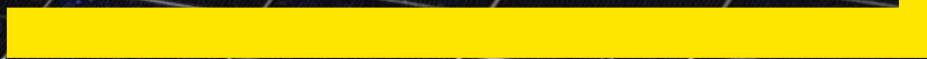


**Análisis comparativo de marcos regulatorios y comerciales para la adopción de energía solar fotovoltaica para edificaciones comerciales, residenciales, industriales y públicas en países seleccionados de América Latina y el Caribe**

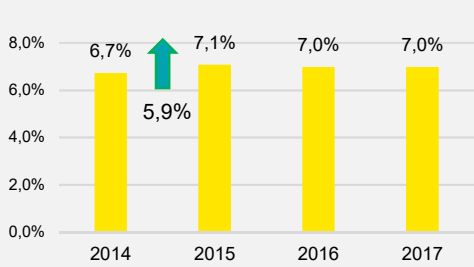
**Infografía**

**Fundación Bariloche**

**Agosto 2018**



## Porcentaje de adopción de tecnologías FV



Alemania es uno de los países que más adiciones realiza a la capacidad energética solar FV mundial y **tiene la mayor capacidad de energía solar FV per cápita del mundo.**

## Metas de reducción de emisiones GEI

- ↓ **40%** año 2020
- ↓ **55%** año 2030
- ↓ **70%** año 2040
- ↓ **80% - 95%** año 2050



## Feed-in-tariff

El **feed-in-tariff** es el pago de una tarifa por la electricidad que generan y exportan a la red los generadores distribuidos. Este instrumento garantiza una tasa fija de compra para el usuario



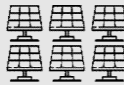
Las utilities deben comprar la electricidad producida por el sistema a un precio y periodo definidos por el regulador

Dependiendo del tamaño del sistema, el feed-in-tariff para techos solares puede llegar hasta **US\$14 centavos/kWh** y es **garantizado por los próximos 20 años**

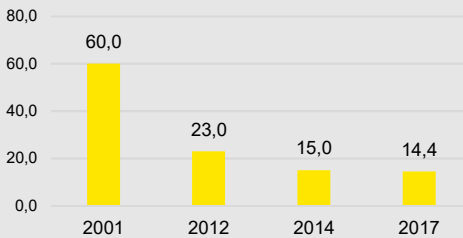
Para sistemas entre 100 kW y 10 MW (FiP) y entre 10 kW y 100 kW (FiT).



- **FiP**, se recibe una prima (premium) vinculada al precio de bolsa
- **FiT**, es un valor por kWh fijo pactado en un horizonte de 20 años



## FiT para sistemas FV en Alemania 2001-2017

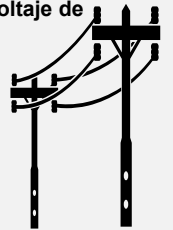


Mediante el FIT Alemania y la UE han impulsado la adopción de energías renovables solar y eólica. Entre 2000 y 2011, el FIT alemán fue mayor que la tarifa de usuario final, lo cual es muy atractivo en términos financieros

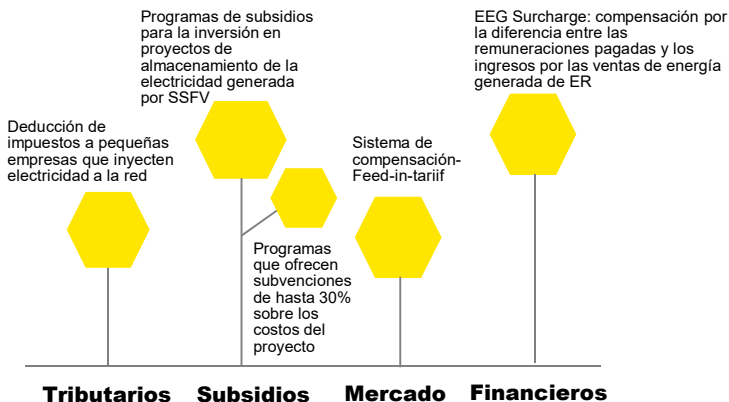
## Servicios complementarios

Son los servicios necesarios para soportar la red de transmisión eléctrica desde el generador hasta el comprador. En la Unión Europea, los paneles solares fotovoltaicos pueden prestar el **control de voltaje de estado estacionario**.

