

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS  
CENTRO DE ESTUDIOS DE ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE  
GESTION TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGIA**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EFECTUAR LA PRUEBA DE LA  
NECESIDAD**

## **INTRODUCCION**

La Prueba de la Necesidad constituye el primer paso para implantar un sistema de gestión total por la eficiencia energética en la entidad. De los resultados de esta prueba depende que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación y dedicar recursos materiales y humanos a esta actividad.

La metodología que se presenta sirve de guía para alcanzar los objetivos planteados en esta etapa y confeccionar el informe que debe presentarse a la alta dirección de la entidad.

La prueba de la necesidad, en sí, constituye un resultado importante, al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la entidad en el ámbito general.

En el orden práctico, sus resultados permiten la planificación objetiva de los índices de consumo, la modelación de los comportamientos históricos, y la cuantificación de la influencia de diferentes factores globales en los consumos, costos energéticos y gastos totales de la entidad, aspectos todos que se usan en las etapas subsiguientes de la implantación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.

## **OBJETIVOS**

- Caracterizar el estado de eficiencia energética y de impacto ambiental de la entidad.
- Determinar potenciales globales de disminución de consumos, costos energéticos e impactos ambientales en la entidad.
- Determinar la necesidad de la entidad de implantar un sistema de gestión total eficiente de la energía.

## **ACTIVIDADES**

- Recopilación de información y datos
- Diagnóstico de recorrido en las instalaciones de la entidad

- Entrevistas a dirigentes, técnicos, operadores y obreros de la entidad.
- Procesamiento de la información
- Elaboración del Informe Final de la Prueba de la Necesidad.

## **HERRAMIENTAS**

- Hojas de Cálculo
- Diagnóstico de Recorrido
- Gráficos de Control
- Gráficos de Dispersión
- Correlaciones
- Selección Ponderada
- Gráfico de Tendencias, Método CUSUM)
- Listas de chequeo

## **RESULTADOS ESPERADOS**

- Determinar la influencia del gasto en energéticos en los gastos totales.
- Demostrar si la entidad gasta más energía de la que debiera gastar.
- Identificar los principales potenciales de reducción de los consumos y de los gastos energéticos aprovechables en forma rentable.
- Determinar si existen potenciales de reducción de los costos energéticos en el sistema de administración de la energía.
- Identificar los riesgos e impactos ambientales más generales que existen en la entidad por manejo de energía y los potenciales de su disminución.

## **DATOS NECESARIOS**

**Los datos siguientes corresponden a valores mensuales del año en curso y de los dos años anteriores a éste.**

- Gastos totales de la entidad por partidas principales, en MLC y MN.
- Consumo energético por portadores y consumo total equivalente. En el caso de la electricidad, tarifa eléctrica contratada, desglosar en caso que corresponda el consumo y la demanda máxima en día, pico y madrugada.

- Indicadores de producción o nivel de actividad generales de la entidad y por áreas.
- Gastos por portadores energéticos. En el caso de la electricidad, además del gasto total, desglosar el gasto de acuerdo a la tarifa, en los casos que corresponda, por los conceptos de: consumo en día, pico y madrugada, demanda máxima contratada, demanda máxima real, penalización o bonificación por factor de potencia.
- Indices de consumo, de eficiencia y económico-energéticos que se controlan en la entidad.
- Valores de diseño, normativos, nacionales e internacionales de los índices principales que controla la entidad.

## **METODOLOGIA**

### **1. Influencia del gasto energético en el costo de producción**

1.1 . Realizar la estructura general de gastos anuales por partidas en MN y en MLC.

1.2. Realizar la estructura de consumo anual en toneladas de combustible convencional de la entidad por portadores energéticos.

1.3. Realizar la estructura de costos por portadores energéticos de la entidad.

1.4. Realizar gráficos de control de:

1.4.1 Gastos Energéticos mensuales.

1.4.2 Factura total de electricidad

1.4.2.1 Factura pagada en horario pico mensual

1.4.2.2 Factura pagada por demanda máxima mensual

1.4.2.3 Factura pagada o bonificación recibida por factor de potencia mensual

1.5. Realizar gráfico de tendencia de los gastos totales y de los gastos energéticos de la entidad. Utilizar como referencia años 1 y 2 y plotear año actual.

1.6. Realizar gráfico (dispersión) de gastos totales y gastos en energéticos en función de los niveles de actividad. Determinar tendencia del comportamiento de ambos respecto a los niveles de actividad.

