



Mayo 2019 - ISSN: 1696-8352

## DEONTOLOGÍA APLICADA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE TURBINAS CON RECURSOS RENOVABLES

**Pablo Sebastián Enríquez Páez<sup>1</sup>**  
Universidad Politécnica Salesiana  
penriquezp@est.ups.edu.ec

**Jeverson Santiago Quishpe Gaibor<sup>2</sup>**  
Universidad Politécnica Salesiana  
jquishpe@ups.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Pablo Sebastián Enríquez Páez y Jeverson Santiago Quishpe Gaibor (2019): "Deontología aplicada en la generación de energía mediante turbinas con recursos renovables", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (mayo 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/05/deontologia-generacion-energia.html>

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra como es necesario que la deontología esté presente dentro de la generación de energía, esto con el motivo de demostrar que debe existir una concientización mayor en lo que significa reducir de gran manera los impactos ambientales que ésta genera, ya que se necesita de la extracción del petróleo y sus derivados para el funcionamiento de toda la maquinaria encargada de este proceso, pero todos estos combustibles necesitan ser quemados para la obtención y transformación de energía calorífica en energía mecánica que va a alimentar a un generador de electricidad, así, mediante este proceso todas las personas cuentan con energía eléctrica en sus hogares, sin embargo desde los mismo empresarios que son dueños de las plantas generadoras de energía, ya sean por factores económicos o políticos hacen caso omiso a los daños que los gases que se desprenden en este proceso, causan a la salud de absolutamente todos los seres vivos, incluyendo los seres humanos. Es por esto que la ética juega un papel muy importante, para poder concientizar y garantizar una calidad de vida de excelencia a las personas y sobre todo a los seres vivos.

### ABSTRACT

This research paper shows how it is necessary that deontology be present within the generation of energy, this with the reason to demonstrate that there should be greater awareness in what it means to greatly reduce the impacts That this generates, since it is necessary to extract the oil and its derivatives for the operation of all the machinery in charge of this process, but all these fuels need to be burned for the obtaining and transformation of energy Heat in mechanical energy that will feed a generator of electricity, thus, through this process all the people have electric energy in their homes, however from the same entrepreneurs who own the power generating plants, already Whether by economic or social factors ignore the damage that the

<sup>1</sup> Estudiante investigador del décimo nivel de la carrera de Ingeniería Mecánica

<sup>2</sup> Docente investigador de la carrera de Ingeniería Mecánica

gases that come out in this process, cause to the health of absolutely all living beings, including human beings.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la energía se encuentra presente en la vida del ser humano a cada instante; desde que inicia el día, durante el transcurso y la finalización del mismo, el hombre está en contacto con diversos equipos de carácter electrónico que son impulsados por luz eléctrica, pero esa luz eléctrica es generada en plantas mediante el uso de maquinaria, especialmente, turbinas, ya sean de gas o vapor, las cuáles utilizan combustibles derivados del petróleo, que al momento de ser combustionadas son altamente tóxicas para el medio ambiente.

La implementación de la deontología, es un factor importante dentro de la generación de energía, ya que como es una ayuda para todos los seres humanos se debe considerar también la ayuda para todo el medio ambiente, sin embargo, la ética profesional, por diversos factores, sean políticos o económicos, no se encuentra aplicada al 100% en este ámbito.

El motivo de este estudio es demostrar como la deontología, la cual, mediante la definición de Fernández (Fernández, 2007) es la rama de la ética que se define como teoría del deber o ciencia de los fundamentos del deber, se encuentra incluida dentro de los procesos de generación de energía, haciendo que sean eficaces y sustentables mediante el uso de recursos renovables, los cuales no son contaminantes y mediante la aplicación de varios tipos de éticas para que puedan satisfacer las necesidades de las personas en temas energéticos, y, así mismo causar un impacto ambiental muy bajo.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

La energía llega a los hogares de los seres humanos desde las plantas generadoras de energía, por lo general ubicadas cerca de yacimientos petroleros o también cerca de ríos y afluentes de agua con corrientes que contengan altas velocidades, estas últimas se denominan hidroeléctricas. Sin embargo las plantas que se encuentran cerca de los yacimientos petroleros utilizan las turbinas, los cuales son motores de combustión interna que van a hacer girar un eje a grandes revoluciones para poner en marcha un generador de electricidad de alta potencia que brindará grandes cantidades de energía para ser distribuida.