El control de voltaje de estado estacionario sirve para mantener a lo largo de toda la red el mismo voltaje que existe en la entrada



## Incentivos



## Calidad

En la Unión Europea, las empresas internacionales que deseen vender productos fotovoltaicos deben cumplir con los requisitos de calidad y seguridad establecidos. En Alemania, los módulos solares fotovoltaicos están certificados según las normas europeas:



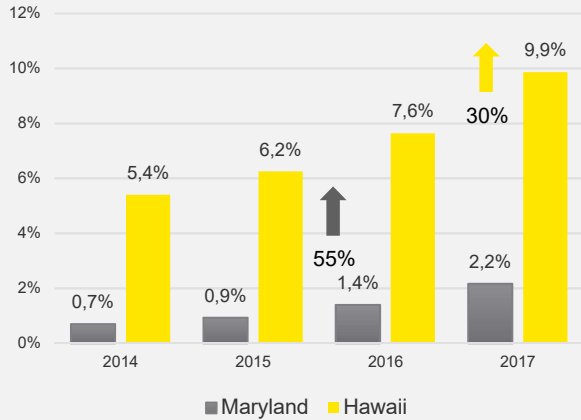
- 1 Seguridad eléctrica del SSFV
- 2 Diseño
- 3 Requisitos legales y técnicos

## Porcentaje de adopción de tecnologías FV

Existe una tendencia a que las tecnologías FV sigan incursionando en la industria de forma acelerada



Hawaii tiene uno de los crecimientos más rápidos en la inclusión de SSFV de pequeña escala en EE.UU.



## Regulación

En California, las nuevas viviendas deben incorporar SSFV, a través de la adopción de nuevos estándares de eficiencia energética para la construcción



California creó un proceso expedito para la obtención de permisos para los SSFV de techo residenciales a través del Decreto de Eficiencia de los Permisos Solares

Ruta rápida (fast-track) para las interconexiones basadas en inversores de hasta 5 MW



En EE.UU. se establecieron **subsídios masivos federales** para la industria solar mediante la Ley para la Recuperación y Reinversión Americana

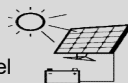


La Ley de Política Energética establece el crédito fiscal de inversión del 30% como incentivo nacional para los paneles solares fotovoltaicos

## Generación distribuida

Hawaii ofrece 3 programas para conectar a la red los SSFV y remunerar los excedentes entregados por techos solares

- **Customer Grid-Supply (CGS) y CGS Plus:** el sistema debe incluir tecnología que permita el monitoreo remoto del desempeño del sistema
- **Smart Export:** tiene la tarifa más alta y exige el uso de baterías (acumuladores) para poder exportar a la red la energía producida en el día en las horas de la tarde-noche
- **Customer Self-Supply (CSS):** para los SSFV que no fueron diseñados para exportar electricidad a la red. No se compensa por ningún excedente de energía



## Incentivos regulatorios

En EE.UU. la mayoría de los sistemas solares residenciales fueron pagados en efectivo o financiados por medio de préstamos



Tasas  
5%



Plazos  
2 – 20 años



Montos  
Costo del sistema

Los mecanismos de financiamiento menos usados fueron Leasing y PPA

## Motivaciones



Dependencia de combustibles fósiles (67%), tiene una tarifa de electricidad mayor que el promedio de EE.UU.

Zona no interconectada y su dependencia de combustibles fósiles (88%), tiene la tarifa de electricidad más costosa de EE.UU.



Energía importada

Zona no interconectada



No aplica

Reducción de las emisiones. Tiene una meta de 15,2% de reducción de GEI para 2030.

## Cartera estándar de renovables



25% año 2020

30% año 2020

40% año 2030

2,5% año 2020  
energía solar

70% año 2040

100% año 2045

## Metas de reducción de emisiones GEI

Agencia de Protección Ambiental (EPA)

↓ 17% año 2020

↓ 26%-28% año 2025



Maryland ↓ 36,5% año 2030

Hawaii ↓ 15,2% año 2030

## Calidad



Seguridad de la instalación según el Código Eléctrico Nacional y certificaciones de la calidad de los módulos

1

Revisión de los módulos por parte de National Renewable Energy Laboratory (NREL)

2

Herramientas que brinda información sobre la calidad de los sistemas en el mercado como EnergySage

