

**Documento Base**  
**Plan Maestro Socialista para el**  
**Rescate y Desarrollo del Sistema**  
**Eléctrico**  
**2010-2030**

30 de junio de 2010



## Tabla de Contenido

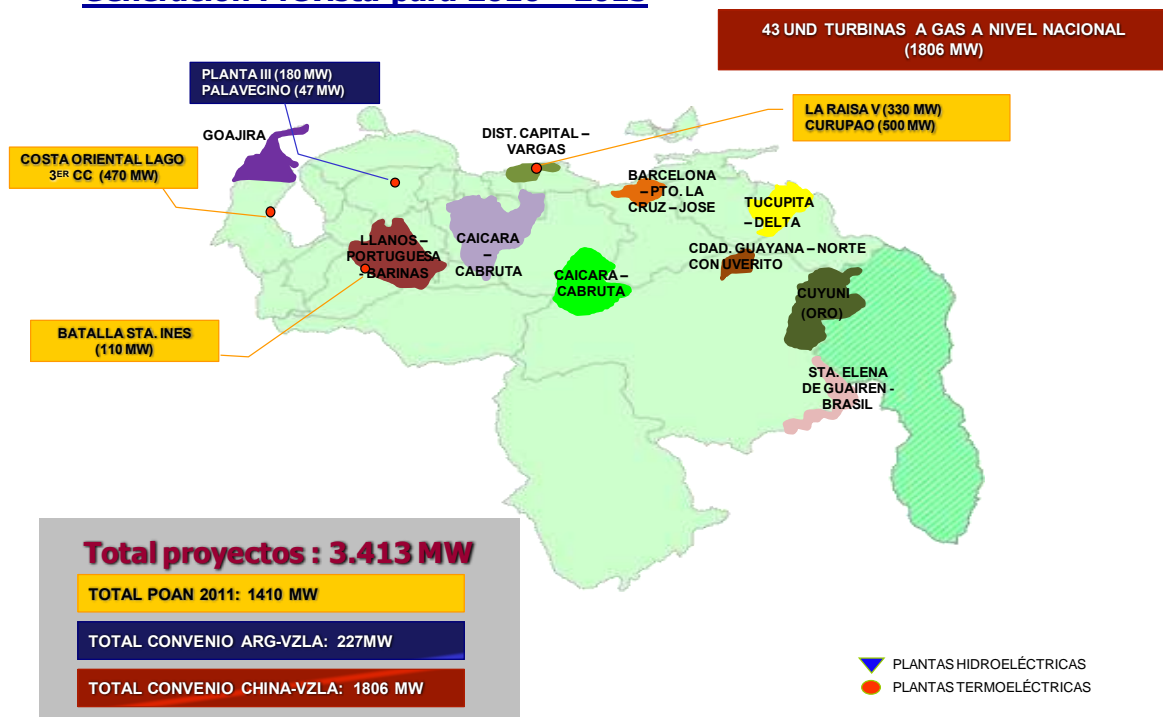
<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>3</b>
• Propósito del Plan Maestro	4
• Alineación Político-estratégica	4
• Retos del Sector Eléctrico	21
• Estructura del Plan Maestro	22
• Balance de Energía	30
• Situación Actual Generación	32
• Situación Actual de Transmisión	63
• Situación Actual: Distribución	89
• Situación Actual: Comercialización	106
• Variables Estratégicas	115
• Estadística E Indicadores.	137
<b>II Perspectivas del Sector Eléctrico</b>	<b>166</b>
• Estimación de la Demanda	167
• Perspectivas de Generación	221
• Perspectivas de Transmisión	236
• Perspectivas De Distribución	241
• Modelo de Gestión para la Participación Comunitaria	246
• Mecanismos de Participación Laboral	285
<b>III Proyectos y Planes</b>	<b>288</b>
• Plan de Adecuación y Expansión Generación	288
• Plan de Adecuación y Expansión de Transmisión y Subtransmisión	3533
• Plan de Adecuación y Expansión de Distribución	391
• Plan de Adecuación y Expansión de Comercial	421
• Simulación e Integración	435

