

# Conectando las Américas 2022

## Consideraciones desde el caso Colombiano

**Unidad de Planeación Minero-Energética de Colombia**  
Ciudad de Panamá, Panamá, Mayo de 2016

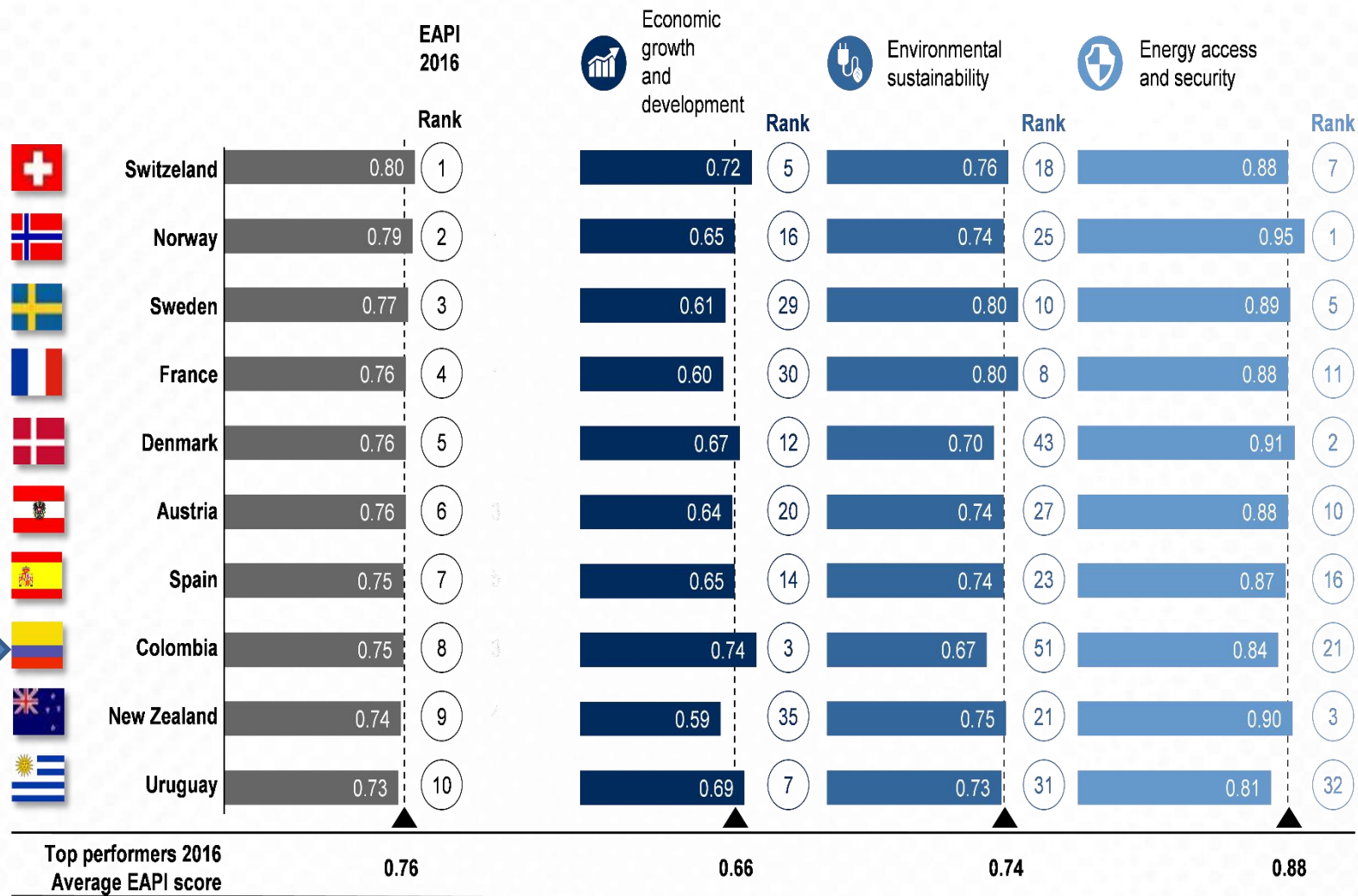
## WEF. Global Energy Architecture Performance Index 2016

The [Global Energy Architecture Performance Index 2016](#) benchmarks energy systems of nations from across the world on three fundamental energy goals:

- Economic growth and development – the extent to which a country’s energy architecture adds or detracts from economic growth.
- Environmental sustainability – the environmental impact of energy supply and consumption.
- Energy access and security – the extent to which an energy supply is secure, accessible and diversified.

The report provides governments and the private sector with a yardstick to monitor and drive energy transition. Launched in 2013, the 2016 index has evolved to include the latest available energy data from 126 countries on 18 indicators, highlighting strengths as well as areas of potential improvement.

# WEF. Global Energy Architecture Performance Index 2016

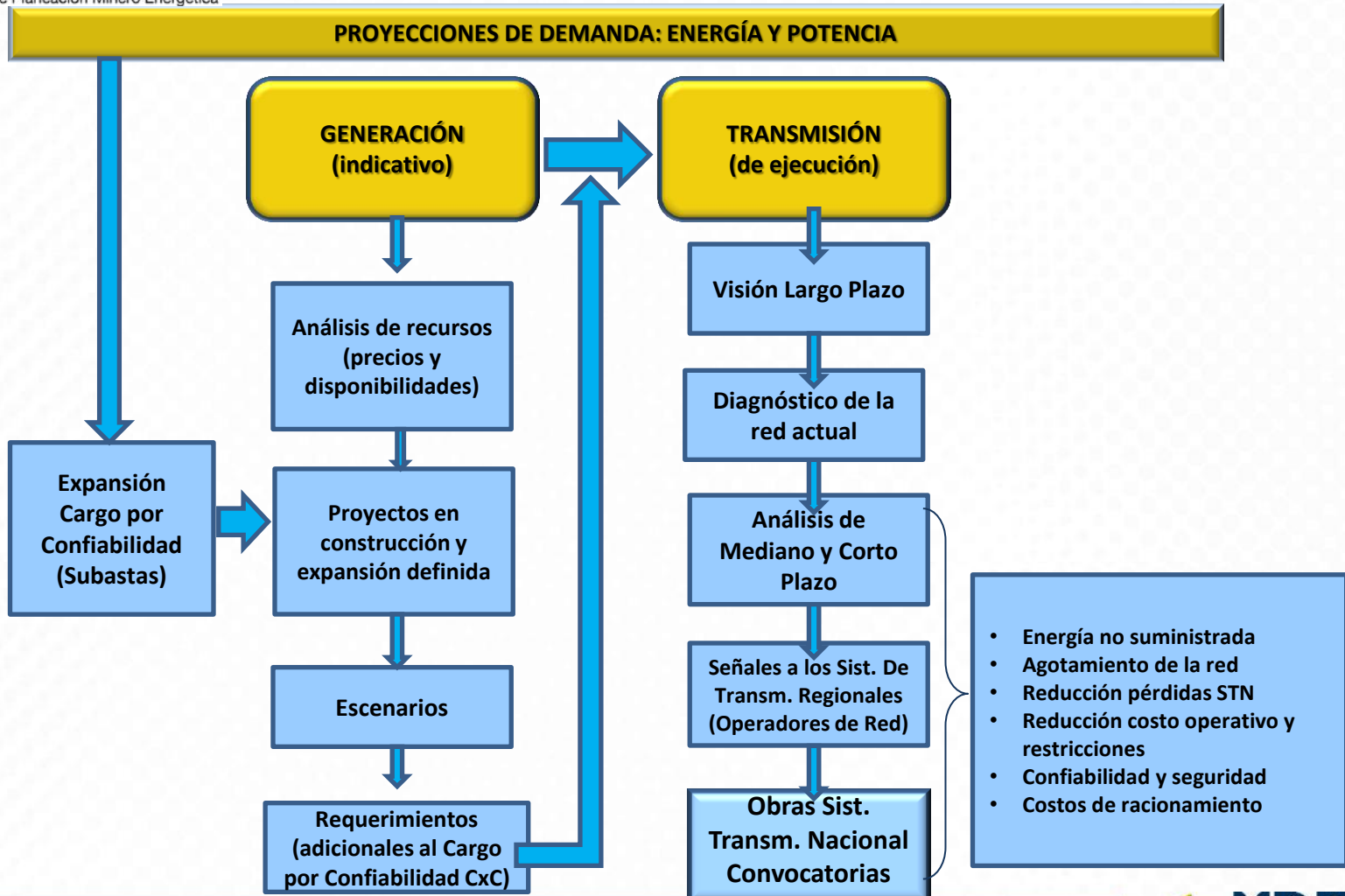


## WEF. Global Energy Architecture Performance Index 2016

EAPI rank # 8. Colombia.

