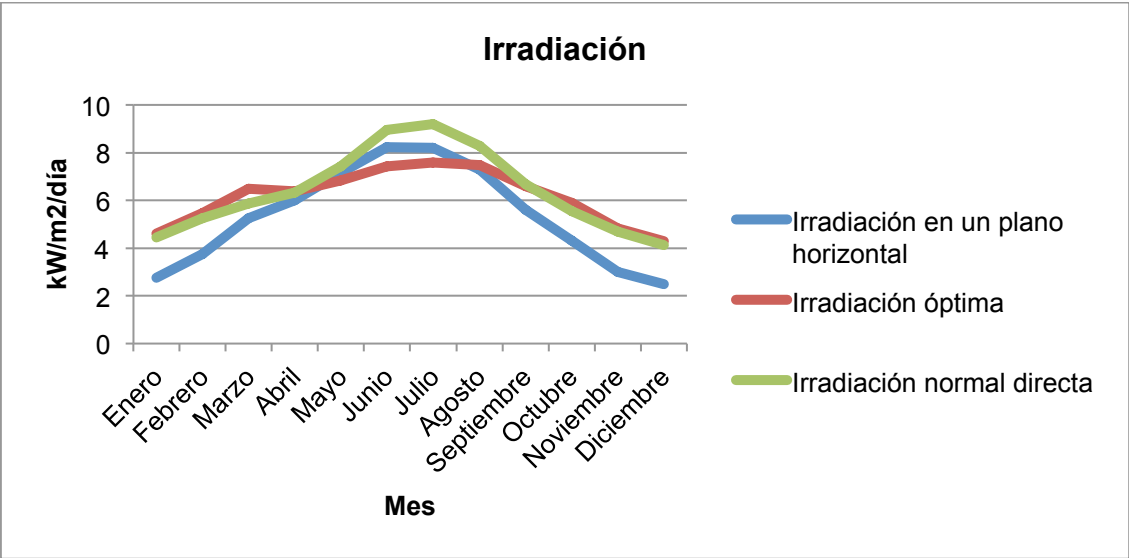


Gráfico 1.1

En esta tabla se muestra la inclinación óptima en cada mes del años en grados centígrados:

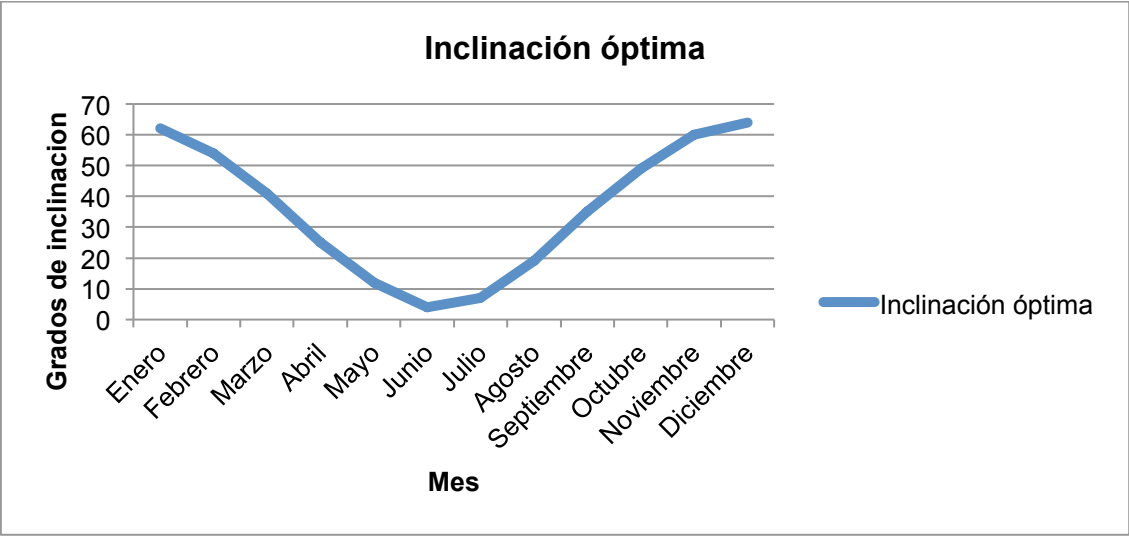


Gráfico 1.2

En la siguiente gráfica se puede observar la temperatura media de cada día en cada mes del año:

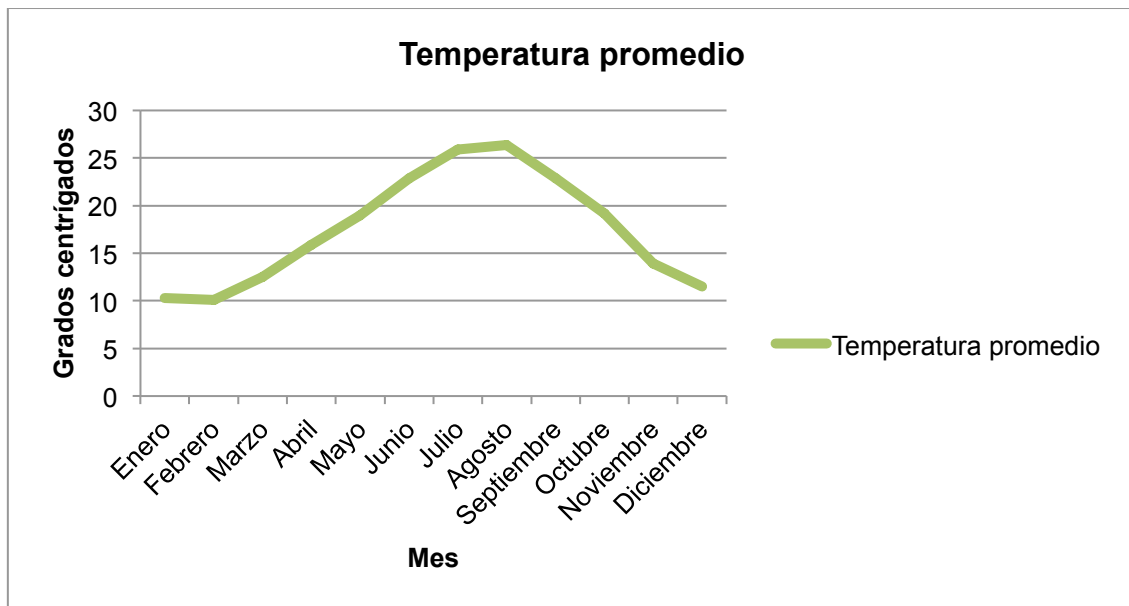


Gráfico 1.3

Por último en esta tabla se muestra el número de días de grado de calentamiento en cada mes del año:

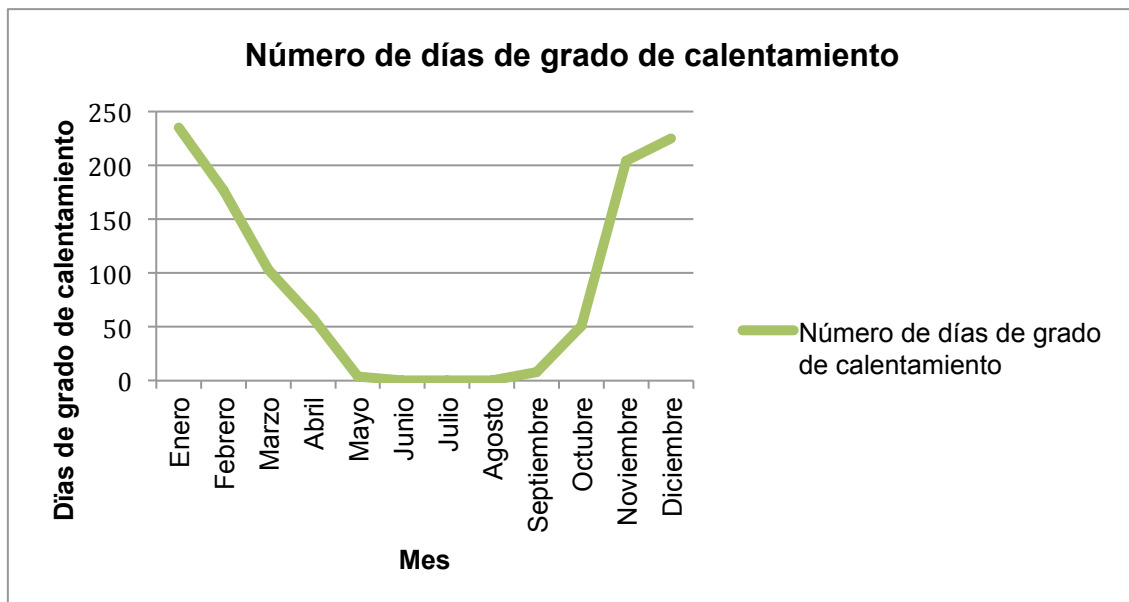


Gráfico 1.4

Los datos se obtienen del denominado TMY de su siglas en inglés (typical meteorological year). Es un conjunto de datos meteorológicos de cada hora del año para una localización geográfica dada.

2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Como hemos visto en el anexo 1, se ha optado por la opción de realizar una instalación de 3.5 kW conectada a red sin excedentes. Esto se justifica en dicho anexo principalmente por los datos experimentales de consumo, el consumo futuro previsto por la instalación del punto de recarga para el vehículo eléctrico y la previa instalación a red eléctrica de la que dispone la vivienda. Sabiendo esta potencia podemos hacer un cálculo aproximado del número de módulos fotovoltaicos a instalar.

$$n_{\text{módulos}} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Potencia módulo}}$$

$$n_{\text{módulos}} = \frac{3500 \text{ W}}{345 \text{ W}} = 10,4 \text{ módulos}$$

Donde:

$n_{\text{módulos}}$ = número de módulos fotovoltaicos.

Potencia = potencia de instalación requerida (W).

(Fórmula 2.1)

Elegimos a priori 11 módulos de 345 W de la marca Sun Power. Las especificaciones y características técnicas se detallan en el anexo.

Sabiendo esto, calculamos las necesidades de instalación que permitan cumplir con las especificaciones técnicas de los equipos escogidos para realizar la instalación.

2.1. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos en serie

La tensión de entrada del inversor será el factor determinante a la hora de calcular el número de módulos en serie que hemos de instalar, esta varía con la temperatura y la irradiación. Los valores de irradiación y temperatura son los denominados datos meteorológicos de un año típico, TMY (Tipycal Metereological Year).

Podemos entonces pasar a calcular el coeficiente de variación de la tensión con respecto a la temperatura ya que el fabricante lo facilita en tanto por ciento.

$$\Delta V/^{\circ}\text{C} = \frac{\alpha_{V_{oc}} (\%/^{\circ}\text{C})}{100} \cdot V_{oc} (\text{V})$$

$$\frac{\alpha_{V_{oc}} (\%/^{\circ}\text{C})}{100} = \frac{0,1764}{68,2 (\text{V})} = \frac{-0,245}{100}$$

Donde:

$\Delta V/^{\circ}\text{C}$ = incremento de la tensión (V) por cada grado centígrado ($^{\circ}\text{C}$).

$\alpha_{V_{oc}}$ = coeficiente de variación de tensión en % por grado centígrado.

V_{oc} = tensión nominal en circuito abierto del módulo (V).

(Fórmula 2.2)

La temperatura máxima de los módulos depende de la temperatura máxima de la zona, viene definida por la siguiente expresión.

$$T_{M \max} = T_{a \max} + \frac{T_{ONC} - 20}{800} \cdot I_{\max}$$

Donde:

$T_{M \max}$ = temperatura máxima del módulo ($^{\circ}\text{C}$).

$T_{a \max}$ = temperatura máxima ambiente ($^{\circ}\text{C}$).

T_{ONC} = temperatura de operación nominal del módulo ($^{\circ}\text{C}$).

$I_{\max}$ = irradiación máxima ($\text{Wh}/\text{m}^2/\text{día}$).

(Fórmula 2.3)

En nuestro caso no es necesario calcular este valor, ya que al cargar el archivo, descargado de la página web de la Comisión Europea, en el software de cálculo, nos da directamente la temperatura máxima a la que va a trabajar el módulo fotovoltaico. Se muestra a continuación el gráfico de temperatura.

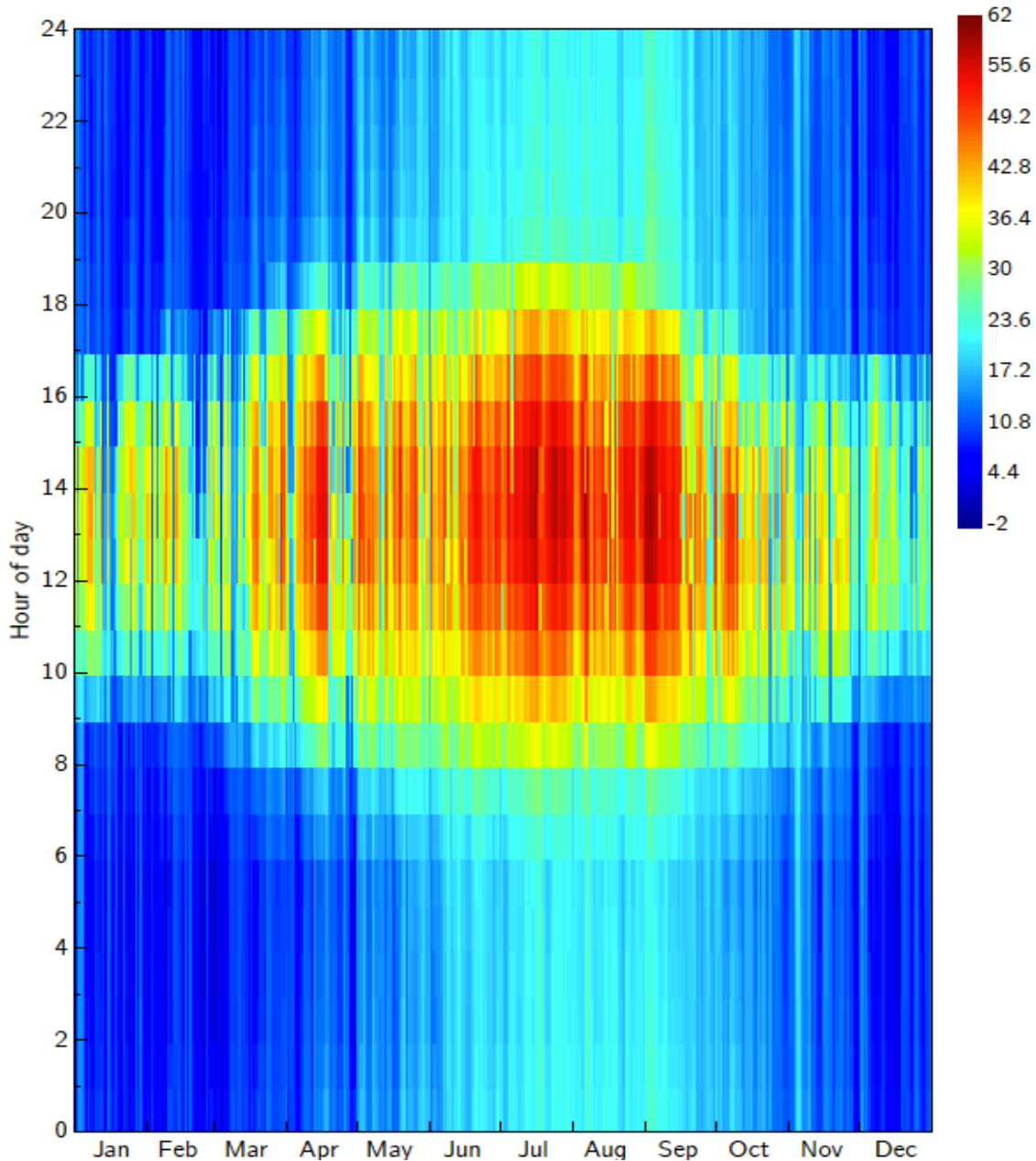


Ilustración 2.1

Se puede observar que la temperatura máxima que alcanza el módulo es de 65 °C y la mínima es de -2 °C. Por lo que $T_{M\max} = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $T_{M\min} = -2\text{ }^{\circ}\text{C}$

