



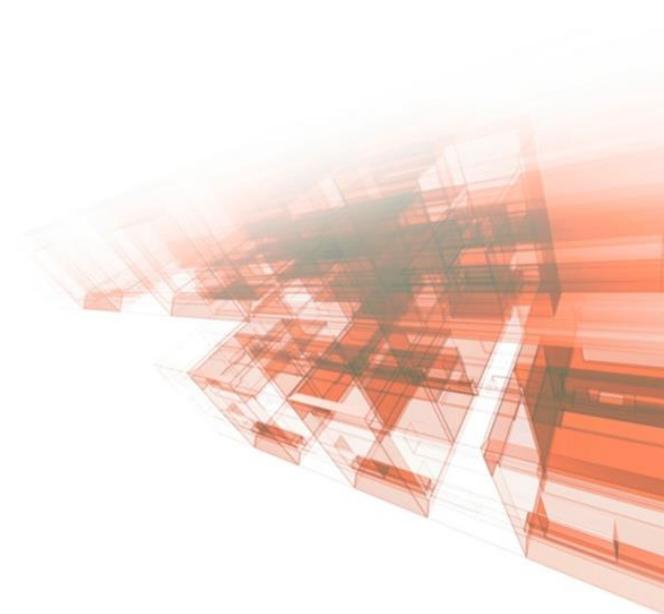
Isdefe

su mejor aliado

Instalaciones de EE.RR. en la Sede y las Lonjas de la Autoridad Portuaria de Vigo

Estudio de Viabilidad

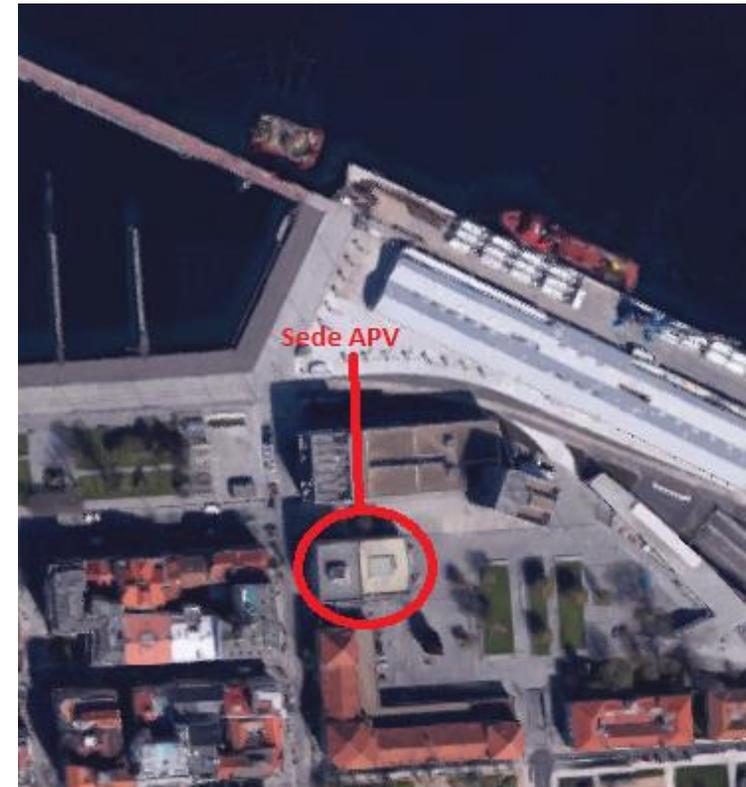
Mayo de 2018



Introducción

Objeto

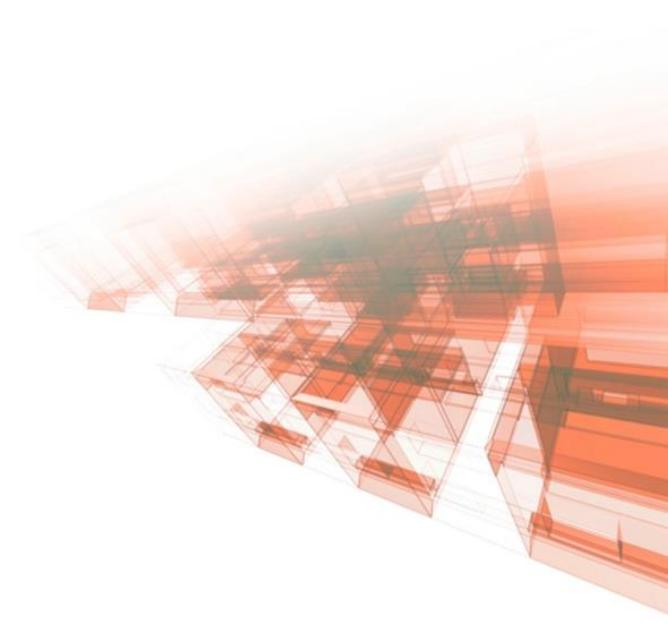
El objeto de los estudios es valorar las alternativas más viables para la **instalación de tecnología renovable** en determinadas dependencias de la Autoridad Portuaria de Vigo, con el objetivo de que **la Sede y las Lonjas de Altura y Bajura puedan consumir la energía generada por las mismas, mejorando así su autosuficiencia.**



Hipótesis de Partida

Los datos que se toman como base para la selección de las tecnologías a implantar y el dimensionamiento de las instalaciones, son los siguientes:

- **Instalación en régimen de Autoconsumo**, con base normativa en el RD 900/2015.
- La **energía** producida por las instalaciones será **destinada a los consumos propios** de la Autoridad Portuaria de Vigo (no se venderá a terceros).
- Selección de las tecnologías renovables en función del mejor **aprovechamiento de los recursos** existentes en la zona: **solar y eólica**.
- Búsqueda de la mayor **viabilidad técnica** en la implantación de las instalaciones, con el **menor impacto ambiental y visual**.
- **Reducción de las emisiones de CO₂** en el consumo eléctrico de la Autoridad Portuaria de Vigo y **aumento de la autosuficiencia** en las instalaciones.



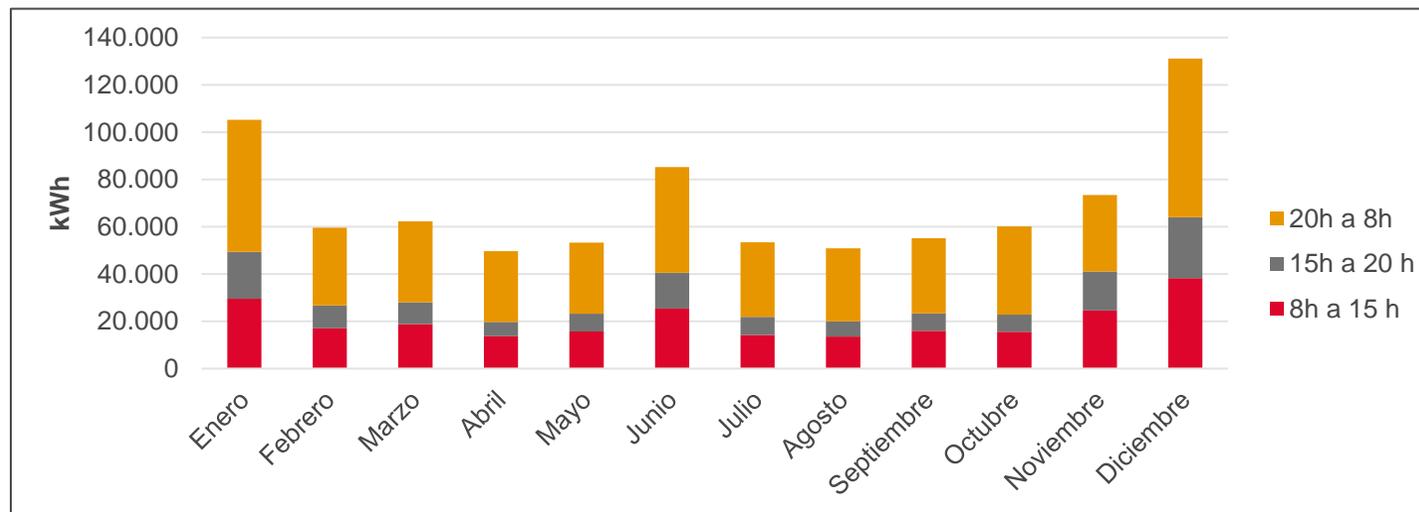
Sede de la Autoridad Portuaria de Vigo

Consumos 2017

La Sede de la APV comparte el contrato de suministro eléctrico con los muelles comerciales de la APV, y tiene las siguientes características:

- Tarifa 3.1A
- Potencia Contratada: 180, 215, 234 kW en períodos P1 a P3, respectivamente.

