

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Matemática, Física y Computación



TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

La Gestión Automatizada de la Información Operativa en la Empresa de Hidroenergía para la Toma de Decisiones basada en Indicadores de Desempeño Ambiental.

Autor

Ing. Miguel Méndez López

Tutor

Dr. C Carlos Pérez Risquet



"...el único camino abierto a la prosperidad constante y fácil es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos inagotables e infatigables de la naturaleza. La naturaleza no tiene celos, como los hombres. No tiene odios, ni miedo como los hombres. No cierra el paso a nadie, porque no teme a nadie."

José Martí

DEDICATORIA

A mis hijos, Claudia y Alejandro, por ser las estrellas que iluminan mi camino.

A mi esposa, Yaimí, por su grandeza, comprensión y ayuda.

A toda mi familia, por haberme formado como persona.

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

En el mundo actual la obtención de energía a partir del uso del agua para su generación ocupa un lugar primordial en la agenda global de las naciones para enfrentar los crecimientos energéticos de sus economías, para brindar soluciones de energía a regiones remotas y para ir desplazando su formas de obtención de la energía hacia fuentes más limpias y renovables.

El cambio climático es provocado, entre otras causas, por las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), durante el proceso de quema de combustibles fósiles. La emisión de otros gases producto de la combustión de portadores energéticos, es medida en dióxido de carbono equivalente.

El presente trabajo plantea la implementación de un software de gestión de la información operativa en la Empresa de Hidroenergía que facilite la mejora en la toma de decisiones, de forma que se logren elevados niveles de disponibilidad y generación de electricidad reduciendo los niveles de emisión de gases de efecto invernadero por concepto de evitar la quema de combustibles fósiles en las centrales térmicas que conforman la base de la generación del sistema electroenergético nacional.

ABSTRACT

In the current world the energy obtaining starting from the use of the water for its generation occupies a primordial place in the global calendar of the nations to face the energy growths of its economies, to offer energy solutions to remote and isolate regions and to go displacing its forms of obtaining of the energy toward cleaner and more renewable sources.

The climatic change is provoked, among other causes, for the emissions of greenhouse gases, as the dioxide of carbon (CO₂), during the combustion of fossil fuels. The emission of other gases product of that process is measured in dioxide of carbon equivalent.

The present work outlines the implementation of a software of management of the operative information in the Hidroenergía Company that facilitates the improvement in the taking of decisions to achieve high levels of readiness and electricity generation reducing the levels of greenhouse gases emission for concept of avoiding the combustion of fossil fuels in the thermal power stations that conform the base of the generation of the electric national system.

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 8 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN. | 15 |
| LA HIDROENERGÍA Y EL MEDIOAMBIENTE. | 15 |
| <i>IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS</i> | 18 |
| <i>LA OPERACIÓN DE LAS PEQUEÑAS HIDROELÉCTRICAS</i> | 20 |
| SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVA DE LA HIDROENERGÍA EN CUBA. | 20 |
| LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SU IMPORTANCIA DENTRO DE UNA ORGANIZACIÓN | 23 |
| <i>LOS SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES Y LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS</i> | 24 |
| <i>EL SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL DE LA UNIÓN ELÉCTRICA</i> | 29 |
| GENEXUS COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO BASADO EN EL CONOCIMIENTO. | 30 |
| <i>METODOLOGÍAS TRADICIONALES DE DESARROLLO Y PROBLEMAS ASOCIADOS</i> | 31 |
| <i>DESARROLLO BASADO EN CONOCIMIENTO Y METODOLOGÍA INCREMENTAL</i> | 32 |
| <i>OBJETOS FUNDAMENTALES EN UNA BASE DE CONOCIMIENTOS</i> | 35 |
| <i>DESARROLLO DE SISTEMAS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS</i> | 38 |
| CONCLUSIONES PARCIALES | 39 |
| CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA. | 41 |
| DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES FUNDAMENTALES DE DESEMPEÑO. | 41 |
| <i>INDICADORES DE DESEMPEÑO OPERACIONAL</i> | 42 |
| <i>INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL</i> | 47 |
| FORMULACIÓN DEL SISTEMA. | 50 |
| <i>REQUISITOS DEL SISTEMA</i> | 50 |
| <i>FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA</i> | 54 |
| <i>CASOS DE USOS</i> | 57 |
| <i>COMPOSICIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS</i> | 63 |
| <i>ACCESO SEGURO A LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA</i> | 64 |
| <i>ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA INTERFAZ DE USUARIO</i> | 66 |
| <i>CONCEPCIÓN DEL DESPLIEGUE DE LA APLICACIÓN</i> | 70 |
| CONCLUSIONES PARCIALES. | 71 |
| CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS. | 72 |
| DESPLIEGUE EN AMBIENTE DE PRODUCCIÓN. | 72 |
| RESULTADOS OBTENIDOS. | 72 |
| ALCANCE Y LIMITACIONES. | 72 |
| CONCLUSIONES PARCIALES. | 73 |
| CONCLUSIONES GENERALES. | 74 |
| RECOMENDACIONES. | 75 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 76 |
| ANEXOS. | 80 |

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la globalización, la liberalización de los mercados, el aumento de los índices de pobreza y marginalidad, y las guerras movidas por intereses económicos, específicamente por el control de los recursos petroleros, son cuestiones que caracterizan al mundo contemporáneo, exacerbadas por el incremento de la demanda mundial de consumo energético combinada con la disminución a escala global de las reservas de combustibles fósiles.

Ante este panorama los países y sus gobiernos apuestan por el gigantismo en la generación eléctrica, entiéndase incremento de la generación energética a partir de la construcción de más centrales termoeléctricas, lo que trae aparejado a su vez un incremento del consumo de combustible fósil en detrimento de la conservación del medio ambiente. En contraposición con esta actitud Cuba desarrolla, desde el año 2005, un revolucionario programa energético cuyo fundamento se basa en el decrecimiento de la demanda de energía eléctrica a partir de la óptima utilización de ésta y el empleo extensivo de fuentes de energía renovables en sustitución de la originada a partir de la combustión de hidrocarburos. Entre las fuentes energéticas renovables identificadas en nuestro país se destaca la aplicación de la hidroenergía como fuente de generación de electricidad.

La energía hidráulica es una fuente renovable, barata, confiable y de tecnología probada, que desde finales del siglo XIX ha jugado un rol importante en la producción de energía eléctrica y que ostenta significativos atributos ambientales: limpieza, sostenibilidad y muy especialmente la ausencia de emisión de gases de efecto invernadero, lo que la sitúa como opción prioritaria en la solución de la producción de electricidad, para todos los países.

En Cuba se comenzó a utilizar a inicios del pasado siglo, cuando se pusieron en explotación pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. En los primeros años de la Revolución se concluyó y se puso en explotación la instalación de mayor

capacidad instalada, la Central Hidroeléctrica "Hanabanilla".

Cuba no posee un alto potencial hidroenergético al no contar con grandes ríos que posibiliten la construcción de grandes instalaciones hidroeléctricas, no obstante, a partir de la década del 80 se acometió un amplio programa de construcción de obras hidráulicas y aparejado a esto se construyeron instalaciones hidroenergéticas. La capacidad total instalada no representa un porcentaje elevado de la capacidad de generación total del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) pero debido a que el peso de la generación eléctrica en el país se basa en centrales generadoras a base de combustibles fósiles, la generación que aportan estas instalaciones hidroeléctricas tienen una importancia considerable desde el punto de vista medioambiental al realizar un aporte en cuanto a la reducción de emisiones derivadas de la combustión fósiles, así como un aporte económico derivado de los altos precios de estos combustibles en el mercado internacional. Socialmente también realizan un aporte considerable, principalmente las instalaciones aisladas que al estar ubicadas en lugares intrincados donde constituyen la única forma de brindar servicio eléctrico a viviendas y objetivos socioeconómicos importantes.

Las empresas cubanas en la actualidad enfrentan como uno de los retos más importantes la necesidad de llegar a constituirse como verdaderas "organizaciones innovadoras" capaces de alcanzar, mantener y desarrollar el nivel de excelencia necesario bajo las condiciones existentes, logrando incrementos de la calidad de sus productos, perfeccionamiento de sus procesos, reducción de costos y mejoras en la productividad de manera continua y no por impulsos[1].

Existe gran coincidencia en que la complejidad de la situación internacional actual, impone un grupo de exigencias al esquema de desarrollo socioeconómico, así como a las posibilidades de avances propios a partir del perfeccionamiento continuo de Cuba, de ahí la necesidad de profundizar en la estrategia de desarrollo energético nacional como pilar de sostenibilidad y en particular de potenciar el lugar y papel de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica, de manera significativa, como una de las condiciones para su éxito.

