

*Contratos de compra de energía (PPA) en  
mercados regulados y competitivos de Texas*

**Danielle Jaussaud**  
**Public Utility Commission of Texas**  
*Informe para la Asociación NARUC/INE*

1

## Reseña

- I. Compras
- II. Marco regulador aplicable a los PPA
- III. Consideraciones de tecnología
- IV. Servicios auxiliares – Consideraciones reglamentarias después de la liberalización del mercado mayorista
- V. Servicios auxiliares y recursos en el lado de la demanda actualmente
- VI. Carga como recurso que ofrece servicios auxiliares
- VII. Lecciones aprendidas en Texas desde la liberalización

2

## I – Marco regulador aplicable a los PPA

3

## Marco regulador en el que se crearon los PPA

- En 1995, la Legislatura de Texas liberalizó el mercado mayorista. Al mercado de Texas entraron productores independientes de energía.
- Se desalentaba a las empresas de servicios públicos integradas verticalmente para que no construyeran plantas eléctricas y se les animaba a recurrir a los PPA para cubrir sus necesidades actuales y futuras de energía.
- Las empresas de servicios públicos tenían que presentar a la Comisión un plan de recursos para su aprobación.

4

## Requisitos de regulación para adquirir recursos

Una compañía de servicios públicos que procurara adquirir recursos está obligada a presentar a la Comisión:

1. Una descripción del proceso para solicitar recursos, inclusive los acontecimientos importantes.
2. Una copia de la solicitud de propuestas (RFP) y del contrato modelo.
3. Una descripción de los criterios y ponderaciones para seleccionar recursos que se utilizarán en la evaluación de las ofertas.
4. Una descripción de cómo la compañía tomó en cuenta la definición de “costo mínimo razonable del sistema”, los valores y las preferencias de sus clientes, las características de la necesidad de recursos y cualquier meta a nivel estatal.

5

## Costo mínimo razonable del sistema

Además de los costos directos, se debían considerar los siguientes asuntos al determinar el costo mínimo razonable del sistema:

1. Los efectos sobre las tarifas y facturas a los clientes.
2. Minimización de los riesgos de costos y regulaciones futuras sobre combustibles.
3. Lo apropiado y confiable de la mezcla de recursos.
4. El costo de cumplir con las leyes ambientales y de otra índole.

6

## Cartera diversificada de recursos

- Se esperaba que una cartera diversificada de recursos:
  - Incluyera una mezcla de tecnologías que utilizaran diferentes combustibles.
  - Dependiera de contratos de combustible, tanto de corto como de largo plazo.
  - Incluyera tecnologías que no fueran de combustibles (tales como recursos de energía renovable y del lado de la demanda).

7

## Revisión de la Comisión

- La Comisión revisaba el proceso de solicitud y decidía:
  - Si el procedimiento fomentaba una participación amplia de posibles proveedores de recursos del lado de la demanda y del lado de la oferta.
  - Si los criterios utilizados para evaluar los recursos eran razonables y no favorecían a las filiales.
  - Si el proceso de solicitud era propicio al desarrollo de un mercado mayorista competitivo en Texas.
  - Si producía la mejor oferta que reflejara el “costo mínimo razonable del sistema” para los clientes.

8

## Recuperación de los costos de PPA

- Se necesitaba que la Comisión certificara un contrato de energía para poder trasladar los costos de la energía comprada a las tarifas.

9

## Estructura tarifaria para recobrar costos de la energía comprada

- La estructura tarifaria debía recuperar los costos de capacidad cargándose a los usuarios de picos. Esto les da a los grandes usuarios el incentivo de instalar tecnología para recortar los picos, lo que incluye la instalación de generadores pequeños.
- Existen varias formas de fomentar la reducción de picos:
  - el cargo por la energía se fija a un menor nivel mientras mayor sea el factor de carga o
  - la demanda mensual facturada se aumenta de forma incremental, según sea la demanda pico no coincidente del cliente durante los meses de verano.

