

**VI CONGRESO AGRIMENSURA. La Habana. Cuba.  
Taller de Control de Flota**

**Título:** Reducción de CO<sub>2</sub> con la aplicación de GPS en la base de transporte CUPET VC.

**Autor:** MSc. Ing. Yuri Lorenzo Torres.

**Institución:** Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara.

Ministerio de Energía y Minas

**País:** Cuba

**Teléfono:** 227686

**Fax:** 208998

**E-mail:** [yuri@ecvcl.cupet.cu](mailto:yuri@ecvcl.cupet.cu)

## Desarrollo

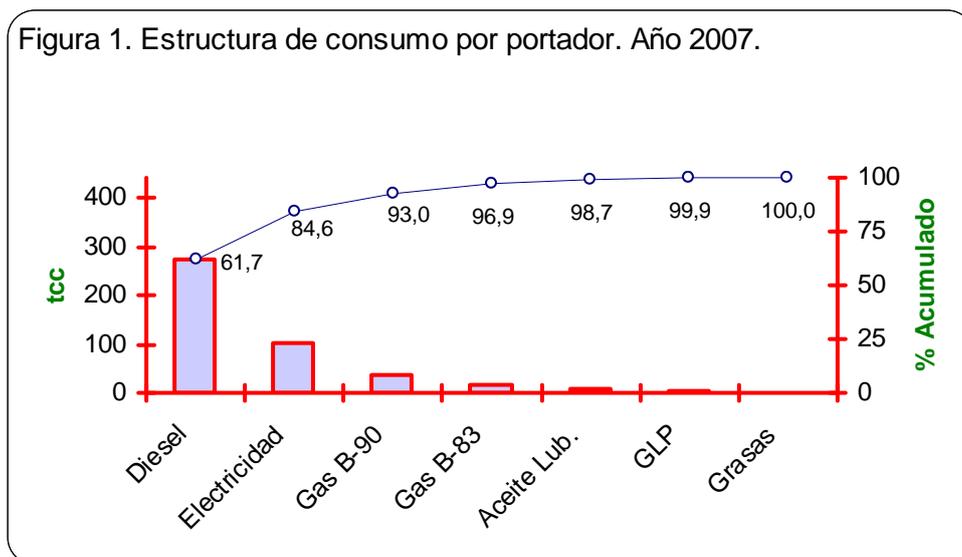
### 1. Diagnóstico energético de la Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara (ECC-VC).

La Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara (ECC VC), la cual es una de las entidades responsabilizada con su exitoso desarrollo en la provincia, constituye el objeto de estudio práctico de la presente investigación. Se encuentra situada en carretera a Sub- Planta y Circunvalación, Finca “El Ancora” en el municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara. Dicha entidad realiza actualmente la distribución de los combustibles a los clientes del territorio a través de dos vías, para el caso de los combustibles mayoristas (Diesel, Gasolinas y Petróleo Combustible), se transportan fundamentalmente de forma directa desde la fuente, la Refinería de Cienfuegos, hasta los puntos receptores de los clientes y para los combustibles minoristas, entiéndase combustibles domésticos (Queroseno, Alcohol y Gas Licuado del Petróleo), desde la fuente hasta el Centro Distribuidor (Depósito de combustibles y Planta de GLP de la ECC VC) y luego desde estos puntos hacia los clientes [45].

La entidad utiliza portadores energéticos en el cumplimiento de las funciones detalladas en el objeto empresarial: diesel como portador de mayor consumo, en equipos de transporte automotor, así como en el grupo electrógeno; Electricidad en el bombeo de los combustibles, en el taller automotriz, así como en el edificio administrativo, ubicada en éste las oficinas de los especialistas y dirigentes de la empresa, además de gasolina, gas licuado y lubricantes en menor medida.

El primer paso de este trabajo lo constituye la determinación de los portadores, las áreas y los equipos que más inciden en el consumo eléctrico de la empresa, llegar hasta la identificación de los equipos de mayor incidencia para luego evaluar algunas propuestas que puedan incidir en la disminución del consumo de combustible en cada uno de estos equipos.

