



**Efectos Previsibles del Cambio Climático sobre la oferta y la demanda de electricidad en Costa Rica**



COSTA RICA



# **“Integración de actividades y estudios de seguridad energética (énfasis en generación hidroeléctrica) ante el cambio climático.”**

Ing. Carlos Roldán  
Dr. Hugo Hidalgo  
Dr. Franklin Chinchilla  
Dr. Alan Astorga  
Dr. Jaime Quesada

**Consultoría SS-Soluciones S.A.**

# Resumen de hallazgos

- En Centroamérica el promedio de temperatura anual ha aumentado en aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  en el período 1900-2010
- Los extremos de temperatura muestran un aumento de entre  $0,2^{\circ}\text{C}$  y  $0,3^{\circ}\text{C}$  por década.
- El análisis de temperatura y precipitación revela una variedad de cambios durante los últimos 40 años en Centroamérica y el norte de Sudamérica. Con mayor coherencia para temperatura.
- La precipitación en la región tiene más variabilidad que la temperatura. La precipitación total anual no tiene tendencias significativas.

# Resumen de hallazgos

- Unas de las estaciones de precipitación muestran tendencias positivas y otras tendencias negativas, y mayormente no significativas
- **Al menos un estudio encontró tendencias negativas en la parte norte de Centroamérica usando datos de estaciones (1950-2002) y de satélite.**
- Aunque existe gran variabilidad espacial, los índices de precipitación indican que aunque no han habido aumentos importantes en la cantidad de la precipitación, sí se ha observado una intensificación de las mismas, esto quiere decir que los patrones de precipitación han cambiado de forma **que ahora llueve más intensamente en un período de tiempo más corto.**

# Resumen de hallazgos

- Las tendencias en escorrentía son consistentes con la dirección de las proyecciones hacia un futuro más seco para el siglo XXI.
- En el caso particular de Costa Rica las diferencias entre el clima de 1961-1990 comparado al clima de 1991-2005 de datos de estaciones meteorológicas muestran algunos cambios en el **Pacífico Norte (tendencias hacia clima más seco)**, el **Pacífico Central (tendencias hacia climas más húmedos)** y el **Caribe Sur (tendencias hacia climas más húmedos)**. En particular la zona Pacífico Norte ha experimentado una disminución significativa en la precipitación de mayo a septiembre. Hay que mencionar que algunos de estos cambios pueden ser (parcialmente) producto de cambios naturales en el clima ya que por ejemplo fenómenos como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) han cambiado en los últimos años hacia más altas frecuencias de eventos cálidos y menos eventos fríos.

# Resumen de hallazgos

- Se confirmaron las proyecciones en la disminución en la escorrentía, especialmente **en la parte norte de Centroamérica** se encontraron reducciones del orden de 30% en algunos meses del verano boreal. También se confirmó una tendencia a veranillos más acentuados.
- Hay una tendencia significativa (**especialmente en la parte norte de Centroamérica**) hacia mayor predominancia de sequías extremas.
- A pesar de que los resultados de muchos estudios implican una disminución generalizada de la precipitación y la escorrentía en Costa Rica, no es de esperar que el clima en Costa Rica responda de manera uniforme, sino que se verá sometido a extremos secos y lluviosos.

# Resumen de hallazgos

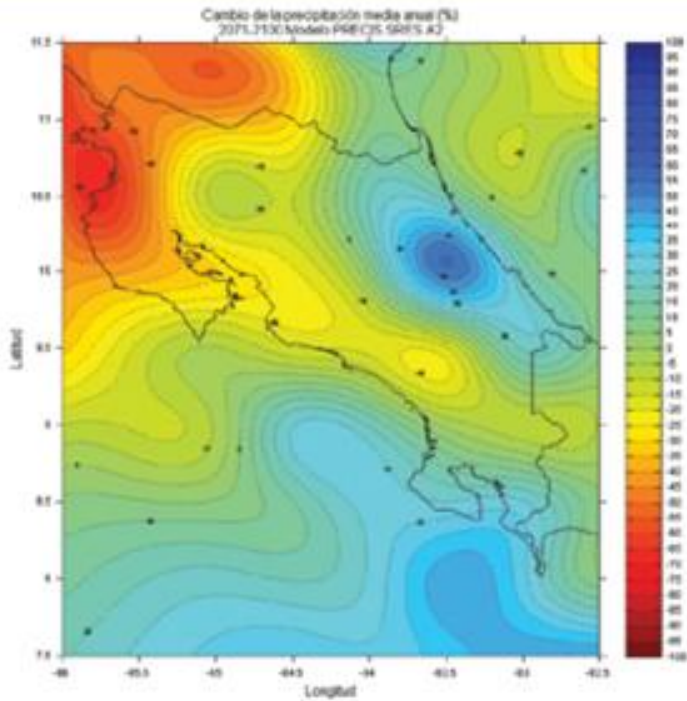
- Las proyecciones de un escenario de emisiones alto indica que para el período 2011-2040 en el Caribe se estiman aumentos en la precipitación del orden de 35 a 75% para el período mayo-julio, debido a una menor actividad de los frentes fríos durante el invierno. En la vertiente Pacífica y en la Zona Norte el modelo estima menos precipitación a la actual y una intensificación del veranillo
- En este estudio, los cambios esperados en precipitación a final del siglo (2071-2100) en relación al escenario base (1961-1990) obtenidos a través del modelo PRECIS forzado con el modelo HadAM3P bajo el escenario de emisiones A2 **son de signo negativo en la costa Pacífica con reducciones de hasta -56% en la Península de Nicoya, y de signo positivo en la vertiente Caribe con aumentos de hasta 49% costa norte de la ciudad de Limón.**

# Resumen de hallazgos

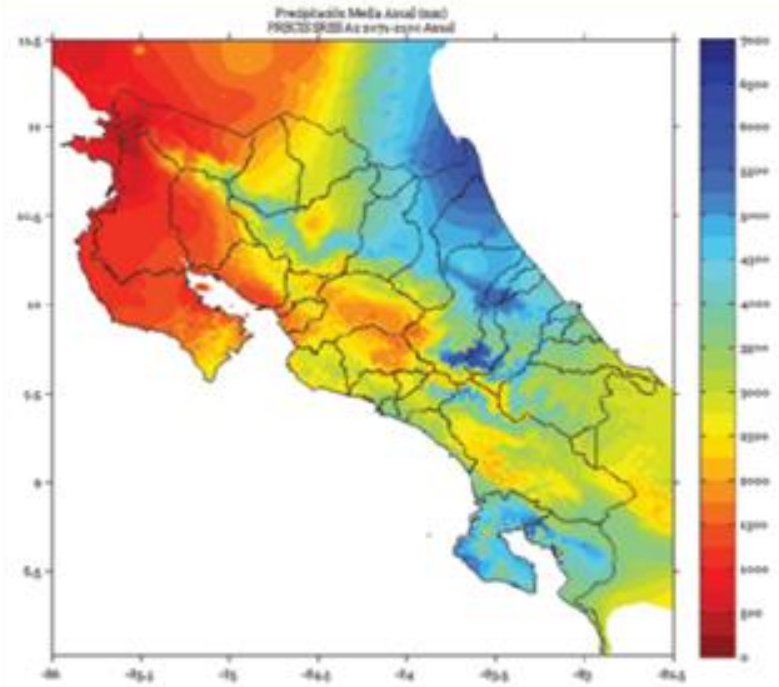
- El Plan de Expansión del ICE abarca hasta el año 2030.
- Los estudios realizados por OLADE consideran tasas de crecimiento de la demanda de electricidad muy bajas para algunos países de Centroamérica.
- El Plan Indicativo de la Expansión de la Generación Eléctrica Regional en su Escenario de Referencia, podría quedarse muy corto.



A) Mapa de escenario de cambio climático de la precipitación anual media (%) del 2080 (2071-2100), (B) proyectado por el modelo regional PRECIS con condiciones de frontera del modelo global HadCM3 y el escenario de emisiones A2.



(A)

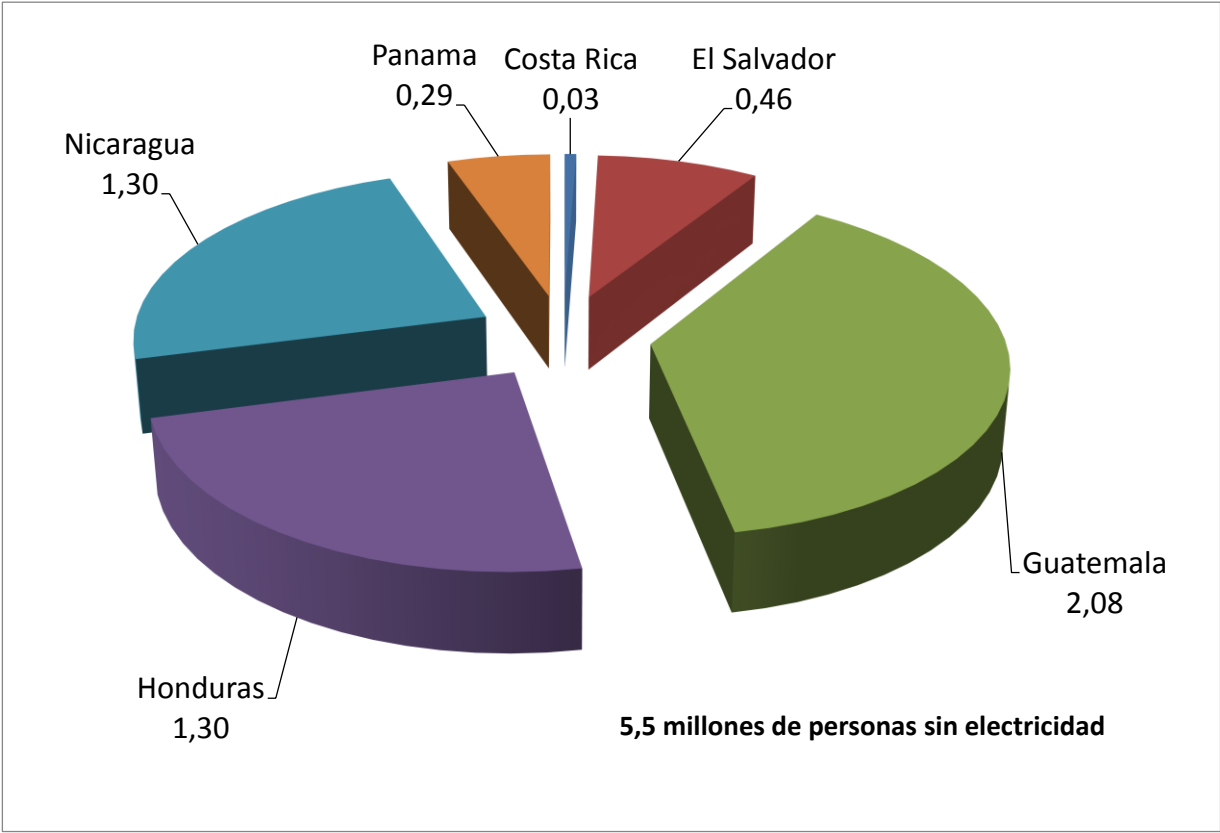


(B)

