



NACIONES UNIDAS

CEPAL

2012

# Metodología Básica para el Desarrollo Energético Regional

**Andrés Beltrán Jara**  
**Enero 2012**



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Contenido de la Presentación

---

1. Base Conceptual y Marco Regulatorio
2. Mercado Eléctrico
3. Metodología de Desarrollo Energético



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# 1. Base Conceptual y Marco Regulatorio



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Fuentes de Energía en Chile

## Fuentes de Energía

Primaria

Energético proviene desde un recurso natural

Secundaria

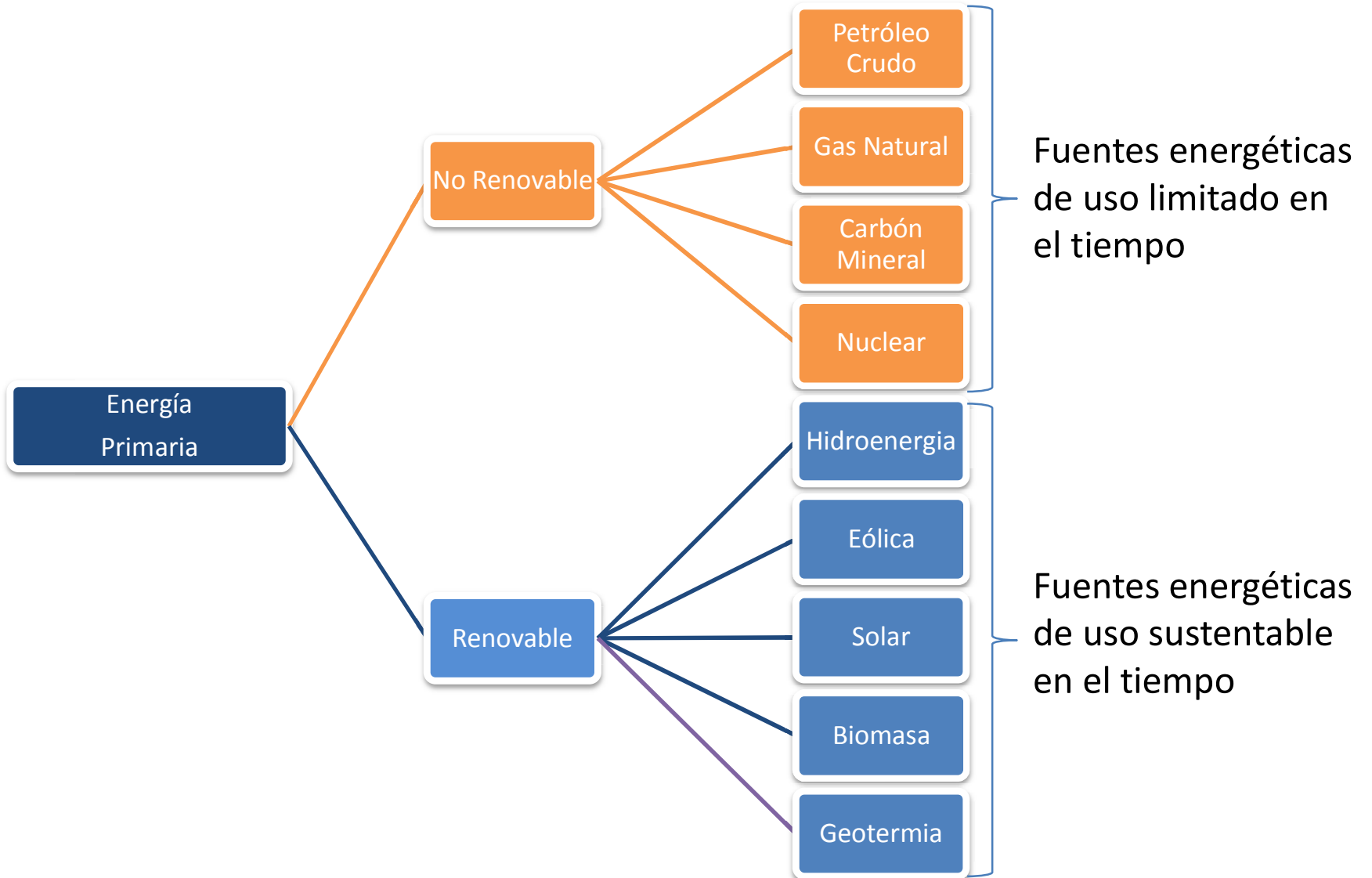
Energético proviene de la transformación de otro energético ya procesado



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Energías Primarias





NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Energías Secundarias

## Fuentes Primarias

## Energías Secundarias

Petróleo Crudo

Petróleos Combustibles, Alquitrán, Diesel, Gasolina 93, 95 y 97, Gasolina de Aviación, Kerosene de Aviación, Kerosene, Nafta, Gas licuado (GLP), Gas de refinería, Coque de petróleo (Petcoke)

Carbón mineral

Coque mineral, Gas Coque, Gas de Altos Hornos, Alquitrán

Gas natural

Metanol, Gas Licuado (GNL)

Petróleo Combustible, Diesel, Gas Natural, Carbón, Biomasa, Hídrico, Biogas, Eólica, Solar

Electricidad

Gas Licuado, Gas Natural

Gas de ciudad

Biomasa

Biogás



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Sistemas Eléctricos en Chile

SING

## **Sistema Interconectado Norte Grande**

Potencia Instalada = 3.575 MW

Generación Anual = 15.100 GWh

Demanda Máxima = 1.900 MW

Cobertura Regiones = XV, I y II Región (Arica hasta Antofagasta)

