

Proyecto de apoyo  
**Gestión del  
cambio climático**

[proyectoapoyocambioclimatico.pe](http://proyectoapoyocambioclimatico.pe)

# Intervención piloto de Generación Distribuida con paneles solares en Arequipa

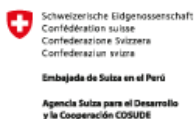
## Resumen Ejecutivo

Arequipa / Enero 2018

Un proyecto de:



Con el financiamiento de:



Implementado por:



# Metodología de Intervenciones Piloto

El Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático es una iniciativa del gobierno peruano, liderado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y los Gobiernos Regionales de Arequipa y Ucayali, financiada por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y ejecutado por Libélula Instituto para el Cambio Global (LBL-ONG) y South-SouthNorth.

El Proyecto busca dar respuesta a la necesidad de contar con arreglos institucionales claros y eficientes para la gestión del cambio climático en el Perú. Busca a su vez involucrar a los actores clave y contribuir a articular el flujo financiero de los recursos provenientes de la cooperación internacional, banca multilateral y de recursos nacionales (públicos y privados, con énfasis en movilizar la inversión privada) para la gestión efectiva de los compromisos, oportunidades e impactos del cambio climático a nivel internacional, nacional y sub-nacional.

En su Fase 1 desde el Componente 2: "Intervenciones Pilotos", el Proyecto plantea tres intervenciones pilotos: Manejo Forestal Comunitario (MFC) en Ucayali, Generación Distribuida con Paneles Solares en Arequipa e Infraestructura para el Almacenamiento de Recursos Hídricos en Arequipa. Estas intervenciones están delimitadas a nivel sectorial y territorial, abarcando dos medidas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y una de adaptación al cambio climático de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC); las cuales forma parte del Acuerdo de París y fueron ratificadas por el gobierno peruano ante las Naciones Unidas.

Así, se propone una metodología de intervención para facilitar la implementación de los objetivos de la política de cambio climático, tales como la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC) y las NDC. A través de la investigación aplicada y la gestión del conocimiento; la articulación entre actores clave; y la comunicación, el proyecto lleva adelante acciones habilitantes de corto plazo, como completar información necesaria para la toma de decisiones, articular a diferentes actores

del mercado y realizar campañas de incidencia, mientras se sientan las bases para condiciones de más largo plazo como el fortalecimiento institucional, la oferta de entrenamiento y los lineamientos de política que permitan alcanzar la escala requerida.

Como resultado de la intervención piloto, se presenta el siguiente documento que contempla una propuesta de Estructura de Implementación de la opción de mitigación de Generación Distribuida con Paneles Solares en Arequipa. El estudio original que aquí se resume contiene diez capítulos organizados en tres bloques: Un primer bloque en torno al contexto institucional de la implementación de la opción de mitigación en el que se detalla el marco institucional; un segundo bloque en el que se presenta el desarrollo de la metodología, y un tercer bloque, en el que se detalla la estructura de Implementación como resultado de la experiencia de trabajo. Finalmente, en este mismo bloque se presentan los principales hallazgos del estudio y las recomendaciones para la implementación de la NDC.

# La Generación Distribuida con Paneles Solares en Arequipa

La intervención piloto en la opción de mitigación de Generación Distribuida con Paneles Solares, busca contribuir con insumos para que los tomadores de decisiones desarrollen un modelo de gestión para la implementación de la política de cambio climático, y sus respectivos procesos complejos de coordinación interinstitucional.

A nivel nacional, en el año 2015 se publicó el Decreto Legislativo N°1221 del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) en el que se define la Generación Distribuida como la posibilidad de que “los usuarios del servicio público de electricidad que disponen de equipamiento de generación eléctrica renovable no convencional o de cogeneración, hasta la potencia máxima establecida para cada tecnología, tienen derecho a disponer de ellos para su propio consumo o pueden inyectar sus excedentes al sistema de distribución, sujeto a que no afecte la seguridad operacional del sistema de distribución al cual está conectado”<sup>1</sup>. No obstante, aún se encuentra pendiente su reglamentación, la cual deberá definir a los entes responsables en relación a la Generación Distribuida, así como los límites permitidos de generación, las tarifas de pago por inyección de excedentes entre otras especificaciones.