En el contexto de las necesarias transformaciones del Modelo Económico Cubano, se han definido como elementos esenciales que permitan guiar la acción en este proceso de cambio los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, ampliamente analizados y discutidos por la población y aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.

En lo referente a la Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente, se establecieron en los lineamientos 129, 135, 138 y 139, los siguientes elementos:

“Diseñar una política integral de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente que tome en consideración la aceleración de sus procesos de cambio y creciente interrelación a fin de responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad a corto, mediano y largo plazo; orientada a elevar la eficiencia económica, ampliar las exportaciones de alto valor agregado, sustituir importaciones, satisfacer las necesidades de la población e incentivar su participación en la construcción socialista, protegiendo el entorno, el patrimonio y la cultura nacionales”[2].

Consecuentemente, reorientar el desarrollo industrial, de manera que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas, considerando a su vez, al importar tecnologías, la capacidad del país para asimilarlas y satisfacer los servicios que demanden, para lo cual resulta de vital importancia impulsar “nuevas vías para estimular la creatividad de los colectivos laborales de base y fortalecer su participación en la solución de los problemas tecnológicos de la producción y los servicios” y “prestar una atención mayor a la formación y capacitación continuas del personal técnico y los cuadros calificados que respondan y se anticipen al desarrollo científico-tecnológico, en las principales áreas de la producción y los servicios, así como a la prevención y mitigación de impactos sociales y medioambientales[2].

En la actualidad el sistema de información es el soporte principal del trabajo de los directivos, el cual permite coordinar el trabajo dentro y fuera de la organización,

con el objetivo de mejorar el funcionamiento de sus procesos, desarrollando nuevos modelos organizativos con una clara orientación a la información.

En la medida que el entorno va cambiando, la información que se recibe necesita actualizarse. La utilización y desarrollo de sistemas de información pueden incrementar los volúmenes de trabajos, la velocidad con la que se ejecutan las operaciones, así como la disminución de errores.

Muchas organizaciones no son capaces de aprovechar el entorno y es común que el mal manejo de la información les lleve a alcanzar pérdidas importantes en su organización [3].

La Empresa de Hidroenergía, adscrita a la Unión Eléctrica (UNE) subordinada al Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) es la entidad encargada de construir, operar y mantener las instalaciones hidroenergéticas en nuestro país de forma que estas aporten la mayor cantidad de energía eléctrica al SEN y a las viviendas y objetivos socioeconómicos beneficiados por las instalaciones aislada. La empresa está compuesta por una oficina central radicada en La Habana y 7 Unidades Empresariales de Base (UEB) ubicadas en Pinar del Rio, Cienfuegos, Villa Clara, Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo y Hanabanilla.

Debido a la gran cantidad de instalaciones y la dispersión de estos en el territorio nacional se hace necesario contar con un sistema automatizado de gestión de la información operativa fundamental que posibilite a la alta dirección de la empresa contar con información oportuna y confiable que le permita tomar decisiones. En el presente esta información se controla por medio de un gran número de documentos Excel dispersos en las diferentes áreas de la empresa los cuales no resultan idóneos para afrontar los requerimientos de la operatividad de la empresa.

En el ámbito nacional, no existe sistema alguno que se adapte a las necesidades de la empresa por su carácter de exclusividad en la rama de la hidroenergía en el país. Internacionalmente es probable que existan sistemas con carácter comercial que automatizan muchos de estos procesos pero generalmente son extremadamente caros no ajustándose a las condiciones financieras del país.

De la situación problémica previamente planteada se deriva el siguiente **problema investigativo**: Ausencia de un sistema de información para almacenar y procesar los datos asociados a los procesos operativos fundamentales de la Empresa de Hidroenergía que posibilite el cálculo de indicadores de desempeño operacionales y medioambientales para facilitarle a los especialistas y directivos el proceso de toma de decisiones.

Del problema investigativo se formula como **hipótesis de investigación** que: El desarrollo de una herramienta que automatice la gestión de la información operativa permitirá el cálculo de indicadores de desempeño de forma rápida, eficiente y confiables los cuales pueden ser utilizados de manera oportuna en el proceso de toma de decisiones.

Para dar solución al problema anterior este trabajo se plantea como **objetivo general** implementar un sistema de información que permita gestionar de forma automatizada el flujo de la información operativa relativa a la actividad de generación de electricidad en la Empresa de Hidroenergía, que, basado en el cálculo de indicadores de desempeño operacional y ambiental, permita hacer un mejor uso de la información obtenida en el proceso de toma de decisiones y mejora continua.

Este objetivo general se desglosa en los siguientes **objetivos específicos**:

- Elaboración del marco teórico referencial de la investigación basándose en el uso de la hidroenergía y sus impactos ambientales en el mundo y en particular en Cuba; los sistema de información y su importancia dentro de las organizaciones y Genexus como herramienta de desarrollo basado en conocimiento.
- Identificar el conjunto de indicadores de desempeño operacional y medioambiental posibles a obtener a partir de la información operativa gestionada en el proceso de generación de electricidad en la Empresa de

Hidroenergía.

- Diseñar e implementar la aplicación informática que permite gestionar la información operativa utilizando la herramienta de desarrollo Genexus.
- Aplicar la herramienta desarrollada en el entorno real de producción y evaluar los resultados obtenidos.

La **justificación de la investigación** planteada en este trabajo está en que en la Empresa de Hidroenergía existe un marcado interés en mejorar los procesos de toma de decisiones en la confección de los planes de mantenimientos y la política de compra de los recursos necesarios para acometerlos debido, fundamentalmente, a la cantidad de instalaciones que se dañan anualmente, quedando indisponibles para la generación, por distintas causas; por tanto, desde el punto de vista económico, es conveniente desarrollar este software que ayude a la toma de decisiones para la confección de estos planes y con ello alargar la vida útil de las instalaciones, elevar los indicadores de disponibilidad y obtener importantes ahorros por concepto de compra de equipos. Este proceso de mejora en el nivel estratégico de la empresa lleva aparejado un gran impacto ambiental y social debido a que a mayores niveles de disponibilidad y generación de electricidad se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero asociado a la quema de combustibles fósiles en las plantas generadoras que conforman la generación base del SEN, así como la elevación de la cantidad y calidad del servicio eléctrico que reciben las poblaciones y los objetivos socioeconómicos beneficiados por las instalaciones aisladas. Por tanto es de destacar que si contamos con buenos planes de mantenimientos que minimicen la cantidad de equipos e instalaciones que quedan indisponibles por concepto de no haber sido atendidos a tiempo, esto hará posible aumentar notablemente la entrega de energía al SEN y a los clientes de los sistemas aislados contribuyendo a la reducción de las emisiones por concepto de uso de las fuentes no renovables de energía y ahorrando cantidades considerables de combustible que no sería necesario importarlas a elevadísimos precios en el mercado internacional.

La investigación y el desarrollo del software propuesto son **viables** porque, al

ser la Empresa de Hidroenergía única de su tipo en el país, no existe producto nacional alguno que satisfaga las necesidades de la entidad. Por otra parte, la Unión Eléctrica cuenta dentro de su sistema empresarial con los recursos humanos necesarios para acometer el desarrollo del software sin que esto represente gastos adicionales de consideración, en cambio obtendrá beneficios económicos y ambientales de consideración como resultado de la explotación del sistema a desarrollar.

El presente informe se estructura de la siguiente forma:

- **Capítulo I:** Marco teórico referencial de la investigación.

En este capítulo se realiza un análisis bibliográfico donde se abordarán aspectos relacionados con la hidroenergía y los impactos ambientales asociados a ella. La situación actual y perspectiva de la hidroenergía en Cuba. Se hace una breve referencia a los sistemas de información y su importancia dentro de las organizaciones y en específico en la Unión Eléctrica. También se hace un análisis de Genexus como herramienta de desarrollo basado en el conocimiento.

- **Capítulo II:** Análisis y desarrollo de la propuesta.

En este capítulo se abordan los aspectos relacionados al desarrollo de la propuesta. En primer lugar la determinación de los indicadores de desempeño que debe calcular el sistema. Además se determinan los requerimientos, funcionalidades, los casos de uso, el diseño de la interfaz, entre otros aspectos.

- **Capítulo III.** Análisis de resultados.

En el capítulo final se realiza un análisis de los resultados obtenidos por la aplicación de la herramienta desarrollada en el entorno real de producción de la empresa.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones generales derivadas de la investigación realizada, se presenta la bibliografía referida en la tesis, así como un grupo de anexos para facilitar la comprensión del contenido.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.

La hidroenergía y el medioambiente.