3

## Alternativas de financiamiento

Tanto Hawaii como Maryland presentan grandes incentivos para la adopción de SSFV. El principal incentivo de Hawaii es el feed-in-tariff que ofrecen las utilities por la venta de excedentes y en Maryland tanto los programas de subsidios como las exenciones de impuestos

Créditos fiscales sobre el impuesto estatal de renta

Programa de subsidios residenciales para energías renovables

Cartera estándar de renovables (RPS)

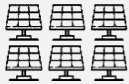
Feed-in-tariff en Hawaii

## Ley de generación distribuida

Las Resoluciones REN ANEEL 482/2012 y REN 517/2012 reglamentan la generación distribuida y permite la venta de excedentes a la red



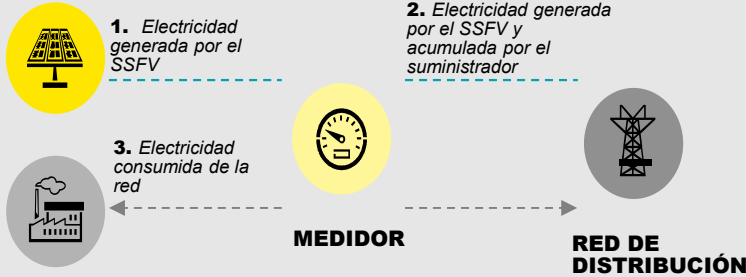
Micro generación distribuida (**1-75 kW**)



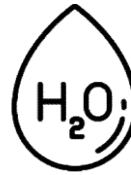
Mini generación distribuida (**76-5000 kW**)

## Net metering

El Net Metering es un incentivo eficaz para la adopción de SSFV. Si el usuario produce más energía que la que consume, la inyecta a la red y el medidor retrocede



## Matriz energética



Brasil tiene una matriz energética limpia, gracias a sus abundantes recursos hidroeléctricos

## Metas de reducción de emisiones GEI

↓ **37%** año 2025

↓ **43%** año 2030



La energía inyectada por el sistema es compensada mediante un **crédito en cantidad de energía** que puede ser consumida en un plazo de 60 meses

## Alternativas de financiamiento

	Tasas	Plazos	Montos
Bancos de primer piso	3,5% - 15%	3 - 12 años	US\$ 25 mil - US\$ 8 millones
Bancos de segundo piso	0,9% - 7,5%	*	*
Crédito directo	Net Metering No aplica	3-5 años	*
Leasing	No aplica	Cuota inicial: 3 - 5 años	Costo del SSFV
ESCOs	No aplica	No hay periodos fijos	Costo del SSFV
Otras	Fondo constitucionales 6,24%	12 años	Línea de crédito US\$8.4 millones

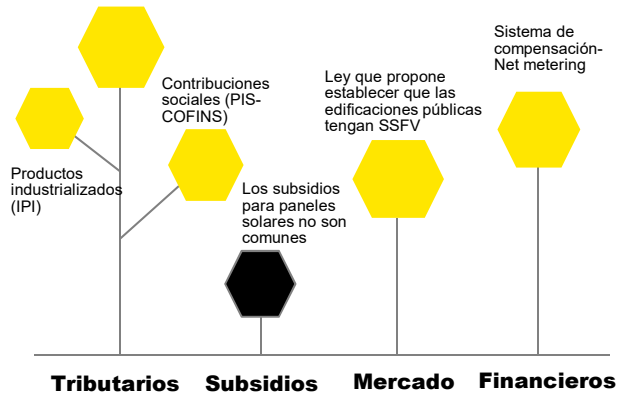
\* No hay información disponible

## Incentivos regulatorios

### Exenciones de impuestos

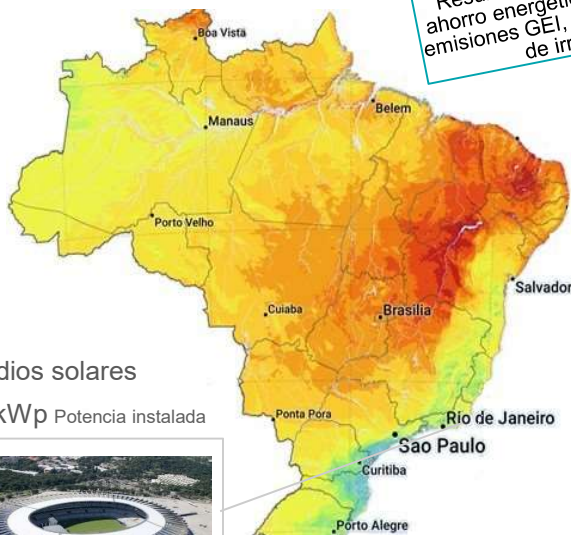
Valor agregado (ICMS)