Se seleccionó la opción de mitigación de Generación Distribuida con Paneles Solares (GD) dada su importancia social a nivel nacional por tener el potencial de proveer ingresos adicionales, además de proporcionar seguridad energética. Si bien, todavía existen barreras para su implementación a corto plazo, podría constituirse en una opción a mediano y largo plazo, debido a que el Acuerdo

de París plantea que las NDC deberán aumentar su nivel de ambición con el tiempo.

De manera territorial se seleccionó a la Región Arequipa, sobre la base de los siguientes criterios: la gobernabilidad de la región, el potencial de replicabilidad que tendrían las intervenciones al ser líder de la Macroregión Sur, la disponibilidad de información y, especialmente, es la región de mayor potencial solar a nivel nacional.

La región Arequipa cuenta con un alto potencial de energías renovables que se pueden aprovechar en beneficio de la población para que puedan autoabastecerse de electricidad con menores costos y menos emisiones de GEI; y a su vez contribuir a las prioridades para un desarrollo sostenible regional y nacional. El gran potencial de radiación solar de la región y la disminución de los costos de instalación de paneles solares, han permitido que en los últimos años se desarrollen proyectos privados de generación eléctrica con energía solar de pequeña y mediana escala en la región (menor a 500 KW), que buscan reducir el consumo de energía de la red a través del autoabastecimiento.

Por otro lado, el Gobierno Regional de Arequipa preside la Macroregión del Sur, que comprende las regiones de Moquegua, Tacna, Apurímac, Cusco, Puno y Madre de Dios. Este liderazgo abre el potencial de replicabilidad y expansión de las acciones del proyecto en dicha macro región.

---

<sup>1</sup> Artículo 2 del Decreto Legislativo N° 1221-2015-MEM





# Proceso de análisis consensuado y participativo Multinivel y Multiactor

La opción de generación distribuida con energía solar requerirá de coordinación a nivel nacional, intersectorial y multinivel. La intervención, en el marco del Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático es realizada en coordinación con el Gobierno Regional de Arequipa (nivel Sub-nacional) y la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) del MINAM (nivel nacional). A nivel técnico se ha trabajado en coordinación con la Dirección General de Eficiencia Energética del MINEM, y también se informó a la Dirección de Electricidad del MINAM.

Es así que durante los años 2016 y 2017, se realizaron más de 10 actividades entre reuniones bilaterales y talleres grupales en la región Arequipa de consulta e intercambio de experiencias con actores clave del sector público, privado empresarial, academia, sociedad civil y cooperación internacional. Estas reuniones junto con el análisis técnico han permitido identificar a los actores más relevantes para la implementación de la opción de mitigación (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Actores que lideran el proceso en la región Arequipa**

