



PLANTA EÓLICA TEJONA

RESUMEN

UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

Ubicación: Tilarán de Guanacaste

Descripción: Este proyecto consiste en la generación de energía, por medio de la instalación de 30 turbinas eólicas de 660 KW marca Vestas, potencial nominal 20 MW, con una generación anual aproximada de 115 GWh.

Objetivo general: Aportar 20 MW de energía al Sistema Nacional Interconectado.

Etapas actual: Operación comercial de 30 turbinas.

Duración del proyecto: El 11/02/02 se definió como fecha de entrada en operación comercial de las turbinas 1 a 18 y el 01/06/02 de las unidades 19 a 30. El contrato de operación y mantenimiento concluye en el 2007.

Fuente de financiamiento: Donación de la GEF (Convenio de donación ATN/GT-4420-CR) para los equipos de subestación y recursos ICE para el arrendamiento y las cuotas de operación de la planta.

Situación actual del proyecto:

a. **Avance de obras:**

Construcción obras ICE	Progr.	Real
Avance general	100 %	100 %
Edificio de control	100 %	100 %
Instalaciones provisionales	100 %	100 %
Diseño	100 %	100 %
Construcción camino principal	100 %	100 %
Montaje de turbinas	100 %	100 %

b. **Actividades realizadas:**

Construcción:

- La parte constructiva del P.E. Tejona se encuentra totalmente finalizada. Contablemente, a partir de noviembre del 2002 se ha procedido a realizar la capitalización de las obras (terrenos, caminos, turbinas eólicas, edificio de control
-



y obras transitorias)

Contrato:

- Está pendiente la emisión del Certificado de Prueba Operacional del equipo, lo cual se hará antes del 30 de julio del 2003.
- Está pendiente de ejecución lo correspondiente a los servicios de operación y mantenimiento y arrendamiento que concluirá en el 2007.

c. Licitaciones:

6654- Equipos Tejona: Equipos recibidos.

6722-E Equipo para Subestación Tejona: Equipos recibidos.



P. E. TEJONA - INFORME

ANTECEDENTES:

La energía del viento, conocida como la energía eólica, es un recurso energético renovable propio, que en el caso de Costa Rica cuenta con un potencial significativo y que el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha venido estudiando con detalle desde inicios de la década de los 80.

La producción de energía eléctrica en Costa Rica se ha basado en la utilización de recursos hídricos con un complemento de energía térmica producto de la utilización de combustibles fósiles (diesel y bunker). Esta energía térmica ha venido a suplir la falta de disponibilidad de generación hidroeléctrica durante los períodos de alta demanda, los meses secos de verano y cuando se ha requerido sacar de operación alguna planta hidroeléctrica para su mantenimiento programado o imprevisto.

Al compararse la distribución de la demanda de electricidad, tanto diaria como anual, con la distribución del viento en Tejona, se pudo concluir que la generación eólica de electricidad podría, en gran medida, suplir parcialmente esta demanda de energía.

El recurso eólico en esa zona es mayor durante los meses secos, que es precisamente cuando el caudal de los ríos está más bajo, disminuyendo la generación hidroeléctrica y aumentando la utilización de los recursos térmicos importados para la generación de electricidad.

Es así como se espera que, en cierta medida, la generación eólica llegue a ser complementaria al sustituir parte de la térmica, dando lugar a beneficios económicos y ambientales para el país.

Además de lo anterior, los estudios hechos confirmaron aspectos muy favorables para el desarrollo de un proyecto eólico entre los que vale la pena destacar los siguientes:

- El recurso eólico existente es excepcional, con una velocidad promedio anual superior a los 11 m/s (40km/h) y con velocidades capaces de producir energía alrededor de 8000 horas al año (90% del tiempo).
- El uso de la tierra, básicamente en ganadería, es compatible con el desarrollo de una planta de este tipo.
- La planta estará próxima a las instalaciones de transmisión de energía asociadas a las plantas que componen el Complejo Hidroeléctrico Arenal – Corobicí (Planta Miguel Dengo) - Sandillal, por lo que su interconexión será relativamente sencilla.



- Su operación evitará la emisión de aproximadamente 800 mil toneladas métricas de CO₂ durante el período de vida útil de la planta.