Población= 5,66%

SIC

## **Sistema Interconectado Central**

Potencia Instalada = 12.076 MW

Generación Anual = 43.156 GWh

Demanda Máxima = 6.482 MW

Cobertura Regiones = I a X Regiones (Talta hasta Chiloé)

Población= 92,7%

Aysén

## **Sistema Aysén**

Potencia Instalada = 48,9 MW

Generación Anual = 134,7 GWh

Demanda Máxima = 20, 4 MW

Cobertura Regiones = XI

Población= 0,62%

Magallanes

## **Sistema Magallanes**

Potencia Instalada = 99 MW

Generación Anual = 269 GWh

Demanda Máxima = 50,2 MW

Cobertura Regiones = XII

Población= 1,02%

# Característica del SING

Tipo Central	Potencia [MW]	Tipo Combustible	Potencia [MW]	%
Termoeléctrica 99,7%	4.328,9	Carbón	768,7	17,7%
		Diesel	131,1	3,0%
		Fuel Oil Nro. 6	177,6	4,1%
		Gas Natural	2.073,9	47,7%
		Diesel + Fuel Oil	39,5	0,9%
		Carbón + Petcoke	1.138,1	26,2%
Hidroeléctrica 0,3%	14,9	Hidro	14,9	0,3%
Total SING	4.343,8		4.343,8	100,0%



# Característica del SING

Empresas	Potencia [MW]	%
ELECTROANDINA	1.061,7	24,4%
GASATACAMA	899,7	20,7%
E-CL	661,6	15,2%
AES GENER	632,7	14,6%
ANGAMOS	471,4	10,9%
ANDINA	172,5	4,0%
HORNITOS	148,8	3,4%
CELTA	148,5	3,4%
NORGENER	127,4	2,9%
ENERNUEVAS	0,0	0,0%
ENORCHILE	10,8	0,2%
INACAL S.A.	6,6	0,2%
PMGD	2,2	0,1%
<b>Total SING</b>	<b>4.343,84</b>	<b>100,0%</b>

# Característica del SIC

Tipo Central	Potencia [MW]	Tipo Combustible	Potencia [MW]	%
Hidroeléctrica 46,16%	5.801,6	Hidráulica Embalse	3.818,2	30,58%
		Hidráulica Pasada	1.983,4	15,88%
Eólica 1,41%	175,8	Eólica	175,8	1,41%
Termoeléctrica 52,13%	6.510,5	Biomasa	166,8	1,34%
		Biomasa-Petróleo N°6	147,1	1,18%
		Biogas	11,8	0,09%
		Carbón	787,0	6,30%
		Carbón [ Petróleo ]	608,0	4,87%
		Gas Natural [ GNL ]	6,4	0,05%
		Gas Natural [ Petróleo Diesel - GNL ]	2.600,2	20,82%
		Petcoke	75,0	0,60%
		Petróleo [ GNL ]	257,0	2,06%
		Petróleo Diesel	1.598,2	12,80%
		Petróleo Diesel [ Gas Natural ]	24,3	0,19%
		Petróleo Diesel [ Petróleo IFO-180 ]	113,8	0,91%
		Petróleo Diesel A-1	100,0	0,80%
Propano-Butano-Diesel-Gas Natural	15,0	0,12%		
<b>Total Potencia</b>	<b>12.487,9</b>		<b>12.487,9</b>	<b>100,00%</b>



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Característica del SIC

Empresa	Potencia [MW]	[%]
COLBUN	2.133,1	17,08%
GUACOLDA	608,0	4,87%
PEHUENCHE	699,0	5,60%
PANGUE	467,0	3,74%
CENELCA	273,3	2,19%
ELECTRICA VENTANAS	272,0	2,18%
ENDESA	3.941,5	31,56%
AES GENER	947,8	7,59%
HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA	160,0	1,28%
HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA	163,2	1,31%
TIERRA AMARILLA	0,0	0,00%
LOS ESPINOS	128,0	1,02%
OTRAS	2.695,0	21,58%
<b>Total SIC</b>	<b>12.487,9</b>	<b>100,00%</b>

# Característica del Sistema Aysén

Tipo Central	Potencia [MW]	Tipo Combustible	Potencia [MW]	%
Hidroeléctrica 38,8%	19,0	Hidráulica Pasada	19,0	38,8%
Eólica 4,0%	1,98	Eólica	1,98	4,0%
Termoeléctrica 57,2%	28,0	Petróleo Diesel	28,0	12,80%
<b>Total Potencia</b>	<b>48,98</b>		<b>48,98</b>	<b>100,00%</b>

Empresa	Potencia [MW]	[%]
EDELAYSEN	43,9	89,7%
SAGESA	4,3	8,8%
Empresa Eléctrica Cuchildeo S.A	0,8	1,6%
<b>Total Aysén</b>	<b>48,98</b>	<b>100,0%</b>

Incluyen los sistemas aislados de: General Carrera, Palena y Hornopiren

# Característica del Sistema Magallanes

Tipo Central	Potencia [MW]	Tipo Combustible	Potencia [MW]	%
Hidroeléctrica 0%	0	Hidráulica Pasada	0	0%
Termoeléctrica 100%	89,1	Gas Natural	76,1	85,4%
		Diesel	13,0	14,6%
<b>Total Potencia</b>	<b>89,1</b>		<b>48,98</b>	<b>100,00%</b>

Empresa	Potencia [MW]	[%]
EDELMAG S.A.	89,1	100%
<b>Total SIC</b>	<b>89,1</b>	<b>100,0%</b>

