

Imprimir

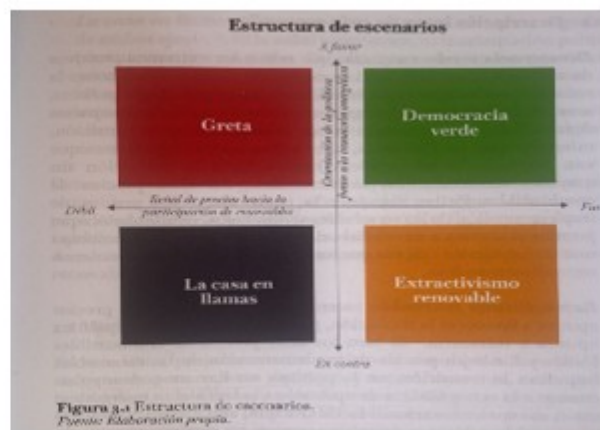
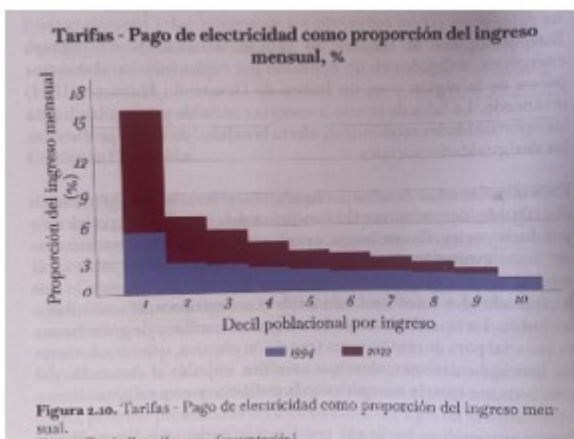
No cabe duda que la Energía y el Cambio climático son dos grandes vectores de decisión sobre la dirección de la humanidad. Los combustibles fósiles han determinado las formas de organización y espacialidad de la sociedad, junto con los patrones de alimentación y producción agropecuaria, -con incidencia profunda en la naturaleza, en la biodiversidad y en los paisajes-, y la contaminación en los últimos 150 años. La hiper-concentración de la riqueza y la tendencia hacia el autoritarismo son los otros vectores que interactúan con los primeros y explican buena parte de la realidad actual.

En los tres artículos anteriores sobre la nueva geografía del mundo me referí a la visión de Estados Unidos, de Europa, de Rusia y de China, así como de América Latina; Estados Unidos descubrió el fracking hace menos de 15 años lo que le permitió pasar de importador a exportador de petróleo y gas y heredó la perspectiva imperialista Europea, de dominar con coerción y fuerza las regiones del petróleo de las cuales había dependido; por ello, para atacar a Irán, Líbano y poner en riesgo el estrecho de Ormuz, primero asegura Venezuela.

La visión de la Unión Europea, que depende en la energía fósil de Estados Unidos, Rusia y Arabia Saudita principalmente, pero está trabajando duro por las energías renovables y renunció parcialmente a la energía nuclear; El medio oriente, que sufrió el reparto territorial sin ser consultados a principios del siglo 20 y continúa en tensión por Israel y los Estados Unidos. América Latina, que se convierte gradualmente en región de petróleo y gas con los descubrimientos en Brasil, Argentina, Surinam y Guayana Francesa y por las reservas de Venezuela, el más grande reservorio del mundo, pero también tiene vientos y sol y geotermia en cantidades importantes. La nueva dimensión de las energías renovables de sol y viento además de las hidroeléctricas, la biomasa, la geotermia, permiten vislumbrar para América Latina una perspectiva de suficiencia energética en la medida en la cual avancemos hacia las nuevas energías, como lo han hecho Costa Rica, Uruguay , Brasil y un poco México y Chile, porque además residen en nuestro territorio enorme cantidad de biodiversidad y agua.

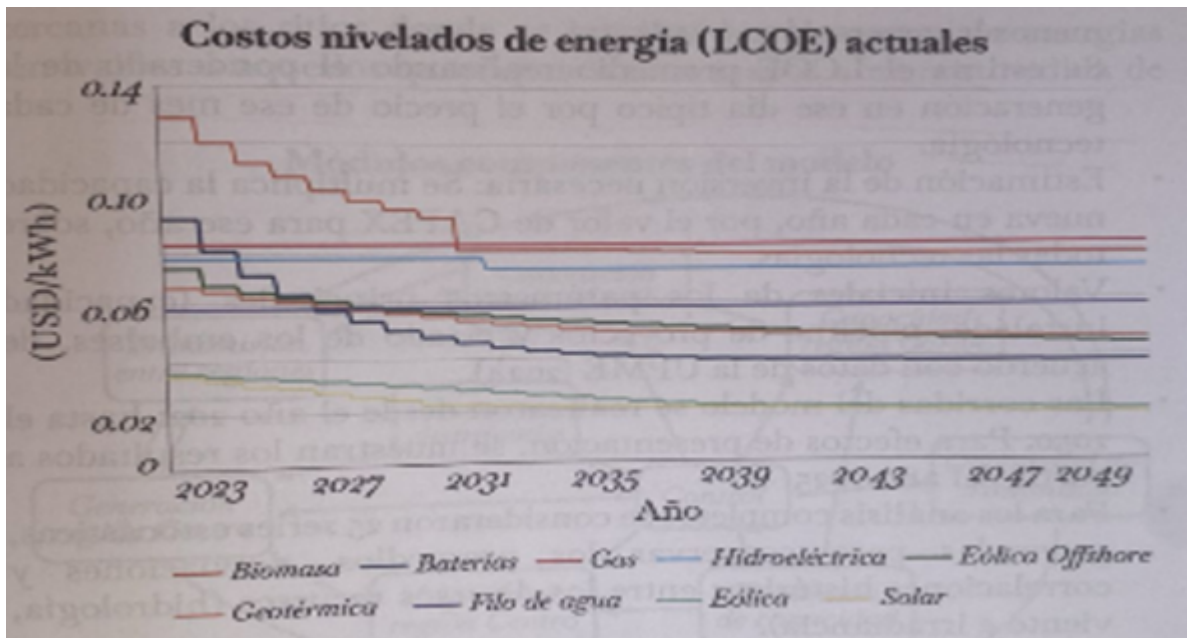
El caso colombiano es el objeto principal de este artículo tanto en su dimensión eléctrica como de combustibles fósiles. En primer lugar nos referiremos a un nuevo libro, “Transición

Necesaria”, creación colectiva de cinco estudiosos de la energía colombiana, Isaac Dyner, Enrique Ángel, Yorley Palacios, Andrick Parra y Diego Gómez, profesionales que han dedicado su vida a temas de la energía y del clima, que nos permite abrir la conversación en el tema eléctrico; posteriormente nos referiremos al tema de hidrocarburos y más adelante al tema de la minería que ahora está más imbricada con el tema de la energía por la necesidad de materiales raros de las energías renovables. En su libro Dyner y sus colegas nos recuerdan que el pago por electricidad como proporción del ingreso mensual es muy desigual en Colombia. Mientras que el decil inferior gasta 16% de sus ingresos, el más alto no llega a 1,5% y el 31% de los hogares se encuentran en condiciones de pobreza energética. Esto contrasta con un 15% de pobreza energética en los hogares urbanos de América Latina y un 40% en las zonas rurales.



