

*Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Informática*



*“Sistema Informático para la Gestión Energética en el Horno  
3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S. A.”*



*Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Informática.*

*Autor*

*Yoandys Peñalver Medina*

*Tutores*

*Lic. Carlos Alberto Alvarez Bravo*

*Dr. Manuel Cortés Cortés*

*Consultantes*

*MSc. Oscar Vidal*

*Ing. Magdiel Vega González*

*Cienfuegos, Cuba*

*Curso 2011 – 2012*



## **Declaración de autoría**

Yo, Yoandys Peñalver Medina declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la empresa mixta Cementos Cienfuegos S.A. y al Departamento de Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", para que hagan el uso que estimen pertinente con el trabajo de diploma.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_ del \_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del Autor

Firma del Tutor

Yoandys Peñalver Medina

Carlos Alberto Alvarez Bravo

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referente a la temática señalada.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

Firma del Tutor

Ing. Carlos Alberto Alvarez Bravo

Dr. Manuel Cortés Cortés

Universidad de Cienfuegos

Universidad de Cienfuegos

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma ICT

Firma Vicedecano



## **Pensamiento**



La experiencia es la madre de la ciencia y de las ideas.



## **Agradecimientos**

A todos mis seres queridos, muchas gracias por estar siempre presentes cuando los necesito.

A mis amigos, ha sido agradable haberlos conocido.

A mis tutores, sin ustedes este proyecto no hubiese sido posible.

A todos los profesores que desde niño hasta la universidad han contribuido con mi formación, sin ustedes no estaría aquí.

Quien soy se lo debo a ustedes.



## **Dedicatoria**

A mi familia.



## Resumen

El presente trabajo tiene como título: “Sistema Informático para la Gestión Energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S. A. y se realizó en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. El sistema obtenido como resultado de esta investigación permite establecer un sistema de gestión energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos SA, y está basado en la arquitectura cliente/servidor mediante el empleo de la Web. En el trabajo se plantean los conceptos asociados al problema y se hace referencia a las metodologías, herramientas y tecnologías usadas para el desarrollo del software. A través del documento de la investigación se describen los elementos que conforman el análisis, diseño e implementación del sistema presentado, siguiendo lo establecido por el método de desarrollo ágil SCRUM y utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Para la implementación del sistema se utilizó MySQL como sistema gestor de Bases de Datos y PHP como lenguaje de programación. El framework del sistema manejador de contenidos Joomla! se utilizó como entorno de trabajo en la confección del sistema.



## **Abstract**

This presentation is titled “Computers System for the Energetic Management in Oven 3 in “Cementos Cienfuegos S. A” Company and is a result of a deep investigation, confirming the possibility of a system based in the architecture customer/Server using the web. This work takes into account the now day’s concepts and methodologies about the Energetic Management and also the modern technologies, such as SCRUM, UML, MySQL -data base-, PHP, putting them at the service of “Cementos Cienfuegos S. A” Company.



# Índice

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>9</b>
1.1. INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO. ....	9
1.2. PRINCIPALES CONCEPTOS. ....	9
1.2.1. ¿Qué es sistema? .....	9
1.2.2. ¿Qué es gestión? .....	9
1.2.3. ¿Qué es Sistema de Gestión de la Energía? .....	9
1.2.4. Hornos rotatorios. ....	10
1.2.4.1. Antecedentes. ....	10
1.2.4.2. Características. ....	11
1.3. HERRAMIENTAS EXISTENTES PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO. ....	12
1.4. TENDENCIA, METODOLOGÍAS Y/O TECNOLOGÍAS ACTUALES. ....	15
1.4.1. Arquitectura Cliente-Servidor. ....	15
1.4.2. Arquitectura de N Capas. ....	16
1.4.3. Tecnologías Web. ....	19
1.4.4. Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD). ....	23
1.4.5. UML. ....	24
1.4.6. Metodología de desarrollo de software. ....	26
1.5. LENGUAJES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS. ....	27
1.5.1. ¿Por qué PHP? .....	27
1.5.2. ¿Por qué MySQL? .....	28
1.5.3. Joomla. ....	28
1.6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO. ....	30
<b>CAPÍTULO2. SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA....</b>	<b>31</b>
2.1. INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO. ....	31
2.2. PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE GRÁFICOS DE CONTROL. ....	31
2.2.1. Preparación. ....	32
2.2.2. Construcción. ....	33
2.2.3. Evaluación. ....	33
2.3. PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL GRÁFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO. ....	35
2.3.1. Preparación. ....	35
2.3.2. Construcción. ....	35
2.3.3. Evaluación. ....	36
2.4. PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL GRÁFICO DE ÍNDICE DE CONSUMO CONTRA RENDIMIENTO HORARIO. ....	36
2.4.1. Preparación. ....	37



2.4.2.	Construcción.....	38
2.4.3.	Evaluación .....	38
2.5.	PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL HISTOGRAMA. ....	38
2.5.1.	Preparación. ....	39
2.5.2.	Construcción.....	39
2.5.3.	Evaluación. ....	39
2.6.	MARCO DE TRABAJO QUE UTILIZA SCRUM.....	40
2.6.1.	Equipo Scrum. ....	40
2.6.2.	Bloques de tiempo.....	41
2.6.3.	Artefactos. ....	41
2.7.	PRODUCT BACKLOG.....	41
2.8.	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	42
2.8.1.	Requerimientos funcionales.....	42
2.8.2.	Requerimientos no funcionales.....	44
2.9.	SPRINT BACKLOG. ....	46
2.9.1.	Técnicas de estimación de Sprint. ....	46
2.9.2.	Planeación de los Sprint.....	47
2.10.	HISTORIAS TÉCNICAS. ....	49
2.10.1.	Diagrama de casos de uso del sistema. ....	49
2.11.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO. ....	50
<b>CAPÍTULO3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA INFORMÁTICO EN EL HORNO 3 DE LA EMPRESA CEMENTOS CIENFUEGOS S.A.....</b>		<b>51</b>
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	51
3.2.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	51
3.2.1.	Cálculo de Puntos de Casos de Uso sin Ajustar.....	51
3.2.2.	Cálculo de los Puntos de Casos de Uso Ajustados (PCUA).....	53
3.2.3.	Estimación del esfuerzo. ....	55
3.2.4.	Cálculo de costos. ....	56
3.3.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA INFORMÁTICO. ....	56
3.3.1.	Beneficios tangibles e intangibles. ....	56
3.3.2.	Prueba T.....	56
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>62</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>65</b>



---

<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
---------------------	-----------



## Índice de tablas

Tabla 1. Product Backlog. ....	42
Tabla 2. Estimando horas disponibles.....	47
Tabla 3. Sprint 1.....	47
Tabla 4. Sprint 2.....	48
Tabla 5. Sprint 3.....	48
Tabla 6. Sprint 4.....	49
Tabla 7. Actores del sistema.....	49
Tabla 8. Asignación de peso a los actores.....	51
Tabla 9. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar.....	52
Tabla 10. Cálculo del factor de complejidad técnica.....	54
Tabla 11. Cálculo del factor ambiente.....	55
Tabla 12. Muestreo de tiempos para realizar prueba T.....	58
Tabla 13. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.....	59
Tabla 14. Estadísticos de muestras relacionadas.....	59
Tabla 15. Prueba de muestras relacionadas.....	59



## Índice de figuras

Figura 1. Componentes de un Sistema de Gestión Energética.....	10
Figura 2. Vista del horno rotatorio en plano horizontal. ....	11
Figura 3. Sección del horno rotatorio. ....	12
Figura 4. Modelo de diseño en tres capas. ....	17
Figura 5. Estructura de Scrum.....	27
Figura 6. Gráfico de control. ....	32
Figura 7. Tabla de datos. ....	32
Figura 8. Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo. ....	35
Figura 9. Gráfico de Índice de Consumo contra Producción. ....	37
Figura 10. Diagrama de casos de uso del sistema.....	50
Figura 11. Comparación de los tiempos medios antes y después del la confección del sistema. ....	60



## Introducción

El cemento se inventó hace aproximadamente 2000 años por los romanos, de forma totalmente fortuita, como ha ocurrido con otros inventos. Al hacer fuego en un agujero recubierto de piedras, consiguieron deshidratar y descarboxilar parcialmente las piedras calcáreas o el yeso, convirtiéndolas en polvo que se depositó entre las piedras. Al llover, dicho polvo unió las piedras entre sí. Los egipcios utilizaron un cemento fabricado con yeso impuro calcinado, que sirvió para unir los bloques de piedra en la construcción de las pirámides. El secreto de la durabilidad del cemento se perdió y en la Edad Media tan solo fue posible fabricar cemento de mediana calidad. En 1756, Smeaton descubrió que los mejores cementos se obtenían al mezclar caliza con un 20-25% de materia arcillosa. En 1845, Johnson fijó las proporciones de materias primas a utilizar, así como la temperatura de cocción, con lo que se asistió al inicio de la industria de cemento Portland. Dicho nombre le fue dado por su similitud con la piedra de Portland. Actualmente, hay tres procesos de fabricación de cemento que utilizan hornos rotativos desarrollados en Inglaterra en 1855: vía seca, vía seca con precalentamiento / precalcinación y vía húmeda. [1]

El cemento es un material básico para la construcción de edificios y obras civiles. La producción de la industria cementera está directamente relacionada con el sector de la construcción en general y, por lo tanto, es un buen indicador de la situación económica global, pero trae consigo altos costos por consumo de energía. [2]

Los tres principales grupos cementeros del mundo tienen su cabecera en empresas europeas occidentales. La industria europea ha comprado, en los últimos años, una parte importante de la industria cementera norteamericana, así como numerosas instalaciones en Ibero América, África y en la Europa del Este. [3]

América Latina y el Caribe producen el 56,9% del cemento de América y el 5,4% del cemento mundial, siendo Brasil y México los mayores productores de la región. [4]



La industria del cemento en Cuba, como consecuencia del proceso revolucionario y el desarrollo industrial que el mismo conlleva, ha experimentado una expansión considerable en los últimos años, ha sido de atención fundamental, lograr los mayores rendimientos, elevar la productividad del trabajo (con la consecuente disminución de los costos) y elevar el estado técnico de los equipos, mejorando las condiciones y calidad del mantenimiento de los mismos, para obtener de ellos el máximo de eficiencia. [5]

En 1895 se inicia el proceso de producción de cemento en Cuba, cuando se inaugura en La Habana la primera fábrica de cemento ubicada en la calle Zanja, esta producía con tecnología belga de proceso seco. En 1900 le siguió otra planta, ubicada a unos 250 metros al sur del actual puente de la calle 23 sobre las márgenes del río Almendares, propiedad de un francés, que producía con equipos de tecnología alemana y comercializaba con la marca Volcán.[6]

El funcionamiento de ambas fábricas no fue bueno, por lo que no tuvieron un gran peso en la economía nacional, es por ello que en 1918, se inaugura una nueva fábrica, de propiedad norteamericana, instalada en El Mariel, moderna y eficiente que determinó la quiebra de la fábrica francesa en 1921, de este modo la fábrica de Mariel (actual René Arcay) quedó como única fuente nacional de cemento durante casi cuarenta años, comercializándose con la marca El Morro. Esta fábrica fue nacionalizada en octubre de 1959. [6]

El 30 de mayo de 1955, se produce el primer cemento de marca Titán en Santiago de Cuba (hoy José Marcerón). El 30 de septiembre de 1960, fue nacionalizada dicha fábrica.

El 18 de septiembre de 1957, comenzó a operar la fábrica Santa Teresa de Artemisa. La misma fue nacionalizada el 15 de julio de 1960 (hoy Mártires de Artemisa). [7]

Estas plantas sufrieron a partir del proceso de nacionalización la fuga de técnicos y un fuerte desabastecimiento, al igual que muchas industrias a lo largo de todo el



país, ya que sus fuentes de suministros provenían directamente de los Estados Unidos.

La capacidad de producción de cemento Portland gris al triunfo de la Revolución era de 720 Mt. [7] Pero ante el impetuoso avance de las construcciones, se hace evidente la necesidad de ampliar las capacidades existentes. Así, en 1965 se puso en marcha la fábrica 26 de Julio en Nuevitas, con tecnología de proceso húmedo adquirida en la RDA. En 1971 comenzó a producir la planta de Siguaney, suministrada por Checoslovaquia, en 1980 se instala la fábrica de cemento de Cienfuegos y en Mariel por su parte, se construyó una nueva planta que sustituyó a la norteamericana donde se instalaron dos nuevos hornos, por vía de proceso seco. [6]

Con las ampliaciones y las nuevas fábricas, la capacidad nacional instalada se elevó a 2866 Mt en 1976 y una producción de 2501.1 Mt con un aprovechamiento del 87.2%. A partir de 1987 es que se logra una utilización adecuada de la capacidad industrial disponible.[6]

Con el inicio del período especial debido a la caída del campo socialista y al bloqueo económico impuesto por los Estados Unidos, la producción de cemento en Cuba cae vertiginosamente, lo cual trajo consigo que en 1993 se produjera el 23% de lo producido en 1990 por solo citar un ejemplo. En el mismo año 93, el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros autorizó a la Unión de Empresas del Cemento actual CEMVID (Grupo Empresarial Cemento – Vidrio) construir una empresa mixta con Cementos Mexicanos S.A. (CEMEX) denominada Cementos Curazao, con la empresa de cemento del Mariel que devino en una alternativa de subsistencia del país en esta importante rama de la economía, en estos momentos estos convenios aún persisten, Cienfuegos por su parte, también posee en la actualidad convenios de producción con empresas extranjeras. Puede decirse que el peso de la producción de cemento nacional lo tienen las empresas mixtas, muy eficientes y poco consumidoras de energía.[8]

La Fábrica de Cemento **Karl Marx** ubicada en la finca **El Guabairo**, provincia de Cienfuegos, fue inaugurada por el Comandante en Jefe Fidel Castro el 29 de mayo de 1980 y contó con la presencia de Erick Honecker Secretario General del



Comité Central del Partido Socialista Unificado de Alemania y Presidente del Consejo de Estado de la República Democrática Alemana. Fue construida en 6 años, a un costo de 200 millones de pesos. En aquel entonces, contaba con tres líneas de producción, con una capacidad total de 1 500 000 toneladas anuales de clinker. El 1 de junio del 2001 surge la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A. y se desarrolla un proyecto de modernización: Equipamiento de fabricación alemana con molinos de bolas, hornos rotativos y precalentador de 4 etapas. Se moderniza una línea, que por su capacidad y eficiencia sustituye otra y se instala un pre calcinador. Se comienza a utilizar combustible sólido, carbón y **pet coke** sustituyendo al **crudo**. Toda la planta se automatiza permitiendo aumentar la eficacia al máximo, al mismo tiempo que se instala equipamiento para la descarga y carga de barcos para la exportación. [9]

Después de la extracción, trituración y homogenización de las materias primas, el proceso de fabricación de cemento comienza por la calcinación del carbonato cálcico y continúa con la cocción del óxido de calcio resultante junto con sílice, alúmina y óxido ferroso a elevada temperatura para obtener **clínker**. Después se machaca o se tritura éste junto con yeso y otros componentes para obtener cemento. [2]

La cocción del clínker se realiza en un horno rotativo y es la parte más importante del proceso en lo que respecta a los principales problemas medioambientales derivados de la fabricación de cemento, o sea, el consumo de energía y las emisiones atmosféricas[2]. En el Horno 3 de la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A. se consume más del 35% de la energía eléctrica total consumida en la fábrica y más del 90 % del combustible tecnológico total consumido en la planta, de aquí que se hace necesario el control y el seguimiento sistemático del índice de consumo energético de este equipo debido a que una pequeña desviación representa un incremento significativo en el consumo y en los costos totales de la fábrica.



