

Revista Técnica

Energía

REVISTA # 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



HIMNO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Letra: Dr. Benjamín Ruiz y Gómez
Música: Maestro Segundo Puertas Moreno

CORO

Gloria Loja, por siempre cantemos
Con acento de voz inmortal
Fuimos grandes y hoy más lo seremos
Con el triunfo de nuestro ideal.

I
Al calor de un brillante pasado
Que dio a Loja, blasón de talento,
De hidalguía, de fe y sentimiento,
Nueva vida queremos vivir.

II
La inquietud cultural vigoriza
La conciencia de un pueblo escogido
Que si acaso parece dormido
Hoy despierta a un glorioso existir.



Editorial

La presente publicación se constituye en la primera edición de la revista técnica de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Los artículos y evidencias fotográficas que forman parte de esta publicación dan cuenta del trabajo que viene desarrollando nuestra carrera en los tres ejes fundamentales del quehacer universitario: formación de recursos humanos, investigación y vinculación con la colectividad durante el periodo 2008-2011 para el que fui honrosamente designado en la coordinación de la carrera, trabajo desarrollado con el apoyo decidido de la Comisión Académica, Director del Área y del Rector de nuestra Universidad.

Los autores de los artículos técnicos demuestran el esfuerzo de nuestros docentes que nos participan sus experiencias y trabajos de investigación que se vienen ejecutando en la carrera en el ámbito técnico y científico.

De igual forma hacemos conocer los talleres y laboratorios con que cuenta el Área de Energía para la formación de los estudiantes de nuestra carrera: Taller mecánico, taller eléctrico y los laboratorios de automatización, máquinas eléctricas, máquinas de fluidos, laboratorio de electrónica, aula virtual, tres laboratorios de computación y una biblioteca con 50 computadores con servicio de internet; los mismos que se encuentran equipados con tecnología de última generación como fresadoras y tornos con control numérico, controladores programables industriales, equipos de instrumentación y comunicaciones industriales, analizadores de redes, equipos de mediciones y pruebas eléctricas y mecánicas, una estación meteorológica, etc. y trabajos de tesis elaborados por nuestros estudiantes que dan fe de su capacidad para aplicar sus conocimientos científico-tecnológicos.

Así mismo nos sentimos orgullosos con una planta docente de primer nivel en su gran mayoría con estudios de cuarto nivel, maestrías y doctorados donde se conjuga la experiencia con la juventud y se cumple en forma responsable con la hermosa y fecunda tarea de compartir sus conocimientos y de ser el guía y tutor de la formación profesional con excelencia académica contando con el apoyo eficiente del personal administrativo.

Es grato tener en nuestras aulas universitarias a estudiantes que día a día se esfuerzan por formarse en una Universidad para el pueblo, sesquicentenario, orgullo de nuestra patria y acreditada como una de las mejores del Ecuador, que les abrió las puertas para que sean ellos mismos los que forjen su futuro con esfuerzo y dedicación, fruto de lo cual encontramos que nuestros profesionales se encuentran trabajando en todo el país en su campo profesional con gran éxito.

Al presentar esta revista técnica a la comunidad universitaria y ciudadanía en general lo hacemos con el ánimo de difundir nuestro accionar y con el compromiso de mejorar para conseguir la excelencia académica convencidos que siempre nuestra misión será la de contribuir positivamente a la formación profesional con pertinencia, ética, responsabilidad social y alto nivel académico para contribuir al desarrollo de nuestra patria y solucionar los problemas de la sociedad.

