

[TABLAS Y
CALCULO
FOTOVOLTAICO]

ANEXO D



MÁSTER OFICIAL EN ARQUITECTURA,
ENERGÍA Y MEDIOAMBIENTE

ALUMNO: Joaquín Rodríguez Sánchez

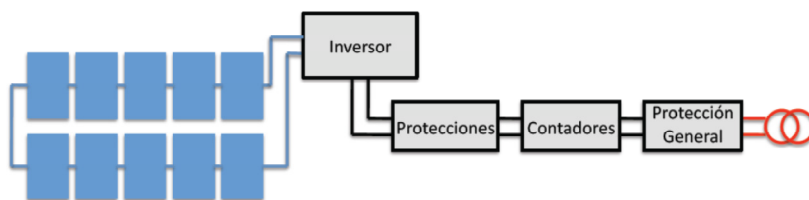
TUTOR: Albert Cuchí Burgos

UPC ARQUITECTURA | Septiembre 2012



INSTALACIÓN CONECTADA A RED

Como se ha visto anteriormente, las instalaciones fotovoltaicas cuando captan energía solar, está se tiene que consumir al instante, hecho que produce un problema, ya que se cuando se consume más energía en las viviendas es por la noche, debido al alumbrado y a la presencia de todos los miembros en la casa. Nos encontramos entonces con un problema, que es este desfase horario entre la captación y producción de la energía solar y su utilización, ya que se capta durante el día y se consume sobre todo por la noche. Existe la opción de usar baterías, pero este sistema tiene como inconveniente las pérdidas de hasta el 60% de la energía captada con respecto a la que se emplea finalmente. No obstante, existe una estrategia que permite resolver este desfase satisfactoriamente. Se trata de ‘vender’, como se explico anteriormente la electricidad generada durante el día a la red eléctrica (aunque se tengan ciertas pérdidas debido de la transformación de corriente continua en alterna) para usos industriales y ‘comprar’ dicha energía durante la noche a un precio reducido. La conexión a la distribución general hace posible de este modo que la red pueda ser utilizada como un fondo donde verter nuestra producción de energía y de dónde sacarla cuando se necesite.



Para transformar esta corriente continua en alterna será necesario el uso de un transformador, el cual encarecerá la instalación y será motivo de los fallos más frecuentes del sistema. La eficiencia de los paneles modernos es de un 15% por módulo, es decir, transforman el 15% de la energía primaria del sol en electricidad.

SOLUCIÓN INTEGRADA O NO INTEGRADA

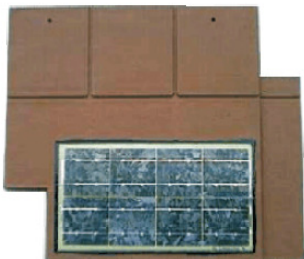
Como se explico anteriormente en la tesina, a la hora de realizar una intervención fotovoltaica en una cubierta existente, siempre se plantea la cuestión de qué tipo de solución hay que adoptar: integrada o no integrada. En el presente anexo D, se realizará el cálculo de la instalación integrada y no integrada conectadas a red. Se analizarán los dos tipos de soluciones para la instalación fotovoltaica en todos los tipos de familia con el fin de comprobar cuál de las dos soluciones es la más rentable.

Para ello, se han elegido como productos del mercado, para la aplicación y el análisis en la tesina:

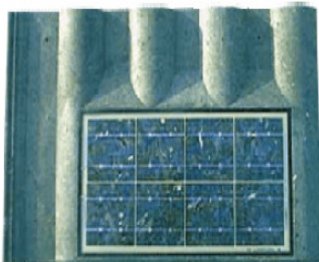
- Solución integrada: **teja solar fotovoltaica**
- Solución no integrada: **panel Kyocera 140GH-2PU**



teja solar pizarra



teja solar alpina



teja solar romana

Teja solar fotovoltaica 'ecorenova'

En esta casa, contaremos con varios tipos de tejas solares fotovoltaicas, se comercializan en piezas o módulos individuales o en packs de un número determinado de piezas. Como ejemplos de estos tipos tenemos:

- Teja pizarra ecorenova (1008 Wp y 96 tejas) -> 9.563,40 €
- Teja alpina ecorenova (2016 Wp y 192 tejas) -> 18.408,60 €
- Teja romana ecorenova (3024 Wp y 288 tejas) -> 27.291,60 €

También esta misma compañía, que a su vez es de las más económicas encontradas, se comercializan tejas sueltas a un precio de **91,56 € la unidad**.

Como se puede comprobar, nos encontramos ante precios elevados. Como no sabemos cuántas tejas en concreto vamos a necesitar debido a que son un gran número de familias con distintos consumos eléctricos todas ellas, para nuestra tesina usaremos las tejas o módulos sueltos.