10

## Ejemplo de estructura tarifaria 1 – Residencial

Cargo al cliente	\$ 15.00 al mes
Cargo por la demanda	Ninguno
Cargo por la energía	\$ 0.097 por MWh
Cargo de EC	Flujo continuo según fórmula

11

## Ejemplo de estructura tarifaria 2 – Comercial grande

Cargo al cliente	\$ 75.00 al mes
Cargo por demanda	\$ 3.80 por kW
Cargo de energía – nivel 1	\$ 0.88 por kWh
Cargo de energía – nivel 2	\$ 0.77 por kWh
Cargo de energía – nivel 3	\$ 0.68 por kWh
Cargo de combustible	Flujo continuo según fórmula

12

## Cargo de energía como función del factor de carga para clientes grandes

- Factor de nivel 1 >>> clientes con menos de 30% de factor de carga
- Factor de nivel 2 >>> clientes con menos de 60% de factor de carga
- Factor de nivel 3 >>> clientes con más del 60% de factor de carga

13

## Estructura tarifaria: Demanda facturada

- Algunas compañías usan aumentos tarifarios incrementales (*ratchet*) para la demanda facturada a fin de fomentar el recorte de picos.
- Por ejemplo, el 80% de la demanda pico no coincidente durante los meses pico de junio hasta septiembre establece para ese año el pico mensual mínimo del cliente, para fines de facturación.

14

## II - Compras

15

## Proceso de compras

Supongamos una compañía de distribución que necesita adquirir 250 MW para satisfacer su obligación de carga.

1. La compañía conduce un análisis de escenarios y una evaluación de riesgos, descubre que hay incertidumbre acerca de los precios futuros del combustible y del crecimiento futuro de la carga.
2. La compañía emite una solicitud de propuestas (RFP), en la cual describe sus objetivos e invita a licitantes a que propongan todas las estrategias realistas mediante las cuales la compañía podría alcanzar estos objetivos.
3. La compañía considerará las estrategias de gestión, tanto las de costos como las de riesgos, al evaluar las propuestas.

16

## Exploración de alternativas

- El contrato se puede ejecutar mediante un solo recurso existente, una mezcla existente de recursos diversos o una unidad generadora construida para atender la carga.
- En el último caso, un contrato de largo plazo puede servir de garantía de que el recurso recién construido recibirá una corriente de pagos.
- Esta garantía, a su vez, puede facilitar el acceso al financiamiento y lograr menores costos de financiamiento para construir la planta.

17

## Diversificación de la mezcla de recursos

- Una cartera diversificada ofrece la mejor garantía de costos bajos del sistema, confiabilidad y flexibilidad
  - Debe incluir diferentes fuentes de combustible.
  - Debe incluir diferentes tecnologías que se complementen entre sí.
  - Debe incluir contratos de corto, mediano y largo plazo.

18

## Diversificar la mezcla de recursos

Si suponemos una carga base e intermedia de 200 MW y una carga pico de 30-50 MW:

- Recurso #1: contrato a corto plazo para atender carga pico de 50 MW (5 años).
- Recurso #2: contrato a mediano plazo para atender carga intermedia de 100 MW (10 años).
- Recurso #3: contrato a largo plazo para atender carga base de 100 MW (15, 20 ó 25 años).
- Recurso #4: medidas en el lado de la demanda para atender carga pico de 2 MW.

19

## Opciones en la demanda

- La compañía puede solicitar propuestas de la demanda para reducir el uso de energía o la demanda pico
  - mediante la eficiencia en el uso final o
  - trasladando la demanda de los períodos pico a los períodos fuera de pico o
  - recortando los picos.
- Las propuestas de la demanda pueden ser enviadas por los clientes de la compañía o por un tercero.

20

## Consideraciones para cobertura futura

- La compañía puede solicitar propuestas para atender el crecimiento futuro de la carga.
- En el caso de un solo recurso dedicado, la compañía también puede considerar opciones para renovaciones del contrato mientras dure el recurso.

