



ERASMUS

El Sector Eléctrico y El Deterioro del Medio Ambiente

Jan Kleyn

II CONGRESO VENEZOLANO
DE REDES Y ENERGÍA ELÉCTRICA



El Sector Eléctrico y el Deterioro del Medio Ambiente

Jan Kleyn
Erasmus

RESUMEN

El sector eléctrico contribuye en la generación de gases relacionados con el efecto invernadero y genera algunos otros problemas ambientales. Estos incluyen impacto sobre ríos en generación hidráulica y manejo de residuos en plantas nucleares. Este trabajo describe la situación actual dando cifras relevantes como gases generados, contaminación generada en varios países del mundo, electricidad consumida en diferentes regiones, crecimiento esperado en la demanda, etc.

Después se describen algunas tecnologías emergentes de generación que podrían reducir el impacto del sector energético sobre el medio ambiente. Estas son la energía solar, usando celdas fotovoltaicas y calentamiento de agua, la eólica, mareas, geotérmica e hidráulica usando fillos de agua. Se mencionan algunas ventajas y desventajas de cada una.

También hay una recopilación de algunas acciones específicas y estudios que han realizado algunas empresas del sector de energía eléctrica para reducir su impacto en el medio ambiente. Estos estudios tienen que ver con el manejo de aguas en embalses, reducción de emisión de gases que causan el efecto invernadero como dióxido de carbono y SF6 o generar usando más energías alternativas y sostenibles y menos combustibles fósiles.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del sector eléctrico sobre el medio ambiente y explorar oportunidades de lograr desarrollos amigables con el planeta.

PALABRAS CLAVE

Calentamiento global, medio ambiente, energías alternativas.

Situación actual. Calentamiento global y contribución del sector eléctrico

Antes de determinar las acciones que se deben tomar desde el punto de vista del sector eléctrico es importante identificar si en realidad hay calentamiento global. Si lo hay debemos identificar hasta que punto puede ser causado por la actividad humana y después analizar el impacto del sector eléctrico en este fenómeno.

La temperatura se ha estado midiendo regularmente en la mayor parte del mundo desde principios del siglo XX. Como vemos en la figura 1 ha habido un calentamiento mundial promedio de 1 °C. Dada la cantidad de muestras y periodos de tiempo amplios en los cuales se han tomado, esto representa una prueba de que el clima del mundo está cambiando.

Para determinar si este cambio climático es causado por nosotros o es un fenómeno natural, se ha tomado muestras de hielo en los casquetes polares. De esta forma se puede saber la concentración de los gases en la atmósfera terrestre en tiempos remotos. También conocemos el clima. Hay una correlación directa entre la temperatura y la concentración de gases efecto invernadero. Entre mayor concentración de gases, más alta ha sido la temperatura terrestre. Esto se puede ver en la figura 2.