A continuación se detallan las características técnicas de la **teja solar ecorenova suelta**, usada en esta tesina:

Potencia	10,5 Wp/ud
Color	Rojo arcilla, rojo marrón, antracita
Peso	5,7 kg/ud
Dimensiones	5,5 ud/m ²
Precio	91,56 €/ud

Panel solar Kyocera 140W 12V KD 140GH-2PU

Por otro lado, los módulos solares superpuestos, es decir, los paneles solares, tienen precios más asequibles que variarán no solo dependiendo de su tamaño y de los Wp, sino también del tipo de silicio del que este compuesto. Para esta tesina, se han buscado paneles policristalinos, al ser considerados los más adecuados para nuestro caso en concreto. Por lo que a modo de referencia se exponen tres modelos de estos paneles policristalinos para compararlos y elegir entre ellos:

- Panel solar Kyocera 240W KD 240GH-2PB (240 Wp y 60 células) -> 462 €
- Panel solar Mitsubishi 125W 12V TE-125MF (125 Wp y 36 células) -> 261 €
- Placa solar Kyocera 140W 12V KD 140GH-2PU (140 Wp y 36 células) -> 287 €

Para nuestra tesina elegiremos la **placa solar Kyocera 140W 12V KD 140GH-2PU**, al ser la más asequible de precio. Sus características técnicas son las siguientes:

Potencia	140 Wp
Corriente max.	7,91 A
Voltaje max.	17,7 V
Silicio	Policristalino
Nº de células	36
Peso	12,5 kg/ud
Dimensiones	1500 x 668 x 46 mm
Superficie	1 m ²
Precio	287 €/ud
Garantía	10 años

**INVERSORES**

En el caso de que esté conectada a la red, no será necesario el uso de baterías lo cual abaratará la instalación, pero habrá que instalar un inversor para transformar la corriente generada y poderla vender a la red general. Los **precios** de estos **inversores** varían dependiendo de los Wp para lo que estén preparados, de este modo tendremos a modo de ejemplo:

- Inversores Fronius micro para 1,0 kWp (550 - 1100 Wp) -> **1.079,8 €**
- Inversores Fronius midi plus para 2,0 kWp (1200 - 2200 Wp) -> **1.922,76 €**
- Inversores Fronius maxi para 2,5 kWp (1800 - 3000 Wp) -> **2.105,46 €**
- Inversores Fronius IG 30 para 3,0 kWp (2500 - 3500 Wp) -> **2.583,00 €**

En nuestro caso, optaremos por **Inversores Fronius IG 30 para 3,0 kWp**, ya que se consideran los más adecuados para nuestro caso.

CABLEADO, MONTAJE, INGENIERIAS

Para el cálculo de una instalación conectada a red, el IDAE establece una serie de porcentajes de costes a modo de referencia de lo que debe costar cada apartado en la instalación fotovoltaica para que este completa. Estos otros componentes serán: estructura soporte, inversor y protecciones, cableado, montaje PEM e ingenierías, además de los paneles.

	5 kWp (%)	100 kWp (%)	2 MWp (%)
PANELES	56,72	60,83	63,16
ESTRUCTURA SOPORTE	6,84	6,37	5,96
INVERSOR PROTECCIONES	8,99	9,00	8,77
CABLEADO	2,81	2,50	2,46
MONTAJE P.E.M.	5,24	3,46	2,46
INGENIERÍA GASTOS GEN.	19,41	17,84	17,19

En nuestro caso, utilizaremos los porcentajes pertenecientes a la potencia de 5kWp.

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (paso a paso)

Lo primero que habrá que hacer para hacer operativos los datos, será pasar de unidades el consumo eficiente conseguido. La conversión será de kWh/año a Wh/día, es decir, habrá que multiplicar a nuestros consumos eficientes obtenidos por:

$$\frac{kWh}{año} \times \frac{1.000 Wh}{1 kWh} \times \frac{1 año}{365 días} = Wh/día$$

Después se aplicara a nuestro consumo en Wh/día, un margen de seguridad del 20%:

$$consumo' = (Consumo \times 0,2 consumo) + consumo$$

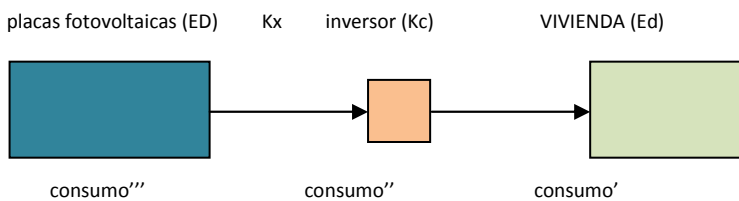
También tendremos que tener en cuenta las pérdidas:

- Kc -> Pérdidas por el inversor: 5% = 0,05 -> 0,95
- Kx -> Otras pérdidas (efecto joule, suciedad...): 10% = 0,10 -> 0,90

$$consumo''(Eb) = consumo' / 0,95$$

$$consumo'''(ED) = consumo'' / 0,90$$

De esta forma tendremos el siguiente esquema:



Con lo que ED (energía diaria obtenida en fotovoltaicas) tiene que ser mayor que Ed (energía diaria consumida en la vivienda).

