



Ing. Italo Petrocelli  
viernes, 04 de diciembre de 2015

CAPACITACIÓN DE ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS Y  
COMITÉS DE ENERGÍA

# Diagnósticos Energéticos

# ¿Que es la Eficiencia Energética?



- *Es la optimización de la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos.*
- Uso Eficiente de la Energía      disminución de las pérdidas inherentes del uso / tecnología, etapa
- Uso Racional de la Energía      eliminación de los derroches energéticos producto de una operación “energéticamente dispendiosa”
- Un programa de Gestión de la Eficiencia Energética, es aquel que buscará hacer un uso eficiente y racional de la Energía, y la Auditoría Energética es la herramienta mediante la cual **identificaremos ineficiencias y derroches** en el uso de la energía, así como **operaciones energéticamente dispendiosas**.

# Que debemos lograr! Alcance



*Mediante la aplicación de un conjunto de técnicas ya desarrolladas debemos:*

- Determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía.*
- Hacer estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico*
- Establecer el punto de partida para la implantación de medidas efectivas de ahorro energético*
- Determinar dónde y cómo es utilizada la energía*
- Especificar cuanta energía es desperdiciada*



- Una **auditoría energética** es un proceso de inspección, contabilidad, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, sección, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio.
- Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.



- El proceso resumido:



# Tipos de Auditoría de Energía



- Auditoría preliminar (Nivel 1)
  - Recorrido
  - Pareto
  - Medición\*
  - Inversión simple
- Auditoría General (Nivel 2)
  - Recopilación Información (entrevistas, datos)
  - Facturas
  - Operación
  - Medición general
  - Análisis financiero
- Auditoría de Grado de inversión (Nivel 3)



Es una auditoría completa y mucho más detallada se expande sobre la auditoría general, en detalle sobre cada uso y específica sobre el uso de mayor peso energético:

- Suministro de un modelo dinámico de la energía de uso característico de las instalaciones existentes
- Medidas de conservación de energía
- Línea de base realista que permita calcular los ahorros de funcionamiento de las medidas propuestas
- Características de funcionamiento (situaciones que causan las variaciones de perfil de carga a corto y largo plazo)

El ahorro proyectado de funcionamiento de la aplicación de proyectos de energía deben desarrollarse de tal manera que proporcione un **alto nivel de confianza**. De hecho, los inversores a menudo demandan un **ahorro garantizado**.



# BUSQUEDA



# ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO



- 1.- Planear los Recursos y El Tiempo
- 2.- Recopilar Datos en Sitio
- 3.- Toma de Mediciones
- 4.- Análisis de Datos
- 5.- Estimación del Potencial de Ahorro
- 6.- Elaboración del Reporte Técnico
  - Resumen Ejecutivo
  - Descripción de las Instalaciones
  - Análisis de Consumos Energéticos
  - Recomendaciones y Medidas de Ahorro



# Etapa 1



## Planear los Recursos y el Tiempo

- Revisar toda la información disponible.

The screenshot shows a Google search interface with the query 'empresa'. The search results are as follows:

- Empresa - Wikipedia, la enciclopedia libre**  
Una **empresa** es una organización o institución dedicada a actividades o persecución de fines económicos o comerciales. Se ha notado que, en la práctica, ...  
[es.wikipedia.org/wiki/Empresa](http://es.wikipedia.org/wiki/Empresa) - En caché - Similares
- La empresa - Monografias.com**  
La **empresa** y la producción en el corto plazo. La **empresa** es la institución o agente económico que toma las decisiones sobre la utilización de factores de la ...  
[www.monografias.com/trabajos11/.../empre.shtml](http://www.monografias.com/trabajos11/.../empre.shtml) - En caché - Similares
- Empresa**  
Dirección: Vitacura 2008 Of. 901 Las Condes Santiago Chile Número de teléfono: +56 2 7330100 Fax: +56 2 435 0062 Contacto Skype: comunicaciones.forum ...  
[www.empresa.org/](http://www.empresa.org/) - En caché - Similares
- Concepto de Empresa - Apuntes de Administración de Empresas y Negocios**  
La **empresa** nace para atender las necesidades de la sociedad y crea ... Como conclusión, podemos entender a la **empresa** como un organismo social con vida ...  
[www.elprisma.com/.../empresas/empresa/](http://www.elprisma.com/.../empresas/empresa/) - En caché - Similares
- EMPRESA - Enciclopedia de Economía**  
En el sistema capitalista o de economía de mercado, el fin de la **empresa** ha ... Desde la óptica fenomenológica, a la **empresa** mercantil o **empresa** de negocios ...  
[www.economia4B.com/.../empresa/empresa.htm](http://www.economia4B.com/.../empresa/empresa.htm) - En caché - Similares
- ETESA - Inicio - Uniendo Panamá con Energía**  
Sitio Web de ETESA, la **Empresa** de Transmisión Eléctrica Panameña con capital ... El Centro Nacional de Despacho (C.N.D.) es una dependencia de la **Empresa** de ...  
[www.etsa.com.pa/](http://www.etsa.com.pa/) - En caché - Similares

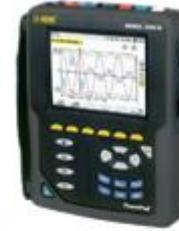
# Etapa 1



- Identificar la instrumentación que será utilizada y asegurarse de su estado.

## Equipo a utilizar:

- Equipo Analizador de calidad de energía  
AEMC  
Powerpad 3945-b
- Analizador de redes CIRCUTOR AR5
- Multiméetro digital de prueba  
FLUKE 322
- Cámara Termográfica  
FLUKE TI-30





## Recopilar datos en sitio

- Consumos mensuales de los diferentes energéticos.
- Producción de la planta durante los mismos períodos.
- Horarios típicos de operación de la planta
- Identificación de los principales equipos consumidores de energía
- Características físicas de la planta; su estado general, así como el estado y edad de los equipos más importantes.
- Características y capacidades de los equipos consumidores de energía en la planta, incluyendo datos tanto de diseño, como de operación actual.



## Datos a recopilar

- Copia de la facturación eléctrica de los últimos 12 meses.
- Producción mensual de los últimos 12 meses.
- Plano de conjunto de la planta
- Diagrama eléctrico unifilar general
- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica
- Bitácoras de operación del equipo principal
- Programas y bitácoras de mantenimiento del equipo principal.