Norman Jiménez León
COORDINADOR DE LA CARRERA DE ING. ELECTROMECA
PERIODO 2008-2011

Loja, Julio del 2011





Universidad Nacional de Loja
Área de Energía y los Recursos Naturales no Renovables
CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



Ing. José Ochoa A.
DIRECTOR DEL ÁREA

Ing. Norman Jiménez León
COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Marco Rojas M.
Dr. Miguel Caraballo
COMISIÓN ACADÉMICA

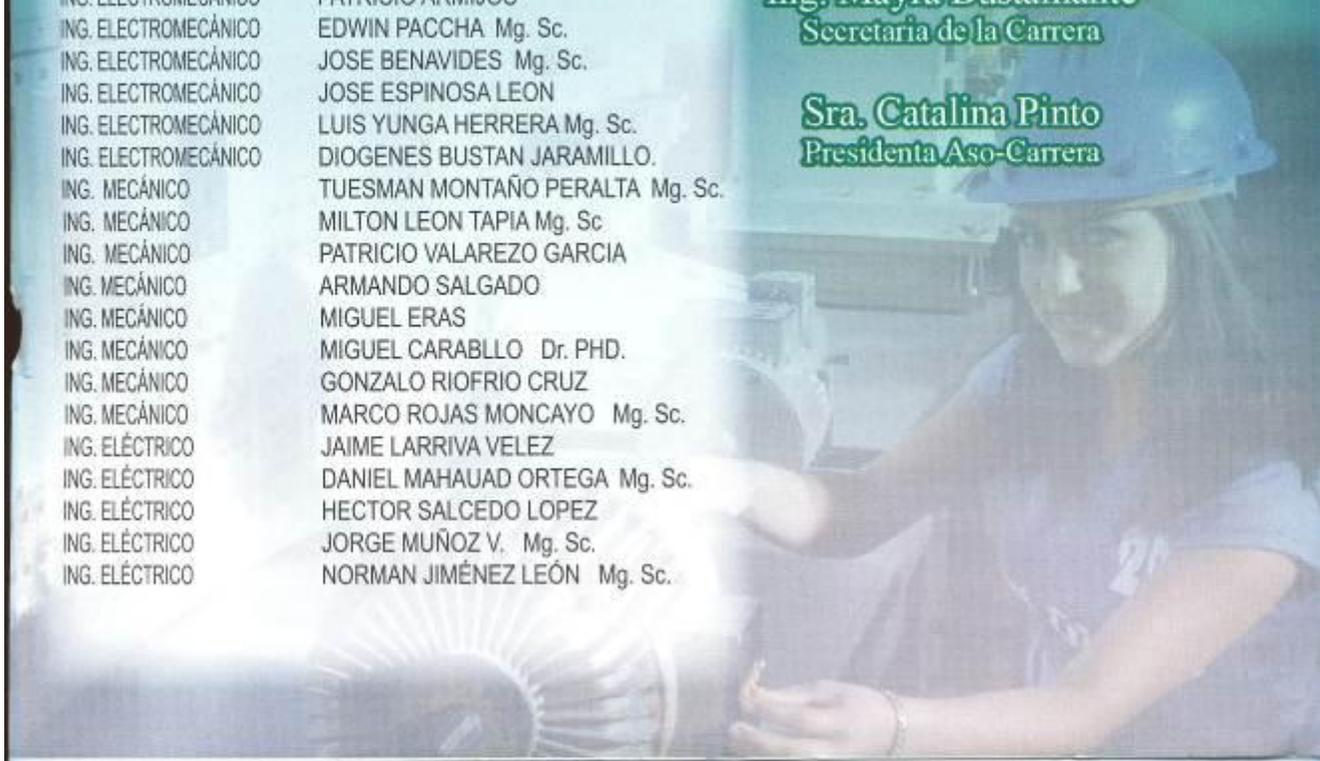
Sr. Rodrigo Ramirez
Representante Estudiantil

