

Estudio implantación de medidas  
de sostenibilidad aplicables al  
Polígono Industrial Oeste de la  
Región de Murcia



**Región de Murcia**  
**Consejería de Agricultura y Agua**



## ÍNDICE

<b>1. INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS</b>	<b>6</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
1.1.1. Beneficios esperados:	7
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA</b>	<b>8</b>
1.2.1. Terrenos y tipologías elegidos	8
1.2.2. Dimensionado previo	10
1.2.3. Beneficio medioambiental	20
<b>1.3. VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>21</b>
<b>2. MEJORA Y ADECUACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO</b>	<b>29</b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>29</b>
2.1.1. Beneficios esperados:	30
<b>2.2. TOMA DE DATOS</b>	<b>30</b>
2.2.1. Transporte público existente:	32
2.2.2. Horario y frecuencia de autobuses:	33
2.2.3. Trayecto:	35
2.2.4. Precio y bonos	37
<b>2.3. DIAGNOSIS</b>	<b>38</b>
2.3.1. Transporte público existente:	38
2.3.2. Horario y frecuencia de autobuses:	38
2.3.3. Trayecto:	39
2.3.4. Precio y bonos	39
2.3.5. Resumen	40
<b>2.4. PROPUESTA DE MEDIDAS</b>	<b>41</b>
2.4.1. Línea regular	41
2.4.2. Línea “lanzadera” con destino a otros núcleos urbanos	42
2.4.3. Ayudas económicas	43
2.4.4. Promoción del uso de transporte público	43
2.4.5. Elaboración de encuesta	44



<b>2.5. VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>47</b>
<b>3. PROGRAMA COMPARTIR COCHE</b>	<b>48</b>
<b>3.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>48</b>
3.1.1. Beneficios esperados	49
<b>3.2. ELABORAR MEMORIA DESCRIPTIVA DONDE SE DESCRIBAN LAS CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA</b>	<b>50</b>
3.2.1. Responsable del funcionamiento, seguimiento y coordinación del servicio	50
3.2.2. Normas de uso por parte del conductor y acompañantes	51
3.2.3. Programa de vuelta a casa garantizada	51
3.2.4. Plan de incentivos	52
<b>3.3. ELABORAR CAMPAÑA INFORMATIVA DESTINADA A LAS EMPRESAS Y TRABAJADORES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL OESTE</b>	<b>54</b>
<b>3.4. COORDINAR ALTAS DE USUARIOS, CASAR OFERTAS Y DEMANDAS Y, PONER EN CONTACTO A LOS USUARIOS</b>	<b>55</b>
<b>3.5. SEGUIMIENTO DEL SERVICIO</b>	<b>56</b>
3.5.1. Revisión periódica de incentivos y servicios a los usuarios.	56
3.5.2. Valoraciones económicas	57
<b>3.6. PRESUPUESTOS DE IMPLANTACIÓN</b>	<b>59</b>
<b>4. CONTROL Y GESTIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>60</b>
<b>4.1. INTRODUCCIÓN Y FASES DE IMPLANTACIÓN</b>	<b>60</b>
4.1.1. Dificultad de implantación:	63
4.1.2. Beneficios esperados:	63
<b>4.2. EXPLICACIÓN DEL SISTEMA Y SUS COMPONENTES</b>	<b>65</b>
4.2.1. Contadores inteligentes	65
4.2.2. Sistema de telelectura GSM	71
<b>4.3. VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>77</b>



<b>5. EJECUCIÓN DE GALERÍAS SUBTERRÁNEAS DE SERVICIOS</b>	<b>79</b>
5.1. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA	79
5.2. CONSIDERACIONES EN LA EJECUCIÓN	84
5.2.1. Características generales	84
5.2.2. Base de apoyo	85
5.2.3. Tipos de instalación	86
5.2.4. Instalación con elementos múltiples	92
5.3. MODELO DE IMPLANTACIÓN PROPUESTO	94
5.4. VALORACIÓN ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL	96
5.4.1. Beneficios económicos del uso de galerías de servicios	96
5.4.2. Beneficios medioambientales de la utilización de galerías de servicios	98
<b>6. CAPTACIÓN DE ADHESIONES POR LAS EMPRESAS DEL POLÍGONO AL PROTOCOLO POR LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE</b>	<b>99</b>
6.1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN	99
6.1.1. Dificultad de implantación:	101
6.1.2. Beneficios esperados:	101
6.2. DOSSIER DOCUMENTACIÓN INICIAL	102
6.2.1. Ejemplos medidas propuestas	102
6.2.1.1. Reutilizar aguas grises en inodoros u otros puntos de consumo que no precisen de aguas frescas	102
6.2.1.2. Recogida de aguas pluviales y su uso en detrimento de agua potable	103
6.2.1.3. Instalación de placas solares fotovoltaicas sobre la cubierta de la nave	104
6.2.1.4. Instalación de placas solares térmicas para la producción de Agua Caliente Sanitaria	107
6.2.1.5. Mejora del nivel de aislamiento en la edificación y conductos de fluidos térmicos	111
6.2.1.6. Realización de auditoría energética en iluminación exterior	112
6.2.1.7. Detección de oportunidades de ahorro de energía realizando auditoría energética	114
6.2.1.8. Detección de oportunidades de ahorro de energía realizando estudio sectorial energético y benchmarking	115



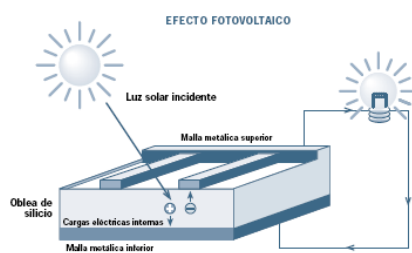
6.2.1.9.	Incorporación a las instalaciones de aire acondicionado sistemas de zonificación y “freecooling”	116
6.2.1.10.	Incorporación de dispositivos economizadores de agua en las instalaciones de fontanería	117
6.2.1.11.	Implantación de microgeneración (trigeneración) utilizando gas natural como combustible.	118
6.2.1.12.	Reducción del consumo de papel	119
6.2.1.13.	Mejora de la eficiencia en el transporte	119
6.2.1.14.	Reducción de residuos:	119
6.2.1.15.	Otras medidas de reducción de consumo energético:	120
6.2.2.	Protocolo	122
<b>6.3.</b>	<b>SEGUIMIENTO PERIÓDICO</b>	<b>123</b>



## 1. INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La energía solar eléctrica, o fotovoltaica que es como más comúnmente se la conoce, es una energía limpia y renovable, de fácil instalación y mantenimiento.



Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el Sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que

requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del Sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.



Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
  - Ser modulares.
  - Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
  - No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.



- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento silencioso.

La medida consiste en instalar un campo solar fotovoltaico para verter energía eléctrica a la red de distribución. A la hora de decidir su instalación es fundamental cuidar no solo el diseño técnico y rentabilidad económica, sino que resulta imprescindible estudiar minuciosamente la superficie donde se va a ejecutar, su integración en el polígono y sus beneficios paralelos.



En virtud de lo comentado dispondremos de campos solares fotovoltaicos que aporten valor añadido al objeto de producción de energía limpia. Por lo que se buscarán soluciones que generen sombras beneficiosas para los usuarios, barreras visuales, barreras sonoras o elementos representativos que den identidad al polígono. Ejemplos de lo anterior se muestran en las fotografías que se acompañan.



De forma general, para realizar una Instalación Solar Fotovoltaica, se lleva a cabo en las siguientes etapas:

#### **1.1.1. Beneficios esperados:**

- Medioambiental: Disminución en la emisión de CO<sub>2</sub>
- Económico: Una vez amortizada la instalación (9 años) ingresos económicos hasta el final de su vida útil (30 años)
- Social: Mejor imagen y aceptación del polígono por parte de la sociedad







## 1.2.JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

### 1.2.1. Terrenos y tipologías elegidos

Se pretende fomentar el uso de las energías renovables y reducir el impacto de emisión de CO2 a la vez que valorizar un espacio.

En las imágenes siguientes se muestran los terrenos y la idea general en cuanto a la tipología de la instalación solar fotovoltaica.

-  Sup. para pérgola fotovoltaica = 85.000 m<sup>2</sup>
-  Sup. para barrera de sonido fotovoltaica = 116.000 m<sup>2</sup>
- Sup. TOTAL = 201.000 m<sup>2</sup>

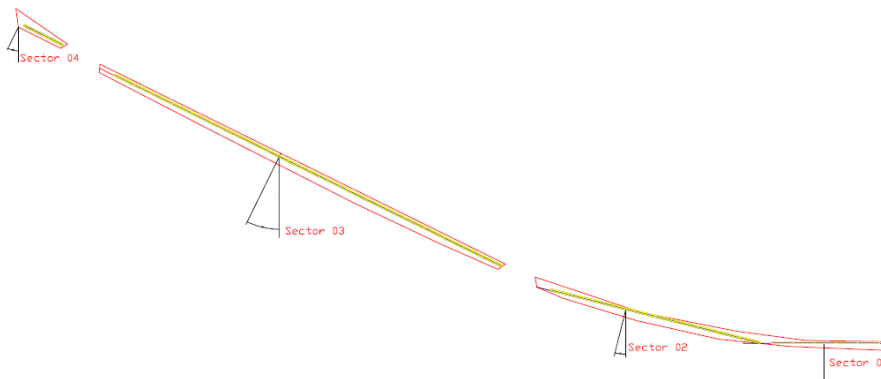




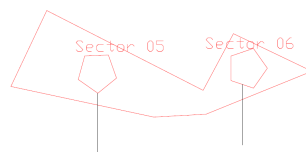


Los terrenos elegidos resultan idóneos para el desarrollo de la medida puesto que tienen buena orientación y permiten acondicionar un suelo que actualmente está descuidado y abandonado. Además de cumplir a la perfección la doble utilidad, además de la evidente de producción de energía eléctrica verde, buscada a las instalaciones fotovoltaicas y su integración en el polígono.

En la superficie de 116.000 m<sup>2</sup> paralela a la autovía, se propone construir una barrera de sonido fotovoltaica, formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía dividida en 4 sectores con una longitud total de 2.949 metros de largo y 5,24 metros de altura. Como ejemplo se muestra la fotografía de una barrera de sonido que discurre paralela a una autovía de Alemania.



La superficie de 85.000 m<sup>2</sup> situada a la entrada principal del Polígono Industrial Oeste resulta ser un espacio inmejorable para adecuar los terrenos con zonas verdes y espacios de esparcimiento para los usuarios del polígono, con grandes pérgolas fotovoltaicas en la línea mostrada en la foto de la pérgola fotovoltaica de Barcelona. se analiza la inclusión de dos pérgolas fotovoltaicas, formado por sendas estructuras de hormigón armado de superficie aproximada de 5.700 m<sup>2</sup> cada una, en apartados posteriores se nombra como Sector 5 y 6.





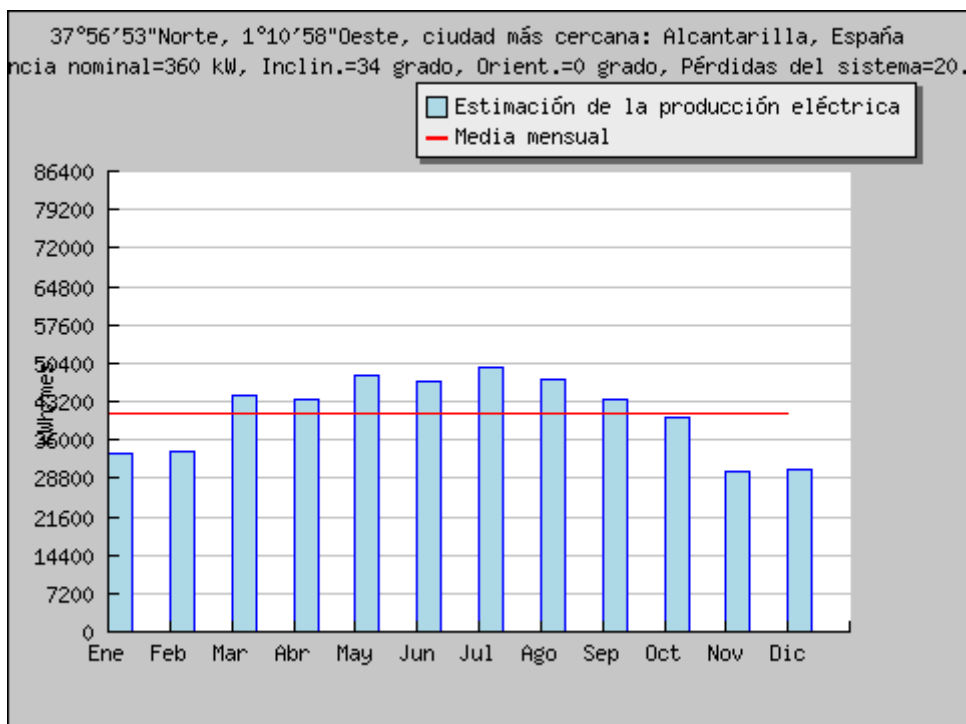
### 1.2.2. Dimensionado previo

A continuación se muestran los resultados obtenidos del dimensionamiento previo para los 6 sectores analizados:

Sector 1. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 398 metros de largo y 5,24 metros de altura.

Localización	37°56'53" Norte, 1°10'58" Oeste
Altitud	61 metros sobre nivel del mar
Potencia nominal del sistema	360.0 kW
Inclinación de los módulos	34.0°
Orientación (acimutal) de los módulos	0.0°
Pérdidas estimadas debido a la temperatura	9.9%
Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia	2.6%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.)	20.0%
Pérdidas combinadas del sistema	32.5%

El siguiente gráfico y tabla muestran la cantidad estimada de electricidad que se puede esperar cada mes de un sistema fotovoltaico con los parámetros definidos.



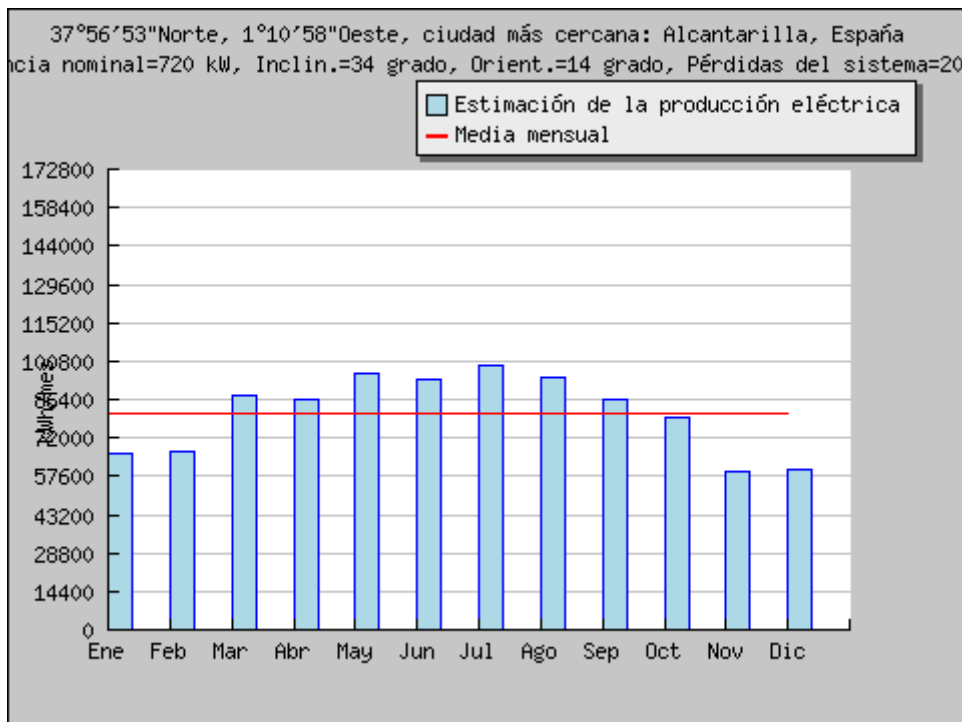
Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	33384	1077
Feb	33860	1209
Mar	44469	1434
Abr	43494	1450
May	47943	1547
Jun	46959	1565
Jul	49523	1598
Ago	47463	1531
Sep	43554	1452
Oct	40244	1298
Nov	29977	999
Dic	30482	983
<b>Media anual</b>	<b>40919</b>	<b>1345</b>
<b>Producción total anual (kWh)</b>		<b>491028</b>

Sector 2. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 797 metros de largo y 5,24 metros de altura.



Localización	37°56'53" Norte, 1°10'58" Oeste
Altitud	61 metros sobre nivel del mar
Potencia nominal del sistema	720.0 kW
Inclinación de los módulos	34.0°
Orientación (acimutal) de los módulos	14.0°
Pérdidas estimadas debido a la temperatura	10.0%
Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia	2.6%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.)	20.0%
Pérdidas combinadas del sistema	32.6%

El siguiente gráfico y tabla muestran la cantidad estimada de electricidad que se puede esperar cada mes de un sistema fotovoltaico con los parámetros definidos.



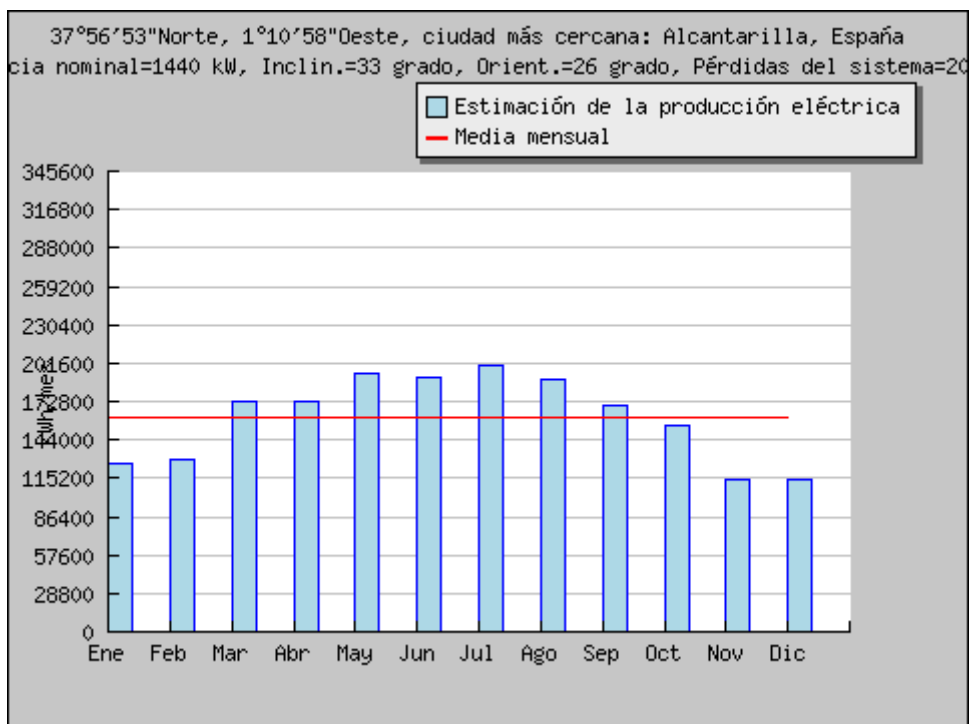


Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	65838	2124
Feb	66907	2390
Mar	88164	2844
Abr	86751	2892
May	95986	3096
Jun	94147	3138
Jul	99209	3200
Ago	94760	3057
Sep	86498	2883
Oct	79526	2565
Nov	59103	1970
Dic	60118	1939
<b>Media anual</b>	<b>81361</b>	<b>2675</b>
Producción total anual (kWh)		<b>976335</b>

Sector 3. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 1.595 metros de largo y 5,24 metros de altura.

Localización	37°56'53" Norte, 1°10'58" Oeste
Altitud	61 metros sobre nivel del mar
Potencia nominal del sistema	1440.0 kW
Inclinación de los módulos	33.0°
Orientación (acimutal) de los módulos	26.0°
Pérdidas estimadas debido a la temperatura	10.0%
Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia	2.6%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.)	20.0%
Pérdidas combinadas del sistema	32.7%

El siguiente gráfico y tabla muestran la cantidad estimada de electricidad que se puede esperar cada mes de un sistema fotovoltaico con los parámetros definidos.



Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	126074	4067
Feb	129337	4619
Mar	172952	5579
Abr	172749	5758
May	193326	6236
Jun	190514	6350
Jul	200273	6460
Ago	189316	6107
Sep	170392	5680
Oct	154378	4980
Nov	113576	3786
Dic	114948	3708
<b>Media anual</b>	<b>160527</b>	<b>5278</b>
<b>Producción total anual (kWh)</b>		<b>1926323</b>

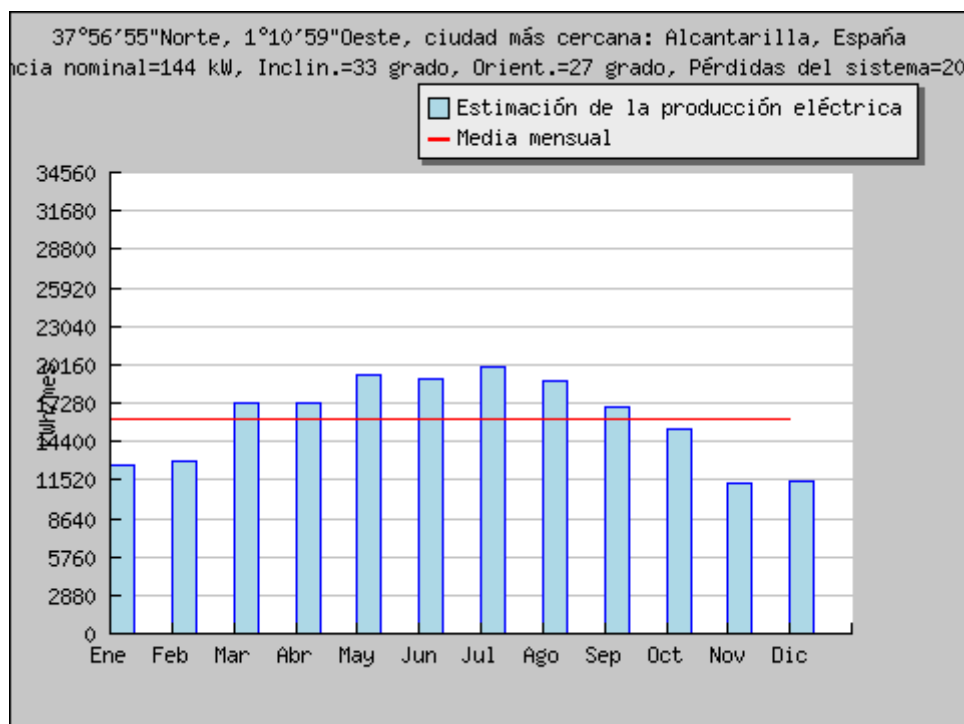




Sector 4. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 159 metros de largo y 5,24 metros de altura.

Localización	37°56'55" Norte, 1°10'59" Oeste
Altitud	59 metros sobre nivel del mar
Potencia nominal del sistema	144.0 kW
Inclinación de los módulos	33.0°
Orientación (acimutal) de los módulos	27.0°
Pérdidas estimadas debido a la temperatura	10.0%
Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia	2.6%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.)	20.0%
Pérdidas combinadas del sistema	32.7%

El siguiente gráfico y tabla muestran la cantidad estimada de electricidad que se puede esperar cada mes de un sistema fotovoltaico con los parámetros definidos.