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La Planta Eólica Tejona (P. E. Tejona), de 19.8 MW, está ubicada a unos 8 km de la ciudad de Tilarán, Guanacaste. Su ubicación administrativa se enmarca en el distrito 4° Santa Rosa del cantón de Tilarán, Provincia de Guanacaste.

Consiste en una instalación de 30 turbinas eólicas modelo VESTAS V42-660 en una fila montañosa al oeste del Embalse Arenal, conocidas como Fila Montecristo.

Para la construcción de la planta se destinaron dos fincas con un total aproximado de 47 hectáreas, que comprenden la parte alta de la Fila Montecristo con 39 hectáreas, y parte de la Fila Altamira con 8 hectáreas. El ICE es el propietario de estos terrenos y tiene todos los derechos sobre ellos. Los vecinos de las fincas adyacentes tienen derechos de paso para movilizar ganado entre sus respectivas propiedades y la calle pública.

Como resultado de la microlocalización de las turbinas, la planta se instaló únicamente en la fila Montecristo, por lo que la fila Altamira podrá utilizarse en una próxima ampliación de la planta.

La generación neta anual esperada es del orden de los 100 GWh, energía suficiente para abastecer las necesidades de unas 25000 familias de consumo medio durante todo un año.

Las turbinas están conectadas por medio de cables a transformadores de pedestal (pad-mounted), donde el voltaje será incrementado a 34.5 kV. Las líneas de 34.5 kV se juntan y se llevan bajo tierra a la Subestación Tejona. De la Subestación Tejona sale una línea de transmisión aérea, la cual está conectada a la Subestación Arenal, que se encuentra a 7 km del sitio del proyecto.

La construcción de la Planta se basó en la ejecución de las siguientes obras principales:

OBRAS CIVILES:

- Caminos de acceso al área del proyecto.
 - Caminos de acceso al sitio de ubicación de cada una de las turbinas.
 - Fundaciones de las turbinas y transformadores.
 - Centro de control.
 - Obras complementarias (evacuación de aguas pluviales, canalizaciones para cableado eléctrico, etc.)
-



MONTAJE DE EQUIPO EÓLICO (TORRES, GENERADORES, ASPAS) Y ELÉCTRICO (TRANSFORMADORES, CABLEADO, MALLA TIERRA, ETC.)

La inversión del ICE en compra de equipos, construcción y montaje fue del orden de los \$10 millones.

OBRAS DE INTERCONEXIÓN:

La construcción de las obras civiles y el montaje del equipo de subestaciones fue realizado por el ICE.

Para efectos del ICE, las obras financiadas con fondos del GEF fueron identificadas como **S.T. Arenal - Amp. # 5 - 230 KV, S.T. Tanque - 34.5 KV y S.T. Tejona - 34.5.**

ESQUEMA DE EJECUCIÓN

El estudio de factibilidad del proyecto fue finalizado en el año de 1993. Inicialmente el proyecto se financiaría con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el marco del Programa Desarrollo Eléctrico III.

En el año 1995 el proyecto estaba listo para su ejecución y contaba con el permiso ambiental, los derechos de paso, la propiedad de la tierra y los carteles de licitación, sin embargo conforme se avanzó en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, se presentaron algunos obstáculos para su ejecución, básicamente macroeconómicos que afectaron al país y que motivaron al Gobierno central a limitar el gasto y la inversión institucional, lo que causó que el proyecto se atrasara y finalmente se suspendiera. De aquí en adelante se inició un proceso de búsqueda de un esquema de ejecución alternativo para el desarrollo del mismo.

Este esquema de ejecución debería tener como principales objetivos los siguientes:

1. No generar deuda al ICE y promover la inversión privada.
2. Reducir el nivel de inversión inicial.
3. Ayudar a mantener la factibilidad económica del proyecto.
4. Ser compatible con la legislación nacional.
5. Ser interesante para los potenciales participantes.



6. Permitir aprovechar los fondos asignados por la Global Environment Facility dentro del Programa Desarrollo Eléctrico III y para el fortalecimiento de la infraestructura de interconexión de la zona.
7. Sacar provecho del tratamiento fiscal del Programa Desarrollo Eléctrico III.