Ing. Mayra Bustamante
Secretaria de la Carrera

Sra. Catalina Pinto
Presidenta Aso-Carrera

PLANTA DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ING. ELECTROMECAÁNICO | FRANCISCO ALEGA LAOIZA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | DARWIN TAPIA PERALTA |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | MANUEL AYALA CHAUVIN Mg. Sc.. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | CARLOS SAMANIEGO OJEDA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | PATRICIO ARMIJOS |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | EDWIN PACCHA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | JOSE BENAVIDES Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | JOSE ESPINOSA LEON |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | LUIS YUNGA HERRERA Mg. Sc. |
| ING. ELECTROMECAÁNICO | DIOGENES BUSTAN JARAMILLO. |
| ING. MECÁNICO | TUESMAN MONTAÑO PERALTA Mg. Sc. |
| ING. MECÁNICO | MILTON LEON TAPIA Mg. Sc |
| ING. MECÁNICO | PATRICIO VALAREZO GARCIA |
| ING. MECÁNICO | ARMANDO SALGADO |
| ING. MECÁNICO | MIGUEL ERAS |
| ING. MECÁNICO | MIGUEL CARABLLO Dr. PHD. |
| ING. MECÁNICO | GONZALO RIOFRIO CRUZ |
| ING. MECÁNICO | MARCO ROJAS MONCAYO Mg. Sc. |
| ING. ELÉCTRICO | JAIME LARRIVA VELEZ |
| ING. ELÉCTRICO | DANIEL MAHAUAD ORTEGA Mg. Sc. |
| ING. ELÉCTRICO | HECTOR SALCEDO LOPEZ |
| ING. ELÉCTRICO | JORGE MUÑOZ V. Mg. Sc. |
| ING. ELÉCTRICO | NORMAN JIMÉNEZ LEÓN Mg. Sc. |



ESTADO ACTUAL Y ROL DEL ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES EN EL DESARROLLO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR.

Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego^{1*}

¹Universidad Nacional de Loja, A.E.I.R.N.N.R. Ciudadela Universitaria Guillermo Falconí Espinosa "La Argelia", Loja, Ecuador.

*Centro de Estudios de Energías Renovables y eficiencia Energética (CIREEE); Unidad de Gestión Energética (UEE), correo electrónico: jpcabrera2@hotmail.com; www.cieree.org

RESUMEN

La creciente preocupación mundial sobre del futuro de nuestro medio ambiente ha marcado un punto de partida con respecto a los patrones actuales de producción y consumo de energía. Existe hoy en día la necesidad urgente de garantizar la sustentabilidad energética, controlar la contaminación provocada por la quema de combustibles y presentar soluciones al problema del cambio climático, que requiere la reducción inmediata de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Cada día quemamos combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) para generar electricidad, para el transporte, procesos industriales, etc. La generación de energía a partir de estos combustibles genera un 61% del total de gases de efecto invernadero.

El calentamiento global, y el subsecuente cambio climático, son problemas reales, pero existen desafíos que se han tomado más urgentes. La demanda mundial de energía crece aceleradamente aunada a la dependencia de importaciones energéticas de unos pocos países, los precios elevados del petróleo y del gas, han generado una inseguridad e inestabilidad en el suministro energético haciendo que esta problemática sea una preocupación de todos los gobiernos a nivel mundial.

Ecuador no es la excepción, y viene trabajando en proyectos en conjunto con los Ministerios respectivos y entidades internacionales, además de los actores internos que colaboran en el desarrollo de políticas que apoyen el desarrollo de la Eficiencia Energética.

La Universidad Nacional de Loja, como una de las instituciones de educación superior más importantes de la Región Sur del Ecuador, está desarrollando dentro del Área de la Energía las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables con apoyo del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), la Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología (SENESCYT), el Ministerio de Electrificación y Energías Renovables (MEER) y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), actividades inherentes a la ejecución de proyectos referentes al análisis de la Eficiencia Energética y la Calidad de la Energía en sectores estratégicos como: Pequeña y Mediana Industria, Hospitales y Edificios Públicos, con el ánimo de desarrollar una cultura hacia el ahorro energético y consumo racional, además de aportar experiencias hacia la creación de la normativa que regirá a nuestro país el campo de la sustentabilidad energética.