En el mundo actual la obtención de energía a partir del uso del agua para su generación ocupa un lugar primordial en la agenda global de las naciones para enfrentar los crecimientos energéticos de sus economías, para brindar soluciones de energía a regiones remotas y para ir desplazando su formas de obtención de la energía hacia fuentes más limpias y renovables.

La hidroenergía es, por mucho, la tecnología mayor productora de energía renovable a nivel mundial, con valores en el 2007 de 2,999 TWh representando el 16% de la producción total de electricidad y el 86% de la producción de electricidad a partir de fuentes renovables. China es el mayor productor mundial de electricidad a partir del agua (14.3%), seguido por Brasil (12.3%), Canadá (12.2%), Estados Unidos (8.3%) y Rusia (5.8%)[4]. En los próximos 40 años esta producción de electricidad a partir de agua se incrementará a nivel mundial[5].

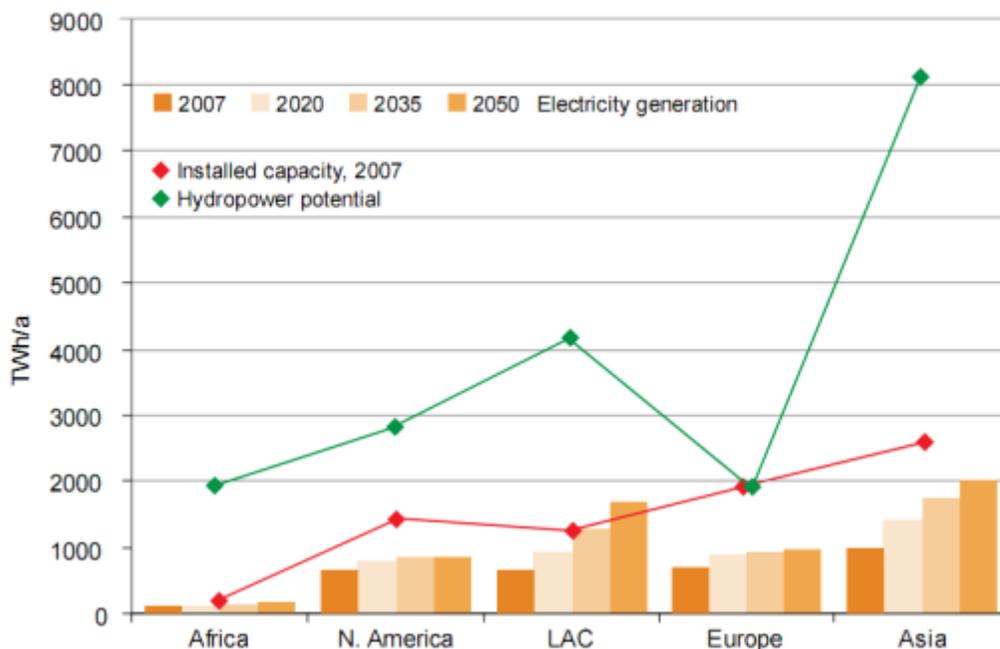


Figura 1: Generación de electricidad mediante hidroenergía [5]

La energía hidráulica en general se caracteriza por:

- Ser una fuente inagotable de energía. Al ser una fuente renovable, se recupera anualmente a través del ciclo hidrológico y no se agota a largo plazo, como ocurre con los combustibles fósiles.
- No producir emisiones de gases de efecto invernadero. Como en la producción de una central hidroeléctrica no hay ningún proceso de combustión, no se liberan a la atmósfera gases nocivos que contribuyan al calentamiento global. Por ejemplo, para producir la misma cantidad de energía que una PCHE de 1 000 kW que trabaja al filo de la corriente, se emitirían a la atmósfera: si se utiliza petróleo, 3 000 toneladas anuales de CO₂; si se utiliza carbón, 3 750 toneladas, y si se utiliza gas natural, 2 250 toneladas. Vistos desde ese ángulo, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos exhiben la menor emisión de sustancias deletéreas por unidad de energía producida, seguidos de la energía producida por el viento [6].
- Tener un alto coeficiente de reembolso de la inversión. Para un sistema de generación de energía, el coeficiente de reembolso es la relación entre la energía producida durante su tiempo de vida y la energía requerida para construir, mantener y alimentar el equipo de generación. Un coeficiente bajo de reembolso de un sistema significa que se necesita mucha energía para mantenerlo, y esa energía es capaz de producir importantes impactos ambientales [6].
- Disponer de una tecnología probada y desarrollada. Las turbinas hidráulicas han alcanzado un alto desarrollo en su perfeccionamiento y una alta eficiencia como máquinas, y el *know how* de su diseño y fabricación está en general disponible.
- Poder entrar en línea rápidamente. Las turbinas hidráulicas no necesitan de un calentamiento previo para trabajar, como es el caso de las termoeléctricas, y pueden entrar en línea y sincronizarse al sistema en pocos minutos.

En relación con esto, el abastecimiento energético a partir de fuentes renovables constituye un importante aporte a la seguridad de abastecimiento de un país, dado que cuanto mayor es la generación de energía nacional que provenga de energías renovables, menor será la dependencia de importaciones de combustibles y sus precios. Por otro lado, el abastecimiento energético proveniente de fuentes renovables también contribuye a una mayor equidad social dado que en diversos países, las energías renovables representan la única fuente confiable y solventable para abastecer con energía eléctrica y calor a la población que habita en regiones distantes y rurales [7].

Según Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), a fines del 2002 las fuentes renovables de energía representaban más de la cuarta parte de la oferta energética de América Latina (25.7%). Entre estas se destacan la hidroenergía con aproximadamente un 15%, la leña con un 5.8% y los productos de caña con un 4.1%. El resto de las fuentes renovables como las biomasas (0.5%) y la geotermia (0.7%) son marginales, y las fuentes de energía eólica y solar, a pesar de ser utilizadas, no se contabilizan aún para formar parte de la oferta de energía dado que su participación en las matrices energéticas en la región es prácticamente insignificante. [8]

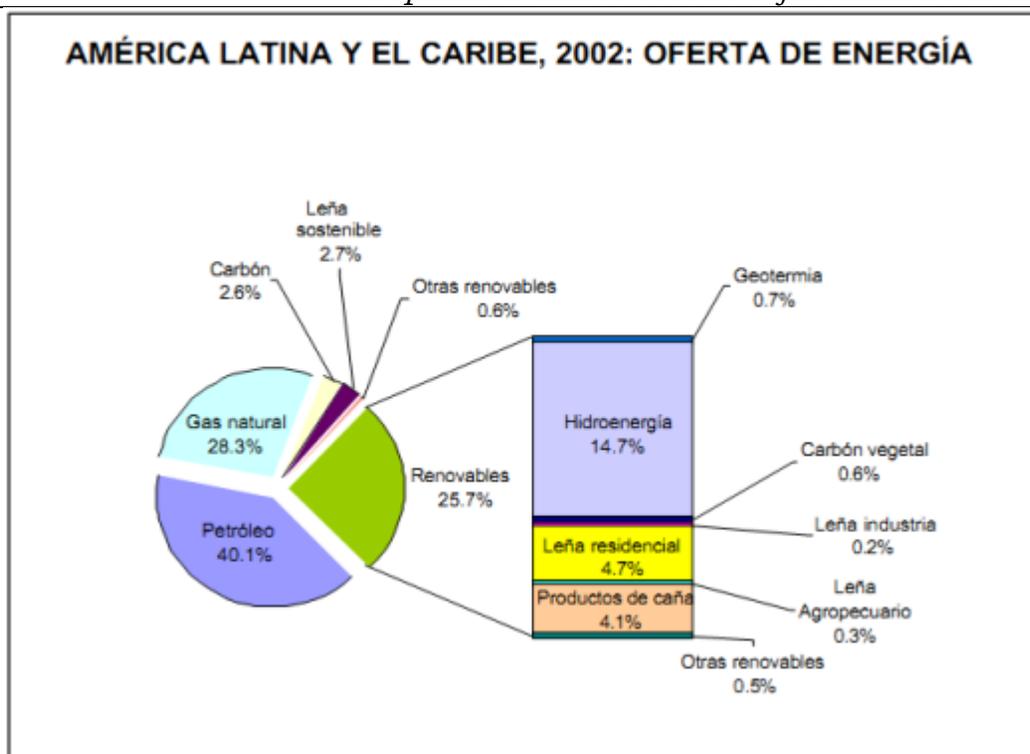


Figura 2: Estructura de la oferta de energía, América Latina y el Caribe, 2002 [8]

El cambio climático es provocado, entre otras causas, por las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), durante el proceso de quema de combustibles fósiles. La emisión de otros gases producto de la combustión de portadores energéticos, es medida en dióxido de carbono equivalente.