# Etapa 2



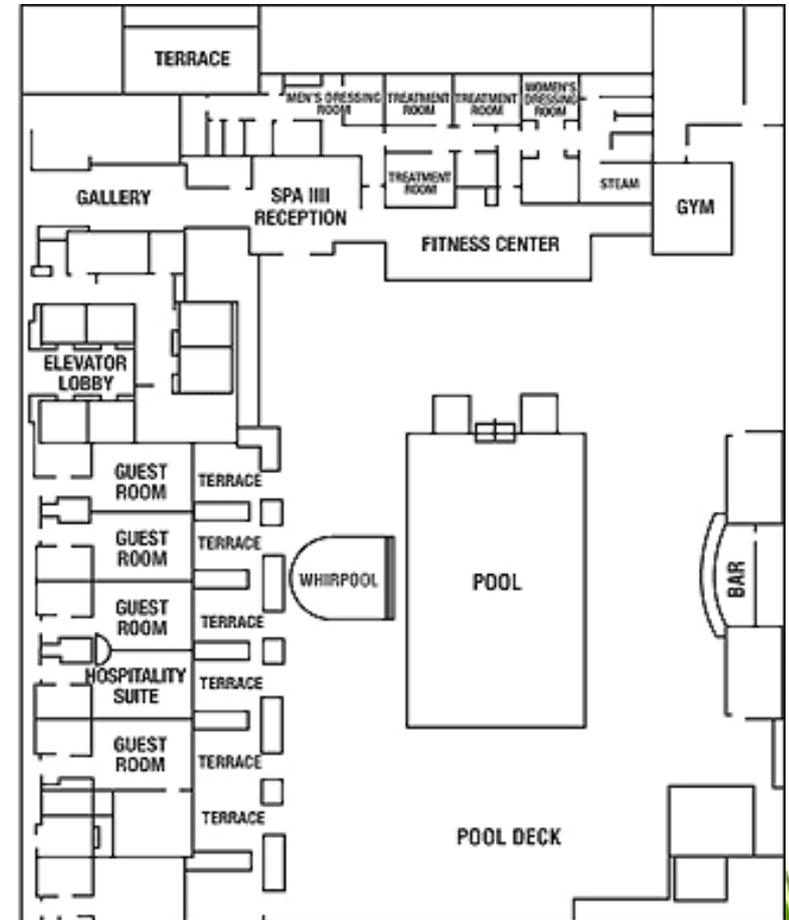
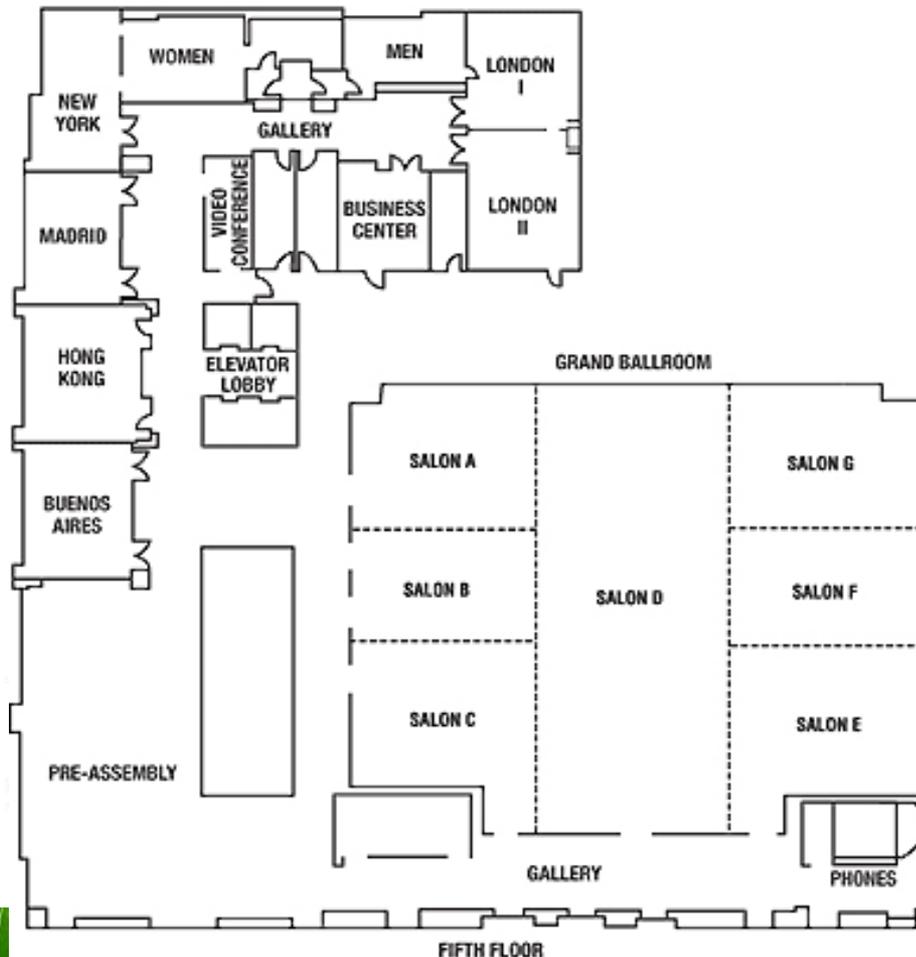
## Histórico de Facturación

