

Corpus-Pindo-í, una Infraestructura Estratégica para el Desarrollo de Misiones en el Siglo XXI

Martín Cruz Rodríguez Paz
Dr. en Ingeniería Eléctrica
Ingeniero Electromecánico
MP: 3345

Ricardo Charon
Ingeniero Mecánico Electricista
MP: 2035

Miembros de la Comisión de Energía, Infraestructura, Recursos Hídricos y Ambiente – CEIRHA
Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones – Ley I N° II

El presente documento tiene como objetivo informar sobre la relevancia técnica y estratégica del proyecto Corpus en Pindo-í, una obra fundamental para el futuro energético de la región. Recientemente el tema tomo estado público y como profesionales de la ingeniería, consideramos imperativo analizar este emprendimiento bajo un rigor metodológico que evalúe la relación costo-beneficio de manera precisa informando a la sociedad desde bases técnicas y científicas precisas y fundamentadas. El emplazamiento en Pindo-í presenta un impacto territorial sumamente reducido en comparación con su aporte estratégico al Sistema Argentino de Interconexión (SADI), posicionándose como el motor necesario para saltar las actuales restricciones energéticas y de integración que impiden el pleno desarrollo de la provincia.

1. ¿Energía para qué y para quién? La Demanda Reprimida

Hablamos de energía eléctrica como vector de desarrollo para Misiones y el país. Una energía firme, limpia y confiable es el requisito ineludible para el desarrollo humano en un territorio. Al analizar la matriz energética, la asimetría es brutal: mientras que a nivel nacional cerca del **54% de los hogares** tiene acceso a la red de gas natural, en Misiones la cobertura es del **0%**, y no existen proyecciones de gasoductos. Esto vuelve a nuestra sociedad y a nuestra industria profundamente electro-intensivas.

Al analizar los recientes "récords" de potencia (como los **642,6 MW** alcanzados en febrero de 2025, superando los picos de **596,1 MW** de enero de 2022), es imperativo que la ingeniería de despacho diferencie entre demanda real y potencia abastecida. Los modestos crecimientos interanuales registrados del **2%** no son un indicador de un desarrollo provincial amesetado, sino la manifestación de una **demanda reprimida** por las restricciones operativas de la infraestructura de transporte y transformación actual.

La evidencia técnica surge al observar los periodos de mayor disponibilidad de red: en los ciclos donde el sistema logró "ofertar potencia eléctrica" con mayor estabilidad, la inversión industrial y el acceso al confort de los habitantes (refrigeración, digitalización y equipamiento del hogar traccionado por planes de consumo en cuotas) dispararon la demanda a tasas superiores al **5% anual**.

Este comportamiento se apoya en tres factores estructurales:

- **Asimetría con el SADI:** Mientras la demanda nacional muestra signos de estancamiento, el segmento de grandes comercios e industrias en Misiones creció un **5,0%** en el último periodo, evidenciando una presión constante sobre el nodo regional.
- **Vulnerabilidad Térmica:** Las inclemencias térmicas que azotan a nuestra provincia con olas de calor cada vez más intensas impulsa la masificación de equipos de refrigeración. Situación que fue facilitada por programas de financiamiento local (como los programas "Ahora" que de forma excepcional permitieron a los Misioneros mejorar su calidad de vida), genera picos de carga críticos. Cada salto en la oferta de potencia es absorbido instantáneamente por un parque de consumo latente que hoy solo se autorregula mediante la degradación de los parámetros de tensión.
- **Penetración Digital:** El crecimiento exponencial de la conectividad y el uso de dispositivos electrónicos ha elevado el "piso" de consumo residencial. Lo que se presenta como un "récord de demanda" es, en rigor, un techo de suministro; la provincia consumiría significativamente más si el sistema tuviera la robustez eléctrica y la inercia necesaria para garantizar la estabilidad del servicio.
- **Movilidad Eléctrica:** Otro fenómeno que está asechando a nuestro ya débil sistema eléctrico es el advenimiento de la Electromovilidad con vehículos enchufables. Una batería de auto eléctrico moderno, va desde los 30kWh en un automóvil pequeño a 55kWh en un vehículo sedan a los 110kWh en una SUV, o a los 220kWh para pickups o utilitarios medianos (110 y 220kWh no son de uso común fuera de EEUU). Esto significa que un vehículo familiar sedan con una batería de 55kWh (lo que otorga una autonomía máxima de 300km) necesita un cargador que le proporcione esa energía. Si cargamos una batería de 55kWh con un cargador de 3,6kW (cargador generalmente obsequiado al usuario por la concesionaria) necesitaremos para cargarla del 20% al 100% un tiempo de más de 12 horas. Aumentando nuestro consumo eléctrico residencial en 44kWh en cada recarga. Esto puede ser una solución para algunas situaciones, pero si el tiempo es una cuestión importante deberíamos optar por un cargador de mayor potencia, y esto nos lleva a los modelos Wall Box. En estos tenemos la opción de 7kW en instalaciones monofásicas (las más comunes en residencias) o de 22kW en instalaciones trifásicas. Con estos cargadores el tiempo de recarga para 80% de la batería sería de más de 6 horas. Aparece también la necesidad de redes públicas de cargadores rápidos (donde el tiempo de recarga es de aproximadamente 45 minutos) para atender a aquellos usuarios que, por imposibilidad técnica en sus residencias o por cuestiones de tiempo de recarga no puedan esperar más tiempo. Estas redes públicas de recarga son hechas con los modelos de cargadores de 65kW o más de potencia, llegando en muchos casos a superar los 100kW, donde el vehículo puede recargar en menos de una hora, lo que es un tiempo muy largo si lo comparamos con un abastecimiento de combustible líquido que demora un máximo de 5 minutos. Si pensamos en redes de abastecimiento público necesitaremos contar con una red de recarga con un número estimado de 1 cargador rápido a cada 3 autos eléctricos. ¿Están nuestras

redes eléctricas preparadas para esta expansión repentina de carga? Este es precisamente el punto crítico en nuestro país y en el mundo en general, donde además debemos intentar que la energía eléctrica utilizada por los vehículos eléctricos (usados para reducir las emisiones de gases de efecto estufa) no provenga de la quema de combustibles fósiles en las centrales eléctricas (Y sí, de centrales limpias y renovables como Corpus).

El comportamiento del sistema provincial en relación a la oferta y demanda de energía nos muestra que la provincia consume lo que el sistema puede entregar, no lo que el sector productivo y residencial realmente necesita y menos lo que va a necesitar en los próximos años. La brecha con regiones de mayor Índice de Desarrollo Humano (IDH) es evidente: ante cualquier mejora en el poder adquisitivo, el vector demandado de forma inmediata será la electricidad.

Negar la necesidad de una fuente de base como Corpus en Pindo-í es aceptar que Misiones no debe aspirar a estándares de vida superiores por falta de soporte energético.

La brecha entre la demanda actual y el potencial de desarrollo de Misiones se hace evidente al contrastar nuestros indicadores con los de regiones que han alcanzado niveles de **Índice de Desarrollo Humano (IDH)** superiores, similares a los de los principales centros urbanos de Argentina, Chile y del mundo altamente electrificado:

Consumo de Electricidad Anual Per Cápita

País	IDH	Consumo Eléctrico Anual (kWh per cápita)	Potencia Media Constante (W per cápita)	Potencia Pico (W per cápita)
Islandia	Muy Alto	51.920	5.930	9.000
Canadá	Muy Alto	15.708	1790	2200
Japón	Muy Alto	7.000	800	1.600
Chile	Alto	4.240	480	960
Argentina	Alto	3.160	360	635
Buenos Aires	Alto	4.500	500	1.250
Córdoba	Alto	3.500	400	1.000
Misiones	Medio	2.200	250	643

Actualmente, la provincia registra algunos de los salarios promedio más bajos del país, una condición que actúa como un lastre artificial sobre el consumo. Es innegable que, ante cualquier política de desarrollo que logre una mejora genuina en el poder adquisitivo, el vector demandado de forma inmediata por la producción, el comercio, los servicios públicos y los hogares será la **electricidad**.