# Situación Energética Regional



# Retos Energéticos Regionales



# Retos Energéticos Regionales

FIGURA 1. Usuarios de Leña como Porcentaje de la Población

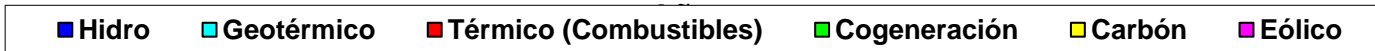
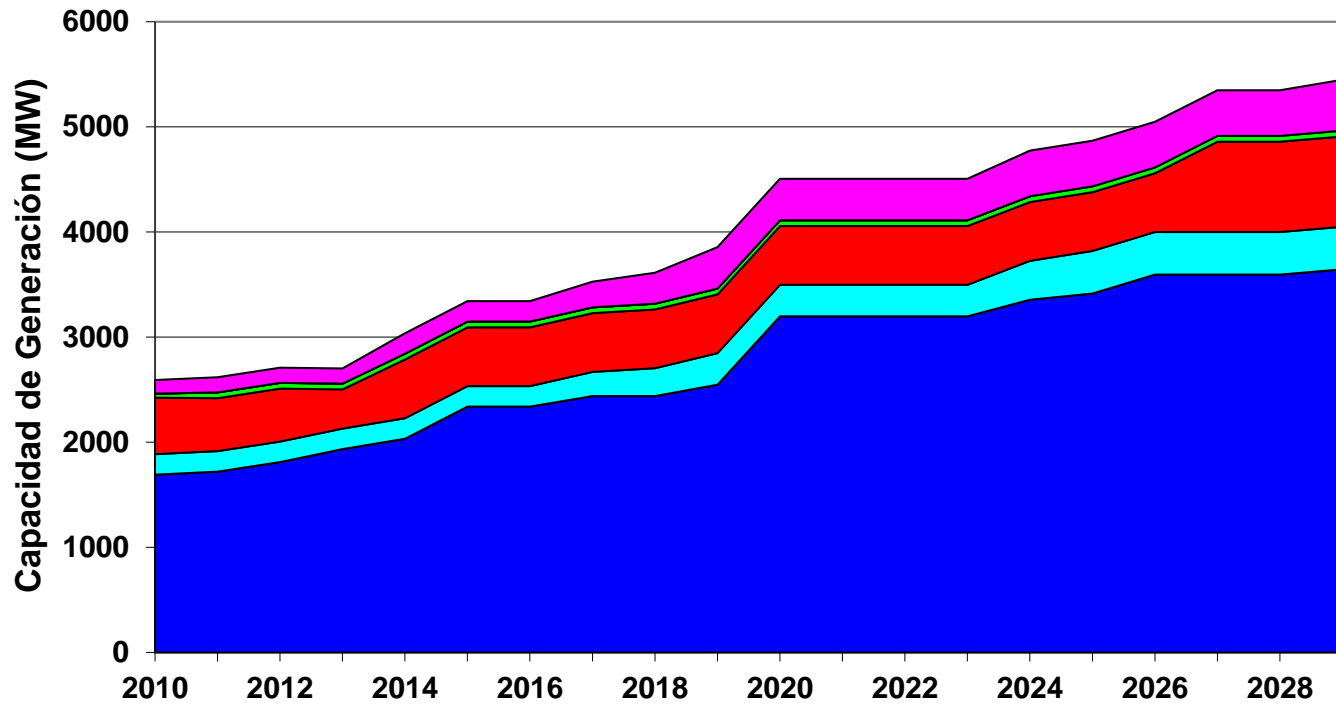


Tomado del Informe: *¿Qué Hemos Aprendido del Uso de Biomasa para Cocinar en los Hogares de AMÉRICA CENTRAL?*. Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía. Banco Mundial

20 millones de centroamericanos aun cocinan con leña

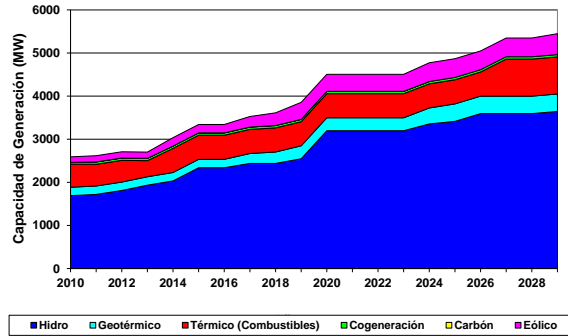
# **Planes de Expansión de la Generación Eléctrica**