El día de más calor es el día en el que la tensión es mínima en circuito abierto. Si por un fallo se desconectasen y volviesen a conectar los módulos fotovoltaicos, la tensión puede provocar un mal rendimiento del inversor o que este no funcione. Las características del inversor se encuentran reflejadas en el anexo 3.

$$V_{\min} = V_{\text{mpp}} \left(1 + \frac{V_{\text{mpp}}}{V_{\text{OC}}} \cdot \alpha_{V_{\text{OC}}} \cdot (T_{\text{M max}} - 25) \right)$$

$$V_{\min} = 57,3 \left(1 + \frac{57,3}{68,2} \cdot \frac{-0,245}{100} \cdot (65 - 25) \right) = 52,58 \text{ V}$$

Donde:

$V_{\min}$ = tensión mínima del módulo (V)

V_{mpp} = Tensión a máxima potencia (V)

V_{OC} = tensión nominal en circuito abierto del módulo (V).

$\alpha_{V_{\text{OC}}}$ = coeficiente de variación de tensión en % por grado centígrado.

$T_{\text{M max}}$ = temperatura máxima del módulo (°C).

(Fórmula 2.4)

El cálculo del número de módulos fotovoltaicos mínimo viene dado por la siguiente ecuación:

$$N_{S \min} = \frac{V_{\min \text{ INV}}}{V_{\min}}$$

$$N_{S \min} = \frac{100 \text{ V}}{52,85} = 1,9 \text{ módulos}$$

Donde:

$N_{S \min}$ = número mínimo de módulos en serie.

$V_{\min \text{ INV}}$ = tensión mínima de entrada del inversor (V).

$V_{\min}$ = tensión mínima del módulo (V).

(Fórmula 2.5)

El número mínimo de módulos fotovoltaicos escogidos que se pueden instalar en serie en el inversor seleccionado es de 2.

Ahora pasamos a buscar el máximo número de módulos fotovoltaicos que se puede instalar por rama. El día en el que más frío hace es el día más desfavorable. Sabemos que la temperatura mínima sobre los módulos es igual a la temperatura ambiente mínima. Esta temperatura se obtiene también de la ilustración 2.1.

$$T_{M \min} = T_{a \min}$$

Donde:

$T_{M \min}$ = temperatura del módulo fotovoltaico (°C).

$T_{a \min}$ = temperatura ambiente mínima (°C).

(Fórmula 2.6)

Por lo que la ecuación de la tensión máxima sería:

$$V_{max} = V_{OC} (STC) \cdot (1 + \alpha_{Voc} \cdot (T_{M \min} - 25))$$

$$V_{max} = 68,2 \cdot \left(1 + \frac{-0,245}{100} \cdot (-2 - 25)\right) = 72,71 \text{ V}$$

Donde:

V_{max} = tensión máxima del módulo (V)

$V_{OC} (STC)$ = tensión

α_{Voc} = coeficiente de variación de tensión en % por grado centígrado.

$T_{M \min}$ = temperatura mínima del módulo (°C).

(Fórmula 2.7)

Calculamos ahora el número máximo de módulos que se pueden conectar en serie en función de las características del inversor:

$$N_{S \max} = \frac{V_{\max INV}}{V_{max}}$$

$$N_{S \max} = \frac{600}{72,71} = 8,25 \text{ módulos}$$

Donde:

$N_{S\ max}$ = número máximo de módulos en serie.

$V_{\max\ INV}$ = tensión máxima de entrada del inversor (V).

$V_{\max}$ = tensión máxima del módulo (V).

(Fórmula 2.8)

Con estos cálculos podemos determinar que el número de módulos a instalar por rama es de 2 como mínimo y 8 como máximo. Comprobamos que la tensión de los módulos es inferior a la tensión máxima del inversor escogido:

$$V_{mpp\ max} = V_{mpp} \left(1 + \frac{V_{mpp}}{V_{oc}} \cdot \alpha_{V_{oc}} \cdot (T_{M\ min} - 25) \right)$$

$$V_{mpp\ max} = 57,3 \left(1 + \frac{57,3}{68,2} \cdot \frac{-0,245}{100} \cdot (-2 - 25) \right) = 57,61\ V$$

Donde:

$V_{mpp\ max}$ = tensión máxima (V).

V_{mpp} = tensión a máxima potencia (V).

V_{oc} = tensión nominal en circuito abierto del módulo (V).

$\alpha_{V_{oc}}$ = coeficiente de variación de tensión en % por grado centígrado.

$T_{M\ min}$ = temperatura mínima del módulo (°C).

(Fórmula 2.9)

$$N_S \cdot V_{mpp} \leq V_{mpp\ INV}$$

$$6 \cdot 57,61 \leq 500$$

Donde:

N_S = número de módulos en serie.

V_{mpp} = tensión a máxima potencia (V).

$V_{mpp\ INV}$ = tensión a máxima potencia del inversor (V).

(Fórmula 2.10)

Cumple la condición de tensión máxima que admite el inversor, por lo que se instalarán 5 módulos en cada rama. Para determinar el número de ramas hay que hacer los cálculos que se detallan en el siguiente apartado.

2.2. Cálculo del número de ramas fotovoltaicos en paralelo

Para calcular el número máximo de módulos fotovoltaicos en paralelo calculamos la corriente de cortocircuito máxima, calculando previamente el coeficiente de variación de intensidad por grado centígrado.

$$\Delta I/^{\circ}\text{C} = \frac{\alpha_{I_{sc}} (\%/^{\circ}\text{C})}{100} \cdot I_{sc} (\text{A})$$

$$\frac{\alpha_{I_{sc}} (\%/^{\circ}\text{C})}{100} = \frac{0,0029}{6,39 (\text{A})} = \frac{0,045}{100}$$

Donde:

$\Delta V/^{\circ}\text{C}$ = incremento de la tensión (V) por cada grado centígrado ($^{\circ}\text{C}$).

$\alpha_{V_{oc}}$ = coeficiente de variación de tensión en % por grado centígrado.

V_{oc} = tensión nominal en circuito abierto del módulo (V).

(Fórmula 2.11)

$$I_{SC \max} = I_{sc} \cdot \left(1 + \alpha_{I_{sc}} \cdot (T_{M \max} - 25) \right)$$

$$I_{SC \max} = 6,39 \cdot \left(1 + \frac{0,045}{100} \cdot (62 - 25) \right) = 6,5 \text{ A}$$

Donde:

$I_{SC \max}$ = intensidad de cortocircuito máxima potencia (A)

I_{sc} = intensidad de cortocircuito (A)

$\alpha_{I_{sc}}$ = coeficiente de variación de intensidad en % por grado centígrado.

$T_{M \max}$ = temperatura mínima del módulo ($^{\circ}\text{C}$).

(Fórmula 2.12)

Para calcular el número máximo de ramas por inversor se utiliza la ecuación:

$$N_{P\ max} = \frac{I_{\max\ INV}}{I_{SC\ max}}$$

$$N_{P\ max} = \frac{15}{6,5} = 2,3\ ramas$$

Donde:

$N_{P\ max}$ = tensión máxima del módulo (V)

$I_{\max\ INV}$ = tensión

$I_{SC\ max}$ = coeficiente de variación de tensión en % por grado centígrado.

(Fórmula 2.13)

Como era de esperar, atendiendo a las necesidades de la instalación y de las características y especificaciones técnicas del inversor, el diseño será de dos ramas con 5 módulos fotovoltaicos cada uno, lo que haría un total de 10.

2.3. Cálculo del generador fotovoltaico

Una vez hemos determinado el número de módulos fotovoltaicos en serie y el número de ramas a instalar, podemos calcular el dimensionamiento exacto de la instalación.

$$P_{Pico} = P_M \cdot N_M$$

$$P_{Pico} = 345 \cdot 10 = 3450\ Wp$$

Donde:

P_{Pico} = potencia pico (W)

P_M = potencia del módulo (W)

N_P = número de paneles

(Fórmula 2.14)

A continuación se detallan las principales características de la planta diseñada y de los elementos elegidos para el diseño e instalación.

Diseño de la planta	
Número de ramas	2
Numero de módulos por rama	5
Número de inversores	1

Tabla 2.1

Módulos fotovoltaicos	
Marca	Sun Power
Modelo	X21-345
Potencia	345 W
Vmpp	57,3 V
Impp	6,02 A
Voc	68,2
Isc	6,39
Coef. tensión	167,4 mV
Coef. Intensidad	2,9 mA

Tabla 2.2

Inversor	
Marca	SMA
Modelo	Sunny Boy
Potencia máxima generador	5500 Wp
Tensión máxima de entrada	600 V
Tensión de entrada mínima	100 V
Número de entradas	2
Corriente máxima de entrada	15 A

Tabla 2.3

2.4. Cálculo de secciones

En el presente apartado procederemos al cálculo de las secciones de los conductores necesarios para realizar la instalación. Sólo se calcularán las

secciones de los conductores que sean de nueva instalación, ya que la vivienda cuenta con la instalación eléctrica realizada según el REBT.

A la hora de calcular las secciones habrá que acatar lo dictado en la ITC-19 del REBT, donde nos indica que la caída de tensión máxima que se puede dar en la instalación generadora será de 1,5% entre el punto de conexión, en nuestro caso el cuadro de distribución, y el punto generador.

Para conseguir que sea menor a 1,5% se divide la instalación en tramos y se les asigna una caída de tensión máxima para que la suma de todas sea inferior a este. Cabe destacar también el sobredimensionamiento de los conductores, que ha de ser de un 125% de la intensidad máxima generadora. Se establece una caída de tensión de 0,75% para el tramo del inversor al cuadro de distribución y de 0,75% para el tramo desde los módulos generadores hasta el inversor. Se establece una caída de tensión máxima entre la batería y gestor de esta de 0,75% y del gestor de batería al cuadro de distribución de 0,75%.

Dividimos los cálculos en dos apartados, los correspondientes a los tramos en corriente continua y a los correspondientes en corriente alterna. Para la realización de los cálculos se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Criterio de intensidad máxima admisible.
- Criterio de caída de tensión.
- Criterio de intensidad de cortocircuito.

2.4.1. Corriente continua

En los tramos de corriente continua habrá dos conductores por línea, uno positivo y otro negativo. Se elige un conductor con aislamiento tipo XLPE con montaje tipo B, es decir, conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra, definición que aparece en la ITC-19 del REBT.

Lo primero que debemos de saber es la intensidad que circulará por el conductor.

$$I_i = \frac{P_{\text{módulo}}}{V}$$

Donde:

I_i = intensidad de la instalación (A).

P_{placas} = potencia nominal del módulo (m).

V = tensión total (V).

(Fórmula 2.15)

La intensidad máxima que podrá circular desde el punto de generación, los módulos fotovoltaicos, hasta el punto de interconexión receptor, el cuadro de distribución de la vivienda, ha de multiplicarse por 1,25 como nos obliga el punto 5 de la ITC-40.

Con esta intensidad nos vamos a la tabla 1 de la ITC-19 del REBT y escogemos el montaje tipo B y nos da una sección. Con esta sección se escoge la sección normalizada inmediatamente superior a la sección calculada.

Una vez elegida la sección por el criterio de intensidad máxima admisible por el conductor, teniendo en cuenta el tipo de montaje, pasamos a comprobar si la sección escogida cumple con el criterio de caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

Donde:

ΔV = caída de tensión (%).

P = potencia eléctrica (W).

l = longitud de la línea (m).

γ = conductividad del cobre (m/Ω mm²/).

S = sección del conductor (mm²).

(Fórmula 2.16)

En esta fórmula sabemos todos los valores excepto la caída de tensión que habrá en el conductor con dicha intensidad y montaje. La caída de tensión recomendada ha de ser mayor o igual que la caída de tensión calculada.

$$\Delta V_r \geq \Delta V_c$$

Donde:

ΔV_r = caída de tensión recomendada (%).

ΔV_c = caída de tensión calculada (%).

(Fórmula 2.17)

Comprobado que cumple el criterio de caída de tensión, se hace la última comprobación. La forma de calcular la sección en función de la intensidad de cortocircuito es la que sigue:

$$S = \frac{I_{sc} \cdot \sqrt{t}}{k}$$

Donde:

S = sección del conductor (mm²).

I_{sc} = intensidad de cortocircuito (A).

k = constante de tiempo.

t = tiempo de cortocircuito (s).

(Fórmula 2.18)

Si la sección es menor que la calculada previamente mediante los dos criterios, es correcta la elección de la sección. Si la sección de cortocircuito es mayor que la calculada habrá que elegir una sección normalizada superior. En instalaciones de baja tensión este criterio no será determinante ya que los sistemas de protección limitan el tiempo de cortocircuito a tiempo muy corto. Otro factor que hace que se pueda excluir este cálculo es que la intensidad de cortocircuito queda limitada por la impedancia del conductor.