En la actualidad, el mecanismo que se utiliza en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A. para enviar los reportes con los datos generados en los turnos de trabajo, al energético, es el siguiente:

El encargado de llevar el control de los portadores energéticos realiza un recorrido todos días por toda la fábrica, para que otra persona le entregue en una hoja de papel las lecturas recogidas del día anterior de los metros contadores pertenecientes a esa área; posteriormente regresa con las hojas para insertarlas en una hoja de Microsoft Office Excel.

Los reportes que necesita éste especialista para realizar su trabajo también dependen de otros datos que se encuentran en otras hojas de cálculo por las cuales tiene que esperar hasta que terminen de insertarles los datos requeridos.

La utilización de las hojas de cálculo no cumple todas las opciones deseadas por el especialista encargado de llevar el control de los portadores de energía en la empresa y no brindan seguridad a los datos, lo que conlleva a una ineficiente gestión de la energía.

Esta investigación realizada en la empresa mixta Cementos Cienfuegos S.A. ubicada en la provincia de Cienfuegos, encuentra su **justificación** en lo anteriormente descrito.

Teniendo en cuenta todo lo antes expuesto se define como **problema a resolver**:

La carencia de un sistema informático que con criterios técnicamente fundamentados permita la gestión energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A.

De este modo se precisa como **objetivo general**:

Desarrollar un sistema informático que permita la gestión energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S. A.

Se trazan además, los siguientes **objetivos específicos**:



- Analizar el proceso que se realiza en la empresa para establecer un sistema de gestión energética en el Horno 3.
- Diseñar los elementos de la aplicación.
- Implementar los elementos que conforman la aplicación.
- Validar la aceptación de la aplicación.

Las **tareas** que se realizaron para cumplir los objetivos propuestos son las siguientes:

- Revisión bibliográfica de los criterios utilizados nacional e internacionalmente para establecer un sistema de gestión de la energía.
- Conceptualización de los términos relacionados con el dominio del problema.
- Profundización en técnicas de programación, base de datos y diseño de software.
- Estudio de las tendencias y metodologías actuales.
- Estudio de métodos estadísticos para la obtención de la media.
- Estudio de métodos para el ploteo de funciones.
- Entrevistas al personal especializado.
- Aplicación de encuestas para validar la aceptación del sistema.

Como **objeto de estudio** se define:

El sistema de información energética de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A.

y como **campo de acción**:

El sistema de información energética del Horno 3 de la Empresa de Cementos Cienfuegos S.A.

Todas estas tareas fueron trazadas en aras de **defender** la siguiente **idea**:

La implementación de un Sistema Informático para la gestión energética en el Horno 3 de la Empresa de Cementos Cienfuegos S A. influirá de manera positiva en la Evaluación, Diagnóstico, Organización, Ejecución y la Supervisión de la gestión energética.

Con la aplicación de este sistema se brindan los siguientes **aportes prácticos**:



- Provee al/los especialista/s que controla/n los portadores energéticos de la empresa mixta Cementos Cienfuegos S.A. de una aplicación de fácil interactividad y navegabilidad completamente adaptado a las exigencias de la industria cementera cubana, teniendo en cuenta, que el mismo está pensado y realizado para que su uso se haga extensible al resto de las áreas de la empresa.
- Favorece significativamente el control y el seguimiento de las desviaciones del índice de consumo energético y por tanto la corrección inmediata del mismo sin que haya trascurrido mucho tiempo, con el objetivo de reducir los costos energéticos de la empresa y elevar su competitividad.
- Mantiene a lo largo del tiempo una elevada y sostenida gestión energética de esta instalación para disminuir el impacto al medio ambiente de la instalación.

Para el adecuado análisis y comprensión de este documento se ha estructurado el mismo en 3 capítulos:

- **Capítulo 1 – Fundamentación Teórica:** El contenido de este capítulo es la fundamentación teórica del tema que se va a desarrollar. En él se exponen los principales conceptos asociados al dominio del problema, se aborda de forma explícita el objeto de estudio, y se hace una valoración de las tendencias y tecnologías actuales en el campo de la informática, determinando cuáles lenguajes y herramientas utilizar en la solución del problema.
- **Capítulo 2 – Sistema Informático para la Gestión Energética:** En este capítulo se describe el sistema informático que se va a implementar, las formulaciones estadísticas que conforman el mismo, los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, y el diagrama de casos de uso del sistema. Se relaciona además los pasos que servirán de guía y ayuda en la implementación del sistema utilizando para ello los artefactos que ofrece la metodología SCRUM, Product Backlog (pila del producto), Sprints Backlog (pila de sprints).
- **Capítulo 3 – Estudio de Factibilidad y Resultados de la Aplicación del Sistema Informático en el Horno 3 de la Empresa:** En este capítulo se



---

muestra el estudio de factibilidad del sistema informático y se exponen todos los resultados prácticos obtenidos por el mismo.



## Capítulo1. Fundamentación Teórica.

### 1.1. Introducción al capítulo.

El contenido de este capítulo es la fundamentación teórica del tema que se va a desarrollar. En él se exponen los principales conceptos asociados al dominio del problema, se aborda de forma explícita el objeto de estudio, y se hace una valoración de las tendencias y tecnologías actuales en el campo de la informática, determinando cuáles lenguajes y herramientas utilizar en la solución del problema.

### 1.2. Principales conceptos.

Comentario [m1]: CITAS

#### 1.2.1. ¿Qué es sistema?

Conjunto ordenado de cosas que contribuyen a un fin.

#### 1.2.2. ¿Qué es gestión?

Gestión: Acción y efecto de gestionar.

Gestionar: Hacer diligencias conducentes al logro de un objetivo.

#### 1.2.3. ¿Qué es Sistema de Gestión de la Energía?

La Gestión Empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización; actividades que se ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización.[10]

La Gestión Energética o Administración de Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas.[10]

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

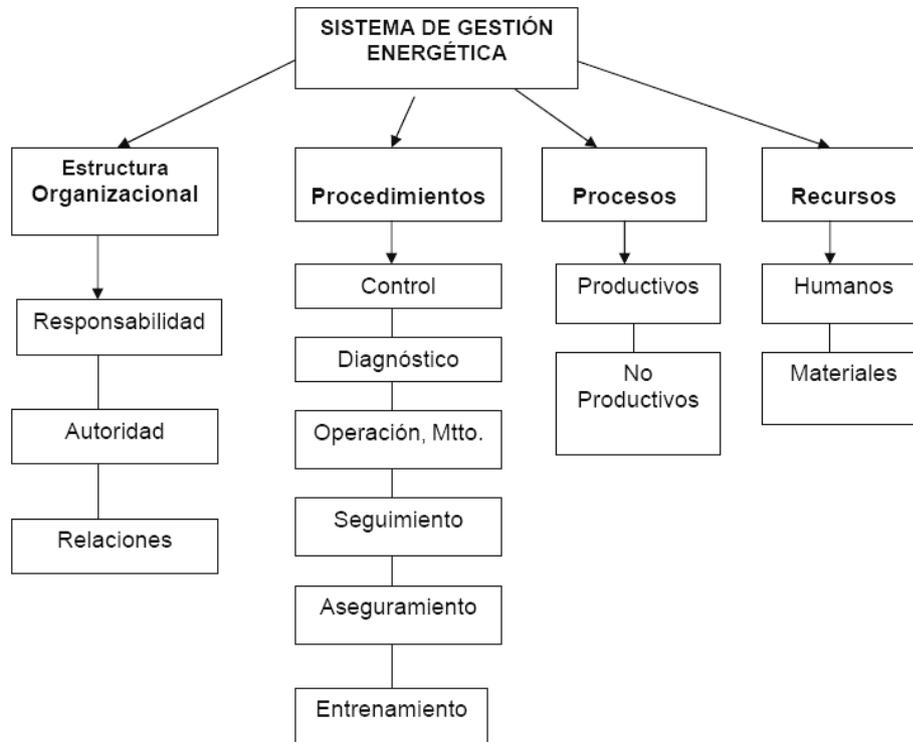


Figura 1. Componentes de un Sistema de Gestión Energética.

[10]

#### 1.2.4. Hornos rotatorios.

##### 1.2.4.1. Antecedentes.

El primer horno rotatorio en la industria del cemento fue introducido por el inglés Frederik Ransome, quien patentó su invención, primero en Inglaterra en mayo del 1885 con el título “Perfeccionamiento en la industria del cemento” y después en Estados Unidos en abril de 1886 con el título “Fabricación del cemento”. Este horno estaba calentado por gas, posteriormente se utilizó la calefacción por petróleo hasta que, finalmente predominó la calefacción por carbón. Las dimensiones del primer horno rotatorio para cemento eran de 1,8 – 2 m de diámetro para una longitud de unos 20 – 25 m y caudales de 30 – 50 t / 24h. Ransome aplicó además a su invención, ladrillos elevadores del material para conseguir la mejor transmisión de calor. [11]



#### 1.2.4.2. Características.

Los hornos rotatorios desde su introducción han desplazado a los antiguos hornos verticales, constituyen la unidad principal del proceso de fabricación de cemento. Están constituidos por un tubo cilíndrico dispuesto algo inclinado cuya pendiente oscila entre 2 y 6% con relación al plano horizontal, cubiertos en su interior con un forro de material refractario. El tubo descansa sobre dos o varios pares de rodillos de manera tal que las líneas que pasan por el centro del bandaje y el centro de los rodillos forman aproximadamente  $30^\circ$  con respecto al plano vertical. Poseen un diámetro que varía entre 3 y 7 metros y una longitud entre 15 y 35 veces el diámetro, la velocidad de rotación es de aproximadamente 90 rph. El material se introduce por el extremo superior y la llama se aplica por el otro extremo (trabajan a contracorriente), llegando a alcanzar una temperatura de unos  $1450^\circ\text{C}$ , el combustible inyectado puede ser carbón pulverizado, petróleo o gas.[8] Ver figuras 2 y 3.

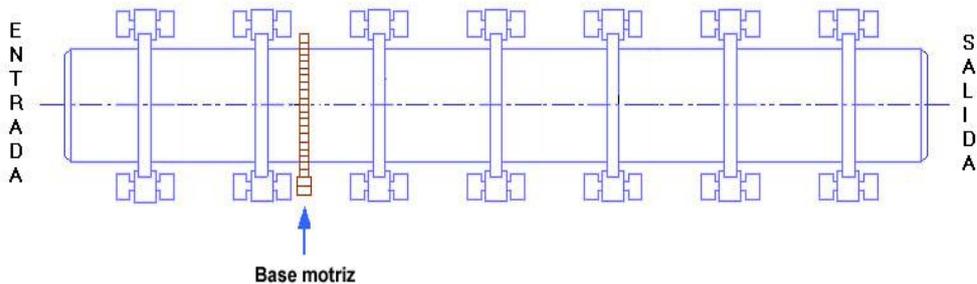


Figura 2. Vista del horno rotatorio en plano horizontal.

[8]

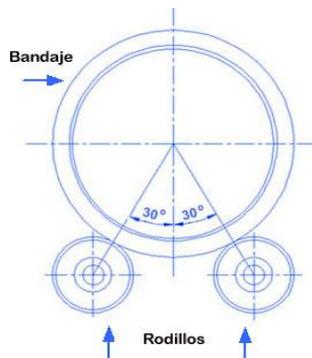


Figura 3. Sección del horno rotatorio.

[8]

### 1.3. Herramientas existentes para establecer un sistema de Gestión Energética.

Algunas de las herramientas para establecer un sistema de Gestión Energética son las siguientes:

- **Diagrama energético productivo.**

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales (incluidos residuos) y de energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. También en el diagrama se muestran los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprosesados si los hubiera. Es conveniente expresar las magnitudes de la energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.[10]

- **Gráficos de control.**

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a



los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones [10]. Ver Figura 6.

- **Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P vs. T).**

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos [10]. Ver Figura 8.

- **Diagramas de dispersión y correlación.**

Es un gráfico que muestra la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico x,y si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, qué carácter tiene esta [10]. Ver Anexo 1.

- **Diagrama de consumo - producción (E vs. P).**

Para las empresas industriales y de servicios, realizar un diagrama de dispersión de la energía usada por mes u otro período de tiempo con respecto a la producción realizada o los servicios prestados durante ese mismo período, revela importante información sobre el proceso.

Este gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión. Por ejemplo: una fábrica de helados graficará el consumo de combustible o electricidad versus las toneladas de helados producidas, mientras que en un hotel turístico se puede graficar el consumo de electricidad o de gas versus los cuartos-noches ocupados [10]. Ver Anexo 2.

- **Diagrama de Índice de Consumo – Producción (IC VS. P).**

Los gráficos **IC VS. P** muestran como el índice de consumo aumenta al disminuir el nivel de la producción realizada. En la medida que la producción se reduce debe disminuir el consumo total de energía, como se aprecia de la expresión  $E=f(P)$ , pero el gasto energético por unidad de producto aumenta. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción respecto a la energía productiva. Si la producción aumenta, por el contrario, el gasto por unidad de producto disminuye, pero hasta el valor límite de la pendiente de la ecuación  $E=f(P)$ . En cada gráfico IC vs. P existe un punto donde comienza a elevarse significativamente el índice de consumo para bajas producciones. Este punto se puede denominar punto crítico. Producciones por encima del punto



crítico no cambian significativamente el índice de consumo; sin embargo, por debajo del punto crítico éste se incrementa rápidamente.

El gráfico IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Valores de IC por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el periodo de referencia comparativa, indican un incremento de eficiencia del proceso; en el caso contrario existe un potencial de disminución del índice de consumo igual a la diferencia entre el IC real (sobre la curva) y el IC teórico (en la curva) para igual producción. También se pueden establecer sobre este gráfico las metas de reducción del índice proyectadas para el nuevo periodo e ir controlando su cumplimiento [10]. Ver Figura 9.

- **Gráfico de tendencia o de sumas anulativas (CUSUM).**

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del periodo base hasta el momento de su actualización [10]. Ver Anexo 3.