Dado el uso de estas instalaciones, se ha dividido su funcionamiento en tres franjas horarias, para separar las distintas ocupaciones que se realizan en el edificio, obteniendo los siguientes consumos para el año 2017 (**total 840 MWh**):



Fuente: Página Web Iberdrola Comercializadora (contrato de suministro ES0022000007350292TP Sede y Muelles Comerciales)

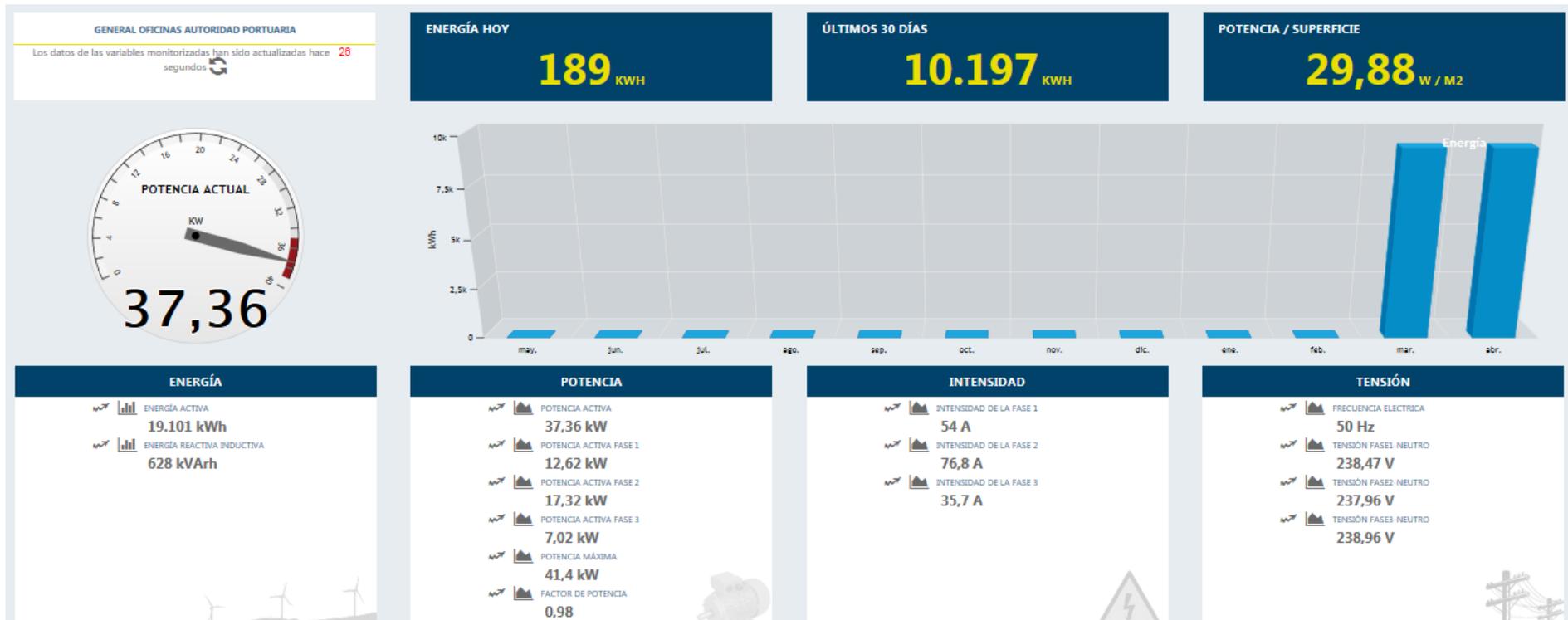
Plataforma de Gestión Energética: Consumos del edificio Sede de la APV



Instalaciones de EE.RR. en la Sede y las Lonjas de la Autoridad Portuaria de Vigo

Plataforma de Gestión Energética: Consumos del edificio Sede de la APV

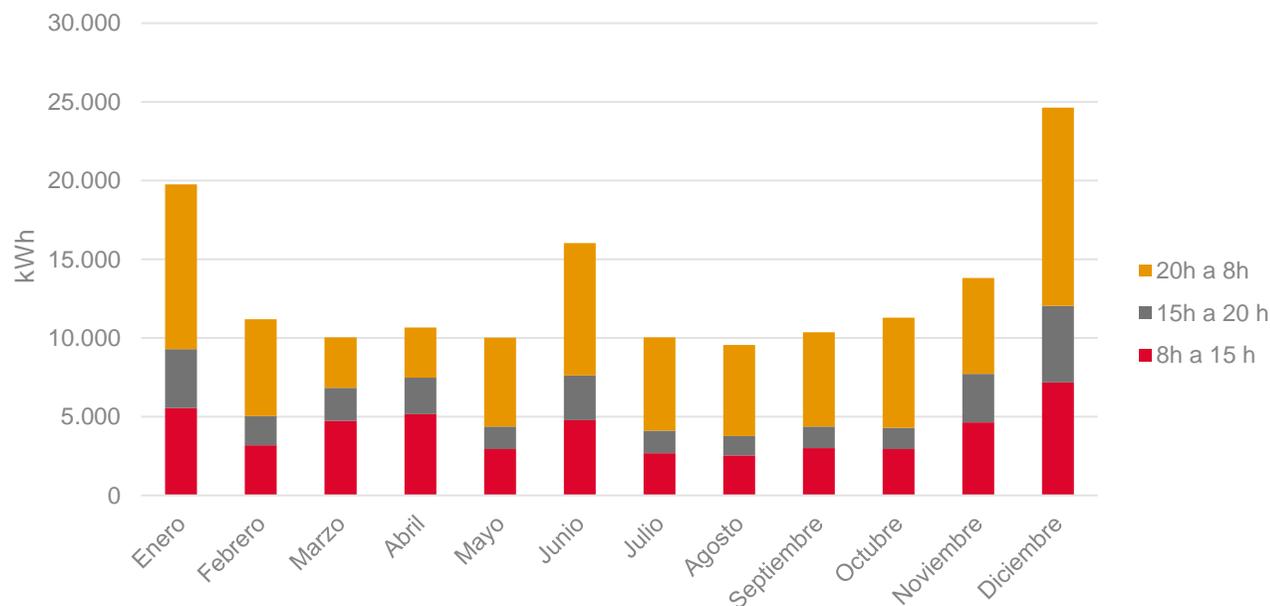
Se ha instalado un **analizador de redes** en el **Cuadro General de Baja Tensión de la Sede**. La información medida por este equipo es gestionada por medio de una **plataforma de telegestión** denominada **OTEA**, que permite el acceso a los diferentes parámetros medidos en el edificio.