Entorno mundial de eficiencia energética

El Consejo Mundial de Energía (WEC), establece que el término eficiencia energética se refiere a todos los cambios que resulten de una reducción de la cantidad de energía utilizada para producir una unidad de bien o servicio, o para suplir los servicios energéticos requeridos para un nivel de confort dado.

La eficiencia energética es uno de los instrumentos más eficaz en función de los costos para hacer frente al aumento de la demanda energética. Los países que integran la región de América Latina y el Caribe (LAC) requerirán aproximadamente 40% más energía entre 2010 y 2020,

es decir, un incremento de 1,2 a 1,7 millones de GWh. (Banco Mundial, 2010) Se estima que los gobiernos deberán gastar alrededor de US\$ 53.000 millones en capacidad de generación convencional para satisfacer el crecimiento de la demanda de energía, mientras que solamente les costaría aproximadamente US\$16.000 millones que la región redujera su consumo de energía en un 10% durante la próxima década aplicando medidas de eficiencia energética. Por otra parte, se ha demostrado que los avances de eficiencia energética contribuyen a mejorar la seguridad energética, aumentar la competitividad, generar empleo, incrementar la fiabilidad de los sistemas energéticos, reducir la vulnerabilidad al alza e inestabilidad de los precios de la energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. (Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo, 2010) Hacer frente al aumento de la demanda energética con fuentes tradicionales de generación de electricidad resulta insostenible tanto desde el punto de vista ambiental como de la seguridad energética.

La economía de los proyectos de eficiencia energética, por lo general, tienen retornos financieros positivos y costos más bajos que la instalación de nueva capacidad de suministro; por lo tanto, la eficiencia energética puede aliviar las deficiencias de infraestructura y/o retraso de las inversiones con uso intensivo de capital en nuevas instalaciones para el suministro de energía.

Otros beneficios son:

- Contribución a la seguridad energética,
- Reducción de los costos de generación mediante la disminución del pico de la carga a través de la gestión de la carga,
- Reducción de la dependencia de importar combustibles, por lo tanto, reduciendo las cuentas de las importaciones,
- Mejora de la competitividad de la economía reduciendo los costos totales de operación y por ende reduciendo las importaciones de combustibles (principalmente petróleo y gas),
- Mitigación de la carga en el presupuesto de los Gobiernos en los sectores que tienen subsidios a la energía. (Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo, 2010) En cuanto al medio ambiente, se estima que, en un caso básico, con la aplicación de políticas de eficiencia energética se podría evitar un 50 por ciento de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que se requieren para estabilizar la concentración atmosférica de CO₂ en 450 partes por millón para 2050. (AIE, 2009) La eficiencia energética está compuesta por un conjunto de acciones, que deben ser ejecutadas por grupos de actores diferentes todos apuntando hacia el mismo objetivo, dentro de este grupo podemos definir tres fundamentales:

Desde la oferta, se debe colocar transformadores más eficientes y de bajas pérdidas, hacer a las refinerías más eficientes, es decir mejorar los procesos de extracción y procesos de petróleo, impulsar el desarrollo de las redes de distribución eléctrica eficiente,

Desde la demanda, optar por tecnologías más eficientes, por ejemplo el uso de sistemas de alumbrado amigables energéticamente, adoptar electrodomésticos, motores y bombas que cumplan con la misma característica, promulgar códigos y normativas que fomenten la eficiencia energética en sectores estratégicos, como por ejemplo, el sector de la construcción.

Conservación de la energía, acciones que pueden ser llevadas a

cabo por cualquier persona como: apagar luces cuando no se estén usando, utilizar con mayor frecuencia el transporte público, etc.