Para los paneles o módulos fotovoltaicos habrá que sumar unas pérdidas del 10%, de forma que a los Wp habrá que restarles esta pérdida y así obtener la **potencia efectiva** del módulo:

$$140 Wp \times (100\% - 10\%) = 140 \times 0,9 = 126 Wp$$

Ahora es cuando hay que tener en cuenta la ubicación de nuestra instalación fotovoltaica, ya que dependiendo de la latitud, se tendrá una irradiación y unas HPS (Hora Pico Solar), en nuestro caso, para la latitud 41º que es donde se encuentra Barcelona, tendremos:

MESES	IRRADIACIÓN NETA (MJ/m²·día)	factor K inclin. 30º para latitud de 41º	HPS (hora/día)
Enero	6,50	1,35	2,56
Febrero	9,50	1,27	3,52
Marzo	12,90	1,18	4,44
Abril	16,10	1,08	5,07
Mayo	18,60	1,01	5,48
Junio	20,30	0,99	5,86
Julio	21,60	1,02	6,43
Agosto	18,10	1,09	5,75
Septiembre	14,60	1,21	5,15
Octubre	10,80	1,35	4,25
Noviembre	7,20	1,44	3,02
Diciembre	5,80	1,42	2,40

En algunos estudios para calcular la instalación fotovoltaica escogen una media de todas las HPS de los 12 meses. En nuestro caso, para hacer la instalación con un amplio margen de seguridad, cogeremos el valor correspondiente a Diciembre (**2,40 HPS**), ya que es el valor más restrictivo de todo el año.

De esta forma para calcular la **potencia demandada**, se dividirá el consumo eficiente ED una vez contabilizadas todas las pérdidas y márgenes de seguridad entre la HPS establecida:

$$ED (Wh/día) / HPS (h/día) = W$$

El **número de paneles** se obtiene de dividir esta potencia demandada entre la potencia de cada panel, de forma que:

$$Pot. demandada (W) / Pot. Panel (W/panel) = n^{\circ} de paneles$$

Se redondea la cantidad de paneles que hemos obtenido a un número entero y ya tenemos el número de módulos que necesitamos. Y teniendo en cuenta la superficie de cada módulo, solo habrá que multiplicar el número de módulos obtenidos por la superficie de uno de ellos:

$$n^{\circ} de módulos \times superficie de un módulo (m^2) = superficie necesaria en cubierta (m^2)$$

Del mismo modo, para calcular el precio que nos cuesta el total de los módulos fotovoltaicos necesarios, únicamente habrá que multiplicar el número de módulos por el precio de uno de ellos:

$$precio de un módulo (€) \times n^{\circ} de módulos = precio total módulos (€)$$

Para obtener el coste de la estructura soporte, inversor y protecciones, cableado, montaje PEM e ingenierías, se aplicarán los porcentajes descritos anteriormente, especificados por el IDAE, para una instalación de 5 kWp.

	5 kWp (%)
paneles	56,72
estructura soporte	6,84
inversor y protecciones	8,99
cableado	2,81
montaje P.E.M.	5,24
ingeniería y demás gastos	19,41

Sin embargo, para el precio del inversor no se obtendrá por este porcentaje, sino que se establecerá el precio real del producto encontrado en el mercado.

Una vez obtenido todos los costes, estos se suman, teniendo como resultado el **COSTE TOTAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA** correspondiente a cada familia.

COMPRA Y VENTA DE LA ENERGÍA GENERADA POR EL SOL

Para saber lo que puedo vender de energía eléctrica proveniente del sol, lo primero que debo saber es cuanta energía puedo obtener en cada familia, según el número de paneles que necesite en cada caso. De este modo habrá que calcular la energía que se obtiene cada mes, según sus HPS y su número de días. Como ejemplo, podemos comprobar como **con 20 paneles obtengo un total de 4.139,52 kWh al año.**

$$\text{Energía generada cada mes} = \frac{n^{\circ} \text{ días del mes} \times n^{\circ} \text{ de módulos} \times \text{pot. efectiva 1 módulo (Wp)} \times \text{HPS} \left(\frac{h}{\text{día}}\right)}{1.000 \text{ Wh}}$$

$$\text{Energía generada al año} = \sum \text{energías generadas cada mes}$$

MESES	IRRADIACIÓN NETA (MJ/m ² -día)	factor K inclin. 30º para latitud de 41º	HPS (hora/día)	nº paneles	E. GENERADA (kWh)
				20	4.139,52
Enero	6,50	1,35	2,56		199,95
Febrero	9,50	1,27	3,52		248,32
Marzo	12,90	1,18	4,44		346,86
Abril	16,10	1,08	5,07		383,44
Mayo	18,60	1,01	5,48		428,07
Junio	20,30	0,99	5,86		443,17
Julio	21,60	1,02	6,43		502,04
Agosto	18,10	1,09	5,75		449,56
Septiembre	14,60	1,21	5,15		389,57
Octubre	10,80	1,35	4,25		332,23
Noviembre	7,20	1,44	3,02		228,63
Diciembre	5,80	1,42	2,40		187,67

Como vimos anteriormente en la tesina, actualmente en España son dos los Reales Decretos que rigen el sector solar fotovoltaico:

- RD 661/2007
- RD 1578/2008

El Real Decreto 661/2007 establece “la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial”.

Concretamente, en el **Artículo 2.- Ámbito de aplicación, apartado b), del citado Real Decreto**, se tipifica las instalaciones solares fotovoltaicas sujetas a este régimen y en el **Artículo 37**, del mismo RD, se establecen las **Tarifas y primas de la categoría b), grupo b.1: energía solar**.

Según la **TABLA 3**, de este RD 661/2007, podemos obtener el precio de venta de la energía eléctrica de origen fotovoltaico. Aún así, recientemente en 2012 se ha creado un documento que **corrige** lo establecido en la **TABLA 3** del anterior Real Decreto: **Tarifas, primas y límites de aplicación a partir del 1 de enero de 2012, para las instalaciones de la categoría b) del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**. En este documento se establece las tarifas para la venta de energía eléctrica generada por fotovoltaica.