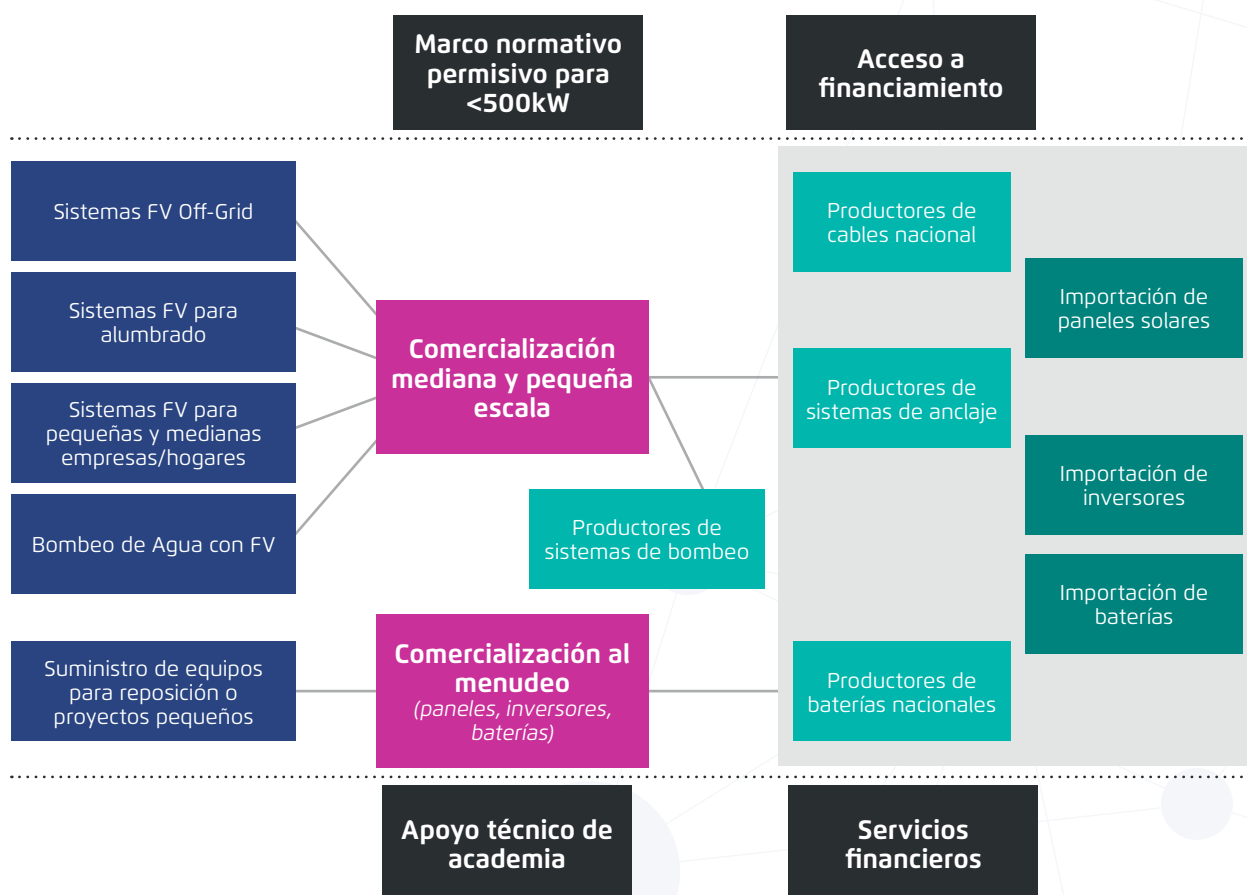
Entidad	Relación con la intervención	Ley que regula las funciones
<b>Ministerio de Energía y Minas (MINEM)</b>	Liderazgo y responsabilidad	DL N° 1221 – Decreto que mejora la regulación de la distribución de la electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica en el Perú. DL N° 1002 – Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.
<b>Autoridad Regional Ambiental de Arequipa (ARMA)</b>	Liderazgo y responsabilidad	Ordenanza Regional N°302-2015 – Arequipa
<b>Ministerio del Ambiente (MINAM)</b>	Promotor	Resolución Suprema N°129 – 2015 – PCM
<b>Sector privado</b>	Implementador	

Fuente: Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático, 2016

El sector privado presenta por su parte sus propios elementos. En el gráfico 1 se muestra el mapa de mercado de la tecnología fotovoltaica para autoabastecimiento. En la parte izquierda del cuadro se muestran los 5 segmentos de mercado a los cuales atiende la oferta actual, en rosado se especifican los dos tipos de comercialización: i) mediana y pequeña escala y ii) al menudeo. La mayor diferencia entre ellos es que en la primera se consideran empresas que brindan el servicio de diseño e implementación de los proyectos, mientras que en la segunda se consideran las tiendas que se

limitan a vender tecnología por separado. En verde se presentan los agentes responsables de brindar los insumos a las empresas de comercialización. Asimismo, se especifica en cada caso si se refiere a producción nacional o importación. Finalmente, en las zonas superior e inferior se especifican algunas condiciones necesarias para el correcto funcionamiento del mercado, como el marco normativo respecto al autoabastecimiento y los servicios requeridos como por ejemplo aquellos de asesoramiento que brinda la academia y financieros que brindan algunas entidades financieras.

