

H.3.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ESCENARIOS DE IMPLANTACIÓN DE LOS SIRVE

SIRVE

SISTEMAS INTEGRADOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Socios del proyecto:



Colaborador:



Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el Subprograma INNPACTO 2011



El primer paso necesario para poder realizar este estudio pasa por estimar el precio de venta de las diferentes recargas y el coste de la energía eléctrica que consume cada estación. Una vez obtenidos estos valores, es posible estimar los costes energéticos y los ingresos y con ello los indicadores económicos.

Estimación del precio de cada tipo de recarga. Se parte del coste actual del combustible y del gasto medio que hacen de él los vehículos con tecnología convencional. Teniendo en cuenta que con un repostaje actualmente un vehículo eléctrico recorre 175 km, el coste del carburante convencional es de unos 19,6 €. Por tanto para obtener el valor concreto de cada carga se adjudica un porcentaje de descuento al coste estimado del repostaje convencional.

	DIFERENCIA CON EL REPOSTAJE CONVENCIONAL	ESTIMACIÓN PRECIO RECARGA
Carga rápida (80%: 140 km)	10 %	14,11 €
Carga moderada	20 %	15,68 €
Carga lenta	30 %	13,72 €

Coste energético. Es necesario conocer la tarifa eléctrica a la que se puede acoger la instalación. Para lo que se utiliza el comparador de tarifas elaborado por la Comisión Nacional de Energía, el resultado se refleja en la tabla.

PERIODO DE TARIFICACIÓN	Tp (€/kW y año)	Te (€/kWh)
P1 Punta	39,688104	0,120922
P2 Llano	23,812861	0,096888
P3 Valle	15,875243	0,065523

Una vez obtenida la tarifa se plantean las características de cada tipo de carga, ya que con ellas obtiene el coste del término de energía para cada una en función del periodo de facturación. Además se plantean diferentes escenarios de uso de la instalación para poder calcular el término de energía de forma completa.

TIPO DE CARGA	POTENCIA (kW)	TIEMPO (h)	ENERGÍA (kWh)	P2	P3
Carga rápida (carga 80%)	50,00	0,38	19,2	1,86 €	1,26 €
Carga moderada	17,60	1,25	22	2,13 €	1,44 €
Carga lenta	3,70	6	22,2	2,15 €	1,45 €

Por último el término de potencia depende directamente del servicio que la estación es capaz de realizar de forma simultánea; se estudian tres posibilidades distintas.

TIPO DE INSTALACIÓN	POTENCIA CONTRATADA (kW)	COSTE ANUAL DEL TÉRMINO DE POTENCIA
Carga única	50	3.968,81 €
CR y CM simultánea	68	5.365,83 €
CR y CI simultánea	54	4.262,50 €

Una vez explicados todos los términos más importantes de los que consta la factura eléctrica, se pasa a exponer los costes eléctricos obtenidos.

COSTE ENERGÉTICO ANUAL								
Tipo de instal.	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
Carga única	6.695,90 €	6.232,87 €	7.127,69 €	6.524,88 €	8.117,21 €	7.194,07 €	9.115,73 €	7.869,35 €
CR-CM	8.472,72 €	8.009,69 €	8.904,51 €	8.301,70 €	9.894,03 €	8.970,89 €	10.892,55 €	9.646,17 €
CR-CL	7.069,43 €	6.606,41 €	7.501,22 €	6.898,42 €	8.490,75 €	7.567,61 €	9.489,27 €	8.242,88 €

De la misma manera que la factura eléctrica estaba vinculada al número de recargas estimadas, la recaudación anual también y por tanto en cada escenario propuesto la recaudación será diferente, independientemente del tipo de instalación.

INGRESOS ANUALES				
Tipo de instalación	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Instalación	7.728,67 €	10.353,50 €	16.186,46 €	21.290,30 €

Estimación de los gastos anuales de las estaciones. Las partidas que se han tenido en cuenta en este cálculo son: inversión inicial, costes fijos y variables. Las cuales ascienden a total de 3.770 €.

