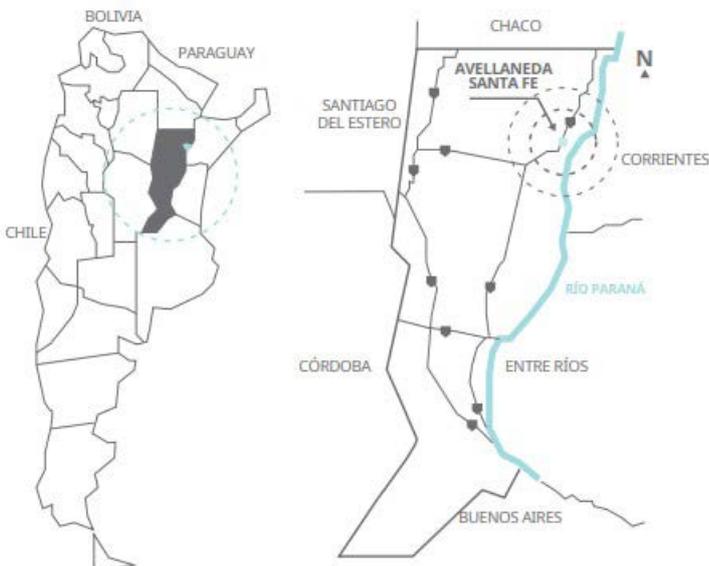


# CIUDAD DE AVELLANEDA, SANTA FE

## DESARROLLO DE UN PROYECTO SOLAR FINANCIABLE



### Ciudad de Avellaneda, Santa Fe, Argentina

#### Datos y cifras

**Población:**

30.897 habitantes

**Superficie total:**

937 km<sup>2</sup>

**Indicador de emisiones GEI:**

193.666,4 tCO<sub>2</sub>e<sup>1</sup>

**Consumo total de energía:**

455,1 GWh/año<sup>2</sup>

1. Emisiones GEI totales (nivel Basic +). Inventario Base 2016. Avellaneda Plan Local de Acción Climática.

2. Consumo energético año 2019. 100% Renewables Energy System Modeling Results for Avellaneda, Argentina (2022).

*La ciudad de Avellaneda, Santa Fe, lidera la transición energética en Argentina. Como parte del proyecto 100% Renovables Hoja de Ruta de Ciudades y Regiones (100%ER), la ciudad lanzó la primera hoja de ruta de energía 100% renovable hacia 2050 en Argentina y desarrolló un proyecto financiable de energía solar fotovoltaica como paso inicial hacia un futuro renovable.*

## Introducción

Las ciudades son responsables del 75% de las emisiones relacionadas con la producción de energía. La transición energética hacia fuentes renovables es fundamental para que ellas reduzcan considerablemente su impacto ambiental, ahorren recursos y garanticen un acceso sostenible y seguro a la energía para sus comunidades y actividades. Contar con proyectos financiables de energía renovable permite asegurar los recursos necesarios, atraer inversiones, reducir riesgos y alcanzar los objetivos climáticos.

La ciudad de Avellaneda lidera el camino hacia las energías renovables en Argentina. En 2019 fue seleccionada para participar como ciudad modelo en el proyecto 100% Renovables Hoja de Ruta de Ciudades y Regiones (100%ER), recibiendo apoyo en la definición de estrategias, políticas y acciones

de energías renovables para facilitar la transición energética. Esto permitió a la ciudad elaborar un Modelado del Sistema Energético 100% Renovable, desarrollar una primera Hoja de Ruta 100% Renovable y su primer proyecto financieramente. El Proyecto Solar Avellaneda de 4 MW es uno de los primeros pasos importantes hacia la implementación de la hoja de ruta de la ciudad.