- **DIAGRAMA DE PARETO**

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado [10]. Ver Anexo 4

- **Estratificación.**

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general.



La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.[10]

- **Histograma.**

El histograma es una gráfica de barras que permite describir el comportamiento de un conjunto de datos en cuanto a su tendencia central, forma y dispersión. El histograma permite que de un vistazo se pueda tener una idea objetiva sobre la calidad de un producto, el desempeño de un proceso o el impacto de una acción de mejora. La correcta utilización del histograma permite tomar decisiones no solo con base en la media, sino también con base en la dispersión y formas especiales de comportamiento de los datos. Su uso cotidiano facilita el entendimiento de la variabilidad y favorece la cultura de los datos y los hechos objetivos [12]. Ver Anexo 5.

## **1.4. Tendencia, metodologías y/o tecnologías actuales.**

### **1.4.1. Arquitectura Cliente-Servidor.**

Es un modelo de *hardware* y *software* adecuado para el proceso distribuido, en el que la comunicación se establece de uno a varios. Un proceso es un programa en ejecución. Proceso cliente es el que solicita un servicio. Proceso servidor es el capaz de proporcionar un servicio. Un proceso cliente se puede comunicar con varios procesos servidores y un servidor se puede comunicar con varios clientes. Los procesos pueden ejecutarse en la misma máquina o en distintas máquinas comunicadas a través de una red. Por lo general, la parte de la aplicación correspondiente al cliente se optimiza para la interacción con el usuario, ejecutándose en su propia máquina, a la que se denomina terminal o cliente, mientras que la parte correspondiente al servidor proporciona la funcionalidad multiusuario centralizada y se ejecuta en una máquina remota, denominada de forma abreviada, simplemente, servidor. [13]



Entre las principales características de la arquitectura Cliente/Servidor, se pueden destacar las siguientes:

- El servidor presenta a todos sus clientes una interfaz única y bien definida.
- El cliente no necesita conocer la lógica del servidor, sólo su interfaz externa.
- El cliente no depende de la ubicación física del servidor, ni del tipo de equipo físico en el que se encuentra, ni de su sistema operativo.
- Los cambios en el servidor implican pocos o ningún cambio en el cliente.

La arquitectura Cliente/Servidor es una infraestructura versátil, modular y basada en mensajes que mejora la portabilidad, la interoperabilidad y la escalabilidad de los sistemas.

Una aplicación cliente/servidor típica es un servidor de base de datos al que varios usuarios realizan consultas simultáneamente. Los sistemas distribuidos pueden consistir en diversos servidores que alojen datos, de forma que el cliente no tiene por qué conocer exactamente dónde se encuentran, simplemente hace una petición de servicio, y es el sistema servidor el encargado de localizarlos y proporcionar el resultado de la consulta al usuario que hizo la petición.

#### 1.4.2. Arquitectura de N Capas.

Distintas arquitecturas de desarrollo han pasado hasta llegar hoy a concebir el denominado desarrollo en capas. Para la mayoría de los usuarios, una aplicación de 'n' niveles es algo dividido en distintas partes lógicas. La opción más habitual está formada por una división en tres partes (presentación, lógica de negocio y datos), aunque existen otras posibilidades.

Las aplicaciones en 'n' niveles surgieron por primera vez como una forma de resolver algunos de los problemas asociados a las aplicaciones cliente/servidor tradicionales (modelo de dos capas), pero con la llegada de la Web, esta arquitectura ha llegado a dominar el nuevo desarrollo. [14]

Este modelo de n capas consiste en dividir software de gran tamaño en partes más pequeñas, lo cual puede hacer más simples los procesos de generarlo, reutilizarlo y modificarlo. Aunque, algunas veces, los niveles residen físicamente en máquinas diferentes debe enfatizarse en la distribución lógica de los mismos.



Los nombres de estos niveles difieren de acuerdo a la fuente, no obstante es bastante extendido el uso de las siguientes referencias en el modelo de 3 capas, el cual constituye el diseño más usado en la actualidad [14]:

- Capa de servicios de usuario o presentación.
- Capa de servicios de negocios.
- Capa de servicios de datos.

El uso de las tres capas es relativo, depende de la tecnología utilizada en la implementación de la arquitectura y la complejidad de la misma. La siguiente figura grafica el concepto del funcionamiento de esta arquitectura.

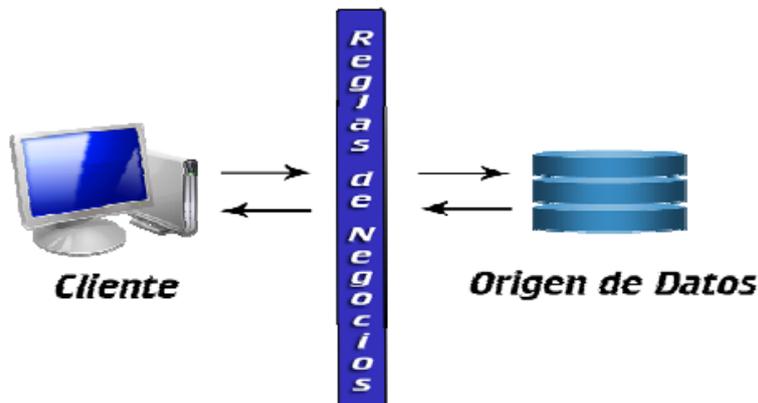


Figura 4. Modelo de diseño en tres capas.

Esta arquitectura permite hacer que tanto la interfaz de usuario, las reglas de negocios y el motor de datos se conviertan en entidades separadas unas de otras, lo importante es mantener bien definidas las interfaces que cada una de estas expongan para comunicarse con la otra.

#### **Capa de servicios de usuario o presentación.**

En una aplicación de N niveles, esta capa reúne todos los aspectos del software que tiene que ver con las interfaces y la interacción con los diferentes tipos de usuarios humanos. Estos aspectos típicamente incluyen el manejo y aspecto de las ventanas, la autenticación de usuarios, el formato de los reportes, menús, gráficos y elementos multimedia en general.

#### **Capa de servicios de negocios.**

Esta capa reúne todos los aspectos del software que automatizan o apoyan los procesos de negocio que llevan a cabo los usuarios. Estos aspectos típicamente



incluyen las tareas que forman parte de los procesos, las reglas y restricciones que aplican. La lógica de negocios construida en componentes lógicos personalizados enlaza los ambientes clientes y el nivel de servicios de datos. Esta capa también recibe el nombre de la capa de la Lógica de la Aplicación. Las responsabilidades de esta capa se pueden sintetizar en:

- Recibir la entrada del nivel de presentación.
- Interactuar con los servicios de datos para poder ejecutar las operaciones de negocios que la aplicación automatiza.
- Enviar el resultado procesado al nivel de presentación.

#### **Capa de servicios de datos.**

Esta capa reúne todos los aspectos del software que tienen que ver con el manejo de los datos persistentes, por lo que también se le denomina la capa de las Bases de Datos. Los principales servicios de esta capa radican en:

- Almacenar los datos.
- Recuperar los datos.
- Mantener los datos.
- La integridad de los datos.

El modelo de N capas persigue, con su arquitectura, que las aplicaciones maximicen aspectos trascendentes en el desempeño como son:

- **Autonomía:** Habilidad de una aplicación para gobernar sus recursos críticos.
- **Confiabilidad:** Habilidad de una aplicación para proporcionar resultados exactos.
- **Disponibilidad:** Cantidad de tiempo que una aplicación es capaz de dar servicio confiablemente a las peticiones del cliente.
- **Escalabilidad:** Meta utópica del crecimiento lineal del rendimiento al agregar recursos adicionales, y es lo que le permite a una aplicación servir desde 10 usuarios, hasta decenas de miles de usuarios, simplemente agregando o quitando recursos como sea necesario para "escalar" la aplicación.
- **Interoperabilidad:** Habilidad de una aplicación para acceder a las aplicaciones, los datos o los recursos en otras plataformas.

El uso de una arquitectura de N capas permite que la potencia de cálculo recaiga en el servidor. De esta manera, los clientes son cada vez más ligeros y no necesitan ni demasiadas capacidades de cálculo ni un excesivo software



instalado, porque la capa de negocio y la de datos se encuentran centralizadas en el servidor. [15]

### 1.4.3. Tecnologías Web.

Las tecnologías Web poseen una significación preponderante por el papel que está jugando la Internet en el mundo moderno. Esta plataforma WWW (World Wide Web) ha ido evolucionando paulatinamente para convertirse en un ambiente donde se implementan potentes aplicaciones cliente/servidor o arquitecturas de n capas, unido a ello han ido surgiendo nuevas tecnologías que se relacionan con el desarrollo Web lo que hacen a éste más interactivo e interesante. Entre las tecnologías utilizadas para la creación y mantenimientos de sitios Web, están las que funcionan del lado del cliente y las del lado del servidor [16]. La diferencia entre éstas es grande:

➤ **Tecnologías del lado del cliente.**

- HTML.
- CSS (Hojas de estilo en cascada).
- XML y derivados de XML.
- JavaScript/DOM.
- Ajax

Están insertadas en la página HTML del cliente y son interpretadas y ejecutadas por el navegador. Es decir, su correcta funcionalidad depende del soporte de la versión del navegador a ser utilizado por el usuario visitante. [17]

➤ **Tecnologías del lado del servidor.**

- CGI y Perl.
- PHP.
- ASP.
- Java.
- ActiveX.

Pueden o no estar insertadas dentro de la página HTML. A diferencia del tipo anterior, estas tecnologías no dependen del navegador ya que son interpretadas y ejecutadas por el servidor.

➤ **Tecnologías del lado del cliente.**

- **HTML (Hyper Text Markup Language).**



HTML, no es un lenguaje de programación, es un lenguaje de especificación de contenidos para un tipo específico de documentos. Es decir, mediante HTML se puede especificar, usando un conjunto de etiquetas o tags, cómo va a representarse la información en un navegador o browser. Se centra en la representación en la pantalla de la información. [17]

HTML es un lenguaje muy sencillo que permite describir hipertexto, es decir, texto presentado de forma estructurada y agradable, con enlaces (hyperlinks) que conducen a otros documentos o fuentes de información relacionadas, y con inserciones multimedia como gráficos y sonidos. Contiene varias etiquetas (tags) las cuales son utilizadas por los desarrolladores para especificar la estructura lógica del contenido (títulos, párrafos de texto normal, enumeraciones, definiciones, citas, etc) así como los diferentes efectos que se quieren dar, tales como especificar los lugares del documento donde se debe poner cursiva, negrita, o un gráfico determinado. [18]

Además el lenguaje HTML, permite a los desarrolladores crear documentos que pueden ser interpretados en ordenadores que tengan diferentes sistemas operativos. El HTML es un lenguaje de marcas. Los lenguajes de marcas no son equivalentes a los lenguajes de programación aunque se definan igualmente como "lenguajes". Son sistemas complejos de descripción de información, normalmente documentos, que se pueden controlar desde cualquier editor ASCII. Las marcas más utilizadas suelen describirse por textos descriptivos encerrados entre signos de "menor" (<) y "mayor" (>), siendo lo más usual que exista una marca de principio y otra de final. [19]

### **CSS (Hojas de estilo en cascada).**

Las Hojas de Estilo en Cascada o CSS constituyen un lenguaje sencillo que complementa el de HTML, suponiendo un apoyo fundamental a la hora de diseñar páginas Web, porque permiten una mayor precisión en el ajuste de los elementos de diseño. [20]

Esta técnica consiste en separar el diseño del contenido, de manera que las indicaciones para conformar el diseño se agrupan en una hoja de estilo o archivo fuera del contenido del documento de la página HTML. Lo que hace fundamentalmente el código de las hojas de estilos es transformar las etiquetas del lenguaje HTML y conformarlas a las características que se quiera darle; pero



también, y esto es lo importante, con este código se pueden crear etiquetas nuevas, que se introducen dentro del documento [21]. Una de las ventajas de las hojas de estilos es que se puede modificar algunas características de todos los documentos de un sitio Web desde un archivo, sin tener que modificarlas en cada uno de los documentos. [22]

### **XML y derivados de XML.**

XML es la sigla del inglés eXtensible Markup Language (lenguaje de marcado ampliable o extensible) desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Este lenguaje aprovecha las innegables ventajas del HTML y a su vez permite describir el contenido de lo que etiqueta. Además de los lenguajes de marcas que se pueden definir con ayuda de XML, existen también lenguajes basados en XML, que están previstos para el uso general. De esta manera el Consortium (W3C) ofrece algunos lenguajes, con la esperanza de que ellos sean aplicados por una gran cantidad de personas. Se trata de lenguajes con funciones muy diferentes. Existe por ejemplo un formato de archivo de nombre SVG, con cuya ayuda se pueden crear gráficos vectoriales, o también un lenguaje de nombre MathML para la marcación exacta de formulas matemáticas y científicas. Cuando se habla de XML, entonces vemos que no se trata solamente del núcleo de XML, sino también de una basta familia de lenguajes basados en XML - es decir de los derivados de XML. [23]

Los fundamentos de XML son muy sencillos. Aunque a primera vista, un documento XML puede parecer similar a HTML, hay una diferencia principal. Un documento XML contiene datos que se autodefinen, exclusivamente. Un documento HTML contiene datos mal definidos, mezclados con elementos de formato. En XML se separa el contenido de la presentación de forma total. [23]

### **JavaScript/DOM.**

En HTML se puede entre otras cosas definir formularios. Tales formularios pueden contener campos de entrada, listas de selección, botones etc. El usuario puede llenar un formulario y enviarlo por la Web. Sin embargo HTML no le permite al proveedor verificar los datos después de que el usuario haya llenado el formulario y antes de que éste envíe los datos. [17]

Los lenguajes de Script constituyen programas incluidos en el código HTML y que son interpretados por el navegador. Facilitan una mejor interacción con el usuario



y permiten realizar algunas tareas simples en la parte del cliente como son: validación de los datos de los formularios, mensajes de alerta, etc.

Aunque JavaScript en el MS Internet Explorer de la misma manera funciona como en los navegadores de Netscape, en él se esconde en realidad otro lenguaje llamado JScript. JScript es la respuesta de Microsoft a JavaScript, pero que no debe preocupar a los desarrolladores Web, ya que el interpretador de JScript del Internet Explorer es compatible con JavaScript . [17]

### **Tecnologías del lado del servidor.**

#### **PHP.**

PHP acrónimo recursivo de "PHP: Hypertext Preprocessor" (Preprocesador de Hipertexto), es un lenguaje de programación interpretado, con licencia OpenSource. Fue originalmente diseñado en Perl, seguido por la escritura de un grupo de CGI binarios escritos en el lenguaje C por el programador Danés-Canadiense Rasmus Lerdorf en el año 1994 para mostrar su currículum vitae y guardar ciertos datos, como la cantidad de tráfico que su página Web recibía. [24]

Su interpretación y ejecución se da en el servidor en el cual se encuentra almacenada la página, el cliente solo recibe el resultado de la ejecución. Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página Web, enriquecida con código PHP, el servidor interpretará las instrucciones mezcladas en el cuerpo de la página y las sustituirá con el resultado de la ejecución antes de enviar el resultado a la computadora del cliente. Permite el uso de las técnicas de Programación Orientada a Objetos. El código PHP se incluye entre etiquetas especiales de comienzo y final que nos permitirán entrar y salir del modo PHP. [25]

PHP tiene la capacidad de ser ejecutado en la mayoría de los sistemas operativos tales como UNIX, Linux, Windows y Mac OS X, y puede interactuar con los servidores de Web más populares. Además permite la conexión a numerosas bases de datos de forma nativa tales como: MySQL, Postgres, Oracle, ODBC, IBM DB2, Microsoft SQL Server y SQLite.