Incluyen los sistemas aislados de: Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams

# Demanda en Chile por Cliente

Año	Distribución de Energía Eléctrica por cliente(GWh)							Creci(%)
	Total	Residencial	Comercial	Minero	Agrícola	Industrial	Otros	
1997	31.728	5.115	2.480	10.401	485	9.430	3.817	
1998	33.833	5.623	2.818	11.456	594	9.797	3.545	6,6%
1999	35.911	5.828	2.983	12.602	624	10.909	2.965	6,1%
2000	39.510	6.515	3.480	13.456	623	11.916	3.520	10,0%
2001	41.472	6.843	3.892	13.824	676	12.382	3.855	5,0%
2002	43.336	7.226	4.084	14.575	684	12.329	4.438	4,5%
2003	45.884	7.600	4.565	15.648	789	13.230	4.052	5,9%
2004	49.550	7.986	5.101	16.567	902	14.880	4.114	8,0%
2005	52.610	8.370	5.653	16.988	987	15.516	5.096	6,2%
2006	54.843	8.649	5.939	17.903	1.106	15.628	5.618	4,2%
2007	58.043	8.983	6.511	18.834	1.196	16.518	6.001	5,8%
2008	58.877	8.691	6.463	19.323	1.227	16.386	6.787	1,4%
2009	58.427	9.050	6.917	19.988	1.271	15.155	6.046	-0,8%
2010	59.190	9.644	7.261	20.629	1.330	14.176	6.150	1,3%
	100%	16%	12%	<b>35%</b>	2%	24%	10%	

# Demanda en Chile por Regiones

Regiones	Energía [GWh]				Dist %
	2007	2008	2009	2010	
XV de Arica y Parinacota		243	246	274	0,5%
I de Tarapacá	2.351	2.042	2.053	2.267	3,8%
II de Antofagasta	11.346	11.841	12.283	12.103	20,4%
III de Atacama	3.107	3.158	3.140	3.463	5,9%
IV de Coquimbo	1.964	2.254	2.119	2.303	3,9%
V de Valparaíso	4.370	4.821	4.655	4.705	7,9%
XIII Metropolitana	16.997	16.614	16.521	16.993	28,7%
VI de O'Higgins	3.695	3.668	3.830	4.180	7,1%
VII del Maule	2.227	2.195	2.207	2.339	4,0%
VIII del Biobío	7.707	7.831	7.145	6.541	11,1%
IX de la Araucanía	1.565	1.534	1.580	1.329	2,2%
XIV de Los Ríos		65	580	589	1,0%
X de Los Lagos	2.089	2.045	1.504	1.543	2,6%
XI de Aisén	185	176	163	165	0,3%
XII de Magallanes	440	390	401	396	0,7%
<b>Total</b>	<b>58.043</b>	<b>58.877</b>	<b>58.427</b>	<b>59.190</b>	<b>100,0%</b>