*“Hoy, desarrollar el proyecto ejecutivo para tener una planta fotovoltaica en Avellaneda, que retroalimente el sistema energético con energías renovables, es un paso importantísimo que marca un antes y un después, no para la ciudad, sino para la región.”*

*– Gonzalo Braidot – Intendente  
de la ciudad de Avellaneda, Noviembre 2023 –*

## Contexto de la ciudad

La ciudad de Avellaneda está ubicada en la región norte de la provincia de Santa Fe, Argentina, sobre la margen derecha del río Paraná. Tiene una población total de 30.897 habitantes y una superficie total de 937 km<sup>2</sup>, de los cuales 7,6 km<sup>2</sup> corresponden a la zona urbana y el resto a zonas naturales y rurales.

Avellaneda se destaca como un importante polo agroindustrial de la región. Abarca más de 90.000 hectáreas dedicadas a actividades agrícolas y ganaderas y 112 hectáreas destinadas a su parque industrial y área de servicios. Con más de un centenar de empresas

instaladas, se prevé un crecimiento de los sectores industrial y de innovación en las próximas décadas. Así, las grandes industrias y actividades productivas representan la principal demanda de energía. Actualmente, la matriz energética de la ciudad se compone principalmente de combustibles fósiles, como reflejo de la situación nacional.

La ubicación de la ciudad, sus abundantes recursos naturales y las actividades agrícolas representan una importante oportunidad para la generación de energía renovable. La modelización energética de la ciudad demostró que

el potencial renovable es significativamente superior a las necesidades energéticas, siendo las fuentes con mayor potencial la biomasa, la energía solar y los recursos eólicos. Con el fin de plantear una estrategia de transición local común, se implementó el Juego Serio “Estrategia para la Transición Energética Sostenible” (SETS por sus siglas en inglés) con la participación de las diferentes partes

interesadas. Con notables recursos solares, una irradiancia horizontal global de 1840,5 kWh/m<sup>2</sup> <sup>3</sup>, zonas adecuadas y alto potencial para el crecimiento del mercado local de energía solar, el Proyecto Solar Avellaneda fue identificado como el primer paso en el camino de la transición energética local.

## Planificación y recolección de datos

---

La planificación fue esencial para el buen desarrollo del proyecto. En una primera fase se definieron las metodologías y actividades y se formó el grupo de trabajo. El equipo fue conformado por ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, representantes de la ciudad de Avellaneda y un equipo consultor con expertise técnica y financiera en energías renovables y experiencia en el contexto argentino.

Se llevó a cabo un análisis inicial, que incluyó una revisión de la normativa vigente en materia de energías renovables y la identificación de las principales partes interesadas que debían tenerse en cuenta en el desarrollo y la ejecución del proyecto. De esta manera, se recopiló información clave para asegurar el desarrollo armonioso del proyecto.

## Entrevistas a partes interesadas

---

Se llevó a cabo una **ronda de entrevistas** con diversos interesados para explorar diferentes aspectos del proyecto, incluyendo aspectos financieros, técnicos, políticos y normativos:

- *El municipio de Avellaneda:* Los temas tratados incluyeron la planificación territorial, identificación de zonas inundables, permisos necesarios para proyectos de energía, y el mapeo de las áreas potenciales.

- *Proveedor local de electricidad (COSEPAV):* Se discutió sobre la demanda eléctrica, las subestaciones existentes y las capacidad técnicas instaladas, así como su relación comercial y regulatoria con la Empresa Provincial de Energía de Santa Fe.

- *Sector industrial y comercial:* Se analizó la composición del parque industrial, la demanda eléctrica y el interés tanto del parque como de las grandes empresas consumidoras de energía en participar del proyecto.

3. Informe de producción energética. Consultoría para el desarrollo, diseño e ingeniería de un proyecto de energía renovable para la búsqueda de financiamiento, proyecto 100% Renovables Hoja de Ruta de Ciudades y Regiones. Febrero de 2024.

- *Empresa Provincial de la Energía (EPE Santa Fe)*: Se discutió el marco regulatorio energético provincial, los procedimientos para proyectos energéticos, y la experiencia previa con proyectos de energías renovables en la provincia.