As the highest performing non-OECD country in the index, Colombia no doubt benefits from successful energy reforms in recent years as well as significant domestic energy resources. Colombia achieves high scores on energy access and security and economic growth and development. The country also has a high electrification rate compared to many other nations in Latin America

# Metodología de planeación de la expansión eléctrica



## Metodología de planeación de la expansión eléctrica

- ✓ En el ejercicio de la Planificación de la Generación se tienen en cuenta los proyectos que tienen Cargo por Confiabilidad y aquellas expectativas que se encuentran registradas en la UPME.
- ✓ El desarrollo de los proyectos de generación está enmarcado en un mecanismo de mercado; sin embargo, desde el punto de vista del ordenamiento del recurso, para algunos proyectos hídricos las autoridades ambientales pueden exigir el cálculo de Potencial Hidroenergético que realiza la UPME (Decreto 2041 de 2014, recogido por el Decreto 1076 de 2015 – decreto único ambiental).
- ✓ El Plan de Expansión de Generación (<http://www.siel.gov.co/>) es indicativo; sin embargo, no hay ningún 'orden' o indicación previa para los inversionistas interesados en desarrollar proyectos, diferente a las zonas prohibidas de intervención y los atlas de potencial.
- ✓ Es por esto que las autoridades competentes en materia de recursos naturales renovables deben ordenar el uso de las cuencas, del recurso hídrico y del viento. Para el primer caso, los Planes Estratégicos de las cinco macro-cuencas de Colombia y los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas, POMCA son alternativas .
- ✓ Respecto al planeamiento de la transmisión, las obras que se definen en el Plan son de obligatoria ejecución. En este sentido, se necesita una coordinación de todos los sectores para que dichos proyectos sean considerados en los planes de ordenamiento del territorio: Planes estratégicos de macro-cuencas, POMCA, Planes de Ordenamiento Territorial (POT) a cargo de los municipios), etc.

## Escenarios de largo plazo Plan de Expansión

### Escenarios Base Largo Plazo

#### Escenarios de Demanda Alta, Media y Baja

Precios combustible referencia

Sin restricciones en el suministro de combustibles

Recursos Convencionales (Agua, Gas, Carbón, Líquidos y Cogeneración)  
 y no Convencionales (Eólico, Solar, Geotermia, Cogeneración)

Sin Interconexiones internacionales

### Interconexiones Internacionales

#### Escenario de Demanda Alta

Precios combustible referencia

Interconexiones con Ecuador y Centroamérica

Recursos Convencionales (Agua, Gas, Carbón, Líquidos y Cogeneración)

Sensibilidad recursos no convencionales

### FNCE (eólico, solar, geotermia)

#### Escenarios de Demanda Alta

Precios combustible referencia

Recursos No Convencionales (Eólica, solar, geotermia vs. Agua, Gas, Carbón)

Sin Interconexiones internacionales

### Gestión Eficiente –URE (plan 2014-2028)

#### Escenario de Demanda Alta

Metas actualizadas del PROURE a 2017 y 2020

Precios combustible referencia

Sin interconexiones

Recursos convencionales

# Atlas Potencial Hidroenergético (2015)

**upme**  
Unión de Planes de Energía y Agua

Avda. Calle 26 # 69 D-91, Piso 9°  
Pbx: 57-1 222 06 01 Fax: 57-1 221 95 37  
Línea Gratuita Nacional: 01 8000 91 17 29  
Bogotá, D.C. - Colombia

[f](#) UPME [t](#) /Upmeoficial [in](#) /upme-oficial

[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)

**ATLAS DEL POTENCIAL HIDROENERGÉTICO DE COLOMBIA**

**ATLAS POTENCIAL HIDROENERGÉTICO DE COLOMBIA**

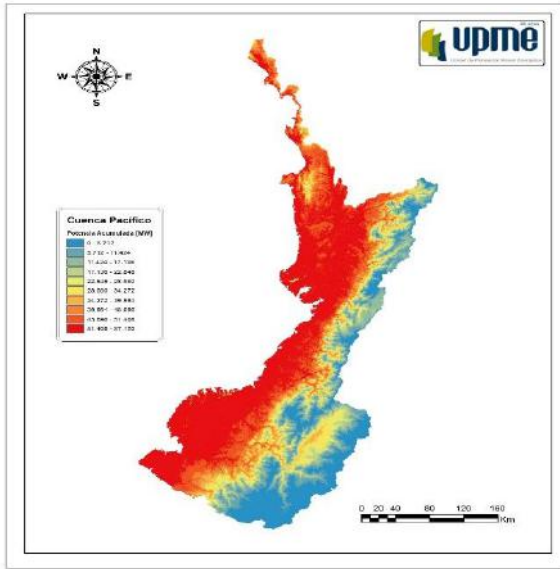
COLCIENCIAS **upme** IGAC **PROSPERIDAD PARA TODOS**



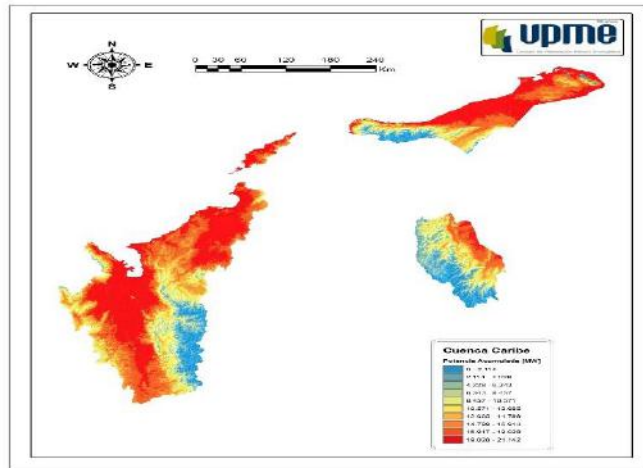
## Aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético en el Atlas (Listado de Mapas)

Aspecto	Subaspecto	Unidad	Clase
Ecosistemas	Páramos	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción absoluta
Ecosistemas	Humedales	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción absoluta
Ecosistemas	Manglares	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción absoluta
Proyectos hidroenergéticos existentes	Reconocimiento, Prefactibilidad, Factibilidad, Diseños, En construcción, En Operación		Restricción absoluta
Proyectos hidroenergéticos en trámite		Energía Media (GWh)	Restricción alta
Zonas concesionadas para extracción de petróleo		Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción alta
Resguardos Indígenas y comunidades negras	Resguardos Indígenas	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción alta
Resguardos Indígenas y comunidades negras	Comunidades Negras	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción alta
Resguardos Indígenas y comunidades negras	Comunidades No Resguardadas	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción alta
Recursos Pesqueros			Restricción media
Conflicto Armado		Número de conflictos	Restricción media
Zonas concesionadas para extracción minera		área (hm <sup>2</sup> )	Restricción media
Condiciones Arqueológicas	Área Arqueológica, Cementerio, Ecoparque Arqueológico, Parque Arqueológico, Reserva Arqueológica, Zona de Influencia Arqueológica	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción baja
Suelo	Uso del Suelo	Área (hm <sup>2</sup> )	Restricción baja
Suelo	Conflicto de Uso del Suelo		Restricción baja