Instalaciones de EE.RR. en la Sede y las Lonjas de la Autoridad Portuaria de Vigo

Estimación de Consumos 2018

La instalación del analizador de redes se llevó a cabo el día 1 de marzo, por lo que el **periodo considerado para la estimación del consumo es del 2 marzo al 30 de abril de 2018 (total estimado para el año 2018: 157,4 MWh).**



Estimación Consumos 2018 Sede

***NOTA:** El analizador mide únicamente los parámetros del edificio y el contrato de suministro eléctrico incluye además otros consumos de los muelles comerciales, por tanto los valores medidos no se corresponden con los facturados e indicados anteriormente. Los valores de consumo de los meses de marzo y abril, se corresponden con valores reales medidos.

Conclusiones sobre los consumos

Los consumos facturados y estimados no se ajustan al horario de funcionamiento del edificio (mayores en 3ª franja horaria, horario en el que el edificio está cerrado)

Sería conveniente utilizar un periodo mayor de datos reales de consumo del edificio para precisar la franja horaria de mayor consumo (previsiblemente la 1ª)

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Las características de las cubiertas del edificio limitan las posibles soluciones a proponer (únicas ubicaciones disponibles)

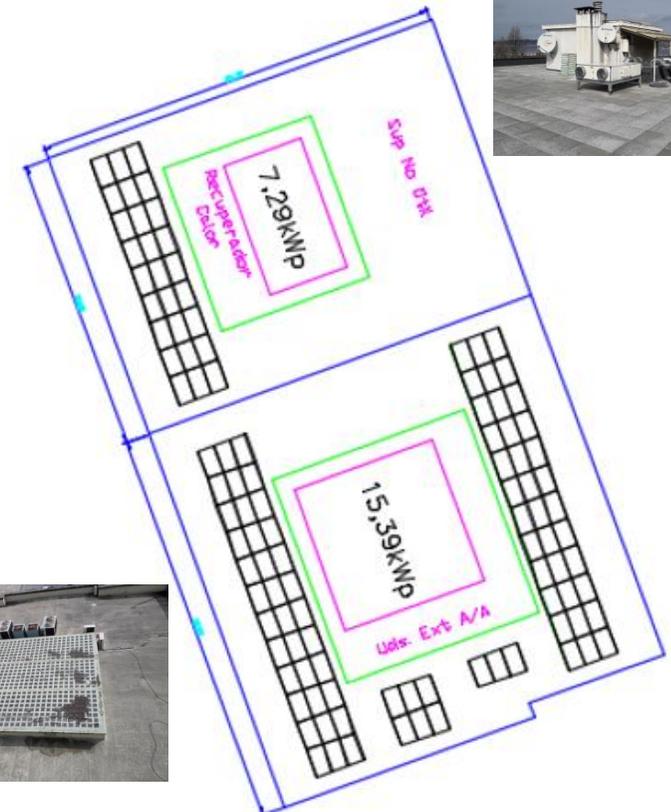
Se plantea como alternativa en tecnológica una Instalación Solar Fotovoltaica que permita cubrir parte de la demanda eléctrica diurna

Instalación Solar Fotovoltaica

La Sede de la APV cuenta con dos cubiertas planas y transitables situadas a distinta altura que se consideran ubicaciones adecuadas, teniendo en cuenta algunos elementos a la hora de ubicar las estructuras con los módulos fotovoltaicos y en relación a las sombras.

De forma esquemática, la instalación fotovoltaica sería la siguiente:

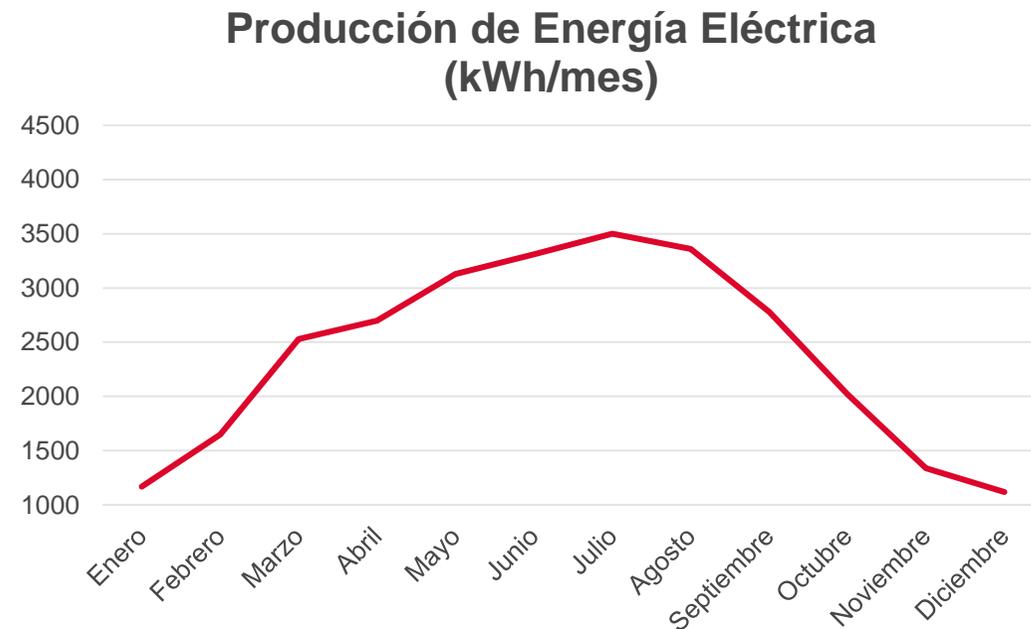
DATOS DE RADIACIÓN			
Localidad:	Vigo	Azimut:	0°
Provincia:	Pontevedra	Inclinación(β)	15°
Latitud:	42° 14' 26" N	Longitud:	8° 43' 13" O
CAMPO GENERADOR			
Módulo fotovoltaico:	270 Wp	Nº de módulos:	84
Conexión Inversor:	Trifásico	Nº de Inversores:	1
Potencia nominal de salida:	20,62 kW		
Área total de generador fotovoltaico:	137,2 m ²		



Instalación Solar Fotovoltaica

Los datos de producción de la instalación serían los siguientes:

Mes	Producción
Enero	1.170
Febrero	1.650
Marzo	2.530
Abril	2.700
Mayo	3.130
Junio	3.310
Julio	3.500
Agosto	3.360
Septiembre	2.780
Octubre	2.020
Noviembre	1.340
Diciembre	1.120
Total	28.610



Porcentaje de la **Demanda Estimada (solo Sede)** cubierto: **18,17%**

Porcentaje de la **Demanda Facturada (contrato suministro)** cubierto: **3,4%**

Instalación Solar Fotovoltaica

- ◆ Potencia instalada de generación inferior a 100 kW.
- ◆ Instalación conectada en la red interior del consumidor.
- ◆ Se considera que el consumidor y el titular de la instalación de producción son la misma persona física y jurídica.

Instalación Fotovoltaica en régimen de Autoconsumo **modalidad tipo 2** (potencia contratada superior a 100 kW)

Ahorro económico por la energía generada según tarifas de la empresa comercializadora

- **Inversión en la Instalación fotovoltaica (llave en mano: 22.680 €)**
- **Peajes a las redes de transporte y distribución, cargos a las modalidades de autoconsumo (según RD 900/2015, que establece cómo se aplica el Régimen Económico Transitorio al Autoconsumo)**

Resultados de Rentabilidad Económica para la Instalación Solar Fotovoltaica

Se ha realizado una simulación sobre la facturación del año 2017 bajo la hipótesis de que en la Sede hay una instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo, considerando que:

- Se aplican los componentes de facturación relativos al consumo del año 2017 por ser la única información anual disponible.
- Se utilizan los valores de peajes y cargos indicados en la Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para el año 2017.