Impactos ambientales de las centrales hidroeléctricas

Muchos países desarrollados dependen de la energía hidráulica para producir una porción sustancial de su electricidad. Por otra parte, en los países en desarrollo la rápida urbanización y el incremento continuo de la población asegura un crecimiento sostenido de la demanda de electricidad por algunos decenios. De ese modo, por sus ventajas económicas y ambientales, los proyectos hidroeléctricos (grandes y pequeños) seguirán teniendo una alta preferencia en el planeamiento de la producción de energía y en las acciones para minimizar los impactos ambientales de la producción de energía[9].

Según la Comisión Internacional para Grandes Presas, existen en el mundo más de 45000 presas en operación, en alrededor de 140 países, de las cuales 33000

son grandes presas. Aproximadamente en 25% de ella tienen asociadas instalaciones hidroenergéticas como uso principal o como parte de una estructura multipropósito[10]. En el caso de las grandes hidroeléctricas, se seguirán construyendo grandes presas, siempre que se minimicen los efectos ambientales, para lo cual el aspecto más importante a considerar será la selección del mejor lugar para su emplazamiento. Si se trata de pequeñas hidroeléctricas, los embalses que se construyen son pequeños y hasta al filo de la corriente, lo que reduce al mínimo las afectaciones que puedan producirse.

De lo anterior se infiere que los impactos medioambientales relacionados con las obras hidroenergéticas están estrechamente relacionados con las presas o embalses asociadas y varían su magnitud entre un sitio y otro. Entre estos impactos se destacan según [9]:

- Inundación de grandes áreas de ecosistemas, generalmente fértiles y que en zonas tropicales suelen ser muy valiosas.
- Extinción de la flora endémica y la fauna autóctona, en la mayoría de los casos.
- Desplazamientos de poblaciones y asentamientos humanos.
- En los embalses, que se crean, se registran incrementos de enfermedades parasitarias.
- Modificación del ciclo o flujo hidrológico de la zona.
- Cambio significativo de la calidad del agua, ya que esta se contamina con elementos biógenos, herbicidas y pesticidas provenientes de cultivos y explotación agropecuaria.
- Alteraciones en las migraciones de los peces cuando se interrumpen los cauces normales de los ríos.
- Erosión en las riberas de los embalses, según las condiciones geológicas locales, fundamentalmente las riberas escarpadas.
- Cambios en las condiciones de vida de los organismos que habitan los ríos y embalses.

- Disminución del aporte de sedimentos, nutrientes y agua a los estuarios y al mar, se necesitan caudales ecológicos para mantener la vida aguas abajo del embalse.
- Se generan ascensos del nivel freático, que afloran en lugares no deseados.

La operación de las pequeñas hidroeléctricas

En dependencia de su ubicación geográfica y del papel que deben desempeñar, las pequeñas hidroeléctricas pueden trabajar aisladas, interconectadas formando pequeños sistemas aislados, o conectadas directamente al sistema electroenergético nacional.

También el régimen de operación se puede calificar como subordinado, si el uso principal del agua no es la producción de energía; combinado, si de los distintos usos del agua no hay ninguno que pueda considerarse principal, y exclusivo, si se utiliza sólo para la producción de energía.

Desde el punto de vista económico, el costo de producción de la energía eléctrica en las máquinas aisladas y los sistemas aislados puede resultar alto, si la producción es pequeña y la operación de la estación es manual. Sin embargo, en el caso de las estaciones conectadas al sistema electroenergético nacional, la producción de electricidad puede ser tan económica como en las grandes hidroeléctricas. Por lo que es conveniente aprovechar todas las fuentes posibles de energía hidráulica que puedan contribuir a incrementar la capacidad del sistema, como se hace por ejemplo en Francia, donde estaciones tan pequeñas como de 5 kW operan económicamente, conectadas directamente al sistema electroenergético nacional.

Situación actual y perspectiva de la hidroenergía en Cuba.

Cuba es un país tropical con precipitaciones promedio anuales de 1400 mm. En las provincias del norte oriental estas llegan a alcanzar 3000 mm. Existen cerca de mil arroyos y ríos pero son cortos y de poco caudal debido a la forma larga y estrecha de la isla.

La aplicación de la hidroenergía como fuente de generación de electricidad en Cuba data de principios del siglo xx, cuando se pusieron en explotación pequeños

aprovechamientos hidroeléctricos, de los cuales algunos se mantienen generando en la actualidad, como la Pequeña Central Hidroeléctrica Guaso, en Guantánamo, con una potencia instalada de 1 750 kW; San Blas, en Cienfuegos, con 1 000 kW; Piloto y San Vicente, en Pinar del Río, con 295 y 71,2 kW, respectivamente, y Barranca, en Granma, con 200 kW. Sin embargo, en las zonas montañosas de las provincias orientales aún se conservan ruinas que demuestran que ya en el siglo XIX se utilizaba la energía hidráulica para mover despulpadoras de café y molinos de granos. La mayor instalación generadora de electricidad a base del uso del agua es la central hidroeléctrica Hanabanilla, que se concluyó y se puso en explotación en los primeros años de la Revolución, con una potencia instalada de 43MW.

En la década de los ochenta se acometió la construcción de una gran cantidad de instalaciones como parte del Programa de Rescate de la Voluntad Hidráulica, y aparejado a varios de estos se construyeron instalaciones hidroenergéticas, con la fabricación en Cuba de una parte del equipamiento necesario. Este programa se vio frenado a causa del Período Especial en los primeros años de los noventa.

El Estado cubano ha trabajado durante varios años en la identificación del potencial hidroenergético aprovechable del país, a partir del análisis de los principales ríos del archipiélago y la realización de estudios de factibilidad del aprovechamiento hidroenergético de las presas construidas. El potencial hidroenergético estimado es de 650MW[11], con una generación anual cercana a 1300 GW-h. Alrededor del 50% de ese potencial está localizado en la cuenca Toa-Duaba, sin embargo ese potencial no puede ser explotado debido a que la cuenca está considerada como área protegida con un elevado número de especies endémicas de flora y fauna.

Las mayores potencialidades del país están en las más de 230 presas construidas por la Revolución, que tienen una capacidad de agua almacenada de aproximadamente 9 000 millones de metros cúbicos, y de ellas 40% no se utiliza.

Al cierre de 2011, existen un total de 169 instalaciones con una potencia instalada de más de 64 MW que con una disponibilidad del 90% generaron 99.2 GWh

anuales, con un ahorro 26,336 tep¹dejándose de emitir a la atmosfera 79,387 t CO₂ [12]. Del total de instalaciones, 36 se encuentran interconectadas al Sistema Electroenergético Nacional (SEN) y el resto operan de forma aislada ofreciéndole servicio eléctrico a aproximadamente 366 objetivos socioeconómicos y 8489 viviendas con alrededor de 35,000 habitantes beneficiados[13].

Los costos del kilowatt instalado oscilan entre 1 500 y 2 500 USD/kW[14], los que resultan bajos comparados con los de otros países. Esto se debe a que los objetos de obra más costosos son las presas y ya están construidas.

La experiencia acumulada por las décadas de explotación de la hidroenergía en el país permite llegar a la conclusión de que existe madurez tecnológica para proyectar una estrategia a corto, mediano y largo plazos.

Para los próximos años existe una línea de desarrollo previsto que abarca los siguientes programas:

- **Mantenimientos y operaciones.** Pretenden crear y consolidar un sistema de trabajo que posibilite alcanzar altos niveles de disponibilidad en las instalaciones, reduciendo en nivel de averías y el tiempo de atención a las mismas lo cual permitiría un mayor aprovechamiento de la capacidad instalada y mayores niveles de generación.
- **Puesta en marcha de las instalaciones paralizadas.** Pretende rescatar instalaciones que se encuentran paralizadas debido a elevados niveles de deterioro y que requieren inversiones para su puesta en funcionamiento nuevamente, lo cual permitiría la elevación de la capacidad instalada.
- **Inversionista de incremento de las capacidades instaladas.** Este programa prevé la construcción de nuevas instalaciones hidroenergéticas, para los cuales existen varios estudios de pre inversión.
- **Modernización de mini hidroeléctricas.** Mediante este programa de modernización se dotaran a las mini hidroeléctricas con dispositivos automáticos de control para mejorar su funcionamiento y eficiencia.

¹ Toneladas de petróleo equivalente.

Los sistemas de información y su importancia dentro de una organización

El término información contiene como tal una gran gama de acepciones, literalmente conduce a palabreas como noticias, datos, conocimientos y otros. La información en un concepto central designa no solo los conocimientos que los hombres se transmiten entre sí sino ante todo una de las propiedades fundamentales del mundo objetivo que se haya vinculada a la presencia en este tipo especial de procesos denominados de información. Procesos de información son por ejemplo la comunicación de los hombres entre sí, la labor de cualquier sistema de regulación automática, la transmisión hereditaria de los caracteres de padres a hijos, el conocimiento del mundo por el cerebro humano [15].

