



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“IMPACTO DEL CAMBIO DE FUENTE ENERGÉTICA EN EL PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA EN LA PLANTA NESTLÉ PERÚ S.A. – CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Javier López Otero.

Jamis Alfredo Sánchez Gonzales.

**Asesor:**

MCs. Denis Javier Arangurí Cayetano.

Cajamarca – Perú

2017

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABREVIATURAS Y SIGLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xix</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad Problemática .....	1
1.2. Formulación del Problema .....	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Limitaciones .....	6
1.5. Objetivos .....	7
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	7
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	7
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes .....	8
2.2. Bases Teóricas .....	10
2.2.1. <i>ISO 50001 – Sistemas de Gestión de la Energía – Requisitos con Orientación para su Uso</i> .....	10
2.2.2. <i>Termodinámica</i> .....	12
2.2.3. <i>Proceso de Generación de Vapor</i> .....	12
2.2.4. <i>Componentes del Proceso de Generación de Energía Térmica (Vapor)</i> .....	12
2.2.5. <i>La Fuente de Energía o Combustible</i> .....	22
2.2.6. <i>La combustión</i> .....	24
2.2.7. <i>Matriz Energética del Perú</i> .....	30
2.2.8. <i>Fuentes de Energía</i> .....	38
2.2.9. <i>Calor</i> .....	39
2.2.10. <i>Eficiencia Energética del Generador de Vapor</i> .....	41
2.2.11. <i>Evaluación Económica</i> .....	41
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>44</b>
3.1. Formulación de la hipótesis .....	44
3.2. Operacionalización de variables .....	44

<b>CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	45
4.2. Material. ....	45
4.2.1. <i>Unidad de estudio.</i> .....	45
4.2.2. <i>Población.</i> .....	45
4.2.3. <i>Muestra.</i> .....	45
4.3. Métodos. ....	46
4.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i> .....	46
<b>CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....</b>	<b>50</b>
5.1. Generalidades de la empresa.....	50
5.1.1. <i>Reseña histórica:</i> .....	50
5.1.2. <i>Visión:</i> .....	50
5.1.3. <i>Misión:</i> .....	51
5.1.4. <i>Principios Corporativos:</i> .....	51
5.1.5. <i>Organigrama:</i> .....	54
5.1.6. <i>Principales Proveedores:</i> .....	57
5.1.7. <i>Principales Clientes:</i> .....	59
5.2. Observación Directa, Diagnostico de la Gestión Energética.....	59
5.2.1. <i>Proceso de Generación de Energía Térmica</i> .....	59
5.2.2. <i>Observación Preliminar</i> .....	65
5.2.3. <i>Gestión Energética</i> .....	68
5.3. Alcance de la Propuesta de Cambio de Fuente Energética en el Proceso de Generación de Energía Térmica.....	68
5.3.1. <i>Cronograma de Ejecución</i> .....	68
5.3.2. <i>Estación de Filtración y Medición Modular</i> .....	71
5.3.3. <i>Red Interna de Gas</i> .....	72
5.3.4. <i>Conversión de Caldero H. Briones de Petróleo Industrial n° 6 a Gas Natural</i> .....	73
5.3.5. <i>Recursos y Documentación</i> .....	74
5.3.6. <i>Propuesta Financiera</i> .....	75
5.4. Modalidad de Pago de la Propuesta Enfocada al Uso Racional de la Energía.....	76
5.4.1. <i>Vía monto del Proyecto</i> .....	76
5.4.2. <i>Según los Ahorros Realizados</i> .....	77
5.4.3. <i>Vía Contracting Energético</i> .....	77
5.5. Recopilación de Datos .....	77
5.5.1. <i>Inventario de Equipos Generadores de Vapor</i> .....	78
5.5.2. <i>Consumo de Energía</i> .....	80
5.5.3. <i>Generación de Energía Expresada en GJ</i> .....	83
5.5.4. <i>Generación de Emisiones de CO<sub>2</sub></i> .....	84
5.5.5. <i>Costo de Generación de Energía Térmica</i> .....	85
5.5.6. <i>Facturación de Combustible Petróleo Industrial n° 6</i> .....	90
5.5.7. <i>Emisiones de CO<sub>2</sub></i> .....	92
5.6. Costos de Mantenimiento .....	94
5.7. Gastos en Capacitación .....	96
5.8. Costo de Generación de Energía Térmica .....	96
5.8.1. <i>Generación de Energía en Base a Petróleo Industrial n° 6</i> .....	96
5.9. Análisis de Variables Económicas VAN, TIR.....	97