21

## Garantías de cumplimiento

- El licitante ganador
  - puede verse obligado a presentar una fianza de cumplimiento.
  - debe estar dispuesto a demostrar que es financieramente capaz.
  - debe tener una experiencia demostrada.
  - debe estar en capacidad de comprometerse con una fecha de entrega o sufrir consecuencias financieras.
  - es responsable del costo de cumplir con las leyes ambientales y de otra índole.

22

## Consideración del riesgo

Riesgos de arranque

- Se deben especificar las sanciones por incumplimiento,
  - Presentación de fianzas, cartas de crédito, etc.

Riesgos de operaciones:

- Se debe pedir al vendedor que corra el riesgo de adquirir la energía de reemplazo, si no puede cumplir con su obligación.
  - Puede ser un reemplazo financiero o físico.

23

## Puntos que deben cubrirse en el contrato

1. Terminación del contrato, estipulaciones en caso de comprarse el control de la empresa (*buyout*).
2. Mantenimiento y operaciones del proyecto (¿serán responsabilidad del vendedor?)
3. Control del despacho.
4. Pagos – especificar las circunstancias en las que se pueden descontar o suspender los pagos

24

## Puntos que deben cubrirse en el contrato

5. El comprador mantendrá registros de la potencia y la energía entregadas y el vendedor mantendrá registros de medidores.
6. Habilidad de cada parte para inspeccionar y auditar los registros de la otra parte.
7. Pagos de facturación, corrección de facturas, interés sobre las facturas no pagadas después que se vencen, etc.
8. Aprobación reglamentaria del contrato – el comprador debe tener derecho a terminar el acuerdo, si no se obtiene dicha aprobación o si es posteriormente revocada.

25

## Puntos que deben cubrirse en el contrato

9. Cambio posible de propiedad del proyecto.
10. Cortes – El comprador debe tener derecho a decidir cuándo programar los cortes de energía, de conformidad con la buena práctica de las empresas de servicios públicos.
11. El vendedor debe notificar cuando haya cortes forzosos.
12. Fuerza mayor – cuando se define cuidadosamente, excusa el incumplimiento, si se ha ejercido una diligencia razonable – cada una de las partes debe llevar registros de sus esfuerzos.

26

## III – Consideraciones de tecnología

27

## Selección de la tecnología

La cartera más confiable y de menor costo en el largo plazo deberá tener una mezcla de tecnologías que se complementen entre sí o que utilicen diferentes combustibles y ofrezcan diferentes grados de flexibilidad.

28

## 1 – Turbinas de combustión (TC)

- Las TC de arranque rápido ofrecen flexibilidad, pueden operar con gas o con petróleo. Son de escala pequeña. Son las mejores para atender períodos pico breves.
  - Ventaja comparativa: tiempo corto para construirse y bajos costos de construcción, flexibilidad; pero costos elevados de operación.

Presenta ventajas y desventajas para Nicaragua.

29

## 2 – Turbinas de combustión de ciclo combinado (TCCC)

- Las TCCC ofrecen alta eficiencia para la combustión del gas, son más eficientes si se operan continuamente; pero se pueden volver a arrancar diariamente, si es necesario. Escala de mediana a grande. Sirven mejor para atender la carga intermedia.
  - Ventajas comparativas: en comparación con las plantas de carbón, menos tiempo de construcción, más baratas de construir, más flexibilidad en la utilización; pero mayor costo de operación. No son económicas, si se tienen que arrancar diariamente.

Las ventajas de las TCCC no parecen adecuarse para Nicaragua en este momento. Sirven más para un proyecto regional.

30

### 3 – Carbón

- Las plantas de carbón ofrecen energía de bajo costo, deben operarse continuamente, no se pueden volver a arrancar con facilidad. Gran escala: sirven mejor para atender la carga base grande. No pueden construirse eficientemente en unidades pequeñas.
  - Ventaja comparativa: bajos costos de operación, pero tiempo prolongado de construcción y costos elevados de construcción. No hay flexibilidad. Combustible sucio, contaminación ambiental.