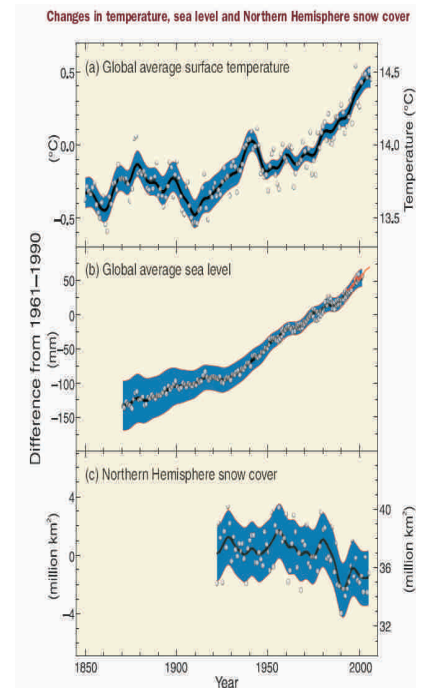
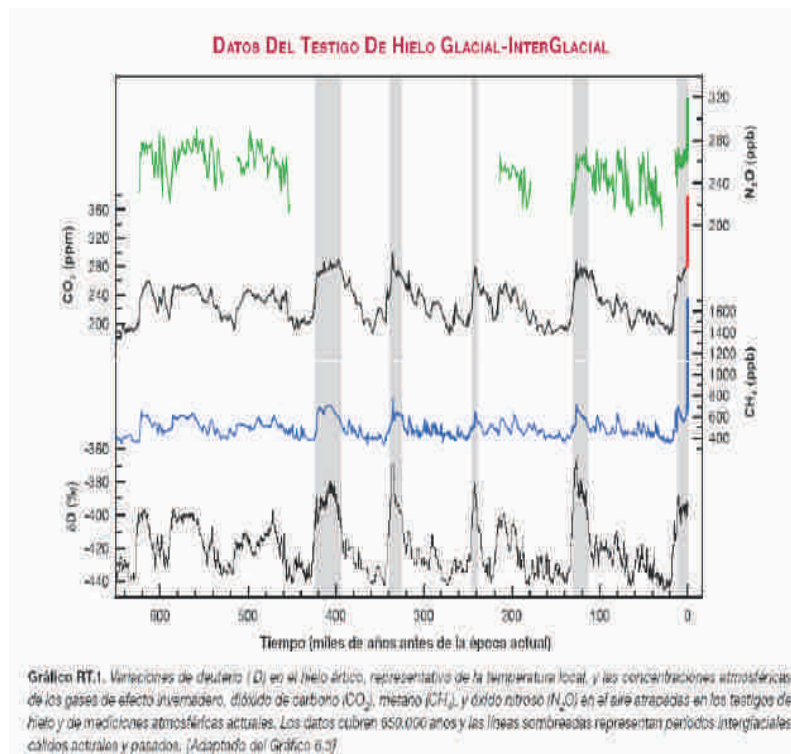


Figura 1



El cambio en la concentración de gases efecto invernadero ha sido acelerado en los últimos 100 años. Ahora tenemos la máxima concentración de gases como el dióxido de carbono.

Esto representa indicios muy fuertes de que nosotros creamos una concentración alta de algunos gases en la atmósfera, y que estos gases producen un incremento en la temperatura promedio en el mundo.

En la figura 2 Podemos ver en que proporciones diferentes

actividades humanas producen gases de efecto invernadero. Podemos observar que el sector energético genera el 25.9 % de los gases efecto invernadero y es el sector que más los genera. Esto es a nivel mundial, en el caso de Venezuela la proporción puede ser menor ya que una parte importante de energía es hidráulica.

A nivel mundial, se espera que en unos 35 años se doble el consumo de energía. Si no hay cambios importantes en la generación, la Figura 2. emisión de gases efecto invernadero también se va a doblar.