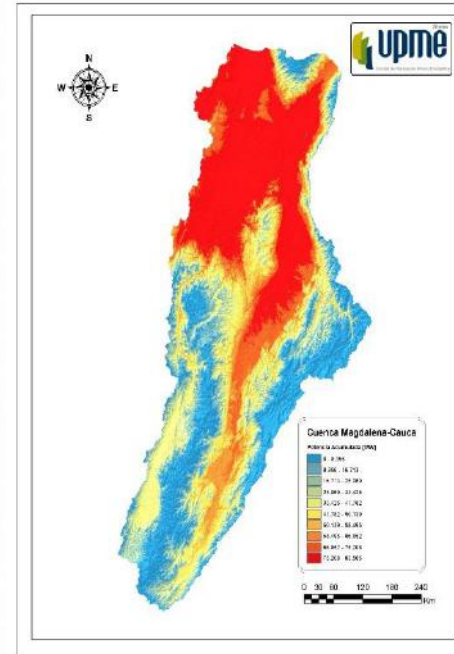
# Conocimiento del potencial a nivel de las cinco grandes macro-cuencas



**Macrocuenca – Pacífico**

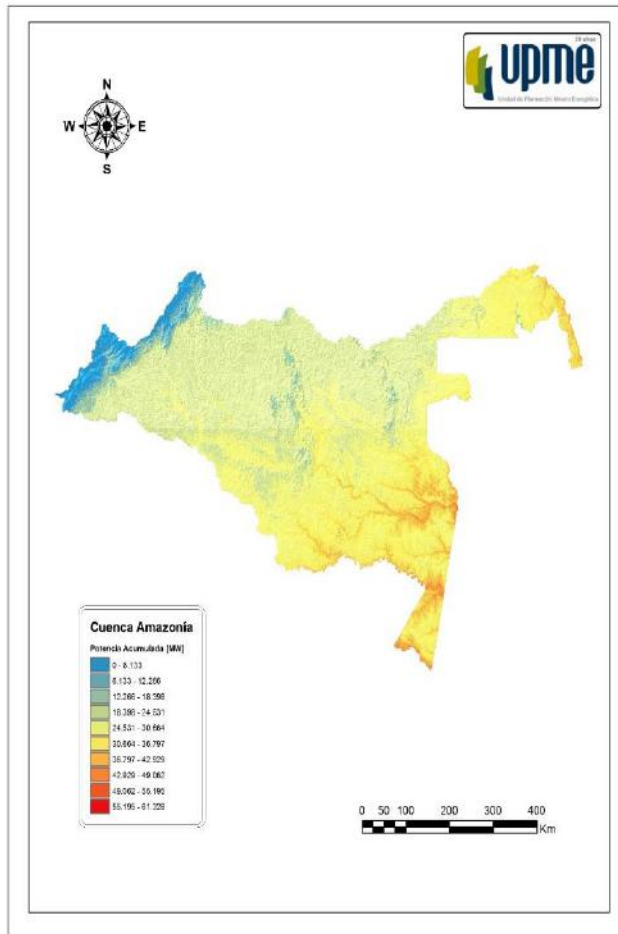


**Macrocuenca – Caribe**

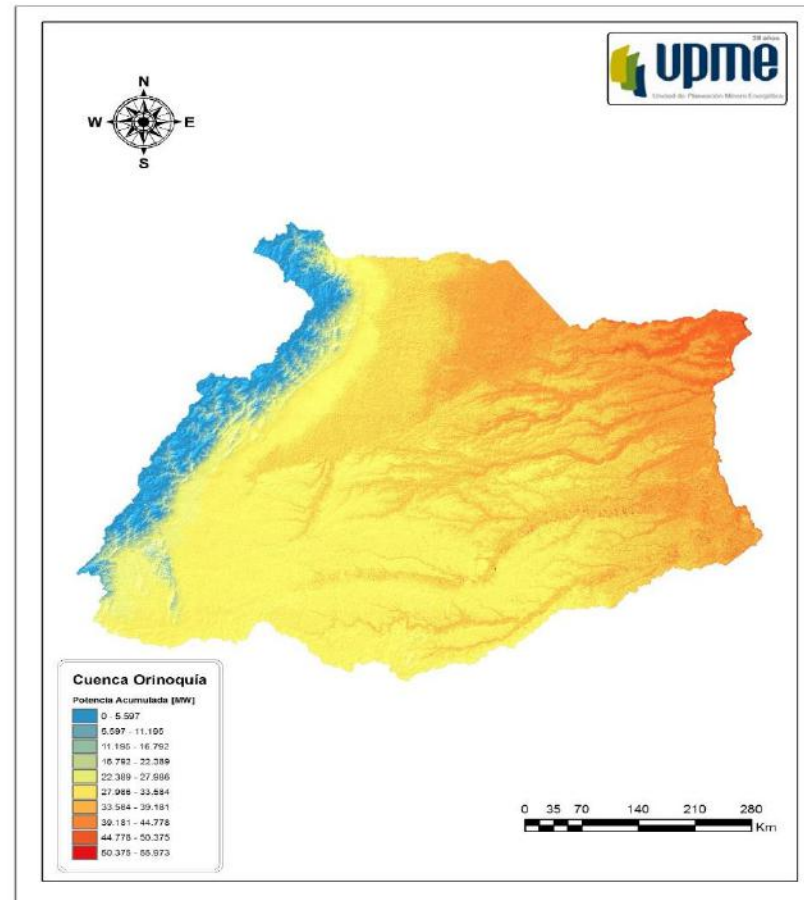


**Macrocuenca – Magdalena-Cauca**

## Conocimiento del potencial a nivel macro (cinco grandes macro-cuencas)



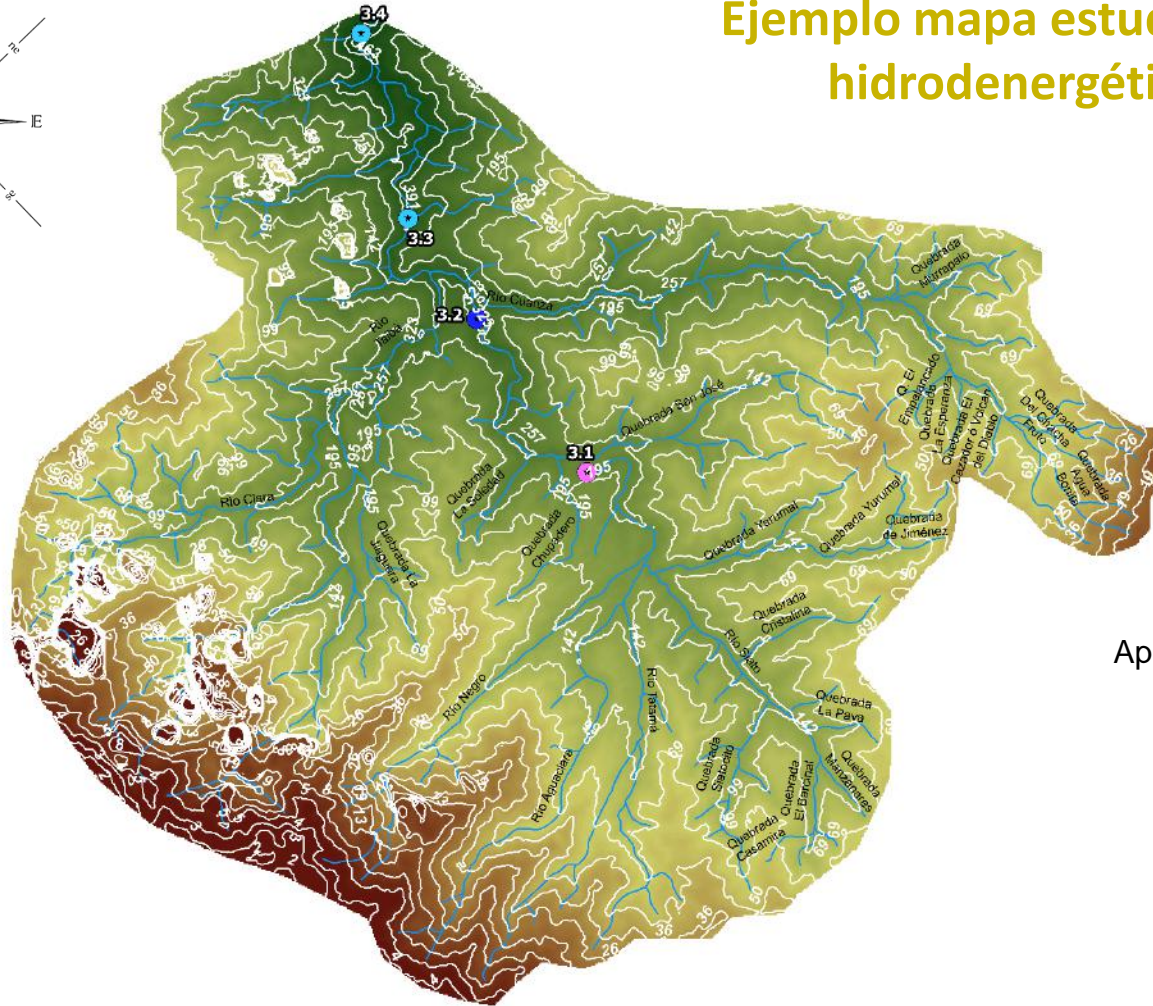
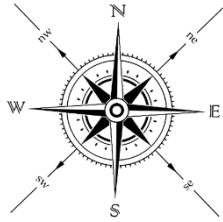
Macrocuenca – Amazonía