No parecen ser adecuadas para Nicaragua en este momento. Sirven más para un proyecto regional.

31

### 4a – Eólica

- *¡No hay costos de combustible!*
- Tiempo de construcción muy rápido, los costos de construcción han estado disminuyendo.
- Son mejores en zonas con vientos fuertes y consistentes.
- Sirven más si se combinan con unidades que pueden ser rápidamente respaldadas o arrancadas, tales como las TC.

Ventaja para Nicaragua: podrían ayudarle a reducir su utilización de petróleo de alto costo y a bajar los costos globales de la electricidad.

32

### 4b – Eólica

Principales inconvenientes de la energía eólica:

- No es despachable, puede que necesite de servicios auxiliares expandidos, los cuales aumentarían los costos de operación.
- No ofrece respuesta de frecuencia, regulación o reservas de corto plazo.
- Si se necesita una nueva construcción de transmisión, debido a su ubicación remota, puede ser muy costosa.

33

### 5 – Hidroeléctrica

- Hidroeléctrica – Excelente complemento de cualquier sistema eléctrico. Bajos costos de operación. Respuesta inmediata a los cambios repentinos de frecuencia. Permite almacenamiento, muchísima flexibilidad, contribuye a la confiabilidad. Pueden ser proyectos pequeños, medianos o grandes.
- Ventaja comparativa:
  - Pueden exigir que se reubique a la población, son políticamente sensibles.
  - Dependen de la disponibilidad de agua, lo que puede variar enormemente de un año al siguiente.
  - Costo y tiempo de construcción.

Muchas ventajas para Nicaragua, si forma parte de una mezcla diversificada.

34

### 6 – Otros recursos renovables

- Geotérmicos – Ideales en un país volcánico como Nicaragua. Escala de pequeña a mediana.
- Biomasa – Flexibles y con bajos costos de operación. Escala pequeña. Limitada por la disponibilidad y el carácter de temporada del combustible.
- Paneles solares – Alto costo, escala muy pequeña. Ideal en zonas remotas donde las necesidades son pequeñas y no justifican la construcción de líneas de transmisión. En las zonas rurales de Texas, las bombas de agua son activadas con energía solar. En México, se ha utilizado para la electrificación de aldeas aisladas.

35

IV – Servicios Auxiliares:  
Consideraciones reglamentarias  
después de la liberalización del  
mercado mayorista en el ERCOT

36

## Regulaciones aplicables a la prestación de S/A

Las siguientes regulaciones se aplicaron a las compañías de electricidad del ERCOT después que se abrió el mercado mayorista competitivo:

- La obligación de prestar S/A de forma no discriminatoria y comparable a todos los clientes de transmisión.
- La obligación de establecer una tarifa por tal servicio y de recibir tales servicios para sus propias operaciones, de conformidad con los términos de su tarifa por los S/A.

37

## Regulaciones aplicables a la prestación de S/A

Un PPA podría incluir estipulaciones para cualquier S/A, a saber:

- Servicio de programación dinámica: ofrece la regulación de carga remota (p.ej., utiliza una señal dinámica de potencia para controlar la generación, a fin de equipararla con la carga).
- Servicio de seguimiento de la carga: ofrece cambios en la producción de la generación cada hora para equiparar los cambios en la carga.
- Servicio de regulación de cargas: ofrece cambios en menos de una hora, en lo concerniente a la generación, para equiparar los cambios en las cargas.

38

## Regulaciones aplicables a la prestación de S/A

- Los S/A debían tener un precio fijado de manera discreta y debían prestarse de forma separada a todos los participantes del mercado que firmaran contratos de transmisión.
- Cualquier generador podía ofrecer S/A a los clientes de transmisión de cualquier empresa de electricidad.