En cualquier caso, su gestión por parte de las organizaciones que atienden estos procesos, requiere cantidades crecientes de información convertida en un recurso conceptual que es necesario administrar con el mismo rigor que otros recursos físicos como los activos, el material o el personal. McLeod plantea que la administración de la información incluye la recopilación de los datos, su transformación en información útil, su distribución a las personas adecuadas y su descarte o sustitución por información actualizada. A medida que aumenta la complejidad de las organizaciones se incrementa también la complejidad de los sistemas de información, que son una representación de los sistemas físicos, y que reflejan lo que, realmente, el técnico o directivo conoce de estos [16].

Existen varias definiciones de sistemas de información. Laudon los definen como: “Un conjunto de componentes interrelacionados que reúne (u obtiene), procesa, almacena y distribuye información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización” [17]. Por otra parte, Avison y Elliot indican que este tipo de definición es pasivo, porque obvia el rol que desempeñan en los sistemas de información las personas en el contexto de la organización (el componente social) y concluyen que la interacción entre el componente social y el componente de tecnologías de la información es la que produce las innovaciones potenciales que mejoran los procesos [18].

Aunque los sistemas de información pueden estar no automatizados, la creciente digitalización de la información ha conducido a lo que se conoce hoy como la

Sociedad de la Información, donde hay cada vez más información disponible para más personas [19].

La evolución de los sistemas de información comienza con el procesamiento de datos aplicado a los sistemas contables desde mediados del siglo pasado, luego, en la década de 1960, la introducción de una nueva generación de minicomputadoras populariza el desarrollo de los sistemas de información gerencial conocidos en Cuba como sistemas automatizados de dirección [20]. Estos proyectos, cuyo objetivo era producir información para todos los gerentes, fueron muy ambiciosos en una época en que la ingeniería de software estaba poco desarrollada y en los primeros tiempos, fracasaron, dando paso al concepto de los sistemas de soporte a las decisiones, enfocados a un problema específico que debe resolver un gerente en un nivel determinado. Posteriormente, se introdujeron los sistemas basados en conocimientos relacionados con la inteligencia artificial y los sistemas de automatización de oficinas que son también un excelente ejemplo actual de la computación de usuario final. Se considera que estos cinco tipos de sistemas básicos componen los sistemas de información basados en computadoras [16]. Sin embargo, hoy existen sistemas de información difícil de clasificarlos de esta forma [21].

Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones y la inteligencia de negocios.

El concepto de sistema de apoyo a las decisiones (DSS por sus siglas en inglés *Decision support system*) es muy amplio. Un DSS puede adoptar muchas formas diferentes. En general, podemos decir que es un sistema informático utilizado para servir de apoyo, más que automatizar, el proceso de toma de decisiones[22].

Un DSS generalmente permite resolver gran parte de las limitaciones de los programas de gestión, incluso de los más avanzados sistemas de planificación de recursos empresariales, o ERP (por sus siglas en inglés, *Enterprise resource planning*). Estas son algunas de sus características principales:

- **Informes dinámicos, flexibles e interactivos**, de manera que el usuario no tenga que ceñirse a los listados predefinidos que se configuraron en el

momento de la implantación, y que no siempre responden a sus dudas reales.

- **No requiere conocimientos técnicos.** Un usuario no técnico puede crear nuevos gráficos e informes y navegar entre ellos, haciendo *drag&drop*² o *drill through*³. Por tanto, para examinar la información disponible o crear nuevas métricas no es imprescindible buscar auxilio en el departamento de informática.
- **Rapidez en el tiempo de respuesta,** ya que la base de datos subyacente suele estar optimizada para el análisis de grandes volúmenes de información.
- **Cada usuario dispone de información adecuada a su perfil.** No se trata de que todo el mundo tenga acceso a toda la información, sino de que tenga acceso a la información que necesita para que su trabajo sea lo más eficiente posible.
- **Disponibilidad de información histórica.** En estos sistemas está a la orden del día comparar los datos actuales con información de otros períodos históricos de la compañía, con el fin de analizar tendencias, fijar la evolución de parámetros de negocio. etc.

Estos sistemas generalmente requieren, aunque no es imprescindible, de un motor OLAP⁴ que facilite un análisis casi ilimitado y flexible de los datos para llegar a la causa raíz de los problemas.

Existen múltiples clasificaciones para enmarcar a los DSS, atendiendo a diferentes criterios, pero a menudo resulta difícil ubicar un ejemplo concreto en una clasificación u otra ya que pueden estar presente característica de un tipo y de otro.

Uno de los tipos de clasificación se basa en el tipo de soporte que ofrecen, y en este caso existen los siguientes tipos[23, 24]:

² Arrastrar y soltar.

³ Profundizar a través de los datos.

⁴ **Procesamiento analítico en línea** (OLAP por sus siglas en inglés, *On-Line Analytical Processing*)

- Pasivo: utilizan metodologías OLAP, y ayudan a la toma de decisiones proporcionando información confiable y actualizada, pero raramente aportan valor añadido a la información y decisión resultante.
- Activo: requiere modelos matemáticos y estadísticos avanzados que descubran patrones ocultos en la información y todo eso se está haciendo todavía muy poco, y de manera poco estructurada.

Por otra parte atendiendo al alcance, área del negocio y usuarios potenciales existen los siguientes tipos de DSS[22]:

- **Sistemas de información gerencial (MIS)**

Los sistemas de información gerencial (MIS, por sus siglas en inglés *Management Information Systems*), dan soporte a un espectro más amplio de tareas organizacionales, encontrándose a medio camino entre un DSS tradicional y una aplicación ERP.

- **Sistemas de información ejecutiva (EIS)**

Los sistemas de información ejecutiva (EIS, por sus siglas en inglés *Executive Information System*) son el tipo que más se suele emplear en Business Intelligence, (inteligencia empresarial, en lo adelante BI), ya que proveen a los gerentes de un acceso sencillo a información interna y externa de su compañía, y que es relevante para sus factores clave de éxito.

- **Sistemas expertos basados en inteligencia artificial**

Los sistemas expertos, también llamados sistemas basados en conocimiento, utilizan redes neuronales para simular el conocimiento de un experto y utilizarlo de forma efectiva para resolver un problema concreto. Este concepto está muy relacionado con el de minería de datos.

- **Sistemas de apoyo a decisiones de grupo (GDSS)**

Un sistema de apoyo a decisiones en grupos (GDSS, por sus siglas en inglés *Group Decision Support Systems*) es "un sistema basado en computadoras que apoya a grupos de personas que tienen una tarea (u objetivo) común, y que sirve como interfaz con un entorno compartido". Se

basa en el supuesto de que si se mejoran las comunicaciones se pueden mejorar las decisiones.

Como se menciona anteriormente, de estos tipos de DSS, el EIS es el más común cuya finalidad principal es que el responsable de un departamento o compañía tenga acceso, de manera instantánea, al estado de los indicadores de negocio que le afectan, con la posibilidad de estudiar con detalle aquellos aspectos que no estén cumpliendo con los objetivos establecidos en su planes, y así determinar las medidas de contingencia más adecuadas. Una de las características más importantes es que permite a usuarios con perfil no técnico construir nuevos informes y navegar por los datos, con el objetivo de descubrir información que les resulte relevante. Esto se debe, entre otras cosas, a que la interfaz gráfica de estas aplicaciones suele ser muy atractiva e intuitiva. También alertas de negocio, informes históricos comparativos y análisis de tendencias.

Por otra parte, la capacidad para tomar decisiones empresariales precisas y de forma rápida se ha convertido en una de las claves para que una empresa llegue al éxito. Sin embargo, los sistemas de información tradicionales (como la mayoría de los programas de gestión, las aplicaciones a medida, e incluso los ERP más sofisticados), suelen presentar una estructura muy inflexible para este fin. Aunque su diseño se adapta con mayor o menor medida para manejar los datos de la empresa, no permite obtener la información de los mismos, y mucho menos extrapolar el conocimiento almacenado en el día a día de las bases de datos. Las principales características que limitan estos sistemas son:

- **Gran rigidez a la hora de extraer datos**, el usuario tiene que ceñirse a los informes predefinidos y que no siempre responden a sus dudas reales.
- **Necesidad de conocimientos técnicos**. Para la generación de nuevos informeses necesario acudir al departamento técnico, solicitando una consulta adecuada para interrogar la base de datos.
- **Largos tiempos de respuesta**, ya que las consultas complejas de datos suelen implicar la unión de tablas operacionales de gran tamaño, lo que se traduce en una incómoda espera que dificulta la fluidez del trabajo.