# COSTA RICA

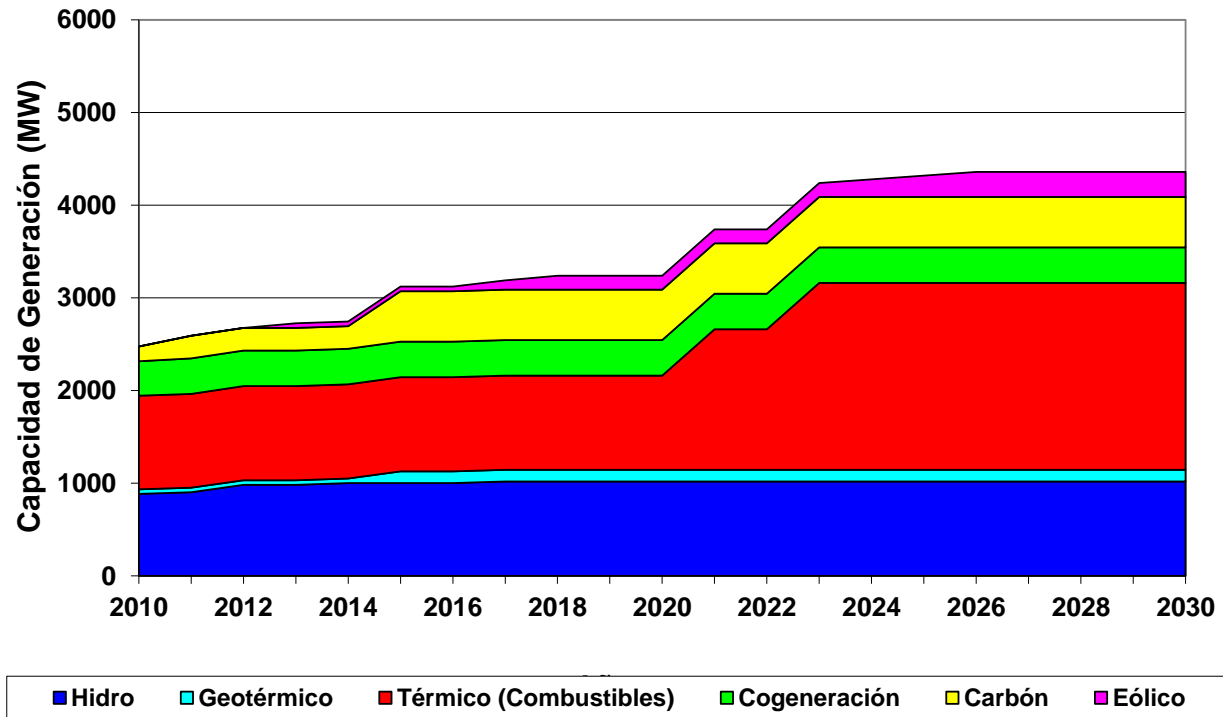


# **Planes de Expansión Regionales**

### COSTA RICA

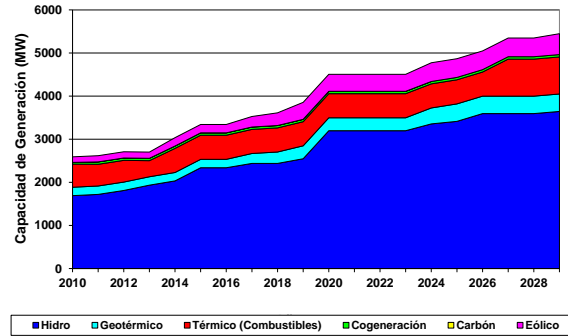


### Guatemala

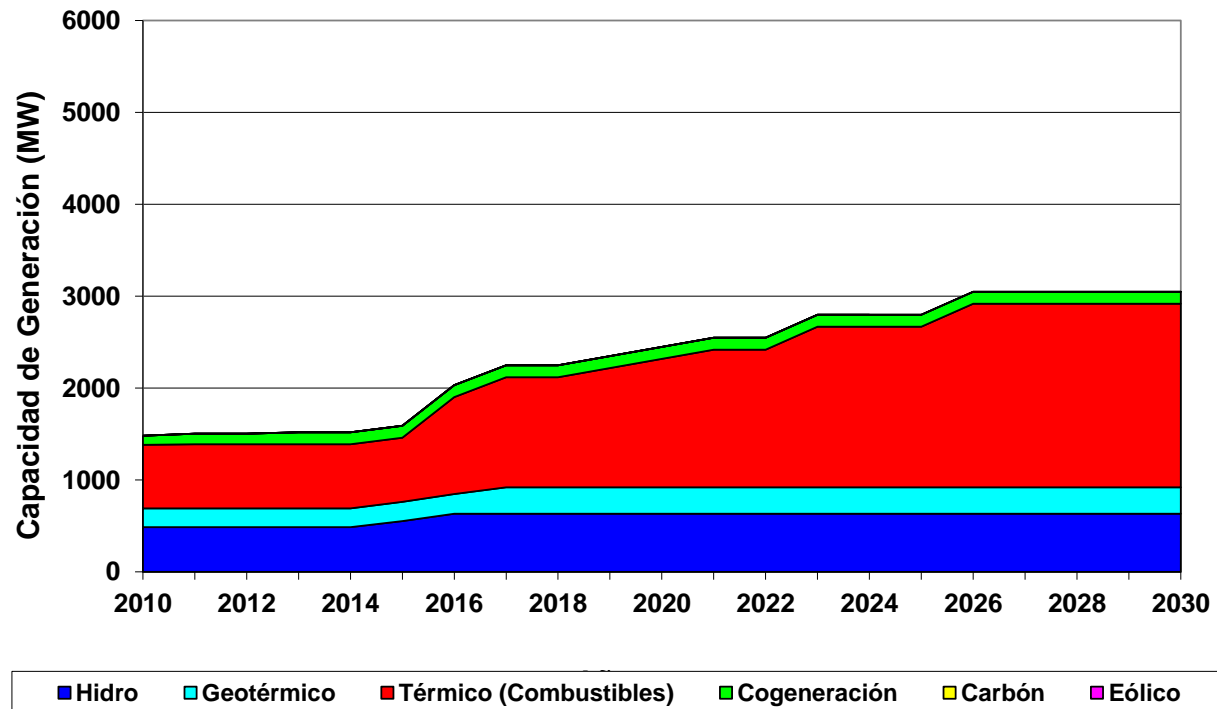




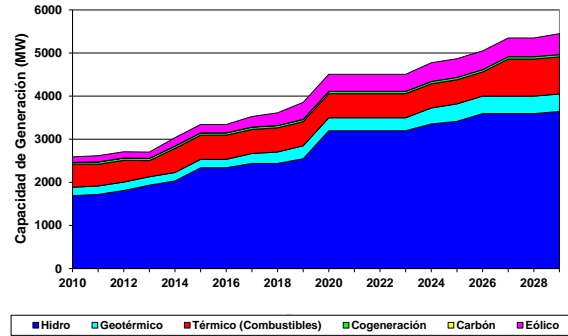
## COSTA RICA



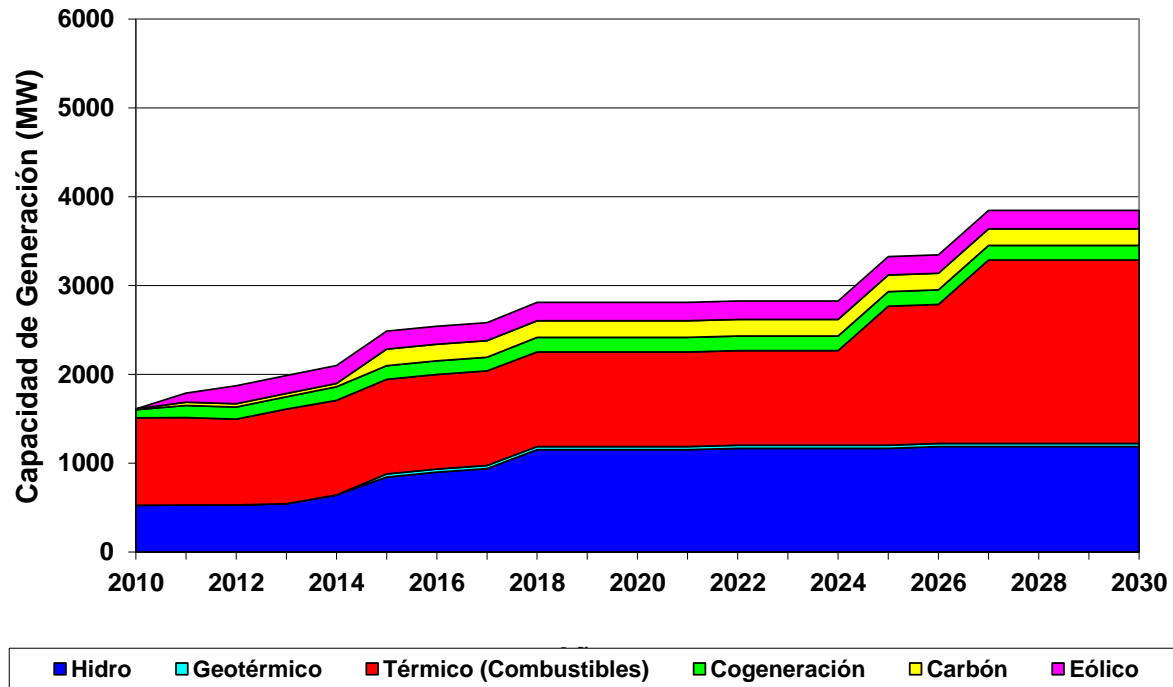
## El Salvador



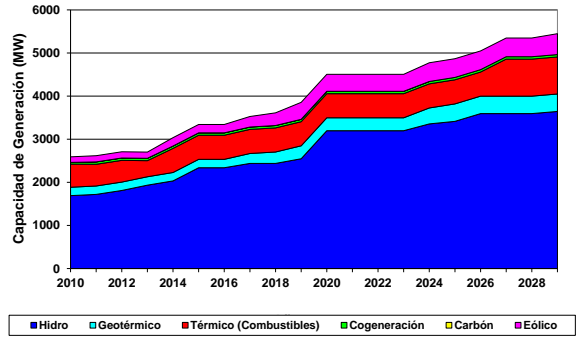
## COSTA RICA



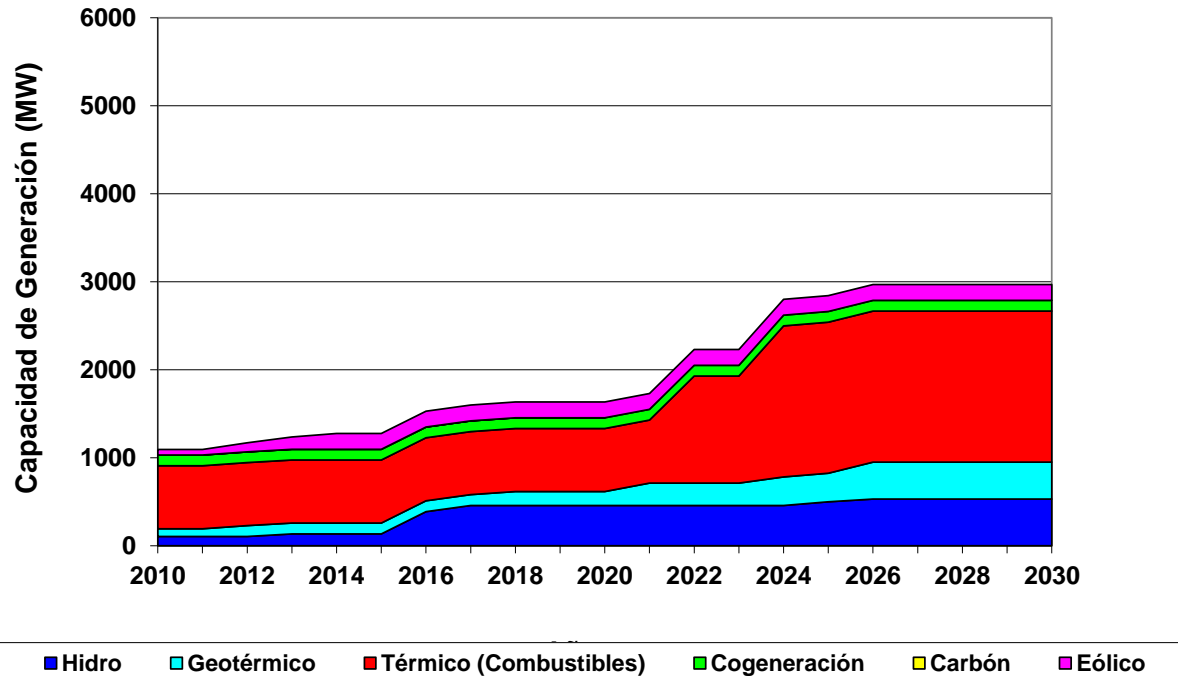
## Honduras



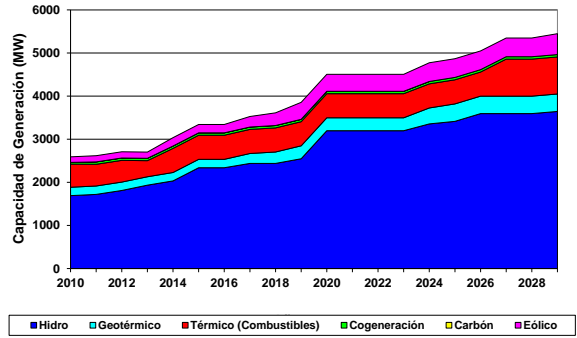
### COSTA RICA



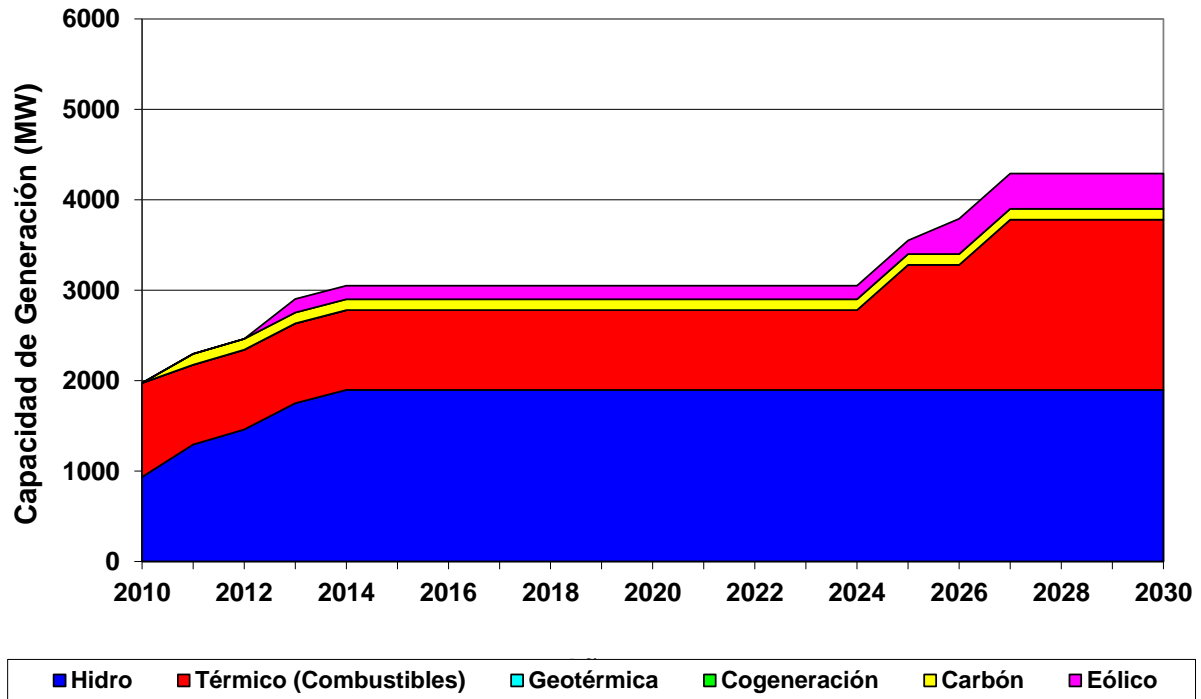
### Nicaragua



### COSTA RICA

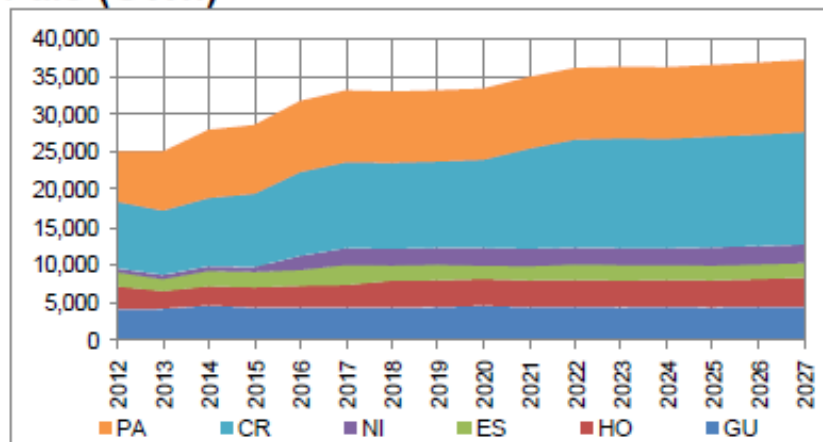


### Panamá



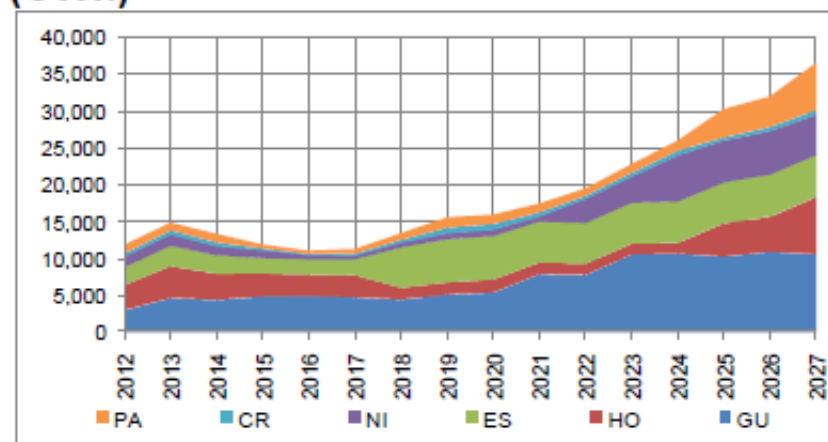
**Estimaciones de Producción  
de Electricidad según Plan  
Indicativo Regional de  
Referencia  
2012-2027**