5.9.1.	<i>Escenario Óptimo</i>	102
5.9.2.	<i>Escenario Pesimista</i>	106
5.9.3.	<i>Escenario Optimista</i>	109
5.9.4.	<i>Comparación de Escenarios</i>	112
5.10.	Análisis Estadístico Aplicativo	113
5.11.	Análisis Ambiental	117
<b>RESULTADOS</b>		<b>120</b>
<b>CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN</b>		<b>122</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>123</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>124</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>125</b>
<b>REFERENCIAS</b>		<b>132</b>

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

- **ASME:** American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).
- **°C:** Grado Celsius
- **BHP:** Boiler Horsepower (Potencia de la Caldera)
- **Btu:** British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica)
- **C:** Carbono
- **CH<sub>4</sub>:** Metano
- **C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>:** Butano
- **C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>:** Benceno
- **CIP:** Cleaning In Place (Limpieza en el Lugar)
- **CO:** Monóxido de Carbono
- **CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono
- **CST:** Centistokes
- **°F:** Grado Fahrenheit
- **GAL:** Galón
- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero
- **GJ:** Gigajoule
- **GLP:** Gas Licuado de Petróleo
- **GN:** Gas Natural
- **GNC:** Gas Natural Comprimido
- **GNL:** Gas Natural Licuado
- **GTAW:** Gas Metal Arc Welding (Soldadura por Arco Eléctrico con Electrodo de Tungsteno)
- **H<sub>2</sub>:** Hidrógeno
- **H<sub>2</sub>O:** Agua
- **HI:** Hipótesis Alternativa
- **HR:** Hora
- **HO:** Hipótesis Nula
- **ING.:** Ingeniero

- **ISO:** International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
- **KGF:** Kilogramos Fuerza
- **KG:** Kilogramo
- **KJ:** Kilojoule
- **M:** Masa
- **M<sup>2</sup>:** Metro Cuadrado
- **MBD:** Miles de Barriles Diarios
- **MEM:** Ministerio de Energía y Minas de Perú
- **MCs.:** Maestro en Ciencias
- **MMPCD:** Millones de Pies Cúbicos por Día
- **MW:** Megawatts
- **N<sub>2</sub>:** Nitrógeno
- **NER:** Nestlé Environmental Requirements (Requisitos Ambientales Nestlé)
- **NOX:** Óxidos de Nitrógeno
- **O<sub>2</sub>:** Oxígeno
- **PÁG.:** Página
- **PBI:** Producto Bruto Interno
- **PI n° 6:** Petróleo Industrial n° 6
- **POC:** Puesta en Operación Comercial
- **PPM:** Partes por Millón
- **PQR:** Procedure Qualification Record (Registro de Calificación del Procedimiento)
- **PTC:** Performance Test Codes (Código de Pruebas de Desempeño)
- **QA:** Quality Assurance (Aseguramiento de Calidad)
- **RER:** Recursos Energéticos Renovables
- **R-500:** Petróleo Industrial Residual 500
- **S:** Azufre
- **S.A.:** Sociedad Anónima
- **S.A.C.:** Sociedad Anónima Cerrada