KWh	COSTO DE ENERGIA 2008	KWh/m2	KW 2008	Mes	COSTO DE ENERGIA	CARGO POR RECAARGO	Días	KWh MENSUAL	DEMANDA (KW)	IMPORTE MENSUAL (energía)(B.)		RECAARGOS	OTROS COSTOS Y RECAARGOS 2008			Fond. Estab. Tarifaria	CARGO POR MOROSIDAD 2008	COSTO TOTAL
										Factor de Carga	Factor de Potencia		BAJO FP 2008	12	80			
2008	ENERGIA 2008	2008	LEIDO	FACTU	DEMANDA 2008	2008	Facturados	Monomico KWh	Costo	Factor de Carga	Factor de Potencia	BAJO FP 2008	12	80	15 (var combus.	Tarifaria	MOROSIDAD 2008	AÑO 2008
223650	35683.36	18.64	977	977	14421.13	5.46	2878	4218	31	0.29	0.34	0.94					-0.10	48749.21
258300	41211.77	21.53	1155	1155	10601.95	5.46	2878	3163	30	0.28	0.33	0.94					-4.31	56864.73
319200	49285.47	26.60	1229	1229	14367.09	5.46	2878	6483	31	0.29	0.35	0.92			549.02		-0.13	66063.33
416850	50409.02	34.74	1239	1239	14483.99	5.46	2878	6483	30	0.29	0.45	0.91			500.19	4135.15		83865.27
402150	49147.77	33.51	1208	1208	14421.32	5.46	2878	3082	31	0.29	0.45	0.91			540.92	13512.24		90694.35
375900	49147.77	31.33	1208	1208	14421.52	5.46	2878	3350	30	0.29	0.43	0.91			403.54	12946.00		86262.45
366450	53862.80	30.54	1187	1187	15090.64	5.61	2878	26159	31	0.24	0.41	0.91			515.87	6925.91	-0.18	86493.72
371700	55768.64	30.98	1229	1229	15632.88	5.61	2878	27941	30	0.25	0.42	0.91			563.06	13213.94		94405.65
399000	55269.48	33.25	1218	1218	15492.96	5.61	2878	23001	30	0.27	0.45	0.91			638.40	21649.74		107039.12
433650	68610.39	36.14	1512	1512	19232.64	5.61	2878	10823	31	0.28	0.39	0.90			734.57	26973.02		123162.14
410000		34.17	1500	1500														109039.12
196350	34940.48	16.36	1155	1155	14691.60	5.61	2878		32	0.25	0.22	0.92			297.83			49935.52
321170	543336.95		1234.75		14742.34	5.53	337.00	0.24				0.00						1002574.61

# Etapa 2



- Copia de la facturación eléctrica de los últimos 12 a 24 meses.
- Diagrama eléctrico unifilar general