Dyner y colegas generan cuatro posibles escenarios futuros: La Casa en Llamas, Greta, Extractivismo Renovable y Democracia Verde. Los más contrapuestos son el primero y el último: el primero es que el país siga con su esquema de hidroeléctricas de base y térmicas de respaldo principalmente y genera desde la zona andina enviando energía para el resto del país, especialmente hacia la región caribe; En cambio, la Democracia Verde es un giro fuerte, de 180 grados, hacia energías renovables para la generación eléctrica, de sol, viento e hidroeléctricas con aportes de biomasa, sin térmicas, en el cual la región Caribe envía al interior toda la electricidad generada principalmente en la Guajira a partir de generación

eólica y solar. Es decir, un nuevo esquema, que han hecho varios países como Noruega, que exporta prácticamente todo el petróleo que extrae o Uruguay o Costa Rica con viento, hidro y solar casi al 100%. Es muy importante tener en cuenta el costo nivelado de la energía en sus diferentes formas (LCOE en Inglés) que demuestra el descenso muy importante de costos tanto de las energías solar y eólica y más recientemente de las baterías, pues son tecnologías muy recientes en su desarrollo masivo (aunque fueron “descubiertas” a mediados del siglo 20); debemos esperar aún más descensos, lo cual abre muchas posibilidades adicionales para nuestros países.



Simulaciones para evaluar la transición eléctrica

Tecnologías	2023		2035		2050	
	Capacidad instalada (MW)	Participación (%)	Capacidad instalada (MW)	Participación (%)	Capacidad instalada (MW)	Participación (%)
Hidro	11 618	51,47	14 022	23,52	14 022	12,70
Filo de agua	1 690	7,49	3 037	5,09	3 037	2,75
Viento	18	0,08	11 658	19,56	14 305	12,95
Viento Offshore	-	0,00	5 597	9,39	8 713	7,89
Solar	3 371	10,50	13 717	23,01	29 754	26,95
Gas	3 189	14,53	94	0,16	-	0,00
Combustible líquido	1 149	5,09	-	0,00	-	0,00
Carbón	1 665	7,38	-	0,00	-	0,00
Baterías	-	0,00	3 220	5,40	14 390	13,03
Geoterma	-	0,00	1 030	1,73	4 000	3,62
Biomasa	175	0,78	1 850	3,10	3 375	3,06
Solar Distribuida	697	3,09	4 943	8,24	15 232	13,79
Baterías Distribuidas	-	0,00	470	0,79	3 592	3,25
Total	22 573		59 608		110 421	

Tabla 4.1. Total Capacidad Instalada - ESC Democracia Verde.
Fuente: Elaboración propia.

Simulaciones para evaluar la transición eléctrica 117

Tecnologías	2023		2035		2050	
	Generación (MW)	Participación (%)	Generación (MW)	Participación (%)	Generación (MW)	Participación (%)
Hidro	183 473	81,54	148 959	43,69	134 812	23,72
Filo de agua	7 200	3,20	7 200	2,11	7 046	1,24
Viento	138	0,06	45 664	13,37	78 340	13,84
Viento Offshore	-	0,00	34 858	10,21	60 828	10,70
Solar	11 608	5,16	48 015	14,06	68 107	11,98
Gas	16 701	7,42	-	0,00	-	0,00
Combustible líquido	979	0,44	-	0,00	-	0,00
Carbón	1 489	0,66	-	0,00	-	0,00
Baterías	-	0,00	10 545	3,09	60 819	10,70
Geoterma	-	0,00	22 248	6,51	86 400	15,20
Biomasa	-	0,00	571	0,17	-	0,00
Solar Distribuida	3 413	1,52	21 890	6,41	59 490	10,47
Baterías Distribuidas	-	0,00	1 579	0,46	12 173	2,14
Total	225 000		341 529		568 335	

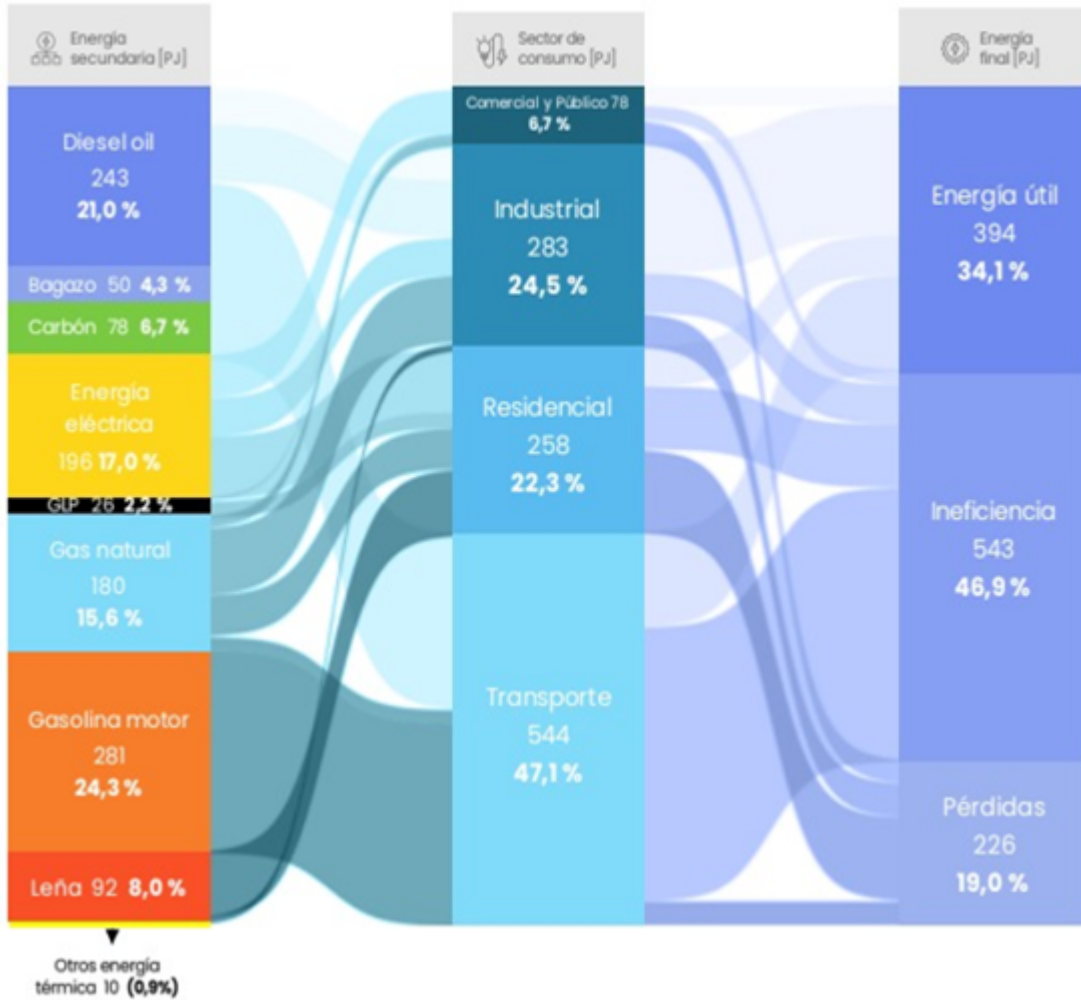
Tabla 4.2. Generación de electricidad - ESC Democracia Verde.
Fuente: Elaboración propia.