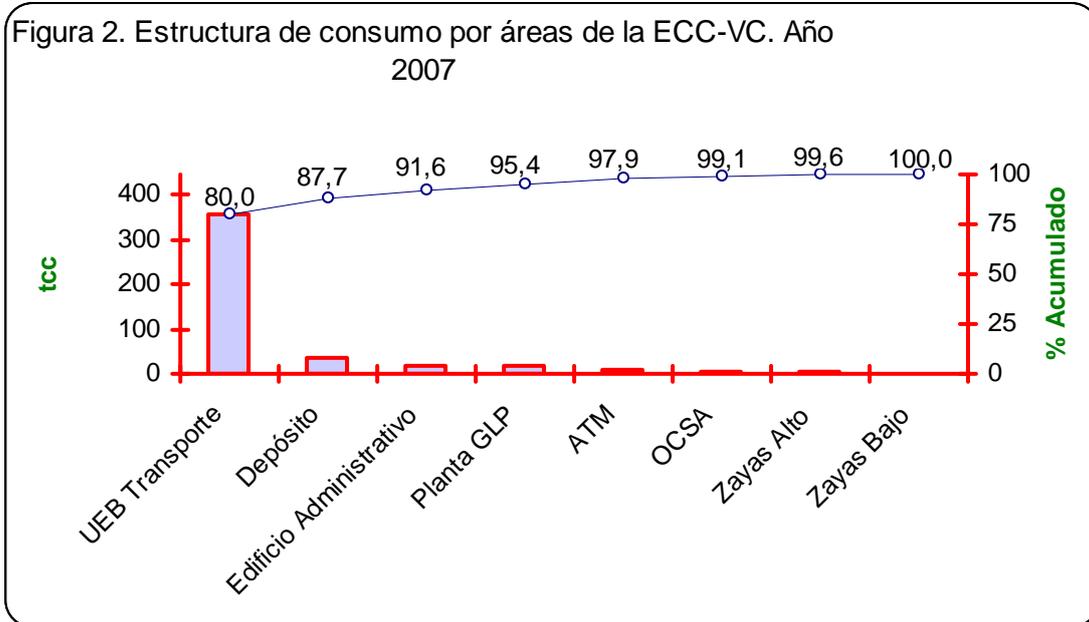
Para este análisis se toma como año base el 2007. La figura 1 muestra los resultados referentes a esta etapa de todos los portadores energéticos utilizados en la entidad objeto de análisis.



La figura anterior muestra que el combustible diesel es el portador que mayor incidencia presenta en el consumo de energía de la Empresa Comercializadora de Combustibles de

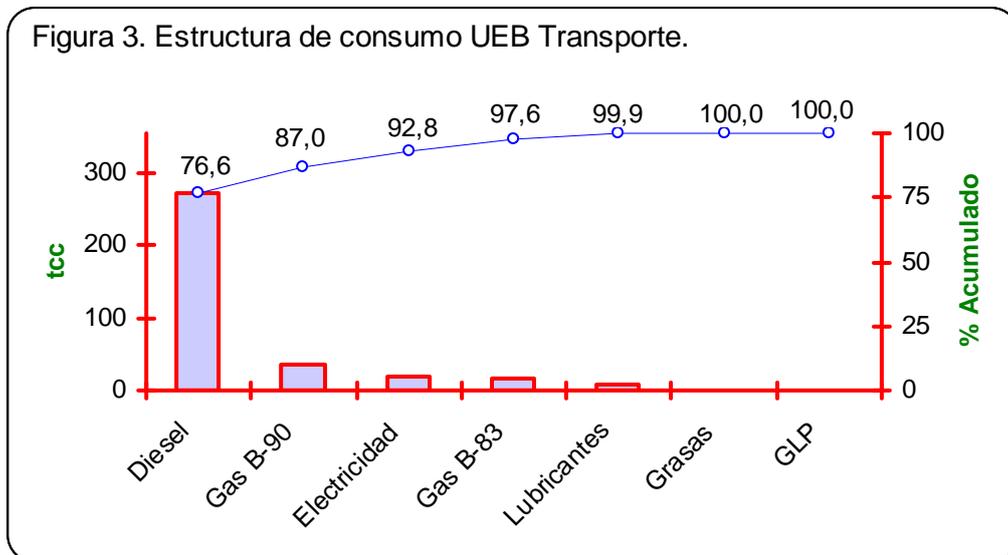
Villa Clara en el período analizado. Por lo que el estudio de este trabajo se hará en vista a la disminución del consumo de diesel en dicha entidad.