# Etapa 2

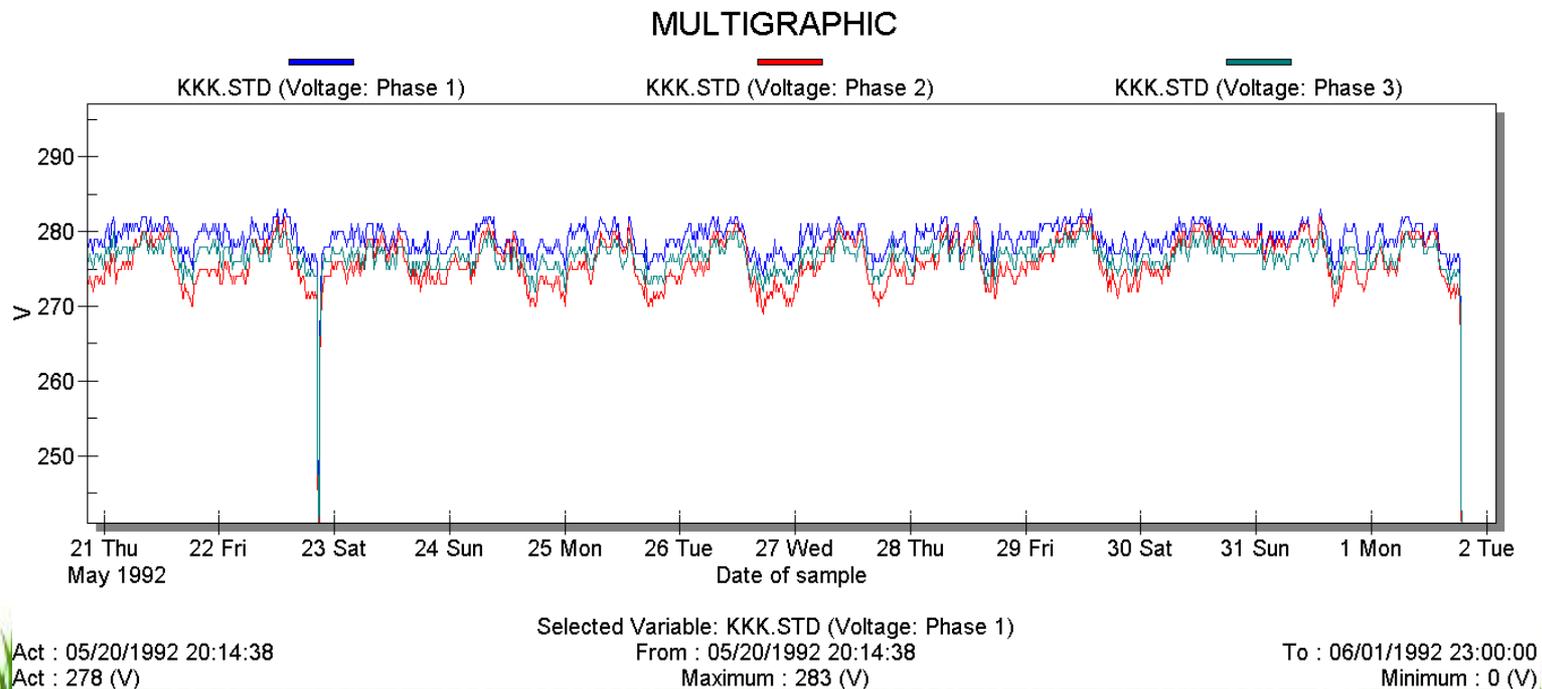


## Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica

DATOS DE EQUIPOS							POTENCIA		HORAS				ENERGÍA	
Uso final	Cantidad	Tamaño	Unidad	Voltaje	EER	F.U.	Unitaria	Total	L - V	S	D	MES	Kwh	IMPORTE
Motores	1	4	hp	480		1	3000	3000	24	24	24	24	727.4	2182.3 B/. 400.46
Motores	1	30	hp	480		1	22500	22500	24	24	24	24	727.4	16367.4 B/. 3,003.42
Iluminacion	10	75	W	110		1	75	750	24	24	24	24	727.4	545.6 B/. 100.11
A/A	1	18000	BTU	220	10.1	0.66	1782.18	1782.18	12	12	12	12	363.7	427.8 B/. 78.51
Motores	1	30	hp	480		1	22500	22500	24	24	24	24	727.4	16367.4 B/. 3,003.42
Motores	1	7.5	hp	230 - 460		1	5625	5625	24	24	24	24	727.4	4091.9 B/. 750.85
Motores	1	60	hp	180 / 90		1	45000	45000	24	24	24	24	727.4	32734.8 B/. 6,006.84
Motores	1	75	hp	230 - 460		1	56250	56250	8	8	8	8	242.5	13639.5 B/. 2,502.85
Iluminacion	4	75	W	110		1	75	300	12	12	12	12	363.7	109.1 B/. 20.02
Motores	1	30	hp	230 - 460		1	22500	22500	8	8	8	8	242.5	5455.8 B/. 1,001.14
Motores	1	2	hp	180 / 90		1	1500	1500	8	8	8	8	242.5	363.7 B/. 66.74
Motores	1	15	hp	230 - 460		1	11250	11250	8	8	8	8	242.5	2727.9 B/. 500.57
Motores	1	30	hp	208/230		1	22500	22500	24	24	24	24	727.4	16367.4 B/. 3,003.42
Iluminacion	1	75	W	110		1	75	75	12	12	12	12	363.7	27.3 B/. 5.01
Motores	1	2	hp	460 / 220		1	1500	1500	12	12	12	12	363.7	545.6 B/. 100.11
Motores	1	125	hp	480		1	93750	93750	12	12	12	12	363.7	34098.8 B/. 6,257.12
Motores	1	200	hp	240/460		1	150000	150000	12	12	12	12	363.7	54558.0 B/. 10,011.39
Motores	1	100	hp	220		1	75000	75000	12	12	12	12	363.7	27279.0 B/. 5,005.70
Motores	1	1	hp	230/480		1	750	750	12	12	12	12	363.7	272.8 B/. 50.06
Motores	1	5	hp	480		1	3750	3750	12	12	12	12	363.7	1364.0 B/. 250.28
Motores	1	15	hp	240/460		1	11250	11250	24	24	24	24	727.4	8183.7 B/. 1,501.71
Motores	1	7.5	hp	220		1	5625	5625	24	24	24	24	727.4	4091.9 B/. 750.85
Motores	1	60	hp	230/480		1	45000	45000	24	24	24	24	727.4	32734.8 B/. 6,006.84