**Gráfico 6.4 Generación Hidroeléctrica por País (GWh)**

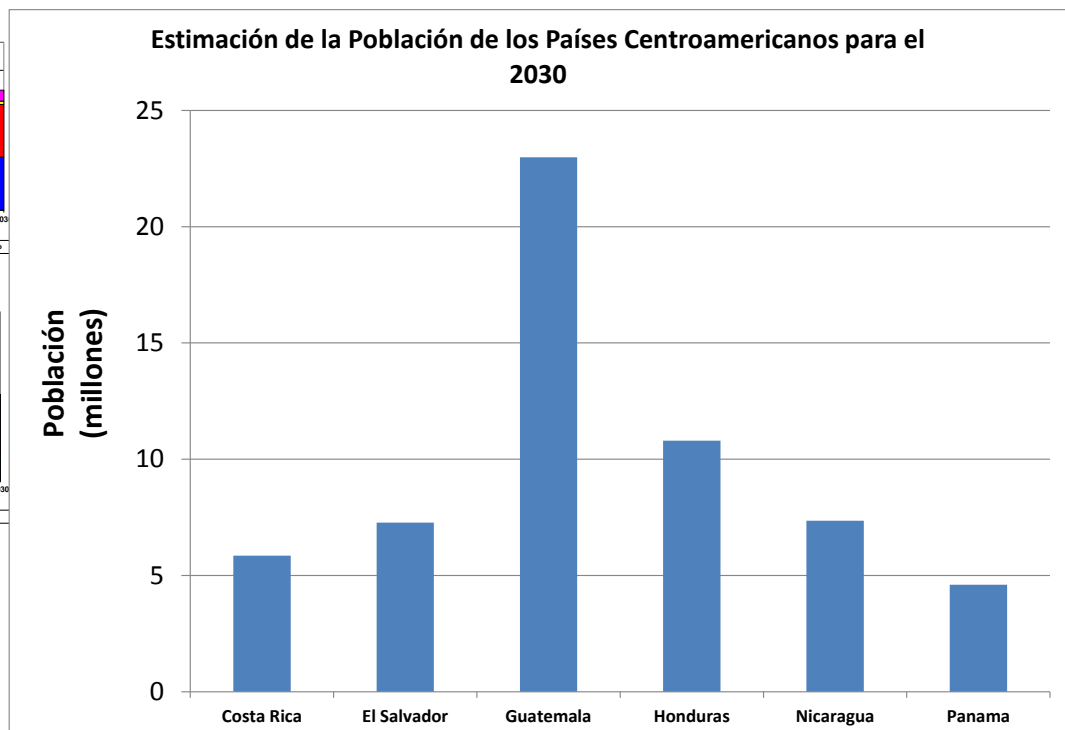
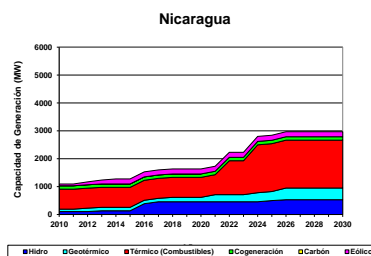
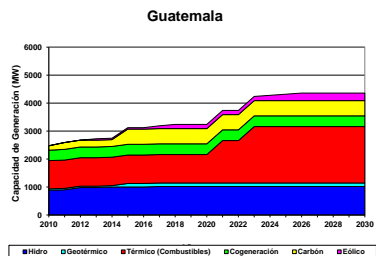
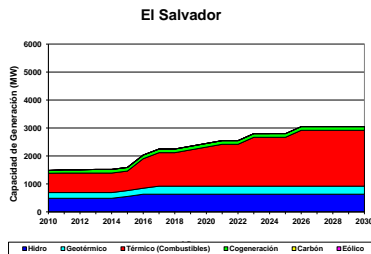
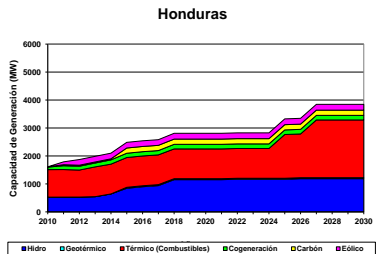
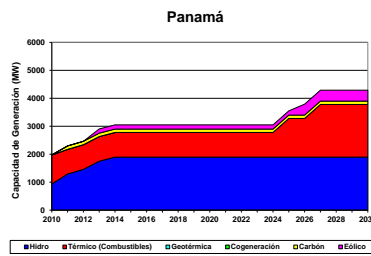
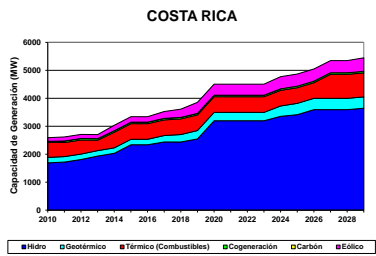


Fuentes: GTPIR, Elaboración propia, datos salidas del SDDP.

**Gráfico 6.5 Generación Térmica por País (GWh)**



Fuentes: GTPIR, Elaboración propia, datos salidas del SDDP.

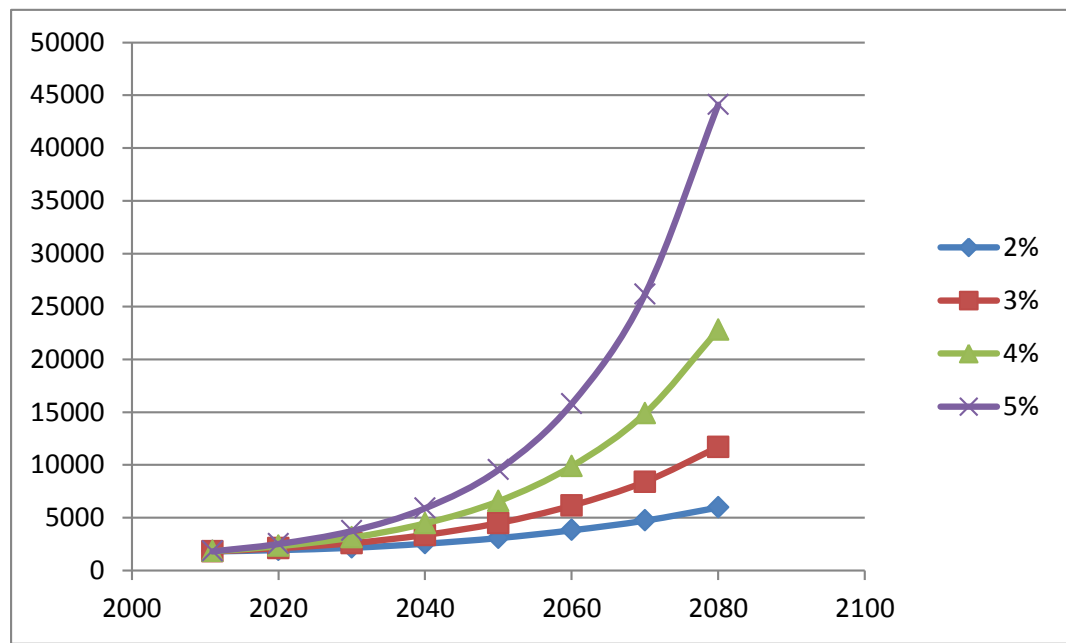


**Conclusión: No será posible recurrir a  
Centroamérica en caso de un faltante de  
generación eléctrica propia**

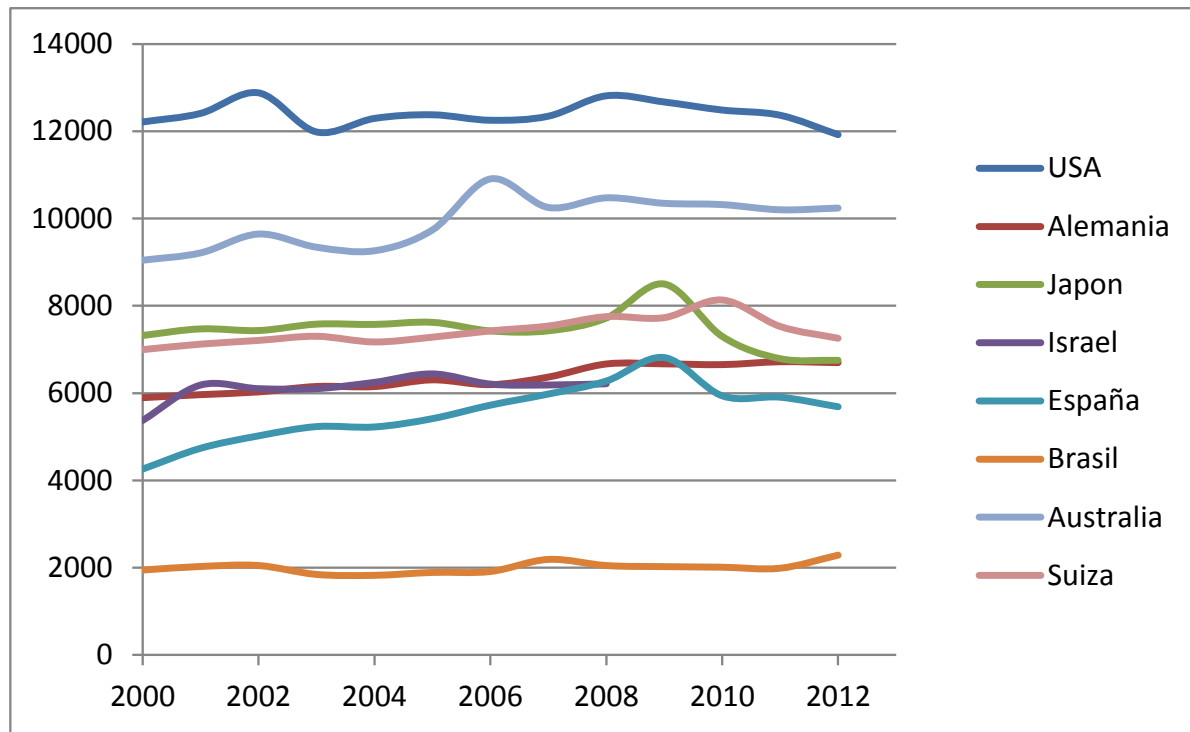


# **Escenarios de Necesidades Futuras de Generación Eléctrica Nacional y Regional**

# Estimación del consumo per cápita de electricidad de Costa Rica para diferentes tasas de crecimiento en la demanda de electricidad (kWh/persona-año)