NACIONES UNIDAS

CEPAL

## 2. Mercado Eléctrico en Chile

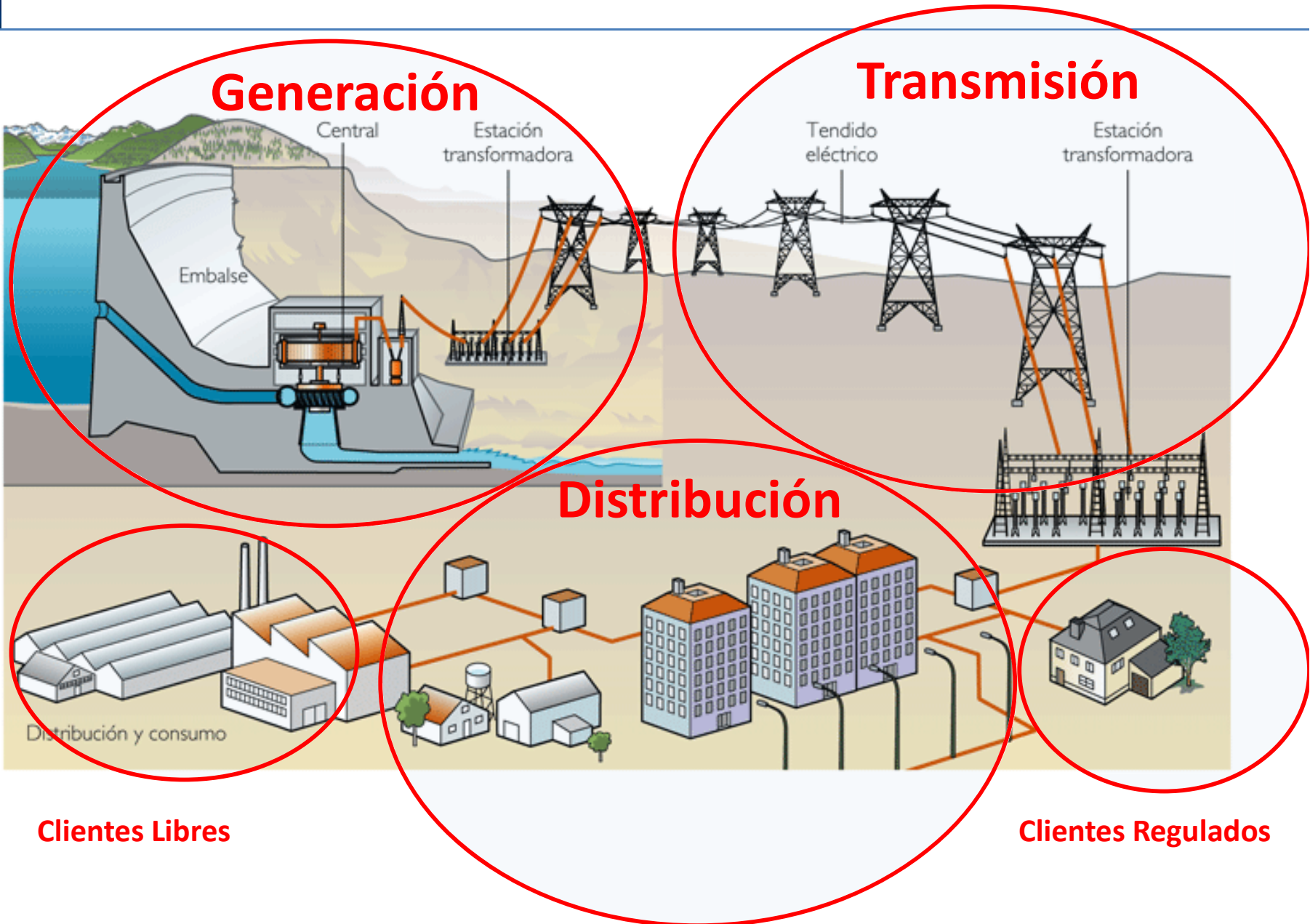




NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Estructura Mercado



# Descripción del Mercado

## Generación

Empresas Privada

Conjunto centrales  
generadoras

Mercado  
Competitivo

Precios reflejan  
CMg de generación

## Transmisión

Empresas Privada

Trasporta grande  
bloques de energía

Conjunto de Líneas,  
Subestación y  
equipos >23kV

Monopolio natural

Mercado Regulado

## Distribución

Empresas Privada

Distribuye energía  
cliente final

Conjunto de Líneas,  
Subestación y  
equipos < 23kV

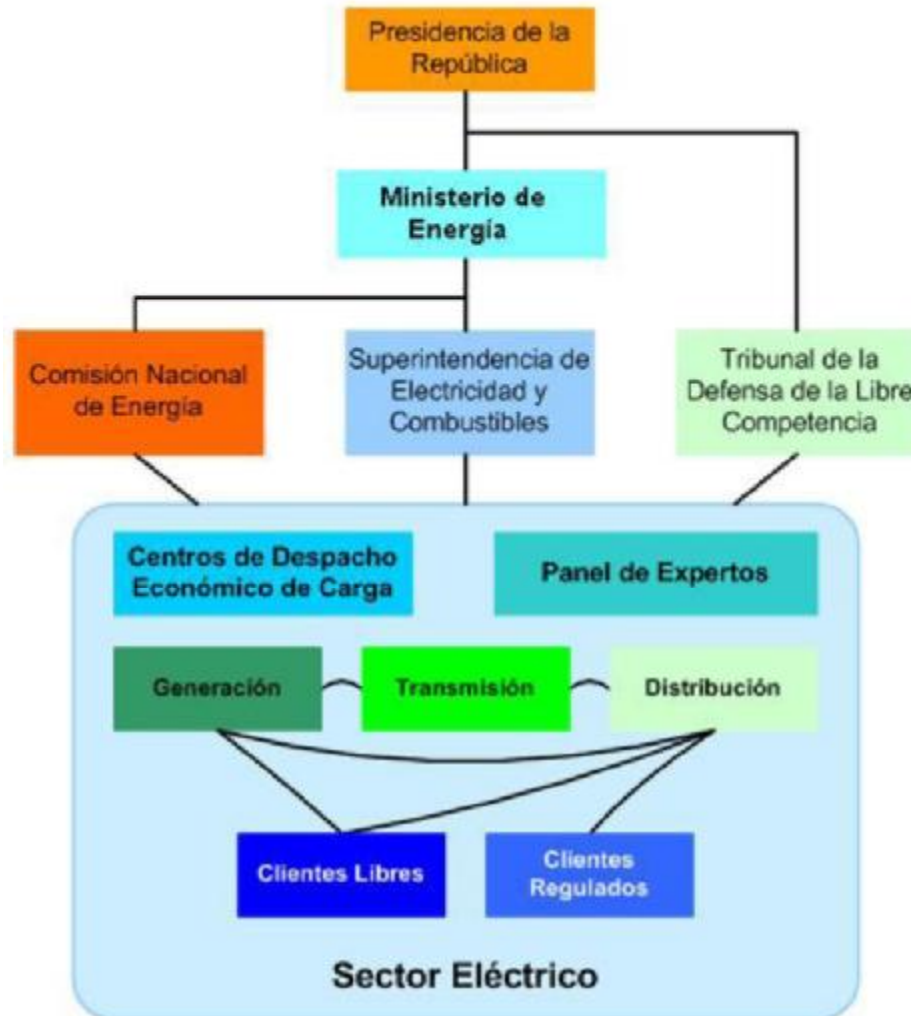
Tarifa Regulada a  
clientes regulados

Mercado  
concesionado

Cientes Libres > 2.000 KW

Regulados < 2.000 KW

# Instituciones del Sector Eléctrico



Fuente: Conceptos Generales  
Prof. M.Olivares

# Instituciones del Sector Eléctrico

## **Ministerio de Energía**

Esta secretaría de Estado es el órgano superior de colaboración del Presidente de la República en las funciones de gobierno y administración del sector energía. Su objetivo general es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía

## **Comisión Nacional de Energía**

Su función es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético nacional, velar por su cumplimiento y asesorar a los organismos de Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía.

## **Superintendencia de Electricidad y Combustible**

Es el organismo encargado de fiscalizar y vigilar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad.