Estimación de los indicadores económicos. Se analiza la rentabilidad de las diferentes estaciones, a fin de estimar dónde se encuentra el límite a partir del que un aumento en el número de cargas hace que se obtengan beneficios. Por último se calculan los principales indicadores económicos, que se reflejan en la siguiente tabla.

BALANCE NETO ANUAL								
Tipo de instal.	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
1 Carga	-2.737,22€	-2.274,20€	- 544,18€	58,62 €	4.229,25€	5.222,39€	8.404,57€	9.650,96€
CR-CM	-4.514,05€	-4.051,02€	-2.321,01€	-1.718,20€	2.522,43€	3.445,57€	6.627,75€	7.874,14€
CR-CL	-3.110,76€	-2.647,73€	- 917,72€	- 314,91€	3.925,72€	4.848,86€	8.031,04€	9.277,42€

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	VAN (15 años)		TIR (15 años)		PERIODO DE RETORNO	
		P2	P3	P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 1.532,11 €	1.056,51 €	19 %	20 %	15 años y 6 meses	14 años y 8 meses
	CR y CM	- 11.465,66 €	- 8.877,05 €	16 %	17 %	19 años y 4 meses	18 años y 4 meses
	CR y CL	- 3.620,41 €	- 1.031,80 €	19 %	20 %	16 años y 3 meses	15 años y 4 meses
2	Carga única	23.664,28 €	27.034,36 €	28 %	29 %	9 años y 7 meses	8 años y 11 meses
	CR y CM	13.730,72 €	17.100,80 €	24 %	26 %	11 años y 7 meses	10 años y 10 meses
	CR y CL	21.575,98 €	24.946,06 €	27 %	28 %	10 años	9 años y 4 meses
3	Carga única	79.488,61 €	84.649,56 €	44 %	46 %	4 años y 9 meses	4 años y 5 meses
	CR y CM	69.555,06 €	74.716,00 €	40 %	42 %	5 años y 6 meses	5 años y 1 meses
	CR y CL	77.400,31 €	82.561,25 €	43 %	45 %	4 años y 11 meses	4 años y 6 meses
4	Carga única	132.975,62 €	140.077,34 €	61 %	64 %	2 años y 10 meses	2 años y 8 meses
	CR y CM	123.042,06 €	130.143,78 €	57 %	60 %	3 años y 3 meses	3 años
	CR y CL	130.887,31 €	137.989,04 €	60 %	63 %	2 años y 11 meses	2 años y 9 meses

Análisis económico con instalación fotovoltaica

En este apartado se repiten los mismos cálculos que en el anterior, pero ahora se tienen en cuenta la instalación fotovoltaica existente en la marquesina y el sistema de almacenamiento.

Estimación de los gastos anuales de la estación. Se calcula de la misma forma que anteriormente solo varía la inversión inicial ya que aumenta al colocar la fotovoltaica, por tanto el valor será de 5.380,67 €.

Estimación de los indicadores económicos. Se vuelven a calcular los costes energéticos, ya que, al utilizar la electricidad que genera la instalación fotovoltaica, se producirá un ahorro en los mismos. Dichos costes se adjuntan en la siguiente tabla.

COSTE ENERGÉTICO ANUAL								
Tipo de instal.	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
Carga única	6.566,09 €	6.145,08 €	6.998,45 €	6.437,48 €	7.987,97 €	7.106,67 €	8.986,49 €	7.781,94 €
CR-CM	8.342,91 €	7.921,90 €	8.775,27 €	8.214,30 €	9.764,79 €	8.883,49 €	10.763,31 €	9.558,76 €
CR-CL	6.939,62 €	6.518,62 €	7.371,98 €	6.811,01 €	8.361,51 €	7.480,20 €	9.360,03 €	9.360,03 €

El ahorro no es muy significativo, por lo que hay que ver si compensa la inversión inicial. Para ello se recalcula el balance neto anual y se establece la diferencia entre dicho balance neto y el calculado para las estaciones sin fotovoltaica.