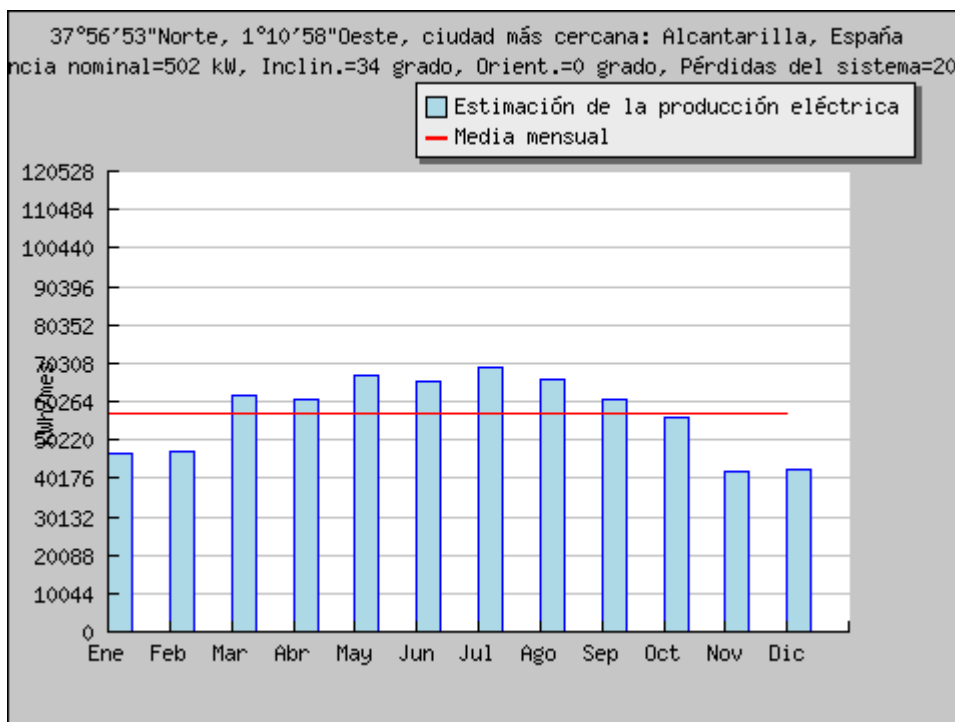


Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	12557	405
Feb	12893	460
Mar	17261	557
Abr	17261	575
May	19333	624
Jun	19059	635
Jul	20031	646
Ago	18916	610
Sep	17010	567
Oct	15394	497
Nov	11316	377
Dic	11447	369
<b>Media anual</b>	<b>16027</b>	<b>527</b>
Producción total anual (kWh)		<b>192324</b>

Sector 5. Pérgola fotovoltaica. Formado por una estructura de hormigón armado de superficie aproximada de 5.700 m<sup>2</sup>.

Localización	37°56'53" Norte, 1°10'58" Oeste
Altitud	61 metros sobre nivel del mar
Potencia nominal del sistema	502.2 kW
Inclinación de los módulos	34.0°
Orientación (acimutal) de los módulos	0.0°
Pérdidas estimadas debido a la temperatura	9.9%
Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia	2.6%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.)	20.0%
Pérdidas combinadas del sistema	32.5%

El siguiente gráfico y tabla muestran la cantidad estimada de electricidad que se puede esperar cada mes de un sistema fotovoltaico con los parámetros definidos.



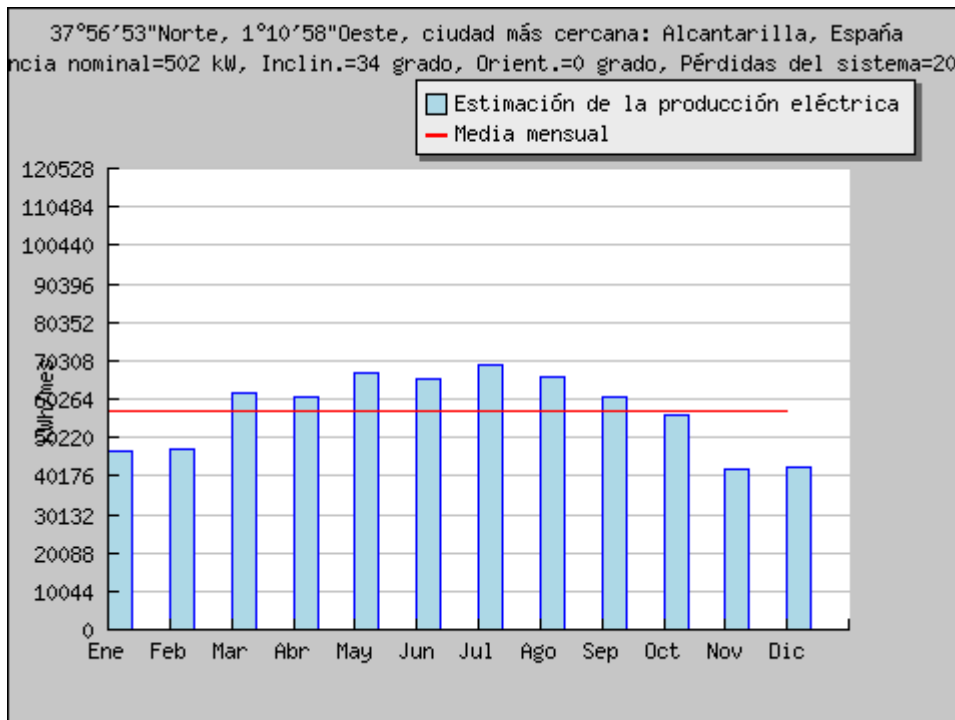
Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	46571	1502
Feb	47234	1687
Mar	62034	2001
Abr	60674	2022
May	66880	2157
Jun	65507	2184
Jul	69085	2229
Ago	66211	2136
Sep	60758	2025
Oct	56140	1811
Nov	41818	1394
Dic	42522	1372
<b>Media anual</b>	<b>57082</b>	<b>1877</b>
<b>Producción total anual (kWh)</b>		<b>684984</b>



Sector 6. Pérgola fotovoltaica. Formado por una estructura de hormigón armado de superficie aproximada de 5.700 m<sup>2</sup>.

Localización	37°56'53" Norte, 1°10'58" Oeste
Altitud	61 metros sobre nivel del mar
Potencia nominal del sistema	502.2 kW
Inclinación de los módulos	34.0°
Orientación (acimutal) de los módulos	0.0°
Pérdidas estimadas debido a la temperatura	9.9%
Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia	2.6%
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.)	20.0%
Pérdidas combinadas del sistema	32.5%

El siguiente gráfico y tabla muestran la cantidad estimada de electricidad que se puede esperar cada mes de un sistema fotovoltaico con los parámetros definidos.





<b>Mes</b>	<b>Producción mensual (kWh)</b>	<b>Producción diaria (kWh)</b>
Ene	46571	1502
Feb	47234	1687
Mar	62034	2001
Abr	60674	2022
May	66880	2157
Jun	65507	2184
Jul	69085	2229
Ago	66211	2136
Sep	60758	2025
Oct	56140	1811
Nov	41818	1394
Dic	42522	1372
<b>Media anual</b>	<b>57082</b>	<b>1877</b>
Producción total anual (kWh)		<b>684984</b>



### 1.2.3. *Beneficio medioambiental*

Como se ha comentado en apartados anteriores. Las instalaciones fotovoltaicas no emiten CO<sub>2</sub> durante su explotación, por lo que las instalaciones descritas supondrán un gran beneficio medioambiental al verter a la red energía eléctrica “verde”.

En el siguiente cuadro queda esquematizada la reducción de CO<sub>2</sub> generada por cada sector.

AÑO	Reducción CO <sub>2</sub> (Tm)						
	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR 6	TOTAL
0	442	879	1.736	173	617	617	4.466
1	438	872	1.722	171	612	612	4.430
2	435	865	1.708	170	607	607	4.395
3	431	858	1.694	169	602	602	4.359
4	428	851	1.680	167	597	597	4.323
5	424	844	1.666	166	592	592	4.287
6	421	837	1.652	165	587	587	4.252
7	417	830	1.639	163	582	582	4.216
8	414	823	1.625	162	577	577	4.180
9	410	816	1.611	160	572	572	4.144
10	407	809	1.597	159	567	567	4.109
11	403	802	1.583	158	562	562	4.073
12	400	795	1.569	156	558	558	4.037
13	396	788	1.555	155	553	553	4.001
14	392	781	1.541	153	548	548	3.966
15	389	774	1.527	152	543	543	3.930
16	385	767	1.514	151	538	538	3.894
17	382	760	1.500	149	533	533	3.859
18	378	753	1.486	148	528	528	3.823
19	375	746	1.472	147	523	523	3.787
20	371	739	1.458	145	518	518	3.751
21	368	731	1.444	144	513	513	3.716
22	364	724	1.430	142	508	508	3.680
23	361	717	1.416	141	503	503	3.644
24	357	710	1.402	140	498	498	3.608
25	353	703	1.388	138	493	493	3.573
TOTAL	10.354	20.587	40.628	4.056	14.444	14.444	104.515





### 1.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

En este apartado sintetizaremos los datos económicos, tanto ingresos como gastos, que se obtienen tras realizar el análisis financiero de los diferentes sectores prediseñados.

Sector 1. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 398 metros de largo y 5,24 metros de altura.

DATOS ECONÓMICOS	TOTALES
COSTE INSTALACION (SIN IVA)	2.160.000,00 €
COSTE INSTALACION (CON IVA)	2.505.600,00 €
CANTIDAD ANTICIPADA	2.160.000,00 €
CANTIDAD SUBVENCIONADA	0,00 €
CAPITAL A AMORTIZAR (SIN IVA)	0,00 €
IVA A RECUPERAR (16%)	345.600,00 €
DEDUCCIÓN FISCAL (8%)	172.800,00 €

DATOS TÉCNICOS	TOTALES
NÚMERO DE PANELES	2.000,00
POTENCIA PICO DE PANEL (Wp/panel)	180,00
POTENCIA TOTAL PICO INSTALADA (Wp)	360.000,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	360.000,00

DATOS FINANCIEROS	TOTALES
HIPOTESIS IPC (%)	2,5
PRESUPUESTO POR WATIO	6

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA (KW·H*W PICO)	1,364
---	-------

AÑO	PRODUCCION ANUAL kW·H	PRECIO DE VENTA DEL kW·H	IMPORTE AYUDAS DEDUCCIONES	DEVOLUCION IVA	GASTOS MANTO	INGRESOS (VENTA ENERGÍA)	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	491.040	0,41750 €			4.100 €	205.009 €	200.909 €	200.909 €
1	487.112	0,42689 €	17.280 €	345.600 €	4.159 €	207.945 €	566.666 €	767.575 €
2	483.183	0,43650 €	17.280 €		4.218 €	210.909 €	223.971 €	991.546 €
3	479.255	0,44632 €	17.280 €		4.278 €	213.901 €	226.903 €	1.218.449 €
4	475.327	0,45636 €	17.280 €		4.338 €	216.921 €	229.863 €	1.448.312 €
5	471.398	0,46549 €	17.280 €		4.389 €	219.431 €	232.322 €	1.680.634 €
6	467.470	0,47480 €	17.280 €		4.439 €	221.954 €	234.795 €	1.915.430 €
7	463.542	0,48430 €	17.280 €		4.490 €	224.491 €	237.281 €	2.152.711 €
8	459.613	0,49398 €	17.280 €		4.541 €	227.040 €	239.780 €	2.392.490 €
9	455.685	0,50386 €	17.280 €		4.592 €	229.602 €	242.290 €	2.634.780 €
10	451.757	0,51394 €	17.280 €		4.644 €	232.175 €	244.812 €	2.879.592 €



11	447.828	0,52422 €			4.695 €	234.759 €	230.064 €	3.109.656 €
12	443.900	0,53470 €			4.747 €	237.354 €	232.607 €	3.342.263 €
13	439.972	0,54540 €			4.799 €	239.959 €	235.159 €	3.577.422 €
14	436.044	0,55630 €			4.851 €	242.572 €	237.721 €	3.815.143 €
15	432.115	0,56743 €			4.904 €	245.195 €	240.291 €	4.055.434 €
16	428.187	0,57878 €			4.957 €	247.825 €	242.869 €	4.298.302 €
17	424.259	0,59035 €			5.009 €	250.462 €	245.453 €	4.543.755 €
18	420.330	0,60216 €			5.062 €	253.106 €	248.044 €	4.791.800 €
19	416.402	0,61420 €			5.115 €	255.756 €	250.640 €	5.042.440 €
20	412.474	0,62649 €			5.168 €	258.410 €	253.241 €	5.295.681 €
21	408.545	0,63902 €			5.221 €	261.068 €	255.846 €	5.551.528 €
22	404.617	0,65180 €			5.275 €	263.728 €	258.454 €	5.809.981 €
23	400.689	0,66483 €			5.328 €	266.391 €	261.063 €	6.071.045 €
24	396.760	0,67813 €			5.381 €	269.055 €	263.674 €	6.334.719 €
25	392.832	0,69169 €			5.434 €	271.719 €	266.285 €	6.601.004 €

Sector 2. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 797 metros de largo y 5,24 metros de altura.

DATOS ECONÓMICOS	TOTALES
COSTE INSTALACION (SIN IVA)	4.320.000,00 €
COSTE INSTALACION (CON IVA)	5.011.200,00 €
CANTIDAD ANTICIPADA	4.320.000,00 €
CANTIDAD SUBVENCIONADA	0,00 €
CAPITAL A AMORTIZAR (SIN IVA)	0,00 €
IVA A RECUPERAR (16%)	691.200,00 €
DEDUCCIÓN FISCAL (8%)	345.600,00 €

DATOS TÉCNICOS	TOTALES
NÚMERO DE PANELES	4.000,00
POTENCIA PICO DE PANEL (Wp/panel)	180,00
POTENCIA TOTAL PICO INSTALADA (Wp)	720.000,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	720.000,00

DATOS FINANCIEROS	TOTALES
HIPOTESIS IPC (%)	2,5
PRESUPUESTO POR WATIO	6

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA (KW·H*W PICO)	1,356
---	-------



AÑO	PRODUCCION ANUAL kW·H	PRECIO DE VENTA DEL kW·H	IMPORTE AYUDAS DEDUCCIONES	DEVOLUCION IVA	GASTOS MANTO	INGRESOS (VENTA ENERGÍA)	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	976.320	0,41750 €			8.152 €	407.614 €	399.461 €	399.461 €
1	968.509	0,42689 €	34.560 €	691.200 €	8.269 €	413.451 €	1.130.942 €	1.530.403 €
2	960.699	0,43650 €	34.560 €		8.387 €	419.344 €	445.517 €	1.975.920 €
3	952.888	0,44632 €	34.560 €		8.506 €	425.293 €	451.347 €	2.427.267 €
4	945.078	0,45636 €	34.560 €		8.626 €	431.298 €	457.232 €	2.884.499 €
5	937.267	0,46549 €	34.560 €		8.726 €	436.288 €	462.122 €	3.346.622 €
6	929.457	0,47480 €	34.560 €		8.826 €	441.305 €	467.039 €	3.813.661 €
7	921.646	0,48430 €	34.560 €		8.927 €	446.349 €	471.982 €	4.285.643 €
8	913.836	0,49398 €	34.560 €		9.028 €	451.418 €	476.949 €	4.762.592 €
9	906.025	0,50386 €	34.560 €		9.130 €	456.510 €	481.940 €	5.244.532 €
10	898.214	0,51394 €	34.560 €		9.233 €	461.627 €	486.954 €	5.731.486 €
11	890.404	0,52422 €			9.335 €	466.765 €	457.429 €	6.188.916 €
12	882.593	0,53470 €			9.438 €	471.924 €	462.485 €	6.651.401 €
13	874.783	0,54540 €			9.542 €	477.102 €	467.560 €	7.118.961 €
14	866.972	0,55630 €			9.646 €	482.299 €	472.653 €	7.591.614 €
15	859.162	0,56743 €			9.750 €	487.513 €	477.763 €	8.069.377 €
16	851.351	0,57878 €			9.855 €	492.743 €	482.888 €	8.552.266 €
17	843.540	0,59035 €			9.960 €	497.987 €	488.027 €	9.040.293 €
18	835.730	0,60216 €			10.065 €	503.243 €	493.179 €	9.533.471 €
19	827.919	0,61420 €			10.170 €	508.511 €	498.341 €	10.031.812 €
20	820.109	0,62649 €			10.276 €	513.788 €	503.512 €	10.535.324 €
21	812.298	0,63902 €			10.381 €	519.073 €	508.691 €	11.044.016 €
22	804.488	0,65180 €			10.487 €	524.363 €	513.876 €	11.557.892 €
23	796.677	0,66483 €			10.593 €	529.658 €	519.065 €	12.076.956 €
24	788.867	0,67813 €			10.699 €	534.954 €	524.255 €	12.601.211 €
25	781.056	0,69169 €			10.805 €	540.251 €	529.446 €	13.130.657 €

Sector 3. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 1.595 metros de largo y 5,24 metros de altura.

DATOS ECONÓMICOS	TOTALES
COSTE INSTALACION (SIN IVA)	8.640.000,00 €
COSTE INSTALACION (CON IVA)	10.022.400,00 €
CANTIDAD ANTICIPADA	8.640.000,00 €
CANTIDAD SUBVENCIONADA	0,00 €
CAPITAL A AMORTIZAR (SIN IVA)	0,00 €
IVA A RECUPERAR (16%)	1.382.400,00 €
DEDUCCIÓN FISCAL (8%)	691.200,00 €

DATOS TÉCNICOS	TOTALES
NÚMERO DE PANELES	8.000,00
POTENCIA PICO DE PANEL (Wp/panel)	180,00
POTENCIA TOTAL PICO INSTALADA (Wp)	1.440.000,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	1.440.000,00



DATOS FINANCIEROS	TOTALES
HIPOTESIS IPC (%)	2,5
PRESUPUESTO POR WATIO	6

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA (KW·H*W PICO)	1,338
---	-------

AÑO	PRODUCCION ANUAL kW·H	PRECIO DE VENTA DEL kW·H	IMPORTE AYUDAS DEDUCCIONES	DEVOLUCION IVA	GASTOS MANTO	INGRESOS (VENTA ENERGÍA)	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	1.926.720	0,41750 €			16.088 €	804.406 €	788.317 €	788.317 €
1	1.911.306	0,42689 €	69.120 €	1.382.400 €	16.318 €	815.925 €	2.251.126 €	3.039.444 €
2	1.895.892	0,43650 €	69.120 €		16.551 €	827.555 €	880.124 €	3.919.567 €
3	1.880.479	0,44632 €	69.120 €		16.786 €	839.295 €	891.630 €	4.811.197 €
4	1.865.065	0,45636 €	69.120 €		17.023 €	851.145 €	903.242 €	5.714.439 €
5	1.849.651	0,46549 €	69.120 €		17.220 €	860.993 €	912.893 €	6.627.333 €
6	1.834.237	0,47480 €	69.120 €		17.418 €	870.895 €	922.597 €	7.549.930 €
7	1.818.824	0,48430 €	69.120 €		17.617 €	880.848 €	932.351 €	8.482.280 €
8	1.803.410	0,49398 €	69.120 €		17.817 €	890.851 €	942.154 €	9.424.434 €
9	1.787.996	0,50386 €	69.120 €		18.018 €	900.901 €	952.003 €	10.376.437 €
10	1.772.582	0,51394 €	69.120 €		18.220 €	910.998 €	961.898 €	11.338.335 €
11	1.757.169	0,52422 €			18.423 €	921.137 €	902.715 €	12.241.049 €
12	1.741.755	0,53470 €			18.626 €	931.318 €	912.692 €	13.153.741 €
13	1.726.341	0,54540 €			18.831 €	941.538 €	922.707 €	14.076.449 €
14	1.710.927	0,55630 €			19.036 €	951.794 €	932.758 €	15.009.207 €
15	1.695.514	0,56743 €			19.242 €	962.084 €	942.842 €	15.952.049 €
16	1.680.100	0,57878 €			19.448 €	972.404 €	952.956 €	16.905.005 €
17	1.664.686	0,59035 €			19.655 €	982.753 €	963.098 €	17.868.103 €
18	1.649.272	0,60216 €			19.863 €	993.126 €	973.264 €	18.841.367 €
19	1.633.859	0,61420 €			20.070 €	1.003.522 €	983.451 €	19.824.818 €
20	1.618.445	0,62649 €			20.279 €	1.013.936 €	993.657 €	20.818.475 €
21	1.603.031	0,63902 €			20.487 €	1.024.365 €	1.003.877 €	21.822.353 €
22	1.587.617	0,65180 €			20.696 €	1.034.805 €	1.014.109 €	22.836.462 €
23	1.572.204	0,66483 €			20.905 €	1.045.254 €	1.024.349 €	23.860.811 €
24	1.556.790	0,67813 €			21.114 €	1.055.706 €	1.034.592 €	24.895.403 €
25	1.541.376	0,69169 €			21.323 €	1.066.159 €	1.044.836 €	25.940.239 €

Sector 4. Barrera de sonido fotovoltaica. Formado por una pantalla fotovoltaica paralela a la autovía de 159 metros de largo y 5,24 metros de altura.

DATOS ECONÓMICOS	TOTALES
COSTE INSTALACION (SIN IVA)	864.000,00 €
COSTE INSTALACION (CON IVA)	1.002.240,00 €
CANTIDAD ANTICIPADA	864.000,00 €
CANTIDAD SUBVENCIONADA	0,00 €
CAPITAL A AMORTIZAR (SIN IVA)	0,00 €
IVA A RECUPERAR (16%)	138.240,00 €
DEDUCCIÓN FISCAL (8%)	69.120,00 €



**Región de Murcia**  
 Consejería de Agricultura y Agua  
 Fomento de Medio Ambiente y Cambio Climático

DATOS TÉCNICOS	TOTALES
NÚMERO DE PANELES	800,00
POTENCIA PICO DE PANEL (Wp/panel)	180,00
POTENCIA TOTAL PICO INSTALADA (Wp)	144.000,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	144.000,00

DATOS FINANCIEROS	TOTALES
HIPOTESIS IPC (%)	2,5
PRESUPUESTO POR WATIO	6

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA (KW·H*W PICO)	1,336
---	-------

AÑO	PRODUCCION ANUAL kW·H	PRECIO DE VENTA DEL kW·H	IMPORTE AYUDAS DEDUCCIONES	DEVOLUCION IVA	GASTOS MANTO	INGRESOS (VENTA ENERGÍA)	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	192.384	0,41750 €			1.606 €	80.320 €	78.714 €	78.714 €
1	190.845	0,42689 €	6.912 €	138.240 €	1.629 €	81.471 €	224.993 €	303.707 €
2	189.306	0,43650 €	6.912 €		1.653 €	82.632 €	87.891 €	391.598 €
3	187.767	0,44632 €	6.912 €		1.676 €	83.804 €	89.040 €	480.638 €
4	186.228	0,45636 €	6.912 €		1.700 €	84.987 €	90.200 €	570.838 €
5	184.689	0,46549 €	6.912 €		1.719 €	85.971 €	91.163 €	662.001 €
6	183.150	0,47480 €	6.912 €		1.739 €	86.959 €	92.132 €	754.133 €
7	181.610	0,48430 €	6.912 €		1.759 €	87.953 €	93.106 €	847.239 €
8	180.071	0,49398 €	6.912 €		1.779 €	88.952 €	94.085 €	941.324 €
9	178.532	0,50386 €	6.912 €		1.799 €	89.955 €	95.068 €	1.036.392 €
10	176.993	0,51394 €	6.912 €		1.819 €	90.964 €	96.056 €	1.132.449 €
11	175.454	0,52422 €			1.840 €	91.976 €	90.137 €	1.222.585 €
12	173.915	0,53470 €			1.860 €	92.993 €	91.133 €	1.313.718 €
13	172.376	0,54540 €			1.880 €	94.013 €	92.133 €	1.405.851 €
14	170.837	0,55630 €			1.901 €	95.037 €	93.136 €	1.498.987 €
15	169.298	0,56743 €			1.921 €	96.065 €	94.143 €	1.593.130 €
16	167.759	0,57878 €			1.942 €	97.095 €	95.153 €	1.688.284 €
17	166.220	0,59035 €			1.963 €	98.128 €	96.166 €	1.784.449 €
18	164.681	0,60216 €			1.983 €	99.164 €	97.181 €	1.881.630 €
19	163.142	0,61420 €			2.004 €	100.202 €	98.198 €	1.979.828 €
20	161.603	0,62649 €			2.025 €	101.242 €	99.217 €	2.079.046 €
21	160.063	0,63902 €			2.046 €	102.283 €	100.238 €	2.179.283 €
22	158.524	0,65180 €			2.067 €	103.326 €	101.259 €	2.280.543 €
23	156.985	0,66483 €			2.087 €	104.369 €	102.282 €	2.382.824 €
24	155.446	0,67813 €			2.108 €	105.413 €	103.305 €	2.486.129 €
25	153.907	0,69169 €			2.129 €	106.457 €	104.327 €	2.590.456 €



Sector 5. Pérgola fotovoltaica. Formado por una estructura de hormigón armado de superficie aproximada de 5.700 m<sup>2</sup>.