- *Secretaría de Energía de la Nación*: Se discutió el marco regulatorio energético nacional y las oportunidades futuras para proyectos de energía renovable.

- *Asociación de Mujeres en Energías Sostenibles (AMES)*: Se discutió sobre la perspectiva de género en los proyectos de energía renovable y las oportunidades de colaboración entre AMES y los futuros proyectos de energía renovable de la ciudad de Avellaneda.

Esto permitió conocer el marco regulatorio, identificar oportunidades de negocio, el nivel de interés y los recursos y habilidades que cada actor podría aportar.

## Desarrollo de capacidades

---

Con el propósito de mejorar las capacidades locales para el desarrollo de proyectos renovables, se organizó el taller “Desafíos en el desarrollo de proyectos de energía solar”. En el mismo, se abordaron aspectos técnicos, normativos y financieros a tener en cuenta para elaborar planes de negocio y solicitudes de financiación eficaces. Asistieron con éxito más de 40 participantes, entre ellos las autoridades y los equipos técnicos de Avellaneda, así como representantes del Consejo Municipal, la Agencia local para la Promoción de la Innovación, la cooperativa

local de energía eléctrica, desarrolladores de proyectos renovables y grandes consumidores de energía.

El taller ofreció una introducción a las energías renovables y exploró el futuro de la industria en Argentina, así como el proceso de implementación de proyectos solares fotovoltaicos. Los participantes intercambiaron ideas y exploraron las posibles barreras al desarrollo de proyectos, los impactos medioambientales y las oportunidades de eficiencia.

## Diseño técnico

---

El diseño técnico ha sido desarrollado cumpliendo con los estándares internacionales para instalaciones solares fotovoltaicas, así como con las normativas nacionales de generación y transmisión de energía.

## Evaluación de terrenos

---

El proceso de selección del sitio comenzó con una búsqueda centrada en criterios específicos, como el área de terreno necesaria, los riesgos ambientales, y la accesibilidad. Se buscaron lugares con acceso directo a calles y caminos y se estableció

evitar zonas de áreas protegidas y bosques nativos. Se dio preferencia a los lugares con baja competencia por el uso del suelo para reducir costes y agilizar las negociaciones. Se evitaron las zonas con riesgo de inundación analizando canales, arroyos, zonas bajas,

proyecciones climáticas, y el Plan Maestro de Drenaje Urbano. Se comprobó que la variabilidad del recurso solar dentro del distrito de Avellaneda es insignificante, siendo su influencia en la selección del terreno mínima.

La selección del campo se realizó mediante una evaluación multicriterio de los posibles emplazamientos utilizando una matriz de ponderación para puntuar y clasificar cada

parcela. Los criterios considerados en la matriz incluyeron la ubicación, la superficie, las restricciones y la competencia por el uso.

La selección preliminar del terreno permite a la ciudad iniciar conversaciones con los propietarios correspondientes a las parcelas más apropiadas.