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	BALANCE ANUAL		DIFERENCIA CON INSTALACIÓN SIN FOTOVOLTAICA	
		P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 4.218,08 €	- 3.797,08 €		
	CR y CM	-5.994,90 €	-5.573,90 €	-1.480,86 €	-1.522,88 €
	CR y CL	-4.591,62 €	-4.170,61 €		
2	Carga única	-2.025,61 €	-1.464,64 €		
	CR y CM	-3.802,43 €	-3.241,46 €		
	CR y CL	-2.399,15 €	-1.838,18 €		
3	Carga única	2.817,83 €	3.699,13 €		
	CR y CM	1.041,01 €	1.922,31 €	-1.481,42 €	-1.523,26 €
	CR y CL	2.444,29 €	3.325,59 €		
4	Carga única	6.923,15 €	8.127,69 €		
	CR y CM	5.146,33 €	6.350,87 €		
	CR y CL	6.549,61 €	7.754,16 €		

La conclusión que se obtiene es que la instalación fotovoltaica no mejora la rentabilidad de las estaciones. Para poder casar la rentabilidad económica con los beneficios tecnológicos que aporta el uso de energías renovables, existen dos formas de solucionar la situación: aumentar la capacidad de generación de la instalación o realizar inyecciones de red a la batería para aumentar la energía eléctrica almacenada y poder actuar sobre un número mayor de cargas rápidas. La segunda opción es la recogida en este proyecto y se explicará con detalle en el apartado siguiente.

Inyección de la red eléctrica a la instalación fotovoltaica. Para poder aumentar el número de cargas rápidas a las que se les ha podido aplicar el aporte de batería, se propone aumentar la energía almacenada mediante la inyección de electricidad de la red en el periodo nocturno, ya que es el más económico, y así reducir al máximo la influencia de la recarga de vehículos eléctricos en la red de baja tensión. Por tanto, si se realiza una inyección nocturna a lo largo de todo el periodo 3, el aporte será el mostrado en la tabla

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Nº max. de horas de carga	8 h
Tiempo de recarga por módulo	2 h
Capacidad por módulo	2kWh
Rendimiento módulo	97,50 %
Máximo diario a recargar en P3	7,80 kWh

Cuantificación del papel que ejerce el sistema de almacenamiento con aporte nocturno de la red. Si se aumenta el aporte al sistema de almacenamiento mediante la inyección nocturna diaria, se obtienen los siguientes resultados.

GENERACIÓN REAL	APORTE DE RED	ENERGÍA EN BATERÍA	Nº DE CARGAS	ENERGÍA NECESARIA	ENERGÍA SOBROANTE	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
1001,72 kWh	2847,00kWh	3848,72kWh	365	3350,7kWh	511,80kWh	0	365

Por tanto, si se realiza un aporte nocturno diario de la red, todas las cargas rápidas estimadas quedan cubiertas. Así, la necesidad de potencia del conjunto será menor y, por tanto, la recarga de vehículos eléctricos de forma rápida no afectará a la red eléctrica de baja tensión. Para que el sobrante anual no sea muy elevado después de cubrir todas las cargas rápidas propuestas, se plantea un aporte de red diferente en cada mes en función de las necesidades concretas de ese periodo temporal. Con este ajuste se consigue que el sobrante de energía eléctrica sea lo más pequeño posible, por lo que se minimiza al máximo el aporte nocturno de red y con ello se ajusta el coste de la factura eléctrica.