Después de evaluar varias alternativas el Consejo Directivo del ICE, en la Sesión No. 4924 del 2 de diciembre de 1997 autoriza a la Administración –dadas las grandes ventajas que presentaba la ejecución de este proyecto-- a desarrollar el proyecto bajo un esquema de arrendamiento.

Así, después de definir el esquema de ejecución, se publica en La Gaceta No. 61 del 29 de marzo de 1999 la invitación internacional para participar en la licitación No. 6654– E “*Suministro de equipos y servicios de operación y mantenimiento para la Planta Eólica Tejona*”, cuyo objetivo buscaba la escogencia del contratista que supliría la totalidad de los equipos de la planta y los servicios de operación y mantenimiento por un período de 5 años.

Del esquema seleccionado, se dispuso que de la capacidad total de producción (20 MW), una parte de los equipos, cuya generación alcanza los 5 MW, será comprada por el ICE y los restantes 15 MW, se obtendrán bajo un esquema de alquiler con opción de compra, definiéndose además que el contratista brindará los servicios de operación y mantenimiento de todos los equipos suplidos (generación y control de los 20 MW) durante el período señalado.

En el cartel se establecieron condiciones rigurosas a cumplir por los equipos que se solicitan –principalmente por las condiciones tan especiales de la zona en lo que a viento se refiere— por lo que además de las exigencias de calidad, se requirió que el mismo contara con un registro de operación tal que permitiera evaluar su funcionamiento y que presentara además, un diseño particular ajustado para las condiciones propias del sitio.

También –vía cartel, dado que existen a nivel mundial organizaciones que apoyan el desarrollo de proyectos ambientales de esta naturaleza-- se invitó a los oferentes a gestionar y ofrecer un esquema de donación como parte de su oferta, para asegurar la factibilidad financiera y comercial de la propuesta y del proyecto, ofrecimiento que no era requisito indispensable para presentar la oferta o resultar adjudicatario.

La licitación N° 6654 – E fue adjudicada a la empresa holandesa N. V. EDON Groep quien ofreció una donación de aproximadamente \$4.5 millones (NLG 9 569 916,00) en el marco del Programa de Proyectos Piloto de Implementación Conjunta. Sobre esta donación se detallará más adelante en este documento.

El contrato entre ICE y EDON se firmó el 19 de julio del 2000 y fue refrendado por la Contraloría General de la República el día 28 de noviembre del 2000.

.....



La Orden de Inicio de los Trabajos fue remitida al contratista el 29 de enero del 2001.

El esquema de suministro de equipo y servicios de operación y mantenimiento de la planta eólica tiene tres componentes principales:

Compra de equipo: el ICE adquirirá el 25 % de los generadores eólicos a instalar en el sitio, en este caso 8 turbinas, así como todo el equipo auxiliar de la planta necesario para una operación segura de la misma. Estos equipos tuvieron un costo de US\$ 6 532 498 y para la adquisición de estos equipos se utilizaron recursos propios del ICE y \$4000000 de la donación del gobierno holandés.

Arrendamiento de equipo: el ICE arrendará, con opción de compra, por un período de cinco años el 75% de los generadores eólicos, en este caso 22 turbinas. Al final del período de arrendamiento el ICE tendrá la opción de ejecutar la opción de compra y adquirir los equipos, o bien devolverlos al Contratista para que los retire del sitio. La cuota de arrendamiento es de US\$ 636 056 trimestrales y la opción de compra es de US\$ 3 015 382. Tanto las cuotas de arrendamiento como el pago de la opción de compra, si se ejecuta, se realizará con fondos ICE.

Operación y mantenimiento: el Contratista estará a cargo de la operación y mantenimiento de la planta completa por un período de cinco años. La cuota trimestral de operación y mantenimiento tiene dos componentes, un componente externo de US\$ 108 510 y un componente local de \$6 204 695. Ambos componentes serán pagados con fondos ICE.

Los equipos para las Subestaciones Arenal y Tejona fueron adquiridos por medio de los fondos del GEF (US\$ 3 300 000), fondos administrados por el BID.

Características del equipo

Dadas las condiciones extremas a que estará sujeto el equipo en el campo eólico de Tejona, se solicitó un diseño especial de la máquina a instalar.