#### 1.4.4. Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD).

Una **Base de Datos** es un conjunto de datos interrelacionados, almacenados con carácter más o menos permanente en la computadora, puede ser considerada una colección de datos variables en el tiempo.

Un Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD) es el software que permite la utilización y/o la actualización de los datos almacenados en una (o varias) base(s) de datos por uno o varios usuarios desde diferentes puntos de vista y a la vez. [26]

El objetivo fundamental de un SGBD consiste en suministrar al usuario las herramientas que le permitan manipular, en términos abstractos, los datos, o sea, de forma que no le sea necesario conocer el modo de almacenamiento de los datos en la computadora, ni el método de acceso empleado. [26]

#### **SQL (STRUCTURE QUERY LANGUAGE).**

Es mejor manejar datos desde bases de datos que escribir y leer estos desde archivos de texto. SQL es un lenguaje de consulta estructurado.

Algunas de las características del SQL son:

- Es una forma estándar de consulta de datos específicos.
- Es una forma de extraer y manipular datos de una base de datos.
- Usado para todas las funciones de bases de datos, incluyendo administración.
- Creación de esquemas y datos recuperables.
- Puede ser usado de forma implícita dentro de una aplicación.

Existen SGBD que utilizan el SQL para realizar el tratamiento de los datos almacenados como son MySQL y SQL Server. [27]

#### **MySQL**

MySQL es un servidor de bases de datos multiusuario, concretamente, el más rápido en entornos Web. MySQL es una implementación cliente/servidor que consiste en un demonio mysql y varios programas clientes y librerías. [28]

Las principales virtudes del MySQL son su gran velocidad, robustez y facilidad de uso. MySQL soporta muchos lenguajes de programación distintos como: C, C++,



Eiffel, Java, Perl, PHP, Python y TCL. También tiene la opción de protección mediante contraseña, la cual es flexible y segura. [29]

Sus principales características son:

- El principal objetivo de MySQL es velocidad y robustez.
  - Escrito en C y C++, testado con GCC 2.7.2.1. Usa GNU autoconf para portabilidad.
  - Clientes C, C++, Java, Perl, PHP, TCL, etc
  - Multiproceso, es decir puede usar varias CPU si éstas están disponibles.
  - Puede trabajar en distintas plataformas y S.O. distintos.
  - Sistema de contraseñas y privilegios muy flexibles y seguros.
  - Todas las claves viajan encriptadas en la red.
  - Registros de longitud fija y variable.
  - 16 índices por tabla, cada índice puede estar compuesto de 1 a 15 columnas o partes de ellas con una longitud máxima de 127 bytes.
  - Todas las columnas pueden tener valores por defecto.
  - Utilidad (Isamchk) para chequear, optimizar y reparar tablas.
  - Todos los datos están grabados en formato ISO8859\_1.
  - Los clientes usan TCP o UNIX Socket para conectarse al servidor.
  - El servidor soporta mensajes de error en distintas lenguas.
  - Todos los comandos tienen -help o -? Para las ayudas.
- 
- Diversos tipos de columnas como enteros de 1, 2, 3, 4, y 8 bytes, coma flotante, doble precisión, carácter, fechas, enumerados, etc.
  - Según benchmarks disponibles en Internet, hasta 80 veces más rápida que Oracle en las mismas condiciones.

#### 1.4.5. UML.

UML (Unified Modeling Language, Lenguaje Unificado de Modelado) es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software con tecnología orientada a objetos, aprobado como estándar por la OMG (Object Management Group) en 1997. Este lenguaje fue creado por un grupo de estudiosos de la Ingeniería de Software formado por: Ivar Jacobson, Grady Booch



y James Rumbaugh en el año 1995. Desde entonces, se ha convertido en el estándar internacional de facto para definir, organizar y visualizar los elementos que configuran la arquitectura de una aplicación orientada a objetos. [30]

UML no es un lenguaje de programación sino un lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos, puede considerarse además como un lenguaje de modelación visual que permite una abstracción del sistema y sus componentes. [31]

Entre sus objetivos fundamentales se encuentran: [30]

- Ser tan simple como sea posible, pero manteniendo la capacidad de modelar toda la gama de sistemas que se necesita construir.
- Ser lo suficientemente expresivo como para manejar todos los conceptos que se originan en un sistema moderno, tales como la concurrencia y distribución, así como también los mecanismos de ingeniería de software, como son el encapsulamiento y los componentes.
- Ser un lenguaje universal, como cualquier lenguaje de propósito general.
- Imponer un estándar mundial.

La decisión de utilizar UML como notación, para el desarrollo del sistema propuesto se debe a que se ha convertido en un estándar de obligada referencia que tiene las siguientes características: [32]

- Permite modelar sistemas utilizando técnicas orientadas a objetos (OO).
- Permite especificar todas las decisiones de análisis y diseño con construcción de modelos precisos, no ambiguos y completos.
- Puede conectarse con lenguajes de programación (Ingeniería directa o inversa).
- Permite documentar todos los artefactos de un proceso de desarrollo (requisitos, pruebas, versiones, etc.).
- Es un lenguaje muy expresivo que cubre todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar sistemas.
- Existe un equilibrio entre expresividad y simplicidad, pues no es difícil de aprender ni de utilizar.



#### 1.4.6. Metodología de desarrollo de software.

Las Metodologías de desarrollo de software en ingeniería de software son un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información.

➤ **Desarrollo ágil y SCRUM.**

La familia de métodos de desarrollo ágiles evolucionó a partir de los conocidos ciclos de vida iterativo e incremental. Los principios ágiles ponen el énfasis en construir software que funcione, que se pueda usar rápidamente, en vez de pasarse mucho tiempo al principio escribiendo especificaciones. El desarrollo ágil se centra en equipos multifuncionales con capacidad para decidir por ellos mismos, en vez de grandes jerarquías y divisiones por funcionalidad. Y se centra en iteraciones rápidas, con el cliente dando su opinión continuamente. [33]

Scrum es un marco de trabajo iterativo e incremental para el desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones. Estructura el desarrollo en ciclos de trabajo llamados Sprints. Los Sprints son iteraciones de hasta 4 semanas, y se van sucediendo una detrás de otra. Tienen duración fija, terminan en una fecha específica aunque no se haya terminado el trabajo, y nunca se alargan. Se limitan en tiempo. Al comienzo de cada Sprint, un equipo multi-funcional selecciona los elementos (requisitos del cliente) de una lista priorizada. Se comprometen a terminar los elementos al final del Sprint. Durante el Sprint no se pueden cambiar los elementos elegidos. Todos los días el equipo se reúne brevemente para informar del progreso, y actualizan unas gráficas sencillas que les orientan sobre el trabajo restante. Al final del Sprint, el equipo revisa el Sprint con los interesados en el proyecto, y les enseña lo que han construido. La gente obtiene comentarios y observaciones que se puede incorporar al siguiente Sprint. Scrum pone el énfasis en productos que funcionen al final del Sprint que realmente estén “hechos”; en el

caso del software significa que el código esté integrado, completamente probado y potencialmente para entregar. [33]

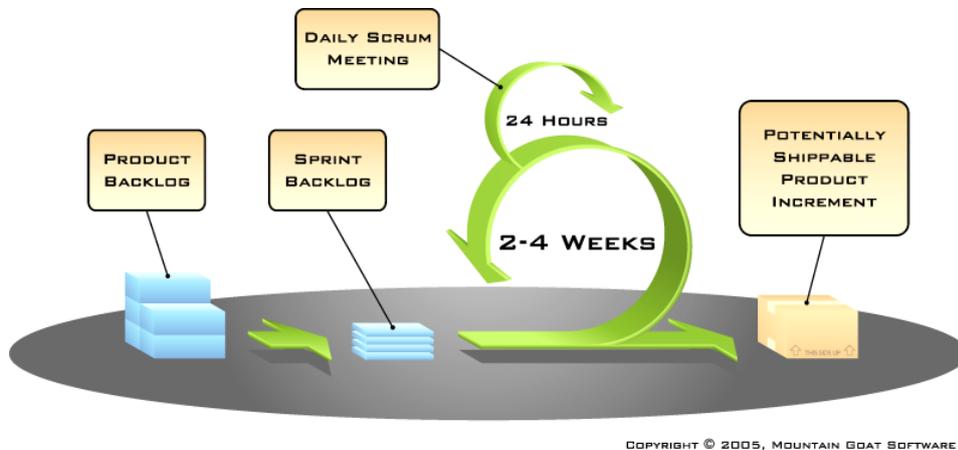


Figura 5. Estructura de Scrum.

[34]

## 1.5. Lenguajes y herramientas utilizadas.

El sitio Web será implementado con tecnología Hypertext Preprocessor (PHP) usando el lenguaje HTML y JavaScript para generar los scripts del lado del cliente. La herramienta para generar el sitio será NOTEPAD++. La capa de negocio estará a cargo de un servidor Apache. La capa de datos estará representada por MySQL como sistema gestor de bases de datos relacional.

### 1.5.1. ¿Por qué PHP?

Se decide utilizar el lenguaje PHP embebido en el código HTML ya que:

- Tiene la capacidad de ser ejecutado en la mayoría de los sistemas operativos.
- Al ser un lenguaje que se ejecuta en el servidor no es necesario que su navegador lo soporte, es independiente a él.
- Es una tecnología gratuita.
- Es un lenguaje de programación de estilo clásico, con variables, sentencias condicionales, bucles, funciones etc.



### 1.5.2. ¿Por qué MySQL?

Tanto el SQL Server como el MySQL operan en una arquitectura cliente/servidor, de tal manera que el servidor sólo tiene que enviarle una cadena de caracteres (la sentencia SQL) y esperar la devolución de los datos.

Luego de analizadas las características y facilidades de los SGBD presentados, y las de la herramienta a desarrollar se decide usar el MySQL como SGBD, por las siguientes facilidades que brinda:

- Es multiplataforma.
- La interacción entre capas es muy rápida.
- Emplea menos recursos de la PC y asimila un grupo grande de peticiones simultáneas.
- No necesitará de un manejo complejo de la información.
- El lenguaje que se eligió para desarrollar el sistema propuesto, es altamente compatible con MySQL, por el amplio conjunto de comandos definidos para el tratamiento de este.
- El MYSQL no tiene precio en el mercado, se adquiere libremente.
- Es el más usado en el mundo por los diseñadores Web incluso por líderes de industrias como Yahoo!, Alcatel-Lucent, Google, Nokia, YouTube, y Zappos.com.

### 1.5.3. Joomla.

Joomla es un CMS (En inglés Content Management System, abreviado CMS). Un CMS es un programa que permite crear una estructura de soporte (framework) para la creación y administración de contenidos, principalmente en páginas web.

Entre las principales virtudes de Joomla está la de permitir editar el contenido de un sitio web de manera sencilla. Es una aplicación de código abierto programada mayoritariamente en PHP bajo una licencia GPL. Este administrador de contenidos puede trabajar en Internet o intranets y requiere de una base de datos MySQL, así como, preferiblemente, de un servidor HTTP Apache. También utiliza código del lenguaje Javascript para mucho de sus efectos visuales. [35]

Cualquier instalación de Joomla! tiene dos partes: la del “frontend” (lo que ven los usuarios normales) y el “backend” (lo que ven solo los administradores del sitio).



Una de las mayores potencialidades que tiene este CMS es la gran cantidad de extensiones existentes programadas por su comunidad de usuarios que aumentan las posibilidades de Joomla! con nuevas características y que se integran fácilmente en él. [35]

Existen cientos de extensiones disponibles y con diversas funcionalidades como por ejemplo:

- Generadores de formularios dinámicos
- Directorios de empresas u organizaciones
- Gestores de documentos
- Galerías de imágenes multimedia

A su vez estas extensiones se agrupan en:

- Componentes

Son las extensiones de Joomla! más fundamentales. A diferencia de las otras extensiones, el rendimiento creado por un componente se despliega en el área del contenido principal, haciendo a los componentes las extensiones más importantes para Joomla!, ellos también son generalmente los más complejos de desarrollar. [36]

- Módulos

Los módulos se usan para desplegar pedazos pequeños de contenido, normalmente a la izquierda, derecho, cima o fondo de una página dada. El uso más común de los módulos es de confeccionar menús. [36]

- Plantillas

Las plantillas se usan para modificar la presentación general de Joomla. Existen dos tipos de plantillas: las plantillas del sitio que afectan el “frontend” y plantillas del administrador que afectan el “backend”. [36]

- Plugins

Hay varios tipos de plugins cada uno pueden usarse de forma diferente; sin embargo, la mayoría de los plugins son controlados por eventos específicos, como por ejemplo cuando un usuario se autentica o cuando un usuario realiza una búsqueda dentro del sitio. [36]

- Lenguajes

Joomla! tiene apoyo de múltiples lenguajes que permiten presentar el contenido en idiomas diferentes. [36]



La decisión de utilizar Joomla! está basada principalmente en todas las facilidades operativas que brindan sus componentes y módulos.

## **1.6. Conclusiones del capítulo.**

En este capítulo se realizó el estudio teórico necesario para la fundamentación del tema a desarrollar, profundizando en los conceptos asociados al dominio del problema. Se investigó acerca de las herramientas existentes para establecer un sistema de Gestión Energética. Se realizó un estudio de las tendencias y tecnologías actuales; se decidió utilizar la metodología Scrum y el lenguaje UML, por las ventajas que proporcionan y el alto nivel de aceptación que han tenido. PHP fue escogido como lenguaje para desarrollar la aplicación y se seleccionó MySQL como SGBD por su velocidad, robustez, por ser multiplataforma y de libre adquisición. La decisión de utilizar Joomla! como el entorno de trabajo en la confección del sistema está basada principalmente en las ventajas funcionales que ofrecen sus módulos y componentes.



## Capítulo 2. Sistema Informático para la Gestión Energética.

### 2.1. Introducción al capítulo.

En este capítulo se describe el sistema informático que se va a implementar, las formulaciones estadísticas que conforman el mismo, los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, y el diagrama de casos de uso del sistema. Se relaciona además los pasos que servirán de guía y ayuda en la implementación del sistema utilizando para ello los artefactos que ofrece la metodología SCRUM, Product Backlog (pila del producto), Sprints Backlog (pila de sprints).