Gráfico 1. Mapa de Mercado de la Tecnología Fotovoltaica



Fuente: Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático, 2016

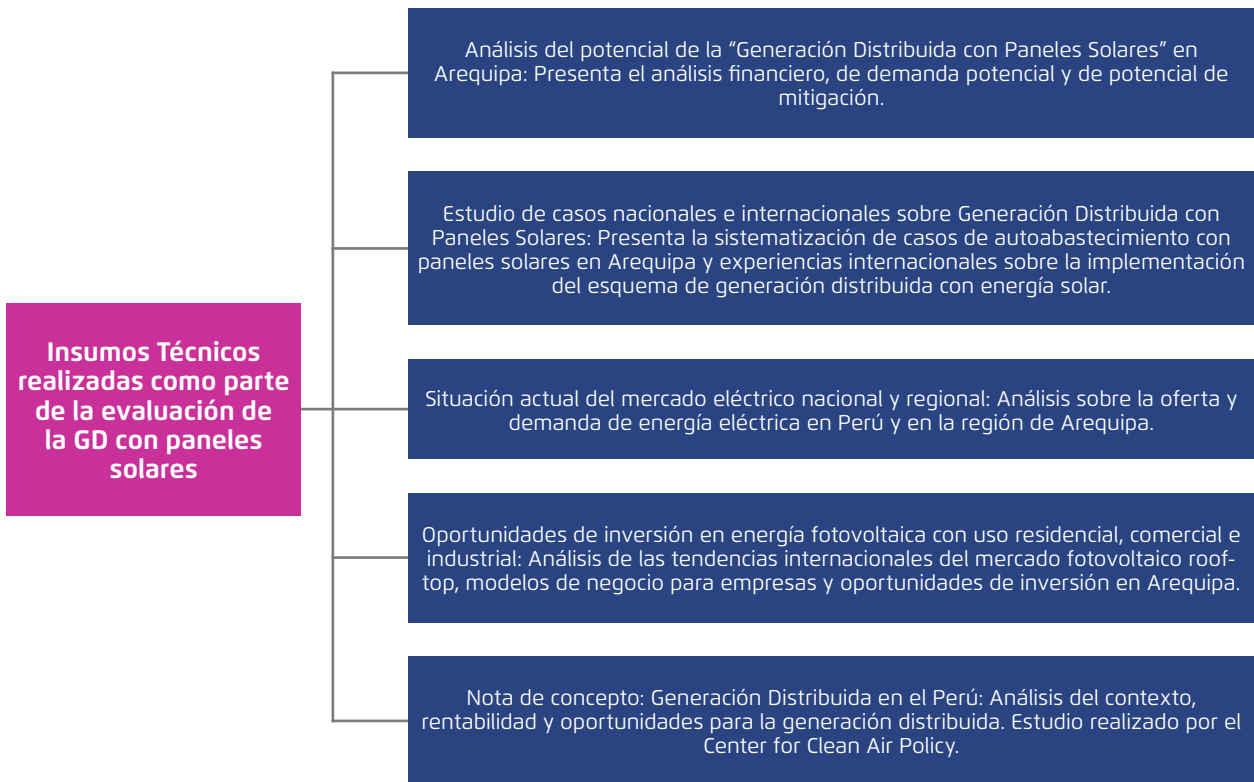
En alianza con el Center for Clean Air Policy (CCAP) se trabajó para la revisión de experiencias internacionales sobre los modelos de negocio de la generación distribuida en Latinoamérica, Estados Unidos y Europa. A la vez, CCAP brindó asesoramiento técnico en el análisis de las condiciones necesarias para la implementación de la Generación Distribuida en Arequipa.

Como en las demás intervenciones piloto, se llevó adelante un análisis que permitió diseñar una Estructura de Implementación para la medida. Complementariamente, se realizaron informes técnicos que permitieron investigar con detalle aspectos relacionados a la implementación de la medida. En la siguiente tabla se listan los documentos realizados como parte de la evaluación de la Generación Distribuida con Paneles Solares (ver Tabla 2).

Asimismo, cabe mencionar que el Center for Clean Air Policy (CCAP) en alianza con el Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático desarrolló el documento "Nota de Concepto: Generación Distribuida en el Perú" en junio de 2017, a partir del cual se tomaron insumos para el presente estudio.