Teniendo en cuenta lo anterior, la **rentabilidad de la instalación fotovoltaica en la Sede de la APV**, sería:



* Es posible reducir el periodo de retorno para la APV considerando ayudas a la inversión (**Plan de Ayudas IDAE - AGE**)

La producción de energía eléctrica mediante el uso de la instalación de generación distribuida planteada evitará la emisión de CO₂ en las siguientes cantidades:
Instalación Solar Fotovoltaica: 10,21 tn CO₂ evitadas

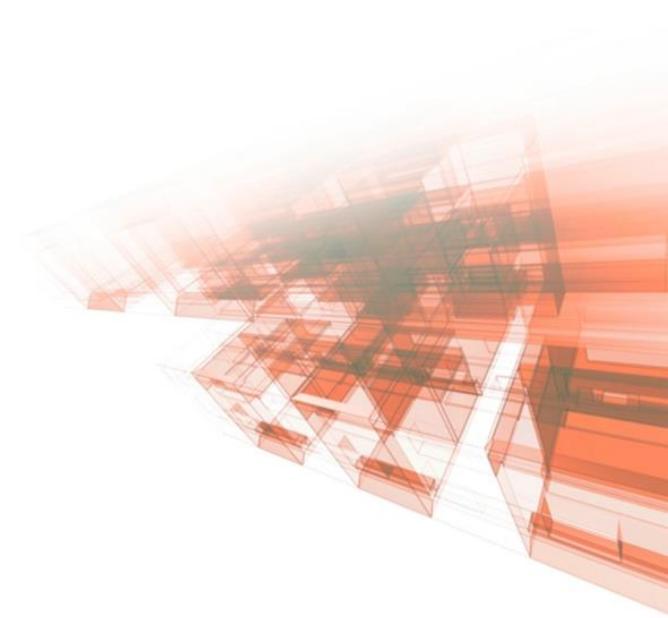
Puntos a tener en cuenta

La viabilidad económica de la instalación propuesta puede verse comprometida según la normativa aplicable a estas instalaciones, por lo que se recomienda valorar la **posibilidad de realizar un contrato individual para el consumo de la Sede** de la APV, lo que permitiría:

- Realizar un estudio energético del edificio en el que se identificaran medidas de ahorro energético que permitieran reducir la potencia de los equipos instalados y en consecuencia la de la potencia contratada.

Gracias a la plataforma OTEA, se ha podido comprobar que la **potencia demandada en el edificio** actualmente **no suele superar los 40 kW**.

- Realizar la **contratación del suministro energético** con una tarifa en baja tensión y potencia contratada inferior a 100 kW.
- Desarrollar la **instalación fotovoltaica propuesta bajo la modalidad de autoconsumo tipo 1**, con las siguientes ventajas:
 - ◆ Se simplifican los pasos para la tramitación y legalización de las instalaciones.
 - ◆ Se elimina la necesidad de inscripción en el Registro de Productores de Energía Eléctrica.



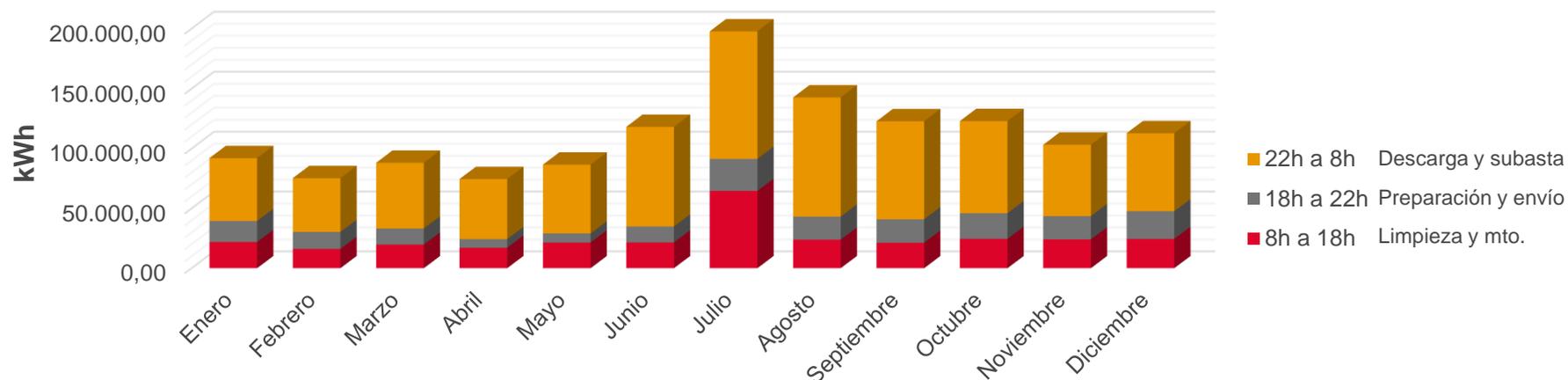
Lonjas de Altura y Bajura de la Autoridad Portuaria de Vigo

Consumos 2017

Las Lonjas de Altura y Bajura comparten el contrato de suministro eléctrico, que tiene las siguientes características:

- Tarifa 6.1A
- Potencia Contratada: 140, 160, 160, 170, 170 y 468 kW en períodos P1 a P6, respectivamente.

Dado el uso continuado de estas instalaciones, se ha dividido su uso en tres franjas horarias, para separar las distintas actividades que se realizan en los mismos, obteniendo los siguientes consumos para el año 2017 (**total 1,34 GWh**):



Fuente: **Página Web Iberdrola Comercializadora (contrato de suministro ES0022000007860461DZ Lonjas, alumbrado exterior y otros usos)**

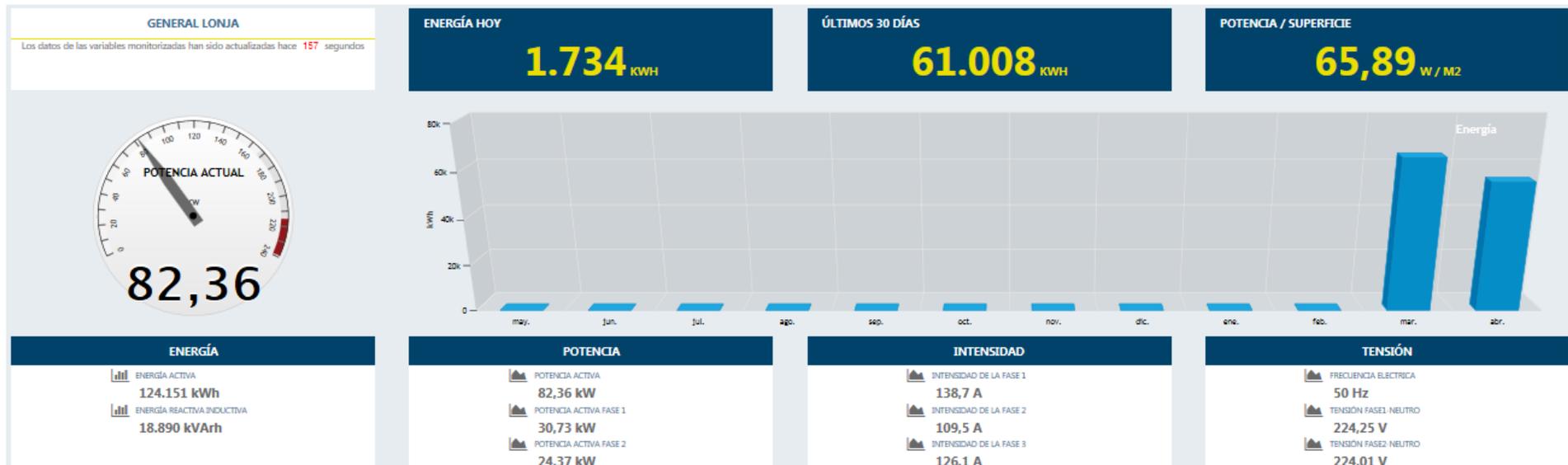
Plataforma de Gestión Energética: Consumos de las Lonjas de Altura y Bajura