De esta forma, para los primeros 30 años, tendremos que la energía que generemos con nuestra instalación fotovoltaica, la podemos **vender** a la red a un precio de **48,8743 c€/kWh**.

Según el Ministerio de Industria, energía y turismo del Gobierno de España, **a partir del 1 de junio 2012** los precios del término de potencia y del término de energía activa de las tarifas de último recurso para la compra de energía eléctrica son los siguientes:

- **Término de energía** (Modalidad sin discriminación horaria): **TEU = 0,142208 €/kWh**
- **Término de potencia**: **TPU = 21,893189 €/kW_año**

Sabiendo estas cantidades de compra y venta de energía eléctrica, y sabiendo también la energía que consumimos y la que producimos con la instalación fotovoltaica podemos calcular fácilmente estas cifras:

$$\text{VENTA ELECTRICIDAD (€)} = \text{energía generada al año (kWh)} \times 0,488743 \text{ (€/kWh)}$$

$$\text{COMPRA ELECTRICIDAD (€)} = [21,893189 \text{ (€/kW)} \times \text{potencia contratada (kW)}] + [\text{energía consumida} \times 0,142208 \text{ (€/kWh)}]$$

Con lo cual, podemos deducir un ahorro o beneficio que vendrá dado por:

$$\text{Ahorro (€)} = \text{Venta electricidad (€)} - \text{compra electricidad (€)}$$

AMORTIZACIÓN

Como se vio anteriormente en la tesina, para calcular la amortización de la instalación fotovoltaica, habrá que tener en cuenta no solo la inversión y el ahorro, sino también otros costes como el del desmontaje de la instalación (C_{final}), el replazo de piezas o componentes a lo largo de un periodo debido a su vida útil ($C_{\text{correctivo}}$) y un coste de mantenimiento anual de la instalación ($C_{\text{preventivo}}$):

- Coste final = 580 €
- Coste correctivo = precio de cada elemento que irá cambiando a lo largo de los años
- Coste preventivo = 90 €/año

$$\text{Tamortización} = \frac{\text{INVERSIÓN} + C_{\text{correctivo}} + C_{\text{final}}}{\text{AHORRO (año)} - C_{\text{preventivo}}}$$

TABLAS CÁLCULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA INTEGRADA: TEJAS SOLARES

	CONSUMO +					Hd + desfab.							
	CONSUMO EFICIENTE (kWh/año)	CONSUMO EFIC. (Wh/día)	margen segur. (Wh/día)	Eb (Wh/día)	ED (Wh/día)	POT. TEJA (Wp)	Pot. Efectiva (Wp panel)	HPS (h/día)	Pot. Demandada (W)	nº tejas solares (ud.)	TOTAL TEJAS SOLARES (ud.)	Sup. Teja (m ² /ud)	Sup. Necesaria (m ²)
Familia 1 1C	1.568,10	4.296,16	5.155,40	5.426,73	6.029,70	10,5	9,45	2,40	2.512,38	265,86	266	0,182	48,41
Familia 2 1D	1.484,00	4.065,75	4.878,90	5.135,69	5.706,32	10,5	9,45	2,40	2.377,63	251,60	252	0,182	45,86
Familia 3 1E	1.060,97	2.906,77	3.488,12	3.671,71	4.079,67	10,5	9,45	2,40	1.699,86	179,88	180	0,182	32,76
Familia 4 2C	2.488,66	6.818,25	8.181,90	8.612,52	9.569,47	10,5	9,45	2,40	3.987,28	421,93	422	0,182	76,80
Familia 5 2D	2.283,59	6.256,41	7.507,69	7.902,83	8.780,93	10,5	9,45	2,40	3.658,72	387,17	388	0,182	70,62
Familia 6 2E	1.507,66	4.130,58	4.956,69	5.217,57	5.797,30	10,5	9,45	2,40	2.415,54	255,61	256	0,182	46,59
Familia 7 3C	3.409,23	9.340,36	11.208,43	11.798,34	13.109,27	10,5	9,45	2,40	5.462,20	578,01	579	0,182	105,38
Familia 8 4C	4.329,79	11.862,44	14.234,93	14.984,13	16.649,04	10,5	9,45	2,40	6.937,10	734,08	735	0,182	133,77
Familia 9 1C + 1A	2.005,45	5.494,38	6.593,26	6.940,27	7.711,42	10,5	9,45	2,40	3.213,09	340,01	341	0,182	62,06
Familia 10 2C + 1A	2.926,01	8.016,47	9.619,76	10.126,06	11.251,18	10,5	9,45	2,40	4.687,99	496,08	497	0,182	90,45
Familia 11 2C + 2A	3.357,12	9.197,59	11.037,11	11.618,01	12.908,90	10,5	9,45	2,40	5.378,71	569,18	570	0,182	103,74
Familia 12 2C + 1B	3.376,42	9.250,47	11.100,56	11.684,80	12.983,11	10,5	9,45	2,40	5.409,63	572,45	573	0,182	104,29
Familia 13 2C + 1A + 1B	3.813,77	10.448,68	12.538,42	13.198,34	14.664,82	10,5	9,45	2,40	6.110,34	646,60	647	0,182	117,75
Familia 14 2D + 1A	2.724,05	7.463,15	8.955,78	9.427,14	10.474,60	10,5	9,45	2,40	4.364,42	461,84	462	0,182	84,08
Familia 15 2D + 2A	3.155,16	8.644,27	10.373,13	10.919,08	12.132,31	10,5	9,45	2,40	5.055,13	534,93	535	0,182	97,37
Familia 16 2D + 1B	3.171,35	8.688,63	10.426,36	10.975,11	12.194,57	10,5	9,45	2,40	5.081,07	537,68	538	0,182	97,92
Familia 17 2D + 2B	4.059,10	11.120,82	13.344,99	14.047,35	15.608,17	10,5	9,45	2,40	6.503,40	688,19	689	0,182	125,40
Familia 18 2D + 3B	4.946,86	13.553,04	16.263,65	17.119,63	19.021,81	10,5	9,45	2,40	7.925,76	838,70	839	0,182	152,70
Familia 19 2D + 1A + 1B	3.611,81	9.895,37	11.874,44	12.499,41	13.888,24	10,5	9,45	2,40	5.786,77	612,36	613	0,182	111,57
Familia 20 2D + 2A + 1B	4.042,92	11.076,49	13.291,79	13.991,36	15.545,96	10,5	9,45	2,40	6.477,48	685,45	686	0,182	124,85
Familia 21 2D + 1A + 2B	4.499,57	12.327,59	14.793,11	15.571,69	17.301,88	10,5	9,45	2,40	7.209,12	762,87	763	0,182	138,87
Familia 22 2D + 1E	2.759,48	7.560,22	9.072,26	9.549,75	10.610,83	10,5	9,45	2,40	4.421,18	467,85	468	0,182	85,18
Familia 23 2D + 1A + 1E	3.199,95	8.766,99	10.520,38	11.074,09	12.304,54	10,5	9,45	2,40	5.126,89	542,53	543	0,182	98,83
Familia 24 2D + 2A + 1E	3.631,05	9.948,08	11.937,70	12.566,00	13.962,22	10,5	9,45	2,40	5.817,59	615,62	616	0,182	112,11
Familia 25 2D + 1B + 1E	3.647,24	9.992,44	11.990,93	12.622,03	14.024,47	10,5	9,45	2,40	5.843,53	618,36	619	0,182	112,66
Familia 26 2D + 2B + 1E	4.534,99	12.424,63	14.909,56	15.694,27	17.438,08	10,5	9,45	2,40	7.265,87	768,87	769	0,182	139,96
Familia 27 2D + 1A + 1B + 1E	4.087,70	11.199,18	13.439,01	14.146,33	15.718,14	10,5	9,45	2,40	6.549,23	693,04	694	0,182	126,31