A través de los estudios realizados, se identificó como una de las principales barreras para la generación distribuida, la falta de articulación entre la oferta y la demanda para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos. Ello se basa principalmente en un desconocimiento por parte de la demanda de los beneficios de los sistemas fotovoltaicos y la baja penetración y promoción por parte de la oferta. En ese sentido, desde el Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático, se realizó un taller informativo orientado al sector privado sobre el funcionamiento y beneficios de la tecnología. También se realizaron reuniones bilaterales entre empresas o entidades interesadas en desarrollar proyectos fotovoltaicos y empresas comer-

Tabla 2. Informes técnico



Fuente: Elaboración propia.

cializadoras de la tecnología. Un ejemplo de ello se dio entre la empresa Arquitectos 30.25 (quien busca mejorar sus edificios no solo a través de la inclusión de paneles solares, sino también a través de reutilización de agua) y la empresa Brisol, proveedora de la tecnología. Por otro lado, también se realizó la coordinación entre el Instituto Nacional Penitenciario del Perú (INPE) y la empresa Dynavec AS, empresa proveedora de tecnología y asociada con el Instituto de Garantía al Crédito de Exportación de Noruega (GIEK). De estas coordinaciones, se realizó la primera propuesta de proyecto para la instalación de paneles solares para autoabastecimiento en el Penal de Socabaya en Arequipa.

Como parte del trabajo de incidencia, en febrero de 2017 se realizó el "Taller Internacional: Explorando Generación Distribuida con Energías Renovables en el Perú". Este taller fue organizado en alianza con CCAP y contó con la participación de especialistas en Generación Distribuida a nivel internacional, funcionarios públicos y sector privado. Asimismo, la información compartida sirvió como insumo para el desarrollo de la Revista "Conociendo la Generación Distribuida" la cual se

publicó y fue difundida entre actores del sector público y privado tanto en Arequipa como en la ciudad de Lima. Esta publicación permite conocer de manera más detallada el esquema de Generación Distribuida, los avances a nivel internacional, las experiencias nacionales respecto a la energía fotovoltaica y el potencial que presenta el Perú<sup>2</sup>. Adicionalmente, se llevó a cabo la Campaña AQP Sostenible cuyo objetivo fue impulsar la sostenibilidad, a través de una política regional atractiva para el sector privado, frente a los retos que plantean el aseguramiento del agua y el potencial de energía solar en el sur del país.

Finalmente, como resultado de la implementación de la metodología, se ha obtenido información estratégica en torno a las políticas en las que se enmarca a la opción de mitigación en Generación Distribuida; así como se ha identificado las condiciones habilitantes necesarias para la implementación de la NDC como oportunidades de inversión.

2 Para mayor información revisar <http://proyectoapoyocambio-climatico.pe/wp-content/uploads/2017/10/Revista-GD-final.pdf>

# Principales hallazgos

## Liderazgo

### 4 actores clave para la Generación Distribuida (GD)

- i. Dirección de electricidad del Ministerio de Energía y Minas, que tiene como objetivo asegurar la electrificación en el país, pero que no necesariamente promueve el uso de energías renovables
- ii. Ministerio del Ambiente, que debe velar por la eficaz implementación de las NDC
- iii. Empresas Distribuidoras, encargadas de proveer el servicio eléctrico a nivel local, y que perciben a la Generación Distribuida como una amenaza a su modelo de negocio actual
- iv. Los Gobiernos Regionales, quienes pueden promover a través de sus políticas internas la utilización de las energías renovables
- v. El sector privado, que a través de sus inversiones, visibiliza las nuevas tendencias y necesidades para el aprovechamiento de las nuevas tecnologías

### El liderazgo está en la región

El Gobierno Regional de Arequipa se perfila como un potencial líder hacia la implementación de la Generación Distribuida debido a que, además de contar con una meta de 30% de inclusión de energías renovables en su matriz eléctrica<sup>3</sup>, cuenta con las facultades necesarias para impulsar la adopción de paneles solares menores a 500kw de potencia instalada para la autogeneración.

## Oportunidades

### Precio de la energía solar

Desde el 2009, el precio internacional de los sistemas solares residenciales ha caído. La tendencia del mercado de sistemas fotovoltaicos, actualmente utilizados para autoabastecimiento, requiere de ciertos mecanismos para su dinamización. El estudio de la cadena de mercado permitió identificar ciertas condiciones habilitantes como por ejemplo: Normas técnicas claras sobre importación de tecnología, exenciones de impuestos, campañas de información sobre requerimientos y beneficios, servicios financieros adecuados, bases de datos de proveedores fiables o desarrollo de capacidades técnicas y profesionales.