El equipo fue suministrado por la empresa danesa Vestas, líder en la fabricación de generadores eólicos. A lo largo de todo el mundo ha suplido alrededor de 9,800 turbinas desde el año 1979, existiendo una capacidad instalada de aproximadamente 2,285 MW, proponiéndose el modelo V47 – 660 kW.

Posterior a la adjudicación, se hizo un estudio detallado del régimen de viento, resultando que, como consecuencia del alto grado de exigencia del viento en la zona, se redujo el diámetro del rotor y en el sitio se instaló el modelo V42 – 660 kW.

.....



El contratista garantiza que las turbinas tienen un **factor de disponibilidad**¹ de 95%, es decir, que están prestas a generar electricidad más del 95% del tiempo. Los registros de otros proyectos indican que las máquinas Vestas no sólo cuentan con disponibilidad superior al 95%, sino que además requieren revisiones de mantenimiento tan solo una vez cada seis meses.

La **calidad de la energía** entregada es un parámetro importante a considerar porque se refiere a la estabilidad de voltaje de la potencia que las turbinas eólicas entregan a la red y a la necesidad de no producir “ruidos eléctricos” en la red, tales como “flicker” y distorsión armónica.

El modelo Vestas a utilizar cuenta con una característica propia del generador conocida como OptiSlip. El OptiSlip es el sistema de control computarizado que constantemente regula las aspas de manera que siempre se encuentren posicionadas al ángulo óptimo de paso (“pitch”) para las condiciones de viento prevalecientes.

Este sistema permite tanto al rotor como al generador variar su velocidad rotacional hasta un 10% en producción de potencia nominal durante violentas ráfagas de viento, incrementando así la calidad de la electricidad producida. Con este sistema se asegura que la potencia continua nunca excede los límites, es decir, no se genera ninguna sobreproducción o picos de potencia. Por otro lado, la salida estable de potencia disminuye el costo del equipo accesorio, tales como transformadores y equipo de conmutación al conectar las turbinas a la red a la vez que disminuye el desgaste y el estrés sobre las turbinas.

APORTE FINANCIERO DEL PROGRAMA DE PROYECTOS DE IMPLEMENTACION CONJUNTA (PPP – JI) DE LOS PAISES BAJOS PARA LA PLANTA EOLICA TEJONA

El Proyecto Eólico Tejona se ha beneficiado con un aporte financiero por parte del PPP – JI. Este programa constituye una de las maneras con las cuales los Países Bajos dan cumplimiento a los acuerdos internacionales en el marco de la Convención sobre el Cambio Climático debido a que la ejecución del proyecto tiene como resultado una reducción importante de emisiones de CO₂ por lo que la empresa N. V. EDON Groep presentó una propuesta a la DGIS, agencia ejecutora del Gobierno de los Países Bajos para el PPP – JI, para la aplicación de fondos del programa a este proyecto.

Para estos efectos, a mediados del 2001 se firmó la carta de entendimiento entre el Gobierno de Holanda, representado en esta oportunidad por el Embajador Real de los Países Bajos y el Gobierno de Costa Rica, representado por la Sra. Vicepresidenta

¹ Disponibilidad: (horas de la turbina en modo de operación / horas de la red en modo de operación) * 100

.....



Elizabeth Odio B. Actuó como testigo de honor el Ing. Pablo Cob S. Presidente Ejecutivo del ICE.

En esta carta de entendimiento se definieron los términos de la cooperación. Anteriormente, en diciembre del 2000, se había firmado el contrato entre el ICE y el NIO Bank de Holanda, administrador de los fondos concedidos.

En principio se trata concretamente de ir acumulando experiencia en la colaboración entre países industrializados y países en vías de desarrollo, teniendo como meta disminuir las emisiones de gases de invernadero, mediante ejecución de proyectos conjuntos en países en vías de desarrollo.