## 2. Análisis del comportamiento de los índices de consumo, de eficiencia y económico-energéticos que se utilizan hoy en la Entidad.

Índice	Valor del índice								Nivel				Uso	Observaciones
	Real Año1	Real Año2	Real Año Actual	Planificado	Normativo.	Diseño.	Nac.	Internac.	Emp.	Unid.	Area.	Eq.		

Los índices más comunes son:

### Índices de consumo:

- Energía total o por portador consumida/Producción o nivel de actividad
- Energía total o por portador consumida/área construida

### Índices de Eficiencia:

- Energía que debe consumirse o necesaria/ Energía real consumida

### Índices Económico-Energéticos:

- Gastos Energéticos Totales o por Portador/Gastos Totales de la Entidad
- Costo de la Energía Total consumida/Valor de la Producción Total Realizada
- Energía total o por portador consumida/nivel de actividad
- Energía Total Consumida/Valor de la Producción Total Realizada
- Costo de la Energía Total consumida / Horas Totales Productivas

## 3. Determinación de los sobreconsumos y potencial de ahorro posible de los índices censados

Índice	Tipo			Sobreconsumo actual con respecto a:				Nivel				Potencial	Observaciones
	Efic	Cons	Econ	Diseño	Normativo.	Nac	Intern.	Emp.	Unid	Area	Eq		

## 4. Realización de los gráficos de control de los índices globales principales

Se toman los valores históricos mensuales del año1, año 2 y año actual.

## 5. Curvas de Comportamiento Energético al nivel de Entidad

No	Tipo de Curva	Periodos a Graficar	Eje Y	Eje X	Parámetros A Graficar
1	Curva E,P-Mes	Año 1, Año 2, Año Actual	Consumo (E) y Producción (P)	Meses	Consumo Total Equivalente y P.vs.Mes Consumo por portador principal y P.v.s. Mes
2	Curva E-P	Año 1, Año 2, Año Actual	Consumo (E)	Producción (P)	Consumo Total Equiv. vs Producción Consumo por portador principal v.s. P.
3	Gráfico de Control	Año 1 y 2 y el actual	Consumo, Producción	Meses	Valor Medio y Real del Consumo y de la Producción vs. Meses
4	Gráfico IC-P	Año 1, Año 2	Indice de Consumo ó Consumo Especifico (IC= E/P)	Producción (P)	Consumo Especifico vs. Producción, usando los datos de los años 1 y 2. Se plotea el actual sobre la gráfica obtenida.
5	Gráfico de Tendencia del consumo de energía (CUSUM)	Año actual	Suma acumulativa	Meses	Suma acumulativa de las desviaciones del consumo con respecto a la ecuación ajustada de los años 1 y 2 con respecto al valor real actual.

## 6. Determinación de factores que inciden en el consumo y los costos energéticos.

6.1 Identificación de factores: Realizar con los especialistas un proceso de selección ponderada para determinar los factores generales que más influyen al nivel de entidad sobre los consumos y costos energéticos. Los factores que se listen deben cumplir los siguientes requisitos: tener valor cuantitativo o cualitativo bien determinado, haber sido contabilizados y registrados mensualmente junto a los consumos, correlacionar con los valores de consumo de energéticos correspondientes o con su variación.

Ejemplos de factores generales influyentes en el consumo energético al nivel de entidad:

- Nivel de producción o de actividad.
- Estructura de la producción o de los servicios prestados.
- Temperatura ambiente
- Cantidad de interrupciones.
- Tiempo de paradas mensual (o eficiencia operacional).

- Cantidad de rechazos de la producción.
- Tipo de materia prima.
- Horarios de trabajo de equipos y procesos (en el caso de tarifas eléctricas con costos diferentes de acuerdo al horario)
- Tipo de combustible (cambios en el valor calórico, composición etc.)

6.2. Análisis de correlación: Realizar un diagrama de dispersión del consumo de portadores energéticos con cada uno de estos factores para determinar si existe correlación y de que tipo. Pueden usarse las herramientas de cualquier programa utilitario, por ejemplo, Excel del Microsoft Office. En caso de existir más de un portador energético principal en la entidad, realizar esta correlación para el consumo total equivalente y para cada portador por separado.

6.3. Análisis de influencias: Trazar las curvas de comportamiento del consumo específico de portadores energéticos con los factores que hallan correlacionado.