TEJA FV		Inversor Fronius IG 30 para 3,0 kWp					% según IDAE		TOTAL INTERVENCIÓN (€)		
UNIDAD (€/ud.)	TOTAL 56,72% (€)	INVERSOR (€)	ESTRUCTURA 6,84% (€)	CABLEADO 2,81% (€)	MONTAJE 5,24% (€)	INGENIERIA 19,41% (€)	DESMONTE CUBIERTA 10,85 €/m ² (€)				
91,56	24.354,96	2.583,00	2.937,02	1.206,58	2.250,00	8.334,45	525,27	42.191,28	Familia 1	1C	
91,56	23.073,12	2.583,00	2.782,44	1.143,08	2.131,58	7.895,79	497,62	40.106,64	Familia 2	1D	
91,56	16.480,80	2.583,00	1.987,46	816,49	1.522,56	5.639,85	355,45	29.385,60	Familia 3	1E	
91,56	38.638,32	2.583,00	4.659,49	1.914,20	3.569,55	13.222,32	833,32	65.420,20	Familia 4	2C	
91,56	35.525,28	2.583,00	4.284,08	1.759,98	3.281,95	12.157,01	766,18	60.357,49	Familia 5	2D	
91,56	23.439,36	2.583,00	2.826,61	1.161,22	2.165,41	8.021,12	505,52	40.702,25	Familia 6	2E	
91,56	53.013,24	2.583,00	6.392,99	2.626,36	4.897,56	18.141,52	1.143,35	88.798,02	Familia 7	3C	
91,56	67.296,60	2.583,00	8.115,46	3.333,98	6.217,10	23.029,39	1.451,40	112.026,94	Familia 8	4C	
91,56	31.221,96	2.583,00	3.765,13	1.546,79	2.884,40	10.684,38	673,37	53.359,03	Familia 9	1C + 1A	
91,56	45.505,32	2.583,00	5.487,60	2.254,41	4.203,95	15.572,25	981,43	76.587,95	Familia 10	2C + 1A	
91,56	52.189,20	2.583,00	6.293,62	2.585,54	4.821,43	17.859,53	1.125,58	87.457,89	Familia 11	2C + 2A	
91,56	52.463,88	2.583,00	6.326,74	2.599,14	4.846,80	17.953,52	1.131,50	87.904,60	Familia 12	2C + 1B	
91,56	59.239,32	2.583,00	7.143,81	2.934,81	5.472,74	20.272,13	1.277,63	98.923,45	Familia 13	2C + 1A + 1B	
91,56	42.300,72	2.583,00	5.101,14	2.095,65	3.907,89	14.475,62	912,31	71.376,33	Familia 14	2D + 1A	
91,56	48.984,60	2.583,00	5.907,17	2.426,78	4.525,38	16.762,89	1.056,46	82.246,28	Familia 15	2D + 2A	
91,56	49.259,28	2.583,00	5.940,29	2.440,38	4.550,75	16.856,89	1.062,39	82.692,98	Familia 16	2D + 1B	
91,56	63.084,84	2.583,00	7.607,55	3.125,32	5.828,01	21.588,09	1.360,57	105.177,39	Familia 17	2D + 2B	
91,56	76.818,84	2.583,00	9.263,77	3.805,73	7.096,80	26.287,97	1.656,77	127.512,88	Familia 18	2D + 3B	
91,56	56.126,28	2.583,00	6.768,40	2.780,59	5.185,15	19.206,82	1.210,49	93.860,73	Familia 19	2D + 1A + 1B	
91,56	62.810,16	2.583,00	7.574,43	3.111,72	5.802,63	21.494,10	1.354,64	104.730,68	Familia 20	2D + 2A + 1B	
91,56	69.860,28	2.583,00	8.424,62	3.460,99	6.453,95	23.906,70	1.506,70	116.196,23	Familia 21	2D + 1A + 2B	
91,56	42.850,08	2.583,00	5.167,39	2.122,86	3.958,65	14.663,61	924,16	72.269,75	Familia 22	2D + 1E	
91,56	49.717,08	2.583,00	5.995,50	2.463,06	4.593,04	17.013,55	1.072,26	83.437,50	Familia 23	2D + 1A + 1E	
91,56	56.400,96	2.583,00	6.801,53	2.794,19	5.210,53	19.300,82	1.216,42	94.307,44	Familia 24	2D + 2A + 1E	
91,56	56.675,64	2.583,00	6.834,65	2.807,80	5.235,90	19.394,82	1.222,34	94.754,15	Familia 25	2D + 1B + 1E	
91,56	70.409,64	2.583,00	8.490,87	3.488,21	6.504,70	24.094,70	1.518,54	117.089,65	Familia 26	2D + 2B + 1E	
91,56	63.542,64	2.583,00	7.662,76	3.148,00	5.870,30	21.744,76	1.370,44	105.921,90	Familia 27	2D + 1A + 1B + 1E	