### Potencial de mitigación

La Generación Distribuida con Paneles Solares representa un potencial de mitigación de gases de efecto invernadero basado en el cambio de tecnología para producción de la energía consumida. De esta manera, la mitigación se calcula a partir del número de kilowatts que se dejan de consumir de la matriz energética del SEIN y se pasan a consumir a partir de paneles solares. Para la región Arequipa se calcula que si se incluyeran 139 empresas de servicios y comercio de manera escalonada de la zona urbana de Arequipa se podría alcanzar el 14% de la meta nacional de mitigación de esta medida.

### En la ciudad

Dado el alto nivel de electrificación en zona urbana a nivel nacional (95%), se considera que la Generación Distribuida sería una oportunidad para la mejora del servicio eléctrico a través de un ahorro en el pago por servicios.

### En el sector rural

En el caso del sector rural, la brecha de electrificación se ubica alrededor del 25%, ante lo cual los sistemas aislados con Generación Distribuida se presentan como una oportunidad sostenible y de bajo costo operativo para la electrificación. En este último caso es necesario establecer modelos de gestión que permitan a los usuarios organizarse a largo plazo respecto al controlador, costos de mantenimiento y/o reemplazo de elementos del sistema. Cabe precisar que la electrificación rural con paneles solares está contemplada en otra opción de mitigación de la propuesta de NDC.

3 Benigno Sanz (Diciembre, 2015) Exposición durante el lanzamiento del proyecto "Desarrollo de un Modelo de Gestión Estratégica de Bioenergía" - SNV

## Riesgos

### Electricidad de bajo costo

Se percibe entre las principales amenazas para la difusión de la Generación Distribuida con Paneles Solares los bajos precios de la electricidad en Perú, así como sus posibles variaciones. Ello impactaría directamente sobre la rentabilidad en el uso de la tecnología solar, siendo que las tarifas más bajas reducen sus retornos.

### Posibilidad de que el gas se constituya como fuente permanente y no de transición

A julio de 2017, se vienen desarrollando los estudios para la elaboración del reglamento de generación distribuida (DL N° 1221-2015). Sin embargo, en un contexto en el cual se están promoviendo políticas para la masificación del gas natural, existe el riesgo que dentro del reglamento no se contemplen las energías renovables, o más crítico aún, se prohíban. Ante ello, se presenta una oportunidad para la implementación de un piloto de promoción e implementación de la Generación Distribuida liderado por el Gobierno Regional de Arequipa.

### Mejora de procesos productivos y servicios

Existen en la región proyectos e iniciativas del sector privado respecto a la utilización de la energía solar para autoabastecimiento. Proyectos como el de las empresas Majes Tradición y Arquitectos 30.25 demuestran que los proyectos solares fotovoltaicos pueden mejorar los procesos productivos y los servicios de las empresas y/ entidades, generando no solo beneficios económicos, sino también estratégicos y de mercado. De esta manera, el autoabastecimiento se presenta como un paso previo y una oportunidad para los proyectos que deseen aprovechar el enfoque de Generación Distribuida una vez implementada.

## Mercado de Energía Solar Fotovoltaica en Arequipa

### Oferta fotovoltaica

Existe una oferta de sistemas fotovoltaicos aún en desarrollo, pero que presenta características de empezar a crecer. Estas empresas apuntan a la pequeña y mediana escala en un ámbito urbano brindando servicios de diseño, implementación y mantenimiento de los sistemas.

## Inversión y Financiamiento

### Oportunidades de inversión

Los casos de estudio evidencian que existen modelos de negocio rentables respecto a los sistemas fotovoltaicos para autoabastecimiento ya sea que generan ahorro o para brindar estabilidad al suministro de la red. Asimismo, existen herramientas de financiamiento como Innóvate Perú del Ministerio de la Producción o herramientas de Leasing desde la banca comercial que impulsarían estos los nuevos proyectos. Es por ello que se han identificado cuatro oportunidades de inversión basados en casos reales:

- I. Empresas pesqueras y acuícolas de la zona de Caylloma y Caravelí.
- II. Instituciones públicas (p.e. INPE)
- III. Empresas inmobiliarias en la zona urbana de Arequipa.
- IV. Centros Comerciales
- V. Usuarios que requieran bombear agua.

Como se comentó previamente, en la mayor parte de los casos el primer paso sería la autogeneración con energía renovable, lo cual no entraría en conflicto con las operaciones de la empresa distribuidora local.