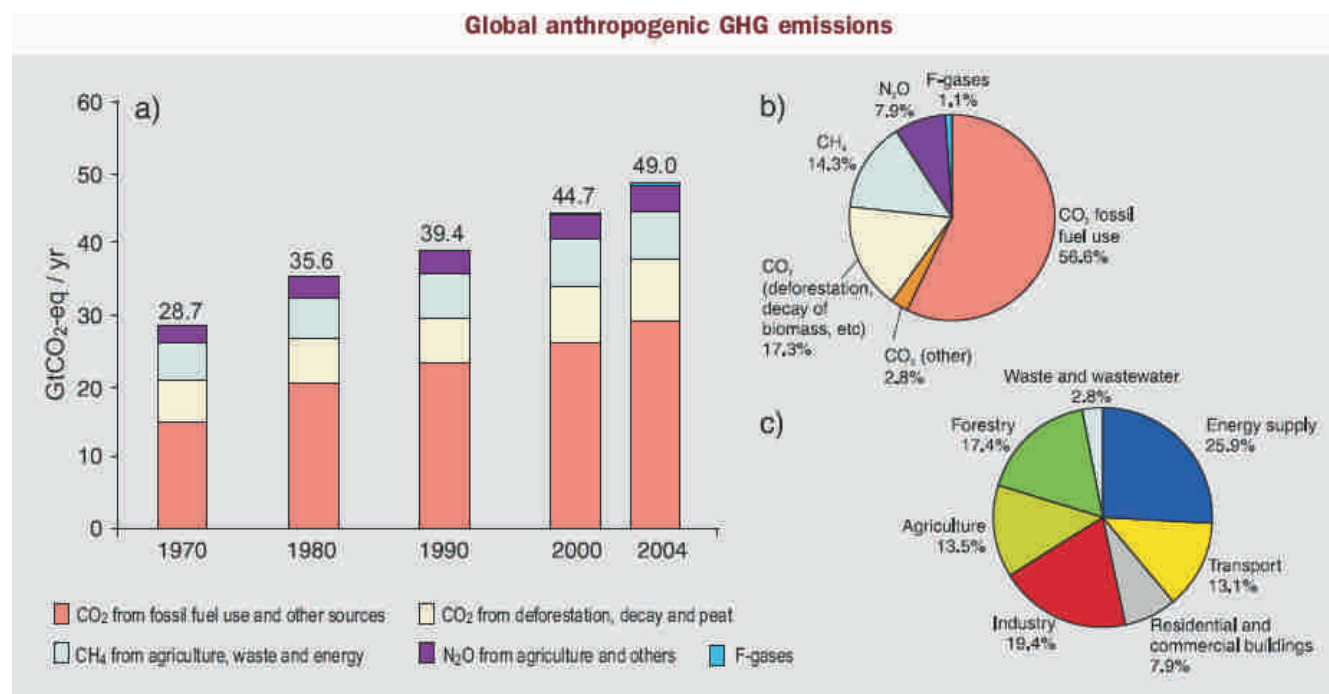


Figura 3

En la Figura 4 vemos una relación del consumo mundial por habitantes. En términos generales hay una proporción entre el PIB y el consumo de energía. Hasta ahora el consumo de energía y generación de gases efecto invernadero es proporcional al desarrollo económico.