- **SAP:** Systeme Anwendungen und Produkte (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos)
- **SHE:** Safety, Health & Environmental (Seguridad, Salud y Medioambiente)
- **SMAW:** Shielded Metal Arc Welding (Soldadura por Arco Eléctrico con Electrodo Revestido)
- **TIR:** Tasa Interna de Retorno
- **TJ:** Terajoule
- **TQ:** Tanque
- **VAN:** Valor Actual Neto
- **VPN:** Valor Presente Neto
- **WPS:** Welding Procedure Specification (Especificación del Procedimiento de Soldadura)

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Costos de Energía de Nestlé Perú S.A. - Planta Cajamarca .....	2
Tabla 2.1 Transferencia de Calor Típico para una Caldera Económica de Tres Circuitos y Cámara Húmeda .....	15
Tabla 2.2 Conversión de ppm a %.....	25
Tabla 2.3. Concesiones de Proyectos de Masificación del Uso del Gas Natural .....	37
Tabla 3.1 Operacionalización de Variables .....	44
Tabla 4.1. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos .....	46
Tabla 4.2. Descripción de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	47
Tabla 5.1. Costo de Activos para la Conversión de Gas Natural.....	76
Tabla 5.2. Datos Técnicos Caldero Cleaver Brooks.....	78
Tabla 5.3. Datos Técnicos Caldero H. Briones.....	79
Tabla 5.4. Demanda de Energía del Proceso de Producción .....	80
Tabla 5.5. Costo Asociado a la Generación de Vapor por Centro de Coste en los Años 2012 - 2015 .....	87
Tabla 5.6. Costo Asociado a la Generación de Vapor por Centro de Coste .....	89
Tabla 5.7. Consumo de Energía en GigaJoule de Nestlé Planta Cajamarca.....	93
Tabla 5.8. Costo de un Kilogramo de Vapor (Energía Térmica) .....	97
Tabla 5.9. Precio del Petróleo Industrial n° 6 por Galón para los Escenarios Propuestos .....	102
Tabla 5.10. Variables Financieras.....	102
Tabla 5.11. Variables Económicas Escenario Óptimo.....	103
Tabla 5.12. Flujo de Caja Proyectado Escenario Óptimo .....	105
Tabla 5.13. VAN y TIR Escenario Óptimo .....	106
Tabla 5.14. Variables Económicas Escenario Pesimista .....	106
Tabla 5.15. Flujo de Caja Proyectado Escenario Pesimista .....	108
Tabla 5.16. VAN y TIR Escenario Pesimista .....	109
Tabla 5.17. Variables Económicas Escenario Optimista .....	109
Tabla 5.18. Flujo de Caja Proyectado Escenario Optimista.....	111
Tabla 5.19. VAN y TIR Escenario Optimista .....	112



Tabla 5.20. Variables Financieras de Escenarios .....	112
Tabla 5.21. Muestra de Precio por Galón de Petróleo Industrial n° 6 Ofertado por Repsol Comercial S.A.C. a la Empresa Nestlé Perú S.A. ....	113
Tabla 5.22. Datos Estadísticos .....	113
Tabla 5.23. Distribución Normal de Variables Calculada en Base al Precio del Petróleo Industrial n° 6 Promedio de la Muestra y Precio del Petróleo n° 6 del Escenario Optimista .....	114
Tabla 5.21. Proyección de Reducción de kg CO <sub>2</sub> Anuales.....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica 1.1. Porcentaje del Costo Total de la Matriz Energética de Nestlé Perú S.A. Planta Cajamarca .....	2
Gráfica 1.2. Porcentaje de Utilización de Energía en las Operaciones de Nestlé Perú S.A.- Planta Cajamarca .....	3
Gráfica 1.3. Costo de Generación de Energía Térmica Nestlé Perú S.A. - Planta Cajamarca .....	3
Gráfica 1.4. Costo de Petróleo Industrial n° 6 Respecto al Costo Total de Generación de Energía Térmica .....	4
Gráfica 1.5. Diagrama de Ishikawa para el Análisis del Costo Elevado del Proceso de Generación de Energía Térmica .....	5
Gráfico 2.1. Modelo del Sistema de Gestión de la Energía .....	11
Gráfico 2.2. Requerimientos del Sistema de Gestión Energética según el Ciclo de Mejora Continua .....	11
Gráfico 2.3. Componentes del Proceso de Generación de Térmica (Vapor) .....	12
Gráfico 2.4. Caldera Pirotubular.....	13
Gráfico 2.5. Caldera Pirotubular Cámara Seca .....	14
Gráfico 2.6. Caldera Pirotubular Cámara Húmeda.....	14
Gráfico 2.7. Caldera Económica de Tres Pasos.....	15
Gráfico 2.8. Configuración de la Caldera Acuotubular.....	16
Gráfico 2.9. Caldera Acuotubular .....	16
Gráfico 2.10. Quemador y Caldera .....	17
Gráfico 2.11. Caldera de Combustible Sólido .....	17
Gráfico 2.12. Caldera con Quemador Atmosférico.....	18
Gráfico 2.13. Caldera con Quemador tiro forzado.....	19
Gráfico 2.14. Tanque de Desaireación o Alimentación de Agua a Calderas .....	19
Gráfico 2.15. Bomba de Alimentación de Agua a Caldera .....	20
Gráfico 2.16. Válvula Check.....	21
Gráfico 2.17. Separador de Humedad .....	21
Gráfico 2.18. Tanque de Purgas .....	22
Gráfico 2.19. Composición de los Gases de Combustión .....	22