DATOS ECONÓMICOS	TOTALES
COSTE INSTALACION (SIN IVA)	3.500.000,00 €
COSTE INSTALACION (CON IVA)	4.060.000,00 €
CANTIDAD ANTICIPADA	3.500.000,00 €
CANTIDAD SUBVENCIONADA	0,00 €
CAPITAL A AMORTIZAR (SIN IVA)	0,00 €
IVA A RECUPERAR (16%)	560.000,00 €
DEDUCCIÓN FISCAL (8%)	280.000,00 €

DATOS TÉCNICOS	TOTALES
NÚMERO DE PANELES	2.790,00
POTENCIA PICO DE PANEL (Wp/panel)	180,00
POTENCIA TOTAL PICO INSTALADA (Wp)	502.200,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	500.000,00

DATOS FINANCIEROS	TOTALES
HIPOTESIS IPC (%)	2,5
PRESUPUESTO POR WATIO	7

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA (KW·H*W PICO)	1,364
---	-------

AÑO	PRODUCCION ANUAL kW·H	PRECIO DE VENTA DEL kW·H	IMPORTE AYUDAS DEDUCCIONES	DEVOLUCION IVA	GASTOS MANTO	INGRESOS (VENTA ENERGÍA)	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	685.001	0,41750 €			5.720 €	285.988 €	280.268 €	280.268 €
1	679.521	0,42689 €	28.000 €	560.000 €	5.802 €	290.083 €	872.282 €	1.152.550 €
2	674.041	0,43650 €	28.000 €		5.884 €	294.218 €	316.334 €	1.468.883 €
3	668.561	0,44632 €	28.000 €		5.968 €	298.392 €	320.424 €	1.789.308 €
4	663.081	0,45636 €	28.000 €		6.052 €	302.605 €	324.553 €	2.113.860 €
5	657.601	0,46549 €	28.000 €		6.122 €	306.106 €	327.984 €	2.441.845 €
6	652.121	0,47480 €	28.000 €		6.193 €	309.626 €	331.434 €	2.773.279 €
7	646.641	0,48430 €	28.000 €		6.263 €	313.165 €	334.902 €	3.108.180 €
8	641.161	0,49398 €	28.000 €		6.334 €	316.721 €	338.387 €	3.446.567 €
9	635.681	0,50386 €	28.000 €		6.406 €	320.295 €	341.889 €	3.788.456 €
10	630.201	0,51394 €	28.000 €		6.478 €	323.884 €	345.406 €	4.133.863 €
11	624.721	0,52422 €			6.550 €	327.489 €	320.939 €	4.454.802 €
12	619.241	0,53470 €			6.622 €	331.109 €	324.487 €	4.779.288 €
13	613.761	0,54540 €			6.695 €	334.742 €	328.047 €	5.107.336 €
14	608.281	0,55630 €			6.768 €	338.388 €	331.621 €	5.438.956 €
15	602.801	0,56743 €			6.841 €	342.047 €	335.206 €	5.774.162 €
16	597.321	0,57878 €			6.914 €	345.716 €	338.802 €	6.112.964 €
17	591.841	0,59035 €			6.988 €	349.395 €	342.407 €	6.455.371 €
18	586.361	0,60216 €			7.062 €	353.083 €	346.021 €	6.801.392 €
19	580.881	0,61420 €			7.136 €	356.779 €	349.643 €	7.151.036 €
20	575.401	0,62649 €			7.210 €	360.481 €	353.272 €	7.504.308 €
21	569.921	0,63902 €			7.284 €	364.189 €	356.905 €	7.861.213 €
22	564.441	0,65180 €			7.358 €	367.901 €	360.543 €	8.221.756 €





23	558.961	0,66483 €			7.432 €	371.616 €	364.184 €	8.585.940 €
24	553.481	0,67813 €			7.507 €	375.332 €	367.825 €	8.953.765 €
25	548.001	0,69169 €			7.581 €	379.048 €	371.467 €	9.325.232 €

Sector 6. Pérgola fotovoltaica. Formado por una estructura de hormigón armado de superficie aproximada de 5.700 m<sup>2</sup>.

DATOS ECONÓMICOS	TOTALES
COSTE INSTALACION (SIN IVA)	3.500.000,00 €
COSTE INSTALACION (CON IVA)	4.060.000,00 €
CANTIDAD ANTICIPADA	3.500.000,00 €
CANTIDAD SUBVENCIÓNADA	0,00 €
CAPITAL A AMORTIZAR (SIN IVA)	0,00 €
IVA A RECUPERAR (16%)	560.000,00 €
DEDUCCIÓN FISCAL (8%)	280.000,00 €

DATOS TÉCNICOS	TOTALES
NÚMERO DE PANELES	2.790,00
POTENCIA PICO DE PANEL (Wp/panel)	180,00
POTENCIA TOTAL PICO INSTALADA (Wp)	502.200,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	500.000,00

DATOS FINANCIEROS	TOTALES
HIPOTESIS IPC (%)	2,5
PRESUPUESTO POR WATIO	7

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA (KW·H*W PICO)	1,364
---	-------

AÑO	PRODUCCION ANUAL kW·H	PRECIO DE VENTA DEL kW·H	IMPORTE AYUDAS DEDUCCIONES	DEVOLUCION IVA	GASTOS MANTO	INGRESOS (VENTA ENERGÍA)	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	685.001	0,41750 €			5.720 €	285.988 €	280.268 €	280.268 €
1	679.521	0,42689 €	28.000 €	560.000 €	5.802 €	290.083 €	872.282 €	1.152.550 €
2	674.041	0,43650 €	28.000 €		5.884 €	294.218 €	316.334 €	1.468.883 €
3	668.561	0,44632 €	28.000 €		5.968 €	298.392 €	320.424 €	1.789.308 €
4	663.081	0,45636 €	28.000 €		6.052 €	302.605 €	324.553 €	2.113.860 €
5	657.601	0,46549 €	28.000 €		6.122 €	306.106 €	327.984 €	2.441.845 €
6	652.121	0,47480 €	28.000 €		6.193 €	309.626 €	331.434 €	2.773.279 €
7	646.641	0,48430 €	28.000 €		6.263 €	313.165 €	334.902 €	3.108.180 €
8	641.161	0,49398 €	28.000 €		6.334 €	316.721 €	338.387 €	3.446.567 €
9	635.681	0,50386 €	28.000 €		6.406 €	320.295 €	341.889 €	3.788.456 €
10	630.201	0,51394 €	28.000 €		6.478 €	323.884 €	345.406 €	4.133.863 €
11	624.721	0,52422 €			6.550 €	327.489 €	320.939 €	4.454.802 €
12	619.241	0,53470 €			6.622 €	331.109 €	324.487 €	4.779.288 €
13	613.761	0,54540 €			6.695 €	334.742 €	328.047 €	5.107.336 €
14	608.281	0,55630 €			6.768 €	338.388 €	331.621 €	5.438.956 €
15	602.801	0,56743 €			6.841 €	342.047 €	335.206 €	5.774.162 €
16	597.321	0,57878 €			6.914 €	345.716 €	338.802 €	6.112.964 €
17	591.841	0,59035 €			6.988 €	349.395 €	342.407 €	6.455.371 €



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura y Agua  
Fomento de Medio Ambiente y Cambio Climático

18	586.361	0,60216 €			7.062 €	353.083 €	346.021 €	6.801.392 €
19	580.881	0,61420 €			7.136 €	356.779 €	349.643 €	7.151.036 €
20	575.401	0,62649 €			7.210 €	360.481 €	353.272 €	7.504.308 €
21	569.921	0,63902 €			7.284 €	364.189 €	356.905 €	7.861.213 €
22	564.441	0,65180 €			7.358 €	367.901 €	360.543 €	8.221.756 €
23	558.961	0,66483 €			7.432 €	371.616 €	364.184 €	8.585.940 €
24	553.481	0,67813 €			7.507 €	375.332 €	367.825 €	8.953.765 €
25	548.001	0,69169 €			7.581 €	379.048 €	371.467 €	9.325.232 €



## 2. MEJORA Y ADECUACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO

### 2.1.INTRODUCCIÓN

Se propone mejorar y adecuar el transporte público a las necesidades actuales.



Para ello la actuación se llevará a cabo en las siguientes etapas:

Etapa 1: Se realizará un estudio de situación actual de transporte público.

Etapa 2: Se elaborará un diagnóstico con indicación final de fortalezas y debilidades existentes.



Etapa 3: Se presentarán propuestas de mejora y adecuación del transporte público en virtud de la información recabada y analizada en etapas anteriores.

Etapa 4: Se marcarán objetivos de movilidad y se implantarán medidas adecuadas a dichos objetivos.



Etapa 5: Una vez implantada la medida se llevará a cabo un seguimiento periódico del



servicio con el objeto de comprobar la aceptación de este y posibles actuaciones de mejora para conseguir los objetivos deseados.



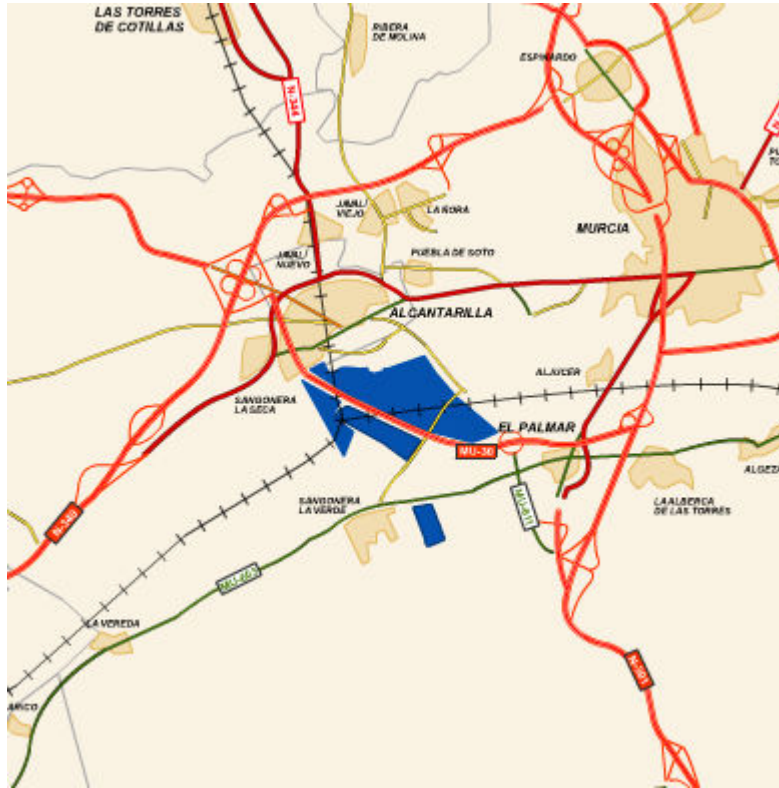
### **2.1.1. Beneficios esperados:**

- Reducción del consumo de combustibles fósiles
- Reducción de emisiones de CO2
- Reducción ocupación carreteras

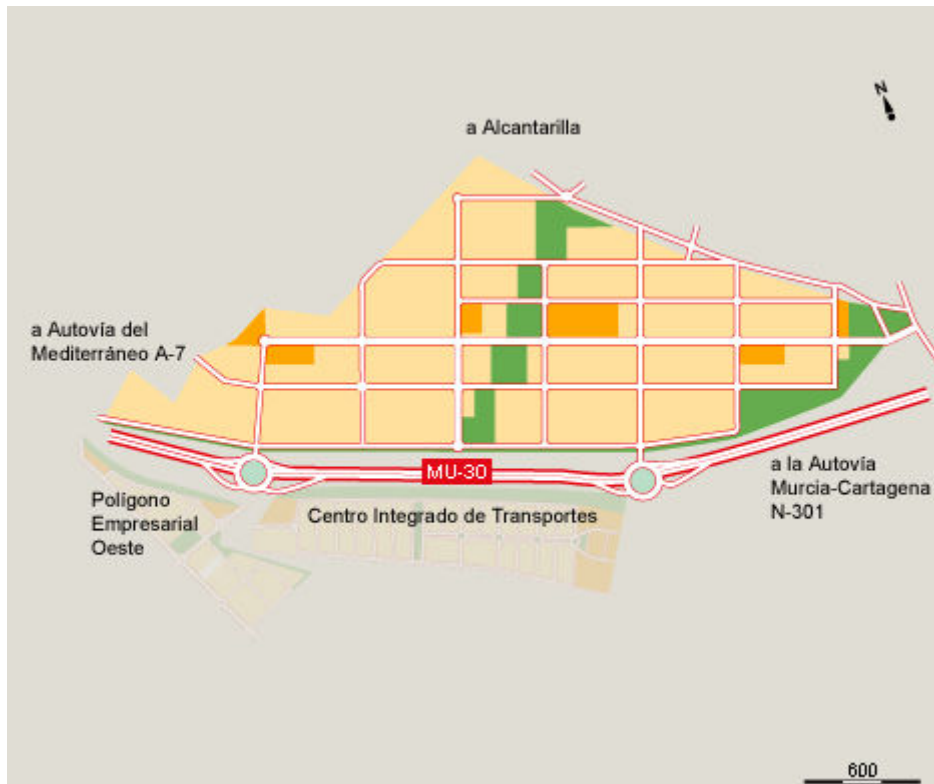
## **2.2.TOMA DE DATOS**

El Polígono Industrial Oeste, ubicado en los municipios de Murcia y Alcantarilla se ha convertido en una de las zonas industriales más importantes de España. Su crecimiento en los últimos años se puede calificar de espectacular, en él se encuentran instaladas más de 1.000 empresas que dan empleo a unos 10.000 trabajadores.

El Polígono Industrial Oeste se encuentra junto al Centro Integrado de Transportes de Murcia y al Parque Empresarial Oeste.



El polígono dispone de conexión directa con la autovía MU-30 (El Palmar-Alicante).



### **2.2.1. Transporte público existente:**

La única representación de transporte público con la que cuenta el Polígono Industrial Oeste es una línea que conecta la entrada del polígono con el núcleo urbano de Murcia. En apartados siguientes analizaremos las características de esta línea.

Tal como comentan en la propia web de la “Asociación de Empresarios del Polígono Industrial Oeste”, dicho polígono se ha convertido en una de las zonas industriales más importantes de España, con aproximadamente 10.000 trabajadores; sin embargo resaltamos que no existe conexión directa con transporte público con ninguno de los núcleos urbanos más importantes de la Región (Cartagena y Lorca) ni los más próximos de especial relevancia (Alcantarilla y Molina de Segura), salvo con Murcia que se analizará a continuación.



### **2.2.2. Horario y frecuencia de autobuses:**

Como se comenta en el apartado anterior, únicamente existe la posibilidad de llegar al Polígono Industrial Oeste con transporte público a través de la línea 1 del servicio de transportes urbanos de Murcia.

El horario, frecuencia y tiempo estimado del desplazamiento son los que se muestran a continuación:

Desde Murcia al Polígono Industrial Oeste			
Hora Salida (Desde La Gran Vía de Murcia)	Hora Llegada (P.I.Oeste)	Duración estimada del trayecto	Tiempo espera próximo autobús
7.29	7.55	34 minutos	10 minutos
7.39	8.15	36 minutos	5 horas
12.39	13.15	36 minutos	2 horas
14.39	15.15	36 minutos	3 horas
17.39	18.15	36 minutos	Último servicio

Desde el Polígono Industrial Oeste a Murcia			
Hora Salida (P.I.Oeste)	Hora llegada (Desde La Gran Vía de Murcia)	Duración estimada del trayecto	Tiempo espera próximo autobús
7.55	8.27	32 minutos	30 minutos
8.25	9.00	35 minutos	5 horas
13.25	14.00	35 minutos	2 horas



15.25	16.00	35 minutos	3 horas
18.25	19.00	35 minutos	Último servicio

A continuación quedan reflejados, en tres escenarios, los horarios estándar de entradas y salidas a los centro de trabajo.

TIPO DE JORNADA	HORARIO	CANTIDAD USUARIOS
Continua	De 8:00 a 15:00	Baja
Partida	De 9:00 a 14:00 y de 16:00 a 20:00	Alta
Comercial	De 10:00 a 14:00 y de 17:00 a 21:00	Media





### 2.2.3. Trayecto:







#### **2.2.4. Precio y bonos**

El precio del trayecto asciende a 1,20 €, existiendo posibilidad de bono con un precio de 20 € con derecho a 21 viajes.

No existen abonos por temporadas ni reducciones específicas para trabajadores del polígono.



## **2.3. DIAGNOSIS**

### **2.3.1. Transporte público existente:**

A pesar de que la mayoría de los trabajadores provienen de sus residencias situadas en Murcia y pedanías, resulta evidente, aunque no dispongamos de cifras, que gran cantidad de desplazamientos parten de Cartagena, Lorca, Molina de Segura y Alcantarilla.

En este aspecto encontramos un gran déficit en cuanto a conexiones con núcleos urbanos por transporte público. Especialmente se hecha en falta conexión con los núcleos urbanos como Cartagena, Lorca, Alcantarilla y Molina de Segura.

Para valorar con mayor exactitud el déficit de conexiones con los núcleos y la necesidad de incorporar transporte público se hace necesario la realización de encuestas entre los usuarios, con vistas a estimar cantidad y destino de los usuarios.

Respecto al diagnóstico de la línea que une Murcia con el Polígono Industrial Oeste se analiza a continuación.

### **2.3.2. Horario y frecuencia de autobuses:**

Casando horarios existentes con los típicos de los centros de trabajo, podemos concluir que los horarios no son coherentes con salidas y entradas laborales tipificadas, ni la frecuencia es adecuada. Especialmente en los casos mayoritarios de jornadas partida y comercial, en las que encontramos que antes de la finalización de la jornada ya ha finalizado el servicio de transporte público.



Valorando la frecuencia y el horario observamos que el servicio de transporte público no es factible para ningún usuario que tenga un horario no tipificado o tenga que realizar gestiones en momentos determinados puesto que tenemos una frecuencia media de servicio de un autobús cada 2,8 horas. Así mismo tampoco es factible para aquellos que disponen jornada típica partida o comercial, las cuales corresponden a la mayoría de los usuarios. Con lo que podemos resumir que la existencia de línea de autobús al Polígono Industrial Oeste es meramente simbólica en cuanto a horario se refiere.

### **2.3.3. Trayecto:**

El trayecto es injustificadamente largo. Con muchas paradas en Murcia y pedanías que se encuentran en el trayecto de la línea, paradas que no tienen ningún beneficio para los usuarios del Polígono Industrial Oeste. Además el trayecto dispone de pocas paradas en el propio polígono que en la mayoría de los casos obligarían a desplazamientos a pie extremadamente largos desde la parada hasta el centro de trabajo.

### **2.3.4. Precio y bonos**

El precio unitario por trayecto se considera adecuado siempre y cuando se resuelvan las deficiencias mencionadas anteriormente.

Por otro lado, el bono existente no es adecuado para los casos en los cuales se pretende fidelizar y motivar el uso de transporte público. Se hecha en falta la posibilidad de adquirir un abono por temporadas con precio independiente del número de viajes efectuados.



### 2.3.5. Resumen

Las deficiencias presentes en el Polígono Industrial Oeste son similares a las existentes a nivel general en distintos polígonos industriales en España. Las líneas de transporte público se suelen diseñar sobre la base de la movilidad general, muy orientada a la población residente y no a los centros de trabajo (apreciable en el Polígono Industrial Oeste de manera especial). De esta forma, los recorridos, paradas, horarios y frecuencias de las líneas de autobús no suelen dar ni la cobertura ni la accesibilidad adecuadas a los trabajadores de dichos centros, lo que constituye parte del problema del escaso uso del transporte público en los mismos.

Este problema se puede resolver implantando líneas específicas a los centros de trabajo que conecten con un nodo de transporte con buena accesibilidad. La línea debe ser rápida, con pocas paradas hasta llegar al centro de trabajo, en donde ya deberá tener un recorrido y número de paradas lo más amplio posible para que las empresas sean más fácilmente accesibles.

A modo de esquemático se elabora la siguiente tabla de debilidades y fortalezas en cuanto al transporte público en el polígono:

Debilidades:	Fortalezas:	
Elevado tiempo de viaje	Apoyo de fomento del transporte público por parte de las administraciones públicas, organismos oficiales y asociación empresaria del polígono industrial oeste	
Escasa frecuencia de viajes		Buenas conexiones por carretera con los distintos núcleos urbanos
Dificultad para cuadrar horarios del servicio con los laborales u otros transportes públicos		Mismo itinerario y horario al trabajo de un elevado porcentaje de empleados
No existen incentivos económicos por su uso, ni abonos		
Escasez de paradas en el polígono		



## **2.4.PROPUUESTA DE MEDIDAS**

Las medidas que se proponen son tomadas en función los datos recabados y las conclusiones mostradas en el análisis de diagnóstico. No obstante se requiere de otro parámetro no definido que es el de objetivo; en función de lo ambicioso del objetivo así deberán ser de ambiciosas las medidas tomadas. A continuación se enumeran distintas medidas en torno al transporte público para su inclusión en el Polígono Industrial Oeste.

### **2.4.1. Línea regular**

Para la conexión con Murcia y con distintos modos de transporte, se propone la incorporación de 5 líneas directas con misma frecuencia y horarios, con una única parada en Murcia (para cada línea) y varias por todo el polígono industrial.