Estos cálculos se hacen para cada tramo a instalar y se resume el resultado en la siguiente tabla.

Cálculo de secciones		
Tramo	1	2
Longitud (m)	18	2
Intensidad (A)	15,05	22,26
Sección escogida (mm²)	1,5	2,5
Caída de tensión calculada (%)	3,72	0,37
Caída de tensión máxima (%)	0,75	0,75
Sección mínima calculada (mm²)	7,48	-
Sección final escogida (mm²)	10	6

Tabla 2.4

Donde:

- 1 es el tramo del generador fotovoltaico al inversor.
- 2 es el tramo del gestor de la batería a la batería.
- Longitud es la longitud en metros del tramo a calcular.
- Intensidad es la intensidad máxima que circulará por el conductor.
- Sección escogida es la sección escogida atendiendo al criterio de intensidad máxima admisible del conductor.
- Caída de tensión calculada es la caída de tensión calculada con la sección escogida por el criterio de intensidad máxima admisible.
- Caída de tensión máxima es la caída de tensión máxima establecida por la ITC-40 y a su vez dividida en dos para satisfacer el 1,5%.
- Sección calculada es la sección calculada atendiendo al criterio de caída de tensión máxima.
- Sección final escogida es la sección normalizada inmediatamente superior a la sección calculada.

2.4.2. Corriente alterna

En el apartado de corriente alterna, puesto que la vivienda ya tenía la instalación realizada, solo habrá que calcular el tramo que va desde el inversor al cuadro de distribución de la vivienda, de dicho cuadro al punto de recarga

para el vehículo eléctrico y del inversor al dispositivo de gestión de la batería. En este caso serán tres conductores, fase, neutro y tierra. Las especificaciones del conductor de tierra serán abordadas en el punto 2.6.

Lo primero que debemos de saber es la intensidad que circulará por el conductor.

$$I_i = \frac{P}{V}$$

Donde:

I= intensidad (A).

P= potencia (W).

V= tensión (V).

(Fórmula 2.19)

Con esta intensidad nos vamos a la tabla 1 de la ITC-19 del REBT y escogemos el montaje tipo B y nos da una sección. Esta sección es la normalizada inmediatamente superior a la sección calculada.

Una vez elegida la sección por el criterio de intensidad máxima admisible por el conductor, teniendo en cuenta el tipo de montaje, pasamos a comprobar si la sección escogida cumple con el criterio de caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

Donde:

ΔV = caída de tensión (%).

P = potencia eléctrica (W).

l = longitud de la línea (m).

γ = conductividad del cobre (m/ Ω mm²).

S = sección del conductor (mm²).

(Fórmula 2.20)

En esta fórmula sabemos todos los valores excepto la caída de tensión que habrá en el conductor con dicha intensidad y montaje. Se despeja de la fórmula y se comprueba si cumple la caída de tensión. La caída de tensión recomendada ha de ser mayor o igual que la caída de tensión calculada.

$$\Delta V_r \geq \Delta V_c$$

Donde:

ΔV_r = caída de tensión recomendada (%).

ΔV_c = caída de tensión calculada (%).

(Fórmula 2.21)

Comprobado que cumple el criterio de caída de tensión, cosa que siempre va a ocurrir en nuestra instalación ya que las distancias son muy cortas, se hace la última comprobación. La forma de calcular la sección en función de la intensidad de cortocircuito es la que sigue:

$$S = \frac{I_{sc} \cdot \sqrt{t}}{k}$$

Donde:

S = sección del conductor (mm²).

I_{sc} = intensidad de cortocircuito (A).

k = constante de tiempo.

t = tiempo de cortocircuito (s).

(Fórmula 2.22)

Si la sección es menor que la calculada previamente mediante los dos criterios, es correcta la elección de la sección. Si la sección de cortocircuito es mayor que la calculada habrá que elegir una sección normalizada superior. En instalaciones de baja tensión este criterio no será determinante ya que los sistemas de protección limitan el tiempo de cortocircuito a tiempo muy corto.

Otro factor que hace que se pueda excluir este cálculo es que la intensidad de cortocircuito queda limitada por la impedancia del conductor.

Estos cálculos se hacen para cada tramo a instalar y se resume el resultado en la siguiente tabla.

Corriente alterna			
Tramo	1	2	3
Longitud (m)	18	2	8
Intensidad (A)	15,05	22,26	32
Sección escogida (mm²)	1,5	2,5	4
Caída de tensión calculada(%)	3,72	0,37	1,32
Caída de tensión máxima (%)	0,75	0,75	3
Sección mínima calculada (mm²)	7,45	-	-
Sección escogida (mm²)	10	2,5	4

Tabla 2.5

Donde:

- 1 tramo del inversor al gestor de la batería.
- 2 tramo del gestor de la batería al cuadro de distribución de la vivienda.
- 3 tramo del cuadro de distribución al punto de recarga para el vehículo eléctrico.
- Longitud es la longitud en metros del tramo a calcular.
- Intensidad es la intensidad máxima que circulará por el conductor.
- Sección escogida es la sección escogida atendiendo al criterio de intensidad máxima admisible del conductor.
- Caída de tensión calculada es la caída de tensión calculada con la sección escogida por el criterio de intensidad máxima admisible.
- Caída de tensión máxima es la caída de tensión máxima establecida por la ITC-40 y a su vez dividida en dos para satisfacer el 1,5%.
- Sección calculada es la sección calculada atendiendo al criterio de caída de tensión máxima.
- Sección final escogida es la sección normalizada inmediatamente superior a la sección calculada.

2.5. Protecciones

En este apartado se va a proceder al cálculo de las protecciones necesarias para la instalación objeto del proyecto. Para ello habrá que dividir de nuevo los cálculos en dos apartados, de corriente continua y de corriente alterna.

2.5.1. Corriente continua

2.5.1.1. Sobrecargas

Para el cálculo de sobrecargas en corriente continua se emplearon los fusibles normalizados tipo gG. Se protegerá tanto la parte de la instalación en la que se conectan los módulos al inversor, a la salida de los módulos, como la parte de la instalación que une el gestor de la batería y la batería, instalándose los fusibles a la salida de la misma.

La ecuación que debemos aplicar para calcular el fusible normalizado es la que se muestra a continuación.

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_B = intensidad del circuito (A).

I_n = intensidad nominal del fusible (A).

I_z = intensidad máxima admitida por el conductor (A).

(Fórmula 2.23)

Atendiendo a estos criterios, la intensidad nominal de los fusibles será de 25 A en ambos casos. Quedando justificado de la siguiente forma, en primer lugar para los módulos fotovoltaicos y en segundo lugar para la batería.

$$15,05 \leq 25 \leq 68$$

$$22,26 \leq 25 \leq 29$$

2.5.1.2. Sobretensiones

Para evitar sobretensiones peligrosas, tanto para los operarios, como para los equipos instalados se elige un descargador de sobretensiones diseñado para trabajar en corriente continua. Para instalaciones fotovoltaicas se utilizan los de Clase II. La tensión máxima será la calculada por la fórmula 2.10 por lo que elegimos un protector contra sobretensiones de 600V DC.

2.5.1.3. Seccionador

Con el fin de poder realizar las tareas de mantenimiento, el inversor trae un seccionador interno que desconecta los módulos fotovoltaicos, por lo que no es necesario añadir otro.

2.5.2. Corriente alterna

2.5.2.1. Sobrecargas

Para elegir el método de protección ante sobrecargas, se utilizará la fórmula descrita anteriormente, la 2.23, para seleccionar la intensidad nominal del interruptor magneto térmico. Al ser líneas en serie con las líneas de corriente continua, las intensidades nominales son también de 25 A. Para el circuito que alimenta al punto de recarga del vehículo eléctrico el magneto térmico escogido será de 32 A de intensidad nominal. El poder de corte será en todos los casos de 6 kA, intensidad de corte mínima establecida por la empresa distribuidora. Serán de curva tipo C.

2.5.2.2. Diferencial

Se instalará un nuevo interruptor diferencial para el circuito del punto de recarga del vehículo eléctrico. Este será de 40 A y 30 mA de sensibilidad. Este se instala ya que el cuadro de la vivienda lo requería al tener el número máximo de circuitos por diferencial.

2.6. Tierras

El sistema fotovoltaico se conecta a la red de tierras existente, por lo que queda excluido del cálculo. Se garantiza que la tensión de contacto no será superior en ningún caso a los 24 V establecidos como máximo.

Para el punto de recarga del vehículo eléctrico ocurre lo mismo, se conectan todas las tierras a la red de tierras ya existente en la vivienda.

2.7. Canalizaciones

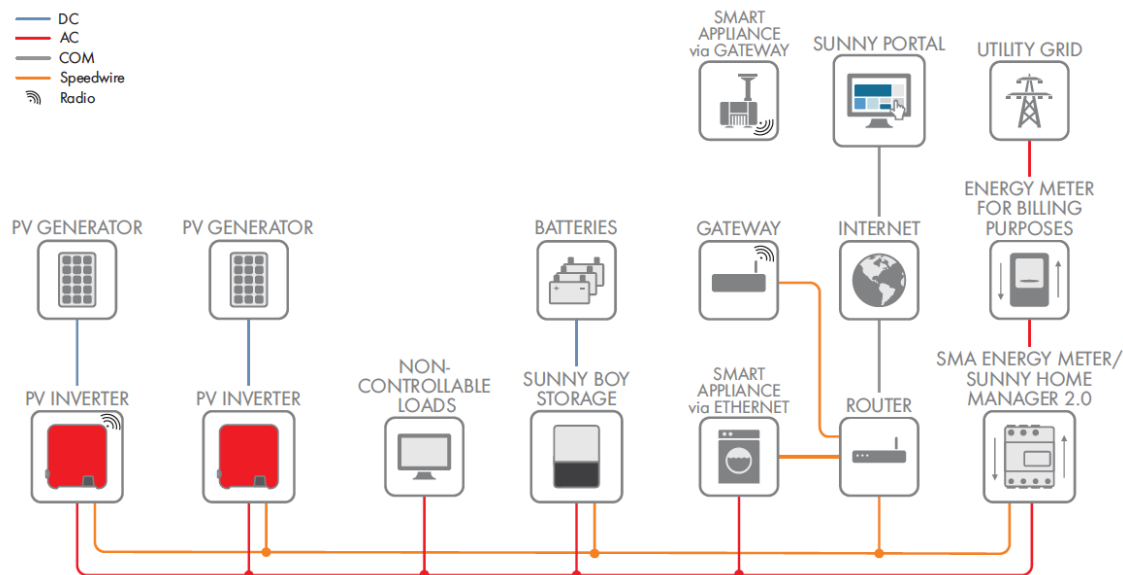
Todas las canalizaciones de la instalación fotovoltaica serán en montaje tipo B, es decir, bajo tubo empotrado en la pared. Se utilizará tubo corrugado libre de halógenos, aunque en instalaciones interiores en vivienda no es necesario su instalación se escoge por su característica de no propagación del fuego.

El diámetro de los tubos será el definido por el REBT en si ITC-21 en la tabla 2.

2.8. Batería y gestor de batería

Al instalar en la vivienda una batería hay que instalar por recomendación del fabricante del inversor un gestor de la batería. Este tipo de gestores permiten hacer la instalación más eficiente, pudiendo consumir la energía de la batería en momentos en los que no se esté generando suficiente energía y a su vez almacenarla en momento de elevada producción y bajo consumo.

El esquema de conexionado que facilita el fabricante es el siguiente:

**Ilustración 2.2**

Este gestor es solo compatible con algunos sistemas almacenamiento por lo que se ha de elegir una batería que sea compatible. En este caso optamos por una batería de la marca BYD Battery-Box H 5.1. Se escoge esta batería ya que es una de las pocas que permite el fabricante del inversor.

2.9. Inhibidor de inyección energía en la red

Al haber optado por un sistema conectado a red sin excedentes, se ha de instalar un sistema que nos garantice que no se vuelca energía eléctrica a la red de distribución. Se ha de garantizar ya que es de obligado cumplimiento según el RD 244/2019. Este equipo entraría en funcionamiento en el momento en el que la generación sea superior a la demanda, como se puede ver en la gráfica 4.1, en los meses de abril, mayo y junio. Las características de este equipo quedan detalladas en el anexo 3.

2.10. Colocación paneles en cubierta

Los paneles serán instalados en la cubierta de la vivienda, la cual es plana, con una azimuth de 180° , es decir, mirando completamente al sur. La inclinación de los paneles será de 33° . Esto hace que pueda haber pérdidas por sombras si se instalan demasiado cerca una rama a la otra. Para evitar estas perdidas por sombreado habría que calcular la distancia mínima. En nuestro caso para evitar estas pérdidas y obtener el máximo de energía del

sistema, se opta por realizar la instalación de las dos ramas la una sobre la otra en montaje horizontal como se en la siguiente imagen. Como la superficie de la cubierta de la vivienda es lo suficientemente extensa para instalar los 10 módulos de esta manera, se evitan pérdidas y tener que realizar cálculos.



Ilustración 2.3

Estos anclajes son 100% de aluminio, incluyen tornillería de acero inoxidable, cuatro anclajes tipo L para sujetar los extremos de los módulos y dos anclajes tipo M para la fijación de los paneles entre ellos.

3. CÁLCULO USANDO EL SOFTWARE DE DISEÑO SYSTEM ADVISORY MODEL (SAM)

El programa de diseño de uso gratuito SAM de sus siglas en inglés System Advisory Model es un programa muy completo y a la vez muy intuitivo.

Para realizar el diseño de un sistema fotovoltaico conectado a red lo primero que vamos a necesitar es un archivo meteorológico. Este archivo se

descarga de forma gratuita de la página de la Comisión Europea https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#TMY. En ella seleccionamos las coordenadas donde se encuentra la vivienda objeto del proyecto y nos descargamos el archivo en el formato .epw que es el tipo de archivo recomendado por el programa.

Elegimos el tipo de instalación a diseñar, en nuestro caso Residential distributed, cargamos el archivo descargado previamente y podemos pasar a introducir los datos de la simulación.

Lo primero que seleccionaremos será el módulo fotovoltaico, en este caso, el Sun Power SPR-X21_345.

Lo siguiente a elegir es el tipo de inversor, el escogido es el SMA America: SB 4000TL-US (240V). Aunque el nombre comercial haya cambiado y el nombre que aparece en el anexo sea diferente, las características son idénticas.