- **Deterioro en el rendimiento del sistema de información operativa.** Cuando la base de datos consultada, para generar informes, es la misma que la que soporta el operativo de la empresa, el funcionamiento de este se puede ver degradado.
- **Falta de integración que implica islas de datos.** Pueden existir múltiples sistemas de información, incorporados en momentos distintos, para resolver problemáticas diferentes. Sus bases de datos no suelen estar integradas, lo que implica la existencia de islas de información.
- **Datos erróneos, obsoletos o incompletos.** El tema de la calidad de los datos siempre es considerado como algo importante y no siempre se logra garantizar la fiabilidad de la información aportada.
- **Problemas para adecuar la información al cargo del usuario.** No se trata de que todo el mundo tenga acceso a toda la información, sino de que tenga acceso a la información que necesita para que su trabajo sea lo más eficiente posible.
- **Ausencia de información histórica.** Los datos almacenados en los sistemas operacionales están diseñados para llevar la empresa al día, pero no permiten contrastar la situación actual con una situación retrospectiva de años atrás.

Para superar todas estas limitaciones, el BI se apoya en un conjunto de herramientas que facilitan la extracción, la depuración, el análisis y el almacenamiento de los datos generados en una organización, con la velocidad adecuada para generar conocimiento y apoyar la toma de decisiones de los directivos y los usuarios oportunos.

De acuerdo a su complejidad las soluciones de BI se pueden clasificar como:

- Consultas e informes simples.
- Cubos OLAP.
- Minería de datos.
- Sistemas de previsión empresarial; predicción mediante estudio de series temporales

No es que los productos de BI sean mejores que las aplicaciones actuales: se trata de sistemas con objetivos distintos, eficientes en sus respectivas ramas, pero que deben complementarse para optimizar el valor de los sistemas de información.

El Sistema de Gestión Empresarial de la Unión Eléctrica.

En Cuba existe un programa estatal para la Informatización de la Sociedad, que rige el proceso de la utilización ordenada y masiva de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la vida cotidiana[25].

El Sistema de Gestión Empresarial de la Unión Eléctrica (SIGE) es el entorno conceptual de los sistemas de información en la informatización de la UNE y está formado por varios sistemas de información aplicados a los áreas fundamentales de la actividad empresarial y entre los cuales existen ciertos niveles de interacción.

Tabla 1 - Composición del Sistema de Gestión Empresarial de la UNE (SIGE) [26]

| Sistema | Área | Estado actual |
|----------------|-----------------------|--|
| SIGECO | Comercial | Estuvo paralizado varios años. Se debe terminar en el 2012 la versión 2.0 sobre SQL. |
| SIGERE | Redes de Distribución | Se mantiene en desarrollo. Actualmente existen 30 módulos agrupados en 6 subsistemas aplicados en todas las empresas eléctricas provinciales. |
| SIGETRA | Redes de Transmisión | Bajo nivel de informatización con aplicaciones no generalizadas en líneas y protecciones. A partir del 2011 comenzó su desarrollo como una variación del SIGERE aplicando la filosofía de líneas de productos |
| SIGEDNC | Despacho Nacional | Es un conjunto de aplicaciones basadas en el SCADA sin un enfoque sistémico. El Sistema de Información Operativa es el más importante. |
| SIGECE | Generación | Conjunto de aplicaciones diferentes para la generación tradicional y la distribuida. El mantenimiento de controla con el SGESTMAN que es un producto de una firma externa. |
| SISCONT | Economía | Se logró la versión 5.0 en plataforma Windows y SQL Server pero con numerosos problemas que han impedido que se convierta en un sistema de gestión de recursos empresariales provocando ineficiencias en el control económico. |
| SIGELOG | Logística | Nunca se terminó. Se está implantando la parte de logística de un sistema importado (Assets) |
| SIGERH | Recursos Humanos | Se mantiene en desarrollo y actualmente se explotan varios de los módulos principales en todas las empresas de la Unión |

Por escasez de recursos y baja prioridad en la organización, disminuyó la actividad de desarrollo y la implantación de varios de los sistemas del SIGE, y de produjeron importantes demoras en el proyecto, lo que confirma las conclusiones de estudios internacionales [27], de que a pesar de las mejoras recientes:

- Una parte considerable de los proyectos de software fracasan (23 %).
- La mayoría se retardan y cuestan más de lo planificado (49 %).
- Sólo una fracción (28 %) termina en tiempo y forma.

En el 2006 se valoró la situación del SIGE y sus perspectivas en el quinquenio 2006-2011, comparando las alternativas de desarrollo propio con las de la adquisición de los sistemas en el exterior [28]. En las valoraciones, según [29], se defendió la idea de que no se concebía que la UNE realizara inversiones en adquirir sistemas de gestión cuando el país ha invertido un capital considerable en desarrollar la informática, proponiendo aplicar el concepto organizacional de fábricas de software para acelerar el desarrollo y la implantación. Este concepto parte de la especialización en entidades desarrolladoras que logran el conocimiento del negocio del dominio a informatizar en líneas específicas de productos, caracterizado, además, por la integración estrecha de este proceso con universidades o centros de investigación [30].

En los momentos en que se concibió el SIGE la Empresa de Hidroenergía no formaba parte de la UNE, ni siquiera del Ministerio de la Industria Básica. Por lo anterior, ninguno de los sistemas, que conforman el SIGE, tiene dentro de su alcance las funcionalidades necesarias para automatizar la gestión de la información operativa asociada a la generación eléctrica por medio de instalaciones hidroenergéticas.

Genexus como herramienta de desarrollo basado en el conocimiento.

Genexus es una herramienta inteligente, desarrollada por la firma uruguaya Artech Consultores S. R. L., cuyo objetivo es asistir al analista y a los usuarios en todo el ciclo de vida de las aplicaciones.

La idea básica de Genexus es automatizar todo aquello que es automatizable: normalización de los datos y diseño, generación y mantenimiento de la base de datos y de los programas de aplicación. De esta manera se evita que el analista deba dedicarse a tareas rutinarias y tediosas, permitiéndole poner toda su atención en aquello que nunca un programa podrá hacer: **entender los problemas del usuario**[31].

Metodologías tradicionales de desarrollo y problemas asociados

La forma tradicional de desarrollar aplicaciones parte de una premisa básica: **es posible construir un modelo de datos estable de la empresa.**

Basándose en esa premisa, la primera tarea a desarrollar sería el análisis de datos, permitiendo obtener el modelo de datos de la empresa y a partir de este se diseña la base de datos.

Posteriormente se hace el análisis funcional con el deseo de que la especificación funcional responda de forma íntegra a esa realidad. Lo que se hace en las metodologías más usadas, sin embargo, es obtener una especificación funcional que se refiere a los archivos de la base de datos (o bien a las entidades del modelo de datos, lo que es esencialmente equivalente). A continuación se pasa a la implementación de las funciones usando alguna de las varias opciones disponibles para ello (lenguajes de 3ª. o 4ª generación, generadores, interpretadores).

Sin embargo, todas las formas de implementación vistas tienen un problema común: parten de la enunciada premisa: **es posible construir un modelo de datos estable de la empresa**, y esta premisa es **falsa**[31].

La práctica nos dice que nadie conoce la empresa con el suficiente nivel de detalle y objetividad que permita hacer un modelo de datos completo y por tanto hay que recurrir a múltiples interlocutores. En este proceso cada uno de ellos proyecta sobre el modelo, su propia subjetividad. Una consecuencia de esto es que, durante todo el ciclo de vida de la aplicación, se producen cambios en el modelo.

Pero aún si se considerara la situación ideal, donde se conocen exactamente las necesidades y, entonces, es posible definir la base de datos óptima, el modelo no podrá permanecer estático porque deberá acompañar la evolución de la empresa. Por lo tanto, dado que la especificación funcional se refiere a la base de datos, las inevitables modificaciones en ésta implican la necesidad de modificaciones (manuales) en aquella. Esta situación tiene su impacto en los costos de desarrollo, mantenimiento y en los plazos de entrega.

Dado que es muy difícil, en este contexto, determinar y propagar las consecuencias de los cambios de la base de datos sobre los procesos, es habitual que, en vez de efectuarse los cambios necesarios, se opte por introducir nuevos archivos redundantes, con la consiguiente degradación de la calidad de los sistemas y el incremento de los costos de mantenimiento.