Instalaciones de EE.RR. en la Sede y las Lonjas de la Autoridad Portuaria de Vigo

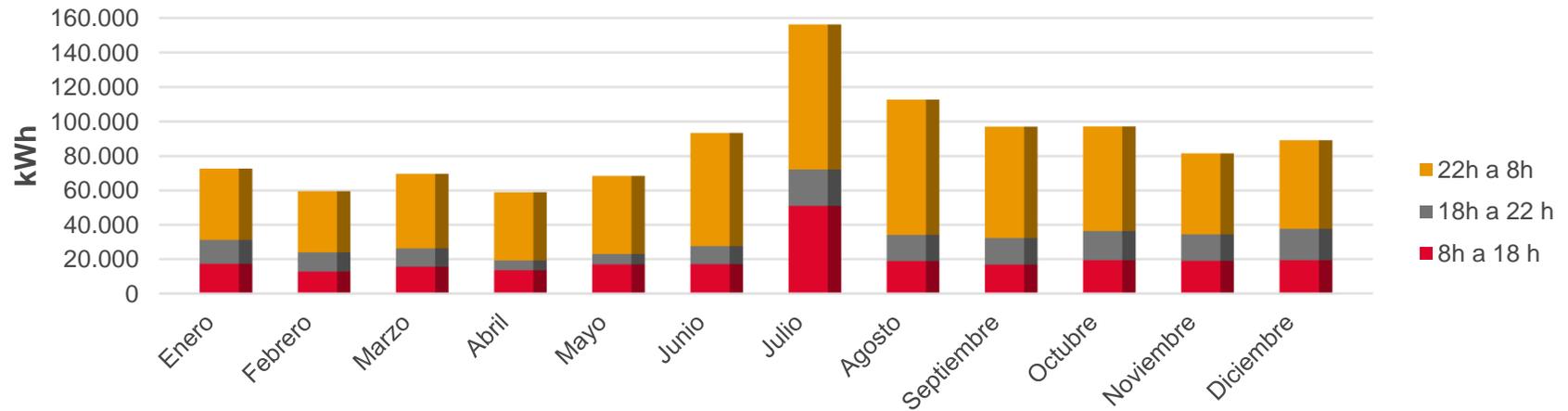
Plataforma de Gestión Energética: Consumos de las Lonjas de Altura y Baja

Se ha instalado cuatro analizadores de redes en el CGBT del Centro de Transformación situado en la Lonja de Altura.



Estimación de Consumos 2018

La instalación de los analizadores de redes se llevó a cabo el día 1 de marzo, por lo que el periodo considerado para la estimación del consumo es del 2 marzo al 2 de abril de 2018 (total estimado para el año 2018: 1 GWh).



Estimación Consumos 2018 Lonjas

***NOTA:** El analizador mide únicamente los parámetros de las dos lonjas y el contrato de suministro eléctrico incluye además otros consumos del Puerto Pesquero (alumbrado exterior y otros usos), por tanto los valores medidos no se corresponden con los facturados e indicados anteriormente.

Instalaciones de EE.RR. en la Sede y las Lonjas de la Autoridad Portuaria de Vigo

Conclusiones sobre los consumos

Los mayores consumos se realizan durante la franja nocturna, de 22h a 8 h, que es cuando se realizan las actividades de descargas de barcos y subastas (franja 3ª)

Los datos de consumos obtenidos a lo largo del día también son elevados (franja 1ª)

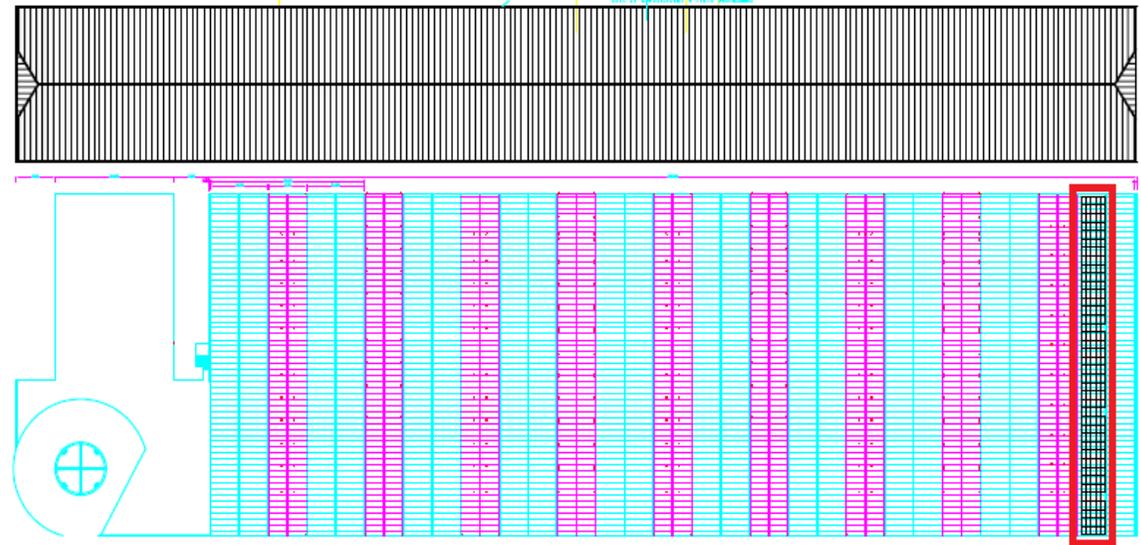
INSTALACIONES SOLAR FOTOVOLTAICA / MINIEÓLICA

La disponibilidad de superficie permite proponer dos soluciones diferentes, instalación solar fotovoltaica (consumos diurnos) e instalación minieólica (consumos diurnos y nocturnos)

El estudio se ha realizado con instalaciones de 100 kW para ambas alternativas, de manera que se pueda comparar los resultados en igualdad de condiciones

Alternativa 1. Instalación Solar Fotovoltaica

Las cubiertas de ambas Lonjas disponen de una gran cantidad de superficie para la ubicación de una instalación solar fotovoltaica, pero se ha seleccionado la de la Lonja de Altura por su altura y óptima orientación:

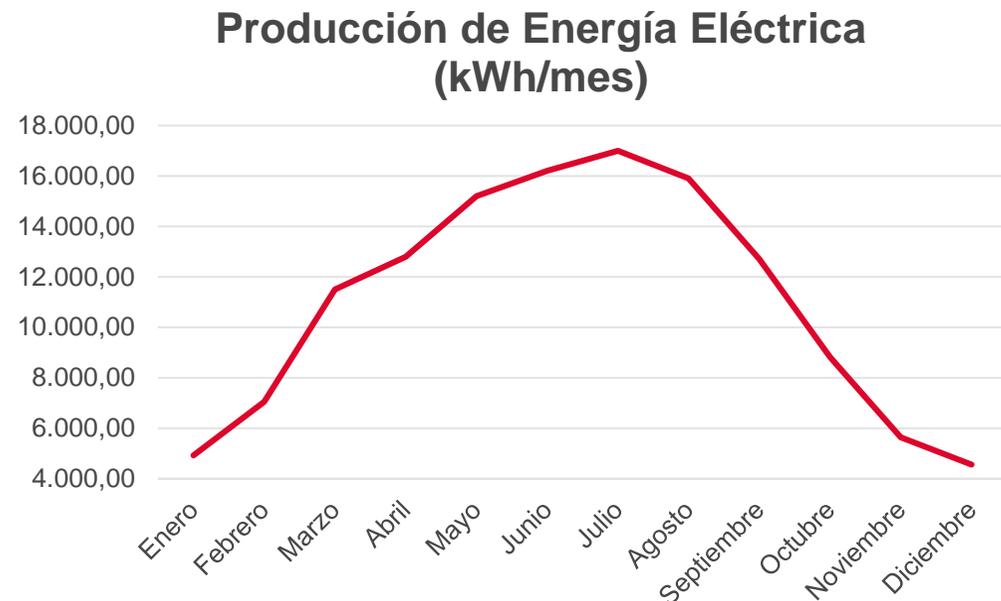

108 kWp

DATOS DE RADIACIÓN			
Localidad:	Vigo	Azimet:	20°
Provincia:	Pontevedra	Inclinación(β)	6°
Latitud:	42° 14' 13" N	Longitud:	8° 43' 59" O
CAMPO GENERADOR			
Módulo fotovoltaico:	270 Wp	Nº de módulos:	400
Conexión Inversor:	Trifásico	Nº de Inversores:	5
Potencia nominal de salida:	98,2 kW		
Área total de generador fotovoltaico:	660 m ²		