39

## Se regulan los cargos por los S/A

- Una empresa de electricidad podía negociar las tarifas con el cliente, sujetas a un mínimo y a un tope de precios, y sujetas al requisito de no discriminación.
- El tope de precios se basaba en el costo hundido promedio en que incurría la empresa eléctrica por la capacidad de generación.

40

V – Servicios auxiliares y recursos en el lado de la demanda actualmente

41

## Servicios auxiliares

- Los S/A son los servicios necesarios para apoyar la transmisión de energía de los recursos a las cargas, al mismo tiempo que mantienen una operación confiable del sistema de transmisión.
- Los S/A pueden ser proporcionados por el vendedor, si forman parte de un contrato, o pueden provenir de una fuente competidora.
- Algunas tecnologías no pueden prestar S/A (energía eólica) o están limitadas en la cantidad que pueden brindar, si tienden a operarse a plena producción por razones de eficiencia (carbón, nuclear).

42

## Servicios auxiliares en el mercado liberalizado del ERCOT

- La regulación, las reservas responsivas (en giro), las reservas no en giro y las reservas de reemplazo son contratadas el día anterior por el operador independiente del sistema (ISO).
- Las tres primeras pueden ser autotramitadas por los participantes individuales del mercado o bien el ISO las adquiere mediante un proceso de subasta.
- La energía de compensación es contratada por el ISO en tiempo real.

43

## Servicio de regulación (RGS)

- El RGS se utiliza para controlar la producción de potencia de los recursos, en respuesta a las fluctuaciones de frecuencia, con el fin de mantener la frecuencia deseada en el sistema.
- Debe ser capaz de entregar la cantidad total de la capacidad contratada en un período de menos de diez (10) minutos.
- Un proveedor de RGS debe proporcionar el equipo de comunicación para recibir parámetros de control telemedidos enviados por el ISO.
- Debe poder ofrecer una señal de retroalimentación al ISO.

44

## Servicio de reservas responsivas (RRS)

- El RRS consiste en reservas diarias de operación que restauran la frecuencia del sistema al cabo de unos cuantos minutos de haber ocurrido un evento significativo de frecuencia.
- El RRS lo ofrecen los recursos conectados capaces de aumentar hasta el nivel contratado de producción dentro de un período de 10 minutos.
- Puede ser proporcionado por la carga capaz de desconectarse en menos de 10 minutos.
- El vendedor debe proporcionar el equipo de comunicación para recibir parámetros de control telemedidos y enviados por el ISO.

45

## Servicio de reservas no en giro (NSRS)

- El NSRS debe ser brindado en menos de 30 minutos de parte de los recursos en línea sin carga o desde recursos fuera de línea.
- Debe estar en capacidad de operar a un nivel de producción especificado en el contrato durante al menos una hora.
- Igual que el RRS, puede ser proporcionado por las cargas.

El RGS, el RRS y el NSRS están sujetos a pruebas de idoneidad por parte del ISO.

46

## Respuesta de frecuencia (FR)

- La FR es la respuesta de un recurso a la desviación de la frecuencia, con respecto a la frecuencia programada, al cabo de unos cuantos segundos.
- La FR suele ser una obligación para todos los generadores, aunque a veces también es un servicio pagado (p.ej., Nueva Zelanda).
- La FR es de lo más importante en un país pequeño o en una isla para mantener la confiabilidad.
- Un PPA puede incluir requisitos de que se ofrezca la FR. Observen que un recurso que opera a plena producción solo puede brindar una respuesta en la dirección hacia abajo.
- Algunas tecnologías no pueden ofrecer la FR (energía eólica), otras pueden proporcionar una FR excelente (energía hidroeléctrica).