## 7. Diagnóstico al sistema de dirección y control.

Responder a las siguientes preguntas:

Pregunta	SI	NO
1. ¿Está definido en qué grado influyen los costos energéticos en los costos totales?		
2. ¿Está definido el peso que tiene cada portador energético en el consumo y en el costo total de la energía (estructura de consumo y de costos energéticos)?		
3. ¿Existe un sistema de monitoreo y control de la eficiencia?		
4. ¿Está basado el sistema de monitoreo y control de la eficiencia energética en índices de eficiencia, consumo y economía energética?		
5. ¿Están identificados las áreas y equipos que más influyen en el consumo de energía (puestos claves)?		
6. ¿La planificación del consumo de portadores (primarios y secundarios) y el monitoreo y control llega hasta las áreas y equipos mayores consumidores (puestos claves)?		
7. ¿Se monitorean índices de eficiencia, consumo y economía energética en los niveles necesarios (incluyendo cada puesto clave)?		
8. ¿Las áreas y equipos mayores consumidores (puestos claves) cuentan con estándares y metas de consumo fundamentadas técnicamente?		
9. ¿Están identificados los trabajadores que deciden en la eficiencia energética (los que laboran en los puestos claves)?		
10. ¿Están identificados los problemas de prácticas ineficientes de estos trabajadores?		

11. ¿Es el nivel de competencia de estos trabajadores el adecuado para la labor que realizan?		
12. ¿Se capacitan y recalifican con la frecuencia necesaria estos trabajadores?		
13. ¿Existe estabilidad laboral de estos trabajadores?		
14. ¿Están establecidos mecanismos de interés funcionales para la eficiencia energética en la entidad?		
15. ¿Están organizados y atendidos diferencialmente estos trabajadores por la dirección de la entidad?		
16. ¿Existe un plan de inversiones en eficiencia energética a corto, mediano y largo plazo debidamente fundamentado técnica y económicamente?		
17. ¿Se han ejecutado en el último año inversiones para elevar la eficiencia energética?		
18. ¿Es adecuada la tarifa eléctrica seleccionada por la entidad?		
19. ¿Existe un plan general de concientización del personal alrededor de la eficiencia energética?		
20. ¿Existe un sistema de divulgación interna de las mejores experiencias en materia de ahorro de energía?		
21. ¿Se cumplen por la entidad las medidas orientadas por el PAEC y el Plan de Contingencia Energética?		
22. ¿Es fuerte el Movimiento del Forum de la entidad en el trabajo por la eficiencia energética?		
23. ¿Existe un plan de generalización de soluciones del Forum en función de la eficiencia energética? ¿Se han implementado soluciones en el último año?		
24. ¿Ha realizado la ANIR de la entidad innovaciones en función de la eficiencia energética?		
25. ¿Existe algún otro sistema para la estimulación de la creatividad de técnicos en la búsqueda de soluciones para el ahorro de energía?		

## 8. Impacto ambiental del manejo de la energía

8.1. Identificación de riesgos e impactos (piscinas de derrame de combustibles, estado técnico de líneas y contactos de transmisión eléctrica, medios de protección, estado técnico del equipamiento energético peligroso, efluentes contaminantes etc.)

8.2. Valoración de su magnitud y posible incumplimiento de normas.

8.3. Evaluación de potenciales y vías generales para su disminución.

## 9. Inspección de recorrido a las plantas de la entidad.

9.1. Recorrido a las Unidades de Servicio Energético (casa de caldera, estaciones de bombeo, estaciones de compresión, bancos de transformadores, sistemas centralizados

de refrigeración etc.) y unidades de producción y áreas de servicios. Realizar una Lista de Chequeo para evaluar los siguientes aspectos:

### 9.2. Estado técnico y operacional del equipamiento.

Estado, completamiento y certificación de la instrumentación, estado de los sistemas de transformación y distribución de la energía, estado de la combustión, temperatura de gases de salida de calderas y hornos, recuperación de condensados, niveles de presión de aire, vapor y agua producidos en comparación con los requeridos, temperaturas de refrigeración y congelamiento producidas en comparación con las requeridas, incrustaciones en evaporadores y condensadores, estado de difusores, regímenes de descongelación, estado de trampas, aislamientos, fugas o salideros, equipos eléctricos sin uso consumiendo, capacidades en exceso de transformación conectadas, sobredimensionamiento de equipos, sistemas de regulación ineficientes o sin funcionamiento, sistemas automáticos fuera de servicio, tipo de tecnología utilizada, nivel del factor de potencia, equipos trabajando en vacío, nivel de ensuciamiento de intercambiadores de calor, caídas de presión en tuberías, sistemas de iluminación ineficientes, ganancias térmicas en locales acondicionados, subutilización de equipos o espacios refrigerados, desaprovechamiento de efluentes térmicos, uso de regímenes de funcionamiento inadecuados, trabajo en regímenes tecnológicos menores consumidores, evaluación de pérdidas de materiales.