La figura 2 muestra que la UEB Transporte es el área de mayor consumo de energía dado al gran consumo de combustible de diesel que tiene sus equipos.



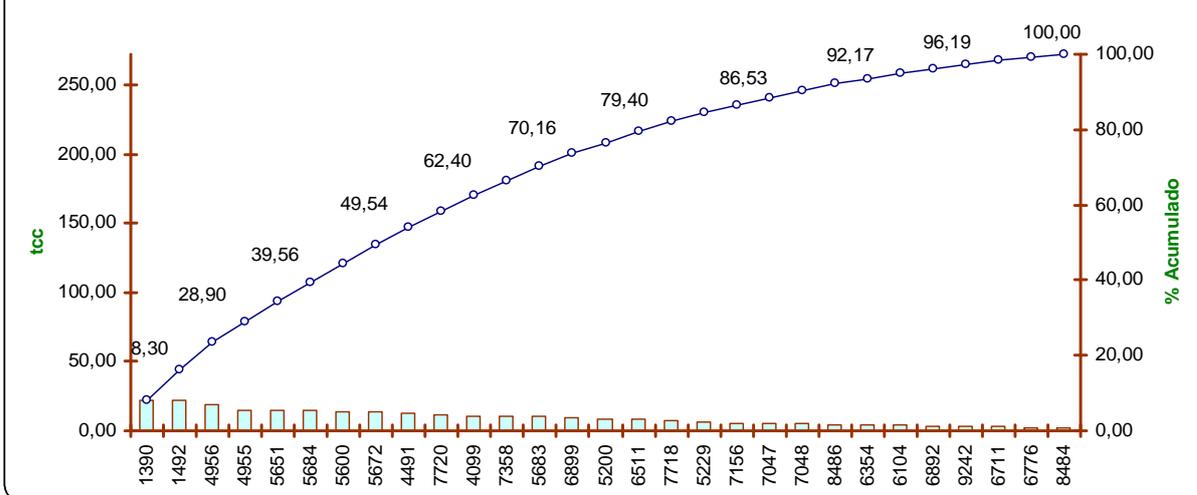
Una vez analizado la estructura de consumo por áreas, y al observar que la UEB Transporte es aquella que consume gran energía para su funcionamiento, el estudio del trabajo será en esta área.

Al analizar las interioridades de la UEB Transporte obtenemos que el portador de mayor consumo en la misma es el diesel según muestra la figura 3.



Posteriormente, se obtuvo los puestos claves de esta área realizando un Pareto con todos los equipos de esta unidad empresarial, los que se muestran a continuación en la figura 4.

Figura 4. Puestos Claves Diesel UEB transporte 2007.



En esta figura están representados todos los equipos consumidores de diesel de la UEB y se ve que los seleccionados como puestos claves en la transportación son aquellos que están hasta el equipo 5229.

De todas las medidas que se deben tomar para reducir el consumo de combustibles en los equipos, en esta investigación se estudiará aquella que se corresponda con la implantación del sistema de gestión y control de flota al parque de vehículo de la Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara.

## 2. Estimación de la disminución del consumo de combustible diesel con la implantación del sistema de gestión y control de flota.

Se considerarán solo los meses desde junio hasta noviembre del 2007, estos datos se compararán con el resultado ya obtenido con la implantación del sistema de gestión y control de flota en igual período en el 2008.

### 2.1 Datos del consumo de combustibles y resultados productivos UEB Transporte.

A continuación se representa la tablas 1 y 2, las cuales muestran el comportamiento del consumo de diesel, el volumen transportado, así como el tráfico producido.

Tabla 1. Consumo de combustibles y resultados productivos UEB Transporte. Junio-Noviembre 2007.