<b>IV</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>528</b>
<b>V</b>	<b>Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica</b>	<b>566</b>
<b>VI</b>	<b>Aspectos Financieros</b>	<b>612</b>
<b>VII</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>636</b>
<b>VIII</b>	<b>Glosario de términos</b>	<b>646</b>
<b>IX</b>	<b>Participantes</b>	<b>648</b>

## Mapa convenios y POAN 2011

### Perspectivas de Proyectos POAN 2011- Convenios Internacionales

#### • Generación Prevista para 2010 - 2015



A continuación se detallan las necesidades de combustibles para el parque de generación considerando el potencial de proyectos candidatos para el periodo 2010-2015; además de las proyecciones estimadas para el año 2030.

### Requerimientos de combustibles

En la siguiente tabla se observa el requerimiento de combustible del Sistema Eléctrico Nacional, proveniente de un balance Generación-Demanda mostrado en la tabla anexa. Tal como se menciona en la sección referente al parque de generación actual, el parque de generación necesita de aproximadamente 95 Millones de barriles equivalentes de petróleo.

Sin embargo se necesitan entre 51 y 193 MM BEP para atender la demanda del Sistema Eléctrico Nacional.



## DESPACHO ENERGETICO

	2010	2012	2015	2030
HIDRO firme	66.750	67.450	77.700	77.700
EAR	0	0	0	28.150
Nuclear	0	0	0	31.536
Térmico	66.203	91.297	107.401	179.849
TÉRMICO ACTUAL (GwH)	38.515	46.200	47.969	47.969
TÉRMICO ADICIONAL (GwH)	27.687	45.097	59.433	131.880
MM BEP	77,42	94,54	94,54	94,54
TÉRMICO ADICIONAL (MM BEP)	51,29	75,66	92,79	182,87

La gran mayoría de la capacidad de generación del portafolio de generación utilizan Gas ó Gasoil como combustible principal Sin embargo a partir del año 2013 se estarán instalando unidades que utilizan Gas o Coque lo que proveerá una mayor versatilidad en cuanto al combustible a utilizar.

Esta evaluación del consumo de combustible permite visualizar el impacto de una condición hidrológica seca tal como se muestra en esta matriz energética. Tomando un ejemplo para el año 2015 los requerimientos adicionales de combustible estarían por el orden de 90 MM BEP, lo cual significa un aumento del doble del consumo proyectado para el año 2010.

El uso de combustibles líquidos, a pesar que en el presente estudio no considera restricciones en la disponibilidad de los mismos, tiene asociado la siguiente problemática:

- 1) El uso de combustibles líquidos producen mayores costos de operación y mantenimiento (se acortan las horas de operación entre mantenimientos).
- 2) El consumo específico de una unidad de combustión interna de 150 MW es de 0,27 lts/kWh en diesel. Esto implica un requerimiento aproximado de 1.000.000 Lts diarios (aproximadamente 33 gandolas de 30.000 lts).
- 3) La utilización de combustibles implica una mayor inversión en elementos mitigantes de contaminación.

En la tabla siguiente se muestra la cantidad requerida de diesel o gas, considerando que la generación térmica adicional será suministrada únicamente con Gas o a Diesel