### 2.2. Preparación y Construcción de Gráficos de control.

La mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio **M** del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar ( $3\sigma$ ) del valor medio. [10]

El gráfico consta de la línea central y las líneas límites de control. Los datos de la variable cuya estabilidad se quiere evaluar se sitúan sobre el gráfico. Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior, entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y el comportamiento de la variable en cuestión es estable. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y significan que la variable tuvo un comportamiento inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso [10]. Ver Figura 6.

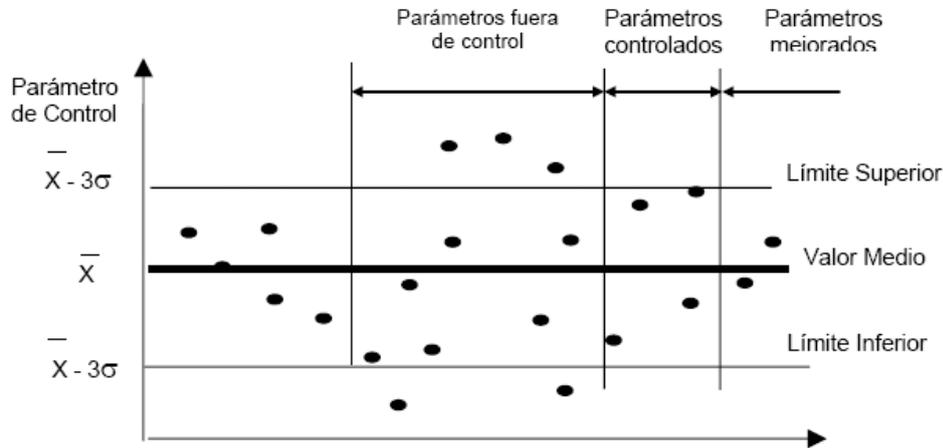


Figura 6. Gráfico de control.

[37]

### 2.2.1. Preparación.

Existen diversos tipos de gráficos de control. Se utilizará el gráfico de control para una sola muestra. A continuación se describen los pasos a seguir para obtener un Gráfico de Control.

#### 1. Conformar la tabla de datos:

En la tabla de datos se almacenan los valores  $X_i$  para posteriormente calcular la suma total y la media.

No	$X_i$
1	.
2	.
.	.
.	.
.	.
n	.
Suma	$\Sigma x$
Media	$\Sigma x_i/n$

Figura 7. Tabla de datos.

#### 2. Cálculo de líneas de control:

$X(\text{media})$ :



$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Límite de control superior (LCS):

LCS =  $\bar{x}$  (media) + 3  $\sigma$  límite de control superior de  $\bar{x}$  (media)

Límite de control inferior (LCI):

LCI =  $\bar{x}$  (media) - 3  $\sigma$  límite de control inferior de  $\bar{x}$  (media)

### 2.2.2. Construcción.

Dibujar las líneas rectas paralelas al eje x de  $\bar{x}$  (media), LCS, LCI y los puntos de las muestras  $x_i$ .

### 2.2.3. Evaluación.

#### ➤ **Criterios para determinar la estabilidad del proceso.**

Un proceso es estable cuando cumple los siguientes criterios:

- No hay puntos fuera de los límites de control (si un punto está en el mismo límite de control se considera que está fuera).
- No hay pautas de distribución anormales.

#### ➤ **Evaluación de pautas de distribución anormales.**

- **Secuencia:** Si existe una secuencia continua de puntos en un solo lado la línea de centro, entonces puede haber cambiado el valor medio de la distribución. Si hay siete o más puntos consecutivos, entonces puede juzgar que el valor medio de la distribución ha cambiado hacia el lado de la línea de centro en que se encuentran los puntos consecutivos.
- **Sesgo:** Si no coinciden 7 puntos consecutivos a un lado de la línea, pero existen una gran cantidad de puntos no consecutivos de un lado de la línea.



- **Tendencia:** Se considera tendencias a un ascenso o caídas sostenidas en la posición de los puntos. Una tendencia consistente en 7 o más puntos que suben o caen (independientemente de que lado de la línea se encuentren) consecutivamente es señal de una anomalía en ese período de tiempo.
  - **Aproximación al límite:** Si dos de 3 puntos consecutivos o 3 o más puntos de 7 consecutivos se aproximan al límite superior o inferior de control o están a más de  $2/3$  de la distancia entre el límite y la línea centro, puede considerarse que en ese período existió una anomalía.
  - **Periodicidad:** Ocurre periodicidad si la posición de los puntos de datos puede ascender y descender en forma de onda periódica. A menudo es útil en el análisis del proceso determinar el período, amplitud y causas de este fenómeno periódico.
- **Uso del gráfico de control para la disminución y control de los consumos energéticos:** [10]
1. Identificar las pautas anómalas que presenta el gráfico.
  2. Determinar las causas de cada anomalía, verificando qué factores de producción u otro tipo variaron el período de la anomalía y cómo variaron.
  3. Verificar que en los estados estables estos factores no influyeron.
  4. Establecer acciones o estrategias para eliminar las anomalías que provocan incremento de los consumos o mantener las condiciones que provocan reducción de los mismos.
  5. Una vez que se hayan adoptado acciones para evitar la recurrencia de los problemas, se descartan los datos de las anomalías y se calculan los nuevos límites de control para el seguimiento del comportamiento de los consumos. Si solamente 1 de 35 puntos consecutivos o 2 de 100 consecutivos están fuera de los límites de control, puede considerar estable el proceso y continuar empleando los mismos límites.
  6. Continuar situando los datos en el gráfico de control. Actuar inmediatamente que se produzca una anomalía.



### 2.3. Preparación y Construcción del Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo.

El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos. En el caso que nos ocupa se establece para un área. El Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo muestra el período en que se produce un comportamiento anormal de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción. Permite identificar la causa o factor que produce variaciones significativas de los consumos [10]. Ver Figura 8.

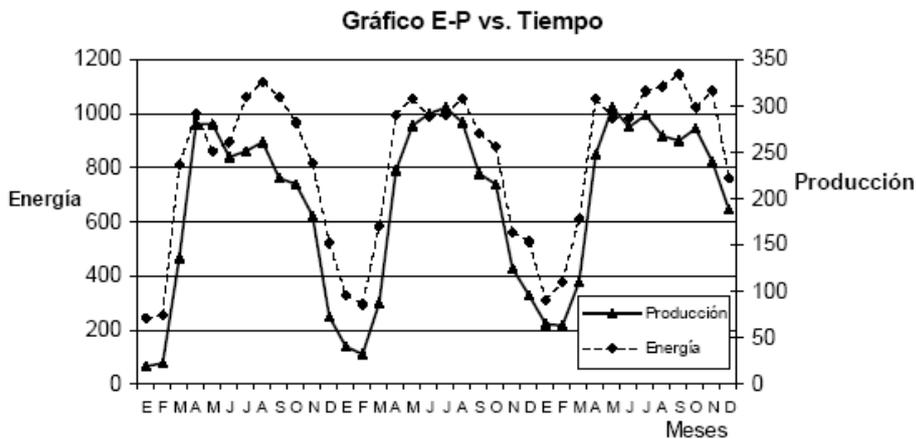


Figura 8. Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo.

[37]

#### 2.3.1. Preparación.

Se registran los valores de consumo energético y de producción asociada a los mismos en períodos de tiempos homogéneos (día, mes, año, etc).

#### 2.3.2. Construcción.

Se grafican en un diagrama x, y la curva de variación en el tiempo de la producción y del consumo. En el caso que la escala de valores de producción y



consumo sea muy diferente, será necesario realizar un gráfico de 2 ejes del tipo  $x$ ,  $y_1$ ,  $y_2$ .

### 2.3.3. Evaluación.

Se comparan las tendencias de variación de la producción en cada período (de un día a otro, de un mes a otro, etc.) con las tendencias de variación del consumo y se identifican los períodos donde ocurren variaciones anormales.

#### ➤ **Variaciones anormales en el gráfico E-P vs. T [10]**

Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa.

Comportamientos anómalos son:

- Incrementa la producción y decrece el consumo de energía.
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.
- La razón de variación de la producción y el consumo, ambos creciendo o decreciendo, son significativos en el período analizado.

## 2.4. Preparación y Construcción del Gráfico de Índice de Consumo contra Rendimiento Horario.

El gráfico índice de consumo contra producción (IC vs. P) es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje  $x$ , al valor de la pendiente  $m$  de la expresión  $E = f(P)$ . Ver Figura 9.

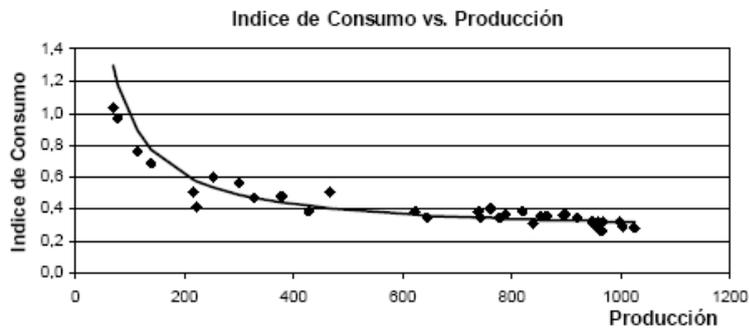


Figura 9. Gráfico de Índice de Consumo contra Producción.

[37]

El gráfico de índice de consumo contra rendimiento horario es una variante del gráfico de índice de consumo contra producción donde el eje **x** representará los valores de rendimiento horario y el eje **y** los valores de índice de consumo.

Este gráfico ha sido construido a petición del energético de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A. para su análisis. Se ha elaborado hallando la función de índice de consumo (IC) y la de rendimiento horario (RH).

#### 2.4.1. Preparación.

La expresión de la función índice de consumo (IC) se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m.P + E_0$$

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = m + E_0/P$$

Donde:

E - consumo de energía en el período seleccionado

P - producción asociada en el período seleccionado

m - pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.

E<sub>0</sub> - intercepto de la línea en el eje y, que representa la energía no asociada directamente al nivel de producción.

m.P - es la energía utilizada en el proceso productivo.



La expresión de la función rendimiento horario (RH) se obtiene de la siguiente forma:

$$RH = P/H$$

Donde:

P - producción asociada en el período seleccionado

H – Horas trabajadas en el período seleccionado

Luego:

Se determinan los pares de datos reales (IC, RH) de los registros de datos de E, P y H.

#### 2.4.2. Construcción.

Se dibujan sobre el diagrama IC vs. RH los pares de datos determinados anteriormente.

#### 2.4.3. Evaluación.

#### **Uso del diagrama IC vs. RH para la reducción y control de los consumos energéticos.**

- Identificar factores que influyen en el incremento o disminución del índice de consumo de la empresa, área o equipo.
- Comprobar y determinar los índices de consumo por portador energético de la empresa a planificar para un nivel de producción previsto.

### **2.5. Preparación y Construcción del Histograma.**

El histograma permite que de un vistazo se pueda tener una idea objetiva sobre la calidad de un producto, el desempeño de un proceso o el impacto de una acción de mejora.

Se construyeron 1 histogramas para el consumo, la producción y el índice de consumo respectivamente.



### 2.5.1. Preparación.

El procedimiento a seguir para construir un histograma es el siguiente:

Determinar el rango de datos. La diferencia entre el dato máximo y el dato mínimo.

Obtener el número de clases (NC) o barras. Ninguno de ellos es exacto, esto depende de cómo sean los datos y cuantos sean. Un criterio usado es del número de clases, debe ser aprox. Igual a la raíz cuadrada del número de datos.

Establecer la longitud de clase (LC). Se establece de tal manera que el rango pueda ser cubierto en su totalidad por NC. Una forma directa de obtener la LC es dividiendo el rango entre el número de clases,  $LC = R/NC$ .

Construir los intervalos de clase. Resultan de dividir el rango (original o ampliado) en NC e intervalos de longitud LC.

Obtener la frecuencia de cada clase. Se cuentan los datos que caen en cada intervalo de clase.

### 2.5.2. Construcción.

Se grafican en barras, en las que su base es el intervalo de clase y la altura es la las frecuencias de las clases

### 2.5.3. Evaluación.

Lo que se aprecia en el histograma como tendencia central, variabilidad y comportamientos especiales será una información valiosa. Observándolo se pueden contestar varias preguntas tales como:

- ¿Hay un comportamiento simétrico?, ¿Hay Sesgo?, ¿Hacia que lado? Para esto basta que se observe la forma del histograma; cuando es resultado de una muestra grande, hay un sesgo significativo puede ser que haya algún problema, como calentamiento de los equipos o instrumentos de medición descalibrados.
- ¿Esta centrado el proceso? Con un tamaño de muestra grande es muy fácil ver mediante un histograma si un proceso esta centrado o no, ya que basta



observar la posición del cuerpo del histograma respecto a la calidad óptima y a las especificaciones, si no está centrado la calidad que se produce no es adecuada.

- ¿Hay acantilados? Las posibles causas que motivan la presencia de acantilados están: un lote de artículo previamente inspeccionados al 100% donde se excluyó a los artículos que no cumplen con alguna medida mínima o que exceden una medida máxima, problemas con el equipo de medición y errores en la inspección. Un acantilado es anormal y debe buscarse la causa del mismo.
- Estratificación. Cuando se obtienen datos que proceden de diferentes máquinas, proveedores u operadores, se hace un histograma por cada fuente y así se podrá encontrar la máquina o proveedor más problemático.

## 2.6. Marco de trabajo que utiliza Scrum.

El marco de Scrum se compone de **Equipos Scrum** y sus roles asociados; así como de **Bloques de Tiempo, Artefactos y Reglas**.

### 2.6.1. Equipo Scrum.

**ScrumMaster:** Responsable de asegurar que el proceso sea comprendido y seguido.

**Propietario del Producto:** Es responsable de maximizar el valor del trabajo realizado por el Equipo Scrum.

**Equipo:** Hace el trabajo. El equipo está formado por desarrolladores con todos los conocimientos necesarios para convertir los requerimientos del Propietario del Producto en un incremento potencialmente utilizable del producto al final del Sprint.



ScrumMaster	Propietario del Producto	Equipo
Manuel Cortés Cortés	Oscar Vidal	Yoandys Peñalver Medina Carlos Alberto Alvarez Bravo

Tabla : Equipo Scrum.

### 2.6.2. Bloques de tiempo.

Scrum emplea bloques de tiempo para crear regularidad. Los elementos de Scrum basados en bloques de tiempo son: la **Reunión de Planificación de la Entrega**, la **Reunión de Planificación del Sprint**, el **Sprint**, el **Scrum Diario**, la **Revisión del Sprint**, y la **Retrospectiva del Sprint**.

### 2.6.3. Artefactos.

**Pila del Producto:** Es una lista priorizada de todo lo que podría ser necesario en el producto.

**Pila del Sprint:** Es una lista de tareas para convertir a un Sprint, en un incremento del producto potencialmente entregable.