En el apartado de System Parameters se introduce el valor de System Design introducimos el valor de System nameplate size, en nuestro caso 345W por 10 paneles, 3450 W. En el apartado Orientation elegimos el tipo de montaje, que en nuestro caso es fijo, con una inclinación de 33 grados y azimut de 180 grados.

En el apartado de pérdidas y sombras no modificamos nada ya que hemos eliminado las pérdidas por sombreado y lo demás lo dejamos por defecto. Dejamos también los valores por defecto de vida útil.

En el apartado de batería tenemos que habilitar la batería e introducir las características de esta, en nuestro caso la batería es de fosfato de litio y hierro de 5,12 kWh de capacidad.

El resto de apartados son económicos y no se rellenan puesto que no son objeto del proyecto. Se simula y se estudian los resultados en el siguiente

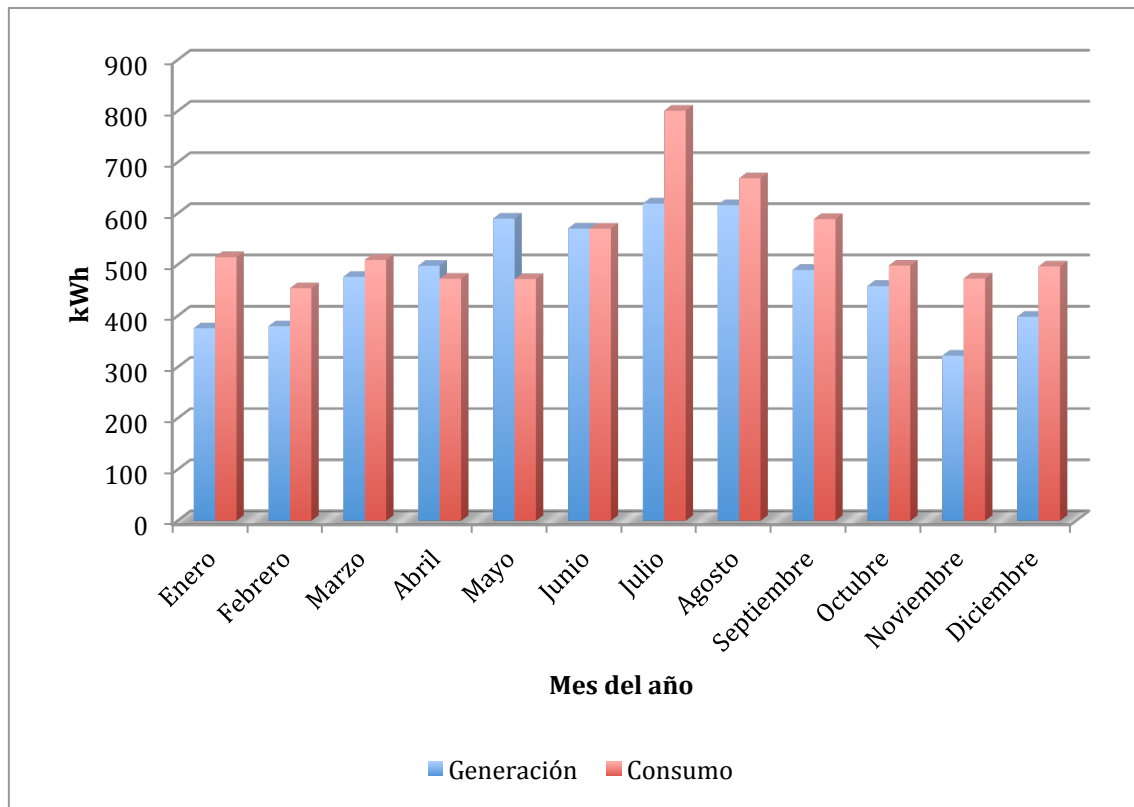
apartado. El archivo de simulación se adjunta en formato digital con el proyecto.

4. COMPARACIÓN DE CONSUMO – GENERACIÓN

Una vez realizada la simulación el software nos proporciona una gran cantidad de información que podemos seleccionar de un menú desplegable. En este apartado se intenta hacer una comparativa de la energía consumida prevista con la incorporación del vehículo eléctrico y de la energía generada por el sistema fotovoltaico.

La energía consumida prevista se hace con la energía media consumida cada hora, añadiéndole la carga del vehículo eléctrico y multiplicándola por el número de días de cada mes.

Se observa que el sistema cubre una gran parte de la demanda pero en la mayoría de los meses no llega a cubrir el 100%. Teniendo en cuenta que el objetivo era cubrir una parte de la demanda y que fuese una instalación sin excedentes, la potencia escogida de la planta fotovoltaica es adecuada. Aún habiendo un futuro incremento de energía por parte de los habitantes de la casa, ya sea por modificación de hábitos o incorporación de nuevos equipos consumidores, el sistema fotovoltaico seguirá siendo capaz de cubrir gran parte de la demanda.

**Gráfico 4.1**

Como se ha comentado ya, en azul tenemos la generación para cada mes y en rojo el consumo. Se puede apreciar que hay meses en los que la energía producida casi satisface la consumida, e incluso superarla.

En caso de querer aumentar la potencia generada en un futuro no habría problema, ya que el inversor escogido es ampliable mediante módulos que nos podría facilitar el fabricante.

ANEXO 3.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

Anexo 3. Características de los equipos

1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	95
2. INVERSOR.....	96
3. PUNTO DE RECARGA.....	97
4. BATERÍA.....	98
5. SUNNY BOY STORAGE.....	99
6. INHIBIDOR DE INYECCIÓN.....	101

1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



SunPower® X-Series Residential Solar Panels | X21-335-BLK | X21-345

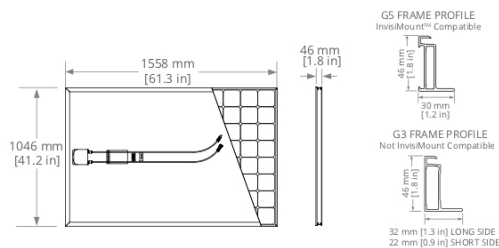
Electrical Data		
	SPR-X21-335-BLK	SPR-X21-345
Nominal Power (P _{nom}) ⁵	335 W	345 W
Power Tolerance	+5/-0%	+5/-0%
Avg. Panel Efficiency ⁶	21.0%	21.5%
Rated Voltage (V _{mpp})	57.3 V	57.3 V
Rated Current (I _{mpp})	5.85 A	6.02 A
Open-Circuit Voltage (V _{oc})	67.9 V	68.2 V
Short-Circuit Current (I _{sc})	6.23 A	6.39 A
Max. System Voltage	600 V UL & 1000 V IEC	
Maximum Series Fuse	15 A	
Power Temp Coef.	-0.29% / ° C	
Voltage Temp Coef.	-167.4 mV / ° C	
Current Temp Coef.	2.9 mA / ° C	

Operating Condition And Mechanical Data	
Temperature	-40° F to +185° F (-40° C to +85° C)
Impact Resistance	1 inch (25 mm) diameter hail at 52 mph (23 m/s)
Appearance	Class A+
Solar Cells	96 Monocrystalline Moxeon Gen III
Tempered Glass	High-transmission tempered anti-reflective
Junction Box	IP-65, MC4 compatible
Weight	41 lbs (18.6 kg)
Max. Load	G5 Frame: Wind: 62 psf, 3000 Pa front & back Snow: 125 psf, 6000 Pa front
	G3 Frame: Wind: 50 psf, 2400 Pa front & back Snow: 112 psf, 5400 Pa front
	Frame
Frame	Class 1 black anodized (highest AAMA rating)

Tests And Certifications	
Standard Tests ⁷	UL1703 (Type 2 Fire Rating), IEC 61215, IEC 61730
Management System Certs	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015
EHS Compliance	RoHS, OHSAS 18001:2007, lead free, REACH SVHC-163, PV Cycle
Sustainability	Cradle to Cradle Certified™ Silver (contributes to LEED categories) ⁸
Ammonia Test	IEC 62716
Desert Test	10.1109/PVSC.2013.6744437
Salt Spray Test	IEC 61701 (maximum severity)
PID Test	1000V: IEC62804, PVEL 600hr duration
Available Listings	UL, TUV, MCS, CSA, FSEC, CEC

REFERENCES

- 1 SunPower 360W compared to a Conventional Panel on same sized arrays (260W, 16% efficient, approx. 1.6 m²) 4% more energy per watt (based on 3pty module characterization and PVSIM), 0.75%/yr slower degradation (Campeau, Z. et al. "SunPower Module Degradation Rate," SunPower white paper, 2013).
- 2 "SunPower Module 40-Year Useful Life" SunPower white paper, May 2015. Useful life is 99 out of 100 panels operating at more than 70% of rated power.
- 3 X-Series same as E-Series, 5 of top 8 panel manufacturers tested in 2013 report, 3 additional panels in 2014. Ferrara, C., et al. "Fraunhofer PV Durability Initiative for Solar Modules: Part 2," Photovoltaics International, 2014.
- 4 See us sunpower.com/home-solar-system-warranty/ for more details.
- 5 Standard Test Conditions (1000 W/m² irradiance, AM 1.5, 25° C). NREL calibration Standard: SOMS current, LACCS FF and Voltage.
- 6 Based on average of measured power values during production.
- 7 Type 2 fire rating per UL1703:2013, Class C fire rating per UL1703:2002.
- 8 See salesperson for details.



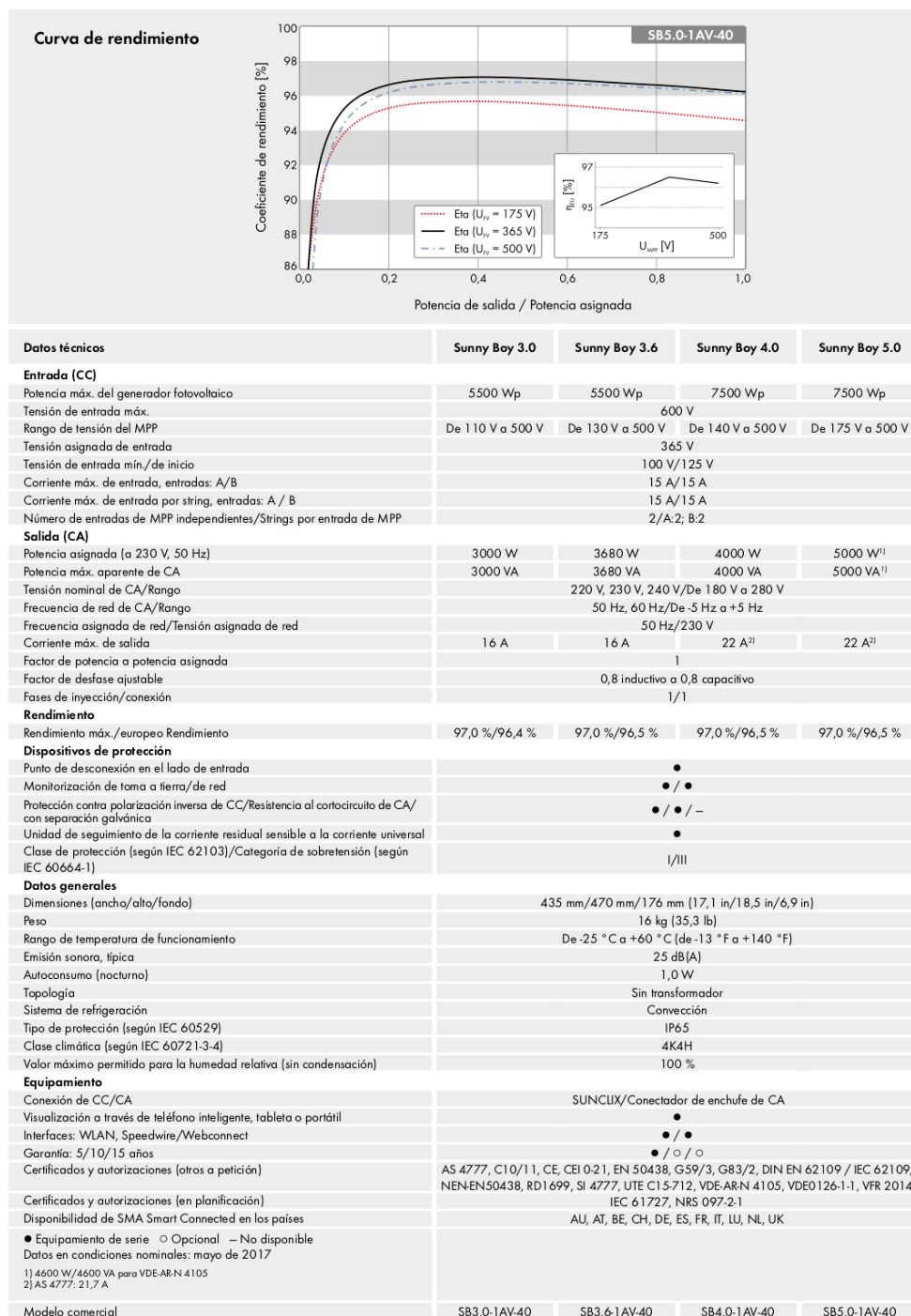
G5 frames have no mounting holes. Please read the safety and installation guide.

Document # 504828 Rev G./LTR_US

©September 2017 SunPower Corporation. All rights reserved. SUNPOWER, the SUNPOWER logo, MAXEON, SIGNATURE and InvisiMount are trademarks or registered trademarks of SunPower Corporation. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

SUNPOWER®

2. INVERSOR



3. PUNTO DE RECARGA

FICHA TÉCNICA

Wallbox Pulsar Plus

Wallbox Pulsar Plus es un práctico e inteligente sistema de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables, que se conecta a la plataforma de gestión de carga myWallbox mediante wifi o Bluetooth. El modelo Pulsar Plus incorpora protección contra fugas de DC de serie.

Pulsar Plus es compacto, ocupa solo 16 cm cuadrados, y cuenta con la tecnología más avanzada para proporcionar el máximo rendimiento de carga. Pulsar Plus se adapta fácilmente a cualquier instalación, ya sea en garajes privados o aparcamientos compartidos.

Funcionalidades destacadas

- Siempre conectado por wifi o Bluetooth.
- Diseño compacto.
- Optimiza tu infraestructura de carga y reduce los tiempos de carga con la tecnología Power Boost.
- Luces de estado de carga integradas.
- Protección contra fugas de DC integrada.