Según la RAE (Real Academia Española) (Real, 2001) energía es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, entre otros, es decir, que todos los equipos y dispositivos que a diario usamos se encuentren funcionales u operativos para cumplir con las tareas para las cuales han sido diseñados y puedan aportar a la comodidad del ser humano y la simplificación de sus labores.

Para que la energía sea capaz de llegar a los hogares de las personas, debe sufrir ciertos cambios para poder ser aprovechada al máximo, las principales industrias generadoras de energía con turbinas emplean básicamente 2 tipos de maquinaria, las cuales son las turbinas de gas y las turbinas a vapor, estas serán más utilizadas dependiendo de la cantidad de energía que se desee generar que por lo general van por el orden de los MW (Megavatios).

### **2.1 TURBINAS A GAS**

Las turbinas de gas son motores térmicos rotativos de combustión interna en las cuáles, la energía mecánica se obtiene a través de la quema de un combustible que va a producir la potencia necesaria para girar un eje a muy altas revoluciones. (Turbinas de Gas.com, 2014)<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Turbinas de Gas.com. Todo sobre turbinas en la web. [www.turbinasdegas.com](http://www.turbinasdegas.com)

Estos equipos están diseñados para poder generar muy altos niveles de energía, la empresa Siemens S.A (Siemens, 2016), tiene una tabla con diversos modelos de sus turbinas que



permiten observar los niveles de energía que éstas producen.

Fuente: [www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)

Son entonces estos equipos los que más impacto ambiental generan además de los que serán el eje de este trabajo de investigación, ya que funcionan con Diesel o Gas Natural, los cuales al ser sometidos a combustión generan gases que son extremadamente nocivos, tanto para el ser humano como para el ambiente que incluye la fauna y la flora que, dependiendo de la ubicación geográfica se encuentre.

## 2.2 Turbinas de vapor

Las turbinas de vapor, al igual que las turbinas de gas, son turbomáquinas, que según Energiza (Energiza, 2011) transforman la energía de un flujo de vapor en energía mecánica a través de un intercambio de cantidad de movimiento entre el fluido y la turbina. Estas máquinas son capaces de entregar tanta energía como las turbinas de gas e incluso más, Siemens S.A (Siemens, 2016) indica que los valores máximos y mínimos de potencia que entrega una turbina de vapor van desde los 10 kW hasta los 1.900 MW, sin embargo, al utilizar vapor de agua, no las hace contaminantes como las turbinas de gas.

## 2.3 Impactos ambientales de la generación de energía con turbinas

La generación de energía se encuentra plagada de varios factores, que así, como benefician la vida del ser humano, también son perjudiciales para el mismo e incluso mucho más para el medio ambiente, razón por la cual, la deontología juega un papel muy importante en este tema, ya que es necesario que exista una ética profesional, por parte de todos los individuos que se encuentran involucrados en la generación de energía.

El factor más importante que podemos observar es el cambio climático, Williston (B, 2018) menciona que la huella humana es visible prácticamente en todo el mundo, esto se observa en la composición actual gaseosa de la atmósfera, la cantidad de desechos plásticos existentes en los ecosistemas marinos y terrestres, la muerte rápida de varias especies, entre otros.

En los últimos años los niveles de contaminación se han encontrado en niveles alarmantes que causan la preocupación de todos los habitantes, especialmente por la contaminación de aire que existe actualmente; según la OMS<sup>4</sup> (OMS, 2018), se estima que la contaminación del aire actual, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, ocasionó más de 4,2 millones de

<sup>4</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), [www.who.int/es](http://www.who.int/es)

muerres tempranas alrededor del mundo cada año; esta mortalidad fue causada por la exposición a micropartículas de 2,5 micrones o de diámetros menores, que son las principales causantes de enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Al analizar los datos que entrega la OMS, se observan que son niveles alarmantes de la cantidad de personas que se encuentran afectadas, y es aquí donde se falta a un principio ético importante el cual es la calidad de vida, la que Ardilla (Ardilla, 2003) define como un estado de satisfacción total, que se deriva de la realización de absolutamente todos los potenciales que posee la persona. Ella tiene aspectos objetivos y subjetivos, de los cuales el más importante de los aspectos objetivos es la salud. Esto explica que la deontología debe preocuparse primordialmente por entregar una calidad de vida satisfactoria al ser humano, tanto en comodidad como en salud, como un pilar fundamental dentro de la ética profesional, sin embargo no se deben descuidar los aspectos ambientales ya que el ser humano puede obtener la buena calidad de vida, además de los animales dentro de un ambiente sano.