## **Organismos de Defensa de la Libre Competencia**

Son los encargados de prevenir, investigar y corregir los atentados a la libre competencia y los abusos en que puede incurrir quien ocupe una posición monopólica.

# Instituciones del Sector Eléctrico

## **Organismos de Defensa de la Libre Competencia**

Son los encargados de prevenir, investigar y corregir los atentados a la libre competencia y los abusos en que puede incurrir quien ocupe una posición monopólica.

## **Centros de Despacho Económico de Carga**

Regulan el funcionamiento coordinado de las centrales generadoras, líneas de transmisión troncal; subtransmisión y adicionales; subestaciones eléctricas, incluidas las subestaciones primarias de distribución y barras de consumo de usuarios no sometidos a regulación de precios abastecidos directamente desde instalaciones de un sistema de transmisión; que funcionan interconectadas en el correspondiente sistema eléctrico.

## **Panel de Expertos**

El panel de expertos es el encargado de resolver las discrepancias que se produzcan entre las empresas eléctricas y la autoridad en relación a la determinación de los costos, peajes y precios regulados de los servicios eléctricos. Sus integrantes son designados por el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia mediante concurso público de antecedentes y ejercen su función por seis años.



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Marco Legal y Regulatorio

- Ley General de Servicios Eléctricos LGSE -1982
- DS N°6 Crea CDEC – 1985
- DS N°327
- Ley Corta I
- Ley Corta II
- Ley 20.257 (ERNC)
- NTSyC



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# III - Metodología Para el Desarrollo Energético en Regiones



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# III. Etapas de la Metodología

## **Diagnostico Energético Zonal**

- Estimación de la Demanda
- Evaluar Potencial Energético
- Ubicación del Fuentes de Energía
- Ubicación de las Redes y Puntos de Conexión

## **Evaluación a Nivel de Perfil**

- Estudios a Nivel de Perfil
- Analizar la factibilidad de permisos ambientales
- Maximización de beneficio para cada proyecto.
- Crear un Banco de proyectos para futuras licitaciones





NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Estimación de la Demanda

Analizar crecimiento histórico de la demanda

- Residencial
- No Residencial

Identificar futuros proyectos privados y públicos

- Comercial
- Minero
- Agrícola
- Industrial
- Otros



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Estimación de la Demanda

Analizar expansión de las empresas de distribución en sus redes eléctricas

- Solicitudes de Conexión (Urbano y Rural)
- Electrificación Rural
- Reforzamiento de Alimentadores

Resumir , Ubicar y caracterizar el crecimiento de la demanda según su capacidad o actividad productiva

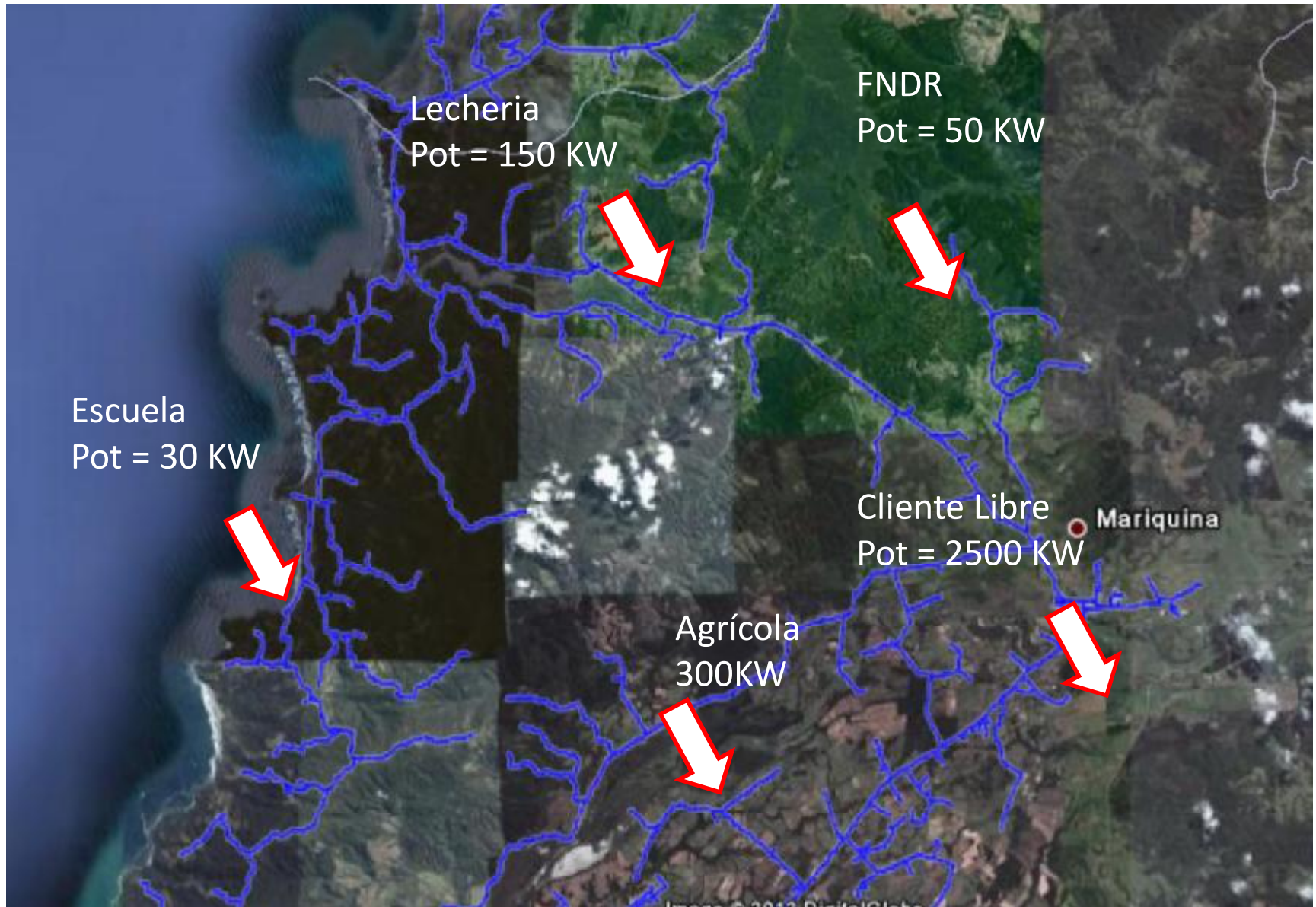
- Residencial
- Comercial
- Minero
- Agrícola
- Industrial
- Otros