Alternativa 1. Producción de la Instalación Solar Fotovoltaica

Los datos de producción de la instalación serían los siguientes:

MES	PRODUCCIÓN
Enero	4.920,00
Febrero	7.050,00
Marzo	11.500,00
Abril	12.800,00
Mayo	15.200,00
Junio	16.200,00
Julio	17.000,00
Agosto	15.900,00
Septiembre	12.700,00
Octubre	8.820,00
Noviembre	5.640,00
Diciembre	4.560,00
Total	132.290,00



Porcentaje de la **Demanda Estimada (solo Lonjas) cubierto: 12,51%**

Porcentaje de la **Demanda Facturada (contrato suministro) cubierto: 9,88%**

Alternativa 1. Estimación Rentabilidad Económica de la Instalación Solar Fotovoltaica

- ◆ Potencia instalada de generación inferior a 100 kW.
- ◆ Instalación conectada en la red interior del consumidor.
- ◆ Se considera que el consumidor y el titular de la instalación de producción son la misma persona física y jurídica.

Instalación Fotovoltaica en régimen de Autoconsumo **modalidad tipo 2** (potencia contratada superior a 100 kW)

Ahorro económico por la energía generada según tarifas de la empresa comercializadora

- **Inversión en la Instalación fotovoltaica (llave en mano: 108.000 €)**
- **Peajes a las redes de transporte y distribución, cargos a las modalidades de autoconsumo (según RD 900/2015, que establece cómo se aplica el Régimen Económico Transitorio al Autoconsumo)**

Alternativa 1. Estimación Rentabilidad Económica de la Instalación Solar Fotovoltaica

Se ha realizado una simulación sobre la facturación del año 2017 bajo la hipótesis de que en la Lonja hay una instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo, considerando que:

- Se aplican los componentes de facturación relativos al consumo del año 2017 por ser la única información anual disponible.
- Se utilizan los valores de peajes y cargos indicados en la Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para el año 2017.

Teniendo en cuenta lo anterior, la **rentabilidad de la instalación fotovoltaica en las Lonjas de la APV**, sería:



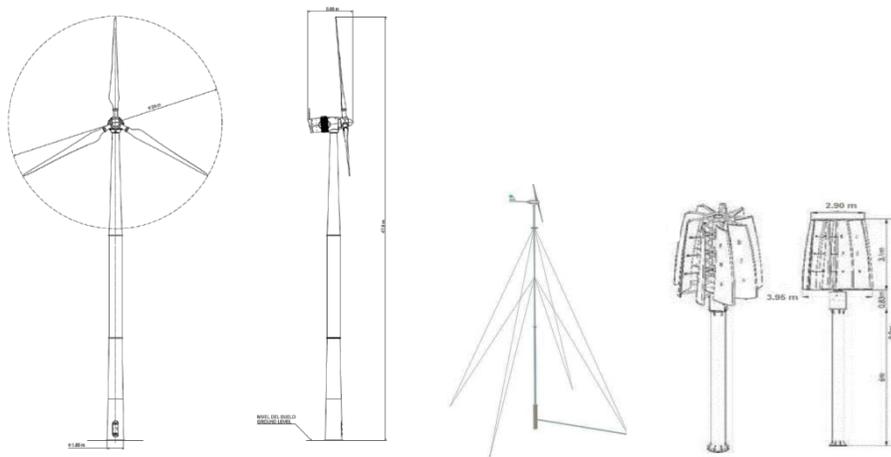
* Es posible reducir el periodo de retorno para la APV considerando ayudas a la inversión (**Plan de Ayudas IDAE - AGE**)

**La producción de energía eléctrica mediante el uso de la instalación de generación distribuida planteada evitará la emisión de CO₂ en las siguientes cantidades:
Instalación Solar Fotovoltaica: 47,23 tn CO₂ evitadas**

Alternativa 2. Instalación Mini Eólica

Para este caso, se plantea el aprovechamiento de la escollera donde se encuentra situado el Punto Limpio del Puerto de Vigo, tal y como se muestra en la imagen.

Aerogenerador de **eje horizontal vs eje vertical**:



CARACTERÍSTICAS	EJE HORIZONTAL		EJE VERTICAL
POTENCIA	100 KW	5 KW	5 KW
ALTURA TOTAL	48 m	14 m	13 m
DIÁMETRO	24 m	4 m	4 m
RUIDO	98,6 dB (máx.)	56,2 dB (máx.)	32,6 dB
CIMENTACIÓN	6 x 6 x 2 m	Ø 12 m anclajes	2 x 2 x 1 m



Alternativa 2. Instalación Mini Eólica

Las ventajas e inconvenientes de cada tecnología se muestran a continuación:

VENTAJAS E INCONVENIENTES	
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Necesita sistema de orientación ✗ Mayor distancia entre aerogeneradores ✗ Importante impacto ambiental (mayor altura de torre) ✗ Requiere de una mayor cimentación / superficie de anclaje ✗ Genera un mayor ruido ✗ Limitaciones operativas en el muelle ✓ Mayor rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No necesario sistema de orientación ✓ Menor distancia entre aerogeneradores ✓ Menor impacto ambiental y visual (menor altura de torre) ✓ Cimentación moderada ✓ Genera menores ruidos ✗ Limitaciones operativas en el muelle ✗ Menor rendimiento



Los condicionantes anteriores hacen recomendable la instalación de aerogeneradores de eje vertical en la escollera del Puerto Pesquero, dadas sus características. **Para el dimensionamiento de esta instalación, se ha seleccionado por tanto un aerogenerador de eje vertical.**

Alternativa 2. Estimación Rentabilidad Económica de la Instalación Mini Eólica

Los datos de producción de la instalación Mini Eólica serían: **103.774,35 kWh/año**

Porcentaje de la **Demanda Estimada (solo Lonjas)** cubierto: **9,82%**

Porcentaje de la **Demanda Facturada (contrato suministro)** cubierto: **7,76%**



NOTAS:

* No se incluyen los costes derivados de la redacción del proyecto, dirección de obra, legalización, acometida, etc.

** Se ha realizado una aproximación del periodo de retorno simple con los ahorros económicos calculados para la instalación fotovoltaica a efectos de obtener un orden de magnitud, ya que esta alternativa queda descartada.

La producción de energía eléctrica mediante el uso de la instalación de generación distribuida planteada evitará la emisión de CO₂ en las siguientes cantidades:
Instalación Minieólica: 37,05 tn CO₂ evitadas

Fotovoltaica vs. Mini Eólica en las Lonjas

A la hora de recomendar el desarrollo de una u otra instalación, se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- **Producción:** La producción de la **instalación fotovoltaica es superior**, con una diferencia de 28.515,65 kWh/año más producidos (un 27% más que la minieólica).
- **Inversión y Rentabilidad:** La **instalación mini eólica supone una inversión inicial mucho más elevada** que la instalación fotovoltaica (se estima un 300% más que la fotovoltaica). Su periodo de retorno simple es mayor a la vida útil de la instalación.
- **Condiciones para la ejecución:** La ejecución de la instalación mini eólica sería más laboriosa, siendo necesario realizar cimentaciones con zapatas de 2 x 2 x 1 m, aproximadamente. La instalación fotovoltaica se instalaría en la cubierta de la Lonja de Altura (superficie accesible y transitable).
- **Mantenimiento:** El mantenimiento de ambas instalaciones es sencillo y, aunque requiere de personal técnico cualificado, el mismo usuario puede hacer ciertas comprobaciones que indiquen que la instalación funciona adecuadamente.