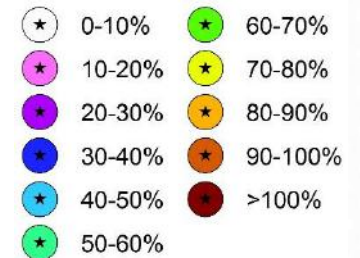
Macrocuenca – Orinoquia

# Microcuenca Río Tatamá

## Ejemplo mapa estudio potencial hidroenergético a nivel de microcuenca



### Aprovechamiento de Potencia



Las curvas de nivel representan la potencia acumulada en la cuenca, expresada en megavatios (MW)

# Potencial hidroenergético. Análisis Comparativo 1980 vs 2015

## – Estudio Sectorial del Sistema Eléctrico (ESSE), DNP-ISA (1980)

- No excluye zonas de parques nacionales, resguardos indígenas, comunidades afrodescendientes, páramos, humedales y otras zonas de exclusión
- Hace referencia a los proyectos de más de 100 MW
- No se llegó a estudiar todo el territorio nacional sino que se establecieron sitios puntuales en campo.
- La información primaria se obtuvo en campo en puntos de interés
- Considera embalses
- Se estimó un potencial de [93,1 GW](#)

## – Atlas de Potencial Hidroenergético (2015)

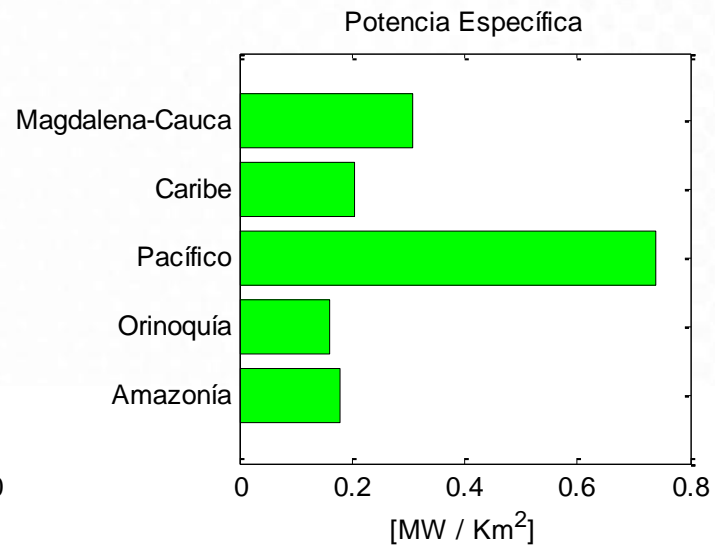
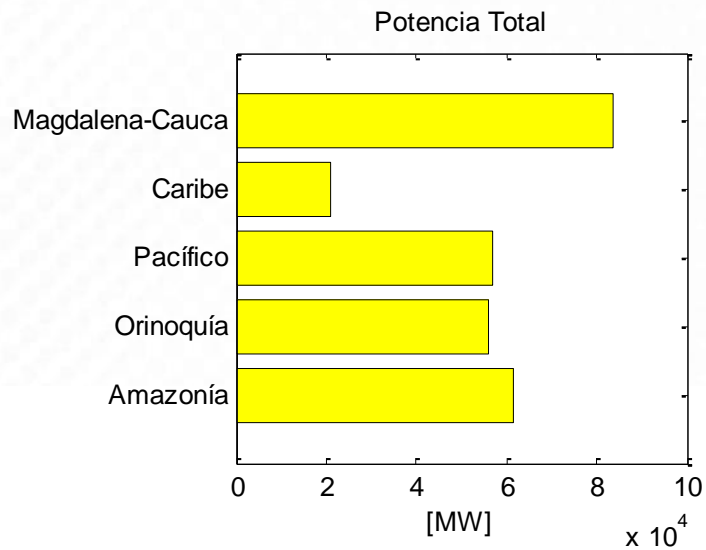
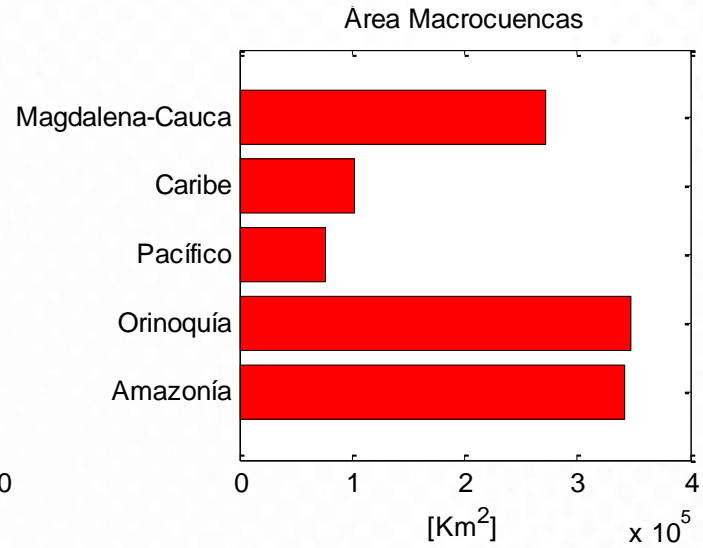
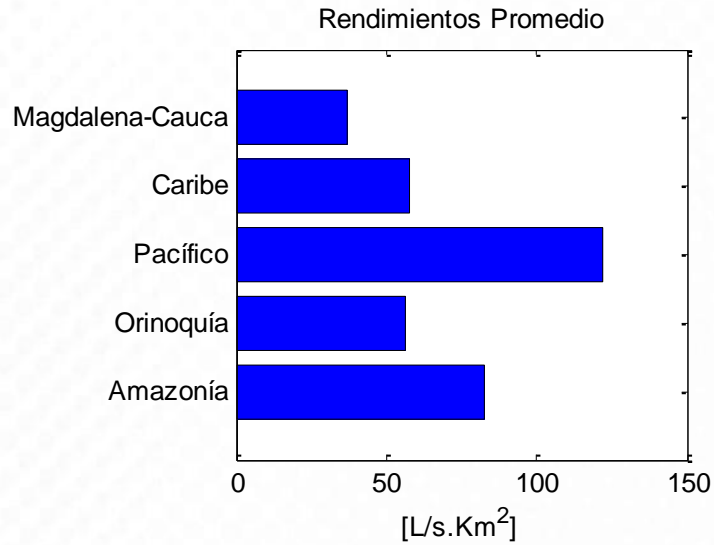
- Excluye zonas de parques nacionales, páramos, humedales y otras zonas y establece alta restricción para resguardos indígenas, comunidades afrodescendientes
- Hace referencia a todos los tamaños de proyecto
- Incluye todo el territorio nacional
- La información primaria se obtuvo a través del modelo digital 3D del terreno del IGAC y la información hidroclimatológica del IDEAM
- Considera proyectos a filo de agua
- Se estima que el potencial remanente es de aproximadamente [56 GW](#)