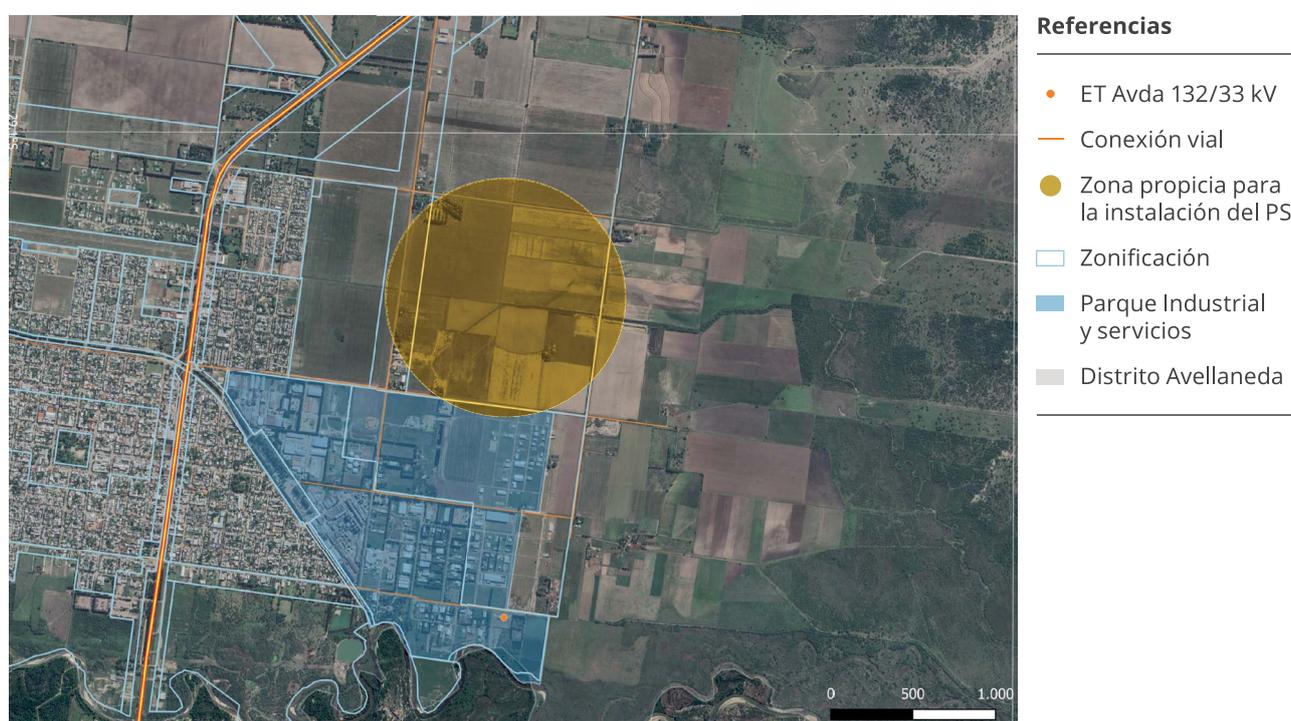


Figura 1: Área seleccionada para el proyecto.

## CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Nivelación homogénea, pendiente mínima

Polígono con forma adecuada (rectangular)

Orientación conveniente para el desarrollo fotovoltaico

Distancia corta a estación transformadora

Fácil accesibilidad al terreno

## Configuración de la planta y costos

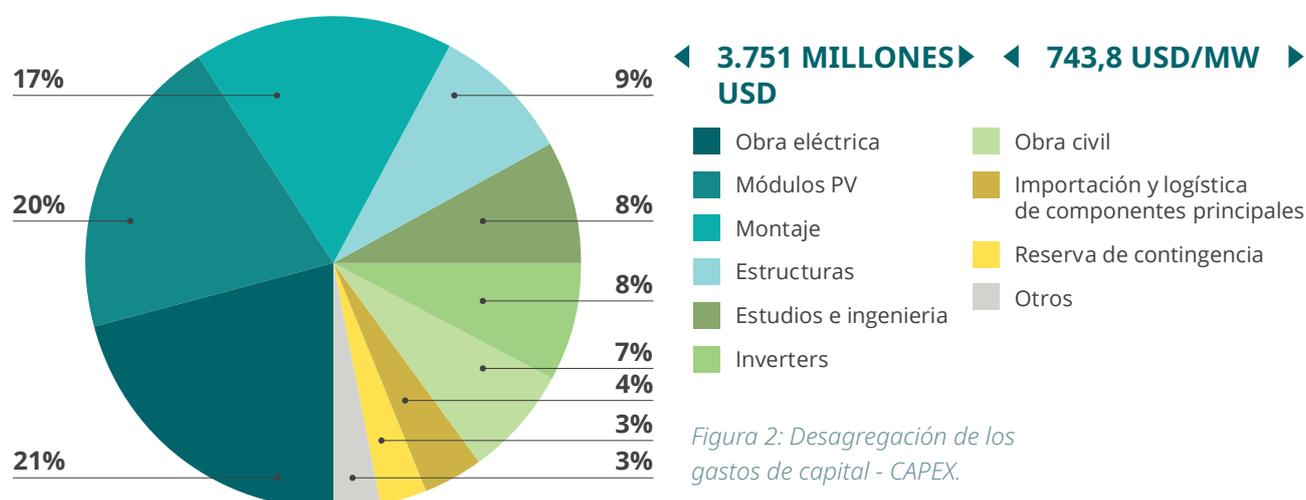
La capacidad del parque solar se estableció en 4 MWac, a instalar en 7 hectáreas y con posibilidad de ampliación en fases futuras.