Fotovoltaica vs. Mini Eólica en las Lonjas

- **Limitaciones operativas:** El punto de conexión de las instalaciones para verter la energía generada a la red interna de las Lonjas, sería el **Centro de Transformación (CT) situado en el interior de la Lonja de Altura.**

En el caso de la instalación fotovoltaica, sería apropiado situar los módulos fotovoltaicos en una zona de la cubierta que quede más o menos alineada con la ubicación del CT, de manera que las instalaciones eléctricas que se utilicen para la conexión tengan la menor longitud posible e invadan otras zonas o usos en su recorrido hasta el CT, siempre que esto sea posible.

En el caso de la instalación miniéólica, la distancia que habría que salvar es precisamente la distancia existente entre la escollera y el CT situado en la Lonja de Altura (725 m aproximadamente). Al ser tan elevada, sería necesario instalar un CT intermedio para disminuir las pérdidas energéticas por la elevada caída de tensión que se produciría. La necesidad de infraestructuras adicionales disminuiría aún más la viabilidad económica del proyecto.

Se considera que **la instalación más adecuada es la fotovoltaica,** ya que permitiría cubrir una parte considerable de la demanda energética de los dos edificios, siendo más viable el desarrollo de la misma debido a una menor necesidad de infraestructura para su ejecución.

Puntos a tener en cuenta

Puesto que el contrato de suministro en el que están incluidos los consumos de las Lonjas obligaría, según la normativa aplicable a estas instalaciones, a clasificar la instalación dentro de la **modalidad de autoconsumo tipo 2**, **se recomienda aprovechar la disponibilidad de superficie** e instalar la máxima potencia que permite el RD 900/2015.

Esta potencia sería la mayor de las potencias contratadas en los periodos tarifarios correspondientes al contrato de suministro. Para este caso, **468 kW**.

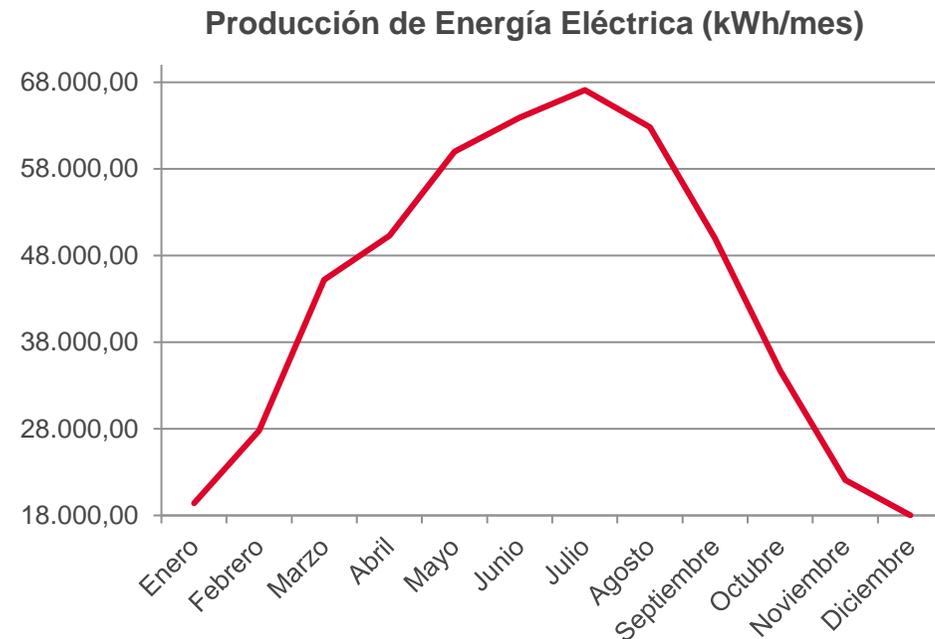
Es posible considerar una instalación escalable, ejecutando en una primera fase una instalación de 100 kW, y en una segunda fase llegar hasta la máxima potencia necesaria para cubrir los consumos diurnos de las Lonjas.

Se ha realizado la simulación de la producción de una instalación de 425,25 kWp.

Producción de la Instalación Solar Fotovoltaica de 425,25 kWp

Los datos de producción de la instalación serían los siguientes:

MES	PRODUCCIÓN
Enero	19.400,00
Febrero	27.800,00
Marzo	45.200,00
Abril	50.300,00
Mayo	60.000,00
Junio	63.900,00
Julio	67.100,00
Agosto	62.800,00
Septiembre	50.000,00
Octubre	34.700,00
Noviembre	22.100,00
Diciembre	18.000,00
Total	521.300,00



Porcentaje de la **Demanda Estimada (solo Lonjas)** cubierto: **49,32%**

Porcentaje de la **Demanda Facturada (contrato suministro)** cubierto: **38,96%**

Estimación Rentabilidad Económica de la Instalación Fotovoltaica de 425,25 kWp

Se ha realizado una simulación sobre la facturación del año 2017 bajo la hipótesis de que en la Lonja hay una instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo, considerando que:

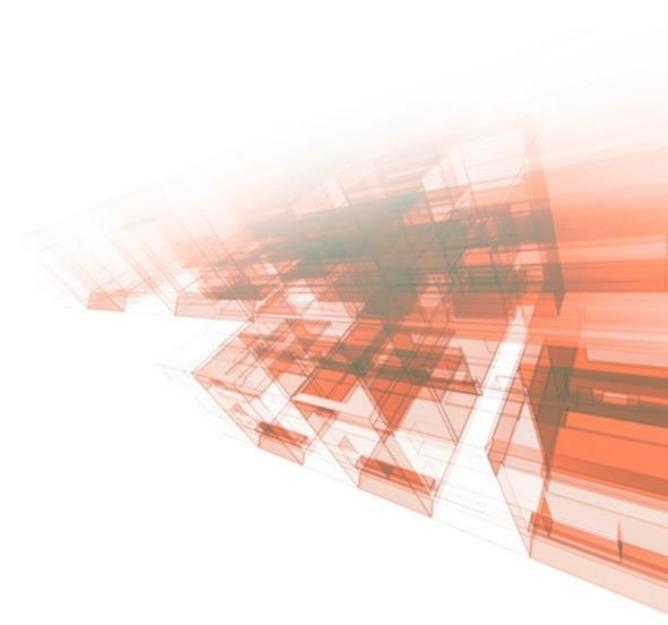
- Se aplican los componentes de facturación relativos al consumo del año 2017 por ser la única información anual disponible.
- Se utilizan los valores de peajes y cargos indicados en la Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para el año 2017.