Gráfico 2.20. Combustión Ideal.....	23
Gráfico 2.21. Combustión Real .....	23
Gráfico 2.22. Curva de Combustión .....	29
Gráfico 2.23. Grado de Humedad del Aire Dependiendo del Punto de Rocío (Presión del Aire: 1013 mbar) .....	30
Gráfico 2.24. Proyección del Consumo Final de Energía (TJ).....	31
Gráfico 2.25. Proyección del Consumo Final de Energía (TJ).....	31
Gráfico 2.26. Crecimiento del Consumo Final de Hidrocarburos Líquidos.....	32
Gráfico 2.27. Crecimiento de la Demanda de Gas Natural.....	32
Gráfico 2.28. Red Nacional de Gaseoductos .....	33
Gráfico 2.29. Leyenda Red Nacional de Gaseoductos.....	33
Gráfico 2.30. Distancia Red Nacional de Gaseoductos.....	33
Gráfico 2.31. Desarrollo de los Recursos Energéticos Renovables - RER .....	34
Gráfico 2.32. Inversiones en la Matriz Energética en el Perú .....	36
Gráfico 2.33. Sistema de Distribución de Gas Natural para la Masificación a Nivel Nacional .....	37
Gráfico 2.34. Primer Plan de Conexiones – Concesión Norte .....	38
Gráfico 2.35. Datos Técnico de Petróleo Industrial n° 6 .....	39
Gráfico 2.36. Conductividad Térmica de Algunos Materiales a la Temperatura Ambiente.....	40
Gráfico 5.1. Organigrama de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca .....	54
Gráfico 5.2. Organigrama del Departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca .....	55
Gráfico 5.3. Organigrama del Departamento de Producción o Fabricación de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca .....	55
Gráfico 5.4. Organigrama del Departamento de Fomento Ganadero de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca .....	56
Gráfico 5.5. Organigrama del Departamento de Mantenimiento (Ingeniería & Proyectos) de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca.....	56
Gráfico 5.6. Organigrama del Departamento de Administración de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca.....	57
Gráfico 5.7. Organigrama del Departamento de Aseguramiento de Calidad de la Planta Nestlé Perú S.A. – Cajamarca .....	57