# Consumo de Electricidad Histórico Per cápita en Algunos países (kWh/habitante)

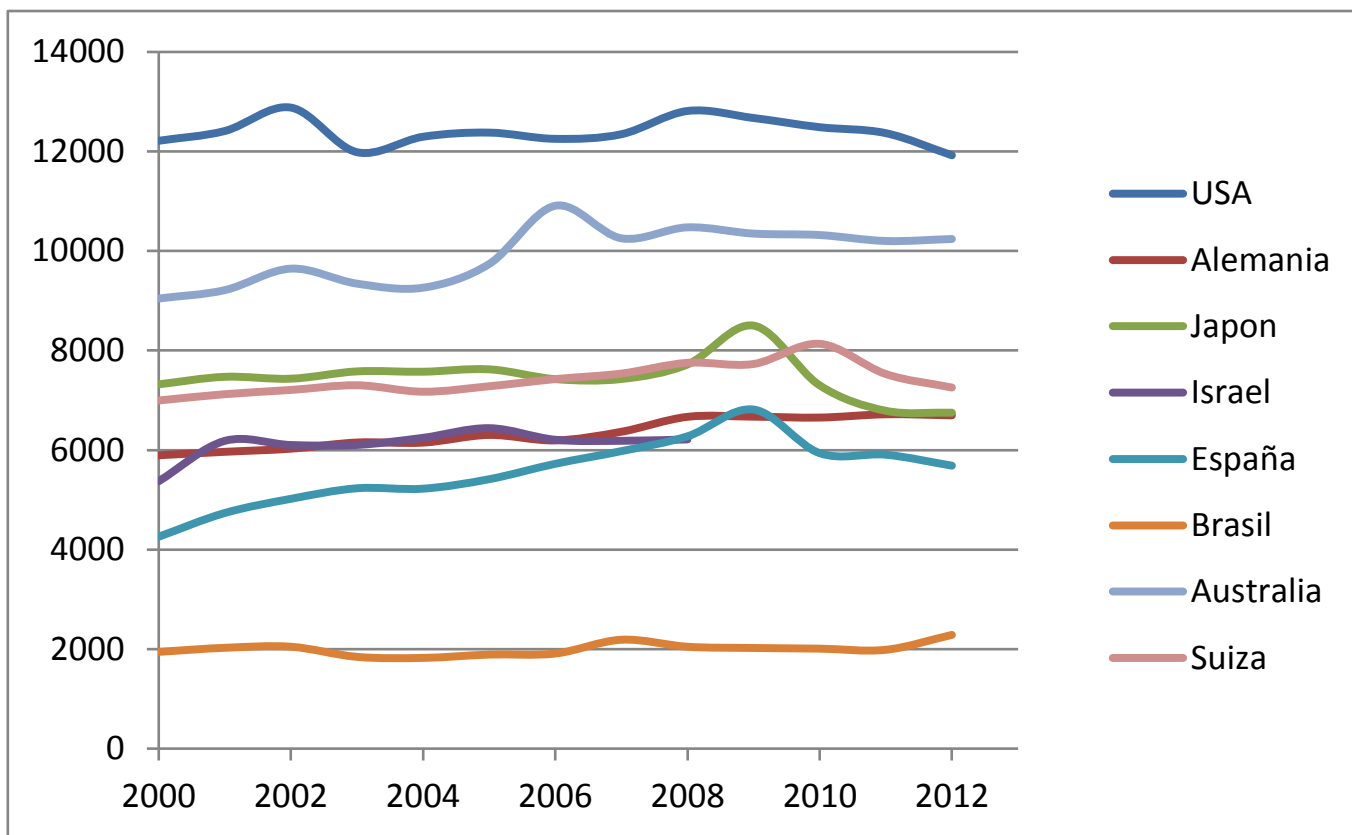


**Cuadro 4. Consumo eléctrico residencial por uso final, Alemania (Millones kWh)**

Año	Aplicaciones de calor <sup>1)</sup>	Aplicaciones de frío <sup>2)</sup>	Cocción	Iluminación	Electrodomésticos <sup>3)</sup>	total
2008	33898.5	27760.5	38223.0	12276.0	27342.0	139500
	24.4	19.9	27.3	8.8	19.6	100.0
2009	34382.4	27561.6	38001.6	12110.4	27144.0	139200
	24.7	19.8	27.3	8.7	19.5	100.0
2010	30890.6	29473.6	38967.5	12894.7	29331.9	141700
	21.9	20.8	27.5	9.1	20.7	100.0
2011	28412.8	28822.6	38521.2	12567.2	28276.2	136600
	20.8	21.1	28.2	9.2	20.7	100.0
1) Calefacción y calentamiento de agua						
2) Aire acondicionado y refrigeradores						
3) Tecnologías de la comunicación y la información, lavadoras, congeladores y demás aparatos eléctricos)						

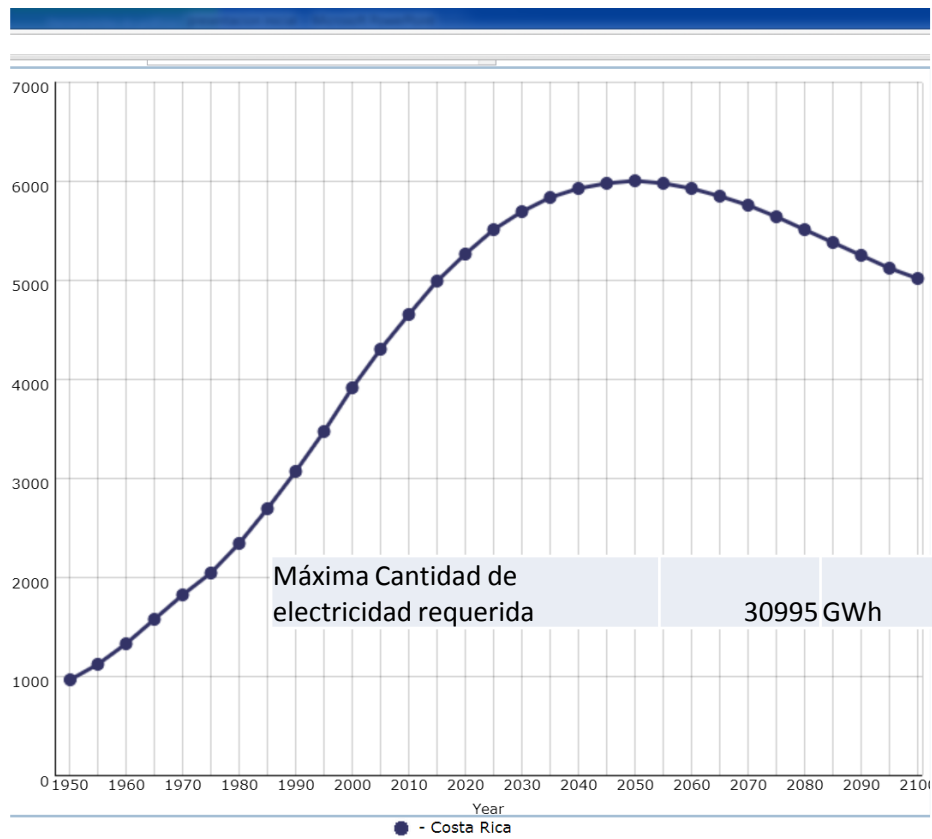
**Cuadro 10. Consumo eléctrico residencial por uso final, España (Millones kWh)**

Año	Aplicaciones de calor <sup>1)</sup>	Aplicaciones de frío <sup>2)</sup>	Cocción	Iluminación	Electrodomésticos <sup>3)</sup>	total
2011	8899	1401	5573	7046	37075	59994
	14.8	2.3	9.3	11.7	61.8	100 (%)
1) Calefacción y calentamiento de agua						
2) Aire acondicionado y refrigeradores						
3) Tecnologías de la comunicación y la información, lavadoras, congeladores y demás aparatos eléctricos)						



Costa Rica podría alcanzar un buen nivel de desarrollo con un consumo per cápita inferior a 5000 kWh/persona-año

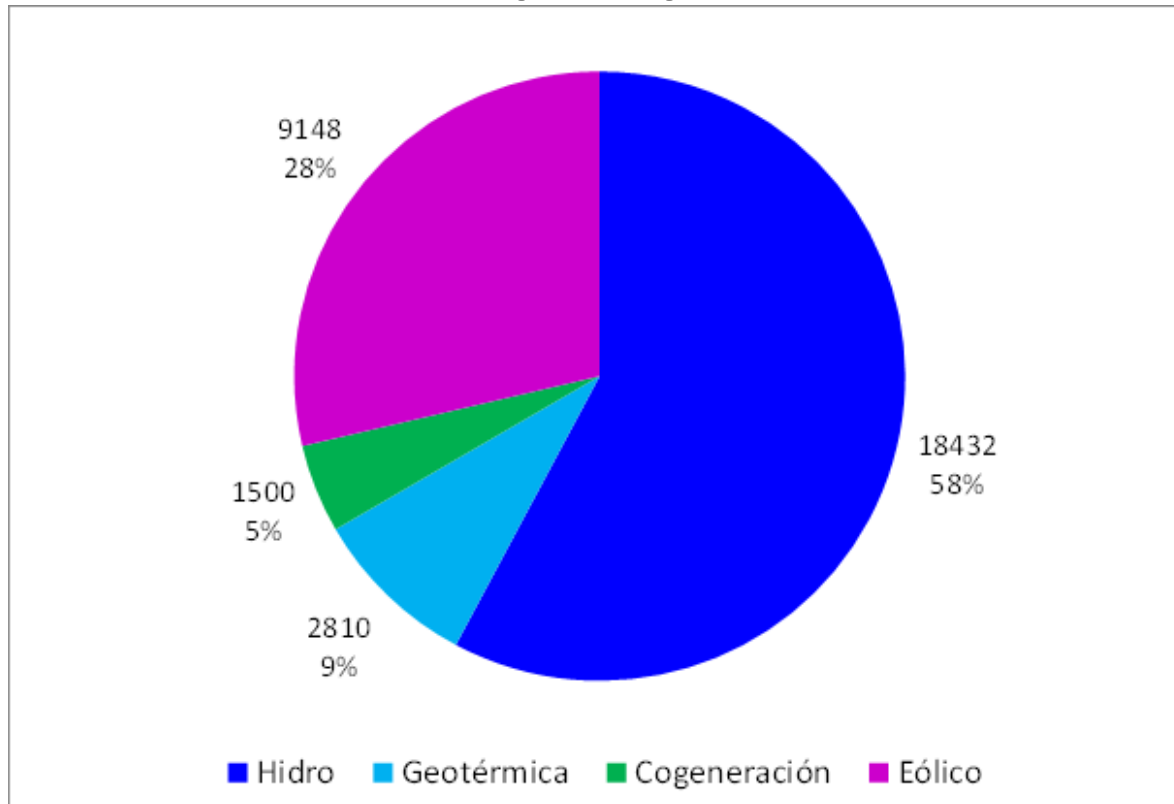
# Proyección de la Población de Costa Rica (miles)