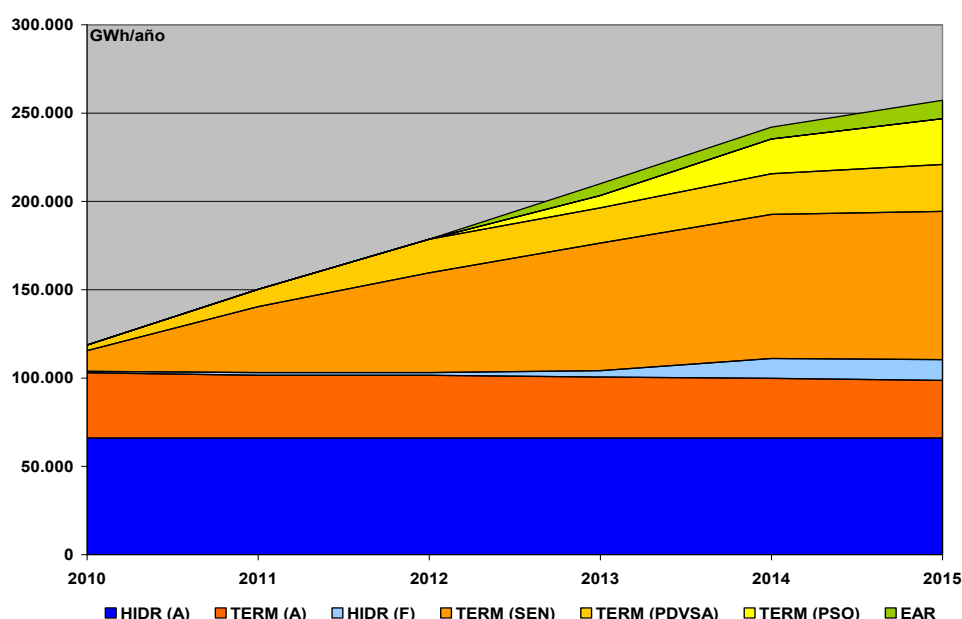
	2010	2012	2015	2030
TÉRMICO ADICIONAL (MM BEP)	51,29	75,66	92,79	182,87
TÉRMICO ADICIONAL (MM m3/año)	8.232,23	12.144,39	14.894,06	29.352,70
TÉRMICO ADICIONAL (MM lts/año)	7.865,24	11.603,00	14.230,08	28.044,15

**Tabla 58 - Cantidad requerida de Diesel y Gas, considerando la Generación Térmica**

Considerando únicamente gas implica una necesidad de 800 MMPCD en el año 2010 y aproximadamente 3.000 MMPCD para el año 2030. En el caso del diesel implica un consumo promedio de 21 MM lts día para el año 2010 y 77 MM litros para el año 2030.

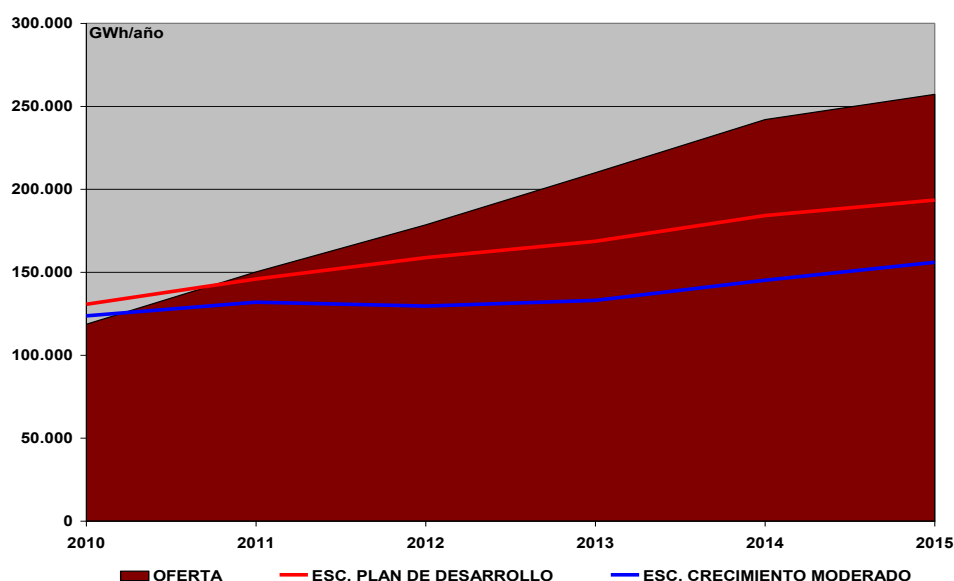
### Balance Energético del SEN

En la ilustración 53 se presenta un balance de energía compuesto por la energía firme de las centrales hidroeléctricas y de las plantas termoeléctricas actuales, así como la energía de las centrales hidroeléctricas y plantas termoeléctricas futuras del SEN para el período 2010-2015.