TABLAS CÁLCULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA NO INTEGRADA: PLACAS SOLARES

	CONSUMO +					Hd + desfab.								
	CONSUMO EFICIENTE (kWh/año)	CONSUMO EFIC. (Wh/día)	margen segur. (Wh/día)	Eb (Wh/día)	ED (Wh/día)	POT. PANEL (Wp)	Pot. Efectiva (Wp panel)	HPS (h/día)	Pot. Demandada (W)	nº paneles (ud.)	TOTAL PANELES (ud.)	Sup. Panel (m ²)	Sup. Necesaria (m ²)	
Familia 1	1C	1.568,10	4.296,16	5.155,40	5.426,73	6.029,70	140	126	2,40	2.512,38	19,94	20	1	20,00
Familia 2	1D	1.484,00	4.065,75	4.878,90	5.135,69	5.706,32	140	126	2,40	2.377,63	18,87	19	1	19,00
Familia 3	1E	1.060,97	2.906,77	3.488,12	3.671,71	4.079,67	140	126	2,40	1.699,86	13,49	14	1	14,00
Familia 4	2C	2.488,66	6.818,25	8.181,90	8.612,52	9.569,47	140	126	2,40	3.987,28	31,65	32	1	32,00
Familia 5	2D	2.283,59	6.256,41	7.507,69	7.902,83	8.780,93	140	126	2,40	3.658,72	29,04	30	1	30,00
Familia 6	2E	1.507,66	4.130,58	4.956,69	5.217,57	5.797,30	140	126	2,40	2.415,54	19,17	20	1	20,00
Familia 7	3C	3.409,23	9.340,36	11.208,43	11.798,34	13.109,27	140	126	2,40	5.462,20	43,35	44	1	44,00
Familia 8	4C	4.329,79	11.862,44	14.234,93	14.984,13	16.649,04	140	126	2,40	6.937,10	55,06	56	1	56,00
Familia 9	1C + 1A	2.005,45	5.494,38	6.593,26	6.940,27	7.711,42	140	126	2,40	3.213,09	25,50	26	1	26,00
Familia 10	2C + 1A	2.926,01	8.016,47	9.619,76	10.126,06	11.251,18	140	126	2,40	4.687,99	37,21	38	1	38,00
Familia 11	2C + 2A	3.357,12	9.197,59	11.037,11	11.618,01	12.908,90	140	126	2,40	5.378,71	42,69	43	1	43,00
Familia 12	2C + 1B	3.376,42	9.250,47	11.100,56	11.684,80	12.983,11	140	126	2,40	5.409,63	42,93	43	1	43,00
Familia 13	2C + 1A + 1B	3.813,77	10.448,68	12.538,42	13.198,34	14.664,82	140	126	2,40	6.110,34	48,49	49	1	49,00
Familia 14	2D + 1A	2.724,05	7.463,15	8.955,78	9.427,14	10.474,60	140	126	2,40	4.364,42	34,64	35	1	35,00
Familia 15	2D + 2A	3.155,16	8.644,27	10.373,13	10.919,08	12.132,31	140	126	2,40	5.055,13	40,12	41	1	41,00
Familia 16	2D + 1B	3.171,35	8.688,63	10.426,36	10.975,11	12.194,57	140	126	2,40	5.081,07	40,33	41	1	41,00
Familia 17	2D + 2B	4.059,10	11.120,82	13.344,99	14.047,35	15.608,17	140	126	2,40	6.503,40	51,61	52	1	52,00
Familia 18	2D + 3B	4.946,86	13.553,04	16.263,65	17.119,63	19.021,81	140	126	2,40	7.925,76	62,90	63	1	63,00
Familia 19	2D + 1A + 1B	3.611,81	9.895,37	11.874,44	12.499,41	13.888,24	140	126	2,40	5.786,77	45,93	46	1	46,00
Familia 20	2D + 2A + 1B	4.042,92	11.076,49	13.291,79	13.991,36	15.545,96	140	126	2,40	6.477,48	51,41	52	1	52,00
Familia 21	2D + 1A + 2B	4.499,57	12.327,59	14.793,11	15.571,69	17.301,88	140	126	2,40	7.209,12	57,22	58	1	58,00
Familia 22	2D + 1E	2.759,48	7.560,22	9.072,26	9.549,75	10.610,83	140	126	2,40	4.421,18	35,09	36	1	36,00
Familia 23	2D + 1A + 1E	3.199,95	8.766,99	10.520,38	11.074,09	12.304,54	140	126	2,40	5.126,89	40,69	41	1	41,00
Familia 24	2D + 2A + 1E	3.631,05	9.948,08	11.937,70	12.566,00	13.962,22	140	126	2,40	5.817,59	46,17	47	1	47,00
Familia 25	2D + 1B + 1E	3.647,24	9.992,44	11.990,93	12.622,03	14.024,47	140	126	2,40	5.843,53	46,38	47	1	47,00
Familia 26	2D + 2B + 1E	4.534,99	12.424,63	14.909,56	15.694,27	17.438,08	140	126	2,40	7.265,87	57,67	58	1	58,00
Familia 27	2D + 1A + 1B + 1E	4.087,70	11.199,18	13.439,01	14.146,33	15.718,14	140	126	2,40	6.549,23	51,98	52	1	52,00