### 9.3. Nivel de operación

Existencia de registros y libros de incidencia, manuales de operación y de mantenimiento, conocimiento de medidas de ahorro generales, en puestos de trabajo y en el pico, sistemas de coordinación entre áreas para desconexiones ante paradas y cambios de regímenes de trabajo, medidas de acomodos de carga de acuerdo con la tarifa eléctrica contratada, ubicación, estado y uso de los medidores de consumo eléctrico, de combustible y de energéticos secundarios, conocimiento de los costos de los portadores primarios y secundarios de energía, existencia de medidas tecnológicas para el ahorro de energía, funcionamiento del sistema de monitoreo, efectividad de la retroalimentación del sistema del monitoreo, sondeo de niveles de competencia del personal, sondeo de los mecanismos de motivación del personal, existencia y funcionamiento de estructuras creadas para el ahorro, posibilidades y uso de medidas de acumulación de energía térmica fuera del pico, evaluación ocular de hábitos de uso final de la energía y el agua, existencia de inspecciones periódicas al uso eficiente de la energía, existencia de sistemas de control a las medidas de ahorro y acomodo de carga.

## **10. Estructura del Informe Final de la Prueba de la Necesidad.**

### 10.2. Resumen Ejecutivo

- 10.1.1 Caracterización Energética de la Entidad
- 10.1.2 Potenciales generales de reducción del consumo y los costos energéticos
- 10.1.3 Listado de Recomendaciones.
- 10.1.4 Conclusiones.

### 10.2. Introducción

- 10.2.1 Datos Generales
- 10.2.2 Estructura General de Gastos en MLC y MN. Comentarios
- 10.2.3 Estructura de Consumo de portadores Energéticos. Comentarios
- 10.2.4 Estructura de Gastos de los portadores energéticos. Comentarios
- 10.2.5 Índices fundamentales de consumo, de eficiencia y de economía energética de la entidad. Posición que ocupa la entidad nacional e internacionalmente en su rama.

### 10.3. Estado Energético de la Entidad

- 10.3.1 Análisis del comportamiento histórico de indicadores. Gráficos de control. Sobreconsumos. Potenciales de Ahorro.
- 10.3.2 Análisis del comportamiento histórico energético de la entidad. Curvas de comportamiento. Modelación matemática. Comentarios. Potenciales de Ahorro.
- 10.3.3 Factores fundamentales que influyen en el consumo energético de la entidad. Curvas de Consumo Específico v.s. Factores. Comentarios. Evaluación cuantitativa del nivel de influencia. Comentarios. Potenciales de Ahorro.

### 10.4. Influencia de los gastos de energéticos en el costo de producción

- 10.4.1. Análisis del comportamiento histórico de los gastos energéticos. Gráficos de control.

### 10.5. Comentarios. Potenciales de Ahorro.

- 10.5.2 Análisis de Tendencia del comportamiento de los gastos totales y energéticos de la entidad. Sobreconsumos. Potenciales de Ahorro.
- 10.5.3 Análisis de factores que influyen en el gasto unitario de producción. Modelación matemática. Potenciales de Ahorro.

### 10.6. Resultados del diagnóstico al sistema de dirección y control.

- 10.6.1 Potenciales cualitativos en el sistema de monitoreo y control.
- 10.6.2 Potenciales cualitativos en la concientización, motivación y capacitación de los recursos humanos.

### 10.7. Resultados del diagnóstico de recorrido al equipamiento.

10.7.1 Potenciales cualitativos generales con inversiones en eficiencia energética

10.8. Impactos y Riesgos ambientales del manejo de la energía.

10.8.1 Impactos y Riesgos identificados. Magnitud. Potenciales de reducción.

10.9. Conclusiones y Recomendaciones.

**NOTA:** Este Manual de Procedimientos forma parte de la Tecnología para la Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), desarrollada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos. Se autoriza su uso en las entidades del Municipio de Aguada, pero es intransferible a cualquier otra entidad sin la autorización del CEEMA.

**CEEMA.UCF**  
**Febrero 2006**