A pesar de las enormes ventajas de la eficiencia energética, obtener beneficios significativos y sostenidos no es fácil en ningún país. Para poder implementar los programas de eficiencia energética en forma rápida y en mayor escala es necesario superar varios obstáculos del mercado, técnicos, de política y financieros. La eficiencia energética se ve limitada por la debilidad de las instituciones y aplicación deficiente de las normas. La obtención de resultados en materia de eficiencia energética depende en gran medida de la capacidad de los organismos públicos para organizar, transformar y desarrollar los nuevos e incipientes mercados para los bienes y servicios orientados a la eficiencia energética, así como de la capacidad del sector privado local para adoptar prácticas y tecnologías avanzadas de eficiencia energética. Los mecanismos reguladores pueden ser la manera menos costosa de transformar los mercados pero requieren instituciones locales eficaces, objetivo que puede llevar años alcanzar. Asimismo, la debilidad de las instituciones puede menoscabar los marcos de políticas e iniciativas del Gobierno para, entre otras cosas, hacer cumplir las regulaciones de eficiencia energética o coordinar a los distintos niveles de Gobierno, el sector privado y la sociedad civil en un esfuerzo concertado en torno a la eficiencia energética. (Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo, 2010)

Estado actual de la Eficiencia energética en el Ecuador.
Institución responsable de la eficiencia energética

En el año 2007 el Ministerio de Energía y Minas se dividió en dos Ministerios: el Ministerio de Minas y Petróleo y el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables. Este último es, desde entonces, el responsable del desarrollo y seguimiento de los proyectos de eficiencia energética en el Ecuador. (Carpio, 2009)

Entre los objetivos del Ministerio enfocados a la eficiencia energética se pueden citar:

- Ajustar la confiabilidad y calidad del suministro, autosuficiencia en el 2012.
- Promover el uso eficiente y racional de la energía, mediante iniciativas de eficiencia energética en todos los ámbitos de consumo (industrial, residencial, comercial, público).

Regulaciones sobre eficiencia energética

Programa de eficiencia energética en Edificios Públicos: el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables a través de la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética, promueve el ahorro de energía en organismos de Administración Pública Central, estos deberán implementar tecnologías de eficiencia energética, así como programas de capacitación sobre el uso racional de la energía, dirigido a todos sus funcionarios. Este proyecto está realizándose con la participación del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de Pichincha (CIEEP) (www.cieepi.ec). El lanzamiento del Proyecto se realizó en marzo de 2009 en la Presidencia de la República. El objetivo primordial es diagnosticar los índices de consumo energético de los inmuebles. Las instituciones que logren mejorar sus indicadores de eficiencia energética serán galardonadas con un Certificado de Excelencia.

Proyecto de "Focos ahorradores": El Proyecto de sustitución masiva de seis millones de focos incandescentes por ahorradores impulsado por el Gobierno y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, se concretó con la llegada de seis millones de focos ahorradores que están siendo entregados gratuitamente a nivel nacional, con el fin de reducir el consumo eléctrico residencial para iluminación, el que representa el 24% del consumo total.

Etiquetado de equipos: Existe un Reglamento Técnico para lámparas de alta eficiencia (RTE-INEN 036): "Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado". Este Reglamento Técnico Ecuatoriano establece la eficacia mínima energética y las características de la etiqueta informativa en cuanto a la eficacia energética

de las lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, y a las lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico.

Mecanismos de financiamiento de acciones de eficiencia energética

Los proyectos que se están desarrollando por parte de la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable cuentan con fondos provenientes del presupuesto regular de dicho Ministerio.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) está financiando también con recursos no reembolsables el Plan de Acción de Energía Sostenible (PAES) que apoya iniciativas de eficiencia energética, energía renovable y biocombustibles.