Se proponen los siguientes 5 puntos de salida desde Murcia, situados en puntos estratégicos que permitan enlazar con otras líneas urbanas, interurbanas u otros modos de transporte. Los puntos considerados serían los siguientes:

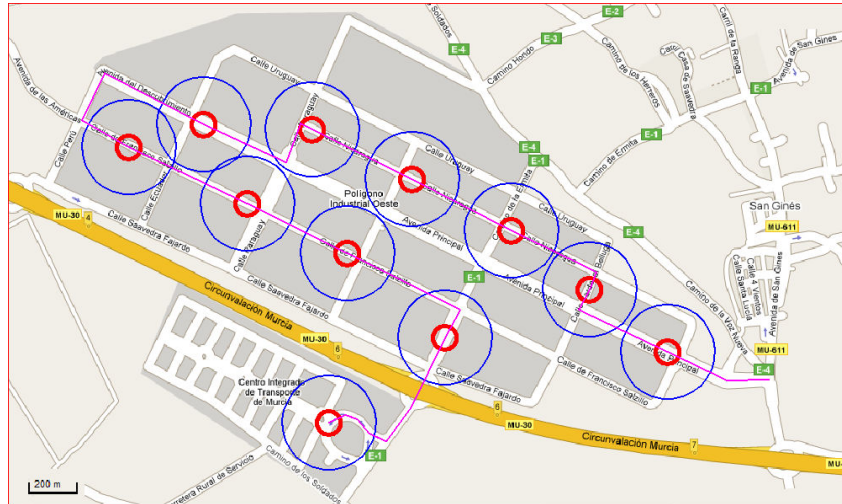
- Plaza Circular
- Jardín Floridablanca
- Ronda Sur
- Estación de autobuses
- Estación de trenes

En cuanto a las paradas en destino en el Polígono Industrial Oeste, se proponen 11 paradas que cubras toda la superficie del polígono así como el acceso al Centro Integrado de Transporte de Murcia. En el siguiente gráfico se muestran las paradas





propuestas en círculo rojo, así como su área de influencia en círculo azul (radio de 200 metros) y en magenta el recorrido del autobús.



En cuanto al horario y frecuencia, atenderíamos a lo siguiente:

Horarios	Periodos	Frecuencia	Días
de 7:00 a 9:00 h y de 14:00 a 19:00 h	Punta	20 min	De lunes a viernes
de 9:00 a 14:00 h y de 19:00 a 22:00 h	Valle	40 min	De lunes a viernes

#### **2.4.2. Línea “lanzadera” con destino a otros núcleos urbanos**

Consiste en crear líneas con únicamente un trayecto de ida y otro de vuelta, ajustándose a los horarios de entrada y salida del trabajo. Estas líneas tendrían como paradas dentro del polígono las marcadas en la medida anterior y como núcleos urbanos destino puntos estratégicos.





Para el desarrollo de la medida se requerirá la elaboración de una encuesta que permita valorar los posibles destinos y los horarios más adecuados. Aproximadamente los destinos y horarios serían los siguientes:

- Destinos: Cartagena, Lorca, Alcantarilla y Molina de Segura
- Horarios: Ida – 8:00, vuelta – 20:00

#### **2.4.3. Ayudas económicas**

Es la medida mejor valorada por el trabajador. La medida consiste en sufragar entre el 50 y el 100% del coste.

En función de los objetivos alcanzados y las partidas económicas destinadas a la medida, se podrá tomar en consideración lo siguiente:

- Gratuidad en el transporte público que conecta con el polígono.
- Elaboración de abono por trimestres, semestres o anualidades; cuyos precios supongan un gran ahorro económico para los usuarios que utilicen este medio de transporte de forma diaria.

#### **2.4.4. Promoción del uso de transporte público**

Se puede animar a los trabajadores a utilizar el transporte público mediante una serie de medidas sencillas como:

- Proporcionar a los empleados información referente al sistema de transporte público: mantener un “tablón de movilidad”, suministrar de forma regular planos de transporte, horarios, etc. A veces esta información se puede obtener en formato digital.



- La implantación de tecnologías de seguimiento de autobuses mediante un SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación) permite dar información en tiempo real a los usuarios, bien en la cabecera de la línea o en las paradas y, especialmente, en la web de la propia empresa, indicando el tiempo de paso del siguiente autobús en las paradas y líneas que sirven a la empresa.
- Proporcionar información personal y actualizada a cada usuario sobre la mejor opción para desplazarse (paradas más cercanas, transbordos, etc.)

#### **2.4.5. Elaboración de encuesta**

La elaboración de encuestas entre los trabajadores del polígono permite estimar de forma más certera el estado actual en cuanto a movilidad se refiere, así como afinar en el diagnóstico y las medidas a adoptar. A continuación se exponen aspectos a considerar en caso de realizar una encuesta de movilidad.

Las encuestas sirven para caracterizar la movilidad, mostrar las principales carencias y problemas, detectar hábitos no medibles, recoger opiniones acerca de las posibles medidas a implantar, e identificar las principales demandas/expectativas por parte de los empleados. Además, la encuesta puede servir de herramienta para concienciar a los empleados de la necesidad de cambios en sus hábitos de movilidad.

Las encuestas deben ser voluntarias y anónimas: la participación debe lograrse a través de la motivación.

Debe ser breve, preguntando sólo lo esencial. Un tamaño adecuado es de unas 40 preguntas, en su mayoría cerradas, que implique un tiempo máximo total de respuesta de, aproximadamente 15/20 minutos. La confidencialidad debe quedar garantizada en todo momento.



El formato –maquetación- debe ser ameno y cercano, que permita responder de forma sencilla e intuitiva. Es recomendable emplear un formato electrónico.

Sin embargo, el sistema de encuestas, pese a ser necesario, debe completarse con otros medios de recogida de información, pues presenta algunas limitaciones:

- No permite recoger matices o problemas que no estén en las preguntas
- Los empleados se pueden sentir coartados a la hora de responder pese al anonimato de la encuesta
- La manera de formular las preguntas puede inducir las respuestas

La información de las encuestas debe completarse con información recogida de forma directa a través de entrevistas a los trabajadores del polígono. Estas entrevistas semidirigidas consisten en mantener, con los empleados que se presten voluntarios, un diálogo sobre el modo de transporte vivienda-trabajo. El objetivo de esta entrevista es recoger toda información relevante que no ha sido tomada en cuenta a la hora de realizar el cuestionario anterior. A diferencia de la encuesta, las preguntas en este caso deben de ser abiertas.

Estas entrevistas pueden durar alrededor de media hora.

Otra información complementaria se puede recoger entrevistando a los trabajadores sobre su viaje al trabajo, justo a la entrada (entrevista in situ). Permite recoger opiniones breves y directas, que reflejan muy bien los problemas clave y deben versar sobre temas muy concretos.



Las opiniones de las encuestas se pueden complementar y contrastar con conteos de viajeros en los vehículos de transporte público (subidos y bajados), número de coches en el aparcamiento, distancias desde las paradas y la empresa, etc.

#### Consejos para asegurar las respuestas y utilidad de las encuestas

- Debería comenzarse con una encuesta piloto: probar el cuestionario en un pequeño grupo de personas para ver si funciona y se entiende correctamente.
- Es conveniente la creación de grupos de discusión para un mejor diseño del cuestionario. Esto sirve, además, para involucrar a todos los actores.
- No debe distribuirse en períodos de vacaciones (la mejor época es primavera y otoño), ni en lunes ni viernes, o coincidiendo con algún evento local que pueda influir en la movilidad (huelgas, fiestas locales, etc.).
- Hay que evitar también la coincidencia con otras encuestas que puedan estar realizándose.
- Es aconsejable acompañar la encuesta de una carta explicando los motivos y la importancia de la encuesta, asegurando la confidencialidad, y reiterando la fecha límite para devolverla cumplimentada.
- Es muy recomendable dar a conocer los resultados de la encuesta.



## 2.5. VALORACIÓN ECONÓMICA

El coste resulta muy variable en función de las medidas tomadas y su ambición en la puesta en marcha.

Como ejemplo de coste de línea regular, exponemos el siguiente caso: 4 líneas con un recorrido de 8 km por viaje, de lunes a viernes, con tres autobuses cada una en período punta (de 7:00 a 9:00 h y de 14:00 a 19:00 h, y con una frecuencia de 20 min), y dos en período valle (de 9:00 a 14:00 h y de 19:00 a 22:00 h, y con una frecuencia de 40 min), tendrían un coste de operación de, aproximadamente, 3.000 euros diarios.

Como ejemplo de coste de línea lanzadera, tenemos para un recorrido diario de un total de 60 km un coste de 20.000 € anuales.



### 3. PROGRAMA COMPARTIR COCHE

#### 3.1. INTRODUCCIÓN



Una de las actuaciones que, de manera más clara, mejora la eficiencia del sistema de transportes es la de aumentar la ocupación de cualquiera de los vehículos integrados en este sistema.

Un lugar adecuado para potenciar y fomentar el coche compartido son los centros de trabajo. Los polígonos industriales podrían contemplar el coche compartido como una de las alternativas posibles y factibles para optimizar la movilidad generada por la actividad empresarial.

Para compartir el coche de manera sistemática es necesario establecer entre los ocupantes una serie de normas y compromisos que se han de cumplir para evitar conflictos y su consecuencia a medio plazo; no volver a compartir nada y sobre todo el coche. Así mismo resulta imprescindible incentivar el uso de coche compartido y elaborar un plan de vuelta a casa garantizado.

Para ello debe realizarse una serie de actuaciones que se desarrollan en apartados posteriores y que básicamente se pueden resumir en:

1. Elaborar memoria descriptiva donde se describan las condiciones y características de la medida.
2. Elaborar campaña informativa enfocada a las empresas y trabajadores del Polígono Industrial Oeste.



3. Coordinar altas de usuarios, casar ofertas y demandas y, poner en contacto a los usuarios.

4. Seguimiento del servicio.

### **3.1.1. Beneficios esperados**

Las posibilidad, por tanto, de aumentar la ocupación de los vehículos privados se presenta como una manera eficiente y eficaz de reducir el consumo energético, las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes, además de mejorar la calidad de vida de nuestras ciudades sin renunciar a la movilidad necesaria en los casos para los que no hay alternativas viables al uso del vehículo turismo. Además de estos beneficios, el coche compartido presenta una serie de ventajas también muy importantes, como son las siguientes:



- Reducción de los gastos del uso del vehículo, tanto en lo referente a la inversión y amortización, como al combustible, mantenimiento, reparaciones, aparcamiento y peajes, puesto que todos estos gastos se comparten.
- Disminución del cansancio y la fatiga, al poder turnarse los ocupantes para conducir.
- Reducción del ruido y la congestión.
- Reducción de inversiones en más infraestructuras.
- Reducción de la accidentalidad.
- Aumento de la inclusión social y el acceso al mercado de trabajo.





### **3.2. ELABORAR MEMORIA DESCRIPTIVA DONDE SE DESCRIBAN LAS CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA**

Tal como se comenta en la introducción este punto es de vital importancia y será decisivo de cara a la aceptación o rechazo de la medida por parte de los trabajadores del Polígono Industrial Oeste.

Entre los aspectos que deberán definirse y existir compromiso por el órgano promotor serán los siguientes:

- Responsable del funcionamiento, seguimiento y coordinación del servicio
- Normas de uso por parte del conductor y acompañantes
- Programa de vuelta a casa garantizada
- Plan de incentivos

Se presentan en este documento posibles soluciones que podrán ser tenidas en cuenta en el momento de definición de la memoria descriptiva.

#### ***3.2.1. Responsable del funcionamiento, seguimiento y coordinación del servicio***

Es necesario que se transmita de forma inequívoca al usuario quien es el responsable de la coordinación del servicio, indicando forma de contacto y horario de atención.

Además la entidad promotora de la medida o responsable que asigne, será quién realice el seguimiento y cumplimiento de las normas de uso, gestión y pagos relativo a la garantía de vuelta a casa y el plan de incentivos.





### **3.2.2. Normas de uso por parte del conductor y acompañantes**

Tras emparejar por parte del coordinador conductor y acompañantes, estos deberán dejar reflejados unos compromisos y acuerdos que permitan el correcto funcionamiento de la medida en su práctica diaria.

- Fijar los horarios a cumplir por todos y cada uno de los ocupantes
- Fijar el lugar o lugares de recogida y bajada de acompañantes
- Puntualidad estricta del conductor y acompañantes
- Garantía del buen estado del vehículo utilizado: limpieza, mantenimiento, gasolina, seguro, etc.
- Acuerdos sobre las posibles ausencias; manera de avisar y tiempo de antelación, previsión de un plan alternativo si el que falla es el conductor, etc.
- Acuerdos sobre la posibilidad de fumar o comer en el vehículo
- Acuerdos sobre la o las emisoras de radio a escuchar
- Acuerdos sobre turnos como conductor en caso de que sea posible

### **3.2.3. Programa de vuelta a casa garantizada**

Establecer el programa de vuelta a casa garantizada que asegure a los trabajadores el retorno al domicilio en caso de problemas con el coche compartido. Este programa ha de contemplar los siguientes aspectos:

- Destinar fondos económicos para hacer frente a los posibles gastos que se originen (Transporte Público, taxi, etc.)
- Definir qué tipo de imprevistos serán los que den lugar a la aplicación de esta partida de dinero (enfermedad del conductor, necesidades del trabajo, etc.) y bajo qué condiciones se establecerá el pago.



Para el caso concreto del Polígono Industrial Oeste donde encontramos que transporte público es muy deficiente disponiendo únicamente de una línea de autobús hacia Murcia con solo 5 horas de salida que no coinciden con horarios de entrada y salida de trabajadores, resulta casi imprescindible garantizar el pago de taxi por parte de la entidad promotora para sustituir al coche previsto.

En cualquier caso el coordinador del servicio deberá recibir notificación por parte de conductor asignado su indisponibilidad. El coordinador atenderá la incidencia y, resolverá y comunicará la solución a los usuarios asignados al coche afectado. En primera instancia el coordinador contemplará la posibilidad de recolocar a los usuarios en otros coches adheridos al programa, a la vez que se valora la posibilidad de sustituir con transporte público en caso de ser posible, o solicitar un taxi para que haga el trayecto previsto por el coche compartido. Cualquiera que sea la resolución para desplazar a los usuarios a sus respectivos hogares, los gastos generados serán costeados y coordinados por la entidad promotora de la medida.

#### **3.2.4. Plan de incentivos**

El cuarto pilar básico consiste en establecer un plan de incentivos para los usuarios de la medida.

Estos incentivos podrían ser:

- Ofrecer facilidades de aparcamiento para vehículos de alta ocupación
- Destinar carriles reservados para vehículos de alta ocupación
- Pagar a los propietarios de los vehículos compartidos porcentajes de algunos de los costes de los vehículos: seguro, impuestos, etc.
- Conceder un plus a los trabajadores que compartan coche



Para el caso del Polígono Industrial Oeste el plan de incentivos propuesto sería el siguiente:

El conductor tendría una ayuda económica proporcional a los kilómetros recorridos y número de acompañantes desplazados.

$$\text{Incentivo} = 0,19 \text{ €/Km} * C$$

Tomando C los siguientes valores:

$$4 \text{ acompañantes} \rightarrow C = 1$$

$$3 \text{ acompañantes} \rightarrow C = 0,8$$

$$2 \text{ acompañantes} \rightarrow C = 0,6$$

$$1 \text{ acompañante} \rightarrow C = 0,5$$

Para los acompañantes el incentivo en su fase inicial sería la gratuidad total de los desplazamientos.



### **3.3.ELABORAR CAMPAÑA INFORMATIVA DESTINADA A LAS EMPRESAS Y TRABAJADORES DEL POLÍGONO INDUSTRIAL OESTE**

Al igual que cualquier otro producto, el uso de este servicio requiere de una campaña publicitaria e informativa que llegue a los usuarios del polígono.

Además de la campaña general de promoción, concienciación y comunicación de lanzamiento, debe realizarse una más específica donde se comunique en concreto las medidas y modos en que se va a desarrollar el programa de “coche compartido”, haciendo especial mención a sus aspectos positivos y ventajas, entre estos aspectos se deberá informar sobre:

- Ventajas sociales, económicas y medioambientales de la medida
- Normas de los conductores y acompañantes
- Programa de vuelta a casa garantizado
- Plan de incentivos
- Puntos de contacto y responsables del funcionamiento, seguimiento y coordinación del servicio

Tiene que quedar claro en todo momento que no es una campaña contra el coche, sino contra su uso irracional.

Las campañas de promoción e información deben ser continuas, claras y con mensajes atractivos. La difusión del proyecto se puede llevar a cabo mediante la distribución de elementos divulgativos: vallas publicitarias, carteles informativos instalados en diferentes lugares del Polígono Industrial y de la ciudad, así como con la distribución de folletos, trípticos, bolígrafos, pegatinas y blocks de notas en todas las empresas del polígono.



### **3.4.COORDINAR ALTAS DE USUARIOS, CASAR OFERTAS Y DEMANDAS Y, PONER EN CONTACTO A LOS USUARIOS**

El promotor de la medida asignará un coordinador que canalice las altas de usuarios, emparejamiento, incidencias, incentivos y demás responsabilidades que se pudieran definir.

Durante el alta de un usuario se recogerá al menos la siguiente información útil para realizar los emparejamientos:

- Nombre
- Forma de contacto
- Origen trayecto: dirección y código postal
- Destino trayecto: situación dentro del Polígono Industrial Oeste
- Horario de entrada y salida al trabajo. Posibilidad de flexibilidad horaria

Los datos e información recibida por los usuarios serán almacenados y tratados convenientemente por el órgano coordinador, el cual deberá disponer de un soporte documental/informático adecuado a la cantidad de información manipulada.

Inicialmente y durante el arranque se podrá gestionar con una base de datos informática sencilla, y en el futuro se podrá ir mejorando el soporte informático con la el desarrollo de aplicaciones específicas para su gestión, incluso incorporarlo en aplicaciones SIG y sistemas automáticos de asignación de coches y acompañantes.



### **3.5.SEGUIMIENTO DEL SERVICIO**

Resulta evidente que el órgano promotor debes actuar de forma incisiva y constante en el tiempo hasta conseguir un calado adecuado.

Inicialmente deben marcarse unos objetivos en cuanto a usuarios y presupuestos, y así poder decir como y en que medida es necesario actuar en cuanto a seguimientos periódicos. De forma genérica el seguimiento periódico se realizará al menos considerando los siguientes enfoques:

- Campaña informativa para captar o fidelizar usuarios
- Encuesta sobre la calidad y satisfacción del servicio
- Revisión de pagos a los usuarios de los incentivos y costes generados por el programa de vuelta a casa garantizada
- Evaluación de objetivos alcanzados

Desde el punto de vista de viabilidad económica de cara al promotor, resulta especialmente importante marcar unos topes económicos de financiación de la medida.

En virtud de lo anterior es necesario una revisión periódica de incentivos y servicios a los usuarios.

#### ***3.5.1. Revisión periódica de incentivos y servicios a los usuarios.***

En función de los objetivos alcanzados y las partidas económicas destinadas a la medida, se podrá tomar en consideración lo siguiente:



- Con vistas a poder alcanzar un equilibrio económico para el órgano promotor se planteará el pago de un canon en concepto de desplazamiento para los usuarios que actúen como acompañantes, proporcional a los kilómetros recorridos.

$$\text{Canón} = 0,09 \text{ €/Km}$$

- Posibilidad de ajustar el incentivo destinado al conductor y costes económicos del programa de vuelta a casa.

### **3.5.2. Valoraciones económicas**

En virtud de lo expuesto anteriormente y a modo de ejemplo práctico exponemos a continuación balance económico, considerando únicamente los costes variables incentivos al conductor e ingresos por canon, partiendo de la siguiente premisa:

- Escenario 1. INICIAL
  - Incentivo al conductor =  $0,19 \text{ €/Km} * C$
  - Canon acompañante = gratuito
  - Desplazamiento: Murcia-P.I. Oeste = 10 km
- Escenario 2.
  - Incentivo al conductor =  $0,19 \text{ €/Km} * C$
  - Canon acompañante =  $0,09 \text{ €/Km}$
  - Desplazamiento: Murcia-P.I. Oeste = 10 km



Nº acompañantes	ESCENARIO 1			ESCENARIO 2		
	Incentivos conductor	Canon acompañante	Balance por viaje	Incentivos conductor	Canon acompañante	Balance por viaje
4	1,9 €	0 €	- 1,90 €	1,9 €	3,60 €	1,70 €
3	1,52 €	0 €	- 1,52 €	1,52 €	2,70 €	1,18 €
2	1,14 €	0 €	- 1,14 €	1,14 €	1,80 €	0,66 €
1	0,95 €	0 €	- 0,95 €	0,95 €	0,90 €	- 0,05 €

De los anteriores resultados podemos obtener algunas conclusiones:

- El “Escenario 1”, resulta válido para una etapa inicial de promoción con el objetivo de captar usuarios y habituarlos a compartir coche, ya que económicamente resulta muy ventajoso para los usuarios, especialmente a los acompañantes. De forma resumida se podría decir que con este escenario conseguimos incrementar la ocupación de los vehículos turismo pero con una financiación económica del promotor y beneficios económicos de los usuarios altos. Además, al ser un coste variable por número de usuarios la presión económica en términos absolutos sería mayor cuanto más aceptación tenga la medida.
- El “Escenario 2”, resulta ser equilibrado, la presión financiera sobre el promotor no depende tanto del número de usuarios y los acompañantes realizan un desembolso económico muy inferior al de ir en coche privado o el de utilizar el transporte público. Además, salvo en el caso de un solo acompañante, el balance económico es positivo, lo que permitirá asumir con el canon de acompañantes parte de los costes de inversión en programas de vuelta garantizada, campañas informativas,...





### 3.6.PRESUPUESTOS DE IMPLANTACIÓN

Los costes son difíciles de estimar puesto que dependen en gran medida de lo ambicioso que sean los objetivos y la aceptación que tenga la medida entre los usuarios.

Estimando que la medida tiene un calado sobre 2.500 usuarios, con una ocupación media de 3 usuarios por coche y unos recorridos medios de 20 km.

PARTIDA	€
Estimación incentivos a conductores	76.000 €/mes
Estimación imprevistos programa de vuelta a casa garantizado	5.000 €/mes
Estimación campaña informativa	30.000 €
Estimación soporte informático	24.000 €
Estimación organismo coordinación	30.000 €



## **4. CONTROL Y GESTIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

### **4.1.INTRODUCCIÓN Y FASES DE IMPLANTACIÓN**

La medida propuesta tiene como objetivo conseguir una alta eficiencia de la red de abastecimiento. Para ello se propone sectorizar adecuadamente la red y contabilizar consumos por tramos con vistas a detectar fugas de las tuberías. Además, el sistema



incorporaría tecnología de telelectura con vistas a controlar el estado de la red de forma remota desde cualquier puesto de trabajo.