# Elaboración del Concepto de Potencial Hidroenergético

## Normatividad

- El Artículo 23 del Decreto 2041 de 2014 (compilado en el decreto único ambiental) delega a la UPME la elaboración de un concepto sobre el potencial energético, en el cual se cumple lo siguiente:
  - Este concepto establece cuál es la alternativa más eficiente energéticamente entre las que se presenten en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas.
  - El concepto se basa en el perfil energético de cada alternativa, calculado digitalmente entre la captación y la descarga
  - La potencia de diseño debe ser de al menos el 60% de la potencia acumulada para el tramo de interés
- Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018
  - La UPME “*debe hacer un inventario del potencial de generación, incluyendo todas las fuentes de energía, para lo cual adelantará los estudios básicos correspondientes*”.

# Optimización del Recurso Hidroenergético



# Generación eléctrica en Colombia 2007-2015

En 2015 la energía generada fue de 66.548 GWh de los cuales la generación hidroeléctrica tuvo una participación del 63.8%. \*

## Generación Eléctrica 2007-2015

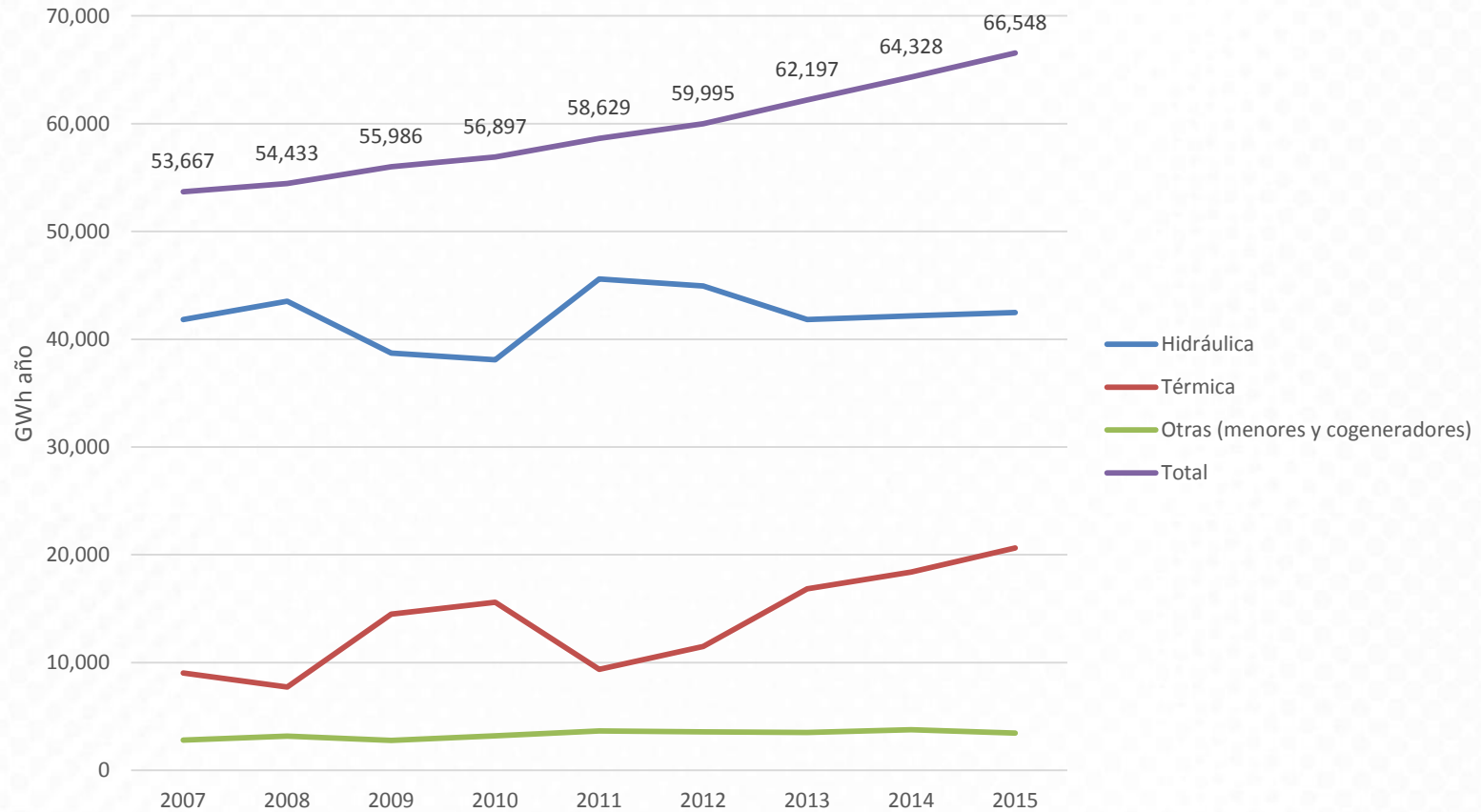
Tecnología	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%
Hidráulica	41 823	78%	43 520	80%	38 714	69%	38 089	67%	45 583	78%	44 924	75%	41 836	67%	42.157,65	65,5%	42.463,75	63,8%
Térmica	9 042	17%	7 733	14%	14 488	26%	15 591	27%	9 384	16%	11 506	19%	16 839	27%	18.405,68	28,6%	20.631,19	31,0%
Otras (menores y cogeneradores)	2 802	5%	3 179	6%	2 785	5%	3 218	6%	3 662	6%	3 566	6%	3 522	6%	3.764,53	5,9%	3.453,53	5,20%
Total	53 666	100%	54 433	100%	55 986	100%	56 897	100%	58 629	100%	59 995	100%	62 197	100%	64.327,86	100%	66.548,47	100%

Fuente de tabla: UPME. \* Fuente de datos: <http://informesanuales.xm.com.co/2015/SitePages/Default.aspx>

El crecimiento en la generación térmica en 2015 fue consecuencia del **déficit en aportes hídricos** evidenciado desde septiembre de 2015 (entre septiembre y diciembre de 2015 ingresaron aportes **equivalentes al 57.8% de la media histórica**). Este déficit es ocasionado por el **fenómeno de El Niño** que se desarrolló durante el segundo semestre de 2015



# Generación Eléctrica 2007-2015



# Expansión de la Generación

Intervalo	Num Proyectos	Capacidad Instalada [MW]	% Proyectos	% Capacidad
Entre 0-5 MW	31	93,35	17,03%	1,37%
Entre 5-10 MW	35	277,11	19,23%	4,07%
Entre 10-20 MW	71	1210,10	39,01%	17,75%
Entre 20-50 MW	11	378,01	6,04%	5,55%
Entre 50-100 MW	22	1861,79	12,09%	27,31%
Mayor a 100 MW	12	2995,79	6,59%	43,95%
Totales	182	6816,15	100,00%	100,00%

TECNOLOGÍA	CAPACIDAD (MW)	No. PROYECTOS
EÓLICO	1285,00	11
GEOTÉRMICO	50,00	1
HIDRÁULICO	4335,74	141
SOLAR	121,02	9
TÉRMICO	1024,38	20
Total general	6816,15	182