**Reglas:** Se establecen con el objetivo establecer consensos entre todas las personas que trabajan en el proyecto como por ejemplo;

En las reuniones de cada sprint estarán presentes solamente los miembros del equipo sin la presencia del ScrumMaster.

Durante el Sprint no se pueden cambiar los elementos elegidos de lista priorizada.

## 2.7. Product Backlog.

El Product Backlog o Pila del Producto como también se le conoce no es más que los trabajos de prioridad deseados en el proyecto. Es el plan de trabajo del producto.

No	Backlog item	Estimación
1	Mostrar histograma	10



2	Mostrar el gráfico de control	15
3	Visualizar la gráfica de producción y consumo en el tiempo.	5
4	Visualizar la gráfica índice de consumo contra rendimiento horario.	6
6	Gestionar reportes diarios.	10

Tabla 1. Product Bakclog.

## 2.8. Requerimientos del sistema.

### 2.8.1. Requerimientos funcionales.

- 1 Histogramas.
- 2 Histograma de consumo.
- 3 Histograma de producción.
- 4 Histograma de índice de consumo.
- 5 Gráficos de control.
- 6 Gráfico de control de consumo.
- 7 Grafico de control de producción.
- 8 Gráfico de control de índice de consumo.
- 9 Gráfico de producción y consumo en el tiempo.
- 10 Gráfico de índice de consumo contra rendimiento horario.
- 11 Editar artículo.
- 12 Modificar título del artículo.
- 13 Insertar imagen en el artículo.
- 14 Seleccionar directorio de la imagen.
- 15 Seleccionar imagen.
- 16 Insertar descripción de la imagen.
- 17 Insertar título de la imagen.
- 18 Seleccionar mostrar leyenda de la imagen.
- 19 Cargar imagen desde archivo.
- 20 Subir imagen.
- 21 Seleccionar alineación de la imagen.
- 22 Paginar artículo.
- 23 Insertar título de la página.



- 24 Insertar etiqueta leer más en el artículo.
- 25 Seleccionar sección del artículo.
- 26 Seleccionar categoría del artículo.
- 27 Seleccionar publicado.
- 28 Seleccionar mostrar en la página principal.
- 29 Insertar pseudónimo del autor.
- 30 Seleccionar fecha de inicio de publicación.
- 31 Seleccionar fecha de fin de publicación.
- 32 Seleccionar nivel de acceso.
- 33 Seleccionar orden.
- 34 Insertar descripción.
- 35 Insertar palabras claves.
- 36 Guardar artículo como PDF.
- 37 Imprimir artículo.
- 38 Editar perfil de usuario.
- 39 Insertar nombre.
- 40 Insertar dirección de correo electrónico.
- 41 Insertar contraseña.
- 42 Seleccionar idioma.
- 43 Seleccionar editor.
- 44 Seleccionar zona horaria.
- 45 Registrarse.
- 46 Insertar nombre.
- 47 Insertar nombre de usuario.
- 48 Insertar dirección de correo electrónico.
- 49 Insertar contraseña.
- 50 Gestionar reportes diarios.
- 51 Crear nuevo reporte.
- 52 Insertar fecha del reporte.
- 53 Insertar horas de trabajo.
- 54 Insertar producción.
- 55 Insertar consumo.
- 56 Editar repote.



- 57 Modificar fecha del reporte.
- 58 Modificar horas de trabajo.
- 59 Modificar producción.
- 60 Modificar consumo.
- 61 Eliminar reporte diario.

### 2.8.2. Requerimientos no funcionales.

Los requerimientos no funcionales del sistema propuesto son los siguientes:

#### ➤ **Requerimientos de Interfaz.**

Utilizar en la interfaz gráfica y los mensajes de la aplicación el idioma Español.

La ejecución de la aplicación y la introducción de datos deben ser posibles mediante el uso del teclado y/o el Mouse.

La interfaz debe ser diseñada respetando los parámetros de diseño de la empresa (logos).

#### ➤ **Requerimientos de Usabilidad.**

Los usuarios del sistema pueden ser especialistas ó técnicos vinculados a las acciones referentes al control de los portadores energéticos o personas interesadas en conocer las acciones que se realizan en la fábrica de cemento de Cienfuegos para controlar el consumo energético en el área de hornos de dicha empresa.

#### ➤ **Requerimientos de Soporte.**

Los servicios de instalación y mantenimiento del sistema deberán realizarse por personal calificado que asegure un correcto funcionamiento.

El sistema debe propiciar su mejoramiento y la anexión de otras opciones que se le incorporen en un futuro para extender su uso en otras áreas.

#### ➤ **Requerimientos Políticos – Culturales.**

El desarrollo del sistema debe estar en correspondencia con la cultura organizacional de la empresa.

#### ➤ **Requerimientos Legales.**



La herramienta propuesta responde a los intereses de la empresa Cementos Cienfuegos S.A.

➤ **Requerimientos de Confiabilidad.**

Mantener un registro histórico al pasar de un año a otro. Solo Oscar Vidal energético de la empresa Cementos Cienfuegos S.A. tendrá acceso a modificar la información sobre la que basa su funcionamiento el sistema, garantizándose la seguridad e integridad de los datos almacenados y de esa forma la confiabilidad de los procesamientos realizados.

➤ **Requerimientos de software.**

La aplicación debe poderse ejecutar en entornos Windows y/o Linux (Multiplataforma). Se debe disponer de un sistema operativo que soporte Apache como servidor Web, PHP como lenguaje de programación del lado del servidor y MySql como SGBD.

La PC del cliente debe estar conectada a la red de datos de la empresa y/o a Internet.

Se utilizará Principalmente Mozilla Firefox como navegador web.

➤ **Requerimiento de Hardware.**

Se requiere de una máquina que funcione como servidor. Las computadoras clientes al menos deben cumplir los requisitos mínimos para poder ejecutar los navegadores Web. Entre ellos Mozilla Firefox.

Para el desarrollo y puesta en práctica del proyecto se requieren ordenadores con los siguientes requisitos mínimos:

Los requerimientos mínimos de las máquinas clientes deben ser de 128 MB de RAM. Los servidores Web y de base de datos que soporten la aplicación deben tener un mínimo de 256 MB de RAM, aunque se recomienda 512 o más MB de RAM y al menos 4 GB de espacio libre en el disco duro.

➤ **Requerimientos de Seguridad.**

En el diseño de la aplicación se tiene en cuenta la existencia de regulaciones y/o restricciones en la manipulación de la información.



Las reglas de control de acceso son aplicables a las bases de datos y a los sistemas que trabajan operativamente con los datos.

## 2.9. Sprint Backlog.

El Sprint Backlog no es más que una lista de tareas. Estas tareas son las porciones detalladas del trabajo necesario para convertir el Product Backlog en un software que funcione. Se pueden agrupar en varios sprint o iteraciones que proporcionen un incremento del producto potencialmente entregable.

### 2.9.1. Técnicas de estimación de Sprint.

Existen dos técnicas para la estimación de la velocidad con que se va a trabajar en el proyecto:

➤ **Ojo de buen cubero**

No requiere de ninguna fórmula, se basa en la apreciación del equipo.

El ojo de buen cubero funciona bastante bien para equipos pequeños y Sprint cortos.

➤ **Cálculo de velocidad basado en días-hombre disponibles y factor de dedicación.**

La velocidad es una medida de “cantidad de trabajo realizado”, donde cada elemento se evalúa en función de su estimación inicial.

**VELOCIDAD ESTIMADA = (DÍAS-HOMBRE DISPONIBLES) X (FACTOR DE DEDICACIÓN)**

donde

**(FACTOR DE DEDICACIÓN) = (VELOCIDAD REAL) / (DIAS-HOMBRE DISPONIBLES)**

La mejor manera de determinar un factor de dedicación razonable es estudiar el último Sprint (o incluso mejor, la media de los últimos Sprint).

La velocidad real es la suma de las estimaciones iniciales que se completaron en el último Sprint.



### 2.9.2. Planeación de los Sprints.

La planeación de los Sprints se ha realizado mediante la técnica de ojo de buen cubero.

<b>Longitud del sprint</b>		3 semanas	
<b>Días laborales durante el sprint</b>		8	
<b>Miembro del equipo</b>	<b>Días disponibles durante el sprint</b>	<b>Horas disponibles por día</b>	<b>Total horas disponibles</b>
Yoandys	15	8	120

Tabla 2. Estimando horas disponibles.

#### ➤ Tareas a realizar durante el sprint 1.

<b>Tareas del sprint 1</b>	<b>Estimación</b>
Revisar bibliografía sobre histogramas y gráficos de control	20
Diseñar la interfaz gráfica para mostrar los histogramas	8
Diseñar la interfaz gráfica para mostrar los gráficos de control	8
Implementar los métodos necesarios para visualizar los histogramas	20
Implementar los métodos necesarios para visualizar los gráficos de control	20
Poner a prueba el entregable	4

Tabla 3. Sprint 1.

#### ➤ Tareas a realizar durante el sprint 2.

<b>Tareas del sprint 2</b>	<b>Estimación</b>
Estudiar cómo confeccionar el gráfico de producción y consumo en el tiempo	8
Estudiar cómo confeccionar el gráfico de índice de consumo contra rendimiento horario	8
Diseñar la interfaz gráfica para mostrar el gráfico de producción y consumo en el tiempo	8
Diseñar la interfaz gráfica para mostrar el gráfico de índice de consumo contra rendimiento horario	8
Implementar los métodos necesarios para visualizar el gráfico de	20



producción y consumo en el tiempo	
Implementar los métodos necesarios para visualizar el gráfico de índice de consumo contra rendimiento horario	20
Poner a prueba el entregable	8

Tabla 4. Sprint 2

## ➤ Tareas a relizar durante el sprint 3.

Tareas del sprint 3	Estimación
Diseñar la interfaz gráfica insertar reportes diarios.	6
Diseñar la interfaz gráfica para modificar reportes diarios.	6
Diseñar la interfaz gráfica para gestionar los reportes diarios	6
Implementar los métodos necesarios para insertar reportes diarios.	10
Implementar los métodos necesarios para modificar un reporte. diarios.	20
Implementar los métodos necesarios para eliminar un reporte.	20
Poner a prueba el entregable	8

Tabla 5. Sprint 3

## ➤ Tareas a relizar durante el sprint 4.

Tareas del sprint 4	Estimación
Estudiar como confeccionar el gráfico tendencias o de sumas acumulativas	8
Diseñar la interfaz gráfica para autenticarse	6
Diseñar la interfaz gráfica para autenticarse	6
Diseñar la interfaz gráfica para mostrar el gráfico tendencias o de sumas acumulativas	6
Diseñar la interfaz gráfica para gestionar los reportes diarios	6
Implementar los métodos necesarios para permitir que el usuario administrador se autentifique	10
Implementar los métodos necesarios para permitir que el usuario administrador cambie la contraseña en caso que la olvide	10
Implementar los métodos necesarios para visualizar el gráfico tendencias o de sumas acumulativas	20
Poner a prueba el entregable	8



Tabla 6. Sprint 4.

## 2.10. Historias técnicas.

### 2.10.1. Diagrama de casos de uso del sistema.

Actor	Descripción
Usuario Público	Toda persona que hace uso del sistema sin estar registrado en el mismo.
Usuario Registrado	Es el usuario que hace uso del sistema y está registrado en el mismo.
Usuario Administrador	Es el usuario administrador del sistema y es el encargado de gestionar los reportes diarios.

Tabla 7. Actores del sistema.

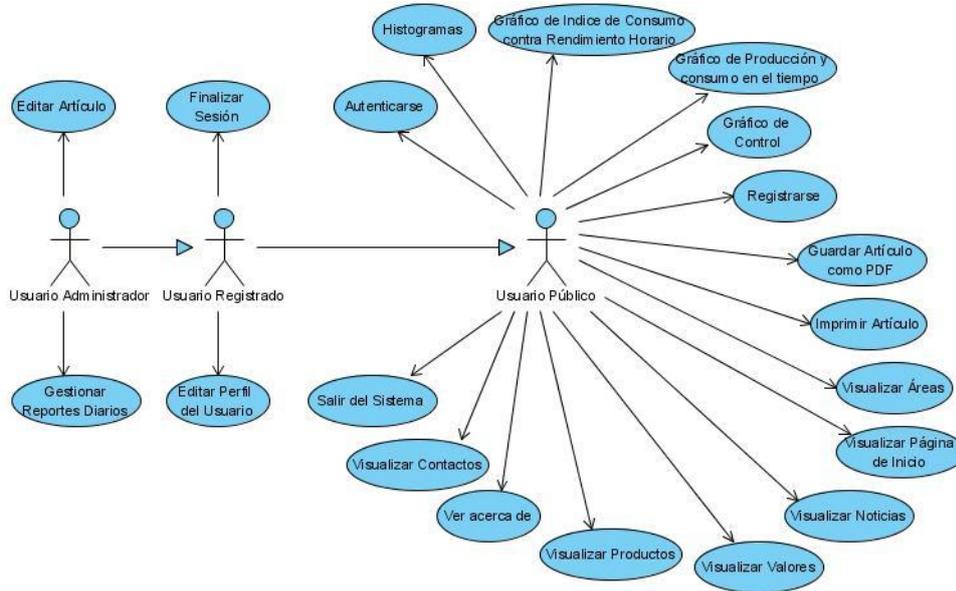


Figura 10. Diagrama de casos de uso del sistema.

## 2.11. Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se realizó un análisis del negocio, utilizando para ello los artefactos que ofrece la metodología SCRUM. Se trazaron además los pasos que servirán de guía y ayuda en la implementación del sistema, como son la preparación y construcción de los gráficos que serán mostrados en el sistema, el Product Baklog (pila del producto), Sprints Backlog (pila de sprints). Se definieron también actores, requerimientos funcionales y no funcionales del sistema y el diagrama de casos de uso del sistema.



## Capítulo 3. Estudio de Factibilidad y Resultados de la Aplicación del Sistema Informático en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A.

### 3.1. Introducción.

En este capítulo se muestra el estudio de factibilidad del sistema informático y se exponen todos los resultados prácticos obtenidos por el mismo.