Las dos tablas adjuntas presentan el escenario tanto de potencia instalada como el de producción de energía correspondientes del escenario DEMOCRACIA VERDE, que es la versión “positiva” o esperanzada de la evolución del sistema energético colombiano. La capacidad instalada de potencia en 2023 , de 22.573 MW pasa a 59.608 MW en 2035 y a 110.421 MW en 2050 resaltando el crecimiento de la participación de la energía solar de 10,5% a 26,95% , de la eólica, de 0,08% a 20,84% y baterías de 0,0% a 13,03%, así como de solar distribuida de 3,09% a 13,79% y baterías distribuidas de 0,0% a 3,25% ; baterías de 0,0% a 13,03% y finalmente biomasa de 0,78% a 3,06%; todas estas adiciones a la matriz convencional y su reemplazo parcial resultarían en ese aumento importante de la potencia instalada en cinco veces en 27 años y en generación de energía de 225.000 GWh/día a 568.335 GWh/día.[1]

En síntesis, los colombianos tenemos que jugar al escenario DEMOCRACIA VERDE propuesto por el equipo del libro “Transición Necesaria” que sería además el que nos lleva a cumplir el “mandato” de las últimas COP de cambio climático, que proponen el 3x2 (triplicar las energías renovables y duplicar el ahorro y uso eficiente de electricidad) si queremos no sobrepasar los 1,5 grados centígrados de aumento de la temperatura global.

En Colombia debemos proponer en su orden un “2X3”, por que debemos duplicar inmediatamente el ahorro y uso eficiente de la energía en todas sus formas y no solamente triplicar la energía renovable para suplir también el desperdicio energético que puede llegar a ser hasta del 40% según el Ministerio de Minas y Energía. La gráfica siguiente ilustra sobre estas dimensiones, que son realmente dramáticas en Colombia, como se puede apreciar, pues mientras que la energía útil significa el 34,1% con 394 unidades, la ineficiencia significa el 46,9% con 543 y las pérdidas el 19% con 226 unidades; no cabe duda que debemos atender el frente del ahorro y uso eficiente de la energía en todas sus formas, tanto eléctricas como fósiles. Es importante tener presente que todos los procesos de combustión generan entropías importantes y por ejemplo en el caso de los automotores además de su ineficiencia energética (los motores a gasolina más eficientes están en rangos de 20 a 35% de uso real de la energía para desplazamiento, mientras que el resto se disipa en calor y los motores diesel son un poco más eficientes, pero ambos emiten gran cantidad de gases y particular con calor asociado, que también se trasmite a los sólidos y líquidos del motor. La conversión a electricidad del parque automotor, especialmente de camiones, buses y vehículos de servicio público debe tener una prioridad grande, como medida de ahorro de energía, pues estos vehículos eléctricos tienen una eficiencia energética mayor de 80 a 90%.

Igualmente, en el uso doméstico, institucional e industrial de la energía tanto fósil como eléctrica proveniente de cualquier fuente, tenemos una “incultura” de derroche, que afecta significativamente tanto las facturas como el precio.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía. 2024.

Las energías solar y eólica han experimentado unas disminuciones de costos dramáticas en los últimos años: de 2010 a 2021 la solar experimentó una reducción del 89% mientras que la eólica fue de 68%. Todo esto resulta en Costos Nivelados de Energía (LCOE en inglés) de U\$0,035 /KwH en la energía solar y de U\$0,24 /KwH en la eólica en 2021, lo cual resulta mucho más bajo que la operación de las plantas térmicas a carbón e incluso a gas natural. Todo lo anterior se afecta positivamente más por la llegada de las baterías de almacenamiento de respaldo que garantizan la disponibilidad de energía en las horas pico,

que ha sido una función de las térmicas en el sistema colombiano.

Una consideración adicional en el caso colombiano, es la necesidad de modernización y repotenciación de las hidroeléctricas existentes y el aumento de su capacidad de almacenamiento ante lo cual agregamos un elemento de complejidad: a medida que se va manifestando el cambio y la variabilidad climática, se empiezan a ver fenómenos como la llegada del frente frío del ártico que trajo consigo gran cantidad de lluvias a la cuenca del río Sinú por que descargó gran cantidad de agua en el Nudo de Paramillo y lo ideal hubiera sido contar con buena capacidad de retención del agua en el embalse, que estaba totalmente lleno bajo la previsión convencional de guardar agua para el verano andino. El mismo caso con Hidroituango que se encontraba lleno. Será necesario un ejercicio permanente de simulación bajo escenarios probables climáticos para lograr calibrar de nuevo las cotas de llenado y descarga de acuerdo a las probabilidades complejas de la zona intertropical en que vivimos.

Colombia cuenta con un promedio de 4, KWh/M²/día de energía solar, puesto que la Guajira tiene alrededor de 6,0 a 6,5 KWh/M²/ Día y Amazonas y Chocó por lo “toldados” de nubes alrededor de 3,0 Kwh/M²/Día; esto significa un potencial de energía fotovoltaica de 8 mil GW, que es 400 veces la capacidad energética instalada actual. De la misma manera, contamos con vientos de 9 M/s en la Guajira terrestre mientras que costa afuera al frente de Santa Marta serían de 15 M/s, similares a los de Puerto Arenas al sur de Chile en su franja terrestre, en donde planean producir combustibles sintéticos gracias a la producción muy económica de hidrogeno a partir de electrólisis con energía eléctrica a partir del viento. Es decir, que Colombia tiene aproximadamente 35 GWs de potencia posibles en energía eólica.

No podemos olvidar que Chile cuenta también con gran potencial de energía solar y eólica en el desierto de Atacama, que empieza a desarrollarse, al igual que el Litio para las baterías; Sin lugar a dudas es una potencia energética renovable en el siglo 21. En el escenario de Democracia Verde, pasaríamos de tener 20 GW de potencia instalada en 2023 a 112 GW en 2050 con fuerte inversión del sector privado y se podría pensar en una reducción de tarifas del orden de 42% de los niveles actuales, lo cual sería de un enorme valor para toda la

sociedad; por ello, consideramos que propuestas recientes del gobierno Petro como las de “repatriar” los fondos de pensiones para que inviertan su enorme cantidad acumulada en el sistema eléctrico colombiano garantizándoles una ganancia adecuada, sería un doble triunfo, puesto que tendrían asegurada su rentabilidad y estarían potenciando totalmente al país, lo cual redundaría en la estabilidad y rentabilidad de los mismos fondos. En el escenario de La casa en Llamas, el crecimiento sería aproximadamente la mitad, es decir, de 20 GW de potencia instalada se llegaría a un orden de 60 GW, insuficiente para las demandas de la sociedad y con externalidades ambientales y climáticas fuertes, lo cual lo haría insostenible social y económicamente.