47

VI – Carga como recurso que brinda un servicio auxiliar

48

## Reservas responsivas brindadas por la carga

- Los clientes pueden participar en el mercado de RRS ofreciendo desconectar su carga cuando baje la frecuencia. También pueden ofrecer reservas no en giro y reservas de reemplazo.
- En Texas, la mitad de las RR, o sea, 1150 MW, puede provenir de cargas que actúan como un recurso (LaaR).
- Cuando la frecuencia disminuye por debajo de los 59.7 Hz, las LaaR se activan automáticamente, gracias a unos relés de frecuencia insuficiente.
- Se necesita una medición avanzada y telemetría en tiempo real.

49

## Reservas responsivas brindadas por la carga (continuación)

- También se puede instruir a las LaaR para que se desconecten manualmente cuando ocurra una pérdida repentina en un generador grande.
- En el ERCOT, se han utilizado las LaaR de tres a cuatro veces al año en los últimos años.
- Más de 1800 MW de LaaR son idóneos y están registrados para ofrecer reservas responsivas en el ERCOT.

50

## Contratos con la carga para servicio de emergencia

- El ERCOT opera una subasta trimestral con el objeto de obtener recursos de carga para situaciones serias de emergencia energética.
- La carga contratada puede ser desconectada después que se hayan utilizado todos los demás recursos y antes de que haya una desconexión firme de la carga.
- Se espera que la carga de Emergencia se utilice con una frecuencia no mayor de una vez cada 7 a 10 años.

51

## Garantías de cumplimiento para las cargas que brindan servicios de reserva

- El ERCOT conduce una prueba inicial de idoneidad con una desconexión real para poner a prueba la capacidad de respuesta adecuada de la carga.
- Si una LaaR no puede responder dos veces en un año, queda descalificada y debe volver a solicitar su registro. Además, la Comisión puede imponerle sanciones.
- Si una carga de Emergencia no logra desconectarse después de una instrucción, se le retiene el pago y la carga queda descalificada. La Comisión puede imponer sanciones.

52

## Cómo se logra balancear el mercado

Antes que el ERCOT llegara a ser una zona de control, cada zona de control era responsable de llevar a cabo el equilibrio instantáneo entre la generación y la carga.

53

## Cómo se alcanza el equilibrio de mercado

Hoy, el ERCOT es una zona de control.

- El ISO del ERCOT administra un mercado de subastas de energía de compensación. Los participantes del mercado presentan ofertas y el ERCOT adquiere cada hora la energía de compensación.
- Se exige a los participantes del mercado que presenten ofertas obligatorias de energía de compensación.

54

## VII - Lecciones aprendidas en Texas

55

## Atracción de inversiones

- Cuando se abrió el mercado a la competencia, una gran inquietud fue que las autoridades de regulación lo volvieran atractivo para que se invirtiera en nuestro estado, lo cual hicieron al:
  - No permitir que las compañías de servicios públicos establecidas siguieran construyendo plantas eléctricas
  - Asegurarse de que las compañías eléctricas establecidas no favorecieran a sus filiales al momento de comprar contratos de energía

56

## Atracción de inversiones

- Garantizar el acceso no discriminatorio a la transmisión
- Facilitar las interconexiones
- No exigir un proceso prolongado de aprobación para los nuevos participantes
- Reconocer la necesidad de certeza regulatoria
- Esforzarse por establecer reglas que permitan la recuperación justa de los costos de inversión para los productores eficientes – pero sin proteger las inversiones ineficientes

57

## Facilitar la competencia

- En un mercado liberalizado, la competencia es la mejor protección de los clientes y el mejor seguro contra los precios indebidamente elevados. Para facilitar la competencia:
  - Eliminar las barreras de entrada, de manera que puedan ingresar muchos proveedores al mercado;
  - Ningún proveedor debiera volverse tan grande que el mercado no pueda equilibrarse sin su poder;
  - Si un proveedor grande está en capacidad de influir en los precios, imponer mitigación de precios únicamente a este proveedor;
  - Si se aplica una herramienta de mitigación de precios a todos los proveedores, tal como un tope de precios, asegurarse de que sea lo suficientemente elevada para que no interfiera con la necesidad de fijar precios de escasez.

58