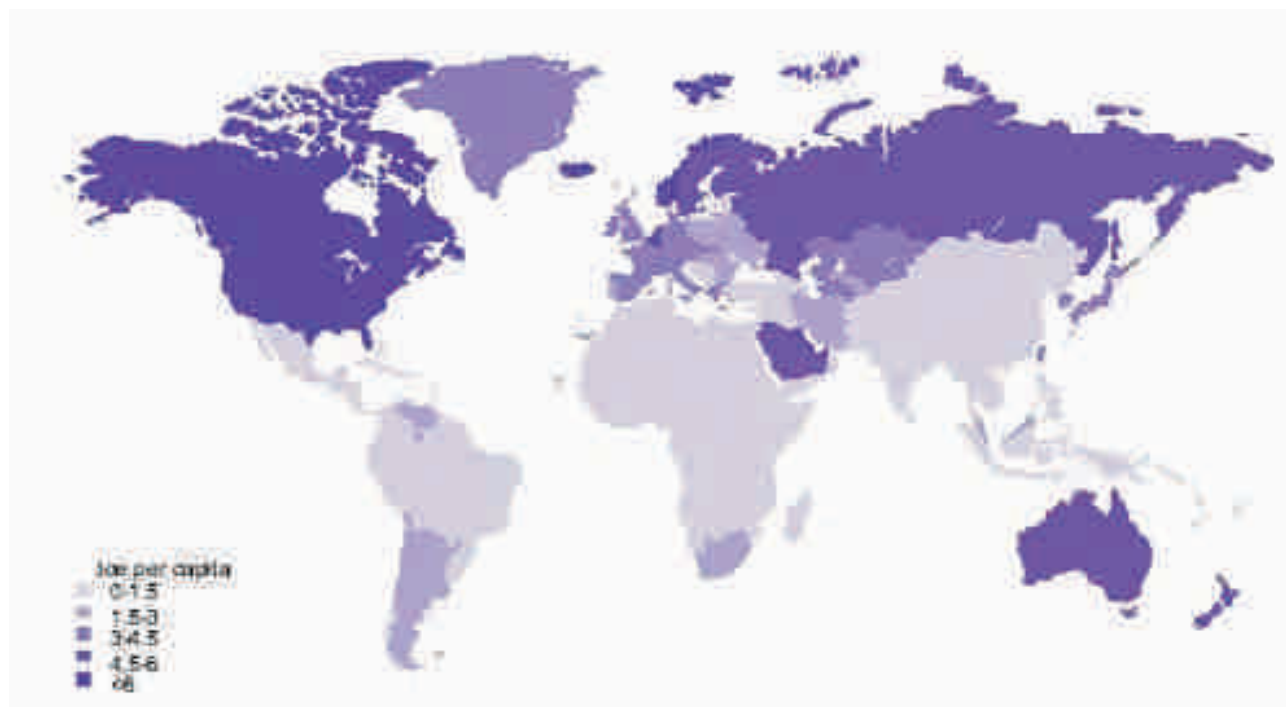


Figura 4 : Consumo global anual por persona. Fuente: BP. 2004

Tecnologías emergentes en generación

Energía hidráulica

Es económicamente competitivo pero su potencia es reducida en gran parte del mundo. En este momento aproximadamente un 15% de la energía mundial es hidráulica. En algunos países suramericanos este porcentaje es mucho más alto. Por ejemplo en Colombia representa un 65% de la capacidad instalada y más del 80 % de generación activa. Su impacto sobre la calidad del agua es reducido. Esto se ha concluido según estudios hechos en EPSA y EPM en el río Anchicayá y en Porce II. En el caso de Porce II el impacto es incluso positivo sobre la calidad del agua. El impacto positivo fue sobre el contenido de nitratos y fosfatos. Los embalses tienen un impacto negativo sobre la biodiversidad de los ríos donde se instalan. En el caso de las represas su principal ventaja sobre cualquier otro tipo de energía renovable es que se puede almacenar y se puede variar su intensidad de acuerdo con la demanda. Por esta razón un sistema puede funcionar casi exclusivamente con energía hidráulica. En la tabla I podemos ver que su poder técnico es reducido a nivel mundial. Afortunadamente en Suramérica contamos con un potencial importante de este recurso.

Energía Eólica

El potencial técnico es alto y su utilización es todavía muy baja. Es muy competitivo en costos. En general en países tropicales su potencial no es tan alto. Dadas las condiciones difíciles de predecir del viento, se calcula que en un sistema puede tener un máximo de un 20 % de generación eólica. Dinamarca ya tiene el 18 %. Se espera un crecimiento importante en los próximos años. Se calcula que en el 2004 suministró el 0.5% de la energía eléctrica mundial. Instalaciones nuevas han crecido a una tasa anual de 28% desde el 2000. El tamaño de turbinas disponibles en el mercado ha subido de menos de 50 kW hasta más de 5 MW. Los costos pueden variar desde unos 900 USD/kW hasta 1400 USD/kW. Un 25% corresponde a la torre y el resto al rotor y accesorios. Su costo anual de mantenimiento es al principio de 1% y sube hasta un 4.5% después de 15 años. Esto quiere decir que en buenos lugares con factores de capacidad de más del 35% se puede generar con un costo entre 30 y 50 USD/MWh.

Solar

Hay generación térmica y con celdas fotovoltaicas. La principal instalación térmica está en California, con una capacidad instalada de 354 MW con más de 2 millones de m² de espejos parabólicos. Se están desarrollando más proyectos en otros países. El costo de producción es de unos 4000 USD/kW. El costo de la energía sería de 100 a 126 USD/MWh. Nuevos proyectos en Estados Unidos podrían generar a un costo por debajo de 90 USD/MWh.

Las celdas fotovoltaicas son prácticas porque se pueden realizar con ellos proyectos pequeños con poco mantenimiento. Su potencial es muy alto pero su costo actual todavía lo hace inviable para sistemas interconectados.

Se espera un descenso en los costos de las 2 formas de generación solar y así poder llegar a generar un 2 % de la electricidad mundial en el 2030. Las celdas de silicio monocristalinas tienen una eficiencia de hasta 18%, las de silicio monocristalino de hasta el 15%. El costo es de unos 6000 USD/kW. En lugares de alta incidencia solar el costo sería de unos 250 USD/MWh.

Biomasa

Los costos tienen una gran variación. En estos momentos el costo puede ser de 2000 USD/kW. Teniendo la posibilidad de tener una producción continua, el costo de la energía es de unos 0.10 USD/kWh. Con esta tecnología se hace uso de condiciones particulares donde está disponible la biomasa. Por ejemplo los ingenios en Colombia venden energía a EPSA quemando el bagazo de la caña de azúcar.