La ejecución de esta medida se estructura en tres fases, de modo que se pueda programar la inversión y ejecución en un periodo de tiempo viable económicamente, obteniendo ventajas y ahorros mayores conforme se vayan ejecutando fases más avanzadas. Las distintas fases planificadas son las que siguen:

#### FASE 1. Actuación sobre un 20% de la red de abastecimientos del Polígono Industrial Oeste.

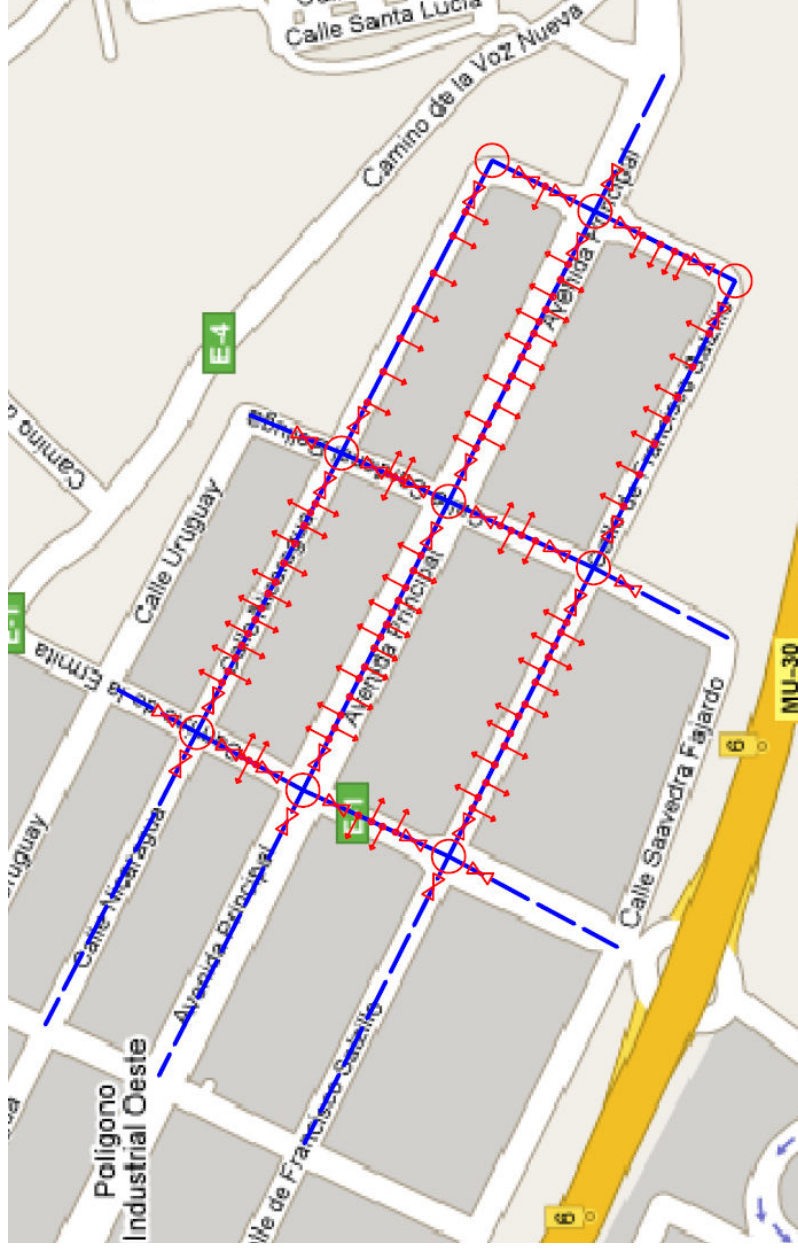
Esta fase pretende actuar sobre un 20% del polígono, posibilitando mejorar la red en su zona de influencia. Persiguiendo servir de experiencia piloto y de base para acometer las siguientes tres fases.

La recogida de datos se realizaría de forma manual con un terminal portátil de lectura, posteriormente los datos se vuelcan en un PC y se verifican y consultan a través de unas aplicaciones sencillas.





Detalle de plano planta Polígono Industrial Oeste con la representación de la actuación de la FASE 1.





## FASE 2. Sistema de telelectura sobre la actuación del 20%.

Esta fase pretende mejorar la eficacia en la gestión de los datos. En primer término los datos se volcarán directamente en el PC del personal de mantenimiento de la red con la frecuencia estipulada, asimismo permite conocer el estado de la red en tiempo real, además de permitir consultas complejas a través de software específico de gestión y control.

## FASE 3. Actuación sobre el 80% restante de la red de abastecimientos del Polígono Industrial Oeste.

Como última fase se plantea extender lo desarrollado en las dos fases anteriores a todo el ámbito del Polígono Industrial Oeste.

### **4.1.1. Dificultad de implantación:**

En general podemos considerar que se trata de una medida de dificultad y coste medio, que ofrece una elevada oportunidad de ahorro de agua, y alta eficacia en la gestión del recurso hídrico.

Requiere no obstante la colaboración de los ayuntamientos de Murcia y Alcantarilla, así como de sus respectivas empresas de agua.



### **4.1.2. Beneficios esperados:**

- Reducción del consumo global de agua por mejora en la eficiencia de la red de abastecimiento



- Reducción del consumo de agua por detección de fugas en usuarios finales
- Ahorros económicos por una elevada eficacia en la gestión del agua



## **4.2.EXPLICACIÓN DEL SISTEMA Y SUS COMPONENTES**

### **4.2.1. Contadores inteligentes**

Hasta hace unos años los contadores de agua no habían cambiado prácticamente nada, desde que estos se inventaran a principios del siglo pasado. Su funcionamiento seguía siendo una relación de giro entre engranajes de distintos diámetros y ruletas dentadas que conseguían un registro lineal del paso de agua. El mayor avance conseguido sobre esta tecnología fue incorporarles un emisor de pulsos, es decir una señal eléctrica que era registrada en un panel de control (alimentado a red eléctrica). Este “avance” hizo que a los defectos propios de contadores mecánicos se unieran los posibles defectos y errores de transmisión (interferencias, cortes de suministro eléctrico, etc.).

En la actualidad disponemos en el mercado lo que se conoce como CONTADOR INTELIGENTE.

Estos contadores están fundamentados en 3 pilares básicos:

- PRECISIÓN
- INFORMACIÓN
- COMUNICACIÓN

#### PRECISIÓN:

Como todo aparato de medición su característica más importante debe de ser la precisión que es capaz de ofrecer, por este motivo se utilizó una nueva concepción de detección del paso de agua.

Interesaba eliminar todo tipo de engranaje y piezas móviles (incluso el arrastre de imanes) con el objetivo de conseguir un contador de gran precisión a bajos caudales y una mínima pérdida de carga. El resultado de muchos estudios, concluyó con un diseño de turbina axial





orientada al flujo de agua, apoyada en unos casquillos de zafiro sobre un eje de carburo de tungsteno, que permitiera un giro limpio, sin rozamiento y una total eliminación de efectos de subcontaje, por efecto del tiempo y por constantes golpes de ariete (uso de grifos monomando).

La turbina está situada dentro de un cartucho de material anti-deposición que unido al paso completamente recto de un tubo sin recovecos evita todo tipo de incrustaciones calcáreas.

Estos contadores conservan sus cualidades a lo largo de toda su vida, manteniendo su clase metrológica C. Además por su diseño sin arrastre de elementos mecánicos, la pérdida de carga es muy inferior a la exigida por la norma.

Además el contador posee un microprocesador electrónico que le confiere una serie de particularidades. Una de ellas es la de permitir una adaptación exacta a una curva metrológica individual, es decir, poder corregir punto por punto cada uno de los valores de una curva, asegurando precisiones a medida e incluso asegurar valores por debajo de  $Q_{min}$ . El diseño de un tubo completamente liso y estanco, eliminando juntas de estanqueidad, y cualquier elemento de transmisión entre partes secas y húmedas, hace que la resistencia a bajas temperaturas sea total y que altas presiones de trabajo no afecten a su normal funcionamiento.

El diseño de una turbina montada sobre un eje alineado con el flujo del agua permite que el contador pueda instalarse en cualquier posición, manteniendo en cualquiera de ellas su clase metrológica C.

Una vez que conocemos la única parte móvil que contiene este contador y que sabemos que no tiene ningún elemento que la comunique con la parte seca, se hace imprescindible explicar que el giro de la turbina, de una densidad similar a la del agua y tan ligera que cualquier pequeño flujo de agua la hace girar, excita un transductor electrónico ( situado en el exterior del tubo ) que envía la información recibida a un microprocesador, en donde se gestiona, almacena y traduce en los valiosos datos estadísticos que estos contadores son capaces de ofrecernos.





## INFORMACIÓN:

La información que estos contadores nos ofrecen está en función de la forma en que estos sean leídos. Así podemos diferenciar 2 tipos de sistemas o modos de lectura:

- 1- Lectura visual.
- 2- Lectura digital

La **lectura visual** o tradicional hace útil el display que posee el contador en su parte frontal y que ofrece los siguientes datos:

- 1- El consumo de agua en metros cúbicos (dígitos negros), litros y hasta decilitros (dígitos rojos). El mayor registro posible será de 999999 m<sup>3</sup> 999 litros 9 dl.
- 2- Indicación de paso de agua.
- 3- Cuando esta gota de color rojo está parpadeando significa que el caudal que está registrando está siendo anormalmente reducido y constante (lleva más de un minuto y medio). Si la gota permanece fija significa que el caudal es normal pero que anteriormente detectó una posible fuga y aún no ha desaparecido.
- 4- Cuando en el display de un contador nos encontremos con una E de color rojo encendida significa que el autochequeo que se efectúa cada pocos segundos el contador, ha detectado una posible avería en los circuitos electrónicos.
- 5- Esta indicación nos informa del estado de la batería. La batería que poseen los contadores son de litio de gran capacidad sin metales pesados contaminantes que tienen una vida útil en los contadores domésticos superior a 12 años ( en función del consumo ). La indicación de nivel viene indicada por los segmentos encendidos: 3 segmentos encendidos = batería llena, 2 segmentos encendidos = batería gastada se debe proceder al cambio de contador en una plazo no superior a 3 meses, 1 elemento encendido = batería agotada, sustituir el contador en el menor plazo posible.



Estos datos son obtenidos tan solo leyendo lo que el display del contador nos ofrece, por lo que su uso e instalación son idénticos a la de cualquier contador tradicional, sin embargo estamos consiguiendo una mayor precisión, un menor gasto en mantenimiento, y mayor información. Además de haber dejado la puerta abierta a futuros sistemas de lectura.

### **Lectura digital:**

Ahora bien, si deseamos sacarle todo el jugo al microprocesador del contador y extraerle toda la información que ha estado obteniendo, tendremos que leerlo mediante algún soporte informático que nos permita una comunicación digital. En otras palabras, un TPL (terminal portátil de lectura) o un ordenador. Con estos aparatos y conectándonos a cualquiera de los 2 conectores telefónicos que posee el contador, podremos obtener toda una serie de datos de gran valor estadístico.

Los datos obtenidos de manera digital son los siguientes:

- El número de serie del contador o contadores leído/s.
- El día y hora de la lectura.
- El agua registrada por el contador, índice en metros cúbicos y litros de la última lectura.
- Autochequeo del contador (estado OK).
- El día y hora en la que se efectuó la última lectura del contador, la fecha y hora de la actual lectura.
- El agua registrada por el contador, índice en metros cúbicos y litros de la última lectura.
- El tiempo que el contador registró paso de agua (en horas, minutos y segundos).
- El tiempo que el contador no registró paso de agua (tiempo dormido).
- El tiempo que el contador estuvo registrando un consumo a un caudal anormalmente reducido.
- Número de veces que él ha registrado paso de agua (arranques).
- Estado de la batería (número de segmentos encendidos).
- Número de contadores en el bus (ver formas de instalación).
- Índice registrado en los últimos minutos (bloques de 10 configurables a voluntad).



- Índice registrado en la última hora.
- Alarma por exceso de consumo (configurable).
- Consumo de las últimas cuatro semanas, meses, bimestres o trimestres.
- Índice del contador en una fecha y hora programables.
- Caudal máximo registrado (fecha y hora de la punta máxima).
- Caudal mínimo registrado (fecha y hora de caudal mínimo mantenido).
- Fecha y hora del último arranque.
- A todos los datos anteriormente citados se les puede sumar una de las prestaciones mas demandadas por el mercado. El conocimiento de los hábitos de consumo de los clientes respecto de los caudales. Con esta prestación lograremos conocer perfectamente si el dimensionamiento de los contadores es el correcto, si estamos perdiendo agua por no registrarse (caudales muy bajos o excesivamente altos ), etc. El histograma de caudales está creado en función de 8 tramos definidos según la experiencia de las compañías de agua españolas.
- Opción de permitirnos conocer cómo se ha consumido el agua en función de las horas y días de la semana. De manera que se puede conocer si el consumo es a unas horas concretas, nocturno, diurno, existen fugas, etc. Estos tramos son configurables por la compañía de aguas según sus criterios o las características de sus clientes (industriales, domésticos, etc.).

Todos los datos expuestos anteriormente son almacenados por el propio contador en su memoria, sin necesidad de ningún elemento exterior auxiliar. Esta información permanecerá en la memoria siempre, actualizándose permanentemente.

#### COMUNICACIÓN:

Los contadores inteligentes poseen una gran capacidad de comunicación, que nos permite un paso progresivo de la lectura visual a diferentes formas de lectura digital.

La información que envían los contadores son códigos ASCII imprimibles, lo que significa una transmisión standard y completamente abierta.



El contador posee dos conectores ARJ-11 que son el medio por el que se comunica con el exterior y que nos permiten extraer su información y unirse a otros contadores. Aprovechando esta capacidad, podremos unir entre sí contadores de forma que en un único punto (el primer o el último contador o en un punto de lectura), podamos extraer la información de hasta 50 contadores totalmente libre de errores y de una forma rápida y segura.

El primer paso sería tener el punto de lectura cerca del grupo de contadores (al lado de la batería por ejemplo), pero nada nos impide alargar un poco más el cable y sacar al exterior del edificio el punto de lectura que, al ser completamente pasivo (sin necesidad alguna de alimentación eléctrica) puede instalarse donde se desee.

Para capturar la información de los contadores que se encuentren en el interior del edificio, tan solo precisamos un TPL (terminal portátil de lectura y un pequeño interface).



Interface

TPL

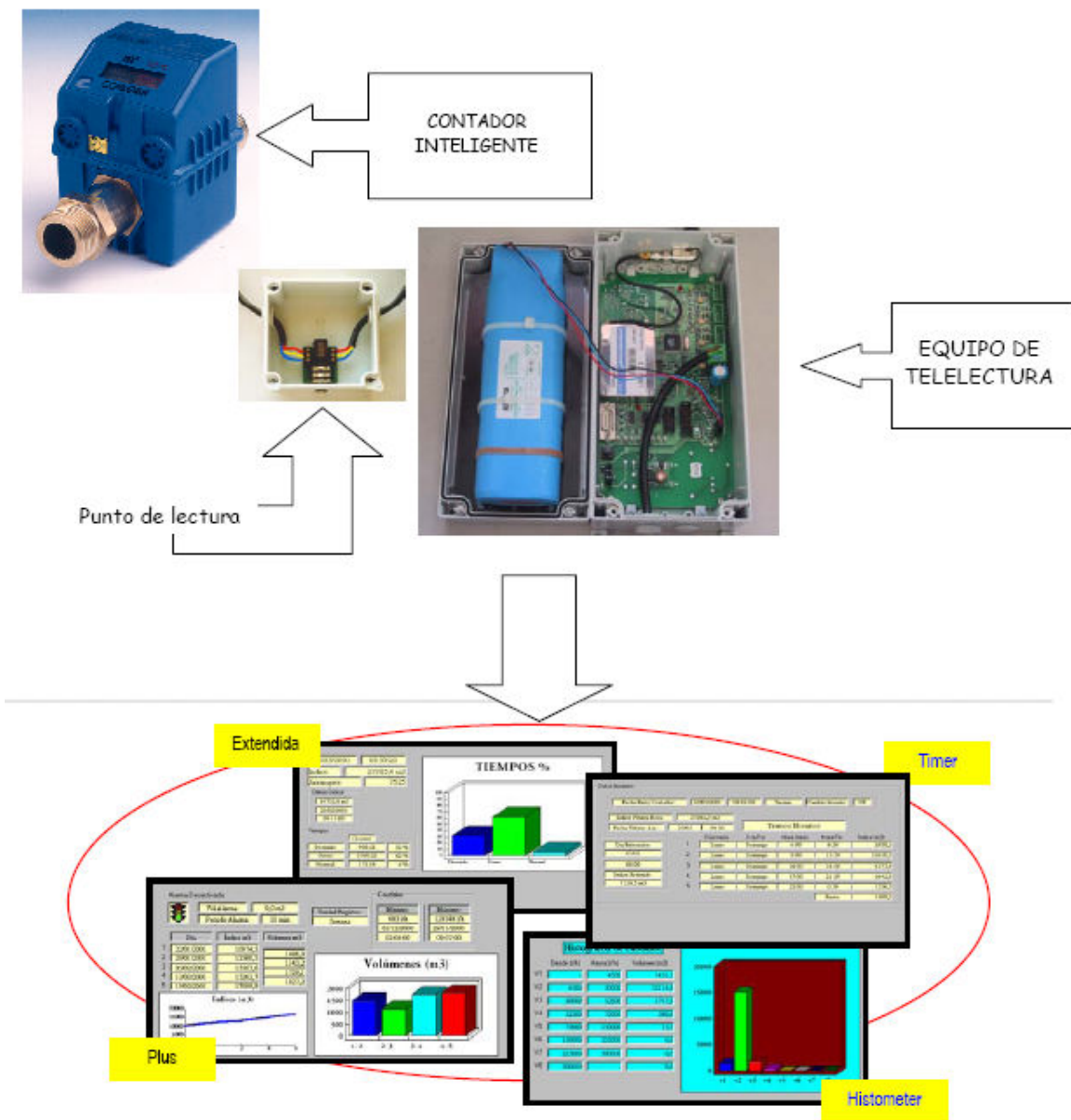
Jack Macho que se introduce en el punto de lectura.

Para hacer crecer una instalación de contadores hacia sistemas de comunicaciones diversos, tan solo es necesario utilizar el módem del sistema elegido. Así por ejemplo existen en la actualidad sistemas de lectura de contadores a través de línea telefónica conmutada, GSM, cable de televisión, radio, etc.



#### 4.2.2. Sistema de telelectura GSM

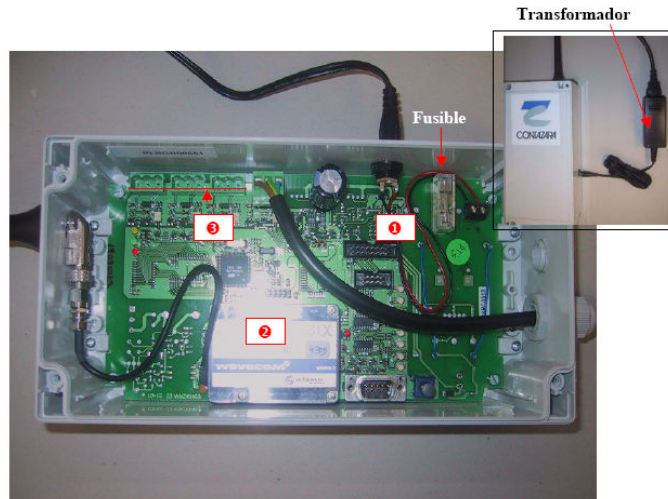
La lectura de contadores de agua a distancia (telelectura) supone un gran avance tecnológico, encaminado a favorecer a aquellas que dirigen sus objetivos hacia una optimización de sus recursos, mejorando las prestaciones, con el objetivo final de poseer una información en tiempo real del funcionamiento del contador o contadores conectados.





Para resolver la comunicación a distancia contamos para nuestra actuación con tres productos que se combinarán según sea el caso:

Equipo de telelectura GSM con alimentación eléctrica desde red eléctrica:



Este producto permite la lectura de los contadores vía GSM, siendo necesario conectar el PLR a una alimentación eléctrica de 230 V.

El equipo está preparado para colocarlo en una pared vertical, fijado mediante cuatro tornillos. Deberá situarse cerca de una toma de corriente 230V AC donde poder enchufar la fuente de alimentación externa (transformador).

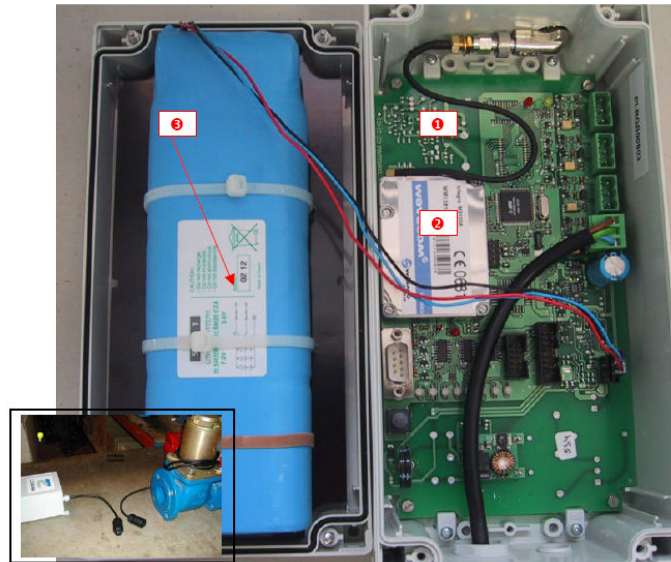
El transformador exterior adapta la tensión de red a los valores adecuados para el equipo GSM.

El equipo GSM cuenta con un fusible en su interior que evita daños en el sistema debidos a posibles picos de tensión y corriente de la red.



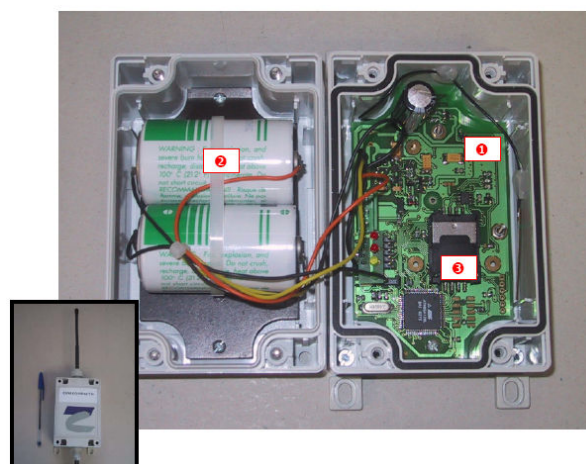


Equipo de telelectura GSM autónomo:



Producto que nos permite la lectura de los contadores vía GSM, sin necesidad de alimentación eléctrica. Además por su fácil instalación, tan solo es necesario conectar el contador a las bornas eléctricas del PLR, nos permite disponer de un equipo portátil de telelectura.

Equipo de telelectura GSM autónomo compacto:



Equipo de reducido tamaño y grandes prestaciones, autoalimentado y capaz de ser instalado en las más complicadas instalaciones.



Puede ser configurado en apagado y encendido. De forma que pueda estar apagado la mayor parte del día y simplemente configurar su encendido a las horas que sepamos que vamos a querer leerlo.

Incorpora memoria Flash de 1MB para lecturas Off-line: permite programar periodos de lecturas de forma que en el momento de la comunicación tan solo se tenga que volcar la memoria a la velocidad que permita el sistema (en la actualidad 9.600 baudios), de esta forma se puede reducir al máximo el consumo de baterías ya que el periodo de máximo consumo (cuando se transmite) se reduce considerablemente (un segundo por contador más los tiempos de establecimiento).

**Las partes que conforman la instalación con telelectura son las siguientes:**

- Instalación de punto de lectura unido al contador.