Motores	1	60	hp	230/480		1	45000	45000	24	24	24	24	727.4	32734.8 B/. 6,006.84
Iluminacion	2	75	W	110		1	75	150	12	12	12	12	363.7	54.6 B/. 10.01
A/A	1	24000	BTU	220	9.8	0.66	2448.98	2448.98	12	12	12	12	363.7	587.9 B/. 107.88
Iluminacion	6	75	W	110		1	300	1800	12	12	12	12	363.7	654.7 B/. 120.14
Refrigeración	1	650	W	120		0.66	650	650	24	24	24	24	727.4	312.1 B/. 57.27
Motores	1	50	hp	480		1	37500	37500	10	8	8	8	285.8	10716.8 B/. 1,966.52
Iluminacion	3	75	W	120		1	75	225	24	24	24	24	727.4	163.7 B/. 30.03
Iluminacion	10	40	W	120		1	40	400	8	8	8	8	242.5	97.0 B/. 17.80
A/A	1	18000	BTU	220	10.2	0.66	1764.71	1764.71	8	8	8	8	242.5	282.4 B/. 51.82
Iluminacion	2	32	W	120		1	64	128	10	8	8	8	285.8	36.6 B/. 6.71
Iluminacion	1	40	W	120		1	80	80	24	24	24	24	727.4	58.2 B/. 10.68
A/A	1	18000	BTU	220	10.2	0.66	1764.71	1764.71	8	8	8	8	242.5	282.4 B/. 51.82
Iluminacion	3	32	W	120		1	64	192	8	5	0	0	194.9	37.4 B/. 6.86
A/A	1	10	TON-enf	220	11	0.66	10909.1	10909.1	8	6	0	0	199.2	1434.1 B/. 263.16
Iluminacion	5	40	W	120		1	80	400	8	6	0	0	199.2	79.7 B/. 14.62
Iluminacion	10	40	W	120		1	160	1600	8	6	0	0	199.2	318.7 B/. 58.48
Iluminacion	4	40	W	120		1	80	320	8	6	0	0	199.2	63.7 B/. 11.70
Iluminacion	2	32	W	120		1	64	128	8	6	0	0	199.2	25.5 B/. 4.68
Iluminacion	2	32	W	120		1	128	256	8	6	0	0	199.2	51.0 B/. 9.36
Iluminacion	5	32	W	120		1	128	640	8	6	0	0	199.2	127.5 B/. 23.39
Iluminacion	5	40	W	120		1	160	800	8	6	0	0	199.2	159.3 B/. 29.24
Computación	8	350	W	120		1	350	2800	8	6	0	0	199.2	557.7 B/. 102.34
Iluminacion	1	75	W	120		1	150	150	12	12	12	12	363.7	54.6 B/. 10.01
Motores	1	2.5	hp	127/220		1	1875	1875	24	24	24	24	727.4	1364.0 B/. 250.28
Iluminacion	5	75	W	120		1	75	375	8	5	0	0	194.9	73.1 B/. 13.41
Iluminacion	1	32	W	120		1	64	64	12	12	12	12	363.7	23.3 B/. 4.27
A/A	1	18000	BTU	220	10.2	0.66	1764.71	1764.71	8	8	8	8	242.5	282.4 B/. 51.82
Iluminacion	2	32	W	120		1	64	128	8	5	0	0	194.9	24.9 B/. 4.58
Iluminacion	24	175	W	240		1	175	4200	12	12	12	12	363.7	1527.6 B/. 286.61