Es importante tener claro el contexto Colombiano sobre el cual hacen Dyner y sus asociados la propuesta; Colombia es un país con una matriz energética deficitaria porque la oferta es casi de las mismas dimensiones de la demanda, y es basada tanto en energía fósil (en forma líquida, carbón y gas), con una parte importante de plantas obsoletas, que a falta de suficiente oferta de bajo costo,- como serían las energías renovables-, opera en el límite de los costos marginales, franja en la cual la ineficiencia es la que determina los precios, dando como resultado unas rentas muy altas para los demás generadores, es decir los de hidroelectricidad, que en el caso de EPM y EMCALI y otros generadores resulta en que busquen maximizarlas haciendo operar las termoeléctricas en la mayoría de ocasiones posibles. Recordemos que los precios marginales se configuran con el costo del último barril necesario en el caso del petróleo y en este caso con el último kilovatio generado, que es en la mayoría de ocasiones proveniente de las térmicas cuyos costos de operación son más altos; cuando esto pasa, todos los demás ganan una gran cantidad, que se configura como la distancia entre sus costos de operación, que son mucho más bajos en hidroeléctricas, eólicas y solares y los precios del último kilovatio generado con térmicas; por eso, celebramos que el gobierno Petro rompió ese tabú, al establecer precios diferenciales entre estos tres tipos de plantas, que rondan cerca de los \$400/Kwh mientras que los provenientes de térmicas serían alrededor de \$900/KWh.; Esto no es el mercado internacional del petróleo y en cambio es un servicio público que debe garantizar, de acuerdo a las leyes 142 y 143 de 1997 una ganancia establecida por los prestadores, pero no la renta que se produce por la aplicación exegética del precio marginal.

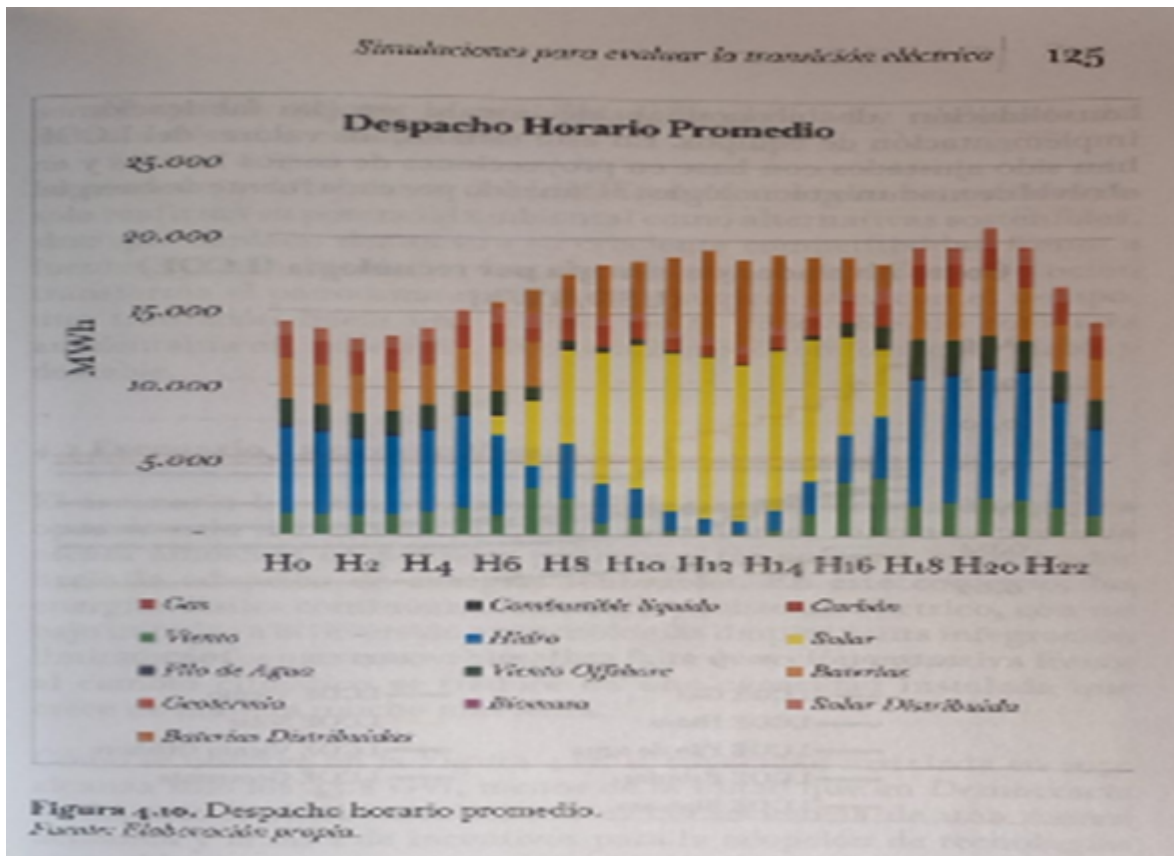
No debemos olvidar tampoco que hoy la generación eléctrica en Colombia está concentrada en unos pocos agentes, que tienen poder de influencia gremial y ante el gobierno, lo cual sumado al déficit de líneas de transmisión que resultan en restricciones severas pagadas por el consumidor final, y todo ello también adobado con precios de distribución tasados de manera inadecuada, resultan en precios por lo menos 30% superiores al promedio Latinoamericano y un 45% aproximadamente superiores al promedio mundial, según los autores. Las distorsiones e ineficiencias son asumidas por los consumidores finales, lo cual, -bajo la teoría neoclásica-, deprime el consumo de energía y por ello Colombia tiene en promedio 1540 KWh /hab., mientras que el promedio de América Latina es de 2500 KWh según expresan los autores; aquí diferimos un tanto pues la UPME y el Ministerio de Energía señalan que en Colombia un 40% de la energía podría ser ahorrado o usado más eficientemente. La meta no debe ser la de que los colombianos consuman más energía eléctrica, sino de que vivan mejor, tengan mejores empleos e ingresos gracias a mayor productividad y la sociedad se beneficie más de los avances tecnológicos y todo ello puede requerir más energía eléctrica o en otras formas, pero el consumo de energía no debe ser un fin en si mismo. Es obvio que requerimos aumentar la disponibilidad energética a medida que la sociedad y la economía lo requieran, pero debemos hacer un esfuerzo grande de aumento de eficiencia.

Insistimos en ello: el consumo energético no es una relación lineal con el desarrollo o el PIB per cápita per se, pues la eficiencia real es lograr hacer lo que se requiere con menos uso de energía. Sin embargo, es cierto que existe una franja de consumo en la cual la relación si es estrecha y posteriormente, en la medida en la cual la sociedad avanza, la relación no es tan directa y además se tiende al consumo suntuario. Es clásica la curva entre IDH, índice de desarrollo humano y el PIB per cápita de los países, en la cual existe una línea recta diagonal hasta aproximadamente los U\$6000 per cápita después de lo cual se convierte en una curva cóncava demostrando que no es necesariamente cierto que después de un umbral de satisfacción de las necesidades básicas, un mayor consumo resulte en mayor calidad de vida en la misma proporción; en el caso de la energía sucede lo mismo y el mundo está logrando avances extraordinarios con menos energía per capita excepto la IA y posiblemente los automotores eléctricos, pero en el último caso la eficiencia energética de la electricidad en

los vehículos eléctricos supera ampliamente la de los vehículos a combustión interna y no contamina.