Gráfico 5.8. Análisis de Combustión del Caldero Cleaver Brooks .....	60
Gráfico 5.9. Descripción Gráfica del Proceso de Generación de Energía Térmica Realizado en la Planta de Nestlé Perú S.A. - Cajamarca .....	62
Gráfico 5.10. Diagrama de Flujo del Proceso de Generación de Energía Térmica de Planta de Nestlé Perú S.A. - Cajamarca .....	63
Gráfico 5.11. Diagrama de Operaciones del Proceso de Generación de Energía Térmica de Planta de Nestlé Perú S.A. - Cajamarca .....	64
Gráfico 5.12. Fugas de Petróleo Industrial n° 6 en Tuberías .....	65
Gráfico 5.13. Fugas de Petróleo Industrial n° 6 en Bombas de Alimentación.....	65
Gráfico 5.14. Emisión de Inquemados en los Calderos de Planta.....	66
Gráfico 5.15. Derrame de 1500 Galones de Petróleo Industrial n° 6 en la Zona de Descarga de Petróleo Industrial.....	67
Gráfico 5.16. Gantt de Ejecución e Implementación de la Propuesta de Cambio de Fuente Energética en el Proceso de Generación de Energía Térmica.....	70
Gráfico 5.17. Unidad de Filtración y Medición .....	71
Gráfico 5.18. Quemador de Gas Natural para Caldero .....	73
Gráfico 5.19. Caldera Caldero Cleaver Brooks .....	79
Gráfico 5.20. Caldera Caldero Cleaver Brooks .....	80
Gráfico 5.21. Distribución de Energía Térmica (Vapor) en Planta .....	81
Gráfico 5.22. Generación de Energía Térmica (Vapor) Anual .....	82
Gráfico 5.23. Generación de Energía Térmica Año 2015.....	83
Gráfico 5.24. Generación de Energía Térmica en GigaJoule 2012 - 2015 .....	83
Gráfico 5.25. Generación de Energía Térmica en GigaJoule 2012 - 2015 .....	84
Gráfico 5.26. Generación de kg de CO <sub>2</sub> por Combustión de Petróleo Industrial n° 6 .....	84
Gráfico 5.27. Generación de kg de CO <sub>2</sub> por Combustión de Petróleo Industrial n° 6 Año 2015 .....	85
Gráfico 5.28. Porcentaje por Centro de Costo de Generación de Energía Térmica (Vapor) 2012 - 2015 .....	86
Gráfico 5.29. Porcentaje por Centro de Costo de Generación de Energía Térmica (Vapor) 2015 .....	88
Gráfico 5.30. Facturación de Combustible Petróleo Industrial n° 6.....	90
Gráfico 5.31. Consumo de Combustible Petróleo Industrial n° 6 Diciembre 2015 .....	91

Gráfico 5.32. Hollín Presente en las Tuberías.....	95
Gráfico 5.33. Porcentaje de Incremento por Suciedad en los Tubos de una Caldera (Hollín e Incrustamiento) .....	95
Gráfico 5.34. Tendencia del Precio de Petróleo Industrial n° 6 por galón para el Año 2012 .....	98
Gráfico 5.35. Tendencia del Precio de Petróleo Industrial n° 6 por galón para el Año 2013 .....	98
Gráfico 5.36. Tendencia del Precio de Petróleo Industrial n° 6 por galón para el Año 2014 .....	99
Gráfico 5.37. Tendencia del Precio de Petróleo Industrial n° 6 por galón para el Año 2015 .....	100
Gráfico 5.38. Tendencia del Precio de Petróleo Industrial n° 6 por Entre los Años 2012 y 2015 .....	101
Gráfico 5.39. Costo de un Kilogramo de Vapor (Energía Térmica) Escenario Óptimo....	104
Gráfico 5.40. Payback Escenario Óptimo (Miles de Soles) .....	105
Gráfico 5.41. Costo de un Kilogramo de Vapor (Energía Térmica) Escenario Pesimista	107
Gráfico 5.42. Payback Escenario Pesimista (Miles de Soles) .....	108
Gráfico 5.43. Costo de un Kilogramo de Vapor (Energía Térmica) Escenario Optimista	110
Gráfico 5.44. Payback Escenario Optimista (Miles de Soles).....	111
Gráfico 5.45. Campana de Gauss.....	116
Gráfico 5.46. Reducción de kg de CO <sub>2</sub> Anuales.....	118

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, evalúa la situación energética actual de la empresa Nestlé Perú S.A. Planta Cajamarca con la finalidad de proponer una fuente de energía alterna (Gas Natural) para su matriz energética, la cual contribuirá a la disminución de los costos de generación de energía térmica y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (huella ambiental) que la actual fuente de energía genera.