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Estimación de la Demanda

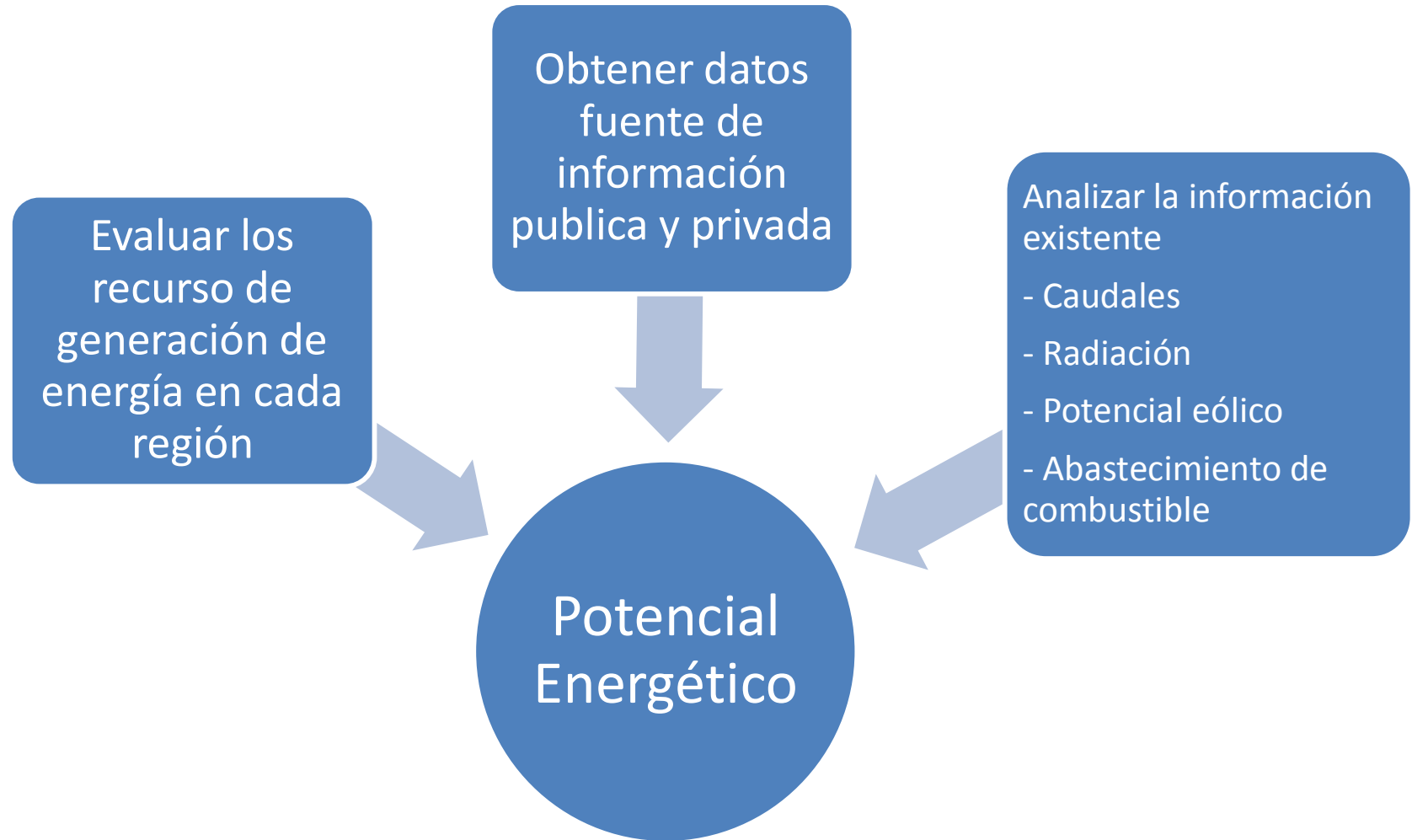




NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Evaluar Potencial Energético



# Ubicación del Fuentes de Energía

Potencial Eólico  
 $V = 7,5$  [m/s]  
 $P_n = 200$  MW  
FP= 30%  
Modelo G97  
Gamesa



## Topografía

- Curvas de Nivel
- Pendientes
- Característica del fundamental para la instalación de centrales

## Caminos existentes

- Tipo de caminos
- Ubicación y distancias al punto de estudio

## Nivel de Acceso y Construcción de Caminos

- Complejidad para la construcción

## Distancia los puntos de conexión

- Determinar el nivel de inversión y la factibilidad técnica de conexión

## Visita a Terreno

- Apreciación real de la topografía, orografía, obstáculos y accesos.