Colombia tiene el reto establecido en las COP de cambio climático de lograr triplicar las energías renovables y duplicar la eficiencia energética. Nuestro país no tiene “estaciones” de verano, otoño, invierno y primavera, las cuales demandan mucha energía para enfriar con aires acondicionados y para calentar; por ello no debemos seguir ciegamente los patrones de consumo de otras latitudes. Claro está que los efectos del cambio climático, unidos ocasionalmente, aunque más frecuentemente con los fenómenos de variabilidad climática como el caso de el “super Niño” que está llegando nos irán obligando a usar más aire acondicionado en la región caribe y, de pronto, en ciudades como Medellín y Bucaramanga. Al respecto, es necesario resolver las dificultades de Air-e y en la región Caribe lo más pronto posible y viabilizar incluso líneas de crédito para la instalación de sistemas de energía solar en estratos diferentes al 1 y 2 que abarcan los programas de “comunidades energéticas” y “Colombia Solar”, que siendo muy pertinentes tienen una cobertura reducida incluso dentro de los estratos objetivo; se requiere abrir rápidamente líneas de crédito como las de “Bonos verde”, con intereses menores a los actuales. El Fondo Nacional del Ahorro puede ser una entidad muy idónea para esta tarea, en dimensiones mucho mayores a las que actualmente practica.

Hacia el futuro inmediato será cada vez más importante la combinación de las diferentes energías de acuerdo a la hora del día. La solar, por ejemplo, debe debutar de las 6 am hasta las 5 pm, asistida por otras, mientras que en la noche la hidroeléctrica y el viento, así como la geotermia y las baterías distribuidas juegan su papel; la señal interhoraria de precios de escasez será también muy importante para enviar mensajes acerca de cuando y cuanto consumir, gracias a los adelantos tecnológicos de instrumentos de seguimiento e información, que deben hacerse cada vez más accesibles y disponibles para los usuarios, de tal manera que programen sus actividades de acuerdo al costo en ese momento de la energía. La gráfica siguiente presenta la simulación de despacho horario promedio que hizo el equipo coordinado por Dynner que incorpora todas las energías, en la cual la mancha amarilla casi parece la forma de un corazón[2].



Uno de los temas más recurrentes en la discusión de energía y clima es el de las exigencias ambientales y las de las comunidades en lo referente a las consultas previas; lo cual según un grupo significativo de profesionales y empresarios energéticos se ha convertido en un “retén” para el flujo de las energías renovables; al respecto, además de reconocer que el Gobierno Petro se dedicó en los últimos meses a acelerar la autorización ambiental y social de los proyectos de energías renovables, considero que debemos dar un gran salto cualitativo, consistente en que el SINA con la ANLA y las CARs pasen de ser entidades “reactivas” que esperan a que los privados lleguen a solicitar una “licencia ambiental” para expedir los términos de referencia para empezar a tramitar las consultas comunitarias, a ser un sistema proactivo que delimita “áreas especiales para energías renovables” y establece reglas del juego concertadas con las comunidades, en las cuales incluso se plantea una participación accionaria de las originarias o ancestrales en los proyectos y se especifican unas reglas y criterios básicos de aceptación y acogida de los proyectos y las ofrece a los

privados o comunitarios o incluso va más allá: el Ministerio de Energía podría emitir un nuevo tipo de convocatoria, sui generis, pues sería de “Crowd Funding”, de llamado a cualquier ciudadano a adquirir acciones de proyectos en esas zonas especiales, con el atractivo de que cuentan con todos los permisos. La práctica de identificar “zonas francas energéticas” se está llevando a cabo en la Comisión Federal de Energía de México, liderada por la actual presidenta Sheinbaum; la otra modalidad, de “Crowd Funding” fue en su momento practicada por ECOPEL, cuando ofreció acciones a cualquier ciudadano; en esta ocasión podrían sumarse recursos provenientes del público en general con otros como las regalías, en un mecanismo que le dé “ dos vueltas a la misma platica”: cuando se capta el impuesto al carbono en cada galón de gasolina o diesel vendido, podría dirigirse a un Fondo para la Transición Energética, que prestaría los recursos obtenidos para clientes que quieran reemplazar actividades contaminantes que usan combustibles fósiles, por actividades que usan energías renovables o limpias; una vez que empieza a recolectarse la deuda, estos recursos se dirigirían al Fondo de la Vida y la Biodiversidad, de tal manera que se habría duplicado la utilidad de los mismos recursos. De esta manera, el SINA en conjunto con el sistema energético del país entraría a liderar las mejores localizaciones con las condiciones socioeconómicas y culturales más apropiadas, proyectos energéticos renovables bajo lógicas de multicriterio, pues para escoger las localizaciones se tendrían en cuenta factores como la generación distribuida en los puntos más estratégicos, para consolidar redes inteligentes, así como el mínimo impacto y riesgo social, cultural y ecológico/ambiental.

La otra dimensión de la energía son los combustibles fósiles; una de las críticas más fuertes en materia energética al gobierno actual es la de que el gas venía sustituyendo a otros combustibles fósiles como el petróleo y el carbón para la generación de electricidad pero la prohibición del Fracking (para extraer petróleo y gas) y de nueva exploración hace necesaria la importación del mismo, que tiene que ser licuefaccionado en su lugar de origen (posiblemente Texas) , transportado en buques especiales, regasificado e inyectado a la red nacional, todo lo cual además de resultar mas costoso que el gas nacional es “ambientalmente peor que el carbón, pudiendo ser de producción nacional, pero sobre todo usando renovables”[3]; si bien entendemos el punto, es necesario contextualizar esta afirmación. El fracking es una tecnología muy reciente, descubierta alrededor de 2011 en los

Estados Unidos para extraer gas remanente en pozos existentes al principio; su característica es que logra extraer remanentes de gas y petróleo atrapados en el “shale” o esquistos, que son rocas laminares, muy compactas y por lo tanto requieren su fracturamiento para lo cual se requiere una gran cantidad de agua a muy alta presión con químicos fuertes para “disolver” la formación rocosa y lograr que fluya el gas o petróleo hacia la línea horizontal pues la perforación después de cierta profundidad se dirige de manera horizontal a los mantos de esquistos que supuestamente contienen los hidrocarburos. El fracking en sus versiones iniciales generó demasiada demanda de agua superficial para generar la presión necesaria que permita romper las estructuras geológicas, esto generó riesgos de contaminación fuerte de los acuíferos que cruza-, tal como sucedió en Oklahoma hace más de 10 años, en donde salía por los lavamanos de agua potable gas metano-, y se produjeron microsismos locales por la presión requerida en la perforación; en teoría muchos de estos problemas han sido resueltos en la versión Fracking 4.0[4], en la cual han reemplazado el agua de inyección por CO₂, se han reemplazado los químicos de perforación por otros mucho menos dañinos y se evita inyectar o hacer pozos de fracking a menos de 10 kilómetros de cualquier falla geológica. Sin embargo, hay varias consideraciones muy importantes acerca de los riesgos socioambientales del Fracking:

- En primer lugar, los pozos de fracking se caracterizan por una producción inicial muy alta que disminuye rápidamente, por lo cual se requiere perforar en el mismo sitio o plataforma “racimos” de pozos que fácilmente superan en 10 veces el número de pozos convencionales para garantizar un flujo relativamente constante durante un buen tiempo en cada locación; esto significa mucho mayor actividad, intervención y presencia humana en cada zona.
- También significa obviamente mucho mayor cantidad de lodos de operación que contienen muchas sustancias sensibles ambientalmente y que deben disponerse en relativa cercanía de los pozos, y normalmente se reinyectan con gran presión también, causando similares inconvenientes y peligros tales como la contaminación de acuíferos, además por que los lodos pueden contener sustancias radioactivas naturales y otros metales y minerales.
- En las actuales circunstancias de “Baby, Drill, Baby” de la actual administración Trump, que ha disminuido tanto presupuestalmente como en su autoridad a la EPA; Agencia de protección ambiental, que terminó prácticamente el Servicio Forestal y ha reducido

drásticamente la capacidad investigativa institucional en lo atinente a salud y ambiente, no se puede afirmar que el seguimiento y fiscalización ambiental sean suficientemente fuertes para hacer su trabajo en la profundidad que se requiere.