**Ilustración 43 - Balance Energético 2010-2015**

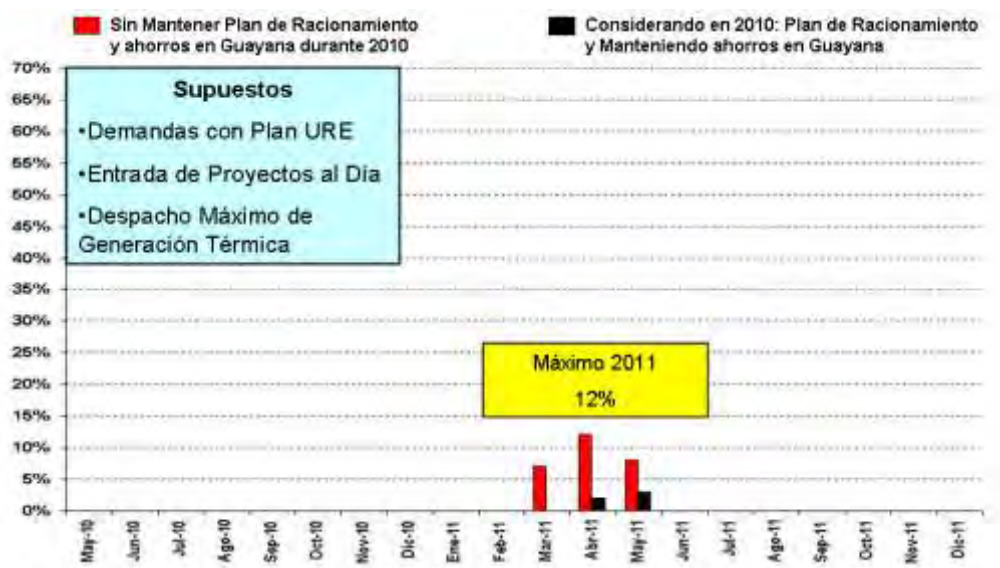
Al incorporar en el balance de energía los requerimientos de generación (Ilustración 54) se observa para el año 2010 déficit de generación lo cual es un reflejo de la situación actual del SEN, mientras que para el periodo 2011-2015 se obtiene un superávit de generación con un máximo en el año 2015 de 63.600 GWh/año, equivalente a la generación de 9.100 MW térmicos a ciclo simple o ciclo combinado, para el escenario Plan de Desarrollo y 101.150 GWh/año, equivalente a la generación de 14.500 MW térmicos a ciclo simple o ciclo combinado, para el escenario Crecimiento Moderado.



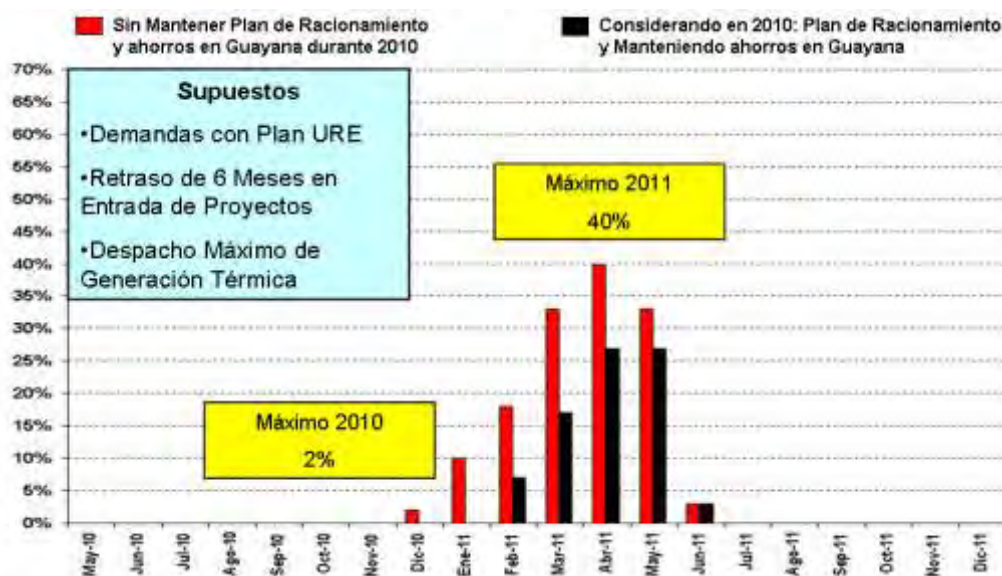
**Ilustración 44 - Oferta Energética y Requerimientos de Generación 2010-2015**

Como se observa en el gráfico anterior, con la entrada de los proyectos de generación contenidos en todos los planes de instalación considerados se supera la dependencia estructural que, debido a no contar con suficiente energía firme para suplir la demanda, el SEN tiene con la hidrología.