# Proyección de Generación Eléctrica

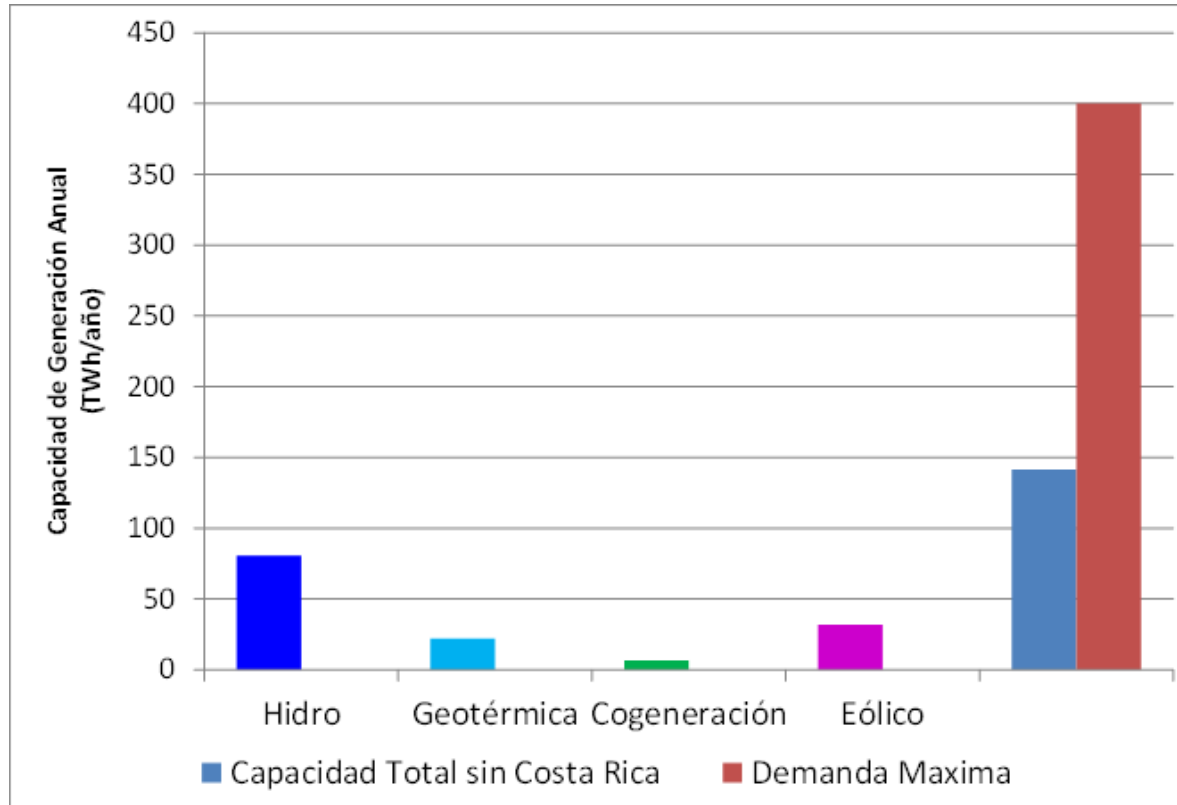
AÑO	POTENCIA (MW)						ENERGIA (GWh)					
	Hidro	Termica	Geotérmica	Eólica	Biomasa	TOTAL	Hidro	Termica	Geotérmica	Eólica	Biomasa	TOTAL
2011	1691	537	195	129	39	2591	7407	470	1537	509	51	9974
2012	1720	504	195	144	55	2618	7534	441	1537	568	72	10152
2013	1811	504	195	144	55	2708	8217	336	1451	521	80	10605
2014	1934	373	195	144	55	2701	8642	503	1410	518	76	11149
2015	2033	559	195	194	55	3036	9278	322	1339	720	71	11730
2016	2338	559	195	194	55	3341	9937	285	1339	717	68	12346
2017	2338	559	195	194	55	3341	10394	434	1369	728	73	12998
2018	2438	559	230	244	55	3526	10695	547	1657	714	76	13689
2019	3088	559	265	294	55	4261	11743	54	1851	719	63	14430
2020	3197	559	300	394	55	4505	12062	16	2023	1049	61	15211
2021	3197	559	300	394	55	4505	12717	3	2093	1066	65	15944
2022	3197	559	300	394	55	4505	13294	90	2123	1068	71	16646
2023	3197	559	300	394	55	4505	13836	200	2184	1088	73	17381
2024	3197	559	300	394	55	4505	14320	431	2216	1100	79	18146
2025	3355	559	370	434	55	4773	15061	525	2218	1066	80	18950
2026	3414	559	405	434	55	4867	15452	680	2488	1079	81	19780
2027	3594	559	405	434	55	5047	16298	737	2497	1023	81	20636
2028	3594	859	405	434	55	5347	16383	1466	2531	1092	85	21557
2029	3594	859	405	434	55	5347	16824	1933	2560	1101	85	22503
2030	3644	859	405	484	55	5447	17255	2302	2570	1267	86	23480
						Faltante a instalar	5523	737	823	406	28	30995

# Potencial de Generación Eléctrica a partir de energías renovables de Centroamérica (MW)





## Capacidad de Generación de Centroamérica excluyendo Costa Rica y demanda máxima proyectada para el año 2080.



# **Definición de cuencas de interés**

### Otros proyectos Hidroeléctricos disponibles

Nombre	Potencia MW	Energía GWh	Rio	Cuenca	Estatus
Cabecar	23,6	145	Coen	Sixaola	Reserva Indígena
Coen	36,6	209	Coen	Sixaola	Reserva Indígena
Lari	17,7	102	Lari	Sixaola	Reserva Indígena
Nakeagre	106,4	620	Telire	Sixaola	Reserva Indígena
Telire	84,5	561	Telire	Sixaola	Reserva Indígena
Talamanca	93,1	678	Telire	Sixaola	Reserva Indígena
<b>Sub total</b>	<b>361,9</b>	<b>2315</b>		<b>Sixaola</b>	<b>Reserva Indígena</b>
Betsu	41	253	Coen	Sixaola	Parque Nacional
Broi Matama	134	830	Telire	Sixaola	Parque Nacional
Bugu	124	737	Coen	Sixaola	Parque Nacional
Dika	31	191	Lari	Sixaola	Parque Nacional
Durika	182	1126	Telire	Sixaola	Parque Nacional
Kivut	52	322	Lari	Sixaola	Parque Nacional
Ourut	30	184	Lari	Sixaola	Parque Nacional
Sku	39	237	Sku	Sixaola	Parque Nacional
Uren	32	197	Uren	Sixaola	Parque Nacional
Uri	29	182	Lari	Sixaola	Parque Nacional
<b>Sub total</b>	<b>694</b>	<b>4259</b>		<b>Sixaola</b>	<b>Parque Nacional</b>
<b>Total</b>	<b>1055,9</b>	<b>6574</b>		<b>Sixaola</b>	
La Estrella	65	285	La Estrella	La Estrella	Reserva Indígena
Ayil	174	765	Chirripó	Matina	Reserva Indígena
Boyey	209	865	Chirripó	Matina	Reserva Indígena
Sueo	56,3	247	Chirripó	Matina	Reserva Indígena
<b>Sub total</b>	<b>439,3</b>	<b>1877</b>		<b>Matina</b>	<b>Reserva Indígena</b>
Tanari	73	291	Pacuare	Pacuare	Reserva Indígena
Izarco	143	858	Reventazón	Reventazón	Sin restricción
Hondura	48	205	Hondura-Sucio	Chirripó	Parque Nacional
Patria	34	161	Patria	Chirripó	Sin restricción
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>366</b>		<b>Chirripó</b>	
La Ceiba	43,5	154	G. Candelaria	Parrita	Sin restricción
Rosalía	22,7	90,6	G. Candelaria	Parrita	Sin restricción
Quebrada Bejuco	36,8	165,16	G. Candelaria	Parrita	Sin restricción
Jamaica	49,6	205,2	Pirris	Parrita	Sin restricción
<b>Total</b>	<b>152,6</b>	<b>614,96</b>		<b>Parrita</b>	
Milagro	31	175	Naranjo	Naranjo	Sin restricción
Reyes	23	135	Naranjo	Naranjo	Sin restricción
Los Llanos	123	513	Naranjo	Naranjo	Sin restricción
Llanos Esqui	58	242	Naranjo	Naranjo	Sin restricción
Londres	38	158	Naranjo	Naranjo	Sin restricción
<b>Total</b>	<b>273</b>	<b>1223</b>		<b>Naranjo</b>	
Brujo 1	79,3	346,9	Savegre	Savegre	Reserva Forestal
Brujo 2	68,4	277,3	Savegre	Savegre	Reserva Forestal
Roncador	26	132	Brujo	Savegre	Reserva Forestal
Santo Tomás	30	96	Division	Savegre	Reserva Forestal
<b>Total</b>	<b>203,7</b>	<b>852,2</b>		<b>Savegre</b>	
Palmar	20	80	Térraba	Térraba	Reserva Indígena
Chimiro	58,4	290	Chirripo P	Térraba	Sin restricción
Alto Palmas	97	363	Coton	Térraba	Sin restricción
Palmas 1	64,1	292,3	Coton	Térraba	Sin restricción
Palmas 2	133,2	526	Coton	Térraba	Sin restricción
<b>Total</b>	<b>372,7</b>	<b>1551,3</b>		<b>Térraba</b>	

RESUMEN		
ESTATUS	Potencia (MW)	Energia (GWh)
Reserva Indígena	939,2	4768
Sin restricción	802,7	3713,3
Reserva Forestal	203,7	852,2
Parque Nacional	742	4464
<b>Total</b>	<b>2687,6</b>	<b>13797,5</b>
Disponible	<b>1612</b>	<b>8275</b>

Se requerirían cerca de 5500 GWh adicionales de energía hidroeléctrica

AÑO	POTENCIA (MW)						ENERGIA (GWh)					
	Hidro	Termica	Geotérmica	Eólica	Biomasa	TOTAL	Hidro	Termica	Geotérmica	Eólica	Biomasa	TOTAL
2011	1691	537	195	129	39	2591	7407	470	1537	509	51	9974
2012	1720	504	195	144	55	2618	7534	441	1537	568	72	10152
2013	1811	504	195	144	55	2708	8217	336	1451	521	80	10605
2014	1934	373	195	144	55	2701	8642	503	1410	518	76	11149
2015	2033	559	195	194	55	3036	9278	322	1339	720	71	11730
2016	2338	559	195	194	55	3341	9937	285	1339	717	68	12346
2017	2338	559	195	194	55	3341	10394	434	1369	728	73	12998
2018	2438	559	230	244	55	3526	10695	547	1657	714	76	13689
2019	3088	559	265	294	55	4261	11743	54	1851	719	63	14430
2020	3197	559	300	394	55	4505	12062	16	2023	1049	61	15211
2021	3197	559	300	394	55	4505	12717	3	2093	1066	65	15944
2022	3197	559	300	394	55	4505	13294	90	2123	1068	71	16646
2023	3197	559	300	394	55	4505	13836	200	2184	1088	73	17381
2024	3197	559	300	394	55	4505	14320	431	2216	1100	79	18146
2025	3355	559	370	434	55	4773	15061	525	2218	1066	80	18950
2026	3414	559	405	434	55	4867	15452	680	2488	1079	81	19780
2027	3594	559	405	434	55	5047	16298	737	2497	1023	81	20636
2028	3594	859	405	434	55	5347	16383	1466	2531	1092	85	21557
2029	3594	859	405	434	55	5347	16824	1933	2560	1101	85	22503
2030	3644	859	405	484	55	5447	17255	2302	2570	1267	86	23480
Faltante a instalar	1166	275	130	155	18	7190	5523	737	823	406	28	30995
Total Instalado	4810	1134	535	639	73	12637	22778	3039	3393	1673	114	54475
Disponible	1612	-	465	161	-	2238	7633	-	2953	422	-	11008