La generación anual neta de energía es de 8.682 MWh; y, con un factor de capacidad (CA) del 25%, las horas equivalentes al año son de 1.722 kWh/kWp.

<b>Potencia nominal</b>	4 MWac
<b>Paneles fotovoltaicos</b>	7.308 módulos monocristalinos 690 Wp potencia unitaria 29 módulos por string
<b>Estructura</b>	Estructura fija Inclinación 30° Norte Pitch 5,5m
<b>Inverters</b>	14 inverters 330 kVA potencia nominal
<b>Subestación transformadora</b>	1 transformador BT/MT 7.038 MVA
<b>Área total</b>	7 hectáreas
<b>Vida útil</b>	30 años

La conexión será a una tensión media de 13,2 kV, integrándose al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) a través de la Estación Transformadora (ET) Avellaneda. La distancia entre la planta solar y la ET es de aproximadamente 2,1 kilómetros y se consideran tres posibles rutas para la línea eléctrica.

El costo total de la planta, en términos de CAPEX<sup>4</sup>, asciende aproximadamente a 3,75 millones de USD. Esto incluye las inversiones en activos físicos como equipos e infraestructuras, así como los estudios de ingeniería y las obras civiles necesarias para su construcción y puesta en marcha.



4. Gastos de capital.

## Estrategia financiera

Se identificaron y evaluaron diferentes modelos de negocio potenciales para el proyecto, teniendo en cuenta sus respectivas ventajas, desventajas, bases de clientes potenciales, costos y riesgos asociados. El análisis incluyó el aporte de diversas partes interesadas locales para garantizar una evaluación integral.

Se consideraron aspectos estratégicos tanto cuantitativos como cualitativos. Se seleccionó el modelo de negocio que se consideró más adecuado para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, teniendo en cuenta las especificidades del mercado argentino y local.

## Modelos de negocio

A través del análisis del marco regulatorio, las oportunidades de negocio y los instrumentos financieros, se identificaron cuatro modelos de negocio como adecuados para una mayor consideración: i) *Autogeneración comunitaria*; ii) *Venta de energía al distribuidor local*; iii) *Venta de energía a usuarios de Avellaneda del Mercado Eléctrico Mayorista*; iv) *Venta de energía a CAMMESA<sup>5</sup> o MATER<sup>6</sup>*.

Cada opción se sometió a una evaluación financiera mediante un análisis simplificado de flujo de caja para obtener resultados comparativos. La evaluación se complementó con un análisis de sensibilidad de dos variables principales: el precio de venta de la energía, el cual afecta a los ingresos, y el costo del capital de inversión, el cual impacta en los gastos.

Los modelos de negocio fueron comparados y priorizados utilizando una evaluación multicriterio con una matriz ponderada, teniendo en cuenta los resultados financieros, los riesgos, el potencial de escalabilidad y el enfoque local. Además, se evaluó la adaptabilidad de cada modelo, dando preferencia a aquellos capaces de adaptarse a modelos de negocio alternativos en respuesta a factores internos o externos.



