



Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

# Planificación Energética de Largo Plazo: Plan de Trabajo



**Ministerio de Energía**  
**5 de Diciembre 2016**

# Agenda

- A. Introducción
- B. Cronograma del Proceso
- C. Descripción de Etapas del Proceso
- D. Metodología de Planificación
- E. Consideraciones varias y parámetros de entrada
- F. Aspectos administrativos
  - A. Comentarios al Plan de Trabajo
  - B. Aporte de Antecedentes





# INTRODUCCIÓN



# Ley General de Servicios Eléctricos

Conforme a lo dispuesto en el artículo 83° de la Ley General de Servicios Eléctricos, modificado por la ley N° 20.936, el Ministerio de Energía cada cinco años, deberá desarrollar un proceso de **Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)** para los distintos escenarios energéticos de expansión de la generación y del consumo, en un horizonte de al menos treinta años, de modo que éstos escenarios sean considerados en la planificación de los sistemas de transmisión eléctrica que llevará a cabo la Comisión Nacional de Energía, según indica la misma Ley.

Según lo establecido en el artículo noveno transitorio de la mencionada Ley, el Ministerio de Energía da inicio al proceso de Planificación.

Se abre un registro de participación ciudadana el 20 de octubre de 2016, según Resolución Exenta N°18 del Ministerio de Energía.

La Resolución Exenta N° 26 del 2 de Diciembre del 2016 aprueba el registro de participación ciudadana del proceso de planificación energética de largo plazo.

# CRONOGRAMA DEL PROCESO





# Etapas

El proceso de Planificación Energética de Largo Plazo constará de diversos hitos que, se pueden agrupar en tres principales etapas:

## Informe Preliminar

---

Inscripción en Registro de Participación Ciudadana – 20 de Octubre de 2016 al 14 de Noviembre de 2016

---

Revisión de antecedentes presentados para inscripción en Registro de Participación Ciudadana – 15 de Noviembre de 2016 al 21 de Noviembre de 2016

---

Presentación de antecedentes corregidos por parte de interesados para inscripción en Registro de Participación Ciudadana - 22 de Noviembre de 2016 al 29 de Noviembre de 2016

---

Audiencia Pública para Presentación de Plan de Trabajo – 5 de Diciembre de 2016

---

Periodo de Observaciones al Plan de Trabajo – 5 de Diciembre de 2016 al 3 de Enero de 2017

---

Publicación de observaciones al Plan de Trabajo – 4 de Enero de 2017

---

Publicación de Plan de Trabajo definitivo – 24 de Enero de 2017

---

Presentación Informe Preliminar - 20 de Junio de 2017

---

Observaciones al Informe Preliminar – 20 de Junio de 2017 al 11 de Julio de 2017

---

Publicación de observaciones al Informe Preliminar – 12 de Julio de 2017

---

Publicación de Informe Preliminar definitivo – Entre Julio y Agosto de 2017

---



# Etapas

## Evaluación Ambiental Estratégica de Polos de Desarrollo de Generación

Inicio Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) para Polos de Desarrollo – Entre Junio y Julio de 2017

Resolución de Término EAE – Primer Semestre del 2018

Emisión Anteproyecto Informe Técnico para cada Polo de Desarrollo – Primer Semestre del 2018

Cabe señalar que el proceso de EAE se llevará a cabo según lo establecido en el Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica (Decreto N°32 del 17 de Agosto de 2015, del Ministerio de Medio Ambiente) por lo que los plazos indicados en este documento son referenciales y deben ajustarse a lo indicado por el Reglamento respectivo.



# Etapas

## Informe Final y Decreto de Planificación

---

Emisión Informe Técnico para cada Polo de Desarrollo – Segundo Semestre 2018

---

Emisión Informe Final, con antecedentes de respaldo – Segundo Semestre 2018

---

Audiencia pública de presentación Informe Final – Segundo Semestre 2018

---

Observaciones al Informe Final – Segundo Semestre 2018

---

Publicación Informe Final corregido – Segundo Semestre 2018

---

Dictación de Decreto de Planificación Energética – Segundo Semestre 2018

---



# DESCRIPCIÓN ETAPAS DEL PROCESO



# Informe Preliminar

Es el primer producto que emanará del proceso de Planificación, en el cual se definirán las proyecciones de oferta y demanda energética y los Escenarios Energéticos preliminares, indicando sus potenciales Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica. Los contenidos específicos del Informe Preliminar serán los siguientes:

## Aspectos metodológicos

- Se detallará la metodología completa empleada en el proceso de Planificación, indicando las herramientas computacionales utilizadas, las fuentes de información y el detalle de las modelaciones y simulaciones realizadas para su reproducción.