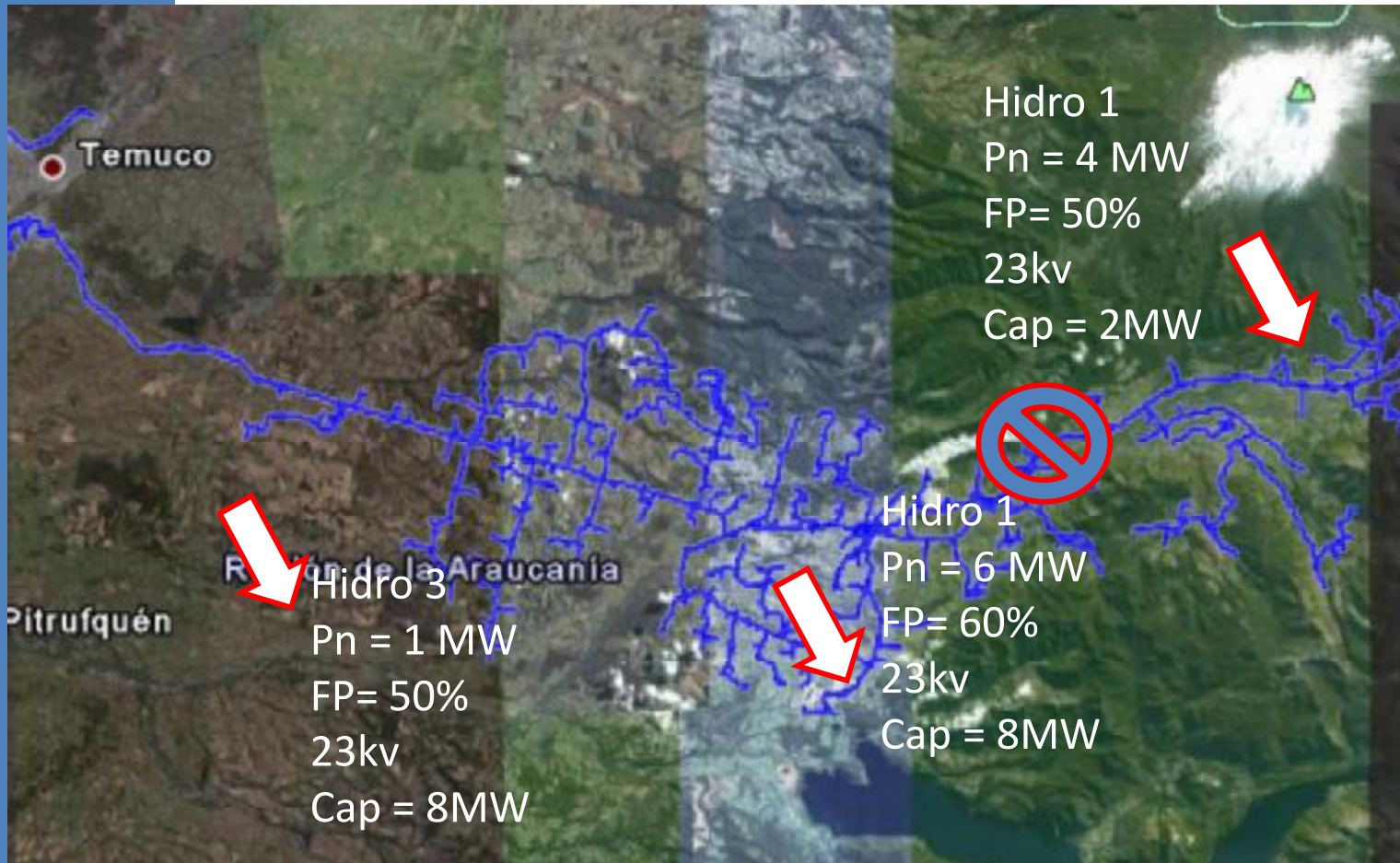




NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Ubicación de las Redes y Puntos de Conexión