Figura 3: Esquema funcionamiento del modelo de negocio

5. Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima. Empresa nacional responsable de operar el Sistema Argentina de Interconexión (SADI).

6. Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable, mecanismo regulado de comercialización de electricidad renovable entre particulares.

El modelo seleccionado “venta energía al distribuidor local” representa un desarrollo local en Avellaneda, contribuyendo al crecimiento técnico y económico dentro de la comunidad. Esto implica mejorar la infraestructura local, crear oportunidades de empleo y promover prácticas sostenibles

en la producción y distribución de energía, beneficiando tanto al medio ambiente como a los residentes. El modelo incluye tarifas nominales y períodos de pago aceptables, un único comprador de energía (el distribuidor) y una fácil adaptabilidad a otros modelos de negocio.

## Modelo financiero y análisis de factibilidad

El modelo de negocio seleccionado fue sometido a un análisis de viabilidad y al desarrollo de un modelo financiero, que sirvió como base para facilitar las discusiones con posibles inversores.

Se fijó un precio de la energía, consistente con el contexto actual y las proyecciones futuras en el mercado argentino (\$65 USD/MWh para los primeros 15 años y \$70 USD/MWh para los siguientes 15 años). El modelo financiero

combina deuda (40%) y capital propio (60%), con el objetivo de lograr una razón de cobertura de servicios de deuda (RCD) superior a 1,5.

Los resultados financieros indican una tasa interna de retorno (IRR) robusta frente a variaciones en la generación, CAPEX y precio de venta. El valor presente neto (NPV) y el costo nivelado de la energía (LCOE) se calcularon con una tasa de descuento del 2% anual.



Figura 4: Principales resultados financieros del proyecto.

En la búsqueda de financiación, se identificaron posibles fuentes y condiciones de financiamiento centrándose en una perspectiva de 'triple impacto'. Este enfoque considera el impacto positivo del proyecto en el medio ambiente y la sociedad, además de su viabilidad económica.

Finalmente, también se desarrolló una matriz de riesgos para anticipar y abordar posibles obstáculos a lo largo de la fase de

implementación del proyecto. En ella se identifican una serie de riesgos, incluyendo políticos, regulatorios, económicos, territoriales, naturales, de cadena de suministro, tecnológicos, de seguros, laborales, operacionales, de aceptación de la comunidad, de permisos, y otros como extensiones de plazos y pérdida de interés del comprador de energía. Este enfoque garantiza la viabilidad financiera, la mitigación de riesgos y la gestión eficaz del proyecto durante toda su vida útil.

## Evento de Ronda de Negocios

Se organizó una ronda de negocio con el objetivo principal de presentar el Parque Solar Avellaneda a los principales actores y facilitar una sesión de networking para atraer potenciales financiadores.

Con la presencia de más de 50 actores estratégicos, desde autoridades provinciales y locales, hasta el sector energético, cámaras de comercio, asociaciones profesionales y desarrolladores de energía. El evento sirvió como

plataforma de diálogo entre el sector público y privado. Brindó al mercado regional la oportunidad de invertir en infraestructura de energía renovable, promoviendo la sostenibilidad y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, el evento situó el proyecto en su contexto actual, resaltando su contribución al desarrollo local e innovación tecnológica en la región y la provincia, e incluyendo beneficios económicos, sociales y ambientales.



Figura 5: Participantes del Evento de Ronda de Negocios. Ciudad de Santa Fe, Argentina. 22 de Mayo 2024.

Con varios participantes que expresaron su intención de apoyar financieramente la iniciativa o de participar en la ejecución del proyecto, la respuesta positiva de

los participantes reforzó la viabilidad del proyecto y abrió la puerta a nuevas oportunidades de financiación y alianzas estratégicas a largo plazo.