## Criterios para la definición de zonas potenciales de generación eléctrica renovable

- Se entregarán las fuentes de información y supuestos empleados en el marco de la metodología para el levantamiento de los potenciales de generación eléctrica a lo largo del país, mediante fuentes de energías renovables.

# Informe Preliminar

## Descripción de supuestos propios de cada escenario energético preliminar

- Cada escenario preliminar considerado en el proceso tendrá diversos supuestos de variables relevantes, los que tendrán impacto en cuanto a demanda energética (ej. crecimiento económico), oferta eléctrica (ej. costos de tecnologías de generación eléctrica), entre otros.

## Proyección de demanda energética

- Para cada escenario se definirá una demanda energética específica. No solo considera demanda eléctrica sino que también la de todos los energéticos considerados en el Balance Nacional de Energía.
- Se entregarán las proyecciones respectivas para todos los años del horizonte de estudio (30 años). En el modelo de planificación eléctrica se utilizará sólo el consumo eléctrico de la demanda energética obtenida, para cada barra de consumo en el sistema modelado.

## Plan de obras de generación eléctrica

- Cada escenario estará acompañado de un plan de obras de generación eléctrica que permite abastecer al consumo esperado en ese escenario, según el modelo de planificación eléctrica.
- Este plan de obras indicará la capacidad instalada por cada tecnología considerada en la evaluación para cada año del horizonte de estudio, y en cada barra modelada del sistema eléctrico.

# Informe Preliminar

## Potenciales Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica

- Para cada escenario se detallarán que potenciales Polos de Desarrollo resultaron recomendados para abastecer al consumo eléctrico esperado del escenario.
- Se especificará a lo menos su capacidad instalada, características del recurso energético, localización y punto de conexión.
- Para que exista un potencial Polo de Desarrollo, su aprovechamiento utilizando un único sistema de transmisión resulta de interés público por ser eficientes económicamente para el suministro eléctrico, y que cumple con la legislación ambiental y de ordenamiento territorial.

## Escenarios de respaldo

- Para cada Escenario Preliminar que incluya uno o más potenciales Polos de Desarrollo se definirá un “Escenario de respaldo”, el cual tendrá los mismos supuestos y consideraciones que el primero salvo que no incluirá el o los potenciales Polos de Desarrollo identificados.

## Criterios de selección de escenarios

- Para la selección de los Escenarios Energéticos preliminares se utilizarán criterios de modo que las soluciones sean óptimas, al menos desde el punto de vista técnico y económico, y resilientes frente a distintas variaciones en las variables modeladas.



# EAE de Polos de Desarrollo de Generación

El proceso de EAE se llevará a cabo según lo establecido en el Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica (Decreto N°32 del 17 de Agosto de 2015, del Ministerio de Medio Ambiente).

El proceso de EAE se llevará a cabo por medio del apoyo de un equipo consultor, adjudicado mediante licitación pública, de acuerdo a plazos y condiciones por definir durante el año 2017.

Tal como establece el respectivo Reglamento, se emitirá un Informe Ambiental dando cuenta de las actividades llevadas a cabo en este y de las consideraciones anteriormente detalladas.

Adicionalmente, se emitirá el Anteproyecto del Informe Técnico de cada Polo de Desarrollo que emanará del proceso de Planificación, los cuales serán sometidos a consulta pública, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica.

# Informe Final y Decreto de Planificación

Luego del proceso de EAE, se procederá a elaborar los respectivos Informes Técnicos de cada Polo de Desarrollo.

Los contenidos mínimos de cada Informe Técnico serán:

Localización del  
Polo de  
Desarrollo

Capacidad  
instalada del  
Polo de  
Desarrollo

Tecnología de  
generación  
eléctrica

Características  
del recurso  
energético

Restricciones  
ambientales y  
territoriales  
consideradas



## Informe Final y Decreto de Planificación

Antes de presentar el Informe Final, se evaluará si es necesaria la actualización de algunos de los parámetros críticos del proceso.

Una vez emitido cada Informe Técnico de Polos de Desarrollo, se procederá a evaluar cambios o consideraciones que pudiesen existir en ellos y que afecten el desarrollo de algún Escenario Energético.