MES	GENERACIÓN REAL (kWh)	APORTE DE RED (kWh)	ACUMULADO EN BATERÍA (kWh)	CARGAS	ENERGÍA NECESARIA (kWh)	ENERGÍA SOBROANTE (kWh)	SOBROANTE UTILIZADO (kWh)	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
Enero	37,32	120,90	158,22	15,5	142,29	15,93	0,00	0	15,5
Febrero	54,10	72,80	142,84	14	128,52	14,32	15,93	0	14,0
Marzo	84,24	48,36	146,91	15,5	142,29	4,62	14,32	0	15,5
Abril	99,99	33,43	138,04	15	137,7	0,34	4,62	0	15,0
Mayo	117,11	34,54	151,65	15,5	142,29	9,36	0,00	0	15,5
Junio	124,64	15,60	140,24	15	137,7	2,54	0,00	0	15,0
Julio	133,54	0,00	143,24	15,5	142,29	0,95	9,70	0	15,5
Agosto	116,42	34,54	150,97	15,5	142,29	8,68	0,00	0	15,5
Septiembre	91,08	39,00	142,25	15	137,7	4,55	12,17	0	15,0
Octubre	65,95	80,60	146,55	15,5	142,29	4,26	0,00	0	15,5
Noviembre	42,87	117,00	159,87	15	137,7	22,17	0,00	0	15,0
Diciembre	34,45	80,60	146,03	15,5	142,29	3,74	30,98	0	15,5
TOTAL	1001,7	677,37	1766,81	182,5	1675,35	91,46	87,72	0	182,5
ENERGÍA NO UTILIZADA							3,74 kWh		

APORTE DE RED:

1 cada 2 días	1 cada 3 días	1 cada 5 días	1 cada 6 días	1 cada 7 días	1 cada 15 días
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------

Modificación del término de potencia de las estaciones Se parte del supuesto anterior en el que todas las cargas rápidas reciben un aporte del sistema de almacenamiento, con lo que la potencia requerida disminuye de 50 kW a 20 kW. Por tanto se vuelven a recalcular los costes eléctricos con esta disminución de la potencia y se establecen los balances correspondientes, para volver a calcular los indicadores económicos que son los reflejados en la siguiente tabla.

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	VAN (15 años)		TIR (15 años)		PERIODO DE RETORNO	
		P2	P3	P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 8.458,80 €	- 6.244,64 €	18%	18 %	17 años y 9 meses	17 años
	CR y CM	- 18.392,35 €	- 16.178,19 €	15 %	16 %	21 años y 8 meses	20 años y 9 meses
	CR y CL	- 10.547,10 €	- 8.332,94 €	17 %	18 %	18 años y 6 meses	17 años y 8 meses
2	Carga única	17.101,50 €	19.722,68 €	24 %	25 %	11 años y 5 meses	10 años y 11 meses
	CR y CM	7.167,95 €	9.789,12 €	22 %	22 %	13 años y 4 meses	12 años y 10 meses
	CR y CL	15.013,20 €	17.634,37 €	24 %	24 %	11 años y 9 meses	11 años y 3 meses
3	Carga única	72.925,83 €	77.337,87 €	35 %	36 %	6 años y 3 meses	5 años y 11 meses
	CR y CM	62.992,28 €	67.404,32 €	33 %	34 %	7 años	6 años y 8 meses
	CR y CL	70.837,53 €	75.249,57 €	35 %	36 %	6 años y 5 meses	5 años y 1 meses
4	Carga única	121.030,33 €	127.249,51 €	44 %	45 %	4 años y 6 meses	4 años y 3 meses
	CR y CM	111.096,77 €	117.315,95 €	42 %	43 %	4 años y 11 meses	4 años y 8 meses
	CR y CL	118.942,02 €	125.161,20 €	43 %	45 %	4 años y 7 meses	4 años y 4 meses

Con esto se demuestra que el ahorro calculado compensa el aumento en la inversión inicial necesario para la instalación de renovables. Esto se justifica mediante la diferencia entre los balances netos anuales de cada caso.