Es así, que las turbinas encargadas de la generación de energía, siendo más específicamente las turbinas a gas, por usar combustibles derivados del petróleo son altamente contaminantes para el aire, esto ya que al momento de la combustión se generan gases contaminantes como hidrocarburos, plomo, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno como lo expresa As-SI<sup>5</sup> (AS-SL, 2014), estos gases son liberados directamente a la atmósfera afectando en gran manera la vida del ser humano y la del ambiente en la que vive.

Pero es necesario realizar un análisis más a profundidad para saber cuánta contaminación es capaz de generar una turbina y de dónde proviene toda la misma, razón por la cual Pérez (Pérez, 2016) en su investigación muestra la siguiente información con datos muy importantes para entender el grado de contaminación que las turbinas generan al ambiente.

Fuente: Emisiones en Turbinas de Gas: Origen, Mecanismos de Formación, Técnica de Control y Reglamentación de Pérez.

Major Species	Typical Concentration (% Volume)	Source
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	66 - 72	Inlet Air
Oxygen (O <sub>2</sub> )	12 - 18	Inlet Air
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	1 - 5	Oxidation of Fuel Carbon
Water Vapor (H <sub>2</sub> O)	1 - 5	Oxidation of Fuel Hydrogen
Minor Species Pollutants	Typical Concentration (PPMV)	Source
Nitric Oxide (NO)	20 - 220	Oxidation of Atmosphere Nitrogen
Nitrogen Dioxide (NO <sub>2</sub> )	2 - 20	Oxidation of Fuel-Bound Organic Nitrogen
Carbon Monoxide (CO)	5 - 330	Incomplete Oxidation of Fuel Carbon
Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )	Trace - 100	Oxidation of Fuel-Bound Organic Sulfur
Sulfur Trioxide (SO <sub>3</sub> )	Trace - 4	Oxidation of Fuel-Bound Organic Sulfur
Unburned Hydrocarbons (UHC)	5 - 300	Incomplete Oxidation of Fuel or Intermediates
Particulate Matter Smoke	Trace - 25	Inlet Ingestion, Fuel Ash, Hot-Gas-Path
		Attrition, Incomplete Oxidation of Fuel or Intermediates

Con los datos que podemos observar en la tabla se puede comprobar la cantidad de emisión que una turbina puede generar en la sección del escape y cuanto es el porcentaje de contaminantes que expulsan a la atmósfera sin ningún tipo de filtrado, siendo así, el más perjudicial el monóxido de carbono que se libera.

Por todos estos motivos, es de carácter urgente la implementación de recursos renovables en las turbinas para poder reducir drásticamente la contaminación en el aire.

## 2.4 Implementación de recursos renovables en las turbinas

<sup>5</sup> As-SI: Fabricante de catalizadores y filtros de partículas. [www.as-sl.com](http://www.as-sl.com)

Como se ha definido anteriormente las turbinas son motores de combustión interna que necesitan de un combustible para poder funcionar correctamente, estos combustibles pueden ser diversos derivados del petróleo como diésel o gas natural, siendo estos lo más usados, sin embargo existen otros combustibles de carácter renovable, también llamados los biocombustibles que pueden ser implementados en estas máquinas para reducir drásticamente el impacto ambiental.

Los biocombustibles, según la definición de Salinas (Salinas Callejas & Gasca Quezada, 2009) son aquellos combustibles que se obtienen de la biomasa; y entendiéndose por biomasa al grupo de productos energéticos y materias primas renovables que se producen a partir de la materia prima orgánica que se forma mediante vía biológica, pero la gran incógnita que queda remanente en las plantas generadoras de energía es si realmente los biocombustibles serán tan eficientes como los combustibles derivados del petróleo.

Esto ha producido que a la fecha el uso de biocombustibles no sea prevalente a pesar de los grandes beneficios que estos aportan al ambiente y al ser humano. Esto también es debido a los altos costos de producción que tienen estos son muy altos en comparación con los bajos precios que tiene el petróleo.