Los dos grandes incentivos para la adopción de SSFV son las exenciones de impuestos a la generación distribuida y net metering



## Potenciales de ahorro

Resultados de los potenciales ahorro energético y reducción de emisiones GEI, por sector y zonas de irradiación

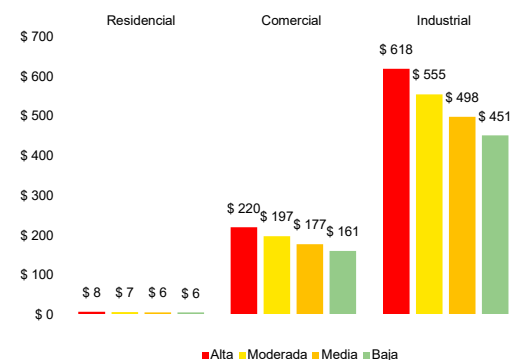


### Estadios solares

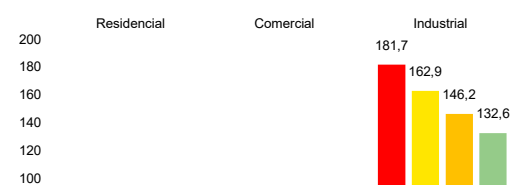
400 kWp Potencia instalada



### Promedio del potencial de ahorro en miles de dólares



### Promedio de reducción de emisiones GEI en ton CO<sub>2</sub>/año



## LeY de generación distribuida

La Ley de Net – Billing o Ley 20.571 reglamenta la generación distribuida y permite la venta de excedentes de electricidad



Altos costos de conexión

Incrementará límite hasta 300 kWp (proyecto modificación de Ley de Net Billing)

## Cartera estándar de renovables



Green energy

20% año 2020

60% año 2035

70% año 2050

## Metas de reducción de emisiones GEI

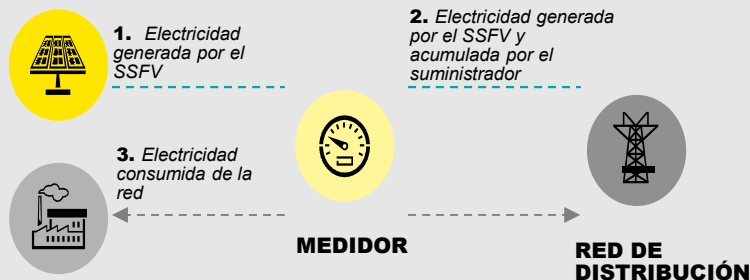
↓ 30% año 2030

↓ 35% - 45% año 2030 (sujeto al apoyo financiero internacional)



## Net metering

El Net Metering es un incentivo eficaz para la adopción de SSFV. Si el usuario produce más energía de la que consume la inyecta a la red y el medidor retrocede



Los excedentes inyectados a la red son **valorados al precio de la tarifa final de usuarios regulados** y son descuentos en los cargos de la factura. Se convierten en un pago monetario, si al cabo de un año existen excedentes acumulados sin descontar

## Alternativas de financiamiento

## Incentivos regulatorios

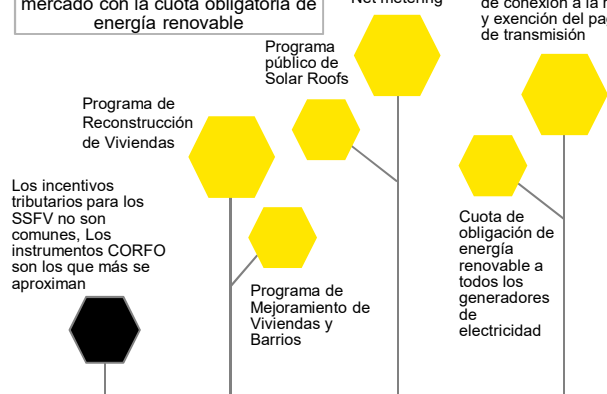
	Tasas	Plazos	Montos
Bancos de primer piso	6,5% - 7%	Max. 15 años	*
Bancos de segundo piso	*	*	US\$ 500 mil - US\$ 10 millones
Crédito directo	Tasas de interés bajas	*	*
Leasing	No aplica	Contratos de hasta 20 años	Costo del SSFV
ESCOs	No aplica	No hay periodos fijos	Costo del SSFV