Desarrollo basado en conocimiento y metodología incremental

En los últimos años se ha hablado mucho en la industria de administración del conocimiento (*Knowledge Management* en inglés) y, dentro de este concepto se ha referido a maneras de organizar y/o acceder el conocimiento para ser utilizado de una forma tradicional por los seres humanos. Se trata de una versión actualizada, utilizando la tecnología actualmente disponible, de los libros (y que es de enorme utilidad para toda la humanidad): accedemos a un cierto conocimiento leyendo un libro y, en nuestra mente, hacemos razonamientos sobre ese conocimiento lo que, eventualmente, determina acciones. Los buscadores de texto inteligentes que están disponibles desde hace pocos años hacen que este conocimiento sea cada vez más accesible a los seres humanos.

Como característica general, este conocimiento no es “entendible” por una máquina y, en consecuencia, no es operable. Adicionalmente, como el razonamiento de los seres humanos puede lidiar razonablemente (dentro de ciertos límites) con la ambigüedad y, aún, con la inconsistencia, este conocimiento muchas veces no es riguroso.

Entonces, es bueno restringir el concepto de conocimiento que utilizaremos cuando nos referimos a Desarrollo Basado en Conocimiento. Se trata de conocimiento que cumple las siguientes condiciones:

- Riguroso
- Representable en forma objetiva
- Operable

Una nueva manera de resolver el problema del desarrollo de sistemas pasa por la sustitución de la premisa básica enunciada: asumir que **no es posible construir un modelo de datos estable de la empresa** y, en cambio, utilizar una **filosofía incremental y hacer un Desarrollo Basado en Conocimiento**. Un esquema incremental parece muy natural: no se encaran grandes problemas, sino que se van resolviendo los pequeños problemas a medida que se presentan.

El objetivo de Genexus es conseguir un muy buen tratamiento automático del conocimiento puro de los sistemas de negocios, cuya validez es totalmente independiente de las tecnologías de moda.



Figura 1: Representación del paradigma 'describir' en vez de "programar"

Cuando se desarrolla una aplicación utilizando Genexus la primera etapa consiste en hacer el **diseño** de la misma registrando las visiones de usuarios, a partir de las cuales el sistema captura y sistematiza el conocimiento. A continuación se pasa a

la etapa de **prototipo** donde se generan, de forma automática, la base de datos y los programas los cuales son puestos a prueba por los desarrolladores y los usuarios en el ambiente de prototipo.

El modelo de datos físico es diseñado y generado asegurando una base de datos en tercera forma normal[32]. Esta normalización es efectuada automáticamente por Genexus. Sin embargo, se pueden definir redundancias que, pasan a ser controladas de forma automática.

Una vez que se ha probado suficientemente se para a la etapa de **producción**, donde se generan, también de forma automática, la base de datos y los programas para el ambiente de producción, que no tiene que ser necesariamente el mismo ambiente que el de prototipo.

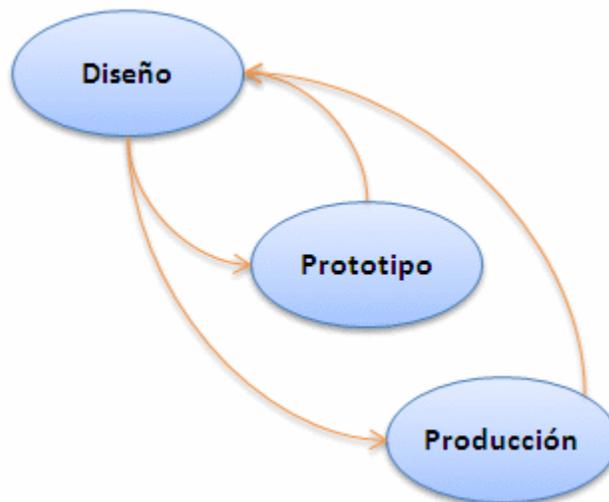


Figura 2: Ciclo de desarrollo Diseño-Prototipo-Producción

Todo este proceso es iterativo y por tanto en cualquiera de las etapas se puede regresar a la de diseño para modificar o agregar visiones de usuario con lo cual Genexus actualiza la base de conocimientos y genera nuevamente la base de datos y los programas.

En la base de conocimiento se mantiene las especificaciones de diseño en forma abstracta, o sea que no depende del ambiente objeto, lo que permite que, a partir del mismo conocimiento, se puedan generar aplicaciones funcionalmente equivalentes, para ser ejecutadas en diferentes plataformas. La característica

fundamental de esta base de conocimiento y que la diferencia de los tradicionales diccionario de datos es su capacidad de inferencia permitiendo a partir de ella obtener en cualquier momento tanto los elementos que se han colocado en ella como cualquier otro que se pueda inferir[31].

| |
|---|
| <p>Plataformas de ejecución Java J2EE, .NET, .NET Compact Framework.</p> <p>Sistemas Operativos IBM OS/400, LINUX, UNIX, Windows NT/2000/2003 Servers, Windows NT/2000/XP/7, Windows Mobile, iOS, Android and Black-Berry.</p> <p>Internet ASP.NET, CSS3, HTML5, JAVA, WebServices.</p> <p>Bases de Datos IBM DB2, Informix, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle, PostgreSQL.</p> <p>Lenguajes C#, COBOL, JAVA, Objective-C, RPG, Ruby, Visual FoxPro.</p> <p>Servidores Web Microsoft IIS, Apache, WebSphere, etc.</p> <p>Arquitecturas Arquitecturas de múltiples capas, basadas en Web, Cliente / Servidor, centralizadas (iSeries) o en la Nube.</p> |
|---|

Figura 3: Plataformas y tecnologías disponibles con Genexus

Objetos fundamentales en una base de conocimientos.

Para representar el conocimiento se hace necesario establecer un conjunto de objetos predefinidos a través de los cuales describir la realidad. Para ello es necesario establecer un marco de referencia sólido que permita hacer las descripciones y dentro de este el elemento semántico fundamental es el **atributo**[33].

Los principales objetos de que dispone Genexus para realizar la descripción de las visiones de usuario son:

- **Transacciones:** visiones de un proceso interactivo o pantalla (Win o Web) que permite a los usuarios crear, modificar o eliminar información de la base de datos. elementos esenciales como la estructura de datos de la pantalla, reglas del negocio y fórmulas y elementos visuales como la forma de las pantallas (en este caso el desarrollador puede darle con los editores disponibles la forma que quiera u optar por utilizar la automáticamente inferida por el sistema).
- **Reportes:** visiones de un proceso que permite visualizar los datos de la base de datos. La salida del listado puede ser enviada a pantalla o a la impresora (y con ello tenemos un listado convencional). Con este objeto se pueden definir desde listados simples hasta muy sofisticados, en donde existan varios cortes de control, múltiples lecturas a la base de datos y la utilización de parámetros. Un reporte no puede actualizar la base de datos.
- **Procedimientos:** Este objeto tiene todas las características de los Reportes, y además permite actualizar la base de datos. Los Procedimientos son comúnmente usados para tres tipos de procesos (procesos de actualización en lotes, subrutinas de uso general y procesos a ejecutar en un servidor de aplicaciones o servidor de base de datos).
- **Paneles de Trabajo (Work Panels):** es una pantalla que permite al usuario realizar consultas interactivas a la base de datos, orientadas a la búsqueda en tiempo de ejecución. Permite la confección de diálogos sofisticados. No posibilitan la actualización directa de la base de datos, pero lo pueden lograr invocando procedimientos.
- **Paneles Web (Web Panels):** Son similares a los paneles de trabajo, pero aquí el diálogo es asincrónico, vía internet o intranet. Permiten crear páginas web dinámicas con las que se implementan los diálogos necesarios y, llamando procedimientos, modificaciones en la base de datos.

Con estos objetos es posible describir la totalidad de una aplicación. No obstante con la evolución en el desarrollo de Genexus se han incorporado otro tipo de objetos que posibilitan un mayor nivel de productividad en el desarrollo y el logro

de aplicaciones más amigables al usuario. Entre los más significativos podemos mencionar:

- **Temas:** Este tipo de objeto es útil en el desarrollo de aplicaciones web y permite definir el aspecto que tendrán los elementos visuales de una aplicación, como son los tipos de letras, colores, tablas, botones, etc. Los objetos visuales pueden tener un tema asociado, el cual puede ser modificado en tiempo de ejecución, lo que permite obtener aplicaciones web más dinámicas y a la medida del usuario.
- **Menús:** tipo de objeto que permite agrupar y organizar las funcionalidades de la aplicación de forma que se pueda lograr una navegación adecuada entre ellas.
- **Data Views:** Permite desde una hacer uso de tablas de bases de datos existentes pertenecientes a otros sistemas y tratarlos con la misma inteligencia como si fueran objetos Genexus.
- **Master Page:** objeto exclusivo para el desarrollo web, proveen una forma de centralizar el diseño y comportamiento en un solo objeto y reusarlo en otros objetos sin tener que programarlo.