El caso que luego de aplicar la EAE a un potencial polo de desarrollo, el Ministerio de Energía considere que no se encuentran dadas las condiciones para que dicho Polo de Desarrollo esté incorporado en un Escenario Energético, éste Escenario será reemplazado por el Escenario de respaldo respectivo (sin polo).

# Informe Final y Decreto de Planificación

El Informe Final tendrá la siguiente estructura:

- Aspectos metodológicos del proceso de Planificación.
- Identificación de Escenarios Energéticos.
- Descripción de supuestos propios de cada Escenario Energético.
- Plan de obras de generación eléctrica para cada Escenario Energético.
- Polos de Desarrollo para cada Escenario Energético, según corresponda.



# METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN



# Definiciones de Planificación

## Objetivo del Proceso de Planificación

- Entregar Escenarios Energéticos que contengan tendencias y comportamiento del consumo y de la oferta de energía que el país podría enfrentar en el futuro, de modo que sean considerados en la planificación de los sistemas de transmisión eléctrica que llevará a cabo la Comisión Nacional de Energía.

## Productos Esperados del proceso

- Escenarios que contengan:
  - 1) Expansión futura de la generación eléctrica en un horizonte de al menos 30 años.
  - 2) Proyección de oferta y demanda energética.
  - 3) Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica.

## Criterios para definición de Escenarios Energéticos

- Incorporar instalaciones económicamente eficientes y necesarias para minimizar riesgo de abastecimiento del sistema eléctrico y facilitar la competencia del sector.
- Crear las condiciones para que se cumplan los objetivos de la Política Nacional de Energía.

# 1) Modelo de Proyección de Demanda Energética

## Herramienta de Proyección

- Herramienta parametrizable en base a los modelos sectoriales construidos en la segunda etapa de la iniciativa MAPS-Chile, con respectivas mejoras y modificaciones.
- Enfoque “bottom-up”.
- Estudio “Elaboración e implementación de herramientas prospectivas de Largo Plazo”, adjudicada a la empresa Energy to Business. Informe Final de la consultoría disponible en Energía Abierta (<http://energiaabierta.cl/estudios/>)

## Principales características

- Modelación de todos los sectores y energéticos del Balance Nacional de Energía.
- Capaz de considerar la introducción de nuevas tecnologías o la aparición de nuevos energéticos.
- Puede abordar diversas medidas de eficiencia energética.
- Está construido en base a modelos individuales en Excel, que alimentan al modelo general que está montado en la plataforma LEAP (<https://www.energycommunity.org/>)

# 1) Modelo de Proyección de Demanda Energética

## Crecimiento económico

- Se ha trabajado en base a tres fuentes de información: información del Fondo Monetario Internacional (FMI) para proyecciones de crecimiento de corto y mediano plazo, y para largo plazo se consideran las proyecciones tanto de la OCDE como las desarrolladas por el Banco Central de Chile (BCCh).

## Otras consideraciones

- Para realizar las proyecciones de demanda eléctrica, se utilizarán como insumo las estimaciones de las fijaciones de precios de nudo de corto plazo efectuadas conforme al artículo 162° de la General de Servicios Eléctricos, los informes de previsión de demanda para las fijaciones antes mencionadas y para las licitaciones de suministro eléctrico a clientes regulados a que se refieren los artículos 131° y siguientes de la mencionada Ley.

## 2) Metodología de Proyección de Oferta Energética

Una vez realizadas las proyecciones de demanda energética, se procederá a realizar un análisis general del suministro de energía del país para el horizonte de tiempo considerado en la planificación.

Se realizarán, al menos, los siguientes análisis:

- Contraste entre la demanda de derivados del petróleo y la capacidad de refinación proyectada.
- Capacidad y disponibilidad de los terminales de GNL frente a la demanda del energético.
- Oferta y consumo de leña, sujeto a regulaciones existentes.

### 3) Modelo de Planificación Eléctrica

#### Software de simulación

- Se trabajará con herramientas de planificación eléctrica que consideren las dinámicas de operación e inversión del sistema eléctrico, permitiendo obtener planes de obras de generación eléctrica.
- Se utilizarán herramientas que permiten optimizar las inversiones del mercado y proyectarlas a futuro, considerando las características físicas y operativas del sistema, junto con diversos parámetros de entrada y supuestos.
- Para esto, el Ministerio cuenta con el Software PET (Power Electricity Timetable), ampliamente utilizado en el sector eléctrico chileno y en diversas iniciativas. (Escenarios Energéticos 2030, Mesa ERNC de Energía 2050, entre otros.)
- El Ministerio podrá emplear otros software de planificación eléctrica a efectos de contrastar y complementar resultados.