\* No hay información disponible

Los dos grandes incentivos para la adopción de SSFV son el sistema de compensación y los incentivos de mercado con la cuota obligatoria de energía renovable

Sistema de compensación-Net metering

Ley Corta I establece incentivos y derechos de conexión a la red y exención del pago de transmisión



Los incentivos tributarios para los SSFV no son comunes. Los instrumentos CORFO son los que más se aproximan

Tributarios    Subsidios    Financieros    Mercado

## Potenciales de ahorro

Universidad Andrés Bello

80 kW Potencia instalada



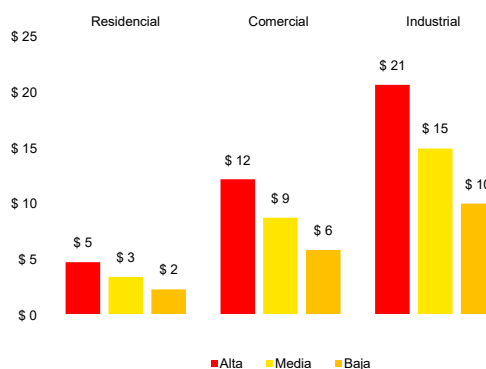
Sodimac (3 sucursales)

800.00 kWp Potencia instalada

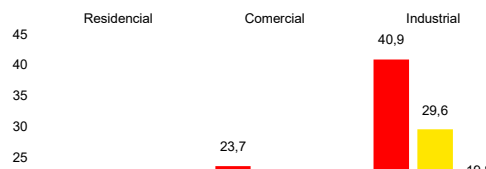


Resultados de los potenciales ahorro energético y reducción de emisiones GEI, por sector y zonas de irradiación

### Promedio del potencial de ahorro en miles de dólares



### Promedio de reducción de emisiones GEI en ton CO<sub>2</sub>/año



## Ley de generación distribuida

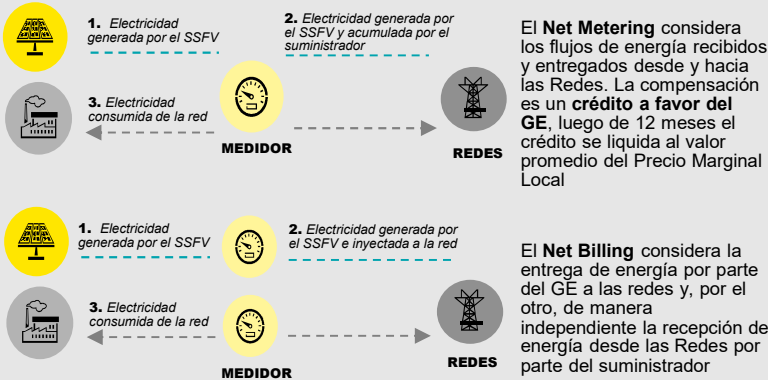
La Resolución CRE142/17 permite comercializar la energía eléctrica mediante el esquema de generación distribuida, si el usuario está calificado como figura de Generador Exento (GE), la cual se refiere a las centrales eléctricas con una capacidad menor a 0.5 MW



Los generadores exentos están clasificados en: i) Generación Distribuida y ii) Generación Limpia distribuida. Los últimos son generadores distribuidos a partir de fuentes renovables

## Esquemas de pago

Existen tres esquemas de pago: Net metering, Net billing y Venta total de energía



## Cartera estándar de renovables



Green energy

25% año 2018

35% año 2024

50% año 2050

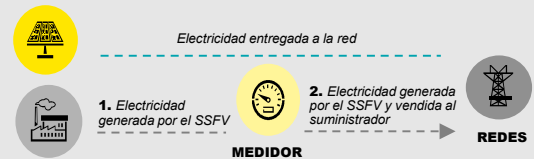
## Metas de reducción de emisiones GEI

↓ 22% año 2030

↓ 50% año 2050



La **Venta Total de Energía** considera el flujo de energía eléctrica entregada hacia las redes, al cual se le asigna un valor de venta. Este régimen ocurre en el caso donde no exista un contrato de suministro eléctrico asociado al mismo Punto de interconexión de la Central Eléctrica y se liquida al valor de la tarifa final de suministro contratada