A través del proyecto PROMEC, el Banco Mundial otorgó un préstamo por \$23.0 millones de dólares y recursos no reembolsables por \$2.84 millones de dólares para la implementación de un proyecto que busca promover la eficiencia energética y la electrificación en sectores rurales del Ecuador. (Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo, 2010)

Papel del AEIRNRR en el desarrollo de la eficiencia energética

Actualmente la Universidad Nacional de Loja, el AEIRNRR y el Ministerio de Industrias y Productividad se encuentran ejecutando el Proyecto "Desarrollo de las Energías Renovables y la Eficiencia Energética en la Región Sur del Ecuador", a raíz de este proyecto nace el Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética, de donde se desprende la Unidad de Eficiencia Energética (UEE) como ente responsable de coordinar la investigación en el ámbito energético en la región Sur del Ecuador, investigación que tiene como objetivo primordial vincular los ejes fundamentales de la UNL que son docencia, investigación y vinculación con la colectividad, además de intervenir en áreas estratégicas para el país, tratar de desarrollar y aportar hacia la normativa que regirá el sector energético de nuestro país. En este contexto, la UEE ha identificado dos sectores fundamentales:

- Pequeña y mediana industria.
- Hospitales públicos.

Además de estar desarrollando la auditoría energética de la misma AEIRNRR, en el marco del programa de eficiencia energética de edificios públicos que lleva a cabo la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética. La UEE también intervino en el diagnóstico de la calidad de la energía de la red de suministro eléctrico del Centro de Cómputo de la UNL, además del rediseño de la misma, para que cumpla con parámetros solicitados por los proveedores de equipos de redes de datos, en este punto cabe destacar que no existe incluso a nivel internacional, una normativa que sea enfocada específicamente a este campo, proporcionando un campo de investigación muy amplio y brindando la oportunidad de desarrollar criterios y experiencias que puedan ser compartidos, sobre este tema Dentro del sector de la pequeña y mediana industria, en este caso se ha tomado industrias de la Ciudad de Loja, que han dado la apertura para el desarrollo de las auditorías, podemos mencionar: Arcimego, industria de fabricación de tejas y acabados para la construcción; Fábrica de muebles "San José", dedicada al procesamiento de la madera y fabricación de muebles para uso residencial; Mefunjar, empresa dedicada principalmente a trabajos en metal y fundiciones.

En cuanto a hospitales, se está desarrollando la auditoría energética del Hospital Civil Julius Doeffler de la Ciudad de Zamora, el cual debido al largo tiempo de funcionamiento posee varios problemas que abarcan un gran abanico de actividades inherentes a la eficiencia energética. La UEE, esta también impulsando el desarrollo de las energías alternativas, aplicadas como medio de uso alternativo y para diversificar la matriz de suministro energético, así como la utilización de tecnologías que desde el punto de vista energético sean eficientes. En este marco se está desarrollando algunos proyectos como:

- Utilización de las energías alternativas dentro del campo de sistemas de iluminación autosustentables.

- Mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de generación fotovoltaica.

- Diseño de sistemas de iluminación externa aplicando tecnologías innovadoras (LED), bajo premisas de eficiencia energética en balance con el confort visual. La UEE está en conversaciones con el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables a través de la Subsecretaría de energías Renovables y Eficiencia Energética para la firma de un convenio o carta compromiso para trabajar de manera conjunta en el desarrollo de la normativa de gestión energética del país.

Para concluir se cuenta también con algunos proyectos adjuntos financiados por la SENPLADES y estamos desarrollando proyectos para que sean sometidos al financiamiento de la SENESCYT.

Conclusiones

- Es innegable que el aumento del consumo de energía a nivel mundial con el inminente aumento de emisiones de gases de invernadero requiere la toma de decisiones inmediatas, como manifiesta Greenpeace, es hora de una revolución energética, que nos permita limitar el calentamiento global a menos de 2o Celsius, una revolución que genere una reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero del 50% para 2050 en comparación con los niveles de 1990.

- A nivel local una de las barreras más difíciles de romper es la propia conciencia social hacia un marco de consumo racional y responsable de la energía, aunado al insipiente mercado de productos que promuevan a través de su utilización la eficiencia energética, la falta de empresas que orienten sus acciones a mejorar el sector energético y que puedan brindar

servicios de este tipo, la labor del Ministerio de Electrificación y Energías Renovables, tiene que verse apoyada por los sectores privados y públicos, los cuales tienen que comenzar a innovar su estructura organizacional en pos de dar cabida a comités u organismos que dentro de cada entidad, empresa, fábrica, promuevan y promulguen políticas sobre eficiencia energética.