TECNOLOGÍA	CAPACIDAD (MW)	NÚMERO DE PROYECTOS
EÓLICO	18,85%	6,04%
GEOTÉRMICO	0,73%	0,55%
HIDRÁULICO	63,61%	77,47%
SOLAR	1,78%	4,95%
TÉRMICO	15,03%	10,99%
Total general	100,00%	100,00%

	CAPACIDAD (MW)	No. PROYECTOS
HIDRÁULICO		
Menores a 20 MW	1129,15	110
Entre 20 y 100 MW	1141,80	23
Mayores a 100 MW	2064,79	8
Total general	4335,74	141

	CAPACIDAD (MW)	No. PROYECTOS
TÉRMICO A CARBÓN		
Entre 20 y 100 MW	239,00	3
Mayores a 100 MW	180,00	1
Total general	419,00	4

	CAPACIDAD (MW)	No. PROYECTOS
TÉRMICO A GAS		
Menores a 20 MW	218,38	12
Total general	218,38	12

Para abril de 2016 existían 182 proyectos de generación que cuentan con certificado de registro vigente, los cuales suman una capacidad instalada estimada de 6.816 MW. Estos se agrupan en seis rangos de capacidad; se observa gran participación (en número) de proyectos inferiores a 20 MW, que representan cerca del 75,27%, lo que refleja el interés de los promotores por desarrollar plantas menores.

Por otro lado, a pesar de contar con el segundo menor número de registros, los proyectos con capacidad instalada superior a 100 MW aportan el 43,95% del total de la capacidad instalada registrada. En términos de capacidad instalada de proyectos inscritos por tipo de recurso, el 63,61% corresponde a proyectos hidráulicos, de los cuales 110 registros son pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) menores a 20 MW.

En segundo lugar se encuentran 20 centrales térmicas inscritas, con una participación en capacidad del 15,03% (1.024,38 MW) de las cuales 12 son de generación térmica a gas, que suman una capacidad instalada de 218,38 MW y 4 de generación a carbón, con capacidad total de 419 MW

Actualmente se cuenta con iniciativas que podrían aportar a la diversificación de la matriz energética nacional:

- 11 proyectos eólicos para un total de 1.285 MW
- 9 solares para un total de 121,02 MW
- 1 geotérmico de 50 MW

## Capacidad efectiva neta del SIN a diciembre 31 de 2014 y 2015

Tabla 3. Capacidad efectiva neta del SIN a diciembre 31 de 2014 y 2015

Recursos	2014 (MW)	2015 (MW)	Particip.%	Variación (%) 2014 - 2015
Hidráulicos	10,315	10,892	66.60%	5.59%
Térmicos	4,402	4,743	28.42%	7.19%
Gas	1,757	1,548		-13.50%
Carbón	1,003	1,339		25.09%
Fuel - Oil	--	--		--
Combustóleo	297	299		0.67%
ACPM	1,023	1,247		17.96%
Jet1	46	46		0.00%
Gas-Jet A1	276	264		-4.55%
Menores	694.65	698.42	4.48%	0.54%
Hidráulicos	584.88	608.55		3.89%
Térmicos	91.35	71.45		-27.85%
Eólica	18.42	18.42		0.00%
Cogeneradores	77.3	86.6	0.50%	10.74%
Total SIN	15,489	16,420	100.00%	5.67%

**“Hoja de Ruta para la Elaboración de los Planes de Adaptación dentro del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático”, DNP (octubre de 2013)**



## AVANCES SUBSECTORIALES



Sector energético (énfasis sector hidroenergético) – Etapas I a IV.

Hoja de ruta sector energético.

MME inicia etapa V: evaluación y seguimiento a implementación (Plan Sectorial Minero-Energético de Adaptación al Cambio Climático).

Vulnerabilidad y adaptación sector minero (líneas gruesas adaptación).

Por iniciar: Vulnerabilidad y adaptación sector de hidrocarburos (identificación líneas gruesas adaptación).

## CONSIDERACIONES

Carácter: indicativo.	Horizontes de la evaluación y de las medidas: corto, mediano y largo plazo (escenarios IDEAM).	Acompañamiento y seguimiento permanentemente.	Elaboración informe seguimiento y ajustes hoja ruta: cuando se actualicen las comunicaciones nacionales de cambio climático (capítulo adaptación).	Instancia de articulación: Comité del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (DNP, MADS, IDEAM, UNGRD).
-----------------------	--	---	--	--

## Adaptación al cambio climático sector energético (énfasis eléctrico)

### 2013 y 2014

Vulnerabilidad hidroclimatológica (información 2ª comunicación CC – IDEAM).

Índice de vulnerabilidad grupos de embalses.

Portafolio cinco ejes medidas adaptación.

Análisis beneficio-costos portafolio medidas.

Herramienta servicios ecosistémicos (TNC-UPME).

Priorización medidas de adaptación.

### 2015

Actualización vulnerabilidad hidroclimatológica (información 3ª comunicación CC – IDEAM).

Herramientas comunicacionales, líneas financiación, pilotos regionales.

### 2016

Definición Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del sector minero-energético. (liderada por el Ministerio de Minas y Energía).

Diseño modelo conceptual para reportar inventario de Gases de Efecto Invernadero del sector Minero y Energético al igual que reducciones (mitigación) y acciones de adaptación (liderado por UPME)

## RESUMEN AMENAZAS ESPERADAS

Fenómeno	Cambio Esperado	Proyección
Olas de Calor	Incremento	Esperado con un 99 – 100% de certeza
Heladas	Disminución	Esperado con un 99 – 100% de certeza
Vendavales	Incremento	Esperado 60- 100% de certeza
Aguaceros Torrenciales	Incremento/disminución	Esperado 90- 100% de certeza
Crecientes Súbitas	Incremento/disminución	Esperado 90- 100% de certeza
Inundaciones	No hay clara tendencia	Baja certeza
Remoción en masa y erosión	Incremento	Alta Certeza
Sequía	Incremento/disminución	Esperado 60- 100% de certeza
Abatimiento Nivel Freático	Incremento/disminución	Baja certeza