### 3.2. Estudio de Factibilidad

#### 3.2.1. Cálculo de Puntos de Casos de Uso sin Ajustar.

$$PCU = FPA + FPCU$$

Donde:

**PCU:** Puntos de Casos de Uso sin ajustar.

**FPA:** Factor de Peso de los Actores sin ajustar.

**FPCU:** Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.

#### Cálculo de PCU:

Actores	Peso
Administrador	3
Usuario registrado	3
Usuario público	3

Tabla 8. Asignación de peso a los actores.

$$FPA = (\text{Cantidad de actores}) * \text{Peso}$$

$$FPA = 3*3$$

$$FPA = 9$$

Caso de uso	Tipo de CU	Factor de Peso
Autenticarse.	Simple	5
Registrarse.	Medio	10



Mostrar área.	Simple	5
Mostrar histogramas.	Simple	5
Mostrar gráficos de control	Simple	5
Mostrar la página de inicio.	Simple	5
Ver productos.	Simple	5
Ver valores.	Simple	5
Ver noticias.	Simple	5
Ver acerca de:	Simple	5
Ver contactos.	Simple	5
Gráfico de producción y consumo en el tiempo.	Simple	5
Gráfico de Índice de consumo contra rendimiento horario.	Simple	5
Editar artículo.	Medio	10
Guardar artículo como PDF.	Medio	10
Imprimir artículo.	Medio	10
Editar perfil de usuario.	Medio	10
Cerrar sesión de usuario.	Simple	5
Gestionar Reportes diarios.	Medio	10
Salir del sistema	Simple	5

Tabla 9. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar.

Cantidad de casos de uso simple: 14

Cantidad de casos de uso medio: 6

$$\text{FPCU} = 14 \cdot 5 + 6 \cdot 10$$

$$\text{FPCU} = 130$$

Los puntos de casos de uso sin ajustar resultan (PCU):

$$\text{PCU} = \text{FPA} + \text{FPCU}$$



$$PCU = 9 + 130$$

$$PCU = 139$$

### 3.2.2. Cálculo de los Puntos de Casos de Uso Ajustados (PCUA).

**FCT** = Factor de Complejidad Técnica

**FA** = Factor de Ambiente

Cálculo de **FCT**:

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor /Asig</b>	<b>Comentario</b>	<b>Total</b>
T1	Sistema distribuido	2	5	Sistema con aplicación Web	10
T2	Objetivos de tiempo de respuesta	1	5	La velocidad de respuesta es rápida acorde a las peticiones del usuario	5
T3	Eficiencia del usuario final	1	3	El sistema de ser eficiente	3
T4	Procesamiento interno complejo	1	4	Existen cálculos con alguna rigurosidad	4
T5	El código debe ser reutilizable	1	4	El código no debe ser necesariamente reutilizable	4
T6	Facilidad de instalación	1	4	Dispone de algunos requisitos pero no es difícil de instalar	4
T7	Facilidad de uso	1	3	Alta	3
T8	Portabilidad	2	4	Se puede instalar con la instalación previa de otros programas	8
T9	Facilidad de	1	3	Facilidad de	3



	cambio			mantenimiento y mejoras	
T10	Incluye objetivos especiales de seguridad	1	5	Tratamiento de seguridad considerablemente alto	5
T11	Provee acceso directo a terceras partes	1	4	Posee acceso directo a otros sitios	4
T12	Se requieren facilidades especiales de entrenamiento a usuarios	1	4	Sistema de facilidad normal de uso	4

Tabla 10. Cálculo del factor de complejidad técnica.

$$FCT = 0.6 + 0.01 * \sum(\text{Peso } i * \text{Valor asignado } i)$$

$$FCT = 0.6 + 0.01 * (10 + 5 + 3 + 4 + 4 + 4 + 3 + 8 + 3 + 5 + 4 + 4)$$

$$FCT = 0.6 + 0.01 * 57$$

$$FCT = 0.6 + 0.57$$

$$FCT = 1.17$$

Cálculo de FA.

Factor	Descripción	Peso	Valor /Asig	Comentario	Total
E1	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado	1	5	Se está familiarizado con el modelo de proyecto utilizado	5
E2	Experiencia con la aplicación	1	0	Se ha trabajado anteriormente en aplicaciones similares	0
E3	Experiencia en orientación a objetos	1	4	Las obtenida en clases	4



E4	Capacidad del energético líder	1	5	Nivel alto de experiencia	5
E5	Motivación	1	5	Alta motivación para realizar el sistema	5
E6	Estabilidad de los requerimientos	1	4	Sujeto a cambios y modificaciones	4
E7	Personal part-time	1	4	El proyecto lo realiza una sola persona.	4
E8	Dificultad del lenguaje de programación	-1	4	Se usa PHP	-4

Tabla 11. Cálculo del factor ambiente.

$$FA = 1.4 - 0.03 * \sum (\text{Peso } i * \text{Valor asignado } i)$$

$$FA = 1.4 - 0.03 * (5 + 0 + 4 + 5 + 5 + 4 + 4 - 4)$$

$$FA = 1.4 - 0.03 * 23$$

$$FA = 0.71$$

Los puntos de casos de uso ajustados resultan:

$$PCUA = PCU * FCT * FA$$

$$PCUA = 139 * 1.17 * 0.71$$

$$PCUA = 115.4673$$

### 3.2.3. Estimación del esfuerzo.

**FC:** Factor de Conversión

**FC=** 20 Horas-Hombre

El esfuerzo en horas /hombre está dado por:

$$E = PCUA * FC$$

Este esfuerzo representa el 40% del esfuerzo total que

$$E = 115.4673 * 20 = 2309.346 \text{ horas-hombre}$$

**Duración:**



Si se trabaja:

**Al día:** 8 horas.

**En un mes:** 200 horas.

Duración (Días)=  $E / \text{Cantidad de horas trabajadas por día} = 2309.346 / 8$   
 $= 288.67 \approx 289$  días.

Duración (meses)=  $E / \text{Cantidad de horas trabajadas por mes} = 2309.346 / 200$   
 $= 11.546 \approx 12$  meses.

#### 3.2.4. Cálculo de costos.

Tomando como salario promedio mensual \$275.00

**Costo** = 12 meses \* \$275.00 = \$3300.00

### 3.3. Resultados de la aplicación del Sistema Informático.

#### 3.3.1. Beneficios del sistema.

Los beneficios intangibles obtenidos con el desarrollo del sistema son que la empresa en cuestión cuenta con una herramienta para la gestión energética en el Horno 3.

El sistema tiene beneficios tangibles ya que ofrece información sobre los Gráficos que se visualizan en el sistema, la información puede ser entrada por el usuario administrador, en este caso por el encargado de llevar el control de los portadores energéticos. Por otra parte, este sistema ahorra tiempo de trabajo ya que los datos que hoy se manejan mediante hojas Excel para su posterior análisis y procesamiento pueden ser tratados por el sistema.

#### 3.3.2. Prueba T

Para saber si con la realización del sistema se cumplen los objetivos trazados en cuanto a la Gestión Energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos



Cienfuegos S.A. Se procede a un análisis estadístico a través de la prueba T para la cual se definen las variables que se desean analizar.

Variables:

**Antes**, Tiempo que demora el proceso de gestión de reportes diarios que permiten la Gestión Energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A., antes de aplicar el Sistema.

**Después**, Tiempo que demora el proceso de gestión de reportes diarios que permiten la Gestión Energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A., después de aplicar el Sistema.

Se han realizado 15 observaciones de la realización del proceso de Gestión Energética antes del software y 15 observaciones con el software.

Muestreo:

# Obs.	Antes(horas)	Después (horas)
1	4,00	0,50
2	4,10	0,55
3	3,40	0,45
4	3,50	1,10
5	4,20	1,00
6	3,45	0,50
7	4,15	1,00
8	3,45	1,05
9	4,25	1,10
10	3,55	0,55
11	4,0	1,00
12	4,15	1,20
13	4,20	0,55
14	3,55	1,00



15	3,50	0,55
----	------	------

Tabla 12. Muestreo de tiempos para realizar prueba T.

Se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis:

$H_0$ = No existen diferencias significativas entre las 2 muestras.

$H_1$ = Existen diferencias significativas entre las 2 muestras.

Teniendo en cuenta que  $\alpha=0,05$ .

Antes de realizar la prueba T es necesario comprobar que los valores obtenidos en el muestreo siguen una distribución normal. Para comprobar lo antes mencionado se realizará la prueba **Kolmogorov-Smirnov** mediante el paquete estadístico SPSS.

Las hipótesis que se plantean son:

$H_0$ =Ambas variables siguen una distribución normal.

$H_1$ = Ambas variables no siguen una distribución normal.

Al realizar la prueba se obtienen los siguientes resultados:

		Antes	Después
N		15	15
Parámetros normales(a,b)	Media	3,8300	,8067
	Desviación típica	,34163	,28213
Diferencias más extremas	Absoluta	,260	,287
	Positiva	,260	,285



	Negativa	-,224	-,287
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,009	1,111
Sig. asintót. (bilateral)		,261	,170

Tabla 13. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Se puede observar que la significación estadística de la prueba **Kolmogorov-Smirnov** es de 0,261 para la variable **Antes** y 0,170 para la variable **Después**, siendo ambas significaciones estadísticas mayores que 0,05 por lo tanto se acepta  $H_0$  y ambas variables siguen una distribución normal.

Después de comprobar que las variables siguen una distribución normal están las condiciones creadas para realizar la prueba T. La prueba realizada con el paquete estadístico SPSS ha arrojando los siguientes resultados.

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Antes	3,8300	15	,34163	,08821
	Después	,8067	15	,28213	,07284

Tabla 14. Estadísticos de muestras relacionadas.

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Desviación típ.	Error típ. de la media	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Par 1	Antes - Después	3,02333	,37648	,09721	2,81484	3,23182	31,102	14	,000

Tabla 15. Prueba de muestras relacionadas.

De los resultados anteriores se toma el nivel de significación del estadístico y se compara con el  $\alpha = 0,05$  concluyendo que  $\alpha > 0,000$  por tanto se rechaza  $H_0$  afirmando que existen diferencias significativas entre las muestras.



Para dar fe de ello a continuación se muestra un gráfico comparativo entre las medias de las muestras tomadas antes y después de la puesta en marcha del sistema. Los valores de las medias son 3,83 h y 0,8067 h respectivamente.

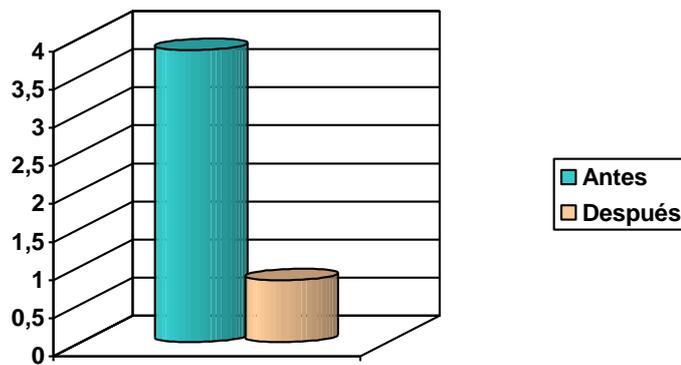


Figura 11. Comparación de los tiempos medios antes y después del la confección del sistema.

### 3.4. Conclusiones del capítulo.

La realización del estudio de factibilidad del sistema informático proyectó una cantidad significativa de beneficios tangibles e intangibles. El sistema propuesto contribuye de forma positiva en el proceso de gestión de reportes diarios que permiten la Gestión Energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A. y por consiguiente proporciona un ahorro considerable de tiempo y esfuerzo. Una vez concluido el estudio de factibilidad del sistema, se estima un tiempo de 12 meses para su construcción por un hombre y su costo asciende a \$3300.00. Los resultados de la aplicación del sistema informático en el Horno 3 son favorables a partir de la prueba de hipótesis, donde el ahorro de tiempo es el mejor beneficio que aporta el sistema.



## **Conclusiones generales**

Con el desarrollo del presente trabajo se arriban a las siguientes conclusiones:

Se ha desarrollado un Sistema informático novedoso que permite la Gestión Energética en el Horno 3 de la Empresa Cementos Cienfuegos S.A.

Se analizó el proceso que se realiza actualmente para establecer un sistema de Gestión Energética en el Horno 3.

Se diseñó e implementó el Sistema Informático.

Se realizó la validación de la aceptación del mismo realizando pruebas de hipótesis que demostraron estadísticamente la diferencia de tiempo utilizando el software y sin él.

Por tanto se puede afirmar que los objetivos trazados en este trabajo fueron satisfactoriamente cumplidos.



## **Recomendaciones**

Para darle continuidad a esta investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

Generalizar el uso de este sistema al resto de las áreas de la Empresa.

Implementar nuevos mecanismo para graficar de forma automática.

Dotar la aplicación con un módulo de análisis y procesamiento estadístico.



## Referencias Bibliográficas

- [1] NAGORE GILISAGASTI PEREZ and ELI ELORZA URIA, "Cemento." .
- [2] "library (application/pdf Objeto)," 10-Feb-2012. [Online]. Available: [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ippc\\_brefs/library?l=/cement\\_languages/cement\\_lime\\_espdf/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ippc_brefs/library?l=/cement_languages/cement_lime_espdf/_EN_1.0_&a=d). [Accessed: 10-Feb-2012].
- [3] Tomado de <http://elnuevodiario.com.do/app/article.aspx?id=214713>, .
- [4] Tomado de [http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/1993\\_94/CEMENTO.pdf](http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/1993_94/CEMENTO.pdf), .
- [5] Torres Triana, "Diagnóstico Energético para Cemento." 2000.
- [6] Tomado de <http://www.energia.inf.cu/iee-mep/Document/Cemento.pdf>, .
- [7] Tomado de [http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1brica\\_de\\_Cemento\\_Siguaney](http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1brica_de_Cemento_Siguaney), .
- [8] L. Salas González, "Sistema informático para el cálculo de la alineación de los hornos rotatorios en la fábrica de cemento Siguaney," 2008.
- [9] Tomado de [http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1bricas\\_de\\_cemento\\_Carlos\\_Marx\\_de\\_Cienfuegos](http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1bricas_de_cemento_Carlos_Marx_de_Cienfuegos), .
- [10] A. E. Borroto Nordelo and J. P. Monteagudo Yanes, "Gestión y Economía Energética." .
- [11] Duda, Walter H, "Manual tecnológico del cemento," 1997.
- [12] "Histograma II. — Biblioteca Virtual de la UCF." .
- [13] Arquitectura Cliente/Servidor, En Enciclopedia Microsoft Encarta DVD Premiun, (2006), .
- [14] Oscar Muñoz, "Arquitectura de aplicaciones Web," presented at the Conferencia de Seminarios Especiales I, 2004.
- [15] MSDN Latinoamérica, "Arquitectura de aplicaciones de 3 capas. Tomado de: <http://dotnetjunkies.com/WebLog/desarrollonet/archive/2004/06/17/16855.aspx>." .
- [16] Oscar Muñoz, "Programación del lado del Servidor," presented at the Conferencia de Seminarios Especiales I, 2004.
- [17] L. Méndez Cáceres, "Sistema de Promoción y Gestión Comercial para la Oficina de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Cienfuegos," CUJAE, 2005.
- [18] Laura Lemay and Prentice-Hall, "Aprendiendo HTML 3.0 para WEB en una semana., Hispano Americana." .
- [19] Joachim Shwarte, Marcombo, El gran libro de HTML., .
- [20] O. Briggs, S. Champeon, E. Costello, and M. Patterson, *Cascading Style Sheets: Separating Content from Presentation*. .
- [21] E. A. Meyer, *Cascading Style Sheets: The Definitive Guide*. .
- [22] *co-authored by CSS Zen Garden Owner, Dave Shea, and Molly E. Holzschlag, The Zen of CSS Design*. .
- [23] Keith Schengili-Roberts, Core CSS y XHTML, 2nd Edition, Prentice Hall, .
- [24] Deke McClelland, "PHP 5 A TRAVÉS DE EJEMPLOS." .
- [25] F. Charte Ojeda, "PHP 5." .