Especificaciones generales

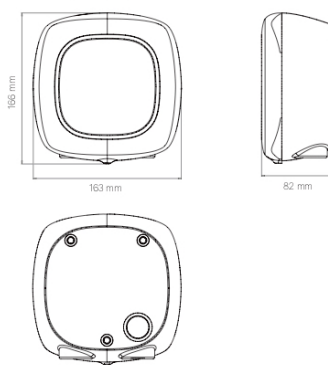
Modelo	Pulsar Plus
Longitud del cable	5 m (7 m opcional) ^[1]
Tipo de conector	Tipo 1 (SAE J1772) o Tipo 2 (IEC 62196-2)
Dimensiones	166x163x82 mm (sin cable)
Peso	1 kg (sin cable)
Temperatura de funcionamiento	De -25 °C a 40 °C
Temperatura de almacenamiento	De -40 °C a 70 °C
Marca CE	LVD 2014/35/EU, EMC 2014/30/EU, IEC 61851-1, IEC 61851-22, IEC 62196-1



Especificaciones eléctricas

Potencia máxima	7,4 kW (1P) / 22 kW (3P) ^[2]
Voltaje de entrada	110 / 230 V AC ± 10 % (1P) / 400 V AC ± 10 % (3P) ^[2]
Corriente máxima	Cable de 32 A, 5x6 mm² Corriente de carga configurable de 6 A a 32 A
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Grado de protección	IP54 / IK08
Categoría de sobrevoltaje	CAT III
Detección de corriente residual	AC 30 mA / DC 6 mA
RCCB	Requiere RCCB externo ^[3]

Dimensiones



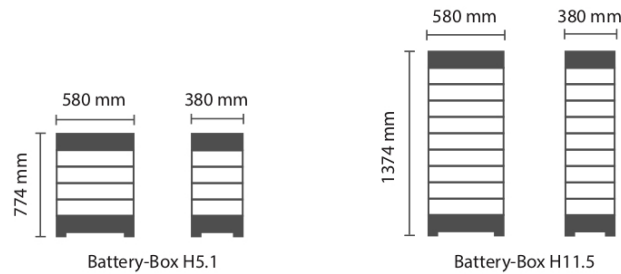
Interfaz de usuario y comunicaciones

Conectividad	Wifi / Bluetooth
Identificación del usuario	Wallbox App / Portal myWallbox
Interfaz de usuario	Wallbox App / Portal myWallbox
Información de estado del cargador	Halo RGB LED / Wallbox App / Portal myWallbox
Características incluidas	Power Sharing Smart
Funciones opcionales	Power Boost

[1] Solo disponible para cargadores 3P de tipo 2.
[2] 3P solo disponible para cargadores de tipo 2.
[3] Tipo A o Tipo B según la normativa local.

4. BATERÍA

Dimensions



Technical parameters

	Battery-Box H 5.1	Battery-Box H 6.4	Battery-Box H 7.7	Battery-Box H 9.0	Battery-Box H 10.2	Battery-Box H 11.5
Battery module	4 modules	5 modules	B-Plus H 1.28 (1.28kWh, 25 kg)		8 modules	9 modules
Usable Energy [1]	5.12 kWh	6.40 kWh	7.68 kWh	8.96 kWh	10.24 kWh	11.52 kWh
Max Output Power	5.12 kW	6.40 kW	7.68 kW	8.96 kW	10.24 kW	11.52 kW
Peak Output Power	10.24 kW, 30 s	12.80 kW, 30 s	15.36 kW, 30 s	17.92 kW, 30 s	20.48 kW, 30 s	23.04 kW, 30 s
Round-Trip Efficiency	≥95.3 % [1]					
Nominal Voltage	204 V	256 V	307 V	358 V	409 V	460 V
Operating Voltage Range	160~225 V	200~282 V	240~338 V	280~395 V	320~451 V	360~500 V
Communication	RS485 / CAN					
Dimensions (W/H/D)	580 x 774 x 380 mm	580 x 894 x 380 mm	580 x 1014 x 380 mm	580 x 1134 x 380 mm	580 x 1254 x 380 mm	580 x 1374 x 380 mm
Weight	118 kg	143 kg	168 kg	193 kg	218 kg	243 kg
Enclosure Protection Rating	IP55					
Warranty [2]	10 years					
Operating temperature [3]	-10 °C to +50 °C					
Certification & Safety Standard	UL1642 / TUV(IEC62619) / CE / RCM / UN38.3 / Sicherheitsleitfaden Li-Ionen-Haushaltspeicher					
Scalability	To be announced					
Compatible Inverters [4]	SMA (4-8 modules) / Kostal / Fronius (5-9 modules) / GoodWe / Ingeteam (4-5 modules)					
Application [4]	ON Grid (Self consumption / ON Grid + Backup / Backup)					

[1] Test conditions: 100% DOD, 0.2C charge & discharge at +25 °C. System Usable Energy may be variant with different inverter brands

[2] Conditions apply. Refer to BYD Battery-Box Warranty Letter.

[3] -10 °C to +12 °C will be derating

[4] Detailed and updated information refer to BYD Battery-Box Inverter Compatible List and Minimum Configuration List. More brands to be announced.

BYD
BYD Company Limited
www.byd.com/energy
batteryboxgrp@byd.com

BYD Battery-Box EU Service Partner
EFT-Systems GmbH
www.eft-systems.de
info@eft-systems.de

Your energy storage expert:

5. SUNNY BOY STORAGE

SMA Solar Technology AG

1 Baterías homologadas

1 Baterías homologadas

1.1 SBS2.5-1VL-10 / SBS3.7-10 / SBS5.0-10 / SBS6.0-10

En estas tablas encontrará un listado de baterías homologadas para operar con los siguientes inversores de batería de SMA (actualización: 03/2019):

- SBS2.5-1VL-10 (Sunny Boy Storage 2.5)
- SBS3.7-10 (Sunny Boy Storage 3.7)
- SBS5.0-10 (Sunny Boy Storage 5.0)
- SBS6.0-10 (Sunny Boy Storage 6.0)

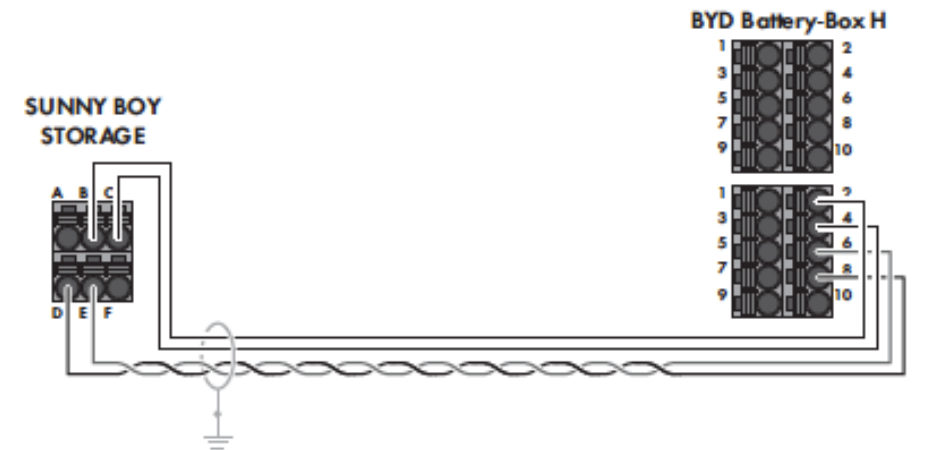
Tipo (fabricante)	Versión de firmware de la batería requerida para:*		Versión de firmware del inversor requerida para:**	
	SBS2.5-1VL-10	SBS3.7-10, SBS5.0-10, SBS6.0-10	SBS2.5-1VL-10	SBS3.7-10, SBS5.0-10, SBS6.0-10
RESU10H / 15563P3SDLT Tipo C (LG Chem)	≥ 13.13.0.R***	≥ 16.13.6 R***	≥ 2.04.14.R	≥ 1.00.20.R
RESU7H / EH111063P3S3 Tipo C (LG Chem)	≥ 15.02.4.R	≥ 16.02.6 R***	≥ 2.04.23.R	≥ 1.00.20.R
Battery-Box H 5.1 (BYD Company Limited)	≥ 3.0004R	≥ 3.0004R	≥ 2.04.23.R	≥ 1.00.20.R
Battery-Box H 6.4 (BYD Company Limited)	≥ 3.0004R	≥ 3.0004R	≥ 2.04.23.R	≥ 1.00.20.R
Battery-Box H 7.7 (BYD Company Limited)	≥ 3.0004R	≥ 3.0004R	≥ 2.04.23.R	≥ 1.00.20.R
Battery-Box H 9.0 (BYD Company Limited)	≥ 3.0004R	≥ 3.0004R	≥ 2.04.23.R	≥ 1.00.20.R

Información técnica

SBS-Batterys-Tiles-12

3

Sunny Boy Storage (SBS3.7-10 / SBS5.0-10 / SBS6.0-10 / SBS3.8-US-10 / SBS5.0-US-10 / SBS6.0-US-10) con BYD Battery-Box H

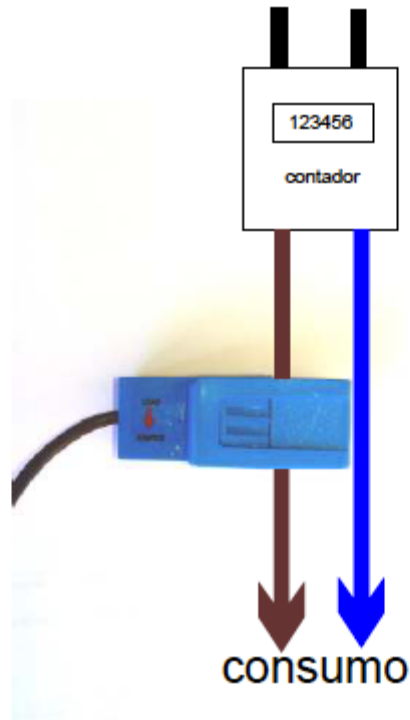


Punto de co- nexión	Asignación	Punto de co- nexión	Asignación
A	No asignado	-	-
B	Enable	2	EN 11V+
C	GND	4	EN 11 V-X
D	CAN L (conductores trenzados en pares, mínimo CAT5e)	8	CANL
E	CAN H (conductores trenzados en pares, mínimo CAT5e)	6	CANH
F	Alimentación de +12V para equipo de conmutación	-	-

6. INHIBIDOR DE INYECCIÓN



ZERO BOX MR2



3. Instalación

Montar el dispositivo preferiblemente cerca del cuadro eléctrico.

Cables de conexión eléctricos de entrada min 2.5mm. La potencia conectada es de max 4.5Kw.

Se puede conectar a un enchufe o directamente en el cuadro eléctrico.

El cable del sensor no tiene polaridad y puede tener una longitud de max 50m con cable apantallado. Asegurarse que el sensor este bien cerrado.

La flecha de la pinza tiene que estar dirigida hacia el consumo

Conecta 1 ó 2 resistencias, como por ejemplo estufas eléctricas de 2000 Watt/ max 4.5kw (no se pueden conectar estufas con motores, aire acondicionado o cargas no resistivas)

Scale:	proyecto MR revisión 2	
Date:		

PLANOS

Planos

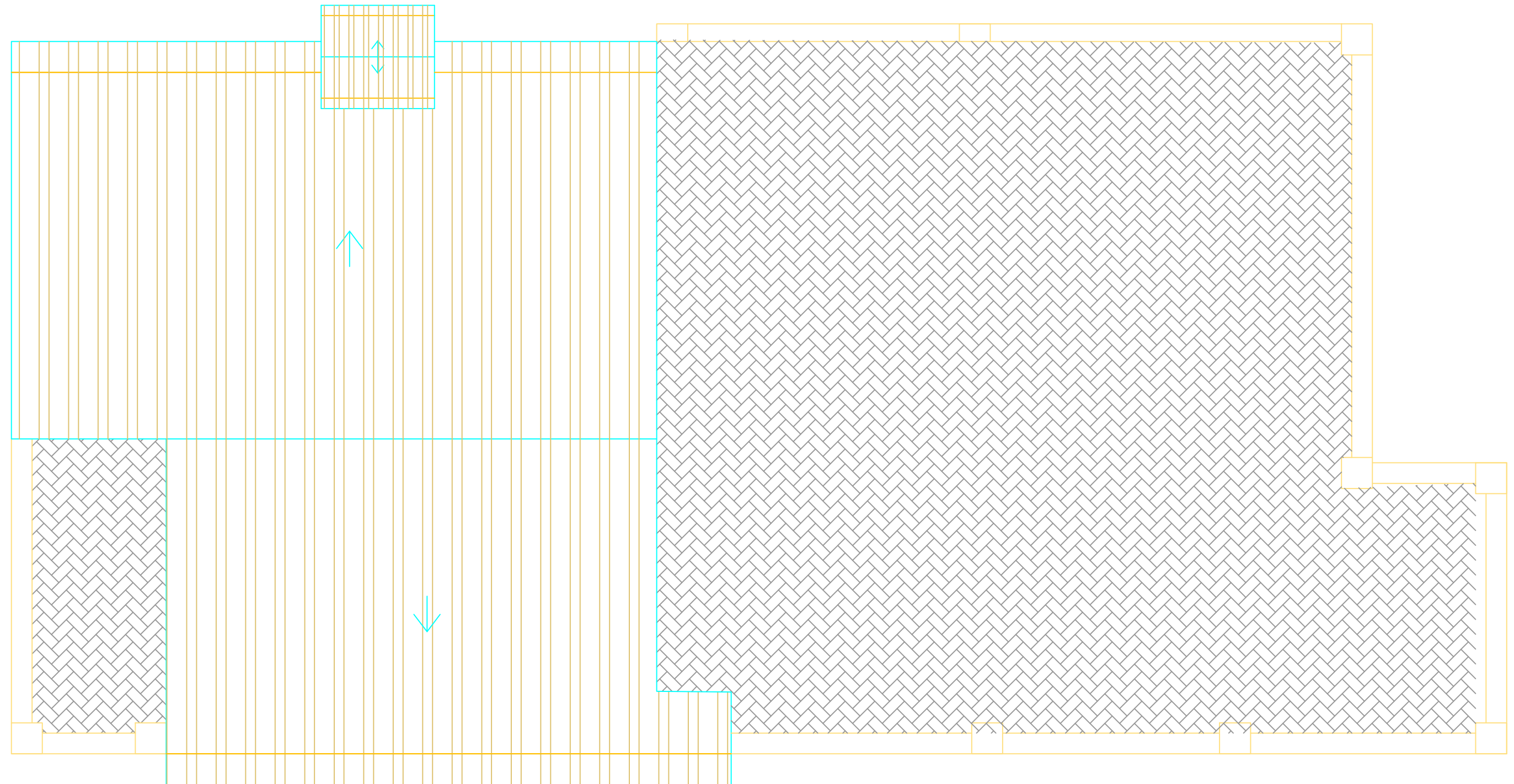
1. PLANO 1. LOCALIZACIÓN	104
2. PLANO 2. SITUACIÓN.....	105
3. PLANO 3. CUBIERTA VIVIENDA	106
4. ESQUEMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO	107
5. PLANO 5. ESQUEMA DE CONEXIONADO DEL PUNTO DE RECARGA.....	108
6. PLANO 6. ESQUEMA DE CONEXIONADO INHIBIDOR DE INYECCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A RED	109
7. PLANO 7. ESQUEMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO	110