# Cuencas a Analizar

1. Reventazón
2. Pacuare
3. Parrita
4. Naranjo
5. Térraba
6. Savegre
7. San Carlos
8. Sixaola
9. Cuencas relacionadas con Arenal

# **Validación de supuestos de escenarios de IPCC**

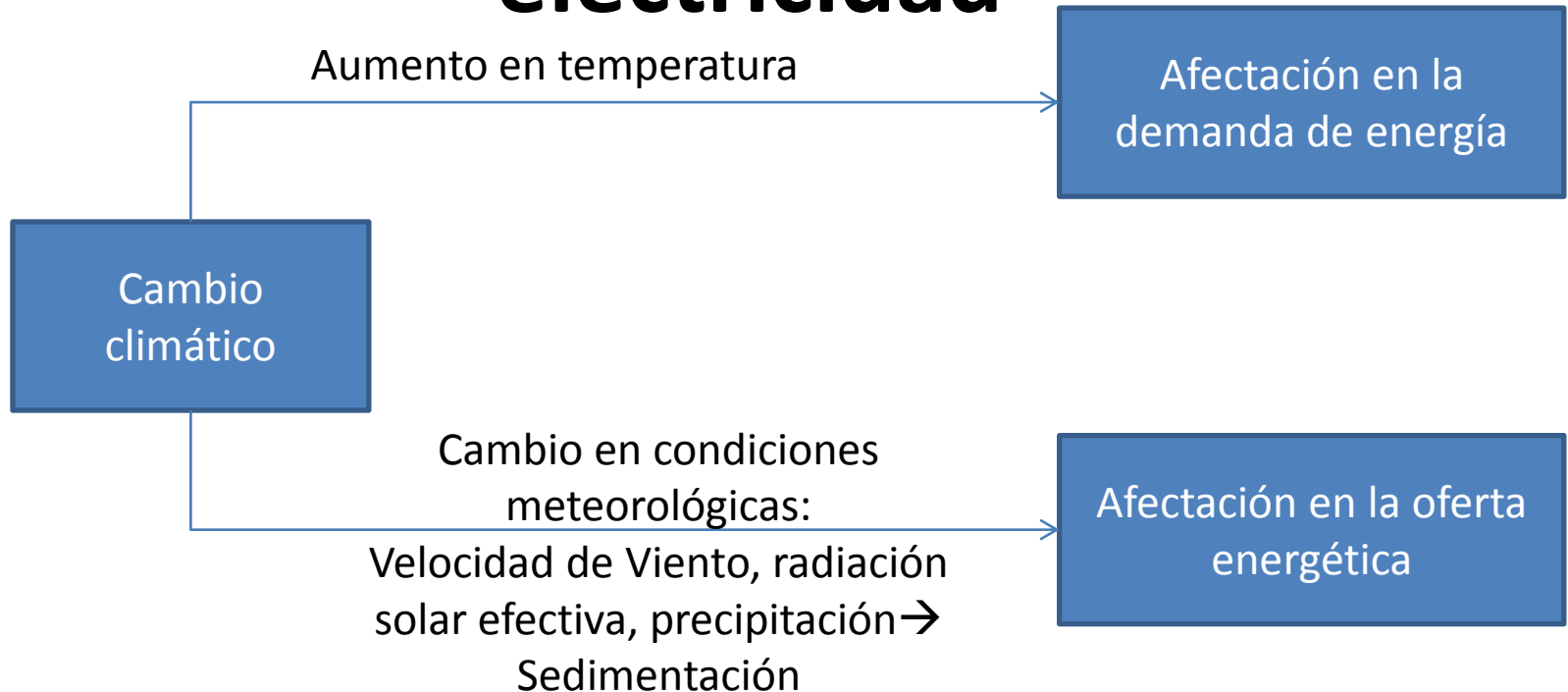
Factor	AÑO	Estimaciones Actuales	Estimaciones A2	Estimaciones Originales del IPCC B2	A1B
Poblacion Mundial (miles de millones)	2020	7,72	8,2	7,6	7,4
	2050	9,55	11,3	9,3	8,7
	2100	10,85	15,1	10,4	7,1
Energía Primaria 10 <sup>18</sup> J	2020	664,2	595	566	711
	Estimación 2050	964,7	971	869	1347
	Estimación 2100	1278,7	1717	1357	2226
% de la energía primaria correspondiente a Carbón	2020	29%	22	17	23
	Estimación 2050	30%	30	10	14
	Estimación 2100	22%	53	22	4
Energía cero como % de la energía primaria	2020	19%	8	18	16
	Estimación 2050	22%	18	30	36
	Estimación 2100		28	49	65
Emisiones de CO <sub>2</sub> combustibles fósiles (GtC/año)	2020	9,9	11	9	12,1
	Estimación 2050	13,7	16,5	11,2	16
	Estimación 2100		28,9	13,89	13,1



## **Conclusiones**

- 1. Utilización del Escenario A1B**
- 2. No es conveniente considerar la importación de energía como una medida de adaptación**
- 3. Aun quedarán disponibles recursos renovables**

# Efectos del Cambio Climático en la oferta y demanda de electricidad



# Afectación en la demanda de energía

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Incremento en el uso de aires acondicionados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aumento en el consumo eléctrico durante horas del día</li><li>Cambios en la curva diaria de carga favoreciendo generación eléctrica en horas pico</li><li>Incremento en la generación térmica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>100 MW adicionales por cada 100 mil aires nuevos instalados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ley para el diseño de edificaciones con alta eficiencia energética</li><li>Tarifa horaria para sector general</li><li>Incentivos para la construcción de oficinas en zonas de baja temperatura</li><li>Instalación de plantas hidroeléctricas con embalse</li></ul>

# Afectación en la demanda de energía

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado
<ul style="list-style-type: none"><li>Incremento en consumo eléctrico de refrigeradores</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aumento en el consumo eléctrico durante horas del día</li><li>Cambios en la curva diaria de carga favoreciendo generación eléctrica en horas pico</li><li>Incremento en la generación térmica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>30 a 60 GWh/año adicionales por cada 1°C de aumento en la temperatura ambiente.</li><li>14 a 28 MW adicionales por cada 1°C</li></ul>

# Afectación en la demanda de energía

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Incremento en el consumo eléctrico de los equipos de enfriamiento industriales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aumento en el consumo eléctrico Cambios en la curva diaria de carga favoreciendo generación eléctrica en horas pico</li><li>Incremento en la generación térmica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Un 1% de aumento en el consumo eléctrico industrial</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Incentivos para la instalación de industrias en zonas de baja temperatura</li></ul>

# Afectación en la demanda de energía

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Disminución en el consumo eléctrico de calentadores de agua</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Disminución en el consumo eléctrico durante periodo valle y nocturno</li><li>Cambios en la curva diaria de carga aumentando la diferencia entre el consumo en periodo pico y el resto (valle y nocturno)</li><li>Incremento en la generación térmica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>30 a 60 GWh/año menos por cada 1°C de aumento en la temperatura ambiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Instalación de plantas hidroeléctricas con embalse</li></ul>

# Afectación en la demanda de energía

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Incremento en el consumo eléctrico por instalación de piscinas con sistemas de bombeo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Posible aumento en el consumo eléctrico durante todo el día</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Menos de 8 MW por cada 10000 piscinas instaladas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>1. Uso de bombas en periodo nocturno</li></ul>

# Afectación en la oferta energética

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Incremento en la capacidad de generación de plantas hidroeléctricas con embalses instaladas en la zona atlántica por aumento en precipitaciones (caudales)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción de costos de generación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción del 4,8% en el costo de generación por cada 5% de aumento en caudales</li><li>7,8 millones de US\$ de ingresos adicionales en el proyecto Reventazón</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>1. Diseños considerando instalación de turbinas adicionales</li></ul>



# Afectación en la oferta energética

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>• Posibles daños en instalaciones por aumento en escorrentías</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incrementos en costos de generación por aumento en el uso de combustibles mientras se reparan daños</li><li>• Aumento en la acumulación de sedimentos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 140 US\$ por cada MWh adicional generado con combustibles.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rediseño de presas para incluir sistemas adecuados de remoción de sedimentos</li><li>• Prevención de construcciones en el valle de inundación inmediata de cauces fluviales.</li><li>• Aumento de capacidad de reservorios de agua para los periodos de baja en lluvias durante el verano.</li><li>• Utilización de varias presas en serie</li></ul>

# Afectación en la oferta energética

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción en la capacidad de generación hidroeléctrica de Centroamérica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en ventas del ICE</li> <li>Reducción en los costos de generación del ICE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>105 millones de US\$/año de ingresos adicionales por cada 100 MW exportados</li> <li>Potencial total: 1767MW → ventas por 2300 millones de US\$ (2 veces las ventas del sistema de generación)</li> <li>Utilidades adicionales estimadas: 1000 millones de US\$/año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición de empresas de distribución regionales</li> <li>Participación en subastas para el suministro de electricidad en Centroamérica</li> <li>Ampliación de capacidad de líneas del SIEPAC</li> <li>Alianzas con generadores privados</li> <li>Instalación de plantas con embalse</li> </ul>