- El Fracking funciona aparentemente bien en la geología de Estados Unidos, del terciario, muy “asentada y vieja”, y el país es mucho más plano y sin tanta complejidad orográfica y del relieve como el caso colombiano que es más activa en el cuaternario con la emergencia de la cordillera Andina[5], con la consiguiente generación de muchas fallas y riesgo sísmico.
- Además, para Colombia, por su localización mayormente asociada entre los trópicos de Cáncer y Capricornio existen otras alternativas muy atractivas de producción de Biometano o biogas, como el cultivo de pastos gigantes (pasto elefante), y su biodigestión con o sin residuos agrícolas o de plaza de mercado o de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas[6].
- Finalmente, la más obvia, existe gran potencial tanto de generación de energía solar, como de energía eólica a costos más bajos que los proyectos a partir de combustibles fósiles, como ya se está demostrando en proyectos de turbinas a gas que resultan bastante mas costosos que sus equivalentes en generación eólica o solar incluidas las baterías de almacenamiento.
- Es importante resaltar el riesgo de fracaso en las perforaciones de fracking frente a la certeza alta de la generación solar y eólica y el biogas. Cada perforación de fracking es una apuesta entre 8 a 13 millones de dólares en los Estados Unidos, según expertos.[7] Las líneas de trasmisión, al igual que los parques de generación de energías renovables, han experimentado “demoras” en la expedición de licencias ambientales y consultas previas[8],[9]; el caso de la Guajira explicita la necesidad de una aproximación diferente, que delimite en los diferentes territorios las ya mencionadas “zonas o áreas especiales de energías renovables” y las aliste con las comunidades propias para la llegada de inversiones nacionales o internacionales. De esta manera la actuación estatal no sería casuística ni reactiva sino sistemática y proactiva en los territorios, preparándolos para la llegada de proyectos específicos.

La región caribe tiene la gran oportunidad de ser la gran generadora de energía eléctrica del país en reemplazo o sustitución del carbón térmico del Cerrejón y de algunas zonas de petróleo y gas en Sucre, Córdoba, Atlántico, Magdalena. Debemos identificar y corroborar

dichas áreas y otras a lo largo del Río Magdalena y las que señalan los mapas del IDEAM y otras entidades internacionales como idóneas para energía solar y eólica y alistarlas en todos los aspectos, para que las empresas que quieran llegar encuentren muy fácil cumplir con los requisitos rigurosos pero claros y ágiles tanto ambientales como sociales, dentro de lo cual sugerimos por lo menos tres condiciones de la transición energética justa e incluyente:

- Oportunidad para los habitantes de asignarles un porcentaje discreto de acciones de propiedad de los proyectos, bajo la condición de su organización comunitaria y la dedicación de los recursos para el mejoramiento de la calidad y dignidad de la vida. De esta manera se reconoce la tradición de su existencia y permanencia en estas regiones.
- Conjunción o Sinergia de factores logísticos y localizacionales, referentes a la proximidad de líneas de transmisión y comunicación terrestre fácil, especialmente bajo la lógica de refuerzo de las redes inteligentes con generación distribuida, reforzando las existentes, obviamente supeditados a no conflictividad con otros factores fundamentales como son los ecosistemas y la cultura.
- Posibilidades de beneficio regional y territorial al disponer de parte de la energía que cruza el territorio, para adelantar proyectos y programas que beneficien a la zona de influencia.
- Posibilidad de cualquier ciudadano de adquirir acciones de los proyectos, con modalidades de pago por cuotas, para democratizar la propiedad de los proyectos[10]

Debemos incorporar las redes inteligentes y la generación distribuida como nuevos factores de diseño, puesto que podríamos poblar nuestras redes existentes con refuerzos a lo largo de su extensión gracias a la innovación reciente tanto en energías solar y eólica como de baterías de almacenamiento; una versión alternativa o complementaria es la de instalación de sub redes de estas unidades solar/eólica + almacenamiento, tanto en las redes como dentro de instalaciones de fábricas o urbanizaciones, que incluso podrían convertirse en “PROSUMIDORAS” que compren y venden a la red eléctrica. Ante el fenómeno de El Niño que se avecina, el gobierno debe actuar incentivando esta medida preventiva de apagones e interrupciones de flujo eléctrico.

Los autores sostienen que Colombia “es un país con una clara pobreza energética que además es muy inequitativa pues un hogar de bajos ingresos dedica hasta el 16,5% de sus

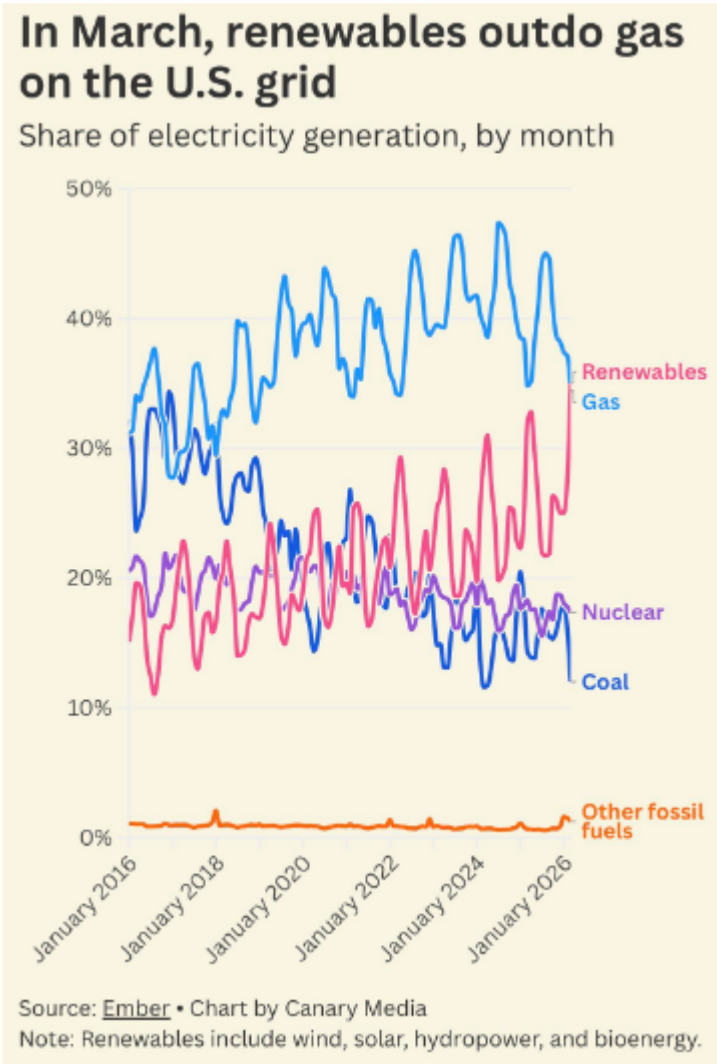
ingresos al pago de energía mientras que el decil superior sólo el 1,3%"; sin embargo esa es solo una dimensión de dicha pobreza, porque los más pobres tienen que soportar dos inconvenientes graves más: 1) la interrupción muy frecuente del flujo eléctrico por estar situados en la "cola de las redes" ; 2) la mala calidad del fluido eléctrico, que les daña con mucha frecuencia por los picos y bajadas, los equipos de sonido, de televisión, radio, ventiladores e incluso posibles aires acondicionados, en clima caliente, mientras que en clima frío los posibles calentadores o cocinas, por la ubicación al extremo de las líneas y por el servicio deficiente.[11]