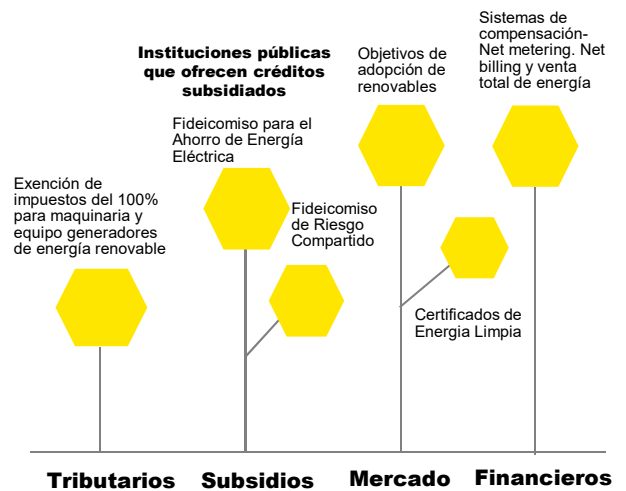


## Alternativas de financiamiento

	Tasas	Plazos	Montos
Bancos de primer piso	16%	1 – 7 años	Hasta US\$ 795 mil
Bancos de segundo piso	Max. 20%	Max. 5 años	Hasta US\$ 265 mil
Crédito directo	*	*	*
Leasing	14%	2 años	Costo del SSFV
ESCOs	No aplica	No hay periodos fijos	Costo del SSFV
Otras	Crowdfunding 10%-14%	PPA 15 años Crowdfunding más de 4 años	US\$ 5 mil – US\$ 15mil

\* No hay información disponible

## Incentivos regulatorios



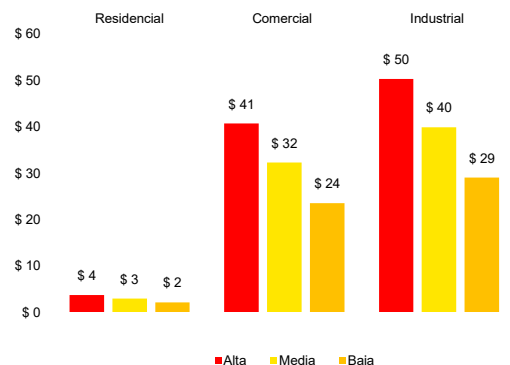
## Potenciales de ahorro

Resultados de los potenciales ahorro energético y reducción de emisiones GEI, por sector y zonas de irradiación

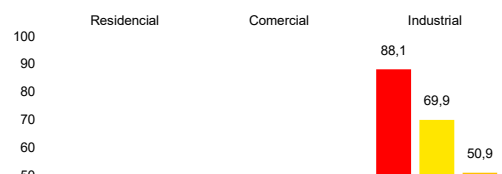
Banco de México  
162.360 Wp Potencia instalada