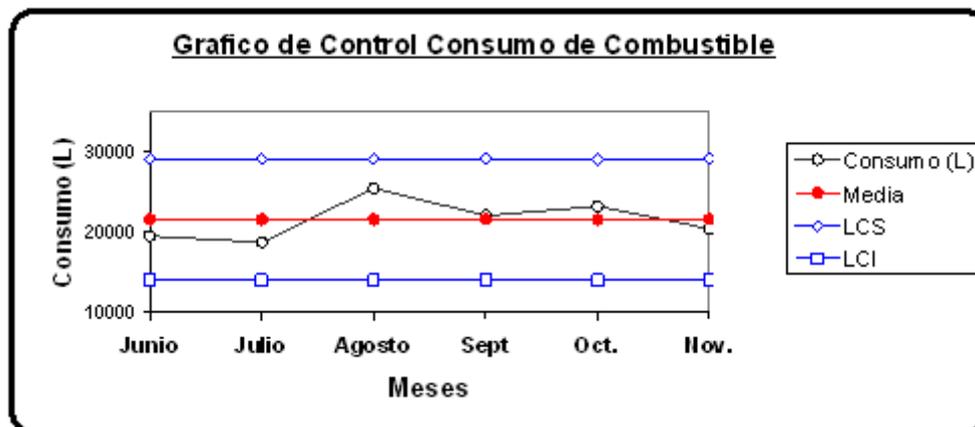
| No           | Mes        | Cons. Diesel (l) | Principales indicadores      |   |
|--------------|------------|------------------|------------------------------|---|
|              |            |                  | m <sup>3</sup> Transportados | Tráfico producido (Mm <sup>3</sup> .km) |
| 1            | Junio      | 19532,00         | 5460,00                      | 228,00                                  |
| 2            | Julio      | 18794,00         | 5875,00                      | 180,00                                  |
| 3            | Agosto     | 25506,00         | 6741,00                      | 277,00                                  |
| 4            | Septiembre | 22091,00         | 6421,00                      | 315,00                                  |
| 5            | Octubre    | 23243,00         | 7458,00                      | 409,00                                  |
| 6            | Noviembre  | 20445,00         | 6767,00                      | 320,00                                  |
| <b>Total</b> |            | <b>129611,00</b> | <b>38722,00</b>              | <b>1729,00</b>                          |

Tabla 2. Consumo de combustibles y resultados productivos UEB Transporte. Junio-Noviembre 2008.

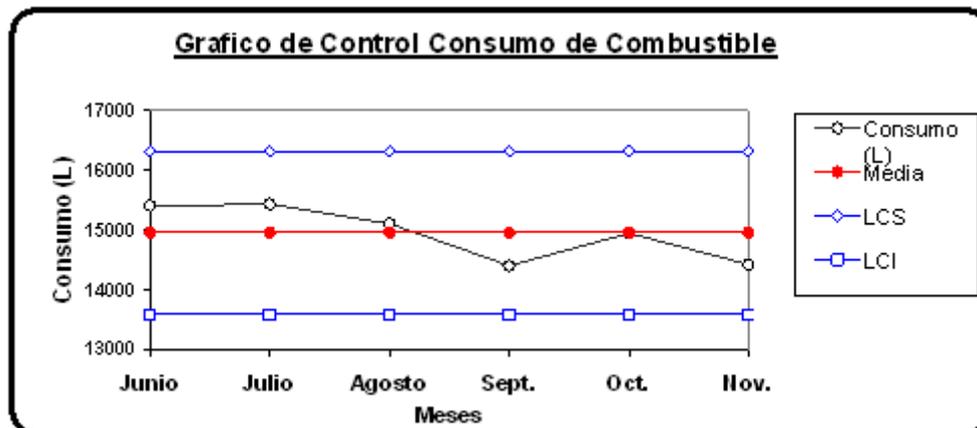
| No           | Mes        | Cons.<br>Diesel (l) | Principales indicadores      |   |
|--------------|------------|---------------------|------------------------------|---|
|              |            |                     | m <sup>3</sup> Transportados | Tráfico producido (Mm <sup>3</sup> .km) |
| 1            | Junio      | 15411,00            | 7952,00                      | 450,00                                  |
| 2            | Julio      | 15438,00            | 7965,00                      | 443,00                                  |
| 3            | Agosto     | 15111,00            | 7830,00                      | 441,00                                  |
| 4            | Septiembre | 14411,00            | 7284,00                      | 420,00                                  |
| 5            | Octubre    | 14951,00            | 7721,00                      | 437,00                                  |
| 6            | Noviembre  | 14427,70            | 7432,00                      | 421,00                                  |
| <b>Total</b> |            | <b>89749,70</b>     | <b>46184,00</b>              | <b>2612,00</b>                          |