Los criterios principales al respecto son que:

- el proyecto debe contribuir fehacientemente con la reducción de emisiones de gases de invernadero;
- el país industrializado debe efectuar una transferencia tecnológica ambiental al país en vías de desarrollo, tanto por la entrega de hardware como por la vía del entrenamiento y del aporte en capacitación;
- el proyecto no puede desarrollarse sin la contribución del PPP-JI (adicionalidad financiera);
- el proyecto debe ser congruente con los objetivos nacionales de desarrollo del país receptor, y
- el proyecto debe dar una contribución a los instrumentos flexibles, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio ("Clean Development Mechanism") en el marco de la política ambiental.

El objetivo a largo plazo del aporte financiero es contribuir al suministro de electricidad de manera sostenible por medio del desarrollo de energía no contaminante en todo el mundo.

Mediante el desarrollo del P. E. Tejona se evita expulsión de CO₂ a raíz de la utilización de combustibles fósiles. La reducción pronosticada de emisión de CO₂- en relación con la línea de base implica un total de 800,000 toneladas en un período de veinte años (2001 – 2021).

El aporte financiero obtenido a través del PPP – IC están aplicando en las siguientes actividades:

Fase 1: Coordinación y administración del Proyecto:

.....



Consiste en la administración de las distintas fases incluidas como parte de los proyectos de donación. Incluye la elaboración y presentación conjunta de reportes al Gobierno de Holanda y la administración de los distintos subcontratos de cada proyecto.

Fase 2: Estudio ambiental:

Este estudio pretende asegurar que los aspectos relacionados con seguridad, ruido, impacto visual e impacto sobre flora y fauna de la región fueron considerados para el desarrollo del P. E. Tejona.

Fase 3: Transferencia de tecnología – Implementación:

Consiste en la aplicación de fondos para la compra de 8 turbinas (5 MW) y el equipo auxiliar de la planta.

Al respecto la compra de 8 turbinas y el equipo auxiliar hubiera significado para el ICE una erogación de \$6,532,498 y que deberían haber sido cubiertos con sus propios recursos. Con la ayuda del aporte financiero del PPP – IC, \$4,000,000 aproximadamente fueron utilizados para financiar esta compra lo que significó que el ICE utilizó de sus recursos únicamente un monto aproximado a los \$2.5 millones.

Fase 4: Estudio sobre el nivel de penetración de la energía eólica en el sistema:

Con este estudio se pretende determinar los posibles efectos de aumentar la capacidad de energía eólica en la red eléctrica nacional y definir la máxima cantidad de energía que puede ser absorbida por el sistema en condiciones actuales y las modificaciones que deben ser hechas para aumentarla. El resultado de este estudio se espera que fortalezca la intención del ICE y la necesidad del país por desarrollar más plantas que utilicen energía eólica.

Fase 5: Centro de entrenamiento en energía renovable:

Consiste en la creación de un programa permanente de entrenamiento, conjuntamente con el ICE y el Instituto Tecnológico de Costa Rica para formar recursos capacitados para operar y mantener equipos utilizados para producir energía. Comprende también la instalación de un campo demostrativo de la utilización de fuentes de energía renovable.

Fase 6: Curso de energía eólica:

.....



Comprende el diseño, desarrollo y ejecución en Costa Rica de un curso anual de energía eólica, uno en el año 2001 (impartido en febrero del 2001) y otro en el 2002 el cual se tiene previsto para noviembre o diciembre. De igual manera contempla la participación de un profesional del ICE en el Curso Internacional de Implementación de Energía Eólica en Holanda durante las ediciones de los años 2001 y 2002. En el año 2001 participaron un profesional de la UEN PySA y de la UEN Producción y en el 2002 participó un profesional de la UEN CENPE.

Fase 7: Estudio AIJ/CDM y estudio piloto sobre certificados verdes:

Consiste en realizar un estudio que permita dar seguimiento a la aplicación de los fondos de donación y la verificación de que su aplicación cumplió con los objetivos. El estudio también pretende servir de base para el ingreso a la etapa de Mecanismo de Desarrollo Limpio. Dentro de esta fase se organizó un Taller y un Seminario CDM, efectuado en junio del 2002, así como la elaboración de un video que servirá para divulgar los logros obtenidos mediante la donación de los fondos.

Fase 8: Informe final:

Consiste en la elaboración y presentación del informe final del proyecto de donación y que deberá ser presentado al Gobierno de Holanda y a su Ministerio de Cooperación.



FOTOGRAFÍAS:



.....