Sin embargo debido a las condiciones actuales del SEN, al revisar las probabilidades para el corto plazo (Ilustración 55) se observa que existe riesgo de llegar a la cota 240 m.s.n.m. en el año 2011 el cual puede ser mayor si los proyectos de generación sufren atrasos en sus fechas de entrada en operación (Ilustración 56).



**Ilustración 45 - Probabilidad de llegar a la cota 240m.s.n.m. 2010-2011**



**Ilustración 46 - Probabilidad de llegar a la cota 240m.s.n.m. 2010-2011 considerando atraso en los proyectos de Generación**

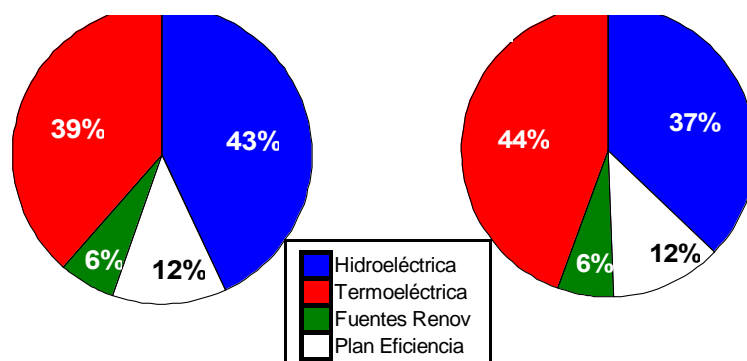
### 3.1.5 Matriz Energética potencial basada en perspectivas de fuentes primarias

Con base en las perspectivas expuestas relativas a las diferentes fuentes primarias disponibles y desarrollables en el país, se ha realizado un primer análisis de lo que podría ser la composición de la generación de energía eléctrica para el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en el futuro, particularmente para los años 2015 y 2030, el cual será profundizado en un análisis posterior en el que se considerarán los resultados del plan de expansión de generación que se pretende desarrollar.

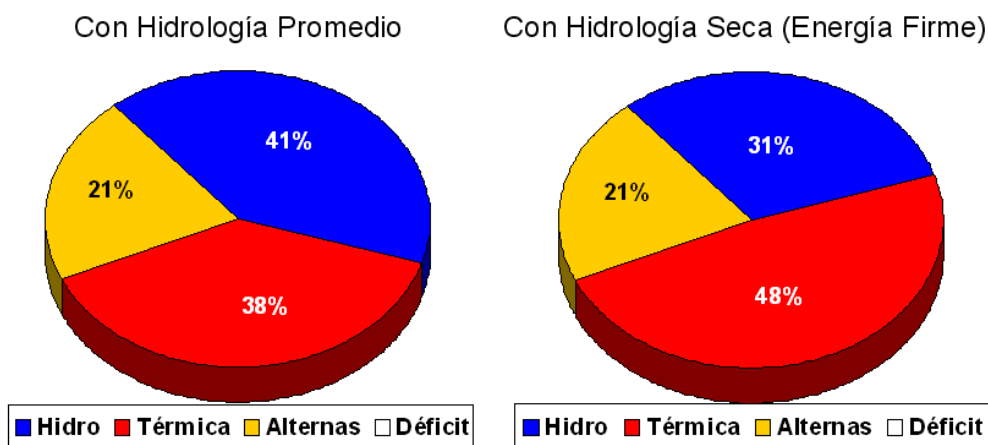
Para el año 2015 la composición de la generación de energía eléctrica deberá centrarse en la cobertura del déficit energético actual mediante la incorporación de los proyectos que se tienen considerados en la cartera de proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos descrita anteriormente. Adicionalmente se incorporará la contribución del plan de **Uso Racional de la Energía (URE)** y del **plan de desarrollo de energías alternas renovables (EAR)** contemplados en este plan maestro, que según los lineamientos impartidos para la elaboración de este plan deberán contribuir con el 12% y 6 % respectivamente.