## 2.2 Gráfico de control del consumo de combustibles.

Junio-Nov-2007



Junio-Nov-2008

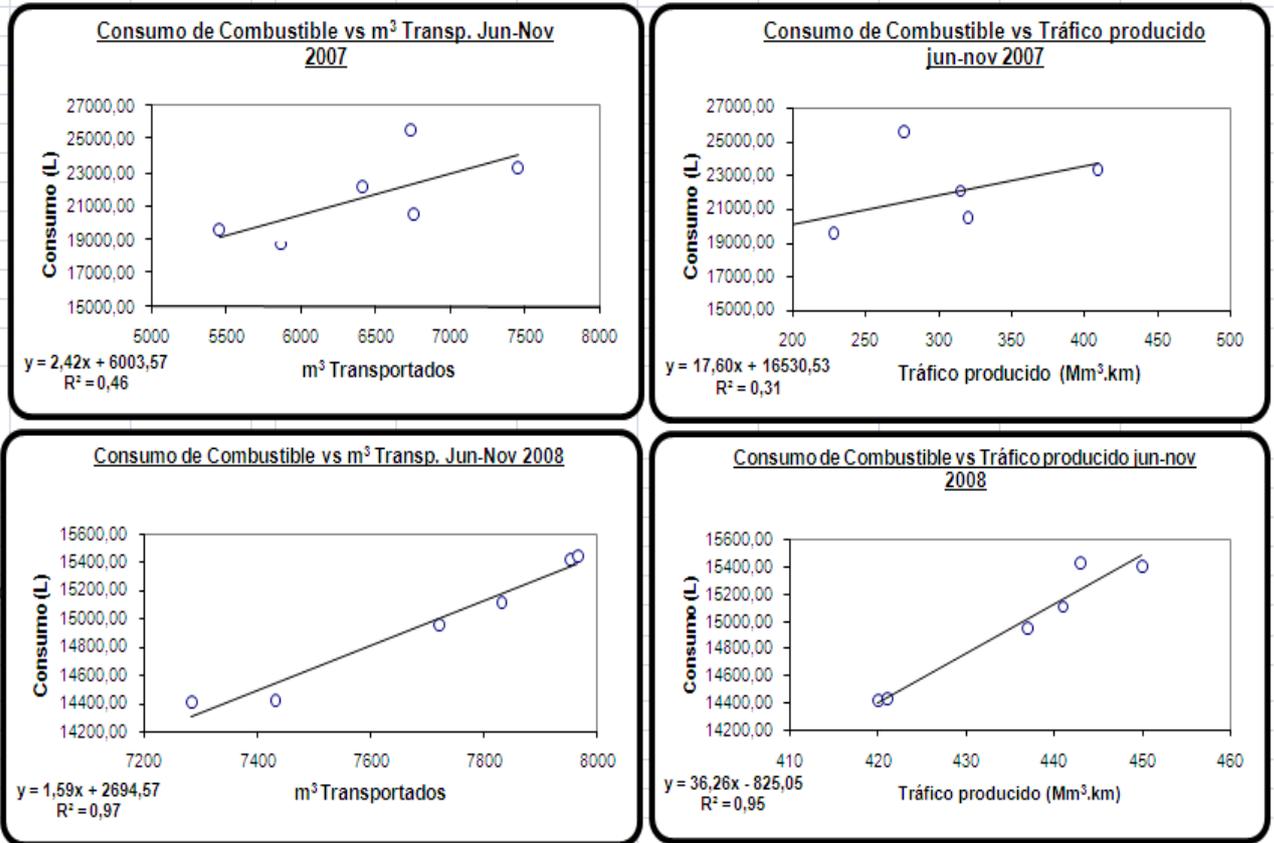


En estos gráficos se observa la disminución del consumo de combustibles en los meses analizados del 2008 con respecto a igual período del 2007, esto viene dado una vez implantado el sistema de gestión y control de flota en la base a los equipos de distribución, los cuales son los de mayor incidencia en el consumo en la entidad.

Si sacamos en cuanto ha disminuido el consumo de diesel en un período con respecto al otro, se obtiene que ha descendido el consumo en 39 861 litros, representando una disminución del 30,7%.

## 2.3 Gráfico de consumo contra producción.

En este acápite podemos ver el comportamiento en la correlación que existe entre el consumo de combustibles con respecto a la producción, dicese tanto la comercialización como el tráfico producido en los períodos de análisis.



Se observa como al trazar la recta de consumo contra producción, antes de instalados los GPS, la correlación que existía no se podía tener en cuenta para ningún análisis por el bajo valor obtenido, no siendo así una vez instalados los GPS, ya que el coeficiente de correlación da 97% en el gráfico de consumo de combustibles contra m³ transportados; y el 95% en el gráfico de consumo contra tráfico producido. En ambos casos de análisis en el 2008, el coeficiente de correlación da adecuado para la toma de decisiones desde el punto de vista energético (>75%).

### 3. Evaluación económica.

Tabla 3. Datos correspondientes a los cálculos económicos del proyecto.

| 2007 (Junio-Noviembre)        |           |                          |                       | 2008 (Junio-Noviembre)         |          |                          |                       |
|-------------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|
| Datos                         | Cantidad  | Costo unitario (Empresa) | Costo total (Empresa) | Datos                          | Cantidad | Costo unitario (Empresa) | Costo total (Empresa) |
