

RESUMEN EJECUTIVO

EQUIPO TÉCNICO

Identificación del proyecto

Bajo la premisa de consumir la energía limpia y renovable que el Paraguay produce, a través del establecimiento de industrias que generen un valor agregado al país y al mismo tiempo reduzcan la huella de carbono; la Fundación Parque Tecnológico de Itaipú - Paraguay (PTI-Py) plantea el establecimiento de una Zona Económica de Bajo Carbono.

Dicha zona requeriría características intrínsecas de acceso a la energía eléctrica segura, confiable y económicamente accesible, las que se vuelven imperiosas de modo a atraer la atención de inversionistas nacionales e internacional que encajen en el perfil de la zona.

Desde el punto de vista técnico, la zona representaría una carga importante para el Sistema Interconectado Nacional (SIN); lo cual debe ser abordado previendo la conexión y el análisis que dicha carga implicaría para el SIN y posterior establecimiento de posibles tarifas viables a ser aplicadas en la Zona Económica de Bajo Carbono.

El proyecto está pensando desde el análisis de su prefactibilidad técnica hasta la estrategia de presentación de un proyecto de ley marco que trascienda en el tiempo y se convierta en un eslabón más hacia la migración de un país con industrias y generación de energía verde sustentable. Para ello, una arista a desarrollar es el mapeo de stakeholders con base en relevamientos de gabinete para luego ser compartido y validado con el equipo FPTI-PY y el equipo jurídico.

Planteamiento

Los estudios iniciales elaborados contemplaron en primer lugar la consideración del lugar de instalación de la zona, siendo este el que reúna las características coincidentes con las necesidades de los posibles rubros a desarrollarse por las industrias. La identificación del punto de conexión es información relevante ya que debe darse en un lugar que además de reunir las características de las industrias con bajas emisiones de carbono, minimice lo máximo posible las inversiones que implican la conexión de una zona industrial al sistema eléctrico de potencia.

Para este propósito proponemos desarrollar dos escenarios de tarifas de servicio de electricidad a ser asignados a las compañías que se instalen en la Zona Económica de Bajo Carbono (ZEBC) de la FPTI-PY.

Los escenarios planteados se enfocaron en dos aristas. La primera, se refiere a la planificación del sistema eléctrico según principios de la teoría marginalista. Esto permite estimar un costo unitario de la energía en el punto de interconexión de la ZEBC en función a costos de generación y restricciones de transmisión.

La segunda se refiere al marco de comercialización y el costo de oportunidad del uso del superávit de electricidad que actualmente dispone Paraguay, adoptándose la perspectiva de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), según el marco normativo vigente para la comercialización de electricidad dentro de Paraguay.

Además, de modo a verificar estándares de confiabilidad del sistema, se desarrolló un análisis comparativo ex-ante y ex-post a la instalación de la ZEBC para dimensionar el cambio de flujo de comercialización y el impacto que podría sufrir el sistema.

Adicionalmente al análisis de flujo de potencia se realizó un análisis de priorización de alternativas, de modo a realizar una evaluación de los posibles escenarios del caso estudiado, de acuerdo a ciertos criterios de evaluación.

Por otro lado, también se contempló el relevamiento de gabinete de stakeholders clave, mapeo de pareceres, oportunidades y barreras en relación con el proyecto, con el debido seguimiento durante el desarrollo de los trabajos. Asimismo, se realizó un análisis de estrategia legislativa y análisis proactivo de riesgos políticos, comunicacionales y otros asociados al proyecto. Con base en esto se desarrolló un mecanismo de monitoreo y retroalimentación constante que acompañe el proceso de formulación y validación del proyecto de ley y se preparará el terreno para la presentación del proyecto para su estudio en el Congreso Nacional.

Consideraciones generales

Se proyecta que dicha zona se ubique en las cercanías de la Central Hidroeléctrica ITAIPÚ, de modo a facilitar su interconexión con la red, en virtud a una previsión de alta demanda de potencia y energía. Específicamente el punto de conexión de la ZEBC sería la Subestación de Yguazú a 220 kV.