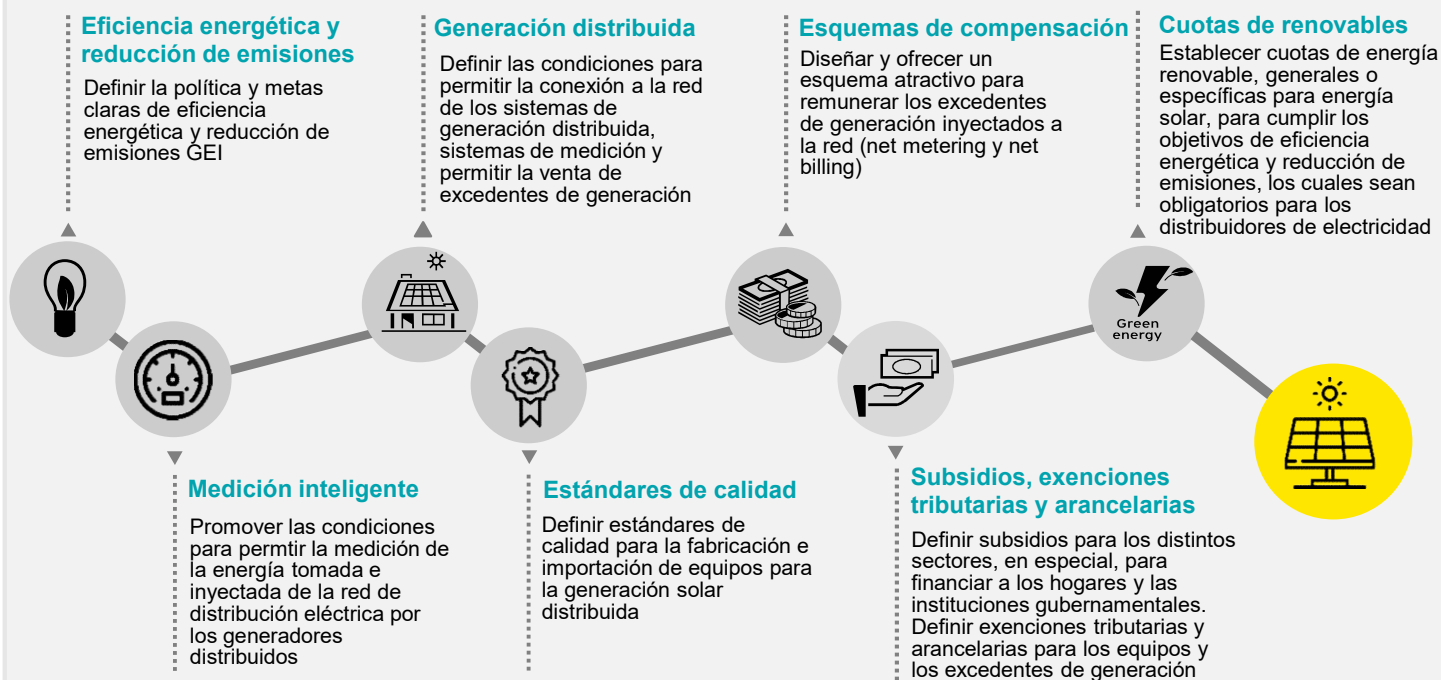
### Promedio del potencial de ahorro en miles de dólares



### Promedio de reducción de emisiones GEI en ton CO<sub>2</sub>/año



## Hoja de ruta preliminar



### Marco regulatorio

Las políticas, programas y acciones que busquen promover la adopción de SSFV deben centrarse preferiblemente en mercados donde el precio de la energía sea alto y en los cuales el marco legal y regulatorio permite:

- Venta de excedentes de generación distribuida
- Medidores inteligentes
- Incentivos de eficiencia energética

Los límites de capacidad de los sistemas para ingresar en los esquemas de compensación deben permitir el ingreso tanto del sector residencial como del comercial e industrial. En el caso de Chile, se debe valorar el aumento del umbral para la generación distribuida, dado que solamente permiten participar en el esquema de compensación a los sistemas con capacidad hasta de 100 kWp



La generación distribuida usando techos solares debe ser un negocio simple y financieramente atractivo para hogares, establecimientos comerciales e instalaciones industriales:

Superar las barreras de financiamiento: plazos, tasas y montos asequibles, **ESCOs** y **Acuerdos de compra de energía**

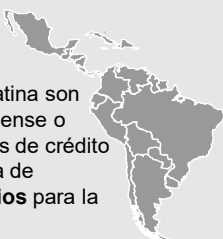


Crear incentivos de mercado, financieros y tributarios que disminuyan el costo de inversión:



- Programas de cartera estándar de renovables
- Esquemas de compensación
- Exención tributaria

Los niveles de ingreso per cápita en América Latina son muy diferentes del poder adquisitivo estadounidense o alemán y los hogares pueden tener restricciones de crédito para esta clase de inversión. Una primera forma de sobrepasar estos obstáculos es brindar **subsidios** para la adquisición de los SSFV de techo



### Marco comercial



Los plazos, tasas y montos de financiación, así como los requisitos, deben permitir que no sólo las empresas, sino también los hogares encuentren financiamiento para adquirir techos solares

También deben existir contratos de ahorros compartidos, en los cuales los usuarios no deben hacer los desembolsos de la inversión inicial, pero, sí disfrutan de los beneficios económicos y ambientales de los techos solares



**PPA** **ESCOs**

Esta tecnología es importada, la mayor parte de los paneles solares provienen de China e India, por tanto, es de gran importancia la **exención de aranceles** para la adquisición de los módulos e inversores. Al igual que asegurar el control sobre los estándares de calidad y la seguridad en la instalación de los sistemas