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
Dibujado		Ivan Carter Sanderson			
Comprobado		Emilio Muñoz Cerón			
Escala:	LOCALIZACIÓN			N.º plano 1	
1:200				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

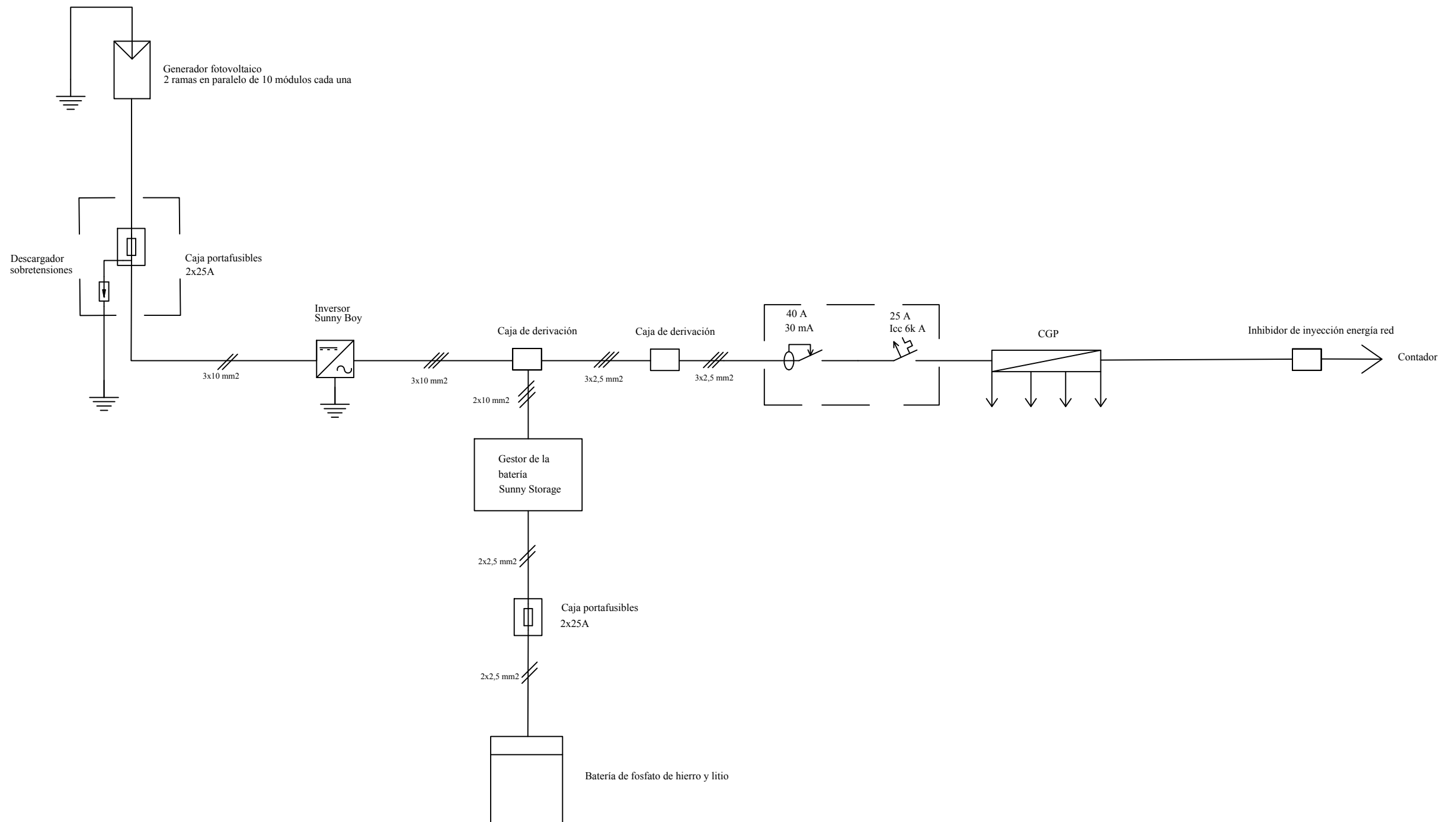


	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
Dibujado		Ivan Carter Sanderson		
Comprobado		Emilio Muñoz Cerón		
Escala:	SITUACIÓN			N.º plano 2
1:100				Sustituye a:
				Sustituido por:

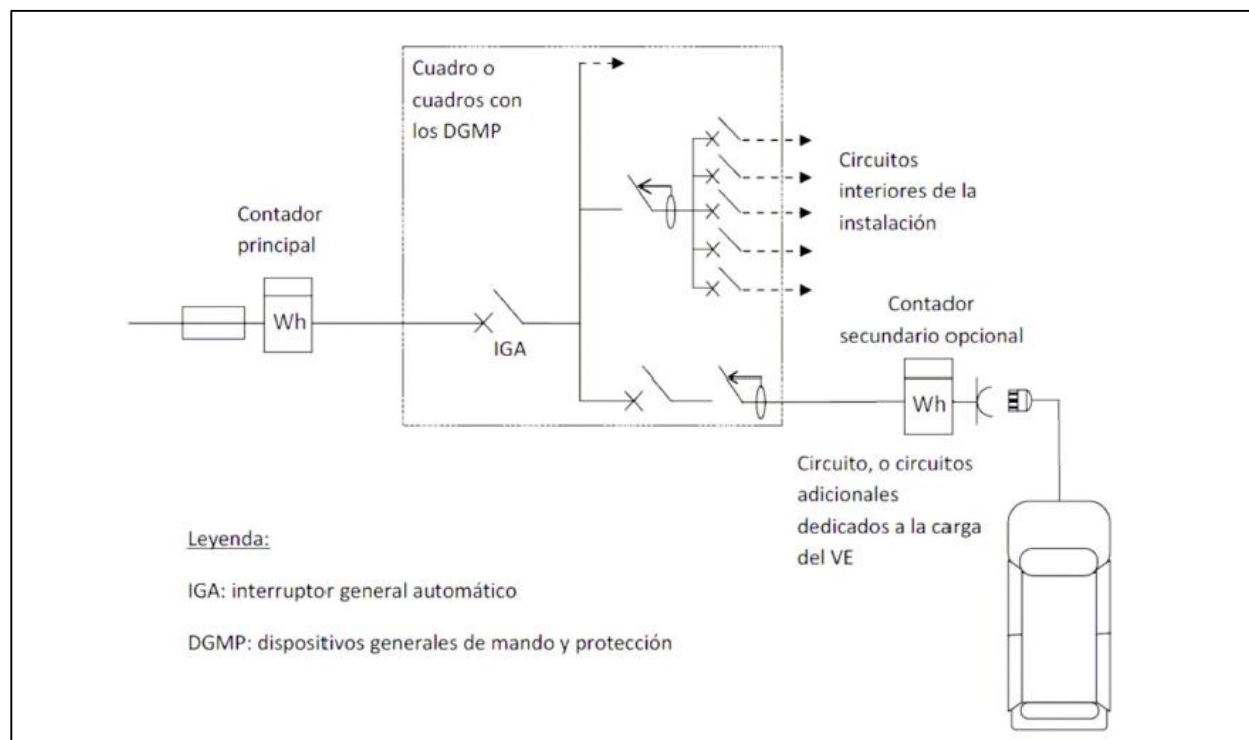


PLANTA CUBIERTA

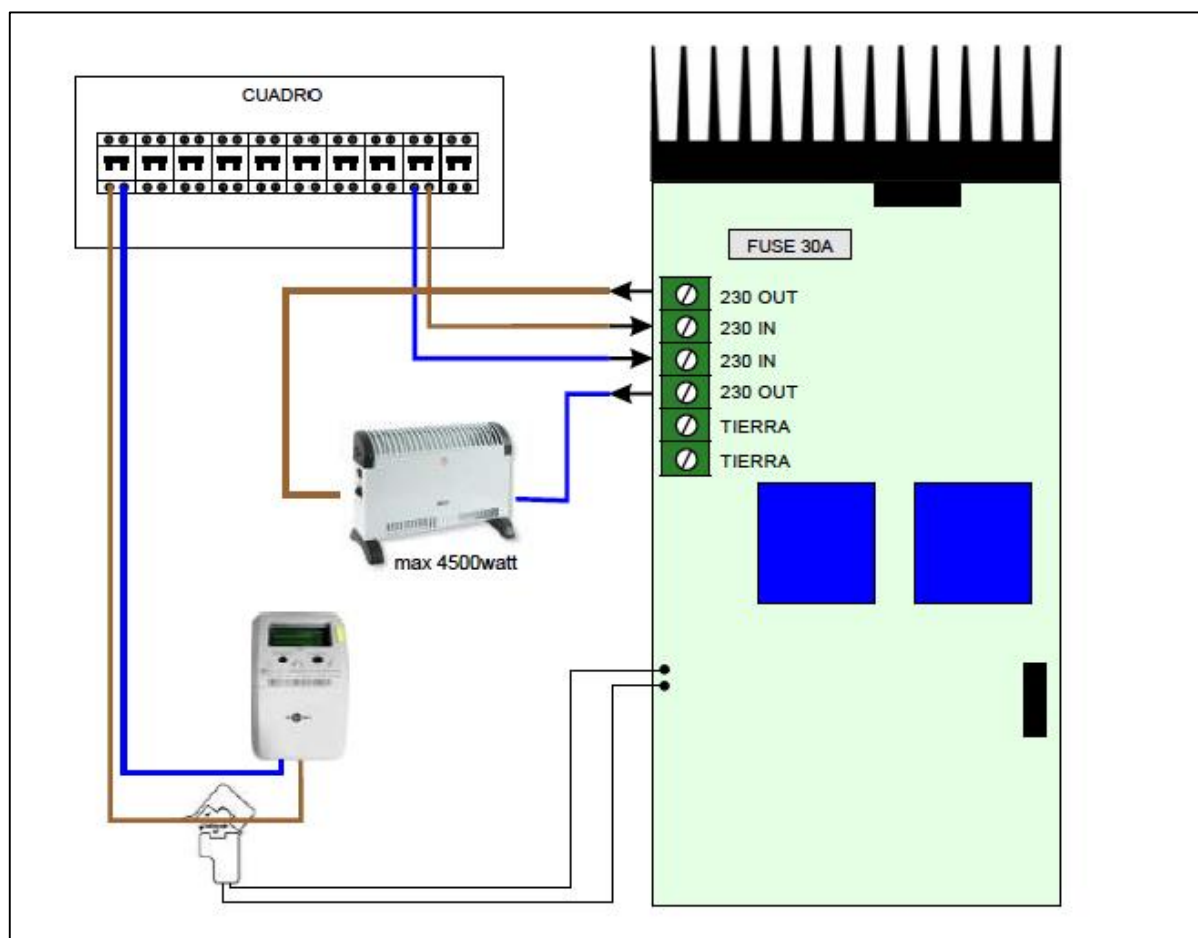
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
Dibujado		Ivan Carter Sanderson			
Comprobado		Emilio Muñoz Cerón			
Escala:	CUBIERTA VIVIENDA			N.º plano 3	
1:50				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



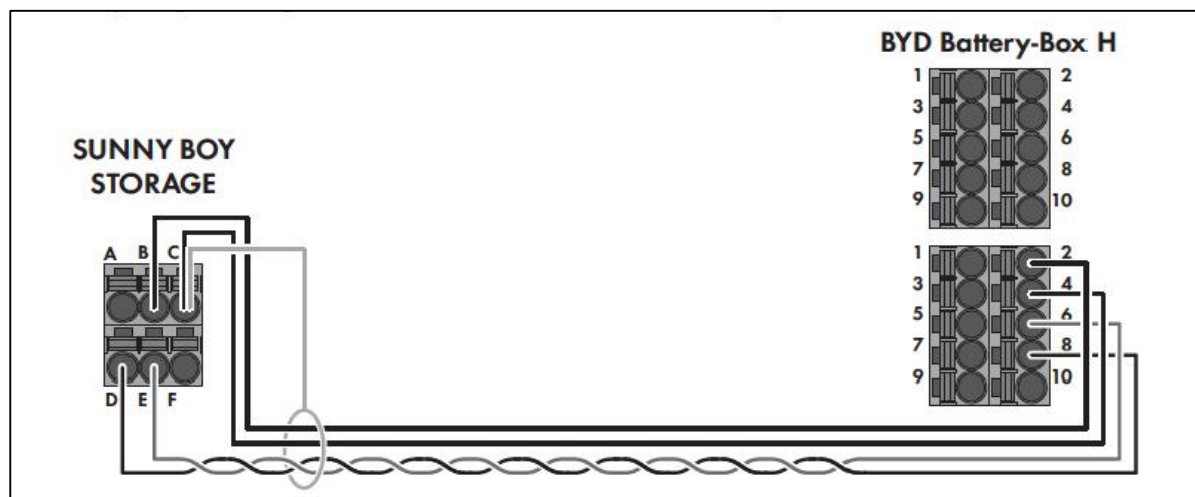
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
Dibujado		Ivan Carter Sanderson		
Comprobado		Emilio Muñoz Cerón		
Escala:	ESQUEMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO			N.º plano 4
				Sustituye a:
				Sustituido por:



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN</i>
<i>Dibujado</i>		Ivan Carter Sanderson		
<i>Comprobado</i>		Emilio Muñoz Cerón		
<i>Escala:</i>	<i>ESQUEMA DE CONEXIONADO DEL PUNTO DE RECARGA</i>			<i>N.º plano</i> <i>5</i>
				<i>Sustituye a:</i>
				<i>Sustituido por:</i>



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN</i>
<i>Dibujado</i>		Ivan Carter Sanderson		
<i>Comprobado</i>		Emilio Muñoz Cerón		
<i>Escala:</i>	<i>ESQUEMA DE CONEXIONADO INHIBIDOR DE INYECCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A RED</i>			<i>N.º plano</i> 6
				<i>Sustituye a:</i>
				<i>Sustituido por:</i>



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN</i>
<i>Dibujado</i>		Ivan Carter Sanderson		
<i>Comprobado</i>		Emilio Muñoz Cerón		
<i>Escala:</i>	<i>ESQUEMA DE CONEXIONADO GESTOR DE BATERÍA</i>			<i>N.º plano</i> 7
				<i>Sustituye a:</i>
				<i>Sustituido por:</i>

PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de condiciones

1. CONDICIONES GENERALES	113
1.1. Objeto	113
1.2. Ámbito	113
1.3. Ámbito de aplicación	113
2. CONDICIONES FACULTATIVAS	114
2.1. El contrato	114
2.2. Funciones de los agentes	115
2.2.1. Promotor	115
2.2.2. Contratista	116
2.3. El contratista, derechos y obligaciones	116
2.3.1 Plan de seguridad y salud	116
2.3.2. Trabajos no estipulados	117
2.4. Garantía	118
3. CONDICIONES ECONÓMICAS	119
3.1. Precios unitarios	119
3.2. Abono	120
3.3. Sanciones	120
4. CONDICIONES TÉCNICAS.....	121
4.1. Componentes, equipos y materiales	121
4.2. Pruebas de funcionamiento	121
4.3. Mantenimiento	123

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones es ordenar las condiciones facultativas, técnicas y económicas mediante las cuales se ha de la obra ejecutada.