Kyocera KD 140GH-2PU

PANEL FV		Inversor Fronius IG 30 para 3,0 kWp					% según IDAE			
UNIDAD (€/ud.)	TOTAL 56,72% (€)	INVERSOR (€)	ESTRUCTURA 6,84% (€)	CABLEADO 2,81% (€)	MONTAJE 5,24% (€)	INGENIERIA 19,41% (€)	TOTAL INTERVENCIÓN (€)			
287	5.740,00	2.583,00	692,20	284,37	530,28	1.964,27	11.794,12	Familia 1	1C	
287	5.453,00	2.583,00	657,59	270,15	503,77	1.866,06	11.333,57	Familia 2	1D	
287	4.018,00	2.583,00	484,54	199,06	371,20	1.374,99	9.030,78	Familia 3	1E	
287	9.184,00	2.583,00	1.107,52	454,99	848,45	3.142,83	17.320,79	Familia 4	2C	
287	8.610,00	2.583,00	1.038,30	426,55	795,42	2.946,41	16.399,68	Familia 5	2D	
287	5.740,00	2.583,00	692,20	284,37	530,28	1.964,27	11.794,12	Familia 6	2E	
287	12.628,00	2.583,00	1.522,84	625,61	1.166,62	4.321,39	22.847,47	Familia 7	3C	
287	16.072,00	2.583,00	1.938,16	796,23	1.484,79	5.499,96	28.374,14	Familia 8	4C	
287	7.462,00	2.583,00	899,86	369,68	689,37	2.553,55	14.557,46	Familia 9	1C + 1A	
287	10.906,00	2.583,00	1.315,18	540,30	1.007,54	3.732,11	20.084,13	Familia 10	2C + 1A	
287	12.341,00	2.583,00	1.488,23	611,39	1.140,11	4.223,18	22.386,91	Familia 11	2C + 2A	
287	12.341,00	2.583,00	1.488,23	611,39	1.140,11	4.223,18	22.386,91	Familia 12	2C + 1B	
287	14.063,00	2.583,00	1.695,89	696,70	1.299,19	4.812,46	25.150,25	Familia 13	2C + 1A + 1B	
287	10.045,00	2.583,00	1.211,35	497,65	927,99	3.437,47	18.702,46	Familia 14	2D + 1A	
287	11.767,00	2.583,00	1.419,01	582,96	1.087,08	4.026,75	21.465,80	Familia 15	2D + 2A	
287	11.767,00	2.583,00	1.419,01	582,96	1.087,08	4.026,75	21.465,80	Familia 16	2D + 1B	
287	14.924,00	2.583,00	1.799,72	739,36	1.378,73	5.107,10	26.531,92	Familia 17	2D + 2B	
287	18.081,00	2.583,00	2.180,43	895,76	1.670,39	6.187,45	31.598,03	Familia 18	2D + 3B	
287	13.202,00	2.583,00	1.592,06	654,05	1.219,65	4.517,82	23.768,58	Familia 19	2D + 1A + 1B	
287	14.924,00	2.583,00	1.799,72	739,36	1.378,73	5.107,10	26.531,92	Familia 20	2D + 2A + 1B	
287	16.646,00	2.583,00	2.007,38	824,67	1.537,82	5.696,38	29.295,25	Familia 21	2D + 1A + 2B	
287	10.332,00	2.583,00	1.245,96	511,86	954,51	3.535,69	19.163,02	Familia 22	2D + 1E	
287	11.767,00	2.583,00	1.419,01	582,96	1.087,08	4.026,75	21.465,80	Familia 23	2D + 1A + 1E	
287	13.489,00	2.583,00	1.626,67	668,27	1.246,16	4.616,03	24.229,14	Familia 24	2D + 2A + 1E	
287	13.489,00	2.583,00	1.626,67	668,27	1.246,16	4.616,03	24.229,14	Familia 25	2D + 1B + 1E	
287	16.646,00	2.583,00	2.007,38	824,67	1.537,82	5.696,38	29.295,25	Familia 26	2D + 2B + 1E	
287	14.924,00	2.583,00	1.799,72	739,36	1.378,73	5.107,10	26.531,92	Familia 27	2D + 1A + 1B + 1E	