- El marco político de regulación del sector energético es una necesidad imperiosa en nuestro país, es la única manera de acelerar la implantación de normas que mejoren el sector energético y su diversificación.

- Todos somos responsables de dar un cambio y mostrar a las nuevas generaciones que podemos lograrlo, más aún, estamos en la obligación de promover campañas que vayan dirigidas a concienciar a nuestros niños, jóvenes, adultos, de que el cambio no es solo por mejorar el factor económico o por mejorar nuestro es tilo de vida, tenemos que hacerlo por cuidar nuestro hogar, nuestro planeta, que es la única herencia que podemos dejar a las generaciones venideras.

Bibliografía

AIE. (2009). Panorama mundial de la energía.

Banco Mundial. (2010). Desafíos para satisfacer los requerimientos de electricidad de largo plazo para Latinoamérica y el Caribe.

Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). Reporte sobre eficiencia energética y acceso en América Latina y el Caribe. Foro de eficiencia energética y acceso, (pág. 7). México DF.

Carpio, S. C. (2009). Situación y perspectiva de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)

EVALUACIÓN DEL MONTAJE MANUAL EN UNA VÁLVULA DE ARIETE HIDRÁULICO MÉTODO DE BOOTHROYD & DEWHURST

AUTOR: ING. MANUEL IGNACIO AYALA CHAUVIN MS.C.

Boothroyd y Dewhurst [Boo, 1986] propusieron en 1986 una metodología para estudiar con mayor profundidad el nivel de adecuación de una solución en relación al montaje por medio del cálculo de la *eficiencia de montaje* basada en la evaluación de los tiempos de las distintas operaciones de montaje.

Eficiencia de montaje

Parte de considerar que los principales factores que inciden en los costes del montaje son los siguientes:

$N_{m\min}$ = Número mínimo de piezas del conjunto considerado (eliminando las que no son funcionalmente necesarias)

t_c = Tiempo genérico de montaje de una pieza (se toma $t_c = 3$ segundos)

$t_{m\text{est}}$ = Tiempo estimado para el montaje del producto real

A partir de estos factores, la fórmula para la eficiencia de montaje es:

$$E_{ma} = N_{m\min} / t_{m\text{est}} \quad \text{Ecuación 1.1}$$

El método de Boothroyd & Dewhurst incluye un código de dos dígitos para la clasificación de las operaciones de manipulación manual, otro código de dos dígitos para la clasificación de las operaciones de inserción y sujeción manuales y tablas que ofrecen las estimaciones de estos tiempos.

Sin embargo, vale la pena comentar algunos de los conceptos y parámetros que aparecen en estas tablas de Boothroyd & Dewhurst (simetrías, efecto de los grososres y dimensiones de las piezas, de las tolerancias y chaflanes, de las dificultades de acceso y visión) a fin de evaluar con precisión su significado y utilizarlas con conocimiento de causa.

Efectos de las simetrías

Unas de las principales características geométricas que afectan el tiempo requerido para sujetar y orientar una pieza son las simetrías. Se definen dos tipos de simetrías en las piezas (ver Figura 1):

Simetría α , que depende del ángulo que debe girar una pieza alrededor de un eje perpendicular a la dirección de inserción

Simetría β , que depende del ángulo que debe girar una pieza alrededor de su eje de inserción

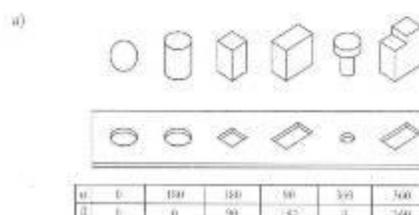


Figura 1. Características geométricas de piezas.