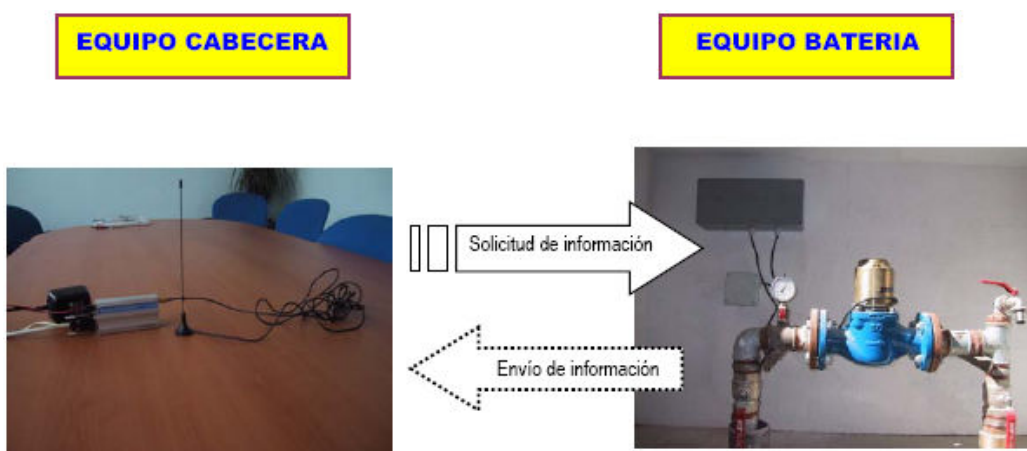
- Enlace entre punto de lectura y equipo de telelectura. Este enlace lo realizaremos mediante cable manguera de 3x1,5 mm<sup>2</sup> que nos permite alcanzar distancias de hasta 800 metros.



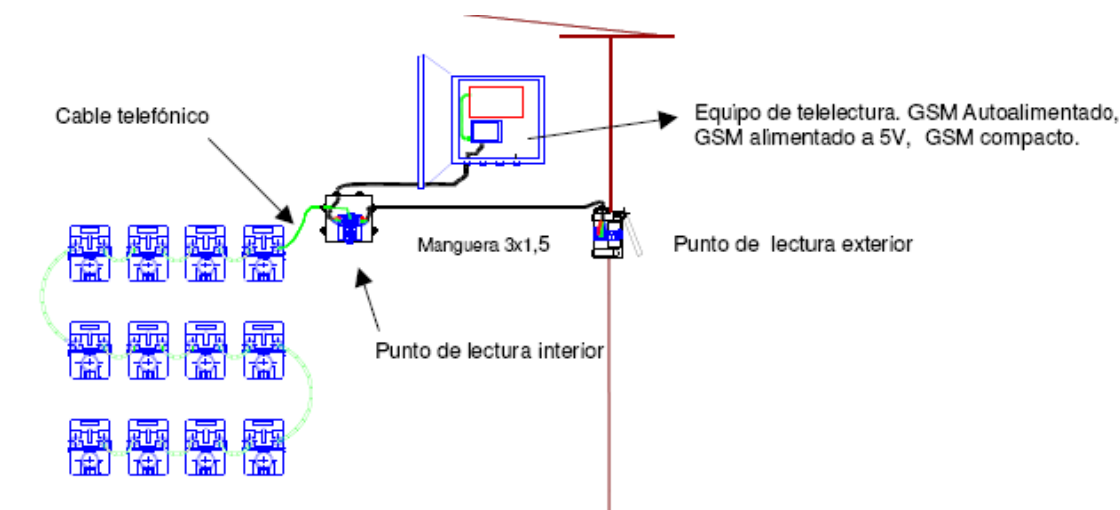




- Para realizar las lecturas necesitaremos otro módem estándar conectado al PC desde el cual llamaremos a los diferentes equipos de telelectura. En el caso de telelectura vía GSM es tan simple como dar de alta dos líneas GSM individuales de voz (incluso se aceptan tarjetas prepago). Una se ubicará en el módem situado en la instalación (cuarto de contadores, arqueta, etc.), denominado “batería” y la otra en el módem colocado en la oficina, “cabecera”, desde el que se efectuarán las llamadas.



Esquema de la instalación:



Batería de hasta 50 contadores



Comentar además que el PC contaría con un software específico para la recogida de datos, el cual permite el acceso a la información almacenada por el contador inteligente de una manera rápida y simple.



### 4.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación se justifica económicamente el coste de ejecución de la medida descrita aplicada al Polígono Industrial Oeste subdividido por fases.

FASE 1. Actuación sobre un 20% de la red de abastecimientos del Polígono Industrial Oeste.

Ud.	Descripción	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
80	Instalación de contador inteligente para consumidor final	500,00	40.000,00
32	Instalación de contador inteligente para sectorización de red de abastecimiento	2.000,00	64.000,00
TOTAL:			104.000,00

FASE 2. Sistema de telelectura sobre la actuación del 20%.

Ud.	Descripción	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
8	Instalación de equipo de batería para la lectura remota	1.100,00	8.800,00
1	Instalación de equipo de cabecera	500,00	500,00
1	Software específico de gestión para realizar telelecturas y análisis de datos	25.000,00	25.000,00
TOTAL:			34.300,00



FASE 3. Actuación sobre el 80% restante de la red de abastecimientos del Polígono Industrial Oeste.

Ud.	Descripción	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
400	Instalación de contador inteligente para consumidor final	500,00	200.000,00
160	Instalación de contador inteligente para sectorización de red de abastecimiento	2.000,00	320.000,00
14	Instalación de equipo de batería para la lectura remota	1.100,00	15.400,00
1	Actualización y ampliación de software específico de gestión para realizar telelecturas y análisis de datos	5.000,00	5.000
<b>TOTAL:</b>			<b>540.400,00</b>

Fase	Descripción	Subtotal (€)
1	Actuación sobre un 20% de la red de abastecimientos del Polígono Industrial Oeste	104.000,00
2	Sistema de telelectura sobre la actuación del 20%	34.300,00
3	Actuación sobre el 80% restante de la red de abastecimientos del Polígono Industrial Oeste	540.400,00
<b>TOTAL:</b>		<b>678.700,00</b>



## 5. EJECUCIÓN DE GALERÍAS SUBTERRÁNEAS DE SERVICIOS

### 5.1. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

En los últimos años las ciudades en general y en mayor medida las grandes aglomeraciones urbanas, están sometidas a un proceso de tecnificación y crecimiento desmesurado de los servicios urbanos. Una de las consecuencias de este proceso de crecimiento y evolución de las ciudades ha sido el soterramiento de las instalaciones aéreas o superficiales, con objeto de eliminar conducciones de la vía pública. Las redes de electricidad, gas, teléfono, televisión por cable, redes de comunicaciones, entre otras, comparten y coexisten en el subsuelo de las ciudades con otros servicios que tradicionalmente han utilizado este espacio, como es el caso del alcantarillado o las tuberías de abastecimiento de agua. La proliferación de sistemas de conducciones dificulta el acceso a las mismas y provoca interferencia entre actuaciones o la repetición de estas actuaciones sobre el territorio en momentos diferentes.



Todas estas necesidades continuas de obras de ampliación, modernización o reparación de redes de servicio provocan una gran distorsión sobre el desarrollo normal de la vida en las ciudades y dan lugar a daños colaterales, siendo el origen de incidencias en otros servicios.

En esta medida se evalúan las posibilidades que ofrecen las Galerías de Servicios como solución para la mejor racionalización del subsuelo urbano, valorándose especialmente lo que hace referencia a servicios de electricidad y redes de información y comunicación.



La utilización de este tipo de infraestructuras redundará en una mejora del servicio, al disminuir los costes debidos a interrupciones por averías y las interferencias que provocan las obras en aceras, calzadas y otras conducciones. Del mismo modo aumentará la eficiencia de las operaciones que se realicen.





El enterramiento generalizado de servicios, ha dado lugar a que las grandes ciudades tengan el subsuelo ocupado por numerosas conducciones, muchas de ellas fuera de servicio, que la cruzan sin coordinación y de forma no programada, y ello a pesar del esfuerzo de racionalización y de planificación que realizan las Administraciones Públicas y las propias empresas privadas, que prestan estos servicios al ciudadano.

Como resultado de este proceder, puede hablarse con propiedad de "la caótica situación en que se encuentran las canalizaciones de los servicios públicos enterrados en nuestras calles" [Acebillo, 1989].

La mayoría de las conducciones subterráneas que atraviesan el subsuelo de las grandes ciudades provoca una gran distorsión en muchos aspectos, dada la necesidad de continuas obras para la mejora de la propia ciudad y que son éstas, en ocasiones, el origen de incidencias al afectar a los servicios citados.

La eficacia de los proyectos de infraestructuras depende de su carácter integral y de su polivalencia, es decir deben servir más allá de una función específica. Es por ello necesario ordenar y racionalizar el uso del subsuelo de las grandes ciudades y, básicamente, en aquellas zonas de expansión de la ciudad hacia la periferia (donde el problema es más fácil de resolver), corrigiendo la actual ubicación anárquica y no programada de las canalizaciones de servicios que en muchas ocasiones se realizan una detrás de otra en la misma calle para atender al mismo ciudadano ofreciéndole primero agua, luego luz y después gas.

Las actuaciones polivalentes hacen pensar en la conveniencia de utilizar Galerías de Servicios comunes para todas las canalizaciones o conducciones de los diferentes Servicios. Esta forma de ubicar los servicios públicos substituye a la tradicional, consistente en enterrar tuberías en el subsuelo sin más orden ni ley que los dictados por el principio del mínimo esfuerzo para "el que llega primero" [Pascual, 1989].

En España, uno de los primeros ejemplos de galerías de servicios, lo encontramos asociado a la apertura de la Vía Layetana en la ciudad de Barcelona, cuya construcción se inició en



1908. Se construyeron dos galerías de servicios que se situaron a los dos lados del túnel realizado para el metro y; excepto por el elevado coste social (miles de viviendas tuvieron que ser destruidas), fue una obra bien planteada, en la que se dieron cabida, junto con la comentada infraestructura de transporte, servicios para alcantarillado y electricidad. En la actualidad, solamente en Barcelona, más de 320 de los casi 1700 km de cables de media tensión que atraviesan la ciudad, están alojados en galerías de servicios construidas a raíz de este primer referente de la Vía Layetana.



Construcción de la Vía Layetana, Barcelona (1908)



Las galerías de servicios públicos son infraestructuras subterráneas que adoptan la geometría de un túnel de pequeñas dimensiones (habitualmente suelen tener secciones de unos 5-6 m<sup>2</sup>) que se construyen en el subsuelo urbano y se destinan a ubicar las canalizaciones de los servicios públicos, como agua, gas, electricidad o telefonía.

Resulta difícil definir un modelo único de configuración de las galerías de servicios urbanos,





estando este aspecto, a menudo muy condicionado por la normativa municipal de cada ciudad. A pesar de la reducción de costes que se produciría, en las galerías de reciente construcción no suelen alojarse tuberías de agua o alcantarillado con conducciones de otro tipo, como cables o fibra óptica.

En lo que se refiere a estas últimas, para las conducciones eléctricas, de comunicaciones o fibra óptica, en general se adopta un esquema de bandejas portacables superpuestas y ancladas con soportes a las paredes laterales y superior de la galería.

La formulación de propuestas conducentes a la construcción de nuevas galerías de servicios debe seguir unas líneas directrices, entre las que cabría considerar las siguientes:

- Necesidad de establecer reservas de subsuelo para atenciones múltiples y variadas de la ciudad, vinculadas a otros servicios urbanos, como puede ser el transporte, saneamiento, aparcamiento, depósitos, etc. Las ciudades tienen experiencias negativas de lo que supone no planificar ni fijar previsiones en cuanto a establecimiento de servicios cuando se realizan grandes obras (por ejemplo cinturones de ronda). No se puede ignorar que, aunque el espacio ocupado por un determinado servicio puede ser reducido, su ámbito de influencia y, por tanto, el suelo hipotecado puede ser mucho más amplio.
- Necesidad de prever el paso futuro de servicios en aquellos lugares donde se hacen obras de envergadura (cinturones de ronda, urbanización de calles nuevas calles, nuevos polígonos, etc), que obliga a prever en esas zonas reservas de subsuelo. Las Galerías de Servicios supondría dejar el soporte de futuras ampliaciones y mejoras en la red de los servicios urbanos.
- Conveniencia de proteger las instalaciones de los agentes externos (cargas de tránsito, arbolado, pavimentación y otros trabajos en la vía pública) y de los daños causados por las operaciones de reparación y mantenimiento de las propias instalaciones y conducciones, aconseja ubicar todas las conducciones dentro de un elemento que garantice la seguridad intrínseca y, facilitando el acceso para la





inspección y mantenimiento, asegurar la integridad de los servicios y evitar la continua apertura de zanjas en la vía y espacios públicos.

En definitiva, la utilización de galerías de servicios públicos, para la ubicación de servicios urbanos en grandes ciudades, es un elemento de racionalización del uso del subsuelo, que permitirá aumentos de capacidad de los servicios ya existentes (electricidad, telefonía, etc.) y ampliación de la oferta a nuevos servicios, cada vez más avanzados tecnológicamente (fibra óptica); todo ello en un marco de desarrollo sostenible, integrador y polivalente.

Beneficios como los menores costes medioambientales, la disminución en los costes de reparación de averías, la reducción de los tiempos de interrupción del servicio por avería y de las interferencias que provocan las obras en aceras y calzadas, son producidos por la implantación de un modelo de conducciones subterráneas basado en la utilización de galerías de servicio.



## 5.2. CONSIDERACIONES EN LA EJECUCIÓN



La galería de servicios subterránea se ejecutará con unión de piezas prefabricadas de hormigón armado con sección abovedada.



### 5.2.1. Características generales

La característica general de las conducciones formadas por estas piezas, es que quedarán enterradas. Estos tipos de módulos prefabricados constan de un extremo macho y otro hembra para su ensamblaje. La instalación habitual es enchufar la pieza con extremo macho, en la otra con extremo hembra situada sobre la base de apoyo. En el proceso de ensamblaje no es conveniente alinear las dos piezas solo por un lado, puesto que de esta manera no se reparten las tolerancias.

Se debe cuidar, si la base de apoyo consta de material granular, que este no se aloje en la zona de unión de los módulos durante la colocación.

Si es necesario realizar ajustes de nivel en la base de apoyo, es necesario sacar la pieza, acondicionar de nuevo la base de apoyo y volver a iniciar el proceso de enchufe. Es una mala práctica para realizar ajustes de nivel el relleno puntual en una zona concreta, ya que se destruye la condición de apoyo uniforme tomada en el cálculo.

Tampoco se debe realizar el montaje con agua en la zanja, ya que no se puede hacer una buena nivelación ni obtener un buen apoyo.



### **5.2.2. Base de apoyo**

La base sobre la que se apoyan las piezas estará constituida por una cama de apoyo de hormigón HM-12,5 de espesor, habitualmente comprendido entre 7 y 10 cm, o granular compactada de espesor mínimo 30 cm.

La base de apoyo sobresaldrá de los laterales de las piezas un mínimo de 0,4 m, en todos los casos en que la instalación se realice en terraplén y zanja inducida en terraplén. Cuando el tipo de instalación sea zanja o zanja terraplenada, la base se prolongará hasta los planos de la zanja.

Es muy importante la buena ejecución de la base de apoyo, es decir, que sea regular y tenga la pendiente proyectada. Cuando se utilice cama de hormigón puede ser conveniente situar una fina capa de regulación, bien arena o mortero, entre esta y las piezas prefabricadas (3 a 5 cm), para corregir deficiencias de la ejecución y evitar apoyos puntuales.



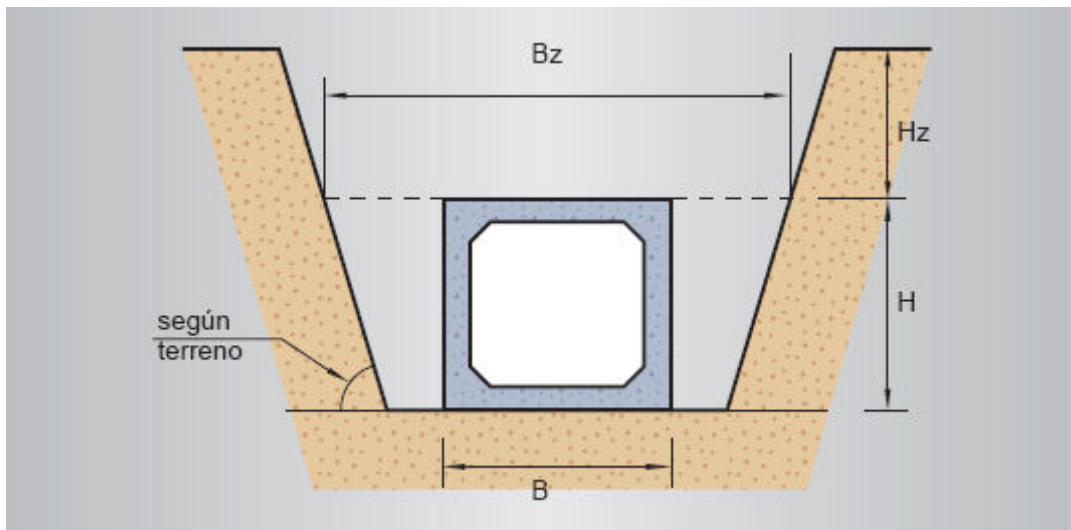


### 5.2.3. Tipos de instalación

La colocación de los módulos prefabricados puede hacerse en zanja, terraplén, zanja terraplenada o zanja inducida en terraplén.

#### INSTALACIÓN EN ZANJA

Este tipo de instalación se produce cuando la cota superior de la pieza en su posición definitiva queda por debajo del terreno natural. Por ello, es necesaria la excavación de una zanja que posteriormente se rellena.



#### *Características de la zanja*

Las limitaciones de las dimensiones  $B_z$  y  $H_z$ , indicadas en la figura anterior, para que pueda considerarse instalación en zanja, son las siguientes:

$$B_z \leq 1,3 B$$

$$H_z \geq 0,4 H$$

El ángulo de la zanja se establece en función del terreno natural excavado.



### *Ejecución del relleno de la zanja*

El relleno de la zanja deberá realizarse tan pronto como sea posible tras la instalación de las piezas, siempre y cuando estas hayan alcanzado la edad suficiente para garantizar su resistencia.

El relleno se puede dividir en 2 zonas, con materiales y criterios de compactación distintos. La primera zona se extiende desde la solera hasta un plano aproximadamente 30 cm sobre la cota superior de la pieza. Se suele fijar como recubrimiento mínimo del relleno sobre la pieza 15 cm.

El relleno de esta zona va directamente sobre las piezas, por lo que se deben utilizar medios de compactación manuales o mecánicos ligeros, teniendo en cuenta en este último caso que el relleno tendrá como mínimo 30 cm. La segunda zona incluye todo el relleno restante. En esta zona no se utilizarán equipos de vibración para operar directamente sobre las piezas, hasta un relleno mínimo de 100 cm.

El espesor máximo de la tongada de compactación será la adecuada a los medios de compactación, recomendándose que en ningún caso sea superior de 40 cm.

No son aceptables como relleno las arcillas muy plásticas, los suelos orgánicos, materiales helados, ni cualquier otro material que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para las piezas.

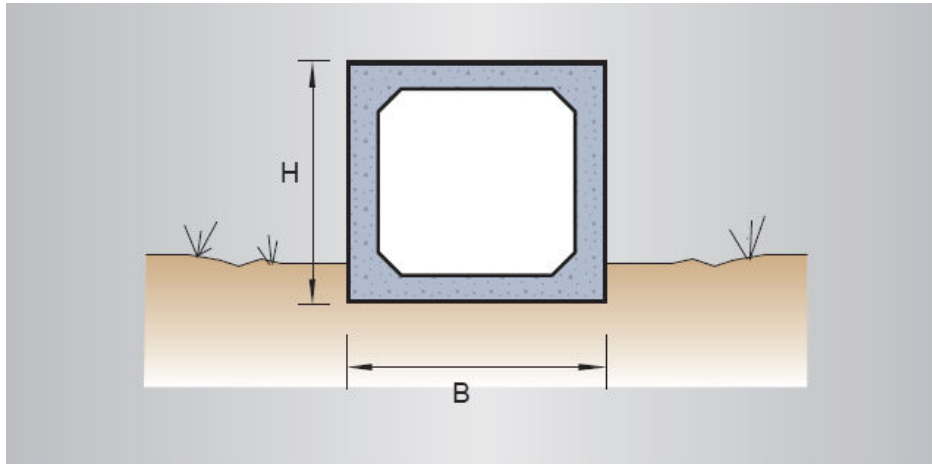
Cuando las tierras extraídas difieran significativamente del tipo de material de relleno especificado en el proyecto, será necesario retirarlas, sustituyéndolas en el relleno por el material proyectado.

Las operaciones de relleno se deben realizar simultáneamente en ambos laterales.



## INSTALACIÓN EN TERRAPLÉN

Este tipo de instalación se produce cuando la cota superior de la pieza en su posición definitiva queda por encima del terreno natural.



### *Características del terraplén*

Las características del terraplén en cuanto a materiales utilizados para su formación, como las pendientes del talud, seguirán las indicaciones del proyecto de la vía superior.

### *Ejecución del terraplén*

No se comenzará la extensión y compactación de los terraplenes laterales a las piezas antes de que estas hayan alcanzado la resistencia necesaria. El espesor máximo de la tongada será la adecuada a los medios de compactación, recomendándose que en ningún caso sea superior de 40 cm.

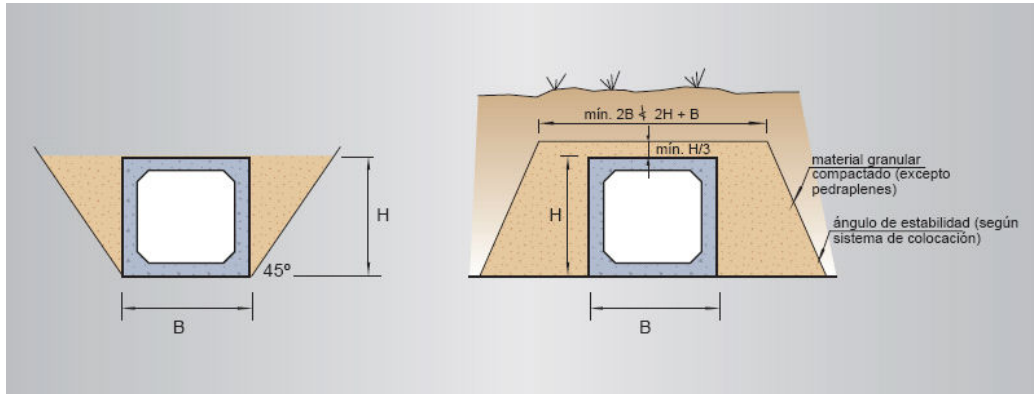
En la ejecución del terraplén se seguirían las indicaciones del proyecto de la vía superior.

El grado de compactación del terraplén en las zonas marcadas en la figura siguiente, deberán alcanzar en cualquier caso, un mínimo del 95% del Proctor Normal.

En el caso en que el material a utilizar sea un pedraplén, no se permitirá el contacto directo de dicho material con la estructura, debiéndose adoptar una disposición de instalación



similar a la de la figura siguiente, mediante la utilización de materiales granulares seleccionados en la zona que envuelve a la pieza.