En una provincia sin gas natural, cada peldaño que subamos en la escala de bienestar socioeconómico se traducirá en una presión exponencial sobre la red de energía eléctrica: desde la tecnificación del agro y la industria, hasta la digitalización total de los servicios, el confort térmico residencial y Electromovilidad sustentable. No estamos ante un sistema que ha llegado a su madurez; estamos ante una infraestructura que hoy limita el techo de crecimiento de sus ciudadanos. Negar la necesidad de una fuente de base como **Corpus en Pindo-í** es, en última instancia, aceptar que Misiones no debe aspirar a estándares de vida superiores por falta de soporte energético.

2. Estabilidad del SADI y el Colapso del NEA

Los eventos de inestabilidad, como el colapso de tensión del NEA en el verano de 2025, demuestran la importancia de la generación de base regional. Los partes post-operativos de CAMMESA (**PO250215** y **PO250205**) confirman que Misiones logró mitigar el colapso total gracias a su vinculación directa con la Central Hidroeléctrica Yacyretá y la Estación Rincón Santa María. Fue la **inercia sincrónica** de una gran represa la que sostuvo el nodo. La gran represa fue, precisamente, el ancla de estabilidad ante contingencias de subfrecuencia y baja tensión.

3. El Déficit Inminente: El Retiro de Potencia de Yacyretá

Es imperativo proyectar el escenario energético a corto plazo. En los próximos 5 años, la República del Paraguay requerirá y absorberá el **50% de la energía** que le corresponde de Yacyretá para su propio desarrollo.

Este retiro de potencia dejará al país sin la generación de base necesaria para garantizar su abastecimiento y al SADI sin la inercia sincrónica que da estabilidad al sistema. A diferencia de las centrales térmicas, la configuración de una máquina hidráulica de gran porte ofrece una respuesta dinámica superior que permite, además, la penetración de energías renovables intermitentes (solar y eólica). Oponerse a nuevas fuentes de generación firme como Corpus compromete la seguridad energética de todo el país.

4. Reconfiguración del SIP: del Esquema Radial al Centro de Gravedad Regional y el Criterio N-1

El diseño de redes en Extra Alta Tensión (EAT) es clave para superar la actual vulnerabilidad sistémica de Misiones. Hoy la provincia opera de forma radial y no cumple con el **Criterio de Seguridad N-1** (la pérdida de un solo vínculo mayor colapsa el suministro).

Corpus en Pindo-í es el motor para la reconfiguración topológica definitiva. Su construcción debe ser la condición *sine qua non* para finalizar la arquitectura del **Sistema Interconectado Provincial (SIP)** y para **reforzar la parte NEA del SADI**. La pieza angular es la implementación de una **Estación Transformadora**

(ET) 500/132 kV en un punto estratégico (como el baricentro de carga en Fracrán). Esta obra permitiría el cierre de anillados, inyectando potencia al corazón del consumo y transformando a Misiones de una "punta de línea" frágil a un centro de gravedad regional tripartito (Itaipú-Yacyretá-Corpus). Al mismo tiempo que permitirá la construcción de nuevas redes de 500kV interconectadas al SADI que permitirán aumentar el grado de seguridad energética de la provincia de Misiones. Obras que difícilmente serían financieramente viables con el consumo provincial sin el flujo de energía que representa una obra como Corpus.

5. La Fragilidad Operativa en el Norte y la Dependencia del Diésel

El agotamiento del modelo actual se evidencia en la zona centro y norte, donde la única medida paliativa ha sido el agregado de motogeneradores diésel. La provincia cuenta con un parque de generación térmica distribuida que ronda los **68 MW**. Estos equipos, diseñados para cubrir picos, hoy operan prácticamente como generación de base, especialmente durante el estiaje de la represa Urugua-í. Sin Corpus, la alternativa real es una dependencia forzada de la quema de combustibles fósiles.