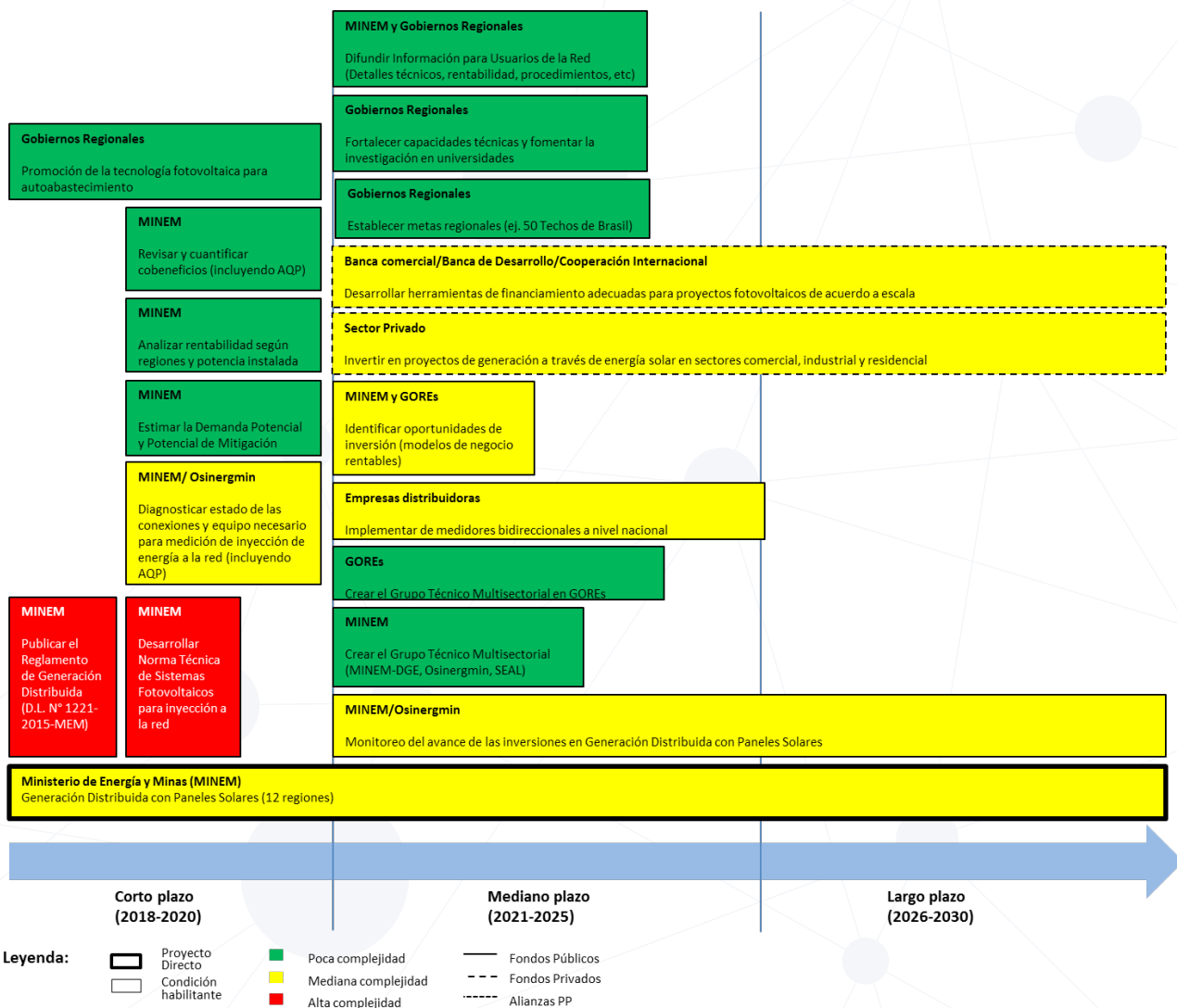


# Estructura de implementación

El gráfico 3 ejemplifica la Estructura de Implementación de la Generación Distribuida con Paneles Solares. En esta estructura se determinan los Proyectos Directos, las condiciones habilitantes, los proyectos de poca complejidad (los de color verde), proyectos de mediana complejidad (los de color amarillo) y los proyectos de alta complejidad

(los de color rojo). Dicha estructura expresa la secuencia, el tiempo de ejecución necesaria, la complejidad de las iniciativas, los presupuestos requeridos, así como la fuente principal de los fondos. De igual manera identifica la entidad líder y otras con competencias en la materia (ver Gráfico 2).