Para ello se ha recopilado información del proceso de generación de energía térmica, principalmente del combustible de petróleo industrial n° 6 que es la fuente de energía en el proceso de generación de energía térmica y generación de CO<sub>2</sub>, información que fue analizada y plasmada en gráficos y mediciones.

Una vez analizadas y evaluadas las variables para entender la situación actual de la matriz energética de la empresa Nestlé Perú S.A. – Planta Cajamarca, se presenta el análisis comparativo de la alternativa energética que es la fuente de energía proveniente del Gas Natural frente a la actual que es el petróleo industrial n° 6 para así proponer oportunidades que puedan contribuir a la disminución de los costos de generación de energía térmica.

Para realizar el análisis económico entre ambas fuentes de energía se presentaron tres escenarios; optimo, pesimista y optimista, donde la variable precio del petróleo industrial n° 6 fue accionada, de estos tres escenarios el último es el que otorga beneficio financiero ya que posee un VAN de S/. 54,879.16, un TIR de 10.91% y un payback de 6.8 años lo cual evidencia que existe una oportunidad de disminuir el costo de generación de energía térmica en un 3.43% que en términos monetarios llevaría el S/. 0.1074 por kg de vapor generado a S/. 0.1039, esto siempre que el precio del petróleo industrial n° 6 esté en un promedio anual de S/. 6.50 por galón.

Alineado a ello el indicador ambiental actual de 3584587 kg de CO<sub>2</sub>, se reduce en un 30.66% (841131 kg CO<sub>2</sub>) lo cual indica que la emisión de CO<sub>2</sub> (gases de efecto invernadero) utilizando la fuente de energía proveniente del gas natural disminuirá de forma significativa.

Es claro que la metodología utilizada en el presente trabajo es específica para la Planta de Nestlé Perú S.A. ubicada en Cajamarca, pero ello no implica que el mismo análisis detallado en el presente trabajo pueda utilizarse como referencia para disminuir los costos asociados a la generación de energía térmica en otro tipo de industria.

## ABSTRACT

The present research work, evaluates the current energy situation of the company Nestlé Peru S.A. Cajamarca plant with the purpose of proposing an alternative energy source (Natural Gas) for its energy matrix, which will contribute to the reduction of the costs of thermal energy generation and reduction of CO<sub>2</sub> emissions (environmental footprint) than the current source of energy generated.

To this end, we have compiled information on the process of thermal energy generation, mainly the industrial oil n° 6, which is the energy source in the process of thermal energy generation and CO<sub>2</sub> generation, information that was analyzed and reflected in graphs and measurements.

Once the variables analyzed and evaluated to understand the current situation of the energy matrix of Peru Nestle S.A. - Plant Cajamarca, comparative analysis of energy alternative that is the source of energy from the Natural Gas against the current that is industrial oil n° 6 for presents and propose opportunities that can contribute to lower generation costs thermal energy.

To perform the economic analysis between the two energy sources were presented three scenarios; optimal, pessimistic and optimistic, where the variable price of industrial oil n° 6 was operated, these three scenarios the latter is what gives financial benefit since it has a NPV of S/. 54879.16 and an IRR of 10.91% which shows that there is a great opportunity to reduce the cost of thermal power generation when the oil price is at an annual average of S/. 6.50 per gallon.

Aligned to this environmental indicator it is reduced by 23% which indicates that the emission of CO<sub>2</sub> (greenhouse gas) using the energy source from natural gas will also decrease.