Verificar ubicación de redes LLTTx, SSEEx y MT

Revisar el nivel de Tensión

Estimar la potencia de transmisión

Evaluar Conexión Eléctricas



NACIONES UNIDAS

CEPAL

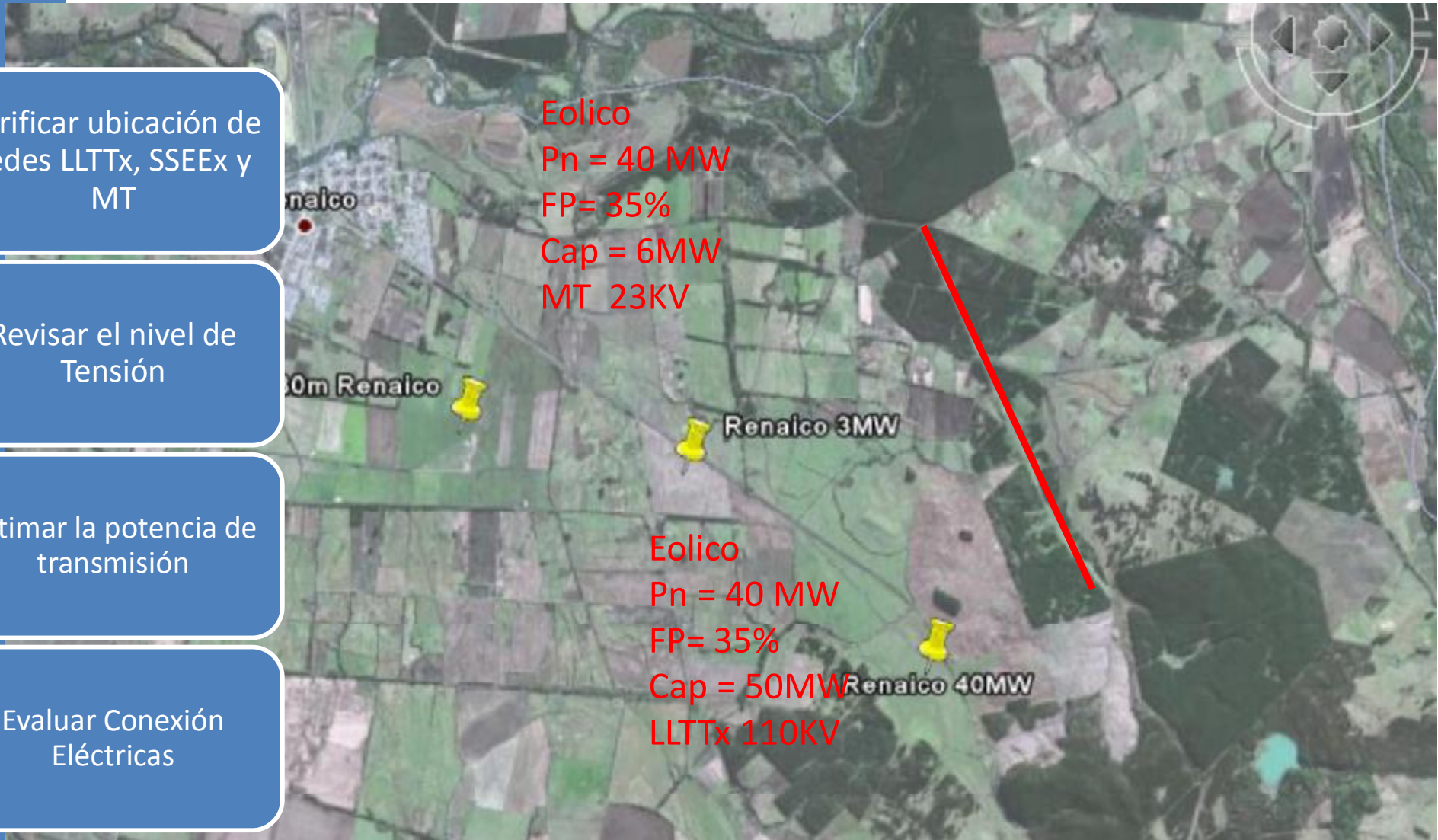
# Ubicación de las Redes y Puntos de Conexión

Verificar ubicación de redes LLTTx, SSEEx y MT

Revisar el nivel de Tensión

Estimar la potencia de transmisión

Evaluar Conexión Eléctricas





NACIONES UNIDAS

CEPAL

## Estudios a Nivel de Perfil

- a) Definir el emplazamiento en terreno
- b) Realizar levantamiento topográfico
- c) Pre dimensionar las obras civiles
- d) Estudios del Recurso ( radiación ,agua , Viento)





NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Estudios a Nivel de Perfil





NACIONES UNIDAS

CEPAL

## Estudios a Nivel de Perfil

---

- Estimar Costos de Inversión
- Costos de Operación y Mantenimiento
- Ingresos
- Indicadores de rentabilidad

# Estudios a Nivel de Perfil

## Costos de Inversión y Desarrollo por Tipo de Central

Tecnología	Costo de Inversión [MUSD/MW]	Costo de Operación [USD/MWh]	Factor de Planta Promedio %	Emisiones de CO2 [Ton CO2/MWh]	Costo de Desarrollo [USD/MWh]
Embalse	1.950	5	65%	0	38
Pasada	2.100	5	65%	0	41
Carbón	2.350	39	65%	0,83	79
Eólica	2.000	8	30%	0	96
GNL	750	91	65%	0,34	105
Diesel	720	218	65%	0,43	234
Solar FV	2.000	4	23%	0	115
Geotermica	3.550	2	85%	0	47
Nuclear	6.000	17	85%	0	89



NACIONES UNIDAS

CEPAL

## Estudios a Nivel de Perfil

---

- Estimar Costos de Inversión
- Costos de Operación y Mantenimiento
- Ingresos (Energía + Precios)
- Indicadores de rentabilidad



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Factibilidad de Permisos Ambientales

---

- Analizar etapas de solicitud
- Conocer puntos críticos
- Estimar plazos de aprobación



NACIONES UNIDAS

CEPAL

## Maximización de Beneficio para cada proyecto

---

- Sensibilizar conjunto de proyectos
- Crear una Base competitiva según criterios económicos, medioambientales y sociales.



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Banco de Proyectos para Licitación

---

- Ordenar según criterios objetivos
- Estimar nivel de inversión
- Determinar Zonas Factibles
- Crear Procesos de Licitación

# Conclusiones

- Generar una metodología simple de trabajo para evaluar proyecto de generación eléctrica, en las distintas zonas de nuestro país.
- Facilitar y agilizar el desarrollo de proyecto energético incentivando la inversión por parte de privados, dando señales de incentivo en el desarrollo, ejecución y puesta en operación de proyectos energéticos rentable y sustentable con el medio ambiente.
- Avanzar hacia el desarrollo sustentable y diversificar la matriz energética y superar la dependencia de los sistemas de generación en base a combustibles fósiles.
- Valorar y ordenar clasificar zonas del territorio nacional, en las cuales sea factible desarrollar proyectos energéticos, bajo las restricciones medio ambientales y sociales que esto implique.





NACIONES UNIDAS

CEPAL

Fin Presentación