Geotérmica

Lugares geológicamente activos a profundidades menores a 2 km con temperaturas sobre los 250 °C permiten generar electricidad de forma directa. Costos de capital han bajado un 50 % desde los ochentas. Los costos operativos varían mucho de acuerdo a la profundidad y calidad

del yacimiento. Se espera que los costos bajen más con sistemas más eficientes de conversión. Costos de han bajado un 50 % desde la década de los 80s desde unos 4000 USD/kW.

En la tabla I se puede ver la cantidad de energía disponible por método de recuperación.

Energy class	Specific energy source ^a	Estimated available energy resource ^b (EJ)	Rate of use in 2005 (EJ/yr) ^c	2005 share of total supply (%)	Comments on environmental impacts	
Fossil energy	Coal (conventional)	>100,000	120	25	Average 92.0 gCO ₂ /MJ	
	Coal (unconventional)	32,000	0			
	Peat ^d	large	0.2	<0.1		
	Fossil energy	Gas (conventional)	13,500	100	21	Average 52.4 gCO ₂ /MJ Unknown, likely higher
		Gas (unconventional)	18,000	Small		
		Coalbed methane	>8,000?	1.5	0.3	
		Tight sands	8,000	3.3	0.7	
		Hydrates	>60,000	0		
		Oil (conventional)	10,000	160	33	
		Oil (unconventional)	35,000	3	0.6	
Nuclear	Uranium ^e	7,400	26	5.3	Spent fuel disposition Waste disposal Tritium handling	
	Uranium recycle ^f	220,000	Very small			
	Fusion	5 x 10 ⁹ estimated	0			
Renewable ^g	Hydro (>10 MW)	60 /yr	25	5.1	Land-use impacts	
	Hydro (< 10 MW)	2 /yr	0.8	0.2		
	Wind	600 /yr	0.95	0.2	Likely land-use for crops Air pollution Waterway contamination Toxics in manufacturing Small Land and coastal issues.	
	Biomass (modern)	250 /yr	9	1.8		
	Biomass (traditional)		37	7.6		
	Geothermal	5,000 /yr	2	0.4		
	Solar PV	1,600 /yr	0.2	<0.1		
	Concentrating solar	50 /yr ^h	0.03	0.1		
	Ocean (all sources)	7/yr (exploitable)	<1	0		

Notes:

^a See Glossary for definitions of conventional and unconventional.

^b Various sources contain ranges, some wider than others (e.g., those for conventional oil cluster much more closely than those for biomass). For the purposes of this assessment of mitigation potentials these values, generalized to a first approximation with some very uncertain, are more than adequate.

^c Hydro and wind are treated as equivalent energy to fossil and biomass since the conversion losses are much less (www.lea.org/textbase/stats/questionaire/faq.asp)

^d Peat land area under active production is approximately 230,000 ha. This is about 0.05% of the global peat land area of 400 million hectares (WEC, 2004c).

^e Once-through thermal reactors.

^f Light-water and fast-spectrum reactors with plutonium recycle

^g Data from 2005 is at www.ren21.net/globalstatusreport/issuesGroup.asp

^h Very uncertain. The potential of the Mediterranean area alone has been estimated by one source to be 8000 EJ/yr (<http://www.dlr.de/ft/med-csp>)

Sources: Data from BP, 2006; WEC, 2004c; IEA, 2006b; IAEA, 2005c; USGS, 2000; Martinot, 2005; Johansson, 2004; Hall, 2003; Encyclopaedia of Energy, 2004.

Tabla I: Datos globales de recursos energéticos incluyendo reservas potenciales. Uso en 2005 fue 490 EJ.

Acciones realizadas para reducir la emisión de gases

A nivel mundial la generación utilizando fuentes de energía renovables fuera de la hidráulica ha estado creciendo a una tasa de aproximadamente un 20 % durante los últimos años. Esto representa el un crecimiento mucho más alto que el de otras fuentes. Sin embargo, la proporción en que se usa sigue siendo pequeña

Actualmente alrededor de un 40 % de la generación mundial funciona a base de carbón. Es importante reducir esta proporción si que quiere bajar la emisión de gases efecto invernadero. El gas es mucho más limpio pero sus reservas a nivel mundial son mucho menos abundantes. En la tabla 2 hay datos estimados por WADE [2] sobre diferencias usando 2 escenarios. El primero es utilizando 100 % de generación concentrada. El segundo es utilizando 100% de generación distribuida. Los porcentajes positivos significan una mejora usando la generación distribuida. Entonces vemos que únicamente en Brasil se crea una contaminación adicional utilizando generación distribuida. Esto es porque en Brasil una parte importante de la capacidad en generación concentrada es hidráulica. Utilizando un 100 % de generación distribuida se utilizaría fuentes de energía más contaminantes que la hidráulica.