# Ejes medidas de adaptación (estudios UPME 2013 y 2014)

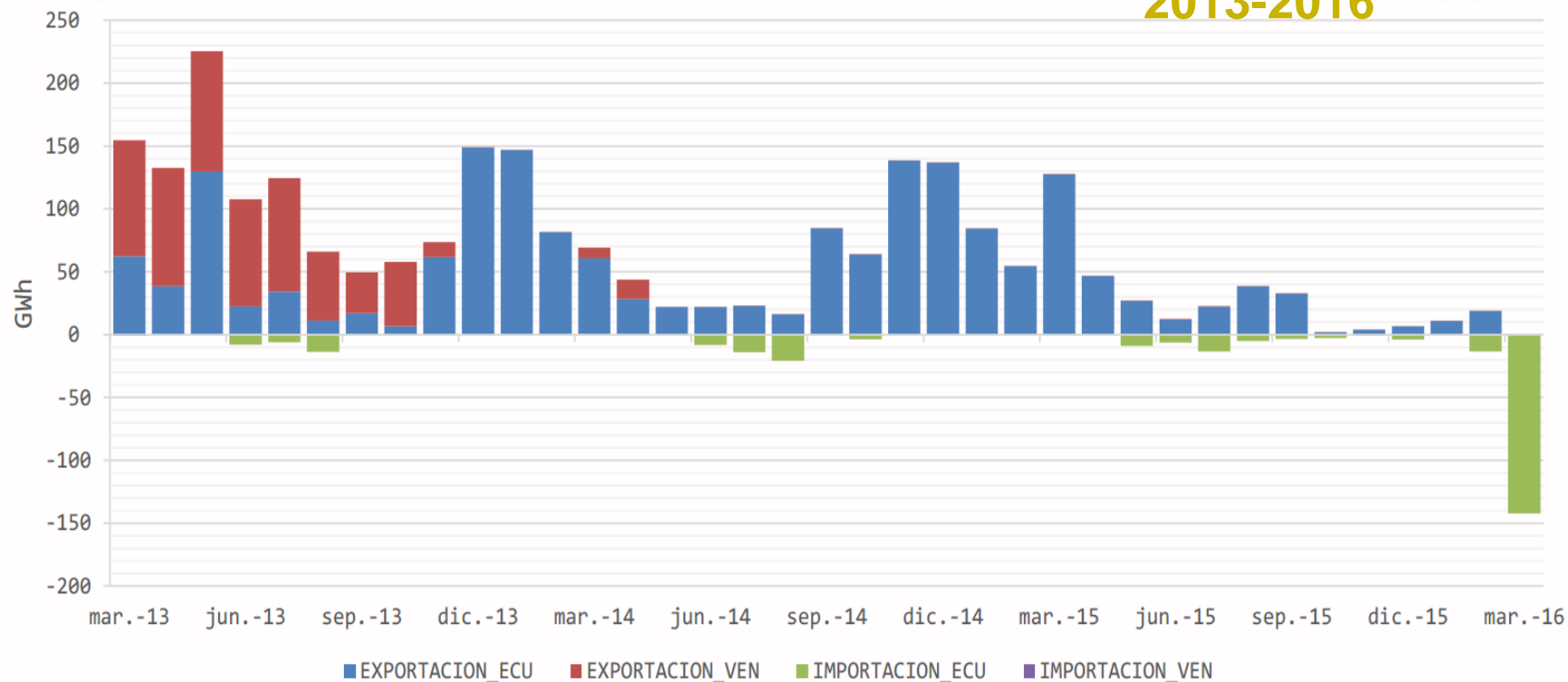




# Medidas Nacionales de Adaptación propuestas

- **Optimización del Uso de las Fuentes Convencionales de Energía**
  - Asegurar una oferta suficiente y permanente de electricidad a costos sociales bajos en el mediano y largo plazo.
- **Diversificación de las Fuentes de Energía (Fuentes No Convencionales de Energía FNCE)**
  - Incentivar el uso de recursos energéticos disponibles
  - Diversificar opciones de generación, aumentar la robustez y disminuir la vulnerabilidad del sistema.
  - Reglamentar y operativizar la Ley 1715 de 2014 *“Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”*
- **La Optimización del Consumo de la electricidad**
  - Asegurar que la electricidad consumida genere los mayores beneficios sociales a los menores costos en el mediano y largo plazo
- **Políticas Ambientales**
  - Dirigidas a conservación y restauración de las cuencas y de los ecosistemas
- **Fortalecimiento institucional entidades de planificación energética, hidroclimatológica y de gestión del riesgo**

# Intercambios regionales de energía de Colombia 2013-2016



MES	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16
EXPORTACION_ECU	128	46	27	12	22	38	33	2	4	7	11	19	0
EXPORTACION_VEN	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPORTACION_ECU	-0	-0	-9	-6	-13	-5	-4	-3	-1	-4	-0	-13	-142
IMPORTACION_VEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