It is clear that the methodology used in this work is specific to the plant Nestle Peru S.A. located in Cajamarca, but this does not imply that the same detailed analysis in this paper can be used as a reference to lower costs associated with the generation of thermal energy in other industries.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**



## REFERENCIAS

- Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (Diciembre de 2013). *gestionaenergia.cl*.  
Obtenido de <http://www.gestionaenergia.cl/pdf/ISO50001.pdf>
- Alvarado Villanueva, J. L. (2009). Universidad Nacional de Cajamarca, Lima. Obtenido de  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/351>
- American Society of Mechanical Engineers. (2008). *docs.google.com*. Obtenido de  
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=Ym9pbGVyY29uc3VsdGFudC5jb218Ym9pbGVyY29uc3VsdGFudHxneDo3MWIzN2M5NTdlMmRlMTZk>
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (Vol. Séptima Edición). México:  
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Banco Interamericano de Desarrollo, Naciones Unidas y Ministerio del Ambiente de Perú.  
(2014). *contexto.org*. Obtenido de  
<http://www.contexto.org/pdfs/CEPALpercambclim.pdf>
- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2011). *Tranferencia de Calor y Masa* (Vol. Cuarta Edición).  
México, D.F., México: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Cengel, Y., & Boles, M. (2012). *Termodinámica* (Séptima ed.). Mexico: McGRAW-  
HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Chavez Ñaupari, Á. (2005). *Proyecto de Conversión al Consumo de Gas Natural en la  
Planta Textil*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/889>
- Cleaver Broock. (2016). *cleaverbrooks.com*. Obtenido de  
<http://www.cleaverbrooks.com/products-and-solutions/boilers/index.aspx>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (12 de 2009). *www.conuee.gob.mx*.  
Obtenido de [http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod\\_gei\\_cons\\_evit.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod_gei_cons_evit.pdf)
- Economics for Energy. (20 de Febrero de 2012). *economicsforenergy.blogspot.pe*.  
Obtenido de <http://economicsforenergy.blogspot.pe/2012/02/que-es-una-esco.html>
- Guevara Chinchayan, R. (2013). *www.uns.edu.pe*. Obtenido de  
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/001\\_auditorias\\_energeticas\\_1.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/001_auditorias_energeticas_1.pdf)
- Henry, J. G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Prentice Hall. Obtenido de  
[https://www.usuarios.cl/usuario/0e280fd639ac6a63c42fb8d3ed7c6f04/mi\\_blog/r/ingenieria-ambiental\\_glynn.pdf](https://www.usuarios.cl/usuario/0e280fd639ac6a63c42fb8d3ed7c6f04/mi_blog/r/ingenieria-ambiental_glynn.pdf)

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). *dgsc.go.cr*.  
Obtenido de <http://www.dgsc.go.cr/dgsc/documentos/cecaedes/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Meléndez Gómez, S. (2006). *Conversión a Gas Natural Seco de una Caldera Piro-tubular con Potencia de 500 BHP que Trabaja con Diesel - 2*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/406/1/melendez\\_gs.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/406/1/melendez_gs.pdf)
- Ministerio de Energía y Minas. (Noviembre de 2014). *Plan Energético Nacional 2014 - 2025*. Lima. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/2ResEje-2014-2025%20Vf.pdf>
- Nestlé. (2012). *www.nestle.com*. Obtenido de [http://www.nestle.com/asset-library/documents/library/documents/corporate\\_social\\_responsibility/nestle-csv-summary-report-2012-sp.pdf](http://www.nestle.com/asset-library/documents/library/documents/corporate_social_responsibility/nestle-csv-summary-report-2012-sp.pdf)
- Nestlé Perú S.A. (Junio de 2010). *nestle.com.pe*. Obtenido de <http://www.nestle.com.pe/sitecollectiondocuments/principios-corporativos.pdf>
- Nestlé Perú S.A. (2016). *www.nestle.com.pe*. Obtenido de <http://www.nestle.com.pe/nosotros/historiadenestleperu>
- Nestlé Perú S.A. (s.f.). *www.nestle.com.pe*. Obtenido de <http://www.nestle.com.pe/nosotros>
- Organización de las naciones Unidas. (11 de Diciembre de 1997). *http://unfccc.int/*. Obtenido de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *http://www.un.org/*. Obtenido de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Organización Internacional de Normalización. (15 de 06 de 2011). *ISO 50001:2011 Sistemas de Gestión de la Energía - Requisitos con Orientación para su Uso*. Obtenido de [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf)
- OSINERMING. (12 de 2009). *www.osinergmin.gob.pe*. Obtenido de [http://www2.osinergmin.gob.pe/Infotec/GasNatural/pdf/Alicacion\\_tarifas\\_GN\\_final.pdf](http://www2.osinergmin.gob.pe/Infotec/GasNatural/pdf/Alicacion_tarifas_GN_final.pdf)
- Osinerming. (2015). *Boletín Informativo de Gas Natural 2015-1*. Lima. Obtenido de <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/osinergmin-boletin-gas-natural-2015-1.pdf>