Teniendo en cuenta lo anterior, la **rentabilidad de la instalación fotovoltaica en las Lonjas de la APV**, sería:



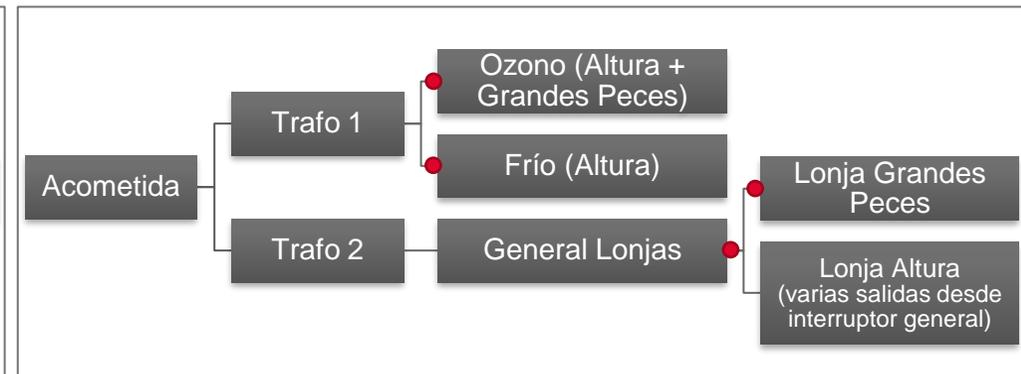
* Es posible reducir el periodo de retorno para la APV considerando ayudas a la inversión (**Plan de Ayudas IDAE - AGE**)

La producción de energía eléctrica mediante el uso de la instalación de generación distribuida planteada evitará la emisión de CO₂ en las siguientes cantidades:
Instalación Solar Fotovoltaica de 425,25 kWp: 186,10 tn CO₂ evitadas



Plataforma de Gestión Energética OTEA

Ubicación de los analizadores de redes



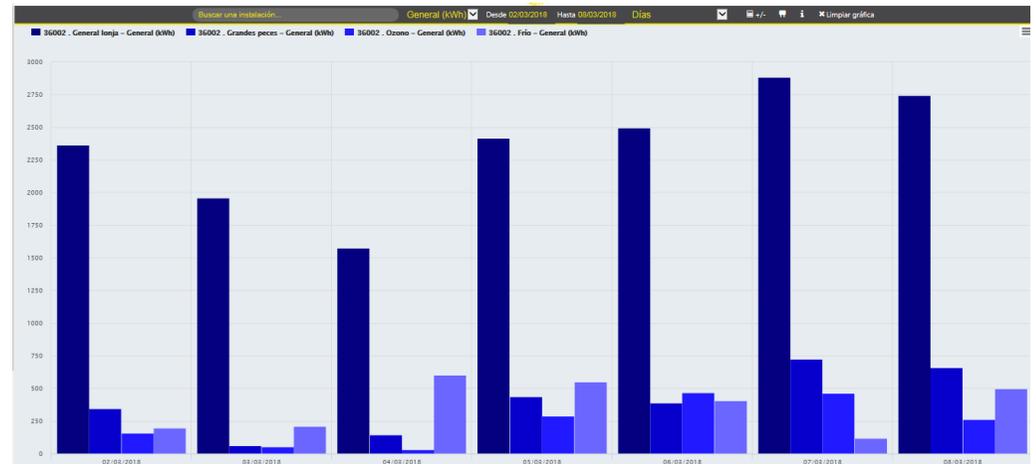
***NOTA:** La instalación de los analizadores de redes se llevó a cabo el día 1 de marzo de 2018.

Instalaciones de EE.RR. en la Sede y las Lonjas de la Autoridad Portuaria de Vigo

Funcionamiento de la Plataforma de Gestión Energética

El sistema de gestión energética denominado OTEA permite **consultar los consumos en tiempo real** de las instalaciones monitorizadas, así como cualquier otro parámetro eléctrico que sea de interés:

- Consumos en tiempo real
- Parámetros eléctricos
 - ◆ Potencia
 - ◆ Tensión
 - ◆ Intensidad
 - ◆ Energía activa
 - ◆ Energía reactiva

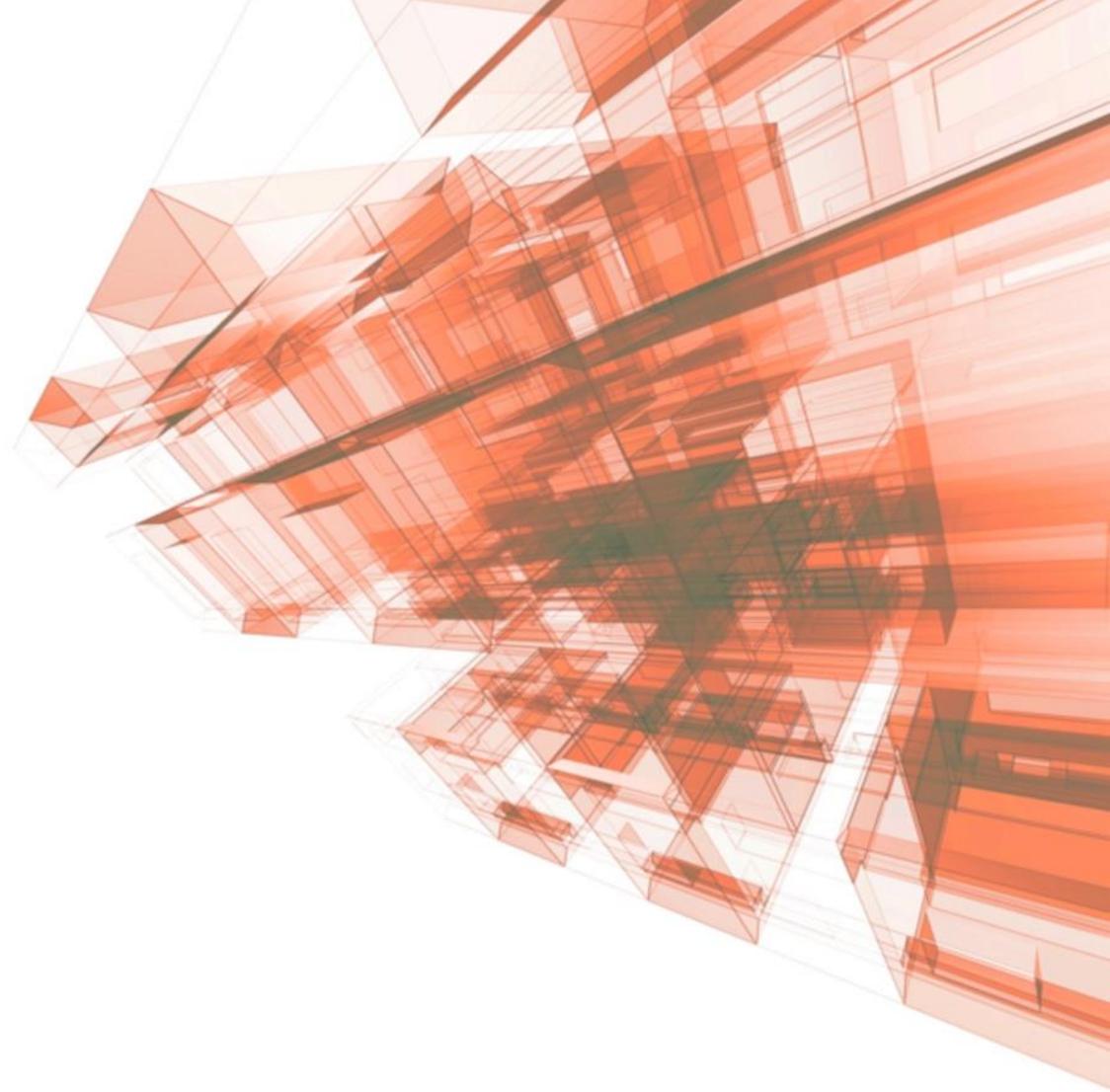


El hecho de disponer de esta información, permite **conocer cómo se realiza el consumo de energía eléctrica en relación al funcionamiento de los edificios** y los equipos instalados, lo que proporciona **información sobre el adecuado funcionamiento de las instalaciones**, detectar deficiencias o averías, e **identificar las oportunidades para la mejora de la eficiencia energética** en los distintos puntos de consumo de los edificios.



Isdefe

su mejor aliado



Isdefe
C/ Beatriz de Bobadilla, 3
28040 Madrid
Tel.: +34 91 411 50 11
Email: general@isdefe.es
www.isdefe.es