### El uso de baterías como un mecanismo de acumulación

incrementa la inversión inicial de los proyectos. Dado que, en el caso de la generación distribuida, el respaldo de los sistemas está dado por la red de distribución local, la adquisición de baterías es menos atractiva financieramente que la opción sin acumulación para los techos solares en áreas urbanas



### Para las áreas rurales y/o zonas no interconectadas,

en las cuales tanto las tarifas de electricidad como el riesgo de fallas en el abastecimiento son mayores, el

			
 Tamaño del sistema (kWp)	4	30	100
 Tarifa mensual para usuario final (dólares/kWh y crecimiento 2% anual)	\$0,158	\$0,158	\$0,100
 Consumo anual promedio (kWh/año)	4000	30000	110000
 Potencial fotovoltaico (kWh/año)	1718	1718	1718
 Inversión inicial (dolares)	\$6.080	\$36.192	\$109.720
 Vida útil (20 años módulos – 10 años inversores)	20	20	20

En Brasil, solo se logra el cierre financiero de la inversión en los SSFV en todos los sectores cuando se encuentra instalado en una zona de alta irradiación y hay generación distribuida








Para el sector **residencial**, se debe disminuir el costo de la tecnología, o ser **subsidiado**. También se podría **aumentar la tarifa a la cual se remuneran las inyecciones** de electricidad a la red.



En el sector **comercial**, los sistemas alcanzan el cierre financiero a 20 años solamente si 1) **están ubicados en las zonas de mayor irradiación** y 2) existe un **esquema de compensación para la generación distribuida y la posibilidad de venta de excedentes**



Finalmente, en el sector **industrial** se debe aumentar la tarifa a la cual se remuneran las inyecciones de electricidad para la generación distribuida

			
 Tamaño del sistema (kWp)	4	50	100
 Tarifa mensual para usuario final (dólares/kWh y crecimiento 2% anual)	\$0,158	\$0,100	\$0,098
 Consumo anual promedio (kWh/año)	4000	50000	150000
 Potencial fotovoltaico (kWh/año)	2328	2328	2328
 Inversión inicial (dolares)	\$8.059	\$71.133	\$124.754
 Vida útil (20 años módulos – 10 años inversores)	20	20	20

En los sectores residencial y comercial no se logra recuperar la inversión inicial en un periodo de 20 años. En el sector industrial la inversión en el sistemas se recupera a los 18 años cuando está instalado en una zona de irradiación alta y hay generación distribuida












En el sector **residencial**, si desean que aumente la adopción de SSFV es necesario que disminuya el CAPEX ya sea vía subsidios, exenciones de impuestos, créditos tributarios o aumento de la remuneración por generación distribuida



En los sistemas **comerciales**, se debe disminuir el costo por kWp, para viabilizar el proyecto. A medida que disminuye el ratio entre energía consumida y energía inyectada, el potencial de ahorro disminuye, haciendo que no sea financieramente viable sobredimensionar los sistemas



Para que un sistema sea financieramente viable en el sector **industrial**, en cualquier zona de irradiación, se debe disminuir el costo por kWp

			
 Tamaño del sistema (kWp)	4	50	100
 Tarifa mensual para usuario final (dólares/kWh y crecimiento 2% anual)	\$0,053	\$0,153	\$0,074
 Consumo anual promedio (kWh/año)	4000	50000	150000
 Potencial fotovoltaico (kWh/año)	1874	1874	1874
 Inversión inicial (dolares)	\$7.000	\$77.500	\$155.000
 Vida útil (20 años módulos – 10 años inversores)	20	20	20

En los sectores residencial e industrial no se logra recuperar la inversión inicial en un periodo de 20 años. En el sector comercial la inversión en el sistemas se recupera a los 16 años, cuando está instalado en una zona de irradiación alta y hay generación distribuida



Para el sector **residencial**, debe disminuir el costo de la tecnología, o ser subsidiado, para que sea rentable la inversión. También podría aumentar la tarifa a la cual se remuneran las inyecciones de electricidad a la red



En el sector **comercial**, a medida que disminuye el ratio entre energía consumida y energía inyectada, el potencial de ahorro disminuye, haciendo que no sea financieramente viable sobredimensionar los sistemas



Los sistemas **industriales** no son