Sin embargo, y aunque subsidiada, deben pagar la cuenta mensual como si hubiera contando con energía todo el tiempo; también hay que reconocer la informalidad y las conexiones fraudulentas, que no son exclusivas de los estratos menos afortunados, sino también se presentan en estratos más altos como el caso del departamento del Magdalena en la zona bananera. Es muy interesante y apropiada la gestión de comunidades energéticas y Colombia Solar que adelanta el gobierno Petro con 500 mil familias de los estratos 1 y 2 al instalar energía solar que permita disminuir sustantivamente los subsidios actuales, que tienen la debilidad de incitar a mayor consumo y generan una deuda significativa del Estado con las empresas de servicios públicos de electricidad. Igualmente, la introducción de tarifas interhorarias serviría mucho para enviar señales de escasez real que desplacen el consumo o lo reduzcan en las "horas pico". En nuestra opinión esta política y estrategia debe continuarse tanto porque alivia mucho a los sectores sociales más pobres, como porque permite ir desmontando los subsidios a los servicios públicos y reforzar las medidas de ahorro, uso eficiente y transición hacia energías renovables: para el resto de estratos, es necesario ampliar los estímulos de tal manera que más cantidad de gente y empresas decidan tener energías renovables y programas de ahorro y uso eficiente de energías,

En Colombia, nuestra geografía de cordilleras que separan la planicie orinocense y amazónica del Chocó Biogeográfico y el Caribe requiere una planeación estratégica de la generación distribuida y de las redes inteligentes, que permita además contar con gran número de "prosumidores", autogeneradores que venden excedentes transformando la relación unidireccional en una relación bidireccional y por tanto transformando el mercado

eléctrico convencional; Jeremy Rifkin, gran pensador y futurólogo Estadounidense, sostiene que por primera vez un avance tecnológico, el de las energías renovables solar y de viento, abre la posibilidad de un cambio en la correlación de fuerzas de la sociedad, al disminuir el poder de las grandes compañías de electricidad y también eventualmente de las multinacionales petroleras al abrir la posibilidad de “tanquear” de electricidad los vehículos privados en cada vivienda, en cada entidad o fábrica o conjunto residencial o parque industrial gracias a la instalación de electrolineras abastecidas de energía solar “in situ”. El sector público, policía, ejército y flotas de servicios públicos son clientes potenciales de primera línea al respecto.

Estamos ante un proceso muy interesante de modificación de la fortaleza económica y política de aparatos sectoriales de gran influencia. Por ello, el reto no es sólo tecnológico y de oferta; necesitamos entrar ciertamente en las energías renovables al mismo tiempo que en el ahorro y uso eficiente de energías, pues no sólo la eléctrica entra en la ecuación; el mundo se está moviendo a velocidades impresionantes en ese sentido. Pero más importante aún aprovechar ese impulso, esa inercia fuerte, para avanzar radicalmente en la equidad, la inclusión, la oportunidad social, con organizaciones diferentes a las convencionales. Los Ciudadanos accionistas de las empresas de servicios públicos puede ser una de las alternativas posibles o mejor aún, propietarios colectivamente de dichas empresas.



El gráfico arriba ilustra la tendencia en 10 años de uso de las diferentes fuentes de energía en la generación de electricidad, en lo cual las energías renovables solar y eólica y el gas convergen hacia arriba y en cambio la nuclear y el carbón descienden; esto es sin la llegada de las baterías, que deben influir altamente en la tendencia hacia mayor uso de las energías renovables.

Este planteamiento no se limita a un ajuste sectorial, sino que configura una transición multidimensional que involucra cambios en la matriz energética, en la estructura productiva, en la relación entre el Estado y los territorios, y en la forma como se concibe el desarrollo. En

particular, en el sector minero-energético, es necesario, como lo plantea el experto Alvaro Pardo[12], un viraje profundo: abandonar progresivamente la dependencia del petróleo el carbón y el gas[13], avanzar más rápidamente hacia una matriz basada en energías renovables (solar, eólica e hídrica) como la propuesta por Dyner y su equipo, ordenar el territorio alrededor del agua, fortalecer el transporte multimodal y preservar y regenerar ecosistemas estratégicos del país como las ciénagas y crestas de las montañas andinas y los bosques del Chocó Biogeográfico, con tres grandes ejes fundamentales: las mujeres y ciudadanos como motor de transformación social; la transformación de una economía extractivista hacia una economía productiva y el liderazgo de Colombia en la lucha contra el cambio climático, con ejemplos propios de lo que se debe hacer. .

Ante una alta dependencia del modelo extractivo, que continúa sustentándose de manera significativa en los ingresos provenientes de la explotación de hidrocarburos y minerales, tanto en términos fiscales como en generación de divisas y financiamiento del gasto público, que “no es simplemente económica, sino estructural (atraviesa la balanza de pagos, la estabilidad macroeconómica y las finanzas territoriales)”, requerimos abordar con más decisión una estrategia sólida de sustitución productiva, con base en nuestras propias riquezas, que son la biodiversidad y la ubicación y riqueza geográfica de nuestros territorios; el sector energético y minero tienen debilidad institucional significativa, “expresada en la fragmentación, desarticulación y, en algunos casos, pérdida de enfoque estratégico de las entidades encargadas de liderar la política minero-energética. La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), enfrenta dificultades asociadas a la sobrecarga de funciones administrativas, la falta de integración entre los subsectores de energía, hidrocarburos y minería, y una limitada capacidad de articulación interinstitucional”. En los territorios, los impactos del modelo extractivista son particularmente evidentes en regiones como Cesar y La Guajira, por la explotación de carbón a gran escala y la necesidad de asumir ya una transición inminente hacia un escenario post-carbón, sin que exista aún una estrategia suficientemente consolidada de reconversión productiva y diversificación económica. Esto se asocia también a la debilidad del sistema de regalías, que, aunque “constituye uno de los principales mecanismos de redistribución de la renta extractiva, presenta problemas estructurales que limitan su impacto en el desarrollo. Las prácticas de corrupción, baja

eficiencia en la ejecución de los recursos, dispersión en múltiples proyectos de bajo impacto y la dificultad para ejercer control y seguimiento efectivo han reducido la capacidad de este sistema para transformar las condiciones de vida en los territorios productores” según Pardo.

La Transición Energética Justa e Incluyente (TEJI), que el Gobierno Petro posicionó como eje estructurante de la política pública nacional, pues Colombia pasó de tener una política energética centrada en la expansión de hidrocarburos a una narrativa que prioriza las energías renovables, la reducción de emisiones y la democratización del acceso a la energía debe continuar y profundizarse abarcando más sectores beneficiados, aprovechando el avance tecnológico impresionante reciente. La formulación de la Hoja de Ruta de la TEJI, el fortalecimiento del Plan Energético Nacional y la construcción de escenarios prospectivos reflejan un esfuerzo serio de planificación, que requiere ajustes de frente a los últimos desarrollos tanto tecnológicos como geopolíticos mundiales.