- Repsol Comercial. (2016). *repsol.com*. Obtenido de [https://imagenes.repsol.com/pe\\_es/CUADRO%20ESPEC\\_RESIDUALES\\_tcm18-618859.pdf](https://imagenes.repsol.com/pe_es/CUADRO%20ESPEC_RESIDUALES_tcm18-618859.pdf)
- Repsol Comercial S.A.C. (2016). *www.repsol.com*. Obtenido de [https://www.repsol.com/pe\\_es/productos\\_y\\_servicios/productos/pe\\_combustibles/combustibles/destilados\\_pesados/productos/](https://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/pe_combustibles/combustibles/destilados_pesados/productos/)
- Rigola Lapeña, M. (1989). *Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de Proceso y Residuales*. Barcelona, España: Marcombo Boixareu Editores. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=fQcXUq9WFC8C&pg=PA93&dq=calderas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj8mY27rPzRAhXC7yYKHfifDpMQ6AEIaDAJ#v=onepage&q=calderas&f=false>
- Sarco, Spirax. (1999). *spiraxsarco.com*. Obtenido de [http://www.spiraxsarco.com/global/ar/Training/Documents/Gu%C3%ADa\\_de\\_Calderas\\_y\\_accesorios.pdf](http://www.spiraxsarco.com/global/ar/Training/Documents/Gu%C3%ADa_de_Calderas_y_accesorios.pdf)
- Spirax Sarco - España. (2016). *spiraxsarco.com*. Obtenido de <http://www.spiraxsarco.com/global/es/Products/Pages/separators-and-insulation-jackets.aspx>
- Spirax Sarco - México. (2016). *www.spiraxsarco.com*. Obtenido de <http://www.spiraxsarco.com/global/mx/Capabilities/Pages/Examples-of-Typical-Solutions/boiler-house/bottom-blowdown/automatic-blowdown-single-boiler.aspx>
- Spirax Sarco. (2016). *spiraxsarco.com*. Obtenido de <http://pointing.spiraxsarco.com/uk/products-services/overview/steam-generation.asp>
- Spirax-Sarco Engineering PLC. (2017). *spiraxsarco.com*. Obtenido de <http://www.spiraxsarco.com/ApplicationsOverview/SteamGeneration/SteamGeneration.htm>
- Spirax Sarco. (2016). *spiraxsarco.com*. Obtenido de <http://www.spiraxsarco.com/global/mx/Capabilities/Pages/Examples-of-Typical-Solutions/boiler-house/feedtanks/boiler-feedtank-and-associated-control-systems.aspx>
- Testo. (01 de 2004). *testo.com*. Obtenido de [https://salvadorcobo.files.wordpress.com/2011/03/guia\\_combustion-testo.pdf](https://salvadorcobo.files.wordpress.com/2011/03/guia_combustion-testo.pdf)

Varetto, R. H. (2012). *Conducción de Generadores de Vapor*. Buenos Aires: Librería y Editorial Alsina.