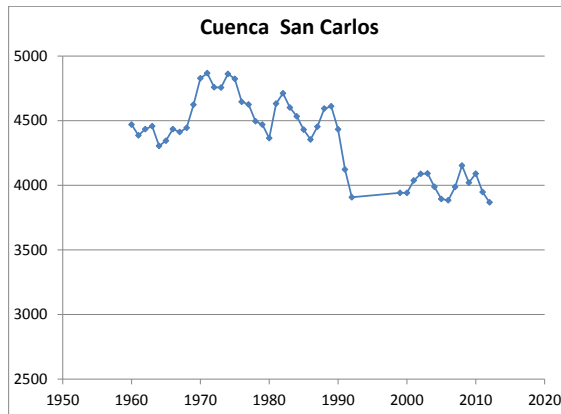
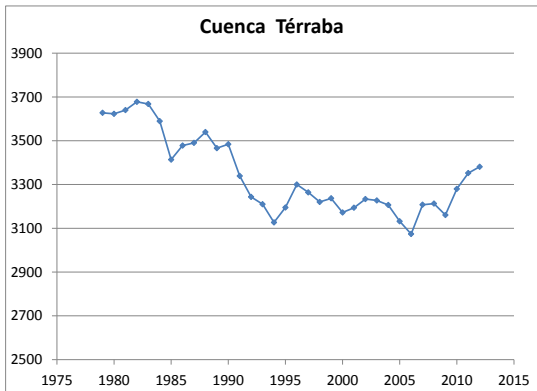
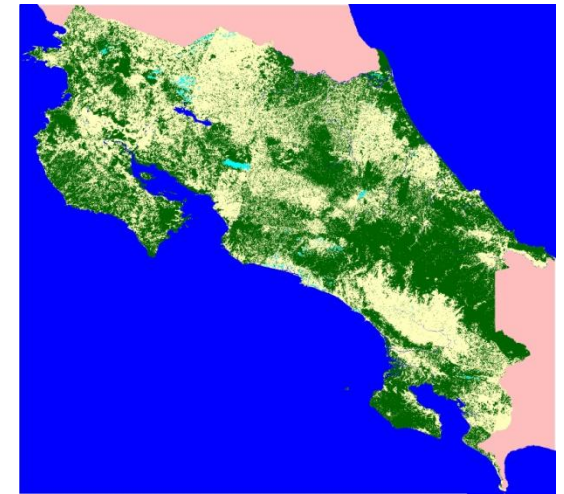
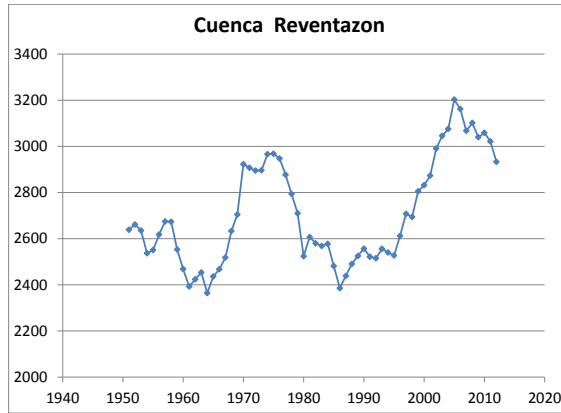
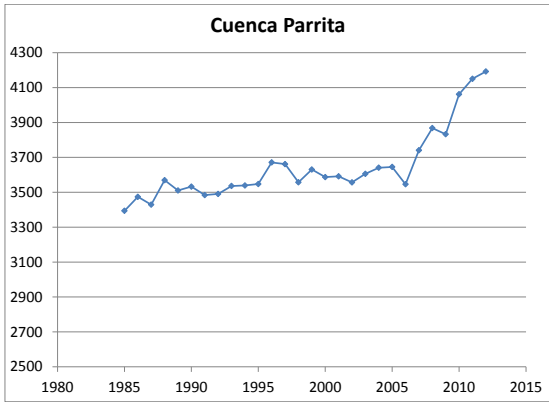
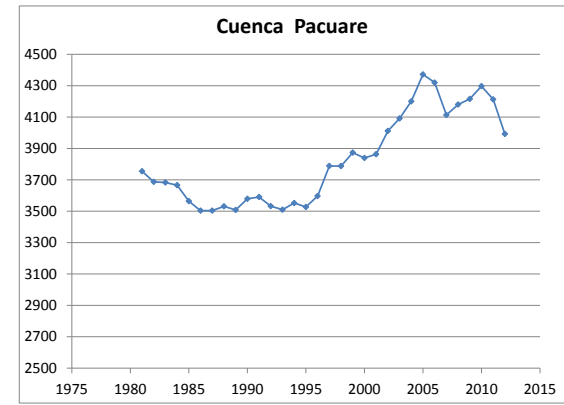
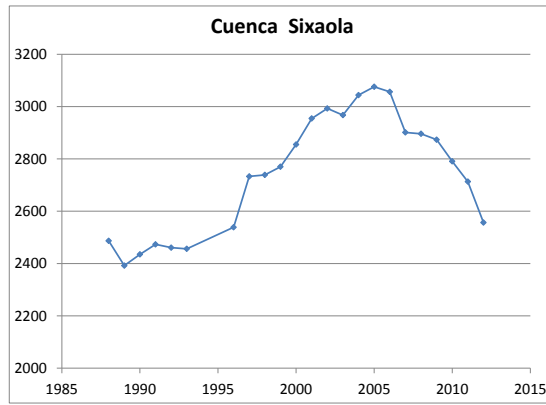
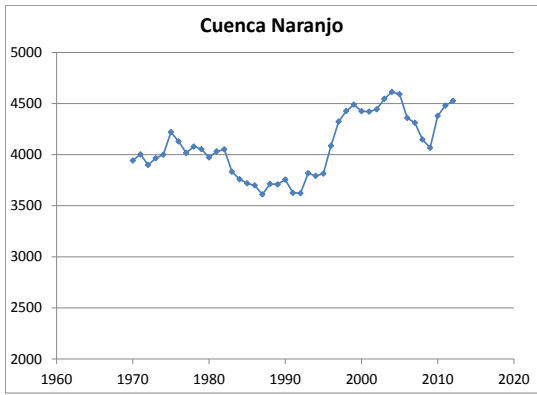
# Afectación en la oferta energética

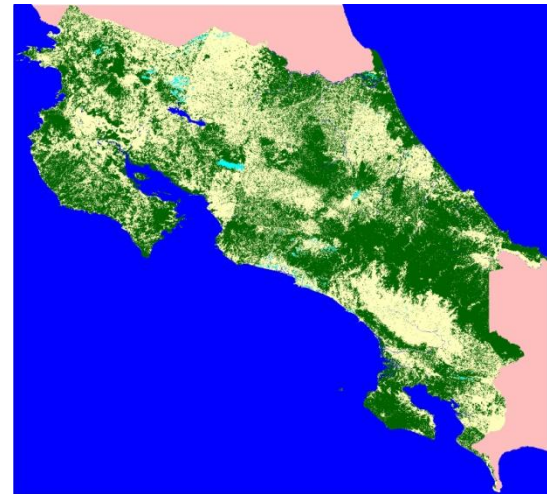
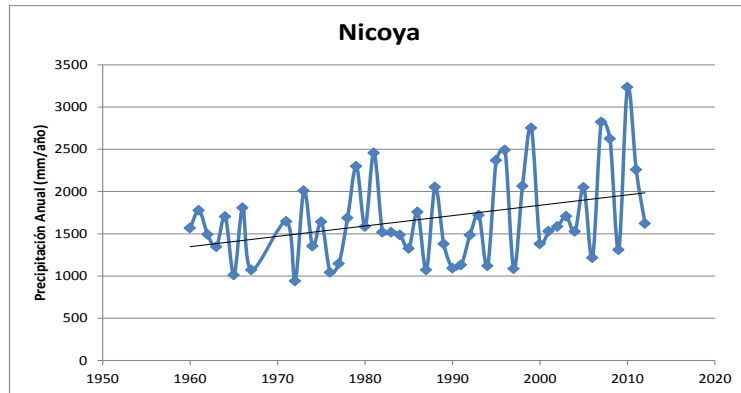
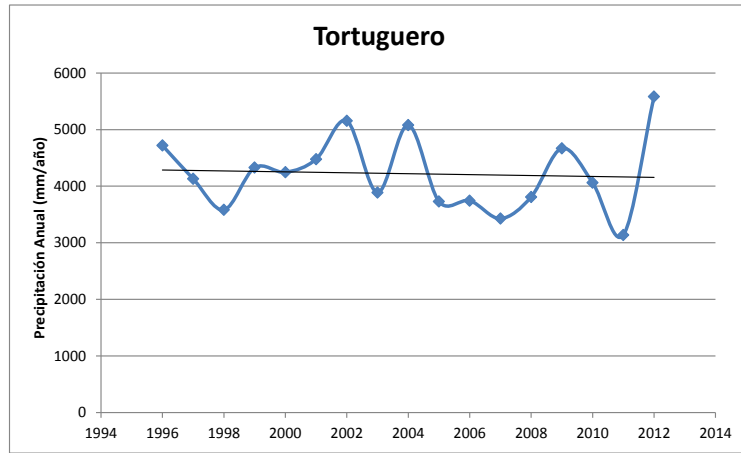
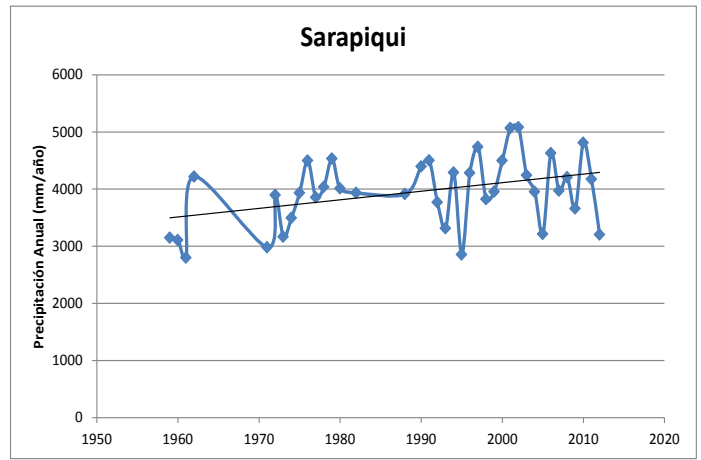
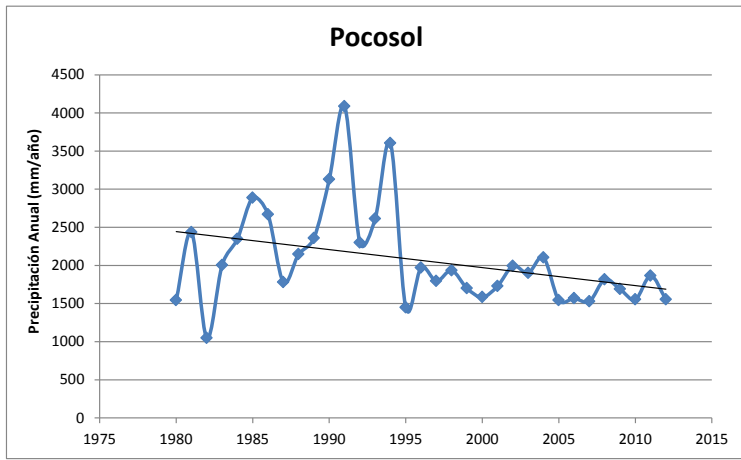
Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción en la capacidad de generación hidroeléctrica de plantas a filo de agua por menor cantidad de precipitaciones pero más severas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aumento en costos de generación</li><li>Incremento en generación térmica</li></ul>	5,3 % de aumento en el costo de la electricidad por cada 5% de reducción en la generación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"><li>Construcción de embalses de amortiguación río arriba</li><li>Reforestación de áreas de captación para reducir escorrentías</li></ul>

# Afectación en la oferta energética

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción en la capacidad de generación hidroeléctrica de plantas por aumentos en sedimentación y avalanchas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aumento en costos de generación</li><li>Incremento en generación térmica</li></ul>	5,3 % de aumento en el costo de la electricidad por cada 5% de reducción en la generación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"><li>Reforestación de áreas de influencia de las cuencas</li></ul>

# **Efecto de la recuperación de la cobertura boscosa en las precipitaciones**





# Conclusiones



- 1. Si bien el cambio climático podría generar un impacto negativo en la capacidad nacional de generación hidroeléctrica, existen suficientes recursos a los que se puede recurrir antes de pensar en un incremento en la generación térmica.**
- 2. El impacto del CC a nivel centroamericano debe verse como una oportunidad para el sector eléctrico nacional**
- 3. Se debe ver la reforestación y recuperación de la cobertura boscosa del país como la mejor medida de adaptación ante el cambio climático**



**Proyecto de Ley para el  
aprovechamiento de los recursos  
energéticos nacionales y la  
reducción de la Huella Ecológica  
de Costa Rica**

**Cuenta Facebook**

**“Aprovechemos Nuestras  
Energias Costa Rica”**

**Muchas Gracias**