Para obtener las posibles tarifas de electricidad a ser implementadas en la zona teniendo en cuenta consideraciones técnicas, orientado a efectuar cálculos de flujo de potencia, primeramente se representa y valida un modelo equivalente del SIN (Sistema Interconectado Nacional) actualizado, para niveles de tensión de 500kV, 220kV y 66kV, en el programa MATLAB/Matpower.

Se efectuó el modelado del SIN para los años 2021 al 2030, considerando el crecimiento de la demanda contemplada en las proyecciones de la ANDE y la incorporación de las obras del Plan Maestro de Transmisión y de Generación.

De modo a determinar el costo marginal de suministro de electricidad en el nodo de interconexión de la ZEBC se ha considerado, dos escenarios de magnitud de las

instalaciones y dos escenarios de tarifas de comercialización de las centrales de generación.

Se ha supuesto tres escenarios de carga de la ZEBC para el año 2030; Conservador, Base y Disruptivo.

Además de la incorporación de la Central Hidroeléctrica Yguazú (Presa Yguazú) desde el año 2028 con 35 MW y para el año 2030 la Construcción de la Tercera Casa de Máquinas en derivación de Acaray, inyectando 45 MW, considerando las obras de retrofit-repotenciación de los Grupos 1 y 2, y modernización de los Grupos 1, 2, 3 y 4 de la CH Acaray (año 2025).

Para analizar la comercialización de energía, se ha supuesto tres escenarios; *a. Tarifa preferencial*; la cual implica la facturación según el CUSE de Itaipú Binacional, sumando una proporción en concepto peaje por uso de instalaciones de la ANDE, bajo dos variantes. *b. Pliego ANDE*; que implica la facturación según el Pliego de Tarifas vigente de la ANDE (Pliego de Tarifas N° 21) para grupos de consumo en Extra Alta Tensión (220 kV). *c. Costo marginal*; que implica la facturación según costo marginal de suministro en nodo Yguazú, considerando costos variables de generación, constantes durante el período de estudio.

Los criterios de evaluación considerados para el caso de estudio son; *Criterio Margen de Reserva (C1)*, *Criterio Ingresos para ANDE (C2)*, *Criterio Ingresos para HACIENDA (C3)*, *Criterio Generación de Empleos (C4)*, *Criterio Mitigación de GEI para Sector Transporte (C5)*.

Considerando la estrategia de presentación de la ley de la ZEBC, se impulsaron reuniones con el equipo jurídico, técnico y económico, con el fin de conocer las diversas aristas del proyecto, analizar los posibles riesgos que puedan surgir en las distintas instancias gubernamentales y delinear un plan de acción para mitigarlos.

Los stakeholders son las partes que pueden tener interés e incidir en el proyecto, que a su vez se clasifican en negativos, neutros y positivos. Los positivos, son aquellos que apoyarán e incluso impulsarán el proyecto, los neutros los que no demostrarán mucho interés ni oposición y por último los negativos son aquellos que probablemente se opondrán o tendrán reparos al proyecto.

Conclusiones

Los estudios iniciales abarcaron la definición de la magnitud de las instalaciones y estimación de demanda de ZEBC, el modelado equivalente del SIN en entorno MATLAB/MATPOWER. La validación del modelo elaborado según el escenario de planificación de la ANDE.

Para todos los años, el error de magnitud y ángulo de tensión obtenido en promedio de todas las barras PQ del sistema es menor a 10%. Las diferencias se explican atendiendo a que el modelo elaborado utiliza una programación diferente (MATPOWER) y un detalle diferente (se simplifican elementos y restricciones por debajo de 220 kV) al modelo de planificación de la ANDE.

Se ha analizado la interconexión de la ZEBC conforme al Plan Maestro de Transmisión.

Considerando la proyección de obras del Plan Maestro y la carga simultánea del SIN para el año 2030, el modelo encuentra una solución y satisface las restricciones del flujo óptimo de potencia incorporando la demanda de la ZEBC a la Estación Yguazú bajo tres escenarios.