1.2. Ámbito

El Pliego de Condiciones es de aplicación para todos los sistemas que componen la instalación diseñada en el proyecto.

Existe la posibilidad de que ante la necesidad de diferentes requerimientos técnicas o de viabilidad se modifiquen ciertos aspectos del proyecto. En caso de ser así se ha de cumplir con las exigencias técnicas y de diseño determinadas.

1.3. Ámbito de aplicación

El proyecto está compuesto por los siguientes.

- Memoria. Breve descripción del proyecto donde se recogen los aspectos principales del proyecto a realizar.
- Anexo 1. Anexo en el cual se analizan los datos de consumo experimental y otros factores que influyen directamente en el diseño.
- Anexo 2. Anexo en el que se calcula y diseña el sistema fotovoltaico en función de las necesidades abordadas en el Anexo 1.

- Planos. Planos necesarios para la ejecución de la obra de forma inequívoca por parte de los operarios.
- Presupuesto. Precio de cada parte que compone la instalación y el precio total de ejecución de la obra.
- Pliego de condiciones. Se recogen aquí las especificaciones de obra.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. El contrato

El contrato entre el Promotor y el Contratista será privado. Se puede hacer documento público si una de las partes lo solicita. Si esto ocurriese el gasto originado por hacerlo público será abonado por el Contratista.

De no formalizar en plazo el contrato, podrá ser anulada, por parte del Promotor, la adjudicación de la obra.

Cada una de las partes deberá de nombrar a un representante de la obra. El Promotor asignará al Director Facultativo y el Contratista al Jefe de Obra.

La máxima autoridad de la obra corresponderá al Director Facultativo el cual estará capacitado para realizar modificaciones del Proyecto. También recae sobre este la obligación de repasar el Proyecto y de hacer cualquier corrección necesaria del mismo. El replanteo de la obra será tarea del Director Facultativo, pero el coste económico de este será asumido por el Contratista.

Una vez estén ambos de acuerdo con el replanteo se firmará el denominado Acta de Comprobación de Replanteo. En ella se verá reflejada la

viabilidad del proyecto. Transcurrido un día desde la firma de este se procederá a dar comienzo a la obra.

El contratista ha de asumir cualquier gasto e impuesto a excepción del IVA.

Cada modificación a realizar se ha de consultar previamente al Director Facultativo, que será el encargado de aceptar o rechazar la modificación propuesta.

Podrán ser contratados por el Promotor a cuantos Contratistas o Trabajadores Autónomos sean necesarios. Estos podrán subcontratar como máximo a tres Subcontratistas o Trabajadores Autónomos.

2.2. Funciones de los agentes

2.2.1. Promotor

Las funciones son:

- El derecho a realizar obras sobre el solar.
- Aportar toda documentación necesaria para poder realizar el proyecto. Además deberá dar autorización al director de obra para realizar modificaciones.
- Obtener todas las licencias legales y administrativas necesarias para la ejecución de la obra.
- Asignar el cargo de coordinación de seguridad y salud.
- Estar suscrito a los seguros necesarios.

2.2.2. Contratista

Las funciones son:

- La organización del trabajo.
- La suscripción del Acta de Comprobación.
- Asignar a quien asumirá la tarea de representar técnicamente del constructor de la obra.
- Ser el jefe de todo Profesional que trabaje en la obra y también de los subcontratados.
- Garantizar que todo material y demás elementos usados cumplan con los requisitos de calidad o con los normativas vigentes.
- Suministrar al Director Facultativo con los materiales que necesite para poder cumplir con sus cometidos.
- Suscribir los seguros necesarios durante la ejecución de la obra.
- La realización de un plan de seguridad y salud de la obra. Deberá disponer de las necesarias medidas preventivas y vigilar que se cumpla la normativa vigente en dicha materia.

2.3. El contratista, derechos y obligaciones

2.3.1 Plan de seguridad y salud

La responsabilidad de las condiciones de higiene y de seguridad en el trabajo recaen sobre el Contratista, el cual está en la obligación de adoptar y hacer cumplir las normas de aplicación dependiendo de la tipología del trabajo.

Un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios ha de ser establecido, en el cual se debe especificar claramente las medidas a tomar en la obra. Se debe de garantizar que el personal de la obra cuenta con una seguridad, haber Higiene y Primeros Auxilios a los posibles accidentados o a los posibles enfermos. Se ha de garantizar a su vez la seguridad de las instalaciones.

Recaerá sobre el Contratista toda responsabilidad derivada de accidentes causados por descuido y por falta de experiencia. Queda así exento de toda responsabilidad el Promotor y el Director Facultativo.

En el caso de que se hubiese que abonar indemnización alguna, será el Contratista el encargado de abonar las misma, si el daño fuese causado en la obra.

Si un trabajador, provocado por una imprudencia, pudiese dar lugar a accidentes mediante los cuales peligrase la integridad de dicho trabajador o de cualquier otro, el Director Facultativo tiene la capacidad de cesar la obra, si así lo estimase oportuno, en cualquier momento.

2.3.2. Trabajos no estipulados

Con el fin de garantizar una buena calidad de ejecución y un buen aspecto final de las obras, se harán trabajos no estipulados en la obra, siempre y cuando la realización de los mismos sea para poder realizar la obra como se ha proyectado y no para realizar modificaciones.

Si se da el caso en el que se hayan realizado modificaciones, es obligación del Contratista facilitar los planos en los cuales haya habido modificaciones.

Las autorizaciones expedidas por los órganos de autorizados deben de ser tarea de gestión del Contratista. Todo requerimiento adicional de licencias y

demás es obligación también de este durante todo el plazo de ejecución de la obra.

2.4. Garantía

La instalación deberá de ser reparada si sufre una avería por un montaje defectuoso o a causa de cualquiera de los componentes de la instalación, siempre y cuando se haya realizado la manipulación de la instalación de forma adecuada, siguiendo en todo caso las recomendaciones del fabricante.

La instalación tendrá una garantía de tres años a lo que el montaje se refiere. Para cada uno de los componentes de la instalación la garantía será la facilitada por cada fabricante.

La garantía de los componentes incluye solo a los componentes. En caso de tener que sustituir alguno de ellos, la mano de obra será abonada previo presupuesto específico.

En caso de que se produjese un fallo por una mala instalación habiéndose cumplido las recomendaciones del fabricante a la hora de manipular los componentes, la garantía cubriría cualquier gasto derivado de la reparación, quedando exenta de cargo alguno.

Si la reclamación de la garantía al fabricante se excede de un plazo de tiempo a juicio del propietario, este tiene la capacidad de reclamar al fabricante por su cuenta y de realizar modificaciones y reparaciones con otro Contratista, quedando a partir de ese momento totalmente exonerado de responsabilidad de garantía el Contratista original.

Esta garantía estará vigente siempre y cuando ninguna persona ajena haya realizado modificaciones, desmantelamientos o ampliaciones de la instalación. Es decir, solo se mantiene la garantía si las condiciones de la

instalación son exactamente las mismas a las ejecutadas bajo proyecto y plano.

3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1. Precios unitarios

Los precios unitarios son la suma de todos los gastos que genera añadiéndole un beneficio industrial. Se detallan a continuación los gastos:

- Gastos directos. Este capítulo de costes incluye la mano de obra, con sus gastos asociados en la realización de cada unidad de obra. Se incluyen en este capítulo los materiales, todos los equipos relacionados con la prevención de riesgos, los gastos derivados de ejecutar la obra, gastos asociados a la amortización y los de conservación.
- Gastos indirectos. En este capítulo se engloban todos los gastos derivados del correcto funcionamiento de la obra, como pueden ser, telecomunicaciones, gestión de oficina in situ etc.
- Gastos generales. Son aquellos gastos que no se han englobado en ninguno de los dos puntos anteriores. Como pueden ser por ejemplo cargas financieras o fiscales.
- El beneficio industrial es el beneficio neto que se obtiene del montante total. En este caso el beneficio industrial es de un 8%.

Si se suman gastos directos e indirectos, el precio resultante es el denominado precio de ejecución material.

El montante final es la suma de todos ellos, a lo que hay que añadir el IVA.

3.2. Abono

La modalidad de abono de la obra será única y exclusivamente la siguiente. Se hará el abono de cada unidad de obra conforme se vayan ejecutando y finalizando. El incumplimiento de estos abonos supondrá la paralización de la ejecución de las obras hasta que sea abonado todo lo adeudado.

3.3. Sanciones

Dado el caso de no cumplirse los plazos establecidos de ejecución de obras, el Contratista será quien se haga cargo de estas sanciones. Si se produjese un retraso el cual provocase retrasos a su vez en otros Contratistas, las posibles indemnizaciones que pudiesen provocar dichos retrasos pueden ser cargados al Contratista.

Sin embargo si estos posibles retrasos fuesen provocados por el suministro de material por parte del Promotor, en este caso se prorroga automáticamente el plazo de ejecución de las obras establecido previamente.

De darse el caso de que se produjesen retrasos que no afecten al resto de la ejecución de la obra, o que estas demoras son indiferentes a la hora de finalizar la obra en plazo, se puede pactar de mutuo acuerdo la no sanción.

Igual que se pactan y planifican posibles sanciones, se puede dar el caso de acordar bonificaciones por terminar antes del plazo establecido.

Tanto las sanciones como las bonificaciones se pactarán de mutuo acuerdo antes del comienzo de la obra, pudiéndose modificar ambas durante la ejecución de la obra siempre y cuando sea de mutuo acuerdo. Estos pactos de precios de sanciones y bonificaciones se harán mediante contrato entre ambas partes.

4. CONDICIONES TÉCNICAS

4.1. Componentes, equipos y materiales

Toda la instalación debe de regirse por la normativa vigente, es decir, por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en caso de haber aspectos que no sean cubiertos por el reglamento, se acatará lo dictado en normativas posteriores y normas UNE.

Se ha de garantizar para toda la instalación una seguridad tanto para las personas como para los equipos, esto se consigue acatando las directrices de la normativa reflejada en el párrafo anterior.

Se garantiza pues, la seguridad frente a contactos directos y frente a contactos indirectos utilizando equipos que protejan frente a estos y a su vez realizando una instalación de tomas de tierra que garantice las tensiones máximas de contacto estipuladas mediante la normativa específica.

Sin entrar en detalle de las especificaciones de cada componente, todos han de cumplir la normativa correspondiente. Toda las normativas serán de obligado cumplimiento para los fabricantes de los componentes a utilizar en la instalación.

En caso de ser requerida la documentación que acredite el cumplimiento de las normativas específicas, el Director Facultativo tendrá acceso a toda la documentación que facilite el fabricante en la cual garantice el cumplimiento de las mismas.

4.2. Pruebas de funcionamiento

Será entregado por el instalador un documento al usuario en el que se haga constar el suministro del material así como los manuales de usuario y protocolos de mantenimiento de todos los equipos y de la instalación. Esta

documentación debe ser firmada por ambos y cada uno poseer una copia. Se establece que toda documentación debe ser entregada en lengua oficial dependiendo del sitio en el que se realice la obra.

El instalador debe de realizar las pruebas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación y la seguridad de los equipos y las personas. Como mínimo se ha de realizar por el instalador la puesta en marcha y funcionamiento de todos los equipos y de la instalación, así como probar todas y cada unas de las protecciones de las que disponga la instalación.

Una vez realizadas las pruebas y siendo todas estas satisfactorias, se pasa a una fase denominada Recepción provisional. El Acta no se firmará hasta que hayan transcurrido desde la puesta en marcha 240 horas de funcionamiento ininterrumpido sin incidentes.

Para poder proceder a la firma del Acta de Recepción se han de cumplir las siguientes condiciones. Que se haya realizado la entrega de toda la documentación requerida. Que se haya retirado todo material no empleado o sobrante que haya quedado en la obra. Y por último que se haya producido la limpieza de la obra, de forma que esta quede en condiciones exactamente iguales a la condiciones previas al comienzo de las obras, habiendo procedido a la gestión de dichos residuos cumpliendo con la normativa vigente en materia de gestión de residuos.

A lo largo de estas 240 horas el responsable de la correcta operación de la instalación será el instalador o en su caso el suministrador. Esto no quita que el usuario deba de ser formado correctamente y con la mayor celeridad posible.

En el caso de que se observase que se producen fallos de funcionamiento por fallos de diseño, o método de montaje, estos fallos deben de ser subsanados de forma inmediata sin cargo alguno al usuario, ya que es responsabilidad del instalador garantizar que todo se ha ce correctamente cumpliendo estándares de calidad.

4.3. Mantenimiento

El mantenimiento tanto preventivo como correctivo se contratará por un periodo mínimo de tres años desde la firma del Acta de Recepción.

Se divide pues el mantenimiento en dos partes, el preventivo y el correctivo. El preventivo se realizará de forma anual. En estos mantenimientos se incluye el mantenimiento que cada fabricante recomienda para cada componente empleado en la instalación.