Reducción de gases efecto invernadero

Como podemos ver en la Figura 3, la cantidad de SF6 arrojada al medio ambiente es pequeña en comparación con la generación de CO2. Sin embargo la capacidad de atrapar radiación infrarroja del SF6 es 23 900 veces más alta que la del CO2. Además, mientras el CO2 dura unos 90 años, el SF6 se degrada en 3200 años. Por esto es necesario manejarlo de una forma responsable. En el caso de ISA se está desarrollando un programa de manejo de este gas que incluye utilización de equipo para reciclar el gas y para controlar sus fugas. Aparte de las ganancias en responsabilidad social y economía en la compra de gas, se espera tener una ganancia en MDLs (Mecanismo de Desarrollo Limpio) reglamentados por el protocolo de Kyoto. El mecanismo consiste en que los países firmantes del protocolo pueden reducir sus emisiones o pagar a una empresa de otro país que las esté reduciendo. El pago por tonelada de SF6 que no se arroja al medio ambiente es de unos EUR 478 000.

	Brazil	China	EU	Ireland	Ontario	USA	World
Capital cost	46%	38%	45%	29%	58%	44%	30%
Retail costs	40%	28%	37%	16%	42%	40%	29%
CO ₂ emissions	-22%	56%	12%	34%	41%	49%	47%
Fossil fuel use	-17%	30%	5%	64%	32%	14%	11%
NO ₂ emissions	-169%	89%	60%	43%	29%	58%	66%
SO ₂ emissions	-8%	89%	22%	40%	2%	68%	72%
PM10 emissions	-171%	58%	39%	39%	38%	43%	44%

Tabla 2.

Conclusiones

El calentamiento global es un hecho y hay indicios muy fuertes de que es causado por la actividad humana, sobre todo por la quema de combustibles fósiles.

El sector eléctrico tiene una contribución importante en la alteración ecológica, sobre todo la generación, pero también el uso de SF6 como gas aislante.

Hasta ahora el consumo de energía eléctrica y la generación de gases de efecto invernadero son proporcionales al desarrollo económico. Por ahora no hemos podido crear un sistema de desarrollo que no afecte de forma negativa el medio ambiente.

En el caso de la generación eléctrica, hay formas técnica y económicamente viables de generar la energía que necesitamos sin necesidad de quemar combustibles fósiles y sin crear un efecto muy fuerte en el medio ambiente. Esto se puede observar en la Tabla I.

Algunos países suramericanos, incluyendo Colombia y Venezuela lo más recomendable puede ser la utilización de caídas de agua.

En general las energías renovables están focalizadas en algunos puntos geográficos, no necesariamente donde está el consumo de energía eléctrica. Por esto es conveniente tener grandes redes de transmisión y distribución. A veces los recursos renovables se encuentran en pequeñas cantidades. O hay algunos no renovables que se pueden utilizar también para generar calor. Por estas razones es importante tener la posibilidad de utilizar la generación distribuida. Según la Tabla 2 creada por WADE, la utilización en gran escala de la generación distribuida puede reducir significativamente la emisión de gases efecto invernadero, y también reducir los costos de generación.

Al contrario de los que ocurre con el sector del transporte, hay muchas formas de generación eléctrica sin usar combustibles fósiles y minimizando el impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Torres-Martínez, T. Curner, Y. Uchiyama, S.J.V. Vuori, N. Wamukonya, X. Zhang, 2007: Energy supply. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [2] The WADE Economic Model – Previous Results and Future Applications World Alliance for Decentralized Energy (WADE) Sytze Dijkstra, sytze.dijkstra@localpower.org, 20 February 2006
- [3] Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para la Reducción de Emisiones de Gas SF6. José Mauricio Restrepo, Diana María González.
- [4] Sistema de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Anchicayá. Alexander Céspedes.
- [5] Gestión Integral de Embalses en EEPPM. Winston Cuellar