En la investigación realizada por Chiong et. al (Chiong, y otros, 2019) mencionan los principales biocombustibles con los que las turbinas a gas pueden trabajar, sin perder su eficiencia, si no, al contrario, elevándola y causando una combustión limpia, con un porcentaje bajo de emisión de contaminantes; estos biocombustibles son:

- Bioetanol
- Aceite Vegetal Hidrogenado
- Bio-aceite
- Bio-diésel
- Aceite Vegetal

De todos estos los que más facilidad de implementación tienen, son el bioetanol, conjuntamente con el biodiesel, ya que son los 2 biocombustibles que más eficiencia entregarán a la máquina y a la producción de energía, esto se puede observar en una breve comparación de eficiencias realizada por Chiong et. al (Chiong, y otros, 2019) en la siguiente tabla.

Fuente: Liquid biofuels production and emissions performance in gas turbines: A review de Chiong et al.

Parameters	Fuels				
	#2 Diesel	Bio-oil (Énsyn)	Ethanol	Crude Oil	Biodiesel
Inlet gas temperature (°C)	-2.8	-10	2	5.6	11
Compressor speed (RPM)	13,850	14,050	13,850	13,850	13,850
Exhaust gas Temp (°C)	403	420	415	444	467
Fuel Flow Rate (liter/hr)	1071	1800	1800	1055	1200
Power output (kW)	2510	2650	2510	2510	2550
SO <sub>2</sub> (ppm)	7	1	2	421	1.40
NO <sub>x</sub> (ppm)	321	60	101	326	321
CO (ppm)	1	55	14.8	4.1	4.1

Es así, que con los datos que se desprenden de esta tabla se puede obtener cuál sería el combustible más eficaz basándose en diversos parámetros, como esta investigación está centrada en la menor contaminación posible, se verifica el caudal de combustible en l/h siendo así, dentro de los biocombustibles, el más eficaz el biodiesel con un valor de 1200 l/h, lo que generaría un ahorro grande al momento de usarlo ya que no se consumiría combustible en exceso y los daños al ambiente como se puede observar serían leves.

Entonces es aquí donde la deontología se debe encontrar presente en los profesionales encargados de la generación energética, pero fundamentalmente en las empresas, ya que como lo menciona Cubero (Cubero, 2006), la ética profesional debe ser la unión de principios que sean aplicados a cada una de las actividades que fundamentan y desarrollan los derechos y deberes de absolutamente todas las personas que forman el equipo empresarial. Es decir que la ética debe ir completamente relacionada con la profesión para el correcto manejo de los elementos potencialmente dañinos para el ser humano como para el ambiente, lo cual es indicado en la siguiente ilustración.



Fuente: La Gestión Ética y la Responsabilidad en la Ingeniería de Juan José Cubero Marín.

## 2.5 Deontología en la generación de energía

Los impactos ambientales son muy altos por la generación de energía, esto se debe a que las plantas energéticas por cuestiones económicas usan el petróleo y sus derivados de manera continua, ayudando al ser humano pero descuidando su salud y la del medio ambiente.

Aquí es importante dar a conocer la importancia que tiene la ética dentro de la formación de los ingenieros, ya que ellos serán las personas que se encontrarán al frente de los proyectos de generación energética, como lo menciona Wareham & Elefsiniotis (Wareham & Elefsiniotis, 1996) en la actualidad existe una necesidad muy amplia de ingenieros que puedan manejar inteligentemente los recursos naturales usados en el desarrollo de la energía, considerando que deben tener en cuenta la concientización ambiental conjuntamente con el beneficio para el ser humano y para todas las personas, a esto se le denomina ética en la ingeniería.

Sin embargo los problemas de ética, especialmente en las grandes empresas son muchos, el elevado número de casos que, a través de los medios de información llega a noticieros (y otros que no) sobre comisiones, sobornos, fraudes, falsedades de todo tipo entre otros, hacen que no sea difícil presentar algunos casos de falta de ética. La dimensión más importante se presenta en las grandes compañías como se mencionó anteriormente. Los pequeños fraudes que se cometen a diario, en la mayor parte de las ocasiones pasan desapercibidos. No sucede así cuando grandes empresas no tienen inconveniente en cometer los más grandes fraudes por enriquecerse, aún más aquellos que ya que ya son suficientemente ricos. (Cubero, 2006)

Como profesionales, los ingenieros deben buscar el hacer las cosas bien y esto se consigue cuando se tiene la suficiente competencia técnica, cuando las relaciones personales están basadas con la confianza y cuando se tiene un profundo respeto a las personas y al medio ambiente. Con todo esto se puede concluir que la unión de lo técnico y lo profesional es lo ético, así lo menciona Cubero. (Cubero, 2006)