Debemos tener presente que si bien la narrativa tiene gran sentido, entre otras cosas ante la inminencia del Fenómeno de El Niño, que podría ser muy fuerte, presenta limitaciones importantes cuando se analiza su profundidad estructural, tanto en lo institucional como financiero e intersectorial. La transición energética debe consolidarse como una política de Estado con blindaje institucional, para que no esté expuesta a cambios políticos futuros; ante la realidad de que la ejecución de los proyectos ha sido más lenta de lo esperado, afectada por conflictos territoriales, dificultades en licenciamiento ambiental, falta de infraestructura de transmisión y problemas de coordinación entre entidades[14]. La ausencia de financiamiento de fondo para la transición tanto por las dificultades presupuestales actuales como por la falta de articulación entre los distintos actores del sector y las tensiones con el sector privado han limitado la capacidad del Gobierno para traducir la planificación en resultados tangibles a gran escala y por ello, el principal reto del próximo gobierno será evitar la reversión o fragmentación de la Transición Energética Justa e Incluyente (TEJI) al nivel de política de Estado, creando rápida y eficazmente los mecanismos jurídicos, institucionales y financieros que la hagan irreversible.

Pardo y otros expertos coinciden en la urgencia de una Ley Marco de Transición Energética,

con metas obligatorias de conversión a energías renovables y descarbonización a 2030, 2040 y 2050, con indicadores verificables y compromisos vinculantes para todos los sectores productivos, que modifique, precise y avance las leyes existentes al respecto; para garantizar estabilidad frente a cambios de gobierno y garantizar continuidad. También se requiere reorganizar la arquitectura institucional, fortaleciendo la UPME para concentrar en el ministerio la dirección estratégica del proceso, mientras que la ejecución se delega en agencias especializadas. Dentro de ello debe fortalecerse la capacidad de visión en el campo minero y energético con la modelación de escenarios energéticos y mineros, análisis geopolítico del sector, evaluación de riesgos de desabastecimiento, planeación integrada de energía, minas e hidrocarburos, mientras que las gestiones de subastas y otras dinámicas se dejan a cargo de las agencias; Es urgente, imitando experiencias como la Noruega, estructurar un Fondo Soberano de Transición Energética, financiado con los recursos de los Fondos de Pensiones, garantizándoles la misma rentabilidad y seguridad de la inversión que en otros países, con regalías, recursos de cooperación internacional climática, bonos verdes y rentas extraordinarias del sector extractivo y que use mecanismos innovadores como el “doble uso” del impuesto al carbono, que debería duplicarse en su magnitud, regalías, en el cual en la primera instancia se presta a todo ciudadano que quiera convertirse a energías renovables y movilidad eléctrica con tasas “blandas” y la recuperación de cartera . para la restauración y regeneración de ecosistemas críticos para la biodiversidad, el clima y la vida . Debemos apostar todo a la conversión energética renovable porque nos hace más productivos, eficientes, competitivos, resilientes, mejores en salud humana y de los ecosistemas y además mas juntos e incluyentes, más aún si les damos a todos los ciudadanos , empezando por los más pobres, la oportunidad de pagar menos, tener más ingresos como accionistas energéticos y participar más activa y solidariamente en el progreso del país, con su ahorro, uso eficiente de energías renovables especialmente.

Colombia, el país con mayor concentración de la biodiversidad y la vida por kilómetro cuadrado, con suficientes recursos de sol y viento, de geotermia y biomasa, como lo señala el afortunado libro “La Transición Necesaria”, puede ser un ejemplo mundial de conversión acelerada de energías fósiles a energías renovables porque además son ya económica, social y ambientalmente mejores. El Gobierno entrante debe tener esta prioridad absolutamente

clara en esta coyuntura de variabilidad climática fuerte de El Niño y escasez de gas, para dar un salto cuantitativo y cualitativo radical en el tema, que nos cobije y motive a todos los colombianos en el camino construir solidariamente un país mejor.

[1] NOTA IMPORTANTE: la tabla 4.2. de los autores presenta un error en las unidades usadas: debe ser GWh-Día pues es sobre energía generada y no sobre potencia instalada que es en MW.

[2] Grata conversación con el autor principal.

[3] Opinión de Carlos Enrique Moreno, Expresidente Grupo Corona, ExConsejero Presidencia de la República.

[4] Consultas a la red con Inteligencia Artificial.

[5] Aunque el proceso de formación de la cordillera Andina se puede rastrear a 200 millones de años.

[6] Hemos hecho ejercicios exploratorios teóricos, basados en literatura técnica internacional, especialmente Europea, que revelan una muy buena potencialidad con pastos gigantes, que contienen tres veces más energía que el Miscanthus usado allá, como también el maíz y residuos agropecuarios.

[7] Conversación con el ingeniero de petróleos Juan Carlos Gama, consultor nacional e internacional.

[8] Es común oír esa narrativa entre los gremios productores o contratistas, que tiene un buen porcentaje de realidad pero que minimiza o ignora la necesidad que los promotores de proyectos de energías renovables adelanten de manera coordinada todas las dimensiones de los proyectos y desde el comienzo trabajen la dimensión social y ambiental con los actores

del territorio.

[9] El caso más crítico ha sido el de la línea Colectora en la Guajira Colombiana que ha requerido cientos de reuniones con las comunidades puesto que las autoridades tradicionales, que son elaboraciones masculinas, no son lo mismo que las autoridades ancestrales que nacen de línea materna y que los indígenas Wayuu reconocen como las auténticas. Tanto las empresas como el gobierno ignoraron esta particularidad hasta que les aclararon cuales son las verdaderas autoridades.

[10] En Colombia existía la costumbre de regalar a los recién nacidos acciones de diferentes compañías; hace algunos años Ecopetrol ofreció en dos oportunidades por lo menos, la adquisición de sus acciones con muy buena acogida en todos los estratos.

[11] Esta situación no es exclusiva de los barrios o asentamientos más pobres; la SIU; sede de investigación Universitaria de la Universidad de Antioquia, hace algunos años experimentaba problemas de inestabilidad de la electricidad provista por EPM que dañaba equipos muy costosos, por lo cual fue necesaria una inversión fuerte; igualmente el nivel de contaminación del centro de la ciudad, cerca del campus universitario, es muy alto, afectando también los equipos sofisticados de investigación.

[12] Consultas informales. Expresidente de la Agencia Nacional Minera y experto de muchos años en derecho minero.

[13] Si bien el gas metano y el biogas son de menor impacto ambiental que el carbón y el petróleo, es necesario tener presente que los escapes de gas metano son frecuentes y que una molécula de este gas tiene un impacto como gas de efecto invernadero, de 80 veces más que una molécula de CO₂ en el corto plazo (20 años) y de 28 veces en un horizonte de 100 años. NO hemos puesto suficiente atención a todas las fuentes de gas metano, como son plantas de tratamiento de aguas residuales, rellenos sanitarios, disposición irregular de residuos sólidos y otras fuentes más complejas como las resultantes del mismo cambio climático, como el deshielo del ártico, etc.

[14] Alvaro Pardo, experto en el tema precisa estos aspectos.

Carlos Fonseca Zárate

Foto tomada de: Pulzo