

DUKE Energy  
Central Termoeléctrica Egenor  
Planta Piuria – Perú



Combustible: Bunker

Equipo/Tipo: Turbina

Prueba: Control de Emisiones, Eficiencia y  
Mantenimiento

---

**Xp Lab, Inc.**

946 Hawthorn St. San Diego, CA 92101  
Tel. (619) 233-3111 Fax: (619)233-3112  
[Xp3@xplab.com](mailto:Xp3@xplab.com) <http://www.xp3.com>

## OBJETIVO

El objetivo de esta prueba fue aprobar el cambio de diésel 2 por residual aditivado con Xp3 y Xp3M, este último para el tratamiento del azufre y vanadio en el Turbogenerador. Este proceso de cambio en el tipo de petróleo implica riesgos, por la menor calidad del combustible residual y la presencia de azufre y vanadio, elementos químicos que al quemarse a altas temperaturas, ocasiona corrosión acelerada dañando las partes del generador.

Para este estudio, de acuerdo al Procedimiento 17 del COES, la potencia efectiva de una unidad termoeléctrica, es la potencia continua entregada por la unidad, correspondiente a bornes de generación (antes de servicios auxiliares), cuando opera a condiciones de potencia efectiva y a máxima carga.

## ALCANCES

En esta prueba se siguió el proceso en el siguiente orden de actividades:

- I. Elaboración del plan de trabajo, previa visita técnica en el que se tomó en cuenta las condiciones de trabajo del generador y su almacenamiento de combustible. Se analizó el esquema de trayectoria del combustible para determinar el punto ideal de aditivación.
- II. Ejecución de la prueba, con la auditoria de COES- SINAC y la supervisión del estudio de potencia por CENERGIA, respetando las normas técnicas internacionales. Esta evaluación es más específica mediante cálculo y determinación de la potencia efectiva de la unidad de generación de acuerdo a los alcances que se especifican en el Procedimiento PR-17 del COES SINAC; determinando la curva de rendimiento de la unidad de generación basado en ajustes matemáticos derivados de las mediciones efectuadas a las siguientes condiciones de carga nominales: vacío, 25%, 50%, 75% y 100%.
- III. Comparación visual de característica de desgaste de partes metálicas a través de imágenes fotográficas, tomando en cuenta las características técnicas del combustible en base a ensayos en laboratorio.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA UNIDAD TÉRMICA

EGENOR es una empresa de generación eléctrica que forma parte integrante del Sistema Interconectado Nacional. Actualmente dispone de seis centrales termoeléctricas y dos centrales hidroeléctricas. La turbina a gas de Piura, materia del presente estudio, se encuentra instalada dentro del área que ocupa la Central Térmica de Piura. El generador donde se realizó la prueba es un generador GE, tipo S634A de 28750 KVA.

---

### **Xp Lab, Inc.**

946 Hawthorn St. San Diego, CA 92101  
Tel. (619) 233-3111 Fax: (619)233-3112  
[Xp3@xplab.com](mailto:Xp3@xplab.com) <http://www.xp3.com>

## RESULTADOS

### Emisiones:

Se comprobó que el cambio de combustible diésel sin aditivación a residual # 6 con Xp3, genero mínimos cambios en las emisiones y estos se mantuvieron muy por debajo de los límites recomendados. El cuadro que sigue muestra los resultados de dos periodos previos al cambio a residual con Xp3 y los de periodos posteriores cuando ya se usó normalmente Xp3 en el residual.

Parámetros	26-Oct-04	26-Oct-04	9-Mar-05	17-Jun-05	26-Oct-05	Recomendación
T° de humos (°C)	413	412	280	460	440	--
CO2 (%)	6.8	6.7	1.9	0	1.8	> 0
CO (ppm)	10	27	25	15	16	< 100
NOx (mg/m3)	47.6	39	55.35	73.8	66.1	< 460 (*)
SO2 (mg/m3)	0	0	179.6	128.3	125.3	< 2000(*)
T° amb. (°C)	32	31	36	40	38	--

(\*) Nota: IFC/BM Corporación de Finanzas Internacional del Banco Mundial. General Environmental Guidelines (01-07-98).

### Prueba de Potencia Efectiva:

unidad	Potencia Ensayo(*)	Potencia ISO	Potencia Efectiva	Potencia Auxiliares	Desviación %
turbina a gas	20 203,0	23 57,1	20 950,7	68,0	1,15

(\*) Los ensayos en la unidad fueron realizados el día 9 de marzo del 2005.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre a la precisión del registrador de potencia (0,2), se obtiene como resultado definitivo para potencia efectiva de la unidad el siguiente resultado:

Potencia efectiva de la turbina a gas de Piura: 20 950,7 KW +/- 41,9 KW

### Prueba de rendimiento:

Valores Relacionados a la Prueba de Rendimiento de la Turbina de Gas							
Unidad	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico Combustible gr/kWh	Consumo específico Calor - HR kcal/kWh	Eficiencia (%)
	%	kW					
Turbina de Gas	0	0,00	800,17	0,00	--	--	0,00
	25	5 237,68	1 083,00	4,84	722,37	7 158,60	12,01
	50	10 475,37	1 365,84	7,67	455,51	4 541,06	19,05
	75	15 713,05	1 648,67	9,53	366,56	3 632,55	23,67
	100	20 950,73	1 931,51	10,85	322,08	3 191,79	26,94

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre a la precisión del registrador de potencia (0,2), se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento de la unidad el siguiente resultado: Rendimiento de la Turbina a gas de Piura: 10,85 kWh/gal +/- 0,043 kWh/gal

## Xp Lab, Inc.

946 Hawthorn St. San Diego, CA 92101  
 Tel. (619) 233-3111 Fax: (619)233-3112  
[Xp3@xplab.com](mailto:Xp3@xplab.com) <http://www.xp3.com>

## Inspección ocular:

De las inspección ocular (muestras fotográficas) se distingue claramente que la formación de in-quemados es mínima, casi imperceptible en cantidad y coloración de cenizas, condición que fue determinante para la empresa continuará usando el combustible residual tratado con Xp3 y Xp3 M.

Las comparaciones se pueden ver en las imágenes fotográficas que fueron tomadas en la situación anterior y luego la posterior a la aplicación del mejorador Xp3 y Xp3M.

Este resultado contundente es verificado en los periodos de limpieza del equipo térmico, del cual se Eleva registro fotográfico para comparar estos resultados con anteriores periodos de mantenimiento.



---

## **Xp Lab, Inc.**

946 Hawthorn St. San Diego, CA 92101  
Tel. (619) 233-3111 Fax: (619)233-3112  
[Xp3@xplab.com](mailto:Xp3@xplab.com) <http://www.xp3.com>

Imagen: TOBERA 15 Diciembre 2005



---

## **Xp Lab, Inc.**

946 Hawthorn St. San Diego, CA 92101  
Tel. (619) 233-3111 Fax: (619)233-3112  
[Xp3@xplab.com](mailto:Xp3@xplab.com) <http://www.xp3.com>

# CASO PRACTICO



Imagen: INTERIOR TURBINA 20 Octubre 2004

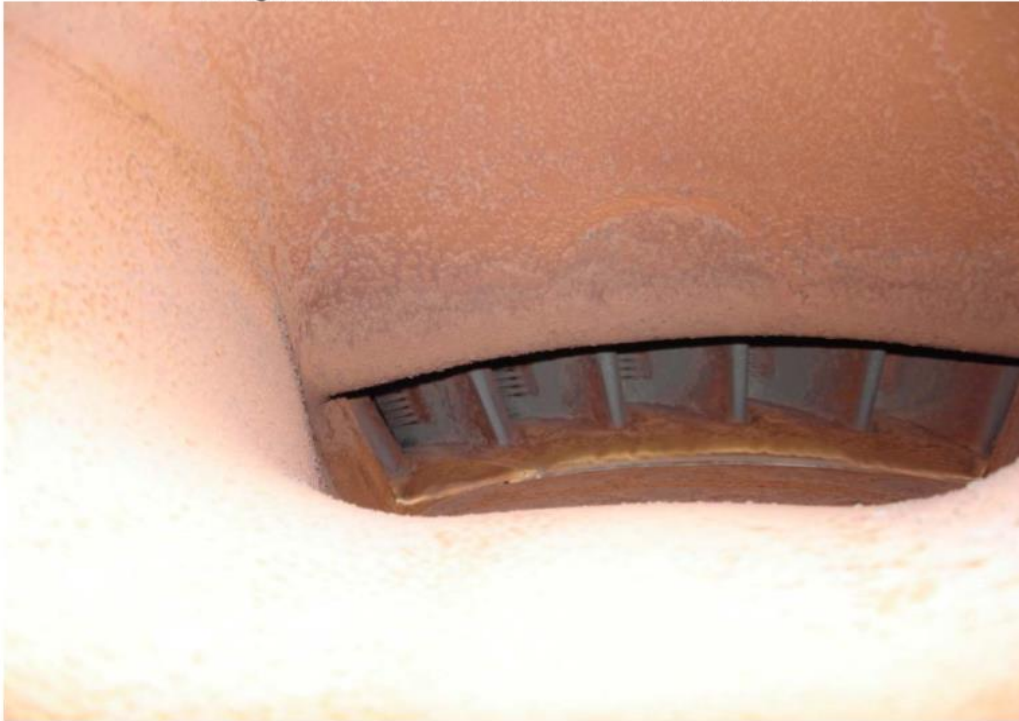


Imagen: INTERIOR TURBINA 15 Diciembre 2005



---

## **Xp Lab, Inc.**

946 Hawthorn St. San Diego, CA 92101  
Tel. (619) 233-3111 Fax: (619)233-3112  
[Xp3@xplab.com](mailto:Xp3@xplab.com) <http://www.xp3.com>