Es así que un profesional que aplica la deontología en su diaria labor será capaz de cumplir con todas las normas establecidas para el correcto cuidado de, principalmente la salud del ser humano, mediante la aplicación de medidas que lo puedan beneficiar en todos los aspectos, además de preocuparse por el cuidado y el bienestar del ambiente, haciendo conciencia sobre los problemas existentes y las soluciones más viables, dejando de lado los factores económicos y sociales que aquí pueden existir simplemente aplicando la ética que resultará en un beneficio para todos los seres vivos

### 3. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, después de lo investigado se concluye que las normas ambientales, aplicadas por organismos reguladores tanto nacionales como internacionales deben ser aplicadas con más rigurosidad, el mercado energético debería proveer de controles de calidad y sanciones para cuando existan daños ambientales graves además de daños a la salud de los seres humanos, logrando con esto crear una cultura de cero daño al ambiente y a las personas, además de educar con el ejemplo los principios éticos que deben ser el direccionamiento de la vida humana para garantizar una calidad de vida exitosa a cada ser vivo presente en el planeta.

Además, se presentaron diversas opciones alternativas dentro de los combustibles para el funcionamiento de las turbinas a gas, los cuales son producidos de manera amigable con el ambiente además que generan un impulso para los agricultores, por ende un crecimiento económico grande de cada país, ya que provienen de procesos químicos que se desprenden de componentes de plantas e incluso de biomasa; incluso se realizó un análisis de eficiencia en las turbinas de gas donde se demostró que causan una eficiencia igual o incluso mayor que los combustibles fósiles de uso común.

Finalmente, este trabajo demostró de manera filosófica la falta de concientización ética que existe dentro de la generación de energía con turbinas de gas y cómo la deontología es un pilar fundamental dentro de este campo profesional, para así, evitar y dejar de lado factores económicos, sociales y políticos que puedan influir dentro de la ética y moral de cada profesional de manera negativa, así mismo se mencionan las soluciones y los valores que deben guiar a todos los seres humanos involucrados en este tema para que puedan garantizar una calidad de vida buena, como lo demanda la ética para cada ser humano, ser vivo y el ambiente.

### 4. REFERENCIAS

- Ardilla, R. (2003). Calidad de vida: Una visión integradora. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 35, 161-164.
- AS-SL. (s.f.). *Tipos de gases producidos en la combustión y sus consecuencias*. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de [https://www.as-sl.com/pdf/tipos\\_gases.pdf](https://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf)
- B, W. (2018). Climate Change Ethics. *Encyclopedia of the Anthropocene*, 45-52.
- Chiong, M., Chong, C., Ng, J.-H., Lam, S., Tran, M.-V., Fong Chong, W., . . . Valera-Medina, A. (2019). Liquid biofuels production and emissions performance in gas turbines: A review. *Energy Conversion and Management*, 173(July), 640-658.
- Cubero, J. (2006). La gestión ética y la responsabilidad social en la ingeniería. *Forética*, 26-30.
- Energiza. (Diciembre de 2011). *Energiza*. Recuperado el 14 de Enero de 2019, de <http://www.energiza.org/antiores/energizadiciembre2011.pdf>
- Fernández, Á. (2007). *Universidad de Salamanca*. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de [https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/119365/1/EB19\\_N159\\_P67-75.pdf](https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/119365/1/EB19_N159_P67-75.pdf)

- OMS. (2 de Mayo de 2018). *World Health Organization*. Recuperado el 14 de Enero de 2019, de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Pérez, G. (2016). *Emisiones en Turbinas de Gas: Origen, Mecanismos de Formación, Técnica de Control y Reglamentación*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90875/fichero/Gonzalo+P%C3%A9rez+L%C3%B3pez+TFG.pdf>
- R. A. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Espasa.
- Salinas Callejas, E., & Gasca Quezada, V. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*(157), 75-82.
- Siemens. (s.f.). *Siemens*. Recuperado el 14 de Enero de 2019, de <https://www.siemens.com/content/dam/webassetpool/mam/tag-siemens-com/smdb/power-and-gas/Gas%20Turbinas/heavy-duty-gas-turbine/technical-paper-and-brochures/brochures/gas-turbines-siemens-interactive.pdf>
- Turbinas de Gas.com*. (s.f.). Recuperado el 12 de Enero de 2019, de <http://www.turbinasdegas.com/principios-de-funcionamiento>
- Wareham, D., & Elefsiniotis, P. (1996). Environmental, ethics in engineering education: A missing fundamental. *Water Science and Technology*, 32(12), 197-203.