En la Ilustración 57 se presenta la posible composición de la generación para el año 2015, en la que se observa que en promedio la contribución de la generación hidroeléctrica se reduciría a aproximadamente 43%. En caso de suceder una hidrología seca en este año que obligue a reducir la generación hidroeléctrica a la generación firme, su participación se reduciría hasta el 37% aproximadamente.

**Ilustración 47 - Composición Potencial de la Generación en el SEN para 2015**



El potencial de fuentes primarias revisado permitiría que la composición de la generación en el SEN para el año 2030 podría alcanzar los valores mostrados en la Ilustración 58, en la cual se aprecia que la producción firme de energía hidroeléctrica se reduciría al 31%, y que en promedio se podría esperar una producción del 41% de la energía requerida. Ello considerando que el desarrollo de las fuentes alternas, en las que se incluye el potencial de las renovables y de la energía nuclear, podría alcanzar una participación en conjunto de aproximadamente 21%, de acuerdo con las perspectivas mostradas en este documento.



**Ilustración 48 - Composición Potencial de la Generación en el SEN para 2030**



### 3.1.6 Detalle del potencial de proyectos hidro-térmicos adicionales:

A continuación se listan los principales aprovechamientos en inventario que cuentan con una capacidad instalable superior a los 500 Megavatios:

Río	Sitio	Potencial Instalable (MW)
Caroní	Tayucay	2.450
Caroní	Eutobarima	2.200
Caura	Salto Pará	3.900
Caroní	Aripichí	1.100
Paragua	Auraima	1.000
Orinoco	Atures*	1.750

**Tabla 59 - Principales aprovechamientos instalables superior a los 500Megavatios**

Por otra parte, a continuación se muestran ejemplos de aprovechamientos en inventario que cuentan con una capacidad instalable entre los 10 y 500 Megavatios:

Río	Sitio	Potencial Instalable (MW)
Uribante Caparo	II Desarrollo	480
Boconó	Tostós	140
Capaz	El Diablo	180
Guaire	El Encantado	80
Chama	Puente Real	73

**Tabla 60 - Principales aprovechamientos instalables entre 10 y 500 Megavatios**



Con respecto al potencial hidroeléctrico existente en mini y microcentrales, es decir los dos últimos grupos propuestos en el estudio de actualización del potencial, no se ha desarrollado un inventario a nivel nacional, tan solo se cuenta con algunos proyectos aislados. La elaboración de este inventario debe ser realizada con una metodología diferente, en la cual en función de su ámbito local de influencia se considere principalmente su ubicación con respecto a los potenciales usuarios de la energía a producir, además de las características de los ríos con potencial.

A continuación se presenta a manera de ejemplo una lista con proyectos de minicentrales hidroeléctricas que podrían ser desarrolladas en embalses existentes, construidos para funciones diferentes de la generación de energía eléctrica.

Río	Sitio	Potencial Instalable (MW)
Socuy	Manuelote	3,0
Palmar	Tres Ríos	2,5
Tocuyo	Atarigua	0,8
Tocuyo	Dos Cerritos	0,6
Cojedes	Las Palmas	13,5
Tiznados	Río Verde	4,4
Guárico	Camatagua	2,1

Cabe destacar que es posible que un alto porcentaje del potencial hidroeléctrico inventariado no pueda concretarse debido a las restricciones de tipo ambiental.

Los resultados preliminares asociados al superávit de energía para el periodo 2010-2015; obliga a simular y generar un despacho óptimo del portafolio de proyectos en cuestión a fin de asegurar el grupo de proyectos mínimos que suplan las necesidades de energía para el periodo analizado. En forma paralela se plantea una metodología de priorización que permitirá en forma preliminar seleccionar el portafolio de proyectos hidro-térmicos que se ajusten a los requerimientos de demanda al año 2015.