### 3) Modelo de Planificación Eléctrica

#### Red Eléctrica a modelar

- Red eléctrica del sistema eléctrico nacional modelada por medio de 47 barras.
- Las barras fueron seleccionadas siguiendo criterios eléctricos, geográficos y computacionales:
  - **Representación eléctrica:** Se buscó una configuración que represente correctamente la operación del sistema eléctrico.
  - **Representación geográfica:** Las barras se escogieron siguiendo un criterio geoespacial, velando por que no existiera gran distancia entre ellas o por una adecuada representación de zonas intensivas en recurso energético.
  - **Representación computacional:** Dadas las diversas restricciones computacionales que interponen los modelos de planificación (modelos entero-mixtos) es deseable contar con un número acotado de barras.

## 4) Metodología de construcción y selección de Escenarios

### Propuesta de metodología

- Proyecto con cooperación del BID: “Propuesta de metodología de selección de escenarios robustos en una planificación energética de largo plazo, en el marco del proyecto de ley de transmisión eléctrica”.
- Consultoría adjudicada a consorcio compuesto por la Universidad de Chile, Universidad Adolfo Ibañez y la consultora EECG.

### Principales objetivos del trabajo

- Revisión y análisis del estado del arte en metodologías de selección de escenarios.
- Desarrollo de una metodología de selección de escenarios, ad-hoc al proceso de Planificación Energética de Largo Plazo.
- Desarrollo de indicadores para el análisis de robustez de los escenarios.

### Número de escenarios

- A partir de estudio se ha llegado a la decisión de seleccionar de 3 a 5 escenarios, en línea con la experiencia internacional.



## 5) Metodología de identificación de zonas potenciales de generación

### Aspectos metodológicos

- Basado en la georreferenciación y caracterización de recursos aprovechables para energía, considerando restricciones territoriales y ambientales mediante la aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica.
- El Ministerio de Energía, cuenta con el software ArcGIS en sus versiones 10.4.1 y 10.2.2

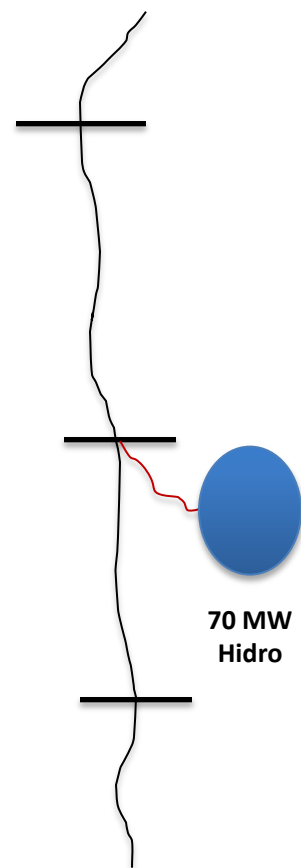
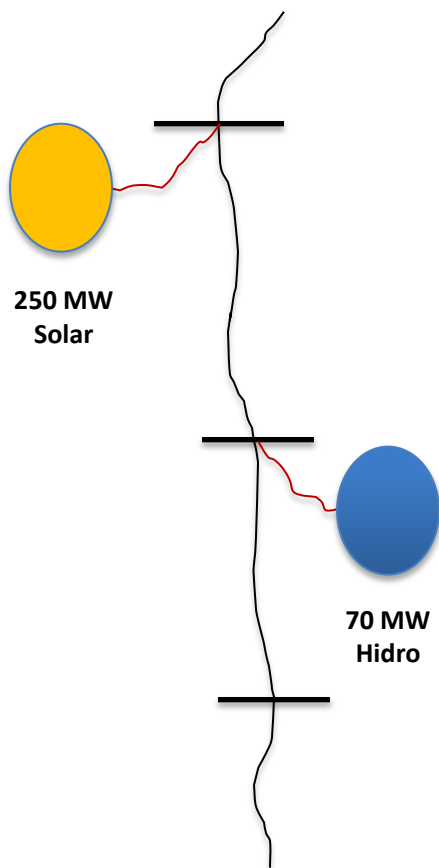
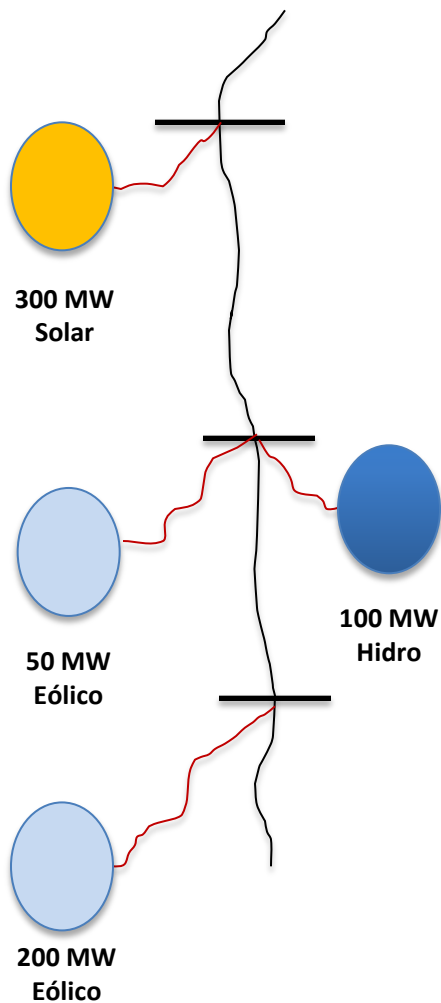
### Identificación de recursos renovables