6. Desmitificación de Alternativas: Biomasa y Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH)

Plantear alternativas menores como sustitutos de una central de base es un error de escala:

- **Biomasa:** Su costo es mayor y el recurso forestal ya es demandado casi en su totalidad por la industria local (aserrío, yerba, té) para procesos térmicos.
- **PCH:** Para igualar la capacidad de Corpus, habría que intervenir casi todos los arroyos de la provincia en cascada, provocando una fragmentación de hábitat inmensamente superior al impacto acotado en Pindo-í.

7. La Quimera de la Alternativa Nuclear y los Reactores Modulares Pequeños (SMR)

Recientemente, algunos profesionales han teorizado sobre la instalación de una central nuclear (por ejemplo, en el nodo Eldorado II o en Fracrán sobre la RN14) como alternativa de base limpia. Este planteo, aunque académicamente válido, adolece de viabilidad geopolítica, tecnológica y macroeconómica:

- **Inmadurez Tecnológica:** Los SMR que podrían adaptarse a la escala de nuestra red se encuentran en etapa experimental o de laboratorio a nivel mundial. A nivel nacional, el proyecto CAREM se encuentra actualmente desmantelado y paralizado.
- **Efecto Derrame Nulo:** La industria nuclear exige certificaciones internacionales de máxima exigencia. Esto implica que la participación del sector comercial, metalmecánico e industrial de

Misiones sería nula. A diferencia del hormigón y la obra civil de una represa, la alta tecnología nuclear no genera encadenamiento productivo local.

- **Geopolítica y Financiamiento:** Corpus en Pindo-í es un proyecto estratégico y de altísimo interés para la República del Paraguay, que seguramente contará con la participación de Brasil dada su capacidad industrial y tecnológica. Es un proyecto de integración regional sumamente financiable a nivel internacional, con un impacto exigible al fisco nacional incomparablemente menor que los multimillonarios y larguísimos plazos de amortización de una central nuclear.

8. El Rol Coyuntural de la Energía Solar y sus Límites de Penetración

El despliegue de parques solares es una herramienta de apoyo coyuntural válida, pero sujeta al realismo operativo. Misiones presenta una insolación que se traduce en un rendimiento (factor de capacidad) aproximadamente un **25% menor** respecto a los parques instalados en el noroeste argentino (la Puna).

Además, la curva solar presenta un desfase crítico: mitiga el pico diurno de las 15:00 horas, pero **su aporte es nulo durante el pico nocturno de las 22:00 horas**. Finalmente, existe un límite de penetración. En un sistema de 132 kV operando con una base firme local de 60 MW hidráulicos (Urugua-í) y 60 MW térmicos, la proporción segura de generación solar intermitente no debería superar el 15% o 20% (entre 18 y 24 MW). Superar este umbral compromete la regulación primaria de frecuencia.

9. Estructura de Costos, el Mercado Mayorista y el Costo Marginal

El costo final de la energía se compone de tres factores: PEE (Precio Estabilizado de la Energía), VAT (Valor Agregado de Transporte) y VAD (Valor Agregado de Distribución). **Según resoluciones de la Secretaría de Energía, los valores mayoristas rondan los \$75,427 por kWh para el PEE en punta, y \$4,948 por kWh para el VAT. Sin embargo, en Misiones la tarifa final supera los \$234 por kWh (sin subsidios)**, indicando que el componente local (VAD) representa unos \$ 154 por kWh. Esta diferencia entre los valores de la energía comprada al SADI y la tarifa aplicada a los usuarios responde a la actual necesidad de generación delivery en el interior provincial con motogeneradores Diésel.

Es vital comprender que el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) transita hacia una señal de precios basada en el costo marginal del sistema. Dadas las restricciones actuales de potencia y transporte, en momentos de alta demanda el precio lo fijará la máquina más ineficiente, obligando a nuestra industria a pagar el equivalente a la generación de usinas de fuel oil o carbón.