## Referencias Bibliográficas

---

- [26] Rosa María Matos, "Introducción al trabajo con Base de Datos: material para uso docente. -- Ciudad de La Habana: [sn], 2001 --p.4." .
- [27] Manual de SQL tomado de [http:// www.lobocom.es/~claudio.](http://www.lobocom.es/~claudio.) , .
- [28] MAXFIELD WADE, "MYSQL & PHP FROM SCRATCH." .
- [29] Tutorial de MySQL.Tomado de: <http://www.fuentelibre.com>, .
- [30] X. Ferré Grau, "Desarrollo orientado a objetos con UML." .
- [31] Letelier Torres, "Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML." .
- [32] R. Cabello Pérez, "Software para la presentación meteorológica televisiva," UCF (Cf), 2006.
- [33] Pete Deemer, Gabrielle Benefield, Craig Larman, and Bas Vodde, "Información básica de scrum." .
- [34] Imagen disponible en [www.mountangoatsoftware.com/scrum](http://www.mountangoatsoftware.com/scrum), .
- [35] Tomado de Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. Available from: <http://es.wikipedia.org/wiki/Joomla>, .
- [36] Kennard J. Extension Types and Their Uses. In: Mastering Joomla! 1.5 Extension and Framework Development. Packt Publishing Ltd.; 2008., .
- [37] Imagen tomada de PDF Gestión y Economía enErgética. Colectivo de Autores Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, .



## Bibliografía

- [1] Arquitectura Cliente/Servidor, En Enciclopedia Microsoft Encarta DVD Premiun, (2006), .
- [2] Imagen disponible en [www.mountangoatsoftware.com/scrum](http://www.mountangoatsoftware.com/scrum), .
- [3] Imagen tomada de PDF Gestión y Economía enErgética. Colectivo de Autores Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, .
- [4] Joachim Shwarte, Marcombo, El gran libro de HTML., .
- [5] Keith Schengili-Roberts, Core CSS y XHTML, 2nd Edition, Prentice Hall, .
- [6] Kennard J. Extension Types and Their Uses. In: Mastering Joomla! 1.5 Extension and Framework Development. Packt Publishing Ltd.; 2008., .
- [7] Manual de SQL tomado de [http:// www.lobocom.es/~claudio](http://www.lobocom.es/~claudio)., .
- [8] Tomado de <http://elnuevodiario.com.do/app/article.aspx?id=214713>, .
- [9] Tomado de [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot271.nsf/VerityDisplay/89DD580E96666FC2C12573020032D210/\\$File/53-57%202M739\\_SPA72dpi.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot271.nsf/VerityDisplay/89DD580E96666FC2C12573020032D210/$File/53-57%202M739_SPA72dpi.pdf), .
- [10] Tomado de [http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1brica\\_de\\_Cemento\\_Siguaney](http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1brica_de_Cemento_Siguaney), .
- [11] Tomado de [http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1bricas\\_de\\_cemento\\_Carlos\\_Marx\\_de\\_Cienfuegos](http://www.ecured.cu/index.php/F%C3%A1bricas_de_cemento_Carlos_Marx_de_Cienfuegos), .
- [12] Tomado de <http://www.energia.inf.cu/iee-mep/Document/Cemento.pdf>, .
- [13] Tomado de [http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/1993\\_94/CEMENTO.pdf](http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/1993_94/CEMENTO.pdf), .
- [14] Tomado de Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. Available from: <http://es.wikipedia.org/wiki/Joomla>, .
- [15] Tutorial de MySQL.Tomado de: <http://www.fuentelibre.com>, .
- [16].
- [17] “AENOR - Certificación del Sistema de Gestión Energética ISO 50001,” 10-Apr-2012. [Online]. Available: [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab\\_gestion\\_energetica](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_gestion_energetica).



- asp. [Accessed: 10-Apr-2012].
- [18] Laura Lemay and Prentice-Hall, "Aprendiendo HTML 3.0 para WEB en una semana., Hispano Americana." .
- [19] "Arquitectura Cliente/Servidor," vol. DVD Premiun. 2006.
- [20] "Arquitectura de aplicaciones de 3 capas,"  
*<http://dotnetjunkies.com/WebLog/desarrollonet/archive/2004/06/17/16855.aspx>* , " Mar. 2006.
- [21] MSDN Latinoamérica, "Arquitectura de aplicaciones de 3 capas. Tomado de:  
*<http://dotnetjunkies.com/WebLog/desarrollonet/archive/2004/06/17/16855.aspx>* ." .
- [22] Oscar Muñoz, "Arquitectura de aplicaciones Web," presented at the Conferencia de Seminarios Especiales I, 2004.
- [23] O. Briggs, S. Champeon, E. Costello, and M. Patterson, *Cascading Style Sheets: Separating Content from Presentation* . .
- [24] E. A. Meyer, *Cascading Style Sheets: The Definitive Guide* . .
- [25] NAGORE GILISAGASTI PEREZ and ELI ELORZA URIA, "Cemento." .
- [26] "Cemento," vol. DVD Premiun. .
- [27] *co-authored by CSS Zen Garden Owner, Dave Shea, and Molly E. Holzschlag, The Zen of CSS Design* . .
- [28] Letelier Torres, "Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML." .
- [29] X. Ferré Grau, "Desarrollo orientado a objetos con UML." .
- [30] Torres Triana, "Diagnóstico Energético para Cemento." 2000.
- [31] "Gestión de la Energía ISO 50001," 10-Apr-2012. [Online]. Available:  
*<http://www.bsigroup.es/es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Gestion-de-la-Energia-ISO-50001/>*.  
[Accessed: 10-Apr-2012].
- [32] A. E. Borroto Nordelo and J. P. Monteagudo Yanes, "Gestión y Economía Energética." .
- [33] "Histograma II. — Biblioteca Virtual de la UCF." [Online]. Available:  
*<http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/articulos-descargados/industrial/metodologia-de-proyecto-de-investigacion-de-ingenieria-industrial/tecnicas-y->*



- herramientas/histograma/Histogramall.doc/view. [Accessed: 31-May-2012].
- [34] A. Torres Triana, *Hornos rotatorios del cemento*. Editorial Científico Técnica, 1981.
- [35] Pete Deemer, Gabrielle Benefield, Craig Larman, and Bas Vodde, "Información básica de scrum." .
- [36] Rosa María Matos, "Introducción al trabajo con Base de Datos: material para uso docente. -- Ciudad de La Habana: [sn], 2001 --p.4." .
- [37] "library (application/pdf Objeto)," 10-Feb-2012. [Online]. Available: [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ipcc\\_brefs/library?l=/cement\\_languages/cement\\_lime\\_espdf/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ipcc_brefs/library?l=/cement_languages/cement_lime_espdf/_EN_1.0_&a=d). [Accessed: 10-Feb-2012].
- [38] Duda, Walter H, "Manual tecnológico del cemento," 1997.
- [39] S. Pérez-Borroto Martínez, "Módulo de Productos del sistema automatizado para el estudio de la cionología en el Atlántico Norte," 2009.
- [40] MAXFIELD WADE, "MYSQL & PHP FROM SCRATCH." .
- [41] "Perspectiva de crecimiento mercado de cemento en América Latina y el Caribe." [Online]. Available: <http://elnuevodiario.com.do/app/article.aspx?id=214713>. [Accessed: 22-May-2012].
- [42] Deke McClelland, "PHP 5 A TRAVÉS DE EJEMPLOS." .
- [43] F. Charte Ojeda, "PHP 5." .
- [44] "Plantillas Joomla," 10-Apr-2012. [Online]. Available: <http://www.eplantillas.com/plantillas-joomla/>. [Accessed: 10-Apr-2012].
- [45] Oscar Muñoz, "Programación del lado del Servidor," presented at the Conferencia de Seminarios Especiales I, 2004.
- [46] "Revista Electroindustria - Eficiencia energética en la fabricación de cemento." [Online]. Available: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=978&tip=7&xit=eficiencia-energetica-en-la-fabricacion-de-cemento>. [Accessed: 22-May-2012].
- [47] "Sistema de gestión energética integral," 10-Apr-2012. [Online]. Available: [http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/solutions/energy\\_efficiency/quick-navigation/sistema-de-gestion-energetica-integral.page](http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/solutions/energy_efficiency/quick-navigation/sistema-de-gestion-energetica-integral.page). [Accessed: 10-Apr-2012].
- [48] L. Méndez Cáceres, "Sistema de Promoción y Gestión Comercial para la

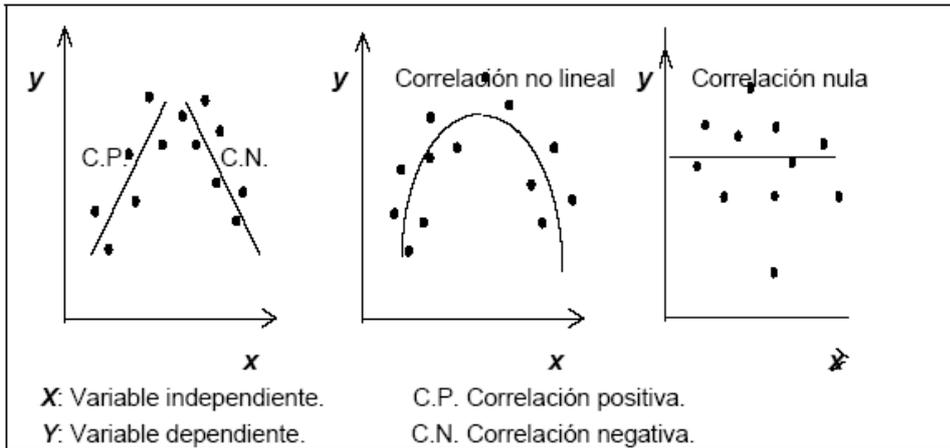


- Oficina de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Cienfuegos,”  
CUJAE, 2005.
- [49] L. Salas González, “Sistema informático para el cálculo de la alineación de los hornos rotatorios en la fábrica de cemento Siguaney,” 2008.
- [50] R. Cabello Pérez, “Software para la presentación meteorológica televisiva,” UCF (Cf), 2006.
- [51] “Trimmed Mean.” [Online]. Available:  
<http://www2.statistics.com/resources/glossary/t/trimmean.php>. [Accessed: 22-May-2012].
- [52] C. Urcelay Gordóbil, “Utilización de combustibles alternativos en las fábricas de cemento.” .

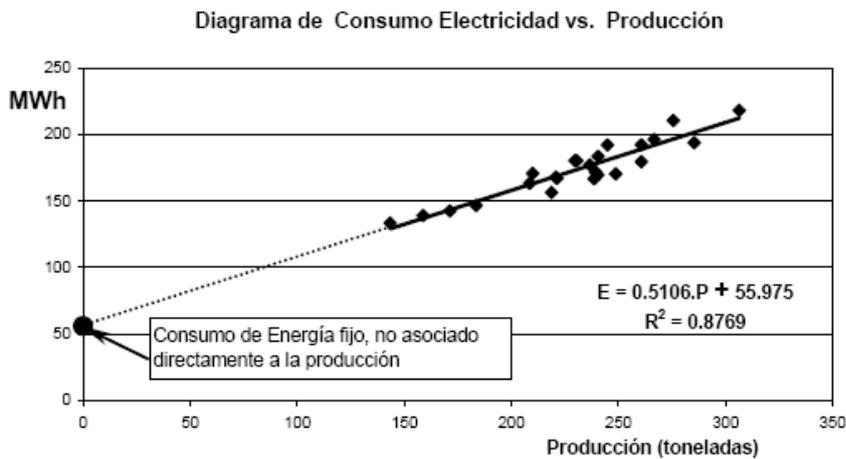


## Anexos

### Anexo 1. Diagramas de Dispersión y Correlación.

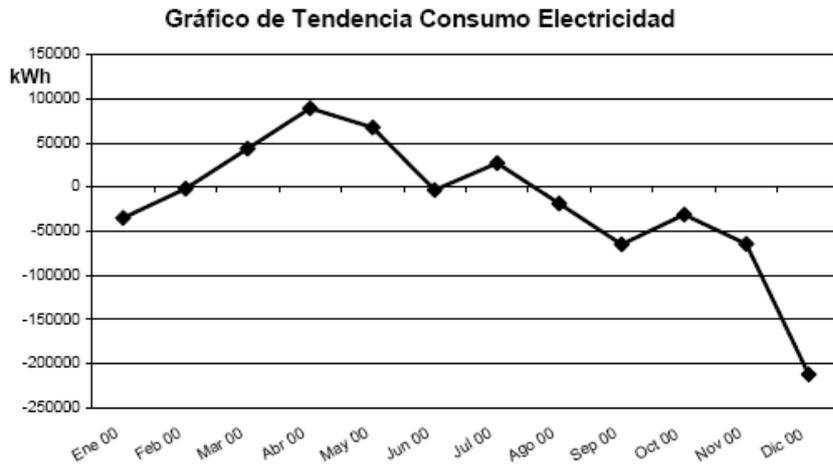


### Anexo 2. Diagramas de Consumo contra Producción.

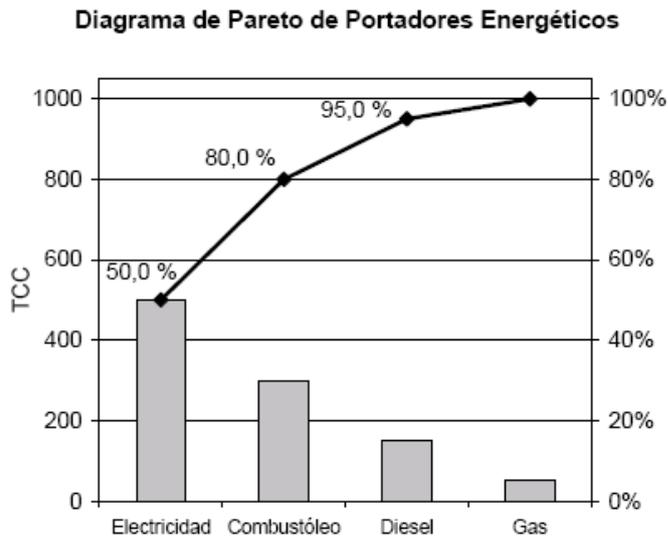




### Anexo 3. Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas.



### Anexo 4. Diagrama de Pareto.





Anexo 5. Histograma.