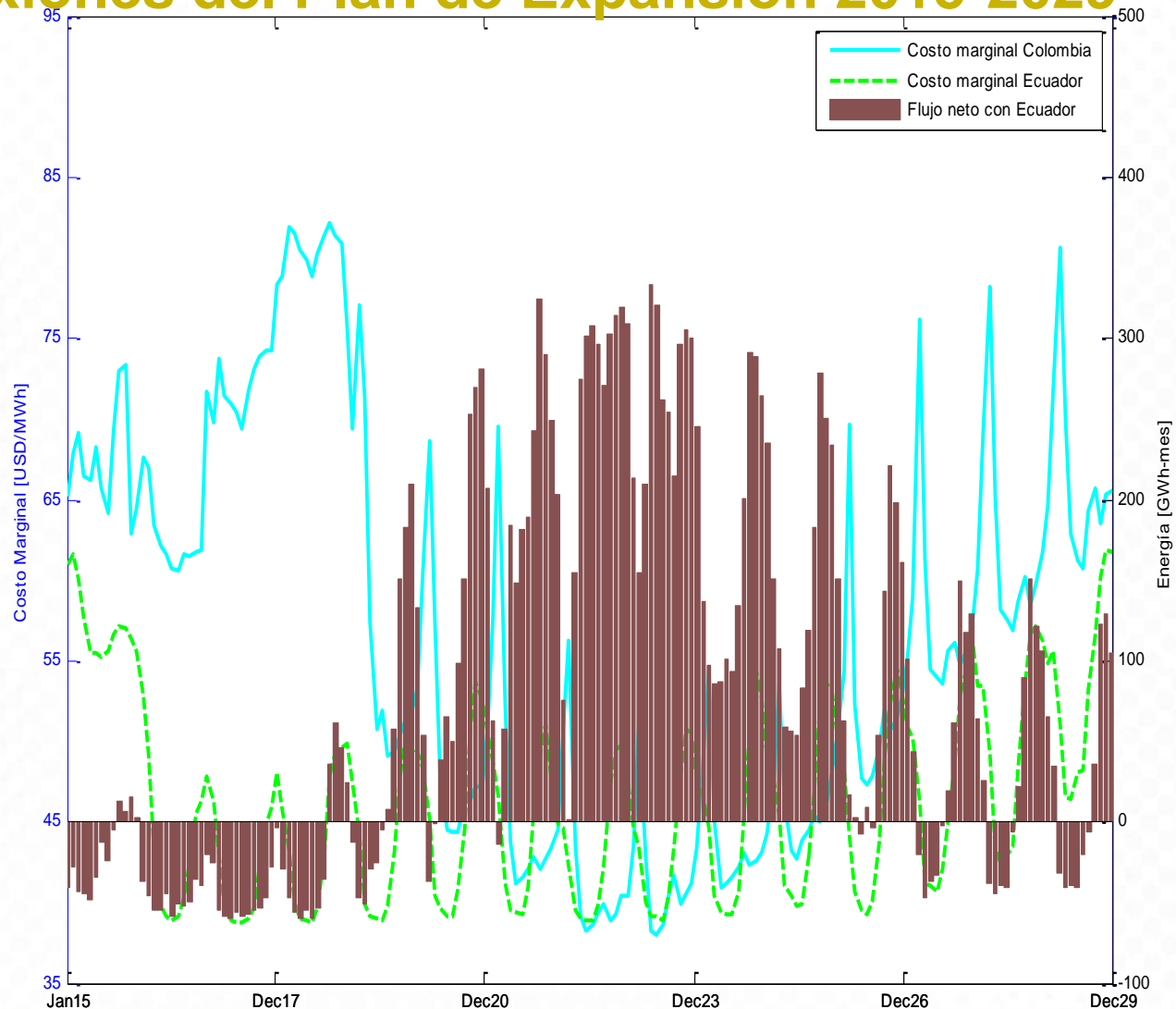
Fuente: XM 2016

# Escenario 13 de Largo Plazo –Interconexiones del Plan de Expansión 2015-2029



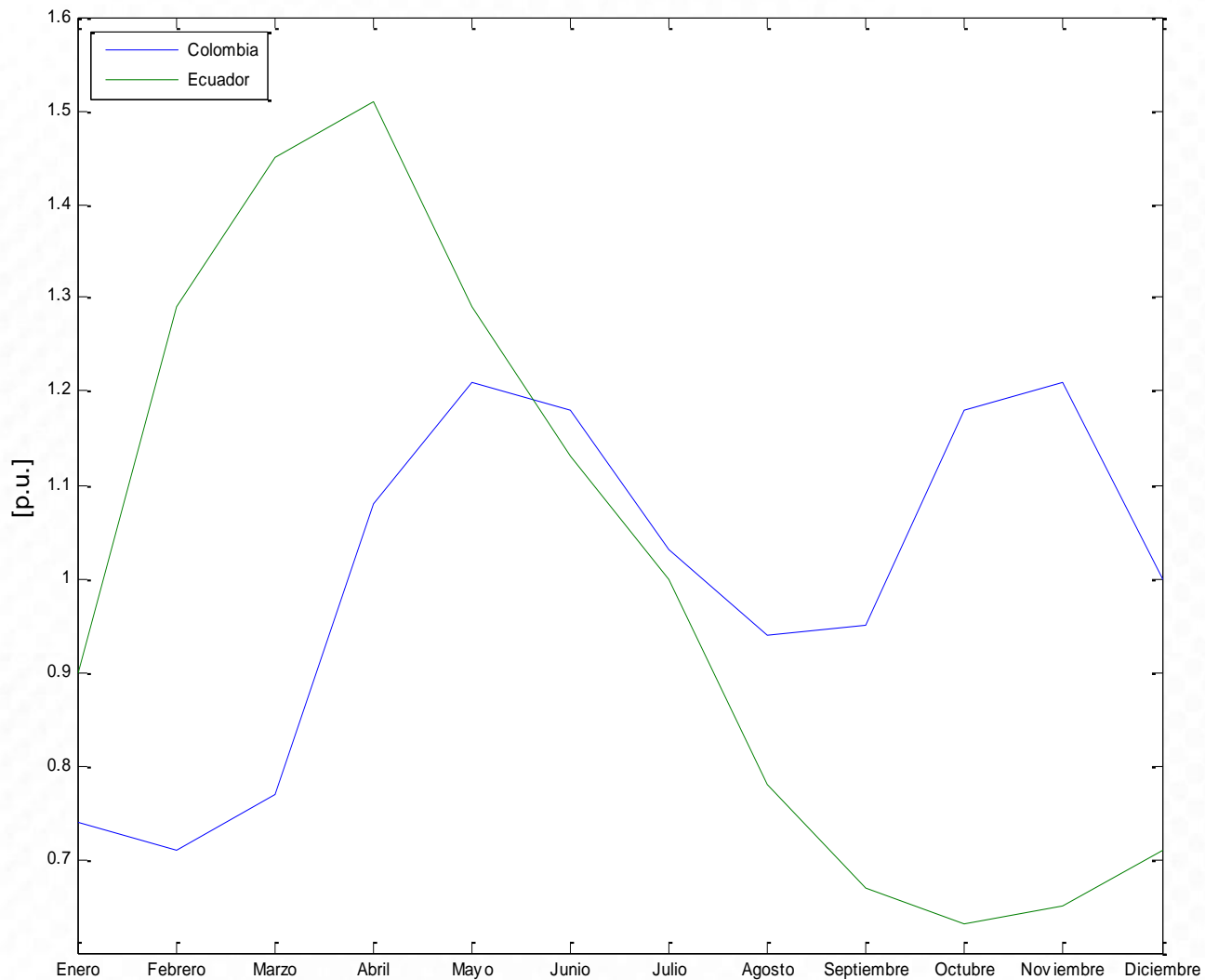
# Escenarios de Largo Plazo – LP – Escenario 13

## Interconexiones del Plan de Expansión 2015-2029



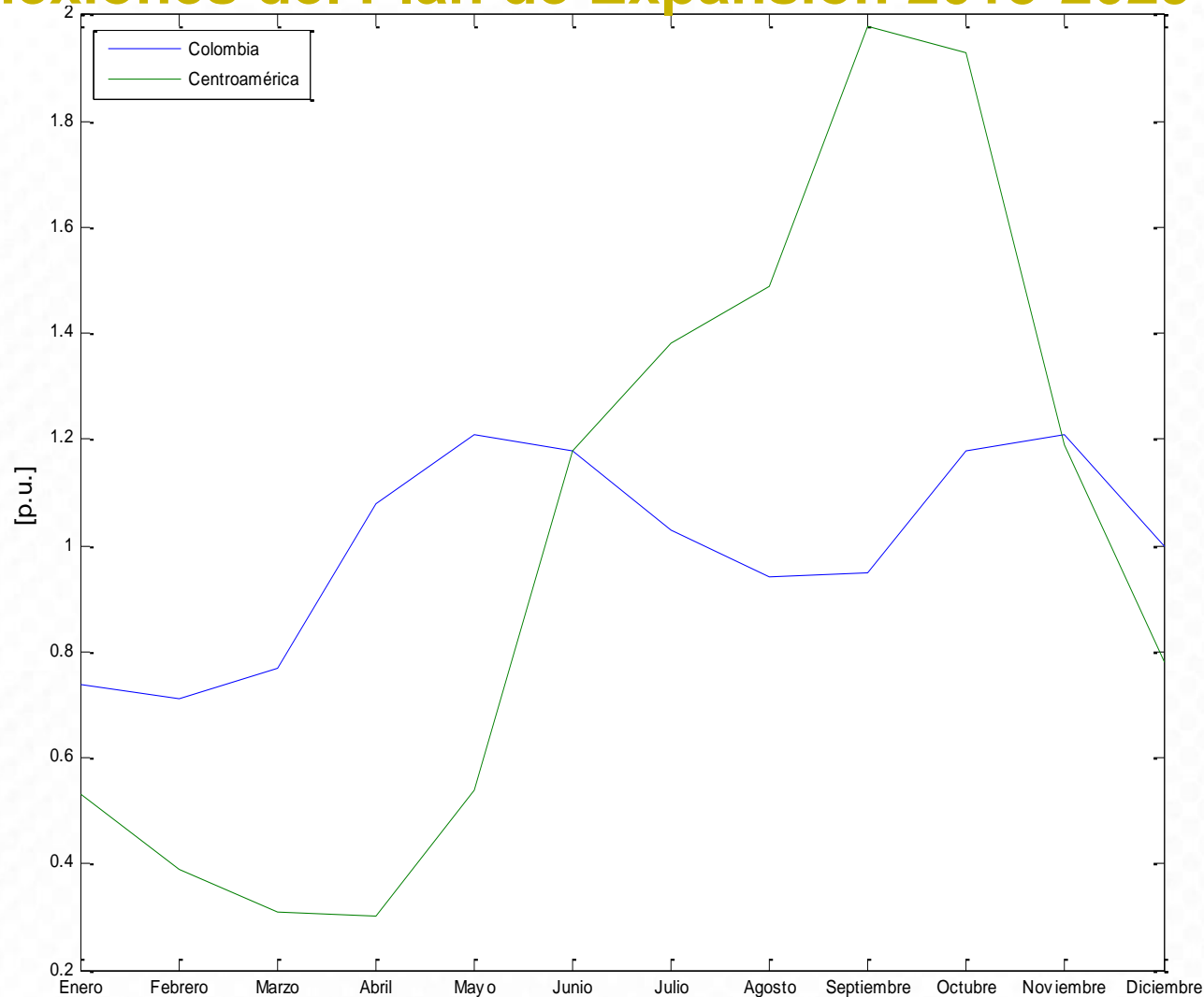
# Escenarios de Largo Plazo – LP – Escenario 13

## Interconexiones del Plan de Expansión 2015-2029



# Escenarios de Largo Plazo – LP – Escenario 13

## Interconexiones del Plan de Expansión 2015-2029



## Conclusiones

No obstante reconocer incertidumbres metodológicas, es necesario continuar avanzando en análisis de vulnerabilidad y riesgo de los subsectores del sector M&E. Igualmente en la generación de información sobre cambios en aportes hídricos y colmatación de los embalses.

Se requiere fortalecer la capacidad de las instituciones públicas y privadas para generar información e incorporar factores de análisis de vulnerabilidad, riesgo y adaptación para una mayor resiliencia de los subsectores al CC.

Es necesario coordinar permanentemente las acciones institucionales entre entidades del sector M&E (públicas y privadas), de éstas con otros sectores y actores y con el nivel territorial (CARs, entes territoriales).

Se requiere proactividad, liderazgo y voluntad para formular y gestionar proyectos de expansión, mitigación y adaptación, para los cuales existen fuentes de financiación nacionales e internacionales.