El proyecto Corpus se encuadra en un nuevo paradigma de **soberanía energética**, respaldado por el **Artículo 124 de la Constitución Nacional** y la **Ley Provincial IV – N.º 56**. Misiones debe posicionarse como socio estratégico con participación accionaria, negociando tarifas a precios realmente atractivos para la industria y beneficioso al ciudadano y al mismo tiempo destinar parte de la renta a un **Fondo de**

Desarrollo Provincial para infraestructura y saneamiento. O proporcionando una red de recarga para Electromovilidad confiable y a precio competitivo que fomente el turismo ecológico en la provincia.

10. El Efecto Multiplicador y el Carácter Multipropósito de la Obra

Un proyecto de esta magnitud demanda una cantidad sin precedentes de **mano de obra (M.O.) local**, dinamizando el empleo y traccionando fuertemente a los sectores industriales y comerciales de Misiones. A su vez, Corpus en Pindo-í está concebida como una **central multipropósito**. Mejorará la navegabilidad del río Paraná hacia los puertos del norte provincial y traerá aparejado un plan integral de **obras de reposición funcional, mitigación y rehabilitación ambiental** (agua potable, redes de cloacas, defensas costeras) para los municipios costeros y la conclusión de la autovía desde San Ignacio hasta Iguazú.

11. El Paradigma de la Sustentabilidad y el Impacto Ambiental Real

Insinuar que Corpus destruirá la Selva Paranaense es una falacia: el diseño es de **embalse confinado**, inundando una fracción marginal frente al millón de hectáreas protegidas. La ingeniería moderna internaliza la mitigación ecológica desde el presupuesto, creando áreas de reserva de mayor calidad biológica. El impacto en el valle del río arroja un saldo ambiental y social favorable frente al riesgo de colapso energético.

Hoy, la ingeniería de infraestructura pesada no niega la alteración del medio físico; la cuantifica con rigor científico. La construcción del embalse modificará el régimen de flujo del río Paraná —pasando de un sistema lótico a uno léntico— e inundará las desembocaduras de los arroyos tributarios, alterando el perfil ribereño. No obstante, el análisis debe ser objetivo: gran parte de las costas cercanas a centros urbanos ya se encuentran fuertemente antropizadas.

La ingeniería moderna ha dejado atrás el "costo de oportunidad ciego" para abrazar la **sustentabilidad dinámica**. Esto implica internalizar la mitigación ecológica desde el presupuesto inicial, creando áreas de reserva que superen en superficie y calidad biológica a las franjas afectadas. Contraponer este impacto —confinado estrictamente al valle del río— frente al beneficio de evitar el colapso energético regional e integrar la provincia a la región, arroja un saldo ambiental y social netamente favorable.

12. Deuda Histórica, Memoria y Nueva Gobernanza

Debemos asumir que la pérdida de hitos como la Gruta del Indio requiere una **reparación histórica** mediante parques temáticos y monumentos que resguarden la memoria. De la experiencia de Yacyretá aprendimos que, aunque cumplió objetivos, dejó un "gusto a poco" en cuanto al costo de energía y saneamiento definitivo. Corpus debe resolver estas deudas desde su génesis, pasando de ser espectadora a protagonista de su generación.

Conclusión

La ingeniería es la herramienta para transformar la realidad social. Corpus en Pindo-í no es una dicotomía de "represa sí o no", sino la elección de Misiones de liderar un **Nodo Regional de Potencia** para el próximo siglo. La propuesta debe ser superadora:

1. **Gobernanza Misionera:** Central multipropósito con ejecución del Nodo Norte en 500/132 kV.
2. **Disponibilidad y acceso a la energía:** el beneficio debe ser una realidad palpable en la industria y los hogares misioneros desde el primer día.
3. **Reparación Ambiental:** Mitigación técnica y santuarios de biodiversidad que compensen el cambio ribereño.

El momento de exigir un proyecto "de Misiones y para los misioneros" es ahora. No se trata solo de poner electrones en movimiento; se trata de sentar las bases de una provincia industrializada, conectada y ambientalmente responsable.