### Próximos pasos | Desarrollo del Proyecto desde la firma de usufructo a la instancia "Ready to build"

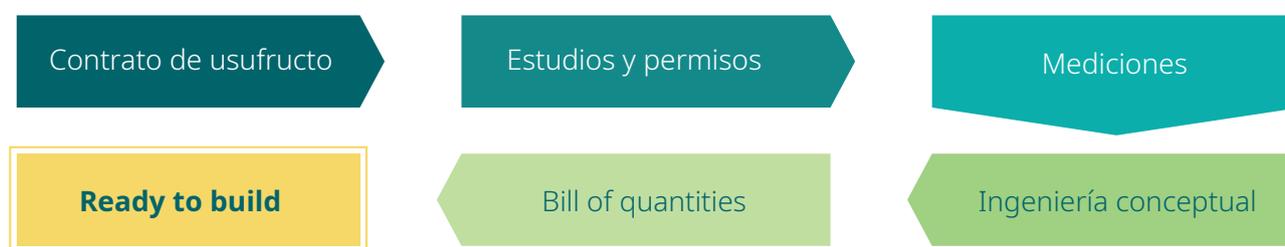


Figura 6: Etapas del proyecto y pasos siguientes hasta llegar a una instancia lista para construir.

## Lecciones aprendidas

### Participación de la partes involucradas para mitigar riesgos

La participación de todas las partes interesadas desde el principio del proyecto, incluidas las autoridades locales, provinciales y nacionales, los grandes consumidores de energía, los representantes del sector energético, los proveedores locales de energía y la comunidad, ha permitido identificar, comprender y mitigar los riesgos relacionados con el desarrollo y la ejecución del proyecto. Este enfoque inclusivo fomenta la transparencia, colaboración y responsabilidad, asegurando que los desafíos potenciales sean abordados de manera proactiva y que el proyecto esté bien posicionado para alcanzar el éxito financiero.

### Es necesaria la construcción de capacidades para formular proyectos de energías renovables financiados

Conseguir financiación para llevar a cabo la transición energética es un reto importante para las ciudades. El acceso al financiamiento depende a menudo de la formulación de proyectos financiados. Los gobiernos locales no siempre cuentan con la capacidad técnica para desarrollar proyectos bien estructurados que cumplan con las expectativas de las instituciones financieras. Fortalecer las capacidades para formular proyectos técnicos y financieramente viables es, por lo tanto, un paso esencial hacia un financiamiento efectivo. Esto requiere la participación de autoridades, urbanistas, administradores,

proveedores de energía locales y stakeholders privados. Mejorar su capacidad para obtener financiamiento para proyectos de energía renovable implica navegar por las fases de preinversión e inversión, abordando problemas clave relacionados con el desarrollo del proyecto, como la gobernanza y los aspectos técnicos y financieros.

### **Modelos de negocio adaptables son esenciales en mercados dinámicos**

---

La capacidad de un modelo de negocio para adaptarse a marcos alternativos es un factor clave para asegurar la ejecución efectiva de un proyecto en contextos variables como Argentina. Esta adaptabilidad proporciona al proyecto diversas vías potenciales para el éxito. Es crucial que los modelos sean flexibles tanto en términos técnicos como regulatorios. Tal adaptabilidad es fundamental para mantener la competitividad y sostenibilidad a largo plazo, permitiendo que el proyecto siga siendo viable y resiliente frente a las condiciones cambiantes del mercado.

### **Apoyo multinivel para la ejecución de proyectos financiables de energías renovables**

---

La participación activa y el apoyo continuo y coordinado de los gobiernos nacionales y provinciales son clave para facilitar el flujo de financiamiento y mejorar las oportunidades a nivel local en el contexto de la transición energética. Los niveles superiores de gobierno tienen la responsabilidad de crear marcos regulatorios favorables, incentivos financieros y recursos técnicos, ayudando así a establecer condiciones habilitantes para los proyectos renovables y fortaleciendo las capacidades locales para superar las barreras asociadas con la obtención de financiamiento.