- Se identificará la información de los recursos renovables disponibles y de acceso público, con el cual se realizarán diferentes geo procesos necesarios integrando las variables técnicas, territoriales y ambientales que condicionan el aprovechamiento del recurso.
- El resultado de estos geo procesos permitirán identificar áreas cuyo aprovechamiento será utilizando un único sistema de transmisión hacia el sistema de barras modelados.

## 5) Metodología de identificación de zonas potenciales de generación

### Identificación Potenciales Polos de Desarrollo

- Cada potencial polo de desarrollo será caracterizado indicando a lo menos la información: MW, generación horaria para el caso eólico, series de potencia media diaria (en MW) para cada potencial polo para el caso hidroeléctrico y un único sistema de transmisión asociado a cada potencial polo.
- Recursos renovables que puedan ser transportados para su aprovechamiento eléctrico no serán considerados como potenciales polos (ej. biomasa).
- Así como tampoco aquellas tecnologías que no se encuentren con madurez tecnológica que permitan una comercialización masiva y, en virtud de lo que la Ley especifica, “que resulta de interés público por ser eficiente económicamente para el suministro eléctrico(..)”.
- Las energías renovables que no puedan ser aprovechadas por tecnologías que resulten eficiente económicamente para el suministro eléctrico tampoco serán consideradas en la identificación de potenciales polos, como por ejemplo el caso de eólica off-shore.




**Identificación  
Potenciales  
(datos geofísicos)**



**Evaluación  
Potenciales  
(modelación)**



**Selección de  
Potenciales  
Polos**



# CONSIDERACIONES VARIAS Y PARÁMETROS DE ENTRADA



## Consideraciones

La Ley N° 20.936 en su artículo 83 inciso segundo indica:

*“El proceso de planificación energética deberá incluir escenarios de proyección de oferta y demanda energética y en particular eléctrica, considerando la identificación de **polos de desarrollo de generación, generación distribuida, intercambios internacionales de energía, políticas medio ambientales que tengan incidencia y objetivos de eficiencia energética** entre otros, elaborando sus posibles escenarios de desarrollo. Asimismo, la planificación deberá considerar dentro de sus análisis los **planes estratégicos con los que cuenten las regiones en materia de energía**”.*



## a) Generación Distribuida

Se considerará la generación distribuida de la siguiente forma:

- Instalaciones fotovoltaicas a nivel Residencial y Comercial en los respectivos techos.
- La proyección de la generación distribuida, será considerada dentro del modelo de demanda energética. Por lo que sus efectos serán visto como otra forma de oferta energética en el país.
- Dado lo anterior, el modelo de planificación eléctrica, tomará la proyección de este tipo de generación, como una menor demanda eléctrica a nivel del sistema eléctrico nacional.