Gráfico 2. Estructura de implementación de la Generación Distribuida con Paneles Solares



Fuente: Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático

La implementación de la Generación Distribuida con Paneles Solares en 12 regiones abarca el periodo 2018-2030. Para este proceso se considera como ente rector al MINEM, en especial a la Dirección General de Electricidad.

El primer paso hacia la implementación de la opción de mitigación en discusión es la publicación del Reglamento de Generación Distribuida del Decreto Legislativo N° 1221-2015-MEM, el cual debe definir los roles y el alcance. A partir de este hito se definen 13 acciones: 6 en el corto plazo y 8 en el mediano plazo.

Asimismo, como se observa en el gráfico, es importante realizar la réplica de los estudios implementados por el Proyecto de Apoyo a la Gestión del Cambio Climático en la región Arequipa en las otras regiones que son parte de la Macroregión del Sur, debido a que representa el aporte al país frente al cambio climático a través de los compromisos asumidos en el Acuerdo de París.

La estrategia de implementación de la Generación Distribuida con paneles solares debe contemplar que el autoabastecimiento se presentaría como paso previo para la generación de una demanda. En ese sentido, bajo el objetivo de promoción de la generación distribuida a corto, mediano y largo plazo se deben considerar las necesidades de los sectores y zonas que requieran de la provisión de energía eléctrica accesible y de calidad. De esta manera, se identifican tres sectores principales:

1. Sectores no rurales sin acceso al servicio de energía eléctrica,
2. Sectores con acceso cuya provisión del servicio no sea costo-eficiente
3. Sectores con servicio de energía eléctrica con cortes de suministro.

En el corto plazo, es decir en el periodo 2018-2020 se definen las siguientes actividades (ver Tabla 3):

**Tabla 3. Acciones en el corto plazo para la implementación de GD**

1	Desarrollar la Norma Técnica de Sistemas Fotovoltaicos para inyección a la red
2	Diagnosticar estado de las conexiones y equipo necesario para medición de inyección de energía a la red (incluyendo AQP)
3	Estimar la Demanda Potencial y Potencial de Mitigación
4	Analizar rentabilidad según regiones y potencia instalada
5	Revisar y cuantificar cobeneficios (incluyendo AQP)
6	Promoción de la tecnología fotovoltaica para autoabastecimiento a nivel regional

Fuente: Versión completa del estudio

En el mediano plazo, en el periodo comprendido entre el 2021-2025, se espera realizar las siguientes acciones (ver Tabla 4):

**Tabla 4. Acciones en el mediano plazo para la implementación de GD**

1	Crear el Grupo Técnico de GD (MINEM-DGE, OSINERGMIN, SEAL)
2	Crear el Grupo Técnico Multisectorial en GOREs
3	Identificar oportunidades de inversión (modelos de negocio rentables)
4	Invertir en proyectos de generación a través de energía solar en sectores comercial, industrial y residencial
5	Establecer metas regionales para el cumplimiento de la meta nacional
6	Implementar medidores bidireccionales a nivel nacional
7	Fortalecer capacidades técnicas y fomentar la investigación en universidades
8	Difundir Información para Usuarios de la Red (Detalles técnicos, rentabilidad, procedimientos, etc.)

Fuente: Versión completa del estudio

La Estructura de Implementación establece propuestas y acciones de corto plazo (hasta el 2020), al mediano plazo (del 2021 al 2025) y, por último, proyectos y acciones de largo plazo (del 2026 al 2030). Esta propuesta tiene como año meta el 2030 tal como establece las metas de las opciones de mitigación de las NDC.





Acceso al texto completo, bibliografía y anexos del Estudio Generación Distribuida con Paneles Solares en Arequipa. Julio 2017 puede consultarse en el sitio web del proyecto

<http://proyectoapoyocambioclimatico.pe>

*LA PREPARACIÓN Y LA INFORMACIÓN DESCRITA EN EL PRESENTE ESTUDIO ES RESPONSABILIDAD DEL PROYECTO DE APOYO A LA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y RESUME LOS ESFUERZOS REALIZADOS EN EL PROCESO DE LA INTERVENCIÓN PILOTO.*