| Combustible diesel [CUC]      | 129611,00 | 0,50                     | 64805,50              | Combustible diesel [CUC]       | 89749,70 | 0,50                     | 44874,85              |
| Sevicio de GPS (jun-nov) [\$] |           |                          | 0,00                  | Sevicio de GPS (jun-nov) [CUC] |          |                          | 1762,00               |
| Equipamiento [CUC]            |           |                          | 0,00                  | Equipamiento [CUC]             |          |                          | 10267,47              |
| Total                         |           |                          | 64805,50              | Total                          |          |                          | 56904,32              |

Es necesario aclarar que para el cálculo no se tuvo en cuenta los resultados anuales, sino los mensuales debido al rápido período de recuperación obtenido, esto está dado por la elevada disminución del consumo de combustible diesel de un período con respecto a igual etapa del período base, así como el ahorro en dinero que esto representa.

Los resultados se muestran a continuación:

Costo de operación del caso base 10 800 CUC / mes.

Costo de operación del caso propuesto 7 513 CUC / mes.

Beneficios operacionales 3 287 CUC / mes.

Inversión 12 029 CUC.

Con una tasa de interés asumida del 12%  $\Rightarrow$   $\begin{cases} VPN = 8\,334,6 \text{ CUC} \\ TIR = 25,5 \% \end{cases}$

Período de recuperación de la inversión PRI 5 meses.

### 4. Evaluación ambiental.

Al hacer los cálculos pertinentes para este proyecto, se tiene que la disminución del consumo de diesel en el período, se obtiene que ese valor esta dado en 39861 litros (35,63 tcc) de diesel, se deja de emitir a la atmósfera por concepto de reducción del consumo de combustible diesel en la Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara, un total de **106.89 tCO<sub>2</sub>**, en el período desde junio hasta noviembre de 2008.