Considerando dos escenarios de demanda de la ZEBC (400 MW – Conservador y 700 MW – Base), el modelo no registra déficit de suministro de potencia en el SIN. Ambos escenarios muestran costos marginales de suministro iguales a 39,46 USD/MWh y 40,16 USD/MWh, respectivamente.

Considerando el tercer escenario de demanda de la ZEBC (1.000 MW – Disruptivo), el modelo registra 53,6 MW de déficit de suministro de potencia, distribuidos en 52,27 MW en la Estación Yguazú (Sistema Este) y 1,32 MW en la Estación Natalio (Sistema Sur). El tercer escenario muestra un costo marginal de suministro igual a 2288,07 USD/MWh

Además se ha analizado la interconexión de la ZEBC conforme a los Planes de Transmisión y Generación.

Considerando la proyección de obras del Plan Maestro y la carga simultánea del SIN para el año 2030, el modelo encuentra una solución y satisface las restricciones del flujo óptimo de potencia incorporando la demanda de la ZEBC a la Estación Yguazú bajo tres escenarios.

Considerando tres escenarios de demanda de la ZEBC (400 MW – Conservador; 700 MW – Base; y 1.000 MW - Disruptivo), el modelo no registro déficit de suministro de potencia en el SIN. Ambos escenarios muestran costos marginales de suministro iguales a 38,77 USD/MWh, 39,38 USD/MWh, y 40,04 USD/MWh respectivamente.

Se ha analizado la comercialización de electricidad en tres escenarios de remuneración, suponiendo la implementación completa del Plan Maestro (Transmisión + Generación) en el Escenario 2. Base de carga de la ZEBC (700 MW para 2030) con 0% de modulación en horario de punta:

El escenario de aplicación del Pliego Tarifario N° 21 de la ANDE se encuentra en un punto intermedio respecto a la aplicación directa del CUSE de Itaipú Binacional y a la aplicación del costo marginal de suministro resultado de la optimización del flujo de potencia. En este escenario, el costo horario equivalente de electricidad resulta en 31,30 USD/MWh.

Con el método del AHP se han incorporado varias variables difíciles de integrar mediante enfoques tradicionales de evaluación. Lo que representa una ventaja debido al hecho de que es uno de los pocos métodos que permite realizar dicha incorporación, el cual fue realizado mediante las matrices de comparación por pares.

Por otro lado, es un método que facilita la reflexión del tomador de decisión ya que

permite considerar todas las posibilidades y razonar sobre la estructura de la metodología. Con esto se pretende proporcionar a los tomadores de decisiones una herramienta con rigor científico, con el análisis de una problemática contemporánea, de manera a tomar decisiones fundamentadas.

Los resultados del enfoque propuesto muestran los impactos positivos que podría tener la implementación de industrias verdes con capacidad de 1000 MW en la ZEBC, desde varios puntos de vista.

Se resalta la importancia de ejecutar las obras de Generación y Transmisión planificadas por ANDE, más aún si busca promover la instalación de este tipo de industrias en el país

Finalmente, cabe mencionar que el uso de la energía eléctrica es clave para el fomento de la instalación de industrias de bajo carbono, y los resultados demuestran los efectos o impactos positivos que podrían tener para la sociedad paraguaya en general.

Se desarrollaron los diferentes mapas, destacándose los mapas de stakeholders del Poder Ejecutivo, Mapa de stakeholder de la Honorable Cámara de Senadores, Mapa de stakeholder de la Honorable Cámara de Diputados, Mapa de stakeholder de los medios de comunicación. Luego de una identificación de riesgos y su administración, evaluación de riesgos, asignación y tratamiento de los mismos.

Se propuso un monitoreo de riesgos, para el desarrollo de una matriz de riesgos, y posterior actividades de riesgo identificadas. Luego se elaboraron propuestas de mitigación de riesgos y finalmente un plan de acción.