## Tomar Mediciones

- Complementar los datos recopilados de la planta, para que se tenga un mejor respaldo técnico en áreas donde la información de la planta no esté disponible.
- Comprobar la operación de equipo importante en la planta, logrando una mejor base para las estimaciones de ahorros potenciales y proporcionando una idea objetiva de la eficiencia de la planta.
- Apoyar a la elaboración del balance energético global de la planta.



# Etapa 4



## Analizar los Datos

- Desarrollar una base de datos de consumos de la planta
- Calcular los costos de los energéticos
- Elaborar balances energéticos de la planta
- Preparar índices de consumo de energía
- Evaluar la operación de la planta.

Índice	Descripción	Unidad de medida
Consumo específico de producción global	Relaciona al consumo total de energía con la producción global	joule / unidad
Consumo térmico de producción global	Relaciona al consumo de energía térmica con la producción global	joule / unidad
Consumo eléctrico de producción global	Relaciona al consumo de energía eléctrica con la producción global	kWh / unidad
Costo de la energía por unidad producida	Relaciona el importe de la facturación energética con la producción global	\$ / unidad
Emisión de gases de efecto invernadero por unidad producida	Relaciona el volumen de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera por unidad de producción	tCO <sub>2</sub> / unidad
Dic-09	62,581,180	2,018,748

- Preparar índices de consumo de energía
- **Calculo del consumo eléctrico específico de producción global (CEEPG)**
- **CEEPG= Consumo de energía eléctrica / producción**
- **CEEPG= kWh / ton**
- **Calculo del costo de la energía por unidad producida (CEEP)**
- **CEEP= importe total por energía / producción**
- **CEEP = \$ / ton**

## Estimación del Potencial de Ahorro

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	Potencia Actual (kW)	Eficiencia Actual	Eficiencia Esperada	Ahorros		
				(kW)	kWh/año	USD/año
Compresor AC-107	343	92.41%	96.22%	14.14	123,866	18,580
Compresor AC-106	635	93.02%	96.23%	21.87	191,581	28,737
Compresor AC-104	322	92.67%	96.22%	12.3	107,748	16,162
Compresor AC-105	337	92.80%	96.06%	11.84	103,718	15,558
Compresor AC-102	105	91.21%	94.94%	4.29	37,580	5,637
Compresor Acería # 2	182	95.81%	96.20%	0.74	6,482	972
Compresor # 1	89	92.75%	95.11%	2.26	19,798	2,970
Compresor # 2	86	92.75%	95.12%	2.2	19,272	2,891
Compresor # 1 TTR 3	94	93.09%	95.56%	2.49	21,812	3,272
Compresor # 2 TTR 3	79	93.12%	95.54%	2.05	17,958	2,694
Compresor # 1 Pistón	58	87.93%	93.69%	3.8	33,288	4,993
Compresor # 2 Pistón	61	87.09%	93.94%	4.8	42,048	6,307
Compresor # 3 Pistón	44	87.74%	92.64%	2.46	21,550	3,232
Compresor # 4 Pistón	137	89.17%	94.57%	8.3	72,708	10,906
Compresor R&D	100	94.38%	95.14%	0.81	7,096	1,064
Compresor ZR400 Acabados	345	94.90%	95.11%	0.74	6,482	972
Bomba 1 (90-ATM)	154	88.61%	94.81%	10.77	94,345	14,152
Bomba 2 (180-ATM)	308	88.74%	95.20%	22.42	196,399	29,460
<b>TOTAL:</b>				<b>128.28</b>	<b>1,123,733</b>	<b>168,560</b>