COMPARATIVA ENTE SOLUCIÓN INTEGRADA Y SOLUCIÓN NO INTEGRADA

	CONSUMO EFICIENTE (kWh/año)	CONSUMO EFIC. (Wh/día)	TOTAL PANELES SOLARES (ud.)	TOTAL TEJAS SOLARES (ud.)	Sup. Necesaria paneles (m ²)	Sup. Necesaria tejas (m ²)	TOTAL PANELES SOLARES 56,72% (€)	TOTAL TEJAS SOLARES 56,72% (€)	TOTAL INTERVENCIÓN CON PANELES SOLARES (€)	TOTAL INTERVENCIÓN CON TEJAS SOLARES (€)
Familia 1	1C	1.568,10	20	266	20	48,412	5.740,00	24.354,96	11.794,12	42.191,28
Familia 2	1D	1.484,00	19	252	19	45,864	5.453,00	23.073,12	11.333,57	40.106,64
Familia 3	1E	1.060,97	14	180	14	32,76	4.018,00	16.480,80	9.030,78	29.385,60
Familia 4	2C	2.488,66	32	422	32	76,804	9.184,00	38.638,32	17.320,79	65.420,20
Familia 5	2D	2.283,59	30	388	30	70,616	8.610,00	35.525,28	16.399,68	60.357,49
Familia 6	2E	1.507,66	20	256	20	46,592	5.740,00	23.439,36	11.794,12	40.702,25
Familia 7	3C	3.409,23	44	579	44	105,378	12.628,00	53.013,24	22.847,47	88.798,02
Familia 8	4C	4.329,79	56	735	56	133,77	16.072,00	67.296,60	28.374,14	112.026,94
Familia 9	1C + 1A	2.005,45	26	341	26	62,062	7.462,00	31.221,96	14.557,46	53.359,03
Familia 10	2C + 1A	2.926,01	38	497	38	90,454	10.906,00	45.505,32	20.084,13	76.587,95
Familia 11	2C + 2A	3.357,12	43	570	43	103,74	12.341,00	52.189,20	22.386,91	87.457,89
Familia 12	2C + 1B	3.376,42	43	573	43	104,286	12.341,00	52.463,88	22.386,91	87.904,60
Familia 13	2C + 1A + 1B	3.813,77	49	647	49	117,754	14.063,00	59.239,32	25.150,25	98.923,45
Familia 14	2D + 1A	2.724,05	35	462	35	84,084	10.045,00	42.300,72	18.702,46	71.376,33
Familia 15	2D + 2A	3.155,16	41	535	41	97,37	11.767,00	48.984,60	21.465,80	82.246,28
Familia 16	2D + 1B	3.171,35	41	538	41	97,916	11.767,00	49.259,28	21.465,80	82.692,98
Familia 17	2D + 2B	4.059,10	52	689	52	125,398	14.924,00	63.084,84	26.531,92	105.177,39
Familia 18	2D + 3B	4.946,86	63	839	63	152,698	18.081,00	76.818,84	31.598,03	127.512,88
Familia 19	2D + 1A + 1B	3.611,81	46	613	46	111,566	13.202,00	56.126,28	23.768,58	93.860,73
Familia 20	2D + 2A + 1B	4.042,92	52	686	52	124,852	14.924,00	62.810,16	26.531,92	104.730,68
Familia 21	2D + 1A + 2B	4.499,57	58	763	58	138,866	16.646,00	69.860,28	29.295,25	116.196,23
Familia 22	2D + 1E	2.759,48	36	468	36	85,176	10.332,00	42.850,08	19.163,02	72.269,75
Familia 23	2D + 1A + 1E	3.199,95	41	543	41	98,826	11.767,00	49.717,08	21.465,80	83.437,50
Familia 24	2D + 2A + 1E	3.631,05	47	616	47	112,112	13.489,00	56.400,96	24.229,14	94.307,44
Familia 25	2D + 1B + 1E	3.647,24	47	619	47	112,658	13.489,00	56.675,64	24.229,14	94.754,15
Familia 26	2D + 2B + 1E	4.534,99	58	769	58	139,958	16.646,00	70.409,64	29.295,25	117.089,65
Familia 27	2D + 1A + 1B + 1E	4.087,70	52	694	52	126,308	14.924,00	63.542,64	26.531,92	105.921,90

Como se puede observar después de haber realizado la comparación entre ambas soluciones, vemos que sale más rentable en TODOS los aspectos realizar una intervención NO INTEGRADA en una cubierta existente.

ANEXO D [CÁLCULO FOTOVOLTAICO]