### **Tender puentes entre los sectores público y privado es crucial para el desarrollo de las energías renovables**

---

Los gobiernos locales, regionales y nacionales están planificando y aplicando políticas de transición energética y desarrollando proyectos energéticos financiables. Mientras tanto, el mercado de energía renovable, que incluye desarrollo, tecnologías, construcción y operación, está evolucionando rápidamente y se espera que crezca significativamente en los próximos años. La colaboración estratégica entre los sectores público y privado es fundamental para aprovechar las fortalezas de ambos en el desarrollo, propiedad, financiamiento, operación y mantenimiento de proyectos de energías renovables. Las plataformas para la interacción, como el Business Matchmaking Event, son fundamentales para fomentar esta cooperación, proporcionando acuerdos de mitigación de riesgos para ambas partes y garantizando la entrega efectiva de los proyectos.

## Referencias

ICLEI- Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2020, Noviembre). Argentina Análisis de Escenario Energético y Stakeholders. Recuperado el 30 de mayo, 2024 de <https://renewablesroadmap.iclei.org/resource/argentina-energy-situational-and-stakeholder-analysis/>.

ICLEI- Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2020, Diciembre). Avellaneda Informe de Estado Inicial. Recuperado el 30 de mayo, 2024 de <https://renewablesroadmap.iclei.org/resource/avellaneda-initial-status-report/>.

ICLEI- Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2022, Marzo). 100% Renewables Energy System Modeling Results for Avellaneda, Argentina. Recuperado el 30 de mayo, 2024 de <https://renewablesroadmap.iclei.org/resource/avellaneda-energy-modelling-report/>.

ICLEI- Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2024, Junio). 100% Renewables Roadmap for Avellaneda, Argentina. Recuperado el 19 de junio de 2024 de [100% Renewables Roadmap for Avellaneda, Argentina - 100% Renewables \(iclei.org\)](https://renewablesroadmap.iclei.org/resource/100-renewables-roadmap-for-avellaneda-argentina-100-renewables-iclei.org)

## Autor

Yamila Pagura

## Editores

María Julia Reyna

Rocío Pascual

Clara Mitchell

Josefina Bordino

Leticia Borges

## Colaboradores

Rohit Sen

Kanak Gokarn

Sastry Akella

Ángeles Tessore

Juan Ignacio Capilla

## Diseño

Olga Tokareva

Julia Cena



*El proyecto 100% Renovables Hoja de Ruta de Ciudades y Regiones facilita la transición energética aumentando la conciencia local sobre las fuentes de energía renovables, mostrando cómo los gobiernos locales y nacionales pueden crear marcos y políticas habilitantes coordinados, explorando el acceso a la financiación de los sectores público y privado, y construyendo proyectos locales de energía renovable para abordar la electricidad, la calefacción y la refrigeración.*

*El proyecto 100% Renovables Hoja de Ruta de Ciudades y Regiones es implementado por ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad y financiado por la Iniciativa Climática Internacional del Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Acción Climática y cuenta con la estrecha cooperación del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor y el Ministerio Federal de Asuntos Exteriores del gobierno de Alemania.*



Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag



#### COPYRIGHT

© 2023 ICLEI - Local Governments for Sustainability e.V. All rights reserved. The ICLEI World Secretariat holds the copyright of this publication, including text, analyses, logos and layout designs. Requests to reproduce or to quote material in part or in full should be sent to [carbonn@iclei.org](mailto:carbonn@iclei.org). ICLEI encourages use and dissemination of this case study, and permission to reproduce this material without modification will usually be permitted without charge for non-commercial use.

ICLEI - Local Governments for Sustainability is a global network of more than 2500 local and regional governments committed to sustainable urban development. Active in 125+ countries, we influence sustainability policy and drive local action for low emission, nature-based, equitable, resilient and circular development. Our Members and team of experts work together through peer exchange, partnerships and capacity building to create systemic change for urban sustainability.

#### Contact Us

Kaiser-Friedrich-Str. 7  
53113 Bonn | Germany  
Tel. +49-228 / 97 62 99-00