## Resumen Ejecutivo

### Capítulo 1. Descripción de la Planta

### Capítulo 2. Análisis de Consumos Energéticos

- Balances de Energía
- Historial de facturación
- Índices energéticos
- Mediciones efectuadas

### Capítulo 3. Recomendaciones y Medidas de Ahorro

- Recomendación:
- Estimación de Ahorro:
- Estimación de Inversión:
- Análisis Financiero:



# El Informe



Proyecto		Ahorros	Inversión	Pay-Back
No.	Descripción	(USD/año)	(USD)	(años)
1	Eficientar el sistema de agua de enfriamiento de Torre-1	111,030	225,923	2.0
8	Sustituir motores trifásicos de corriente alterna que se encuentran trabajando con baja eficiencia por motores de	23,639	64,139	2.7
10	Sustituir las bombas y motores actuales del circuito de enfriamiento A, por bombas que trabajen en su zona de máxima	169,120	74,813	0.4
14	Instalar un variador de velocidad en una de las bombas de agua de Temple	41,435	20,808	0.5
19	Aprovechar el calor de desecho en una máquina de refrigeración por absorción para producir agua helada.	457,868	815,667	1.8
20	Instalar trampas de aire en el fondo de los tanques pulmón y en purgas.	124,286	14,040	0.1
21	Corregir las fugas de aire que se tienen en tuberías y válvulas y conexiones.	73,162	22,432	0.3
29	Sustituir las láminas translucidas por láminas nuevas en las naves industriales	487,520	1,068,906	2.2
31	Sustituir las lámparas de vapor de sodio en vialidades por lámparas de inducción de 120 W.	28,396	62,146	2.2
32	Instalar hidroneumáticos en las pruebas hidráulicas	236,495	163,989	0.7
33	Sustituir los motores de los ventiladores de combustión del horno e instalar dos variadores de velocidad.	178,934	310,825	1.7
TOTAL		1,931,885	2,843,688	1.5

## ¿Qué son las ESCOs (Energy Service Companies)?:

Son Empresas de Servicios Energéticos (EMSEs) que diseñan, desarrollan, instalan y financian\* proyectos de eficiencia energética, cogeneración y aprovechamiento de energías renovables (solar, eólica, etc.) con el objeto de reducir costos operativos y de mantenimiento.

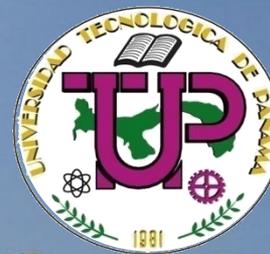
En algunos casos, asumen los riesgos técnicos y económicos asociados con el proyecto.

Típicamente los servicios ofrecidos por estas empresas son:

- a) Desarrollo, diseño y financiamiento de proyectos;**
- b) Instalación y mantenimiento del equipo eficiente;**
- c) medición, monitoreo y verificación de los ahorros generados por el proyecto; y**
- d) Asumir los riesgo del proyecto.**



# Universidad Tecnológica de Panamá



- La UTP tiene dentro de sus capacidades de servicios de extensión, la realización de auditorías energéticas.



# Conclusiones

- La auditoría energética es una herramienta, para la gestión de eficiencia energética; que bien realizada constituye la mejor arma contra el derroche de energía y la ineficiencia de las empresas e instituciones.
- Modalidad de Auditoría Energética según nivel de especialización
- Rol del Administrador energético
- Megavatio \$\$\$ vs Negavatio \$





# Gracias

viernes, 04 de diciembre de 2015

CAPACITACIÓN DE ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS Y COMITÉS DE ENERGÍA

Ing. Italo Petrocelli, M.Eng. CEM  
italo.petrocelli@utp.ac.pa

Unidad de  
**A**horro  
**E**nergético  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