Con el fin de asegurar la vida útil y el correcto funcionamiento de la instalación objeto del presente proyecto se planifican las operaciones a realizar. En el capítulo de mantenimiento preventivo se harán inspecciones de forma visual y actuaciones de mantenimiento programado o recomendado por los fabricantes con el fin de garantizar el correcto funcionamiento, el suministro de energía y la prevención de futuras averías.

En el capítulo de mantenimiento correctivo se llevarán a cabo las tareas que sean necesarias. Se visitará la instalación cada intervalo de tiempo programado previamente y cada vez que el usuario lo reclame por un fallo del sistema o avería de importancia. Se deberán analizar las tareas y materiales necesarios para la instalación previo presupuesto. Este capítulo está incluido en cuanto a costes se refiere en el presupuesto de mantenimiento, no obstante, queda excluido cualquier material o mano de obra necesaria que salga de los límites del mantenimiento programado.

Como mínimo una vez al año se realizará una visita en la que como mínimo se realizarán las siguientes tareas.

- Verificar cada uno de los componentes.
- Revisar toda la instalación de cableado, incluyendo conexiones, pletinas y terminales si los hubiese.

- Comprobar de forma general que todos y cada uno de los módulos están en el estado original de proyecto y que cumplen con su cometido sin poner en peligro la seguridad. Limpiar los módulos para poder aprovechar correctamente la irradiación solar.
- Revisar daños en los soportes de los módulos fotovoltaicos, ya sean daños por golpes, fatiga del material u oxidación.
- Revisar todos los indicadores luminosos de los equipos y comprobar que las caídas de tensión satisfacen los cálculos del correspondiente anexo del presente proyecto.
- Revisar el inversor y el gestor de la batería.
- Comprobar el buen estado de la batería.
- Verificar en el apartado de corriente continua que las caídas de tensión son admisibles según los cálculos del correspondiente anexo.
- Verificar mediante equipos destinados a tal fin que los sistemas de protección instalados como son las tomas de tierra, diferenciales, fusibles y demás componentes que garanticen la seguridad cumplen con su cometido correctamente dentro de los valores especificados por el fabricante.

Todo mantenimiento que se realice debe de quedar registrado en un libro de mantenimiento, con el fin de poder tener una trazabilidad de las averías y de los equipos, lo que facilita de manera considerable futuras reparaciones o actuaciones además de servir como método de acreditación de realización del mantenimiento.

MEDICIONES

Mediciones

1. MEDICIONES	127
---------------------	-----

1. MEDICIONES

MEDICIONES	
Descripción	Cantidad
Módulos fotovoltaicos	10,00
Soporte módulos fotovoltaicos	6,00
Conectores módulos fotovoltaicos	11,00
Caja porta fusibles	2,00
Fusibles 15A	4,00
Cable 2,5 mm ²	15,00
Cable 4 mm ²	20,00
Cable 10 mm ²	100,00
Tubo corrugado 20 mm	35,00
Tubo corrugado 25 mm	100,00
Caja de conexión 100x100 mm	2,00
Gestor batería	1,00
Inversor	1,00
Batería	1,00
Fichas de empalme	12,00
Magnetotérmico 25A	1,00
Magnetotérmico 32A	1,00
Diferencial 40 A 30 mA	1,00
Sobretensiones Clase II	1,00
Inhibidor de inyector energía	1,00
Punto de recarga	1,00
Carter de aviso de riesgos	2,00
Cinta de balizamiento	19,00

PRESUPUESTO

Presupuesto

1. PRECIOS SIMPLES	130
2. MANO DE OBRA	130
3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	131
4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	135
5. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	136

1. PRECIOS SIMPLES

PRECIOS SIMPLES		
N.º	Descripción	Precio
M1.01	Módulos fotovoltaicos	313,46
M1.02	Soporte módulos fotovoltaicos	89,67
M1.03	Conectores módulos fotovoltaicos	2,24
M1.04	Caja portafusibles	19,34
M1.05	Fusibles 25A	2,36
M1.06	Cable 2,5 mm ²	0,30
M1.07	Cable 4 mm ²	0,40
M1.08	Cable 10 mm ²	0,55
M1.09	Tubo coarrugado 20 mm	0,01
M1.10	Tubo coarrugado 25 mm	0,02
M1.11	Caja de conexión 100x100 mm	4,76
M1.12	Gestor batería	389,04
M1.13	Inversor	598,57
M1.14	Batería	2989,93
M1.15	Fichas de empalme	1,23
M1.16	Magnetotérmico 25A	16,70
M1.17	Magnetotérmico 32A	19,90
M1.18	Diferencial 40 A 30 mA	23,58
M1.19	Sobretensiones Clase II	88,38
M1.20	Inhibidor de inyector energía	67,69
M1.21	Punto de recarga	799,00
M1.22	Cartel de aviso de riesgos	13,00
M1.23	Cinta de balizamiento	9,90

2. MANO DE OBRA

MANO DE OBRA		
N.º	Descripción	Precio
MO.001	h. Oficial electricista	15,00
MO.002	h. Ayudante electricista	13,00

3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

1.01 Ud. Módulo fotovoltaico plano SPR-X21-345 incluyendo conectores necesarios para la interconexión entre ellos

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.01	Módulos fotovoltaicos	1,00	313,46	313,46
M1.03	Conectores módulos fotovoltaicos	1,00	2,24	7,00
MO.001	h. Oficial electricista	1,50	15,00	22,50
MO.002	h. Ayudante electricista	1,50	13,00	19,50
	Suma			362,46
	3% Gastos indirectos			10,87
	TOTAL			373,33

1.02 Ud. estructura de acero inoxidable y aluminio para 2 paneles solares, ajustables en inclinación e incluyendo tornillería

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.02	Soporte módulos fotovoltaicos	1,00	89,67	89,67
MO.001	h. Oficial electricista	1,80	15,00	27,00
MO.002	h. Ayudante electricista	1,80	13,00	23,40
	Suma			140,07
	3% Gastos indirectos			4,20
	TOTAL			144,27

1.03 Ud. Sistema inversor de potencia máxima de salida de 5500 Wp, tensión de entrada máxima 600V

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.13	Inversor	1,00	598,57	598,57
MO.001	h. Oficial electricista	2,50	15,00	37,50
MO.002	h. Ayudante electricista	2,50	13,00	32,50
	Suma			668,57
	3% Gastos indirectos			20,06
	TOTAL			688,63

1.04 Ud. Gestor de batería compatible para el inversor y la batería seleccionada

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.12	Gestor batería	1,00	389,04	389,04
MO.001	h. Oficial electricista	2,00	15,00	30,00
MO.002	h. Ayudante electricista	2,00	13,00	26,00
	Suma			445,04
	3% Gastos indirectos			13,35
	TOTAL			458,39

1.05	Ud. Inhibidor de inyección de energía, entrada de sección mínima de 2,5 mm ² y potencia máxima de 4,5 kW			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.20	Inhibidor de inyector energía	1,00	67,69	67,69
MO.001	h. Oficial electricista	1,50	15,00	22,50
MO.002	h. Ayudante electricista	1,50	13,00	19,50
	Suma			109,69
	3% Gastos indirectos			3,29
	TOTAL			112,98

1.06	Ud. Batería fosfato de hierro y litio 5,12 kWh de 4 módulos			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.14	Batería	1,00	2989,93	2989,93
MO.001	h. Oficial electricista	2,80	15,00	42,00
MO.002	h. Ayudante electricista	2,80	13,00	36,40
	Suma			3068,33
	3% Gastos indirectos			92,05
	TOTAL			3160,38

1.07	m.l. Línea formada por 3 conductores de 2,5 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 20 mm			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.06	Cable 2,5 mm ²	3,00	0,3	0,90
M1.09	Tubo coarrugado 20 mm	1,00	0,01	0,01
MO.001	h. Oficial electricista	0,10	15,00	1,50
MO.002	h. Ayudante electricista	0,10	13,00	1,30
	Suma			3,71
	3% Gastos indirectos			0,11
	TOTAL			3,82

1.08	m.l. Línea formada por 3 conductores de 4 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 20 mm			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.07	Cable 4 mm ²	3,00	0,4	1,20
M1.09	Tubo coarrugado 20 mm	1,00	0,01	0,01
MO.001	h. Oficial electricista	0,10	15,00	1,50
MO.002	h. Ayudante electricista	0,10	13,00	1,30
	Suma			4,01
	3% Gastos indirectos			0,12
	TOTAL			4,13

1.09	m.l. Línea formada por 2 conductores de 10 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 25 mm			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.08	Cable 10 mm ²	2,00	0,55	1,10
M1.10	Tubo coarrugado 25 mm	1,00	0,02	0,02
MO.001	h. Oficial electricista	0,10	15,00	1,50
MO.002	h. Ayudante electricista	0,10	13,00	1,30
	Suma			3,92
	3% Gastos indirectos			0,12
	TOTAL			4,04

1.10	m.l. Línea formada por 3 conductores de 10 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 25 mm			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.08	Cable 10 mm ²	3,00	0,55	1,65
M1.10	Tubo coarrugado 25 mm	1,00	0,02	0,02
MO.001	h. Oficial electricista	0,10	15,00	1,50
MO.002	h. Ayudante electricista	0,10	13,00	1,30
	Suma			4,47
	3% Gastos indirectos			0,13
	TOTAL			4,60

1.11	Ud. Caja portafusibles para la protección con fusibles tipo Gg de 25A			
Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.04	Caja portafusibles	1,00	19,34	19,34
M1.05	Fusibles 25A tipo Gg	2,00	2,36	4,72
MO.001	h. Oficial electricista	1,60	15,00	24,00
MO.002	h. Ayudante electricista	1,60	13,00	20,80
	Suma			68,86
	3% Gastos indirectos			2,07
	TOTAL			70,93

1.12 Ud. Punto de recarga para el vehículo eléctrico con una intensidad máxima de carga de 32A

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.21	Punto de recarga	1,00	19,34	19,34
M1.17	Magnetotérmico 32A	2,00	19,9	39,80
M1.18	Diferencial 40 A 30 mA	1,00	23,58	15,00
MO.001	h. Oficial electricista	3,00	15,00	45,00
MO.002	h. Ayudante electricista	3,00	13,00	39,00
	Suma			158,14
	3% Gastos indirectos			4,74
	TOTAL			162,88

1.13 Ud. Caja de conexionado 100x100 mm con fichas de empalme y tornillería

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.11	Caja de conexión 100x100 mm	1,00	4,76	4,76
M1.15	Fichas de empalme	2,00	1,23	2,46
MO.001	h. Oficial electricista	1,40	15,00	21,00
MO.002	h. Ayudante electricista	1,40	13,00	18,20
	Suma			41,66
	3% Gastos indirectos			1,25
	TOTAL			42,91

1.14 Ud. Interruptor magnetotérmico de 25A bipolar, 6 kA de corte

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.16	Magnetotérmico 25A	1,00	16,7	16,70
MO.001	h. Oficial electricista	1,10	15,00	16,50
MO.002	h. Ayudante electricista	1,10	13,00	14,30
	Suma			47,50
	3% Gastos indirectos			1,43
	TOTAL			48,93

1.15 Ud. Sobretensiones Clase II para circuitos de corriente continua

Código	Denominación	Cantidad	Precio	Total
M1.19	Sobretensiones Clase II	1,00	88,38	88,38
MO.001	h. Oficial electricista	1,10	15,00	16,50
MO.002	h. Ayudante electricista	1,10	13,00	14,30
	Suma			119,18
	3% Gastos indirectos			3,58
	TOTAL			122,76

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

CAPÍTULO 1.- SISTEMA FOTOVOLTAICO

N.º	DENOMINACIÓN	Cantidad	Precio	Total
1.01	Ud. Módulo fotovoltaico plano SPR-X21-345 incluyendo conectores necesarios para la interconexión entre ellos	10,00	373,33	3733,30
1.02	Ud. estructura de acero inoxidable y aluminio para 2 paneles solares, ajustables en inclinación e incluyendo tornillería	5,00	144,27	721,35
1.03	Ud. Sistema inversor de potencia máxima de salida de 5500 Wp, tensión de entrada máxima 600V	1,00	688,63	688,63
1.04	Ud. Gestor de batería compatible para el inversor y la batería seleccionada	1,00	458,38	458,38
1.05	Ud. Inhibidor de inyección de energía, entrada de sección mínima de 2,5 mm ² y potencia máxima de 4,5 kW	1,00	112,98	112,98
1.06	Ud. Batería fosfato de hierro y litio 5,12 kWh de 4 módulos	1,00	3160,38	3160,38
1.07	m.l. Línea formada por 3 conductores de 2,5 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 20 mm	15,00	3,82	57,30
1.08	m.l. Línea formada por 3 conductores de 4 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 20 mm	20,00	4,13	82,60
1.09	m.l. Línea formada por 2 conductores de 10 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 25 mm	25,00	4,04	101,00
1.10	m.l. Línea formada por 3 conductores de 10 mm ² de sección con tubo coarrugado para empotrar de 25 mm	25,00	4,60	115,00

1.11	Ud. Caja portafusibles para la protección con fusibles tipo Gg de 25A	2,00	70,93	141,86
1.12	Ud. Punto de recarga para el vehículo eléctrico con una intensidad máxima de carga de 32A	1,00	162,88	162,88
1.13	Ud. Caja de conexionado 100x100 mm con fichas de empalme y tornillería	2,00	42,91	85,82
1.14	Ud. Interruptor magnetotérmico de 25A bipolar, 6 kA de corte	1,00	48,92	48,92
1.15	Ud. Sobretensiones Clase II para circuitos de corriente continua	1,00	122,76	122,76
Total Capítulo 1				9793,16

CAPÍTULO 2.- SEGURIDAD Y SALUD

N.º	DENOMINACIÓN	Cantidad	Precio	Total
2.01	Ud. Cartel de aviso de riesgos y señalización de zonas peligrosas con cinta de balizamiento	1,00	71,63	71,63
Total Capítulo 2				71,63

5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Capítulo 1.- SISTEMA FOTOVOLTAICO	9793,16
Capítulo 1.- SEGURIDAD Y SALUD	71,63

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 9864,79

Gastos Generales 14%	1381,07
Beneficio industrial	493,24

PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN 11739,10

I.V.A. 21%	2465,21
TOTAL PRESUPUESTO	14204,31

El presupuesto asciende a un total de CATORCE MIL DOSCIENTOS CUATRO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (14.204,31 €), incluyendo el I.V.A.