#### Referencias bibliográficas

1. Acle Tomasini, Alfredo. Planeación estratégica y control total de la calidad. Editorial Grijalbo S. A. México. 1989.
2. Anuario Estadístico de Cuba: Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba. 2006.
3. Anuario Estadístico de Cuba: Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba. 2007.
4. Armonización de las Especificaciones de combustibles en América Latina y el Caribe-Informe Final, Alconsult Internacional Ltd, 1998.
5. Auditoría Energética, Revista Energía 2/87.
6. Baehr, H. D., Energie und Exergie, VDI-Verlag, Düsseldorf. 1965.
7. Baumgartner, J. Normas de una Eficiente Gestión Energética. Revista Electroindustria. Chile. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=646&edi>
8. Borroto Nordelo A. y otros, Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos. CEEMA, Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba. 2002. ISBN 959-257-045-0.
9. Borroto Nordelo A. y otros, Gestión Energética Empresarial. CEEMA, Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba. 2002. ISBN 959-257-040-X.

10. Brodjanskij V. M., Fratzscher W., Michalek K., Exergie, theorie und anwendung. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1986. p 348.
11. Campos Avella, J. C., Caracterización Energética: El primer paso hacia el uso racional de la energía. Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/caraenergetica/caraenergetica.html>
12. Campos Avella, J. C., Diplomado de Ahorro de Energía: Fundamentos de gerencia exergética, México, 1995.
13. Campos Avella, J. C., Gestión Total Eficiente de la Energía. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA). Universidad de Cienfuegos. 2001.
14. Campos Avella, J. C., Lora Figueroa, Edgar, Meriño, Lourdes, La Gerencia de Energía en las Empresas. Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/gerencia-de-energia/gerencia-de-energia.shtml>
15. CAMPOS J. C. La eficiencia energética en la competitividad de las empresas Cienfuegos, Cuba, 2000, 95 páginas.
16. Capote Peña O., de los Ríos M. D., Casanova C. A., Garrido Carralero N., et al. Optimización de los esquemas energéticos en centrales azucareros. Revista CubaAzúcar 30 (1), 2001: 19-22.
17. Castro Ruz, Fidel. Informe Central al II Congreso del PCC. Editora Política. Ciudad Habana, 1981.
18. Colectivo de Autores, Cuba ante el problema global de la energía. Filial pedagógica Universitaria "Carlos M. de Céspedes", Isla de la Juventud, 2006.
19. Colectivo de autores, Gestión Energética Empresarial. CEEMA, Universidad de Cienfuegos, 2002. 21-22.
20. Colectivo de Autores, Técnicas de conservación energética en la industria. Tomo II, Madrid, 1982.
21. Colectivo de autores. Gestión Energética Empresarial. Universidad de Cienfuegos, 2002.
22. COMISION NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGIA. Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética. México: CONAE. Actualización Diciembre 2002. Disponible en: <http://www.conae.gob.mx>
23. Costing the Herat, Francis Cairncross, Harvard Business School Press, 1992.
24. Creating the High Performance International Petroleum Company: Dinosaurs Can Fly, John Elting Treat, Editor, 1994.
25. Eficiencia Energética Mayo 2004, disponible en: [http://www.cenytec.com/eficiencia\\_energetica/eficiencia\\_energetica.htm](http://www.cenytec.com/eficiencia_energetica/eficiencia_energetica.htm)
26. Engineering Management of Capital Projects, A Practical Guide, Dan Mackie McGraw-Hill Ryerson Limited, 1984.
27. Gestión Energética en la industria, Revista Energía 1/87.
28. González Jordán, Roberto. Ahorro de Energía en Cuba, Editorial Científico Técnica, 1986.
29. Gutierrez Pulido, Humberto. La Calidad Total y el Ahorro de Energía. Universidad de Guadalajara, México, 1993.
30. Hernán Restrepo, Alvaro, Gestión Total Eficiente de la Energía: Herramienta fundamental en el mejoramiento de la productividad de las empresas. Coruniversitaria de Ibagué. Julio, 2003.
31. [http://es.wikipedia.org/wiki/sistema\\_de\\_posicionamiento\\_global](http://es.wikipedia.org/wiki/sistema_de_posicionamiento_global)
32. [http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido\\_de\\_carbono#Efecto\\_invernadero](http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono#Efecto_invernadero)[http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia/fuentes\\_energeticas/](http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia/fuentes_energeticas/)
33. [http://html.rincondelvago.com/fuentes-energeticas\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/fuentes-energeticas_1.html).
34. <http://ssccsa.com/>
35. [http://www.localizacionflotas.com/control\\_de\\_flotas.htm](http://www.localizacionflotas.com/control_de_flotas.htm)
36. <http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/Kiotodocumentacionpdfstransporte.pdf>
37. <http://www.monografias.com/trabajos45/petroleo/petroleo.shtml>
38. [http://www.sapiensman.com/old\\_cars/autos\\_viejos.htm](http://www.sapiensman.com/old_cars/autos_viejos.htm)
39. Inspección Estatal Energética. Revista Energía 1/1988.
40. Jasso, G. M.: Ahorro de energía. Memorias del IV Congreso Nacional Guadalajara. México, 1993.
41. Managing the Environmental Crisis, Daniel H. Henning y William R. Mangun, Duke University Press, 1992.
42. Murray, Don, Evaluación de Proyectos Relacionados con la Energía. Arpel, Agosto, 1999.
43. PCC. Resolución económica del V congreso de Partido Comunista de Cuba. Periódico Granma. Viernes, 7 de nov. de 1997.