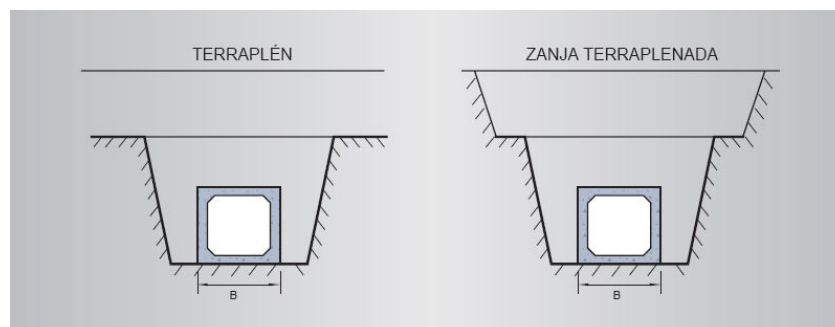


### INSTALACIÓN EN ZANJA TERRAPLENADA

Se produce este tipo de instalación cuando se dan una de las dos circunstancias siguientes:

1. La instalación de las piezas se realiza en zanja y posteriormente sobre dicha instalación es necesario ejecutar un terraplén.
2. Para ejecutar una instalación en zanja, por las características del suelo natural o la gran profundidad, es necesario realizar una prezanja.

En este tipo de instalación primero se realiza una instalación en zanja y posteriormente se ejecuta un terraplén, por lo que son de aplicación las recomendaciones dadas en apartados anteriores.







## INSTALACIÓN EN ZANJA INDUCIDA EN TERRAPLÉN

Se produce este tipo de instalación cuando se dan una de las dos circunstancias siguientes:

1. Cuando sobre el terraplén ya compactado se excava una zanja.
2. Se provoca la descarga parcial del prisma de relleno situado sobre la pieza con desiguales grados de compactación o tipos de relleno. Indicada por tanto para grandes profundidades.

### *Características de la zanja inducida en terraplén*

La carga que recibe una conducción instalada en terraplén, puede reducirse invirtiendo artificialmente el sentido de deslizamiento, es decir, haciendo que el prisma central descienda más que los exteriores y generando así unas fuerzas de rozamiento dirigidas hacia arriba, las cuales, equilibran parte del peso del prisma central y, en consecuencia, aligeran la carga sobre la conducción. De esta manera, se transforma una instalación en terraplén en otra llamada zanja inducida en terraplén.





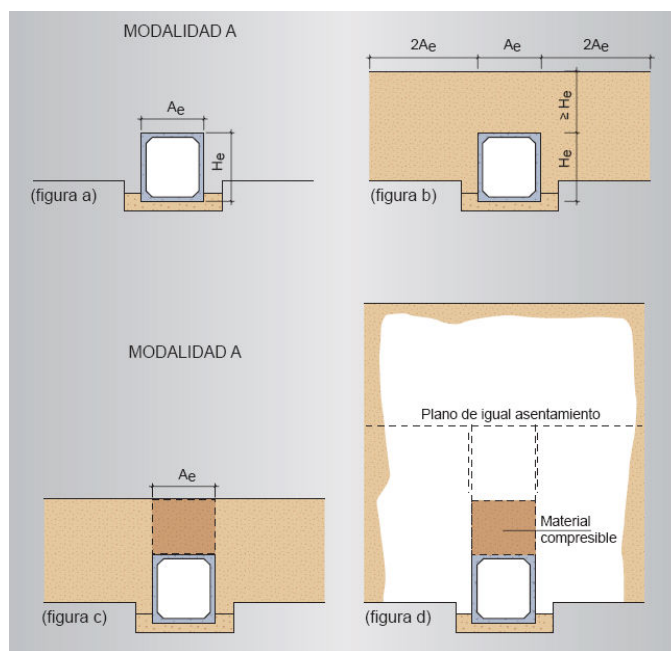


### *Ejecución de la zanja inducida en terraplén*

El procedimiento se detalla a continuación en sus dos modalidades:

Modalidad A:

1. Se comienza por instalar la conducción, que suponemos en condiciones de proyección positiva (figura a).
2. Se realiza el terraplenado (figura b), cubriendo la conducción hasta una altura, sobre el plano de clave, no inferior a su altura exterior  $H_e$ . A cada lado de la conducción se compacta el relleno hasta una distancia que como mínimo será  $2A_e$ .
3. En el relleno así compactado, se excava una zanja hasta el plano de clave de la conducción, cuya anchura coincidirá con el ancho exterior de aquella (figura c). Esta zanja se rellena con material compresible como paja, serrín, suelo orgánico, o cualquier otro material que ofrezca garantía de un asentamiento claramente superior al del relleno compactado.
4. Se completa el relleno del terraplén en la forma habitual (figura d).





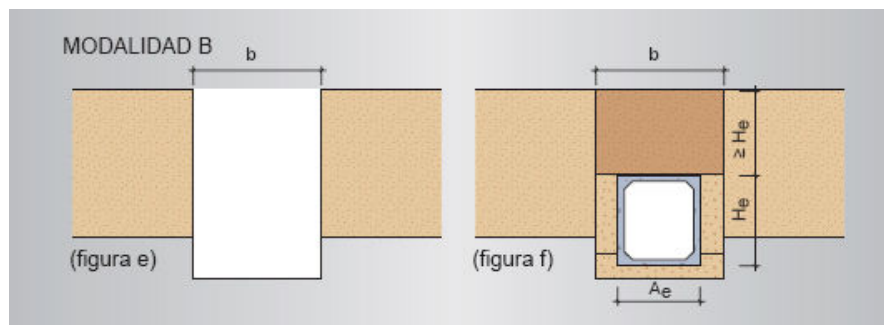
Modalidad B:

1. Antes de instalar la conducción se rellena el terraplén hasta una cota superior al menos en

$H_e$  a la del plano de clave. Una vez compactado este relleno se abre en el una zanja capaz de alojar la conducción (figura e).

2. En dicha zanja se coloca la pieza y se rellena normalmente hasta el plano de clave, y con el material compresible por encima hasta una altura no inferior a  $H_e$  (figure f).

3. Se completa el terraplén en la forma habitual.



La verdadera zanja inducida es la realizada mediante la Modalidad A. La Modalidad B produce, en realidad, una simple zanja terraplendada.

#### **5.2.4. Instalación con elementos múltiples**

Las limitaciones de distancia que se establecen a continuación son las que deberán tener entre si las piezas prefabricadas que se pretendan situar en batería, sin necesidad de estudios de interacción adicionales.



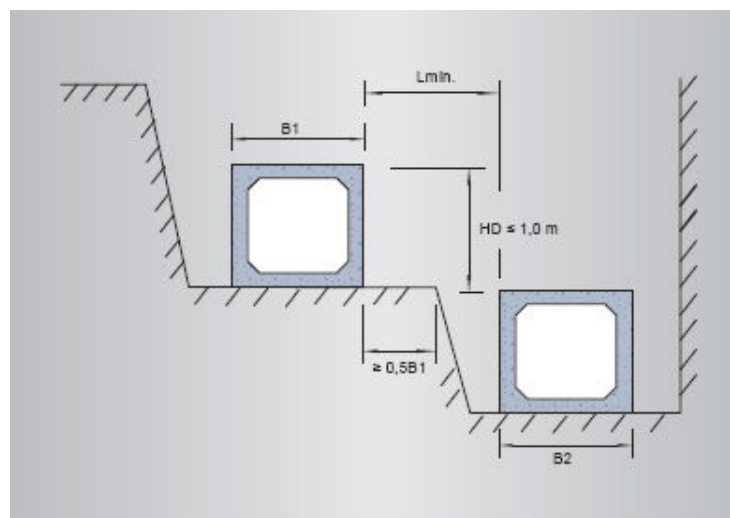
### BATERÍA CON LOS DINTELES Y/O CLAVES AL MISMO NIVEL

Cada pareja de piezas adyacentes deberán mantener entre los puntos de su contorno exterior más próximos una distancia mínima  $L_{min}=B/2$ .

Como excepción a lo anterior, podrán colocarse piezas adosadas, cuyo eventual hueco entre las paredes adyacentes se rellenara con arena fina, inyección de mortero o algún otro material que proporcione suficiente rigidez en el comportamiento conjunto. Una instalación muy recomendable es separar las piezas aproximadamente de 10 – 20 cm (si las condiciones de instalación lo permiten) y rellenar con un hormigón HM-15, teniendo en cuenta que hasta que no se haya ejecutado la junta, y esta alcance una resistencia suficiente, no se procederá al trasdosado.

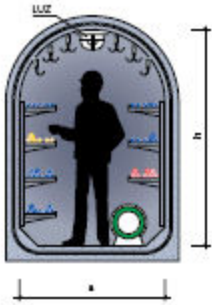
### BATERÍA CON LOS DINTELES Y/O CLAVES A DISTINTO NIVEL

Además de las condiciones impuestas en el apartado anterior, se deberán cumplir las indicadas en la figura siguiente. Los casos en que la diferencia de nivel sea superior a la definida, deberán ser objeto de análisis detallados.





### 5.3.MODELO DE IMPLANTACIÓN PROPUESTO



Al tratarse de una infraestructura que pretende englobar y ordenar las infraestructuras propias del polígono proponemos que inicialmente su implantación se realice en aquellos terrenos del polígono industrial que comiencen las obras de urbanización a partir de la fecha de inicio de la medida.



Como inversión posterior, se planificará la remodelación de los viales consolidados del polígono ejecutando las galerías de servicios y trasladando a estas las redes de infraestructuras existentes.

En cuanto al diseño de la galería de servicio atenderá a lo siguiente:

- Permitirá la inclusión y futuras ampliaciones de las redes de comunicaciones, transporte y distribución de energía eléctrica, alumbrado y semaforización y distribución de agua potable.
- Además se preverá espacio para futuras redes encaminadas a facilitar un desarrollo sostenible como la red de distribución de aguas grises depuradas, red de riego, red de agua caliente y fría para su generación de forma centralizada, entre otras. Igualmente se tendrá en cuenta espacio para implementar mejoras





para controlar el eficiente uso de las redes que discurren por la galería de servicios, como pueden ser contadores de agua o electricidad inteligentes con acceso telemático.

- La red de alcantarillado discurrirá al margen de la galería de servicios, debido a sus condicionantes de gran volumen que ocupa y limitaciones por requerir desniveles. Igualmente la red de gas discurrirá por zanja paralela e independiente a la galería de servicios por motivos de seguridad.



## **5.4. VALORACIÓN ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL**

El esfuerzo económico necesario para modernizar y racionalizar con galerías de servicios el uso del subsuelo por las infraestructuras urbanas resulta muy dispar si la medida se ejecuta sobre suelo consolidado o sobre suelo pendiente de urbanizar, requiriendo el primer caso una inversión mucho mayor.

El coste aproximado de ejecución de galería de servicio con elementos prefabricados de hormigón es de 600 € por metro lineal.

Resulta evidente que en caso de suelo urbano consolidado, al anterior coste de ejecución de galería de servicios habría que incluir los costes propios de reposición de calzadas y redes de distribución.

### **5.4.1. Beneficios económicos del uso de galerías de servicios**

A pesar de la mayor inversión inicial de este tipo de infraestructuras, en comparación con otros modelos de enterramiento de conducciones y cables, el funcionamiento de las galerías de servicio tiene indudables ventajas económicas, al permitir realizar un mantenimiento preventivo y predictivo de coste muy inferior.

Cabe decir que en una ciudad como Barcelona, donde se producen, al año unas 2000 averías en cables de baja tensión, el coste unitario promedio de la obra civil que requiere la excavación para localizar y reparar la avería subterránea, procediendo después a enterrar nuevamente el cable, asciende a unos 720 €; lo que supuso en 2002, 1.368.000 €. Paralelamente, en la red de media tensión (11-25 kV), se produjeron, en el año 2002, 730 averías. La localización y posterior reposición del suelo urbano supuso unos gastos, por obra civil, de casi 1.230.000 € (coste unitario algo superior por el tipo de aislamiento del cable, 1680 €/avería).



Estos datos desvelan el ahorro que, para el mantenimiento de las líneas eléctricas (y lo mismo para el de cualquier tipo de cables), supone el alojar los cables en galerías de servicio accesibles y visitables, que permiten una rápida localización de las averías, exenta de obra civil.

	Nº averías/año	Coste/avería (€)	Coste anual de obra civil (€)
Baja Tensión	1.900	720	1.368.000
Media Tensión	730	1.680	1.226.400

Repercusión de la obra civil en la reparación de averías en la ciudad de Barcelona durante el año 2002

Si además se tiene en cuenta que las propias actividades de localización de averías son también la causa de más del 25 % por obras de terceros en la vía pública, causa de incidencias en otros servicios, por la interceptación de los mismos al acceder al subsuelo urbano, se entenderá la rentabilidad económica de las galerías de servicio, anteriormente comentada.

Los trabajos que se realizan en una gran ciudad por compañías de servicios, en vía pública en un año, se estiman en 18.000 de los cuales el 75% corresponden a reparaciones de conducciones o instalaciones. Por lo tanto, además del beneficio económico comentado, cabe resaltar el beneficio social que generaría la reducción de las obras en vía pública de las grandes ciudades que provocan continuas afectaciones al tránsito rodado y de viandantes, inconvenientes que se eliminarían, en gran medida, si los servicios están alojados en galerías subterráneas, al no incidir negativamente en la superficie en caso de reparaciones o mejoras de red de empresas de servicios.

En un estudio realizado [Pascual, 1989] se estimó que la tasa real de rentabilidad privada (TIR\*) para este tipo de infraestructuras es del orden del 7% y la social o total (TIR) resulta superior al 30%. La rentabilidad efectivamente alcanzada es muy sensible al ritmo de ocupación; así en el caso de ocupación completa desde el primer año las tasas de rentabilidad privada y social serían del orden del 40% y 900% respectivamente.



#### **5.4.2. Beneficios medioambientales de la utilización de galerías de servicios**

Uno de los principales aspectos que presentan las galerías de servicios es el ahorro de espacio, lo que produce un beneficio medioambiental claro, al suponer una reserva de espacio sobre un bien colectivo, como es el suelo.

La ciudad necesita, para su sostenibilidad, espacios de reserva, tanto para la ubicación provisional de servicios, como para el diseño de nuevos proyectos urbanos que se adapten a las nuevas necesidades sociales de sus habitantes.

Otro aspecto positivo, desde el punto de vista medioambiental, es la eliminación de la superficie de elementos, como las redes eléctricas de media y alta tensión o las de telefonía, generadoras de campos electromagnéticos, potencialmente perjudiciales para la salud de los ciudadanos. Cuando estas redes se ubican en el subsuelo se produce un apantallamiento de las ondas electromagnéticas reduciéndose su posible efecto nocivo.





## **6. CAPTACIÓN DE ADHESIONES POR LAS EMPRESAS DEL POLÍGONO AL PROTOCOLO POR LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

### **6.1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN**

Es objeto de este capítulo desarrollar la medida 4.1, descrita en el documento “Estudio implantación de medidas de sostenibilidad aplicables a polígonos industriales de la Región de Murcia”, publicado por la Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

**Acuerdo Voluntario  
por la Responsabilidad Ambiental  
REGIÓN DE MURCIA**



Etapa 1: Elaborar y publicar documento recopilatorio de posibles medidas a adoptar por las diferentes empresas del polígono. Indicando descripción de su implantación, dificultad y costes aproximados de implantación y sus beneficios. Este documento incluirá medidas acordes al tipo de empresas asentadas en el polígono al que va dirigido.

Etapa 2: Elaborar y publicar documento sobre el “PROTOCOLO GENERAL ENTRE LA CONSEJERÍA DE INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE Y ORGANIZACIONES REPRESENTATIVAS DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA REGIÓN PARA FOMENTAR LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL MARCO DEL PACTO SOCIAL POR EL MEDIO AMBIENTE”.



Etapa 3: Difundir entre las empresas integrantes del polígono las publicaciones anteriores más los compromisos propios del polígono.

Etapa 4: Facilitar información, gestión y tramitación a las empresas:

- Conseguir acercamiento con las empresas facilitando personas y formas de contacto en caso de adhesiones o dudas sobre el protocolo.
- Facilitar un experto técnico que asesore de forma periódica en materia de desarrollo sostenible a las empresas que deseen su adhesión y estén en fase de elaboración de declaración de compromisos de responsabilidad ambiental.
- Asignar una persona que se responsabilice de la tramitación y gestión de adhesiones, declaraciones, participación en premios...

Etapa 5: Con periodicidad semestral informar a las empresas del polígono aspectos relativos al protocolo como:

- Noticias y eventos relacionados con el “protocolo”
- Estado y resultados de los compromisos del polígono
- Listado de empresas del polígono adheridas y sus compromisos



### **6.1.1. Dificultad de implantación:**

La dificultad de implantación es baja y, con una alta oportunidad de mejora medioambiental si se consigue un acercamiento adecuado.



### **6.1.2. Beneficios esperados:**

- Aumentar la conciencia en materia de desarrollo sostenible y respeto por el medioambiente
- Aumentar acciones de desarrollo sostenible entre las empresas del polígono



## **6.2.DOSSIER DOCUMENTACIÓN INICIAL**

Como paso inicial resulta imprescindible crear los documentos que sirvan de base para su divulgación entre las empresas del Polígono Industrial Oeste. En resumidas cuentas estos documentos son: documento de ejemplos de medidas y documento explicativo del protocolo. Ambos documentos se desarrollan en apartados posteriores.

Además, los anteriores documentos serán difundidos junto que documentación que difunda los compromisos supraempresariales (los que se refieren al Polígono Industrial Oeste) y formas o puntos de contacto para aclarar y/o ampliar información.

### **6.2.1. Ejemplos medidas propuestas**

Es de gran utilidad facilitar a las empresas integrantes del Polígono Industrial Oeste una recopilación con información resumida y concisa sobre posibles actuaciones que pueden afrontar y con las que dan cumplimiento a los objetivos enunciados en el compromiso de la responsabilidad ambiental.

Entre las actuaciones incluiremos las siguientes:

#### **6.2.1.1. Reutilizar aguas grises en inodoros u otros puntos de consumo que no precisen de aguas frescas**

La reutilización de aguas grises procedentes de duchas y lavabos para su uso en inodoros u otros puntos de consumo es una de las medidas más racionales en cuanto a uso de agua se refiere puesto que se optimizan calidades de agua a cada uso y se alarga el ciclo de vida del agua. Como ejemplo indicamos que una persona consume entre 20 y 25 m<sup>3</sup>/año de agua potable en la cisterna del inodoro.



Los sistemas de reutilización se caracterizan por disponer de una red de distribución de fontanería independiente y un sistema de depuración.

Entre los beneficios de la reutilización de las aguas grises incluyen un menor uso de las aguas frescas, un menor caudal a las fosas sépticas o plantas de tratamiento, una purificación altamente efectiva, un menor uso de energía y químicas por bombeo y tratamiento.

Con un sistema de reutilización de aguas grises podemos ahorrar entre un 30% y un 45% del agua potable.

#### 6.2.1.2. Recogida de aguas pluviales y su uso en detrimento de agua potable

Se trata de captar el agua de lluvia recogida en las cubiertas de las construcciones y canalizarla hasta un depósito. El agua de lluvia es utilizada con total garantía en aplicaciones en las que no es necesario el consumo de agua potable: inodoros, regadíos, lavado de ropa y coches, etc.

Se aprovecha un recurso desperdiciado y gratuito que evita el consumo innecesario de agua potable.

Entre los beneficios que presenta encontramos:

- Ahorro del agua potable usada para riego de jardines.
- No es necesaria su depuración ni su transporte a largas distancias.
- Proporciona una mayor eficiencia en el lavado.
- No se producen calcificaciones.
- Produce compensaciones en los alcantarillados cuando se producen volúmenes de lluvias anormales.

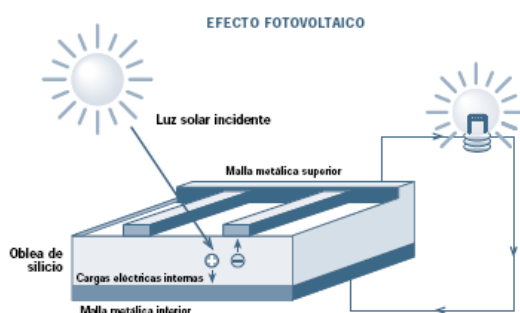


### 6.2.1.3. Instalación de placas solares fotovoltaicas sobre la cubierta de la nave

La energía solar eléctrica, o fotovoltaica que es como más comúnmente se la conoce, es una energía limpia y renovable, de fácil instalación y mantenimiento.

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el Sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del Sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.



Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.



- Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento silencioso.

Actualmente el mercado nacional es bastante maduro en cuanto a la instalación, mantenimiento y explotación de este tipo de instalaciones. Siendo manifiesta su buena rentabilidad económica a la par que ofrece un beneficio medioambiental y un impacto social positivo.

El tipo de instalación propuesto es el de “sistema conectado a la red eléctrica”.

En los núcleos de población que disponen de fluido eléctrico, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos es una solución idónea para contribuir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. Esta aplicación se ajusta muy bien a la curva de demanda de la electricidad. El momento en que más energía generan los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.

Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una minicentral eléctrica que inyecta kWh verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados.

Para que estas instalaciones sean técnicamente viables es necesario:

- La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.
- La determinación, con la compañía distribuidora, del punto de conexión.



- Proyectar un sistema que incluya equipos de generación y transformación de primera calidad, con las protecciones establecidas y debidamente verificados y garantizados por los fabricantes, de acuerdo a la legislación vigente.
- Una instalación realizada por un instalador cualificado.

En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo propio de electricidad, simplificando enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión prevista y el espacio disponible.

Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio superior.

En la siguiente tabla se presenta de forma esquemática los posibles escenarios en función del tamaño de la instalación a ejecutar.

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Energía estimada producida (kWh/año)	140.100	105.075	70.050	35.025
Potencia estimada instalación (kWp)	89,93	67,45	44,96	22,48
Superficie total estimada necesaria (m2)	1.314	985	657	328
Superficie estimada en paneles (m2)	726	544	363	181
Ingresos económicos (€/año)	52.401,31	39.300,98	26.200,65	13.100,33
Reducción de CO2 (Tn/año)	126,25	94,69	63,12	31,56
Inversión (€)	635.041,60	476.281,20	317.520,80	158.760,40

El periodo de retorno simple suele encontrarse entre 8 y 9 años en función del porcentaje de subvención sobre la inversión asumido por las administraciones públicas.





#### 6.2.1.4. Instalación de placas solares térmicas para la producción de Agua Caliente Sanitaria

El Sol es un gigantesco reactor de fusión continuo, constituido por diferentes gases retenidos por fuerzas gravitatorias. La energía procedente del Sol es radiada al espacio mediante ondas electromagnéticas. La energía solar térmica aprovecha esta radiación para generar calor y utilizarlo en distintas aplicaciones. Y encontramos que la Región de Murcia es una de las más favorecidas por la radiación solar en España.

La radiación que nos llega a la superficie terrestre es, por término medio, de unos 900 W/m<sup>2</sup>. En días claros, la Región de Murcia puede recibir más de 1 kW/m<sup>2</sup> de radiación solar.