## **b) Intercambios Internacionales de Energía**

Se considerarán los Intercambios Internacionales de Energía, en el modelo de planificación eléctrica, de la siguiente forma:

- Actual interconexión eléctrica con Argentina e intercambios esperados de gas natural entre ambos países.
- Escenarios de materialización de los proyectos futuros con Argentina y Perú.
- Se recabará información proveniente de los estudios de integración eléctrica que se han realizado en los últimos años, y que aporten información relevante para este proceso. Por ejemplo: “Peru-Chile Interconnector: Technical Analysis Study”, preparado el 2015 por Deloitte y Black & Veatch.

## **c) Políticas Medio Ambientales que tengan incidencia**

Se considerarán las políticas que tienen un impacto a la hora de realizar el ejercicio de Planificación Energética de Largo Plazo.

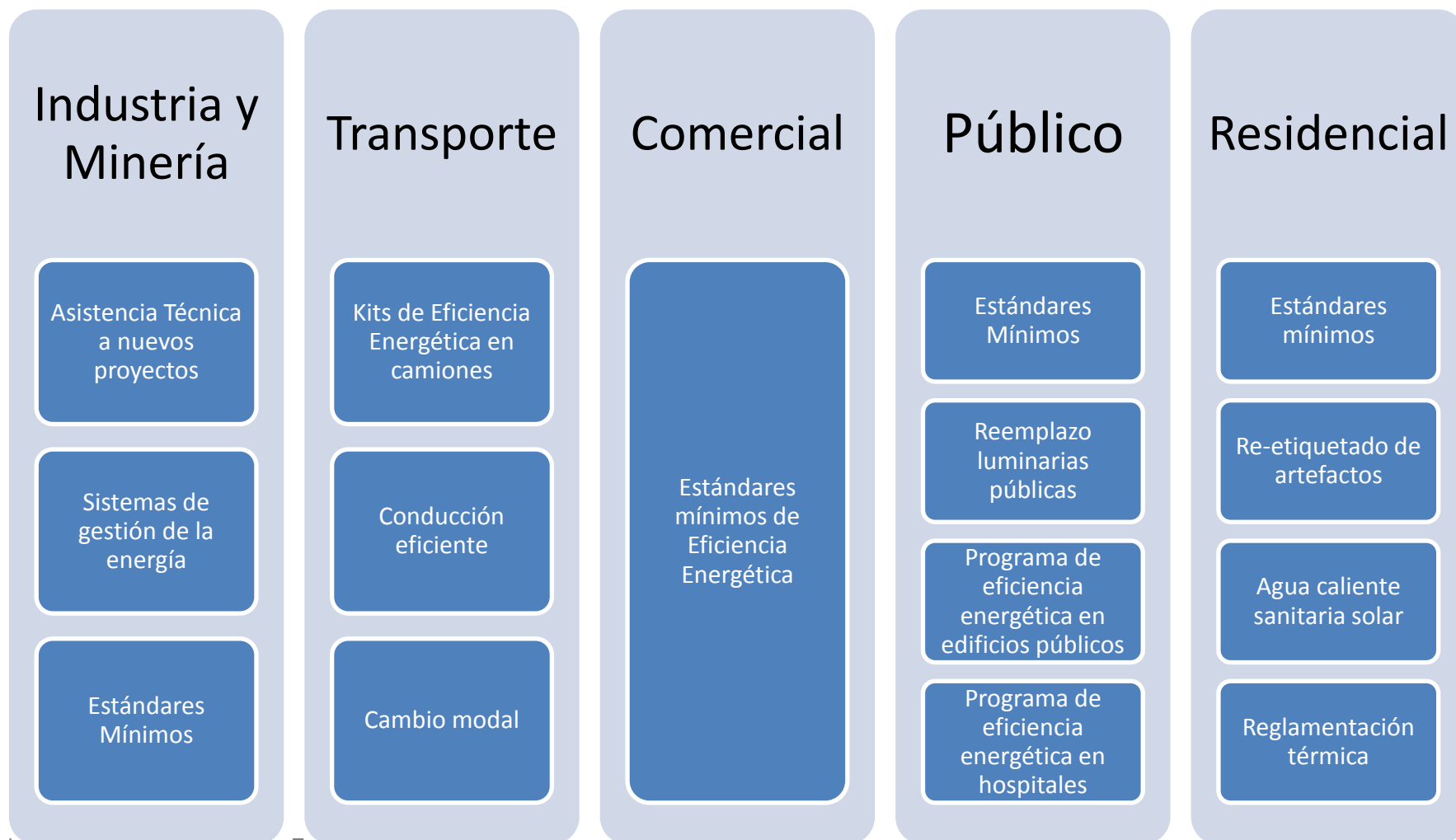
A priori, serán considerados:

- Uno de los elementos comprometidos en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022, es la elaboración, por parte del Ministerio de Energía, de un plan sectorial de mitigación y adaptación al Cambio Climático.  
Este plan contará con diversas medidas de mitigación que tienen impacto en el sector energético, por lo que serán modeladas y cuantificadas en la respectiva herramienta (demanda energética o planificación eléctrica).
- Planes de Descontaminación Atmosférica – Ministerio de Medio Ambiente.



## d) Objetivos de Eficiencia Energética

Se considerarán escenarios de aplicación de diversas medidas de eficiencia energética, para los distintos sectores considerados en el Balance Nacional de Energía. Al menos serán modeladas:



## e) Planes estratégicos con los que cuenten las regiones en materia de energía

- En este aspecto, se considerará la información que provenga de los **Planes Energéticos Regionales** que se encuentran en desarrollo por parte del Ministerio de Energía.
- En estos se realiza un diagnóstico energético de la región, levantando información técnica, territorial y ambiental relevante.
- Hasta el momento se están llevando a cabo Planes Energéticos Regionales en las Regiones de: Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Bio Bio.

# Consideraciones adicionales

## Proyecciones de costos de inversión de tecnologías de generación eléctrica

- Datos e información de mesas de trabajo de la Comisión Nacional de Energía
- Tendencias internacionales para diversas tecnologías: Bloomberg New Energy Finance, EIA, Lazard, NREL, IRENA, entre otros.
- Se realizará un trabajo de envolventes y trayectorias, en línea con metodología empleada en Mesa ERNC de Energía 2050.
- Tecnologías a considerar: Solar Fotovoltaico, Concentración Solar de Potencia (CSP), Eólica, Hidroeléctrica, Mini Hidroeléctrica, Mareomotriz, Biomasa, Carbón, Gas Ciclo Combinado, Gas Ciclo Abierto, Biogás, Diesel, Geotermia y Almacenamiento.

## Costos de combustibles

- Se tomarán las proyecciones establecidas en el último “Informe de Proyecciones de Precios de Combustibles” de la Comisión Nacional de Energía.

# Consideraciones adicionales

## Efectos del cambio climático

- Se analizará, al menos, los efectos que tendría el Cambio Climático en la disponibilidad de recursos naturales para la generación eléctrica.
- Al menos se analizará, dentro de los escenarios, el efecto que pudiese tener el Cambio Climático sobre la hidrología del país y las posteriores consecuencias en la generación hidroeléctrica.
- En el marco del respectivo Plan sectorial de Adaptación al Cambio Climático, que comenzará a elaborar el Ministerio de Energía durante el año 2017, se generará información al respecto.
- También se utilizará el estudio encargado por el Ministerio de Energía “Determinación del Impacto del Cambio Climático en el Potencial Esperado de Generación Hidroeléctrica en la cuenca del río Maule”.

# Aspectos administrativos

## 1) Comentarios al Plan de Trabajo

- Según lo establecido en la Resolución Exenta N° 18 de 2016, del Ministerio de Energía, solo los inscritos en el Registro de Participación Ciudadana del proceso, ***tendrán derecho a realizar observaciones al documento del Plan de Trabajo.***
- La Resolución Exenta N°26 del 2 de Diciembre del 2016 señala las personas naturales y jurídicas inscritas en el proceso.
- Luego de esta Audiencia, les será enviado a los inscritos el documento del Plan de Trabajo, en donde se establece la forma y plazos para realizar observaciones.



## Aspectos administrativos

### 2) Aporte de antecedentes para el proceso de Planificación

- Según lo establecido en la Resolución Exenta N° 18 y N° 26 de 2016, del Ministerio de Energía, solo los inscritos en el Registro de Participación Ciudadana del proceso, ***podrán acompañar los antecedentes o la información que estimen pertinente para el adecuado desarrollo del proceso.***
- La forma y plazos en que se puede hacer entrega de estos, estará especificada en el documento del Plan de Trabajo respectivo.



Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

División de Prospectiva y Política Energética  
**Ministerio de Energía**

# Gracias