44. Pérez Leiva, Orlando Lucas. Procedimiento para el desarrollo de la estrategia del sistema logístico de distribución en la Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara. Tesis de maestría, 2007.
45. Perry R. H.; Green D. W., Perry's Chemical Engineers' Handbook. Seventh Edition. McGraw-Hill Companies, Inc. 1997.
46. Petroleum Refinery Process Economics. Roberts E. Maples, Pennwell Books, 1993.
47. Regional Economic Impact Analysis and Project Evaluation. H. Craig Davis, UBC Press, Vancouver, 1993.
48. RESTREPO V. Álvaro Hernán. Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía, Cienfuegos. Cuba, 1999, 45 paginas.
49. Ríos Roca, A., "Eficiencia Energética". Boletín Perspectiva Energética de la Región. Portal OLADE. Octubre. 2006. Disponible en: [www.olade.org/](http://www.olade.org/).
50. Ríos Roca, A., "Revolución Energética en Cuba. Boletín Perspectiva Energética de la Región. Portal OLADE. Abril. 2006. Disponible en: [www.olade.org/](http://www.olade.org/).
51. RONDÓN Germán, Base de datos de medida de eficiencia energética en los principales sectores de la economía Tolimense, Ibagué, Colombia, 2001, 83 paginas.
52. Sotolongo Pérez J.A., Parúas Cuza R., Almarales Arceo A., Blanco Laborí C. ¿Qué necesitamos: energía o exergía?, disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energiaytu.html>, Revista Energía y Tú. (20), 2002. [en línea][consulta 12/09/03]
53. Tejeda, J., "Acomodo de Cargas". Dirección Técnica. Empresa Comercializadora de Combustibles Villa Clara. Forum de Ciencia y Técnica. 2005.
54. Torres Martínez, J., Gómez Jiménez, W. Cuba y la energética sustentable. Revista Ingeniería Energética. XIV (3) IPSJAE. 1993.
55. Torres, K., "El Ahorro. Clave de la Revolución Energética en Cuba". Periódico El Invasor. Ciego de Ávila. 18 de marzo de 2007.
56. Wall Göran, Exergy flows in industrial process. Physical Resource Theory Group, Chalmers University of Technology and University of Göteborg, S-412 96 Göteborg, Sweden, 1986.
57. [www.cec.uchile.cl/~prien/PrensaPetroleo.doc](http://www.cec.uchile.cl/~prien/PrensaPetroleo.doc)
58. [www.monografias.com/trabajos26/proyecto-ampliacion/proyecto-ampliacion.shtml+evaluaci%C3%B3n+econ%C3%B3mica%2Bgeneralidades&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=cu](http://www.monografias.com/trabajos26/proyecto-ampliacion/proyecto-ampliacion.shtml+evaluaci%C3%B3n+econ%C3%B3mica%2Bgeneralidades&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=cu)