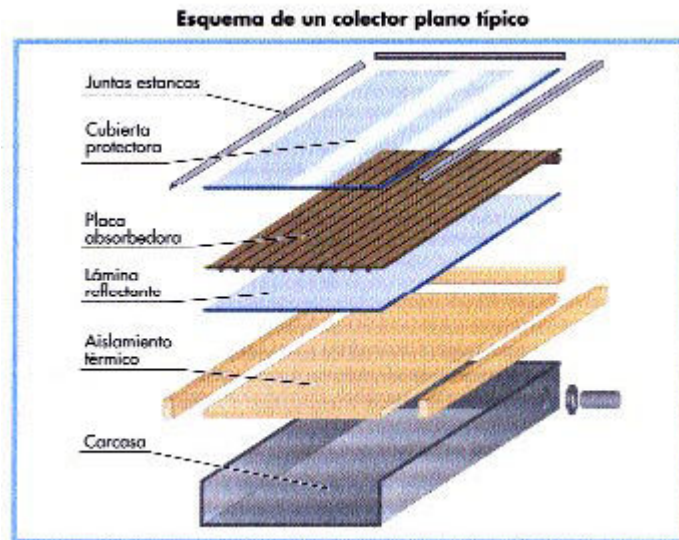
Las instalaciones que nos ocupan se clasifican dentro del grupo de aprovechamiento de energía solar térmica activa de baja temperatura.

Se considera energía solar térmica de baja temperatura aquella que trabaja por debajo del punto de ebullición del agua (100 °C a la presión atmosférica). Para aprovecharla se utilizan elementos captadores diseñados a tal efecto. Los más representativos son los colectores solares planos y, están compuestos por los siguientes elementos:

- Superficie captadora: Es la parte fundamental del colector solar. Su misión es absorber la máxima cantidad de la radiación que le llega. Está formada por una serie de tubos (normalmente de cobre) o conductos (suelen ser de aluminio) por los que circula el fluido que debe ser calentado (denominado fluido caloportador, que normalmente es agua), y una superficie de captación que transforma en calor la energía radiante y la transmite al sistema de conducciones. La superficie sobre la que inciden los rayos solares debe ser convenientemente tratada para aumentar al máximo la energía absorbida (alta absorbancia), reduciendo al mínimo la emisión de energía de los tubos al exterior (baja emitancia). A este tratamiento se le denomina recubrimiento selectivo. Cada fabricante utiliza su propio recubrimiento, fruto de su investigación. En general, todos ellos están basados en óxidos de cobre y negro de cobre y níquel.



- **Cubierta transparente:** Tiene por objeto reducir las pérdidas, creando un efecto invernadero, así como proteger de la intemperie la superficie absorbadora. Normalmente son de vidrio con bajo contenido en hierro (para limitar su absorbancia) y de un espesor superior a 4 mm. También existen cubiertas de plástico, menos frágiles que las de vidrio y más económicas; sin embargo sufren rápidamente un gran deterioro por su exposición directa y continua a la radiación solar. La utilización de dos cubiertas mejora el rendimiento en condiciones de alta temperatura en el colector, mientras que a temperaturas normales de funcionamiento, la resistencia térmica de la doble barrera, disminuye levemente su rendimiento. Además, es más caro y hace más pesado el colector.
- **Aislamiento térmico:** El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fondo, bajo la superficie absorbente, como en los laterales, con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa. Los materiales más usados son la lana de roca, fibra de vidrio, espuma rígida de poliuretano y poliestireno expandido. Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto, evitar el paso de humedad y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste.
- **Carcasa:** Es el elemento que recoge el resto de los componentes del colector, dándole la rigidez y estanqueidad necesarias al conjunto. Aunque también puede ser de material plástico (sufriendo un rápido deterioro), suele ser metálica (aluminio o acero inoxidable). En cualquier caso, debe cumplir los siguientes requisitos:
  - Rigidez y resistencia estructural que asegure su estabilidad dimensional.
  - Estanqueidad en el grado necesario.
  - Resistencia a la intemperie.
- **Juntas:** Permiten la estanqueidad entre la cubierta y la carcasa, pudiendo ser de caucho o silicona que soporte alta temperatura.



La instalación constará de los siguientes elementos:

- Sistema captador: Constituido por el conjunto de colectores debidamente conexiados. Son los receptores de la radiación solar, a través del fluido caloportador, que normalmente es agua.
- Sistema de acumulación: Debido a los ciclos día-noche ocasionados por el movimiento de rotación de la Tierra, y dado que el momento de utilización de la energía no tiene por qué coincidir con las horas en las que calienta el Sol, se hace necesario un sistema de acumulación. Este sistema está compuesto por uno o más depósitos (según el tamaño de la instalación) conectados al sistema captador, del cual reciben el agua caliente. Por regla general tienen una disposición vertical para favorecer la estratificación térmica (aguas calientes arriba – aguas frías abajo). Deben disponerse, debidamente calorifugados, en alguna sala cerrada, con el fin de reducir las pérdidas.
- Sistema de intercambio: En muchas ocasiones, cuando el tamaño de la instalación es considerable, o cuando la calidad del agua así lo recomienda (aguas duras), interesa hacer pasar por el sistema captador un fluido diferente del agua de utilización final. En estos casos el fluido caloportador es agua tratada con anticongelantes (glicoles), que circula por un circuito primario entre el sistema



captador y un sistema de intercambio térmico. Otro circuito secundario, ya utilizando agua de la red, se encargará de recuperar esta energía del intercambiador de calor hasta los depósitos de acumulación, y de éstos, hasta su utilización.

- Sistema de energía auxiliar: Todas las aplicaciones de energía solar requieren un sistema de apoyo que utilice una energía auxiliar. En efecto, las instalaciones solares no se diseñan para suministrar el 100 % de las necesidades a partir de la radiación recibida del Sol, sino que, en algunos meses de utilización, se requerirá otra energía (electricidad, gas natural, propano, etc) para completar la demanda.
- Sistema hidráulico: Todo sistema solar constituye una instalación hidráulica en sí misma. Lo ideal es concebir, en fase de diseño, un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado (manuales o automatizadas). En caso de instalación para agua caliente sanitaria, el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en la normativa de aplicación.
- Sistema de control: Es un dispositivo clave para el correcto funcionamiento de la instalación. Evitará someter sus equipos a determinadas condiciones extremas que puedan provocar averías. También tiene por objetivo optimizar el rendimiento global de la instalación, automatizando la operación de válvulas y bombas. Operará teniendo en función de la complejidad de la instalación, y de la disponibilidad y demanda de energía en cada momento. En general funciona recibiendo datos de diferentes sensores térmicos y de presión (termostatos y presostatos), procesando la información y actuando sobre los elementos activos: válvulas y bombas. En una instalación sencilla, una regulación básica consistiría en la comparación de las temperaturas del agua a la salida del colector y en el depósito de almacenamiento. De esta manera, la bomba de circulación solamente entrará en funcionamiento cuando la temperatura del agua a la salida de los colectores sea un tanto superior a la del agua en los depósitos.

En esta medida se ha analizado la posibilidad de cubrir la energía necesaria para calentar el agua de duchas y lavabos en aseos y para procesos que requieran de agua caliente a baja temperatura.



Como ejemplo se considera una instalación con un uso equivalente de duchas y lavabos de 20 personas/día. A continuación se indican de forma esquemática los datos de ahorro e inversión más significativos:

Cobertura %	67,6
Superficie de captación (m2)	10
Superficie útil (m2)	20
Ahorro energético (te/año)	6.791
Ahorro energético (kWh/año)	7.896
Ahorro económico (€/año)	639,6
Reducción emisión CO2 (Tn/año)	7,11
Inversión (€)	6.100

El periodo de retorno simple, variable en función del porcentaje de subvención sobre la inversión asumido por las administraciones públicas, se encuentra en torno a los 6,7 años con una subvención del 30%.

#### 6.2.1.5. Mejora del nivel de aislamiento en la edificación y conductos de fluidos térmicos

El aislamiento térmico se convierte en "un actor fundamental" para alcanzar fines de ahorro y eficiencia energética, al ser la medida "más sencilla, fiable, de menor coste y plazo de amortización y que conlleva un mayor ahorro de energía, además de proporcionar bienestar para el usuario".



La inversión necesaria para reducir la emisión de CO<sub>2</sub> por medio de aislamiento es el método más eficiente. Así por ejemplo, en comparación con la inversión en “ACS solar” supone para la misma reducción de CO<sub>2</sub> un coste 8 veces.

Los beneficios que encontramos implantando esta medida fundamentalmente son la reducción de emisión de CO<sub>2</sub> y el ahorro en la facturación energética.

#### 6.2.1.6. Realización de auditoría energética en iluminación exterior

Se recomienda llevar a cabo una auditoría energética de la instalación de alumbrado, previa modificación de alguna parte de la instalación o previa puesta en marcha de un programa de gestión de mantenimiento. La auditoría irá orientada a estudiar las mejoras y modificaciones necesarias para optimizar el funcionamiento y explotación de la instalación y contendrá:

##### *Relación de instalaciones*

El primer paso consiste en confeccionar una relación exhaustiva de las características y tipos de materiales utilizados en la instalación.

- Análisis de la situación actual

Para analizar la situación y comportamiento de las instalaciones es necesario realizar una toma de datos y mediciones de campo:

- Inventario
- Determinación de niveles de iluminación
- Consumos históricos
- Mediciones
  - Medición del factor de potencia
  - Medición de tensión de alimentación



- Consumos, etc.
- Condiciones de utilización y explotación

### *Diagnóstico de las instalaciones*

Con los datos recogidos se efectuará un diagnóstico de la situación que incluirá los siguientes aspectos:

- Descripción del sistema utilizado
- Análisis del nivel del servicio prestado (comparando los parámetros existentes con los de guías técnicas de reconocido prestigio, analizando sus desviaciones y causas)
- Examen de las condiciones energéticas del sistema, obteniendo la eficiencia energética de la instalación, observando desviaciones con respecto a guías técnicas de reconocido prestigio y analizando sus causas
- Estudio de las condiciones de contratación eléctrica

### *Mejoras, modificaciones y optimización de la instalación*

Una vez analizada la situación actual deberá estudiarse la necesidad de realizar cambios o modificaciones que contribuyan a mejorar y optimizar el funcionamiento y explotación de la instalación.

En cada una de las medidas estudiadas se valorará la inversión, el ahorro energético y económico previsto, así como la dificultad que supone su implantación.

### *Gestión del mantenimiento*

Una vez efectuada la auditoría de las instalaciones y, como consecuencia de la misma, llevado a cabo el plan de mejoras y modificaciones, se ejecutará un seguimiento y control del conjunto de las instalaciones, en especial de sus averías y de su eficiencia energética.



6.2.1.7. DetECCIÓN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA REALIZANDO AUDITORÍA ENERGÉTICA

La auditoría energética es un proceso sistemático mediante el cual:

- Se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa.
- Se detectan los factores que afectan al consumo de energía.
- Se identifican, evalúan y ordenan las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.

La empresa auditada, a la vista del informe final, que explica y resume toda la auditoría, podría completarla con los siguientes aspectos dándole mayor valor añadido.

- Diseño de la “gestión energética de la empresa”
  - Procedimientos para monitorizar los consumos energéticos.
  - Relación con los sistemas de gestión medioambiental, calidad, seguridad e higiene.
- Formación y entrenamiento energético del personal
  - Gerencia y cuadros responsables.
  - Personal de mantenimiento.
- Implementación de las medidas de ahorro detectadas
  - Sin coste.
  - De coste reducido.
  - De coste elevado.





6.2.1.8. DetECCIÓN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA REALIZANDO ESTUDIO SECTORIAL ENERGÉTICO Y BENCHMARKING

El “benchmarking” energético es una búsqueda de la excelencia energética. Es un proceso lento y que requiere una participación muy proactiva de las empresas y personas participantes.

*Toma de datos*

Durante la realización de los prediagnósticos y la auditorías energéticas se recopilan, en cada empresa visitada, un conjunto de datos básicos: producciones, consumos de electricidad y combustibles y los costes energéticos.

Estos datos se analizan y se relacionan entre sí para determinar unos indicadores energéticos: consumos específicos y, a ser posible, costes energéticos para los distintos productos elaborados.

Cuando se estudian posibles mejoras energéticas se plantean soluciones tradicionales o novedosas, así como la utilización de buenas prácticas energéticas en la empresa.

*Benchmarking*

El “benchmarking” energético (estudio comparativo) se desarrolla para conocer el estado del consumo energético de varias empresas del mismo sector, y comparar de manera sistematizada las distintas características del consumo de energía.

Es una información muy valiosa para detectar la excelencia energética y así, tomar decisiones sobre reformas o nuevas inversiones, sin tener que reinventar desde cero, reduciendo costos y tiempo.

El benchmarking debe incluir distintos elementos, para que sea efectivo:



- Variables energéticas a comparar y las condiciones de comparación. Importancia relativa de cada variable.
- Características similares entre empresas estudiadas.
- Elementos evaluados. Clasificación y agrupación: características y valores.
- Proyectos innovadores, ventajas competitivas, deficiencias y áreas de oportunidad.

#### *Elaboración de “mejores prácticas”*

Las mejores prácticas son “recetas” identificadas por la experiencia conjunta de muchos usuarios y expertos en energía, sobre la mejor forma de diseñar, desarrollar, implantar, operar y mantener los sistemas productivos y los servicios de las fábricas para conseguir una mayor eficiencia energética en un ámbito determinado.

La realización de los prediagnósticos y auditorías permite recopilar las mejores prácticas energéticas desarrolladas intuitivamente en las fábricas visitadas, y su posterior normalización y presentación para provecho del colectivo industrial.

#### 6.2.1.9. Incorporación a las instalaciones de aire acondicionado sistemas de zonificación y “freecooling”

#### *FREECOOLING*

El control freecooling es un sistema por el que se obtiene un enfriamiento gratuito del local a acondicionar, introduciendo en este aire exterior cuando las condiciones son favorables, actuando como primera etapa de frío. El sistema freecooling termostático mide la temperatura del aire exterior, comparándola con la del local a acondicionar y, el sistema freecooling entálpico mide y se compara la entalpía del aire exterior con la del local a acondicionar.



## *ZONIFICACIÓN*

La zonificación por conductos consiste en controlar la entrada de aire a cada zona de forma independiente. Esto se consigue con una rejilla de impulsión motorizada comandada por el termostato de la zona.

Este sistema nos aporta:

- Desconectar las zonas desocupadas y utilizar sólo la cantidad justa de energía en cada espacio a climatizar, lo que genera un ahorro energético y económico.
- Optimizar la potencia frigorífica, se instalan equipos de menor potencia, y esto conlleva una reducción en: costo económico, dimensión, nivel sonoro, consumo eléctrico.
- Asegurar el confort en cada zona ya que se permite la elección de la temperatura de cada zona.

La incorporación de los sistemas descritos permitiría una reducción de emisión de CO2 y ahorro en la facturación energética en torno al 50%.

### 6.2.1.10. Incorporación de dispositivos economizadores de agua en las instalaciones de fontanería

Se trata de utilizar o implantar medidas correctoras sobre el equipamiento existente o nuevo con los siguientes dispositivos:

- Perlizadores, reductores volumétricos
- Grifería termostática, anillos de recirculación, mezcladores termostáticos, griferías temporizadas, grifería ecológica
- Contrapesos para WC, mecanismos de doble pulsador, fluxores



En función del dispositivo incorporado se obtienen ahorros entre un 40% y 75% del agua consumida en el punto intervenido. Además, cuando se trata de agua caliente, el menor caudal que debemos calentar supone también un ahorro energético y reducción de CO2 importante.

Las soluciones propuestas son de bajo coste con un periodo de recuperación de la inversión en torno a 2 meses. Por ejemplo, el perlizador basado en efecto Venturi, con ahorros entre el 40% y el 70% tiene un coste aproximado de 14 €.

#### 6.2.1.11. Implantación de microgeneración (trigeneración) utilizando gas natural como combustible.

La microgeneración es una tecnología que permite la producción de energía eléctrica y térmica utilizando como combustible el gas natural. De este modo las distintas actividades podrían producir su propia energía eléctrica consumida, además de cubrir las necesidades de aire acondicionado utilizando como combustible principal gas natural.

La medida pasa por incorporar equipos de microgeneración con potencias consumidas entre 50 y 500 kW.

El objeto es cubrir necesidades térmicas (frío y calor) y eléctricas con los equipos de microgeneración.

El término cogeneración se utiliza para definir aquellos procesos en los que se produce simultáneamente energía eléctrica y energía calorífica y/o frigorífica a partir de un combustible diesel o gas.

La generación simultánea de electricidad y calor en las plantas de cogeneración permite un incomparable grado de aprovechamiento de la energía del combustible. La implantación de estos sistemas supone una reducción de emisiones de CO2 y ahorro en la facturación eléctrica.



#### 6.2.1.12. Reducción del consumo de papel

Con actuaciones como:

- Utilización de papal reciclado
- Impresión por las dos caras
- Distribución interna de documentación en formato informático
- Reutilizar todo el papel que haya sido impreso sólo por una cara para imprimir borradores, fabricar bloc de notas, etc
- Sustitución del papel por documentos en soporte informático, en todas las comunicaciones internas y, en lo posible, en las externas.

#### 6.2.1.13. Mejora de la eficiencia en el transporte

Con actuaciones como:

- Elaborar plan de movilidad de empresa
- Modernizar flota automovilística con vehículos de menor consumo
- Fomento y divulgación de programas de movilidad sostenible y uso de transporte público o compartiendo vehículos.

#### 6.2.1.14. Reducción de residuos:

Con actuaciones como:

- Aprovechamiento de materiales valorizables
- Utilización de tóner recargable en los equipos de impresión
- Reutilización interna de embalajes, planchas y palets.
- Utilizar envases que puedan ser reutilizables.



- Construcción de maquinaria, equipos e instalaciones de acero inoxidable en lugar de galvanizado u otros materiales, para alargar su vida útil.
- Separación de residuos en origen, papel, cartón, vidrio, plástico, baterías, aceites, etc.
- Multicontenedores ecológicos en plantas industriales.
- Utilización de aceites de vida útil prolongada.
- Mejora de los sistemas de mantenimiento de maquinaria y equipos industriales, para alargar su vida útil.
- Instalación de variadores de frecuencia para mayor duración de los motores eléctricos.
- Mantenimiento correcto de baterías, para aumentar su vida útil.
- Adquirir herramientas, útiles y maquinaria que sean más duraderos, de forma que se reduzca el consumo y la generación de residuos.
- Reutilización interna de embalajes, planchas y palets.
- Utilización de tóner de impresora y de fotocopidora, y cartuchos de impresoras reciclados

*6.2.1.15. Otras medidas de reducción de consumo energético:*

Con actuaciones como:

- Instalación de sistema de encendido y apagado automático de luminarias en pasillos y servicios higiénicos etc.
- Modernización con parámetros de ecodiseño de la instalación de iluminación
- Incorporación de elementos de domótica para la gestión y control del edificio
- Monitorización de los centros de transformación
- Instalación de elementos reductores de flujo en torres de alumbrado
- Aprovechamiento de la iluminación natural, manteniendo limpias las ventanas y abriendo las persianas.
- Configurar los ordenadores en “ahorro de energía”

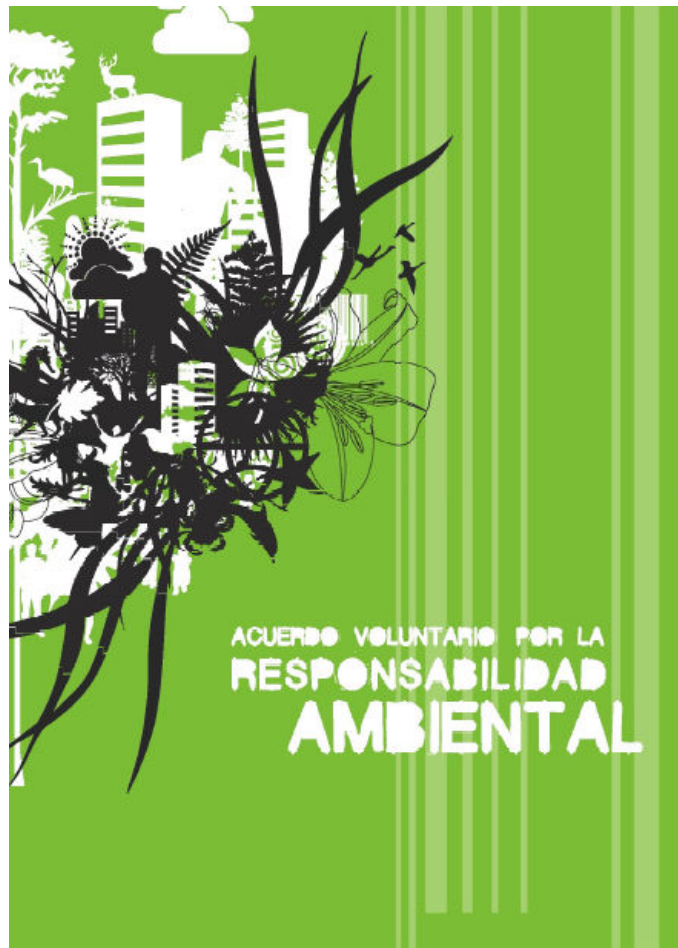


- Apagar el ordenador, impresoras y demás aparatos eléctricos una vez finalice la jornada de trabajo.
- Mantener la temperatura aproximadamente 20°C en invierno y aproximadamente en 24°C en verano.
- Sustitución progresiva de las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes, por bombillas de bajo consumo
- Reducción de pérdidas de energía eléctrica por compensación en reactiva



### **6.2.2. Protocolo**

El documento al que se hace mención en la etapa 2 ya ha sido elaborado y publicado por la Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Región de Murcia, en un documento titulado “ACUERDO VOLUNTARIO POR LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL” accesible entre otras formas a través de la web [www.ecorresponsabilidad.es](http://www.ecorresponsabilidad.es)







### **6.3.SEGUIMIENTO PERIÓDICO**

Al tratarse esta de una medida de educación y sensibilización sobre las empresas del Polígono Industrial Oeste, deberá tenerse muy en cuenta la importancia de la persistencia en cuanto a la transmisión del mensaje.

Toda la documentación elaborada y publicada debe ser fácilmente accesible para las empresas por medio de diversos modos de comunicación. A través de correo postal, en soporte informático por email, verbalmente en convocatorias y reuniones de la asociación...

Además se dispondrán de personas de contacto; ya sean de la consejería, asociación o entidad externa colaboradora. La labor principal de las personas de contacto al servicio de las empresas del Polígono Industria Oeste es:

- Facilitar información sobre el protocolo y como adherirse.
- Facilitar un experto técnico que asesore de forma periódica en materia de desarrollo sostenible a las empresas que deseen su adhesión y estén en fase de elaboración de declaración de compromisos de responsabilidad ambiental.
- Asesorar en la tramitación y gestión de adhesiones, declaraciones, participación en premios...

Periódica y sistemáticamente se informará a las empresas del Polígono Industrial Oeste sobre los aspectos relativos al compromiso voluntario por el medio ambiente, en especial lo vinculante con el propio polígono. Así se divulgará un dossier con los siguientes contenidos mínimos:

- Noticias y eventos relacionados con el “protocolo”
- Descripción del grado de cumplimiento y resultados obtenidos con los compromisos adoptados por AEPIO
- Listado de empresas del Polígono Industrial Oeste adheridas, sus compromisos y posibles menciones como premios