Además de los tipos de objetos mencionados, en las últimas versiones del producto se han incorporado otros elemento que elevan aún más la productividad de la herramienta y la obtención de aplicaciones web que ofrecen una interfaz de usuario muy dinámica y enriquecida como lo demanda en mundo actual. Esto ha sido posible principalmente por la incorporación del uso de:

- **Controles de Usuario:** permite que se incorporen a la aplicación otros tipos elementos de interfaz, además de los controles tradicionales que provee Genexus, que pueden ser desarrollado por el mismo analista o descargados del repositorio en línea creado al efecto.
- **Patrones:** son elementos que se le incorporan a Genexus que posibilitan generar automáticamente un grupo de objetos que implementan un comportamiento repetitivo. Liberan al desarrollador de tener que crear “manualmente” estos objetos. Proveen gran versatilidad funcional,

introducen un alto nivel de productividad y generan aplicaciones de calidad, con interfaces más uniformes, y una lógica consistente. Es un generador de conocimiento a partir de conocimiento.

Como se han mencionado anteriormente Genexus está provisto múltiples tipos objetos y herramientas que posibilitan la sistematización de la realidad en la base de conocimiento y a partir de esta generar aplicaciones totalmente funcionales. Los tipos de objetos mencionados no son los únicos, solo hicimos referencia a los principales y más comunes, pero existen otros de más reciente incorporación que también aportan sustancialmente al proceso.

Desarrollo de sistemas de inteligencia de negocios.

El espectro aplicaciones posibles a desarrollar con Genexus no se restringe a simples sistemas de gestión de información, es mucho más amplio y llegan a abarcar incluso el desarrollo de aplicaciones de inteligencia de negocio.

Para esto fines han desarrollado productos que siguen los mismos principios de desarrollo basado en el conocimiento e implementan diferentes tipos de soluciones de inteligencia de negocio. No referimos a:

- **Objetos Query y Queryviewer:** es una combinación de un tipo de objeto (*query*), con un control de usuario (*queryviewer*). Aparecieron a partir de la versión X y constituyen el primer paso en la integración de inteligencia de negocio dentro de las aplicaciones Genexus. No ofrecen una solución completa pero permite crear consultas sobre la base de datos definiendo medidas e indicadores que posteriormente se visualizan en forma de gráfico, tabla de datos o tabla pivot. En este último caso la información puede ser manipulada de forma similar a como se manipulan los cubos OLAP.
- **GxQuery:** Es la solución de *reporting* que permite sustituir los reportes creados usando el objeto Reportes por consultas dinámicas que realiza el usuario final según sus necesidades. Es simple, seguro, flexible, con una

interfaz intuitiva. Se integra como un agregado de Excel⁵ y también posee una interfaz web por donde puede mostrar la información.

- **Explorer:** Es la solución total de inteligencia de negocio de Genexus para acceder de forma simple y segura a la información estratégica del negocio. Es capaz de administrar el ciclo de vida completo del almacén de datos posibilitando el desarrollo incremental con gestión total de los cambios. Es independiente de la plataforma y posee una interfaz altamente intuitiva. Igualmente se integra como agregado de Excel además de que posee interfaz web.

Conclusiones parciales

Finalizado este capítulo arribamos a las siguientes conclusiones parciales:

- La hidroenergía es una de las fuentes de energía renovable que más impacto genera a nivel mundial y en Latinoamérica en particular en la reducción de las emisiones de GEI al tener fuerte participación en la matriz energética mundial.
- Los impactos ambientales negativos asociado a la hidroenergía son proporcionales al tamaño de la obra hidroenergética y generalmente vinculados a la construcción de la infraestructura es específico a el embalse.
- En Cuba, el aprovechamiento de la hidroenergía no tiene una gran participación en la matriz energética no obstante contribuye a la reducción de emisiones de GEI y sustituye importaciones de combustibles que se utilizan en las centrales térmicas y grupos electrógenos que constituyen la generación base del SEN.
- Los sistemas informativos en la empresa moderna manejan grandes volúmenes de información, por lo que para hacer una gestión adecuada es casi imprescindible la automatización de los mismos.
- Los sistemas de ayuda a la toma de decisiones e inteligencia empresarial que posibilitan no solo gestionar la información adecuadamente sino

⁵ Se refiere a Microsoft Excel, parte de la suite ofimática Microsoft Office.

facilitan el análisis y la extracción del conocimiento contenido en dicha información.

- Genexus como herramienta de desarrollo basado en conocimiento para sistemas de gestión de información que se adapta perfectamente a entornos con requerimientos incompletos y frecuentemente cambiantes. Incluso para incorporar en dichos sistemas capacidades de soporte a la toma de decisiones y la inteligencia de negocio utilizando las tecnologías y plataformas de desarrollo más actualizadas.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

Este capítulo describe las generalidades sobre los indicadores fundamentales para medir el desempeño de la empresa, así como del prototipo de software desarrollado exponiendo algunos diagramas creados durante las fases de análisis y diseño de la herramienta, así como el funcionamiento de la misma. Por último, se explica la forma de utilización de la aplicación para su explotación.

Determinación de los indicadores fundamentales de desempeño.

En esta sección del capítulo nos dedicaremos a enunciar cuales son los indicadores de desempeño fundamentales que son utilizados en la Empresa de Hidroenergía para medir el cumplimiento de sus objetivos estratégicos y operacionales en el proceso de generación de electricidad.

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI, de sus siglas en inglés *Key Performance Indicators*), miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando como de buenos son los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado. Son métricas utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en sus planes. Estos indicadores son utilizados en inteligencia de negocio para asistir o ayudar al proceso de toma de decisiones[34].

La clave para una organización pueda identificar sus propios indicadores son:

- Tener predefinido de antemano un proceso de negocio.
- Tener claros los objetivos/rendimiento requeridos en el proceso de negocio.
- Tener una medida cuantitativa/cualitativa de los resultados y que sea posible su comparación con los objetivos.
- Investigar variaciones y ajustar procesos o recursos para alcanzar metas a corto plazo

Los indicadores tienen que cumplir las características de ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y calcularse en tiempo. Para lograrlo los datos de los que dependen tienen que ser consistentes y correctos y estar disponibles a tiempo.

En lo adelante definiremos cuales son los indicadores identificados diferenciándolos en operacionales y medioambientales.

Indicadores de desempeño operacional.

Los indicadores de desempeño operacional de la Empresa de Hidroenergía, asociados al proceso fundamental de generación de electricidad son los que se detallan a continuación.

Cumplimiento del Plan de Generación.

Este expresa en valor porcentual el comportamiento de la energía real generada con respecto al plan operativo establecido. Es posible calcularlo a partir de los datos de la energía generada, reportada diariamente a nivel de cada instalación hidroenergética y del plan de generación aprobado. Se calcula por la siguiente expresión:

$$CG = \frac{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=fi}^{ff} REG_{u,i,f}}{\sum_{u=ui}^u \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=fi}^{ff} PG_{u,i,f}} \times 100$$

Donde:

- CG : cumplimiento del plan de generación, en %.
- $REG_{u,i,f}$: real de energía generada en la fecha f , por la instalación i de la UEB u , en kWh.
- $PG_{u,i,f}$, plan de energía a generar en la fecha f , por la instalación i de la UEB u , en kWh.

Debido a que el dato primario, energía generada, se obtiene diariamente y a nivel de instalación y el plan presenta similar nivel de detalle, es posible calcular este indicador con múltiples niveles de agregación (por instalación, UEB, empresa) y para diferentes intervalos de tiempo (diario, semanal, mensual, anual, etc).

Factor de Potencia Disponible (FPD).

El FPD se determina a partir de los registros primarios de eventos de cada instalación donde se registra para cada evento la causa, la potencia afectada, hora de inicio y fin del evento. Este indicador se calcula por la siguiente expresión:

$$FPD = 100 - \frac{\sum_{e=1}^n Pa_e \times Ta_e}{Pi \times Tf} \times 100$$

Donde:

- FPD : Factor de Potencia Disponible, en %.
- Pa_e : Potencia afectada por el evento e , en KW.
- Ta_e : Duración del evento e , en horas.
- Pi : Potencia instalada, en KW.
- Tf : Fondo de tiempo total del periodo, en horas.

Cumplimiento del Plan de Horas a Trabajar.

Las instalaciones aisladas por estar ubicadas en lugares sumamente remotos y no estar dotadas con medios de comunicaciones, no son posible en la actualidad que sean evaluadas por el indicador FPD, por lo que se elabora un plan de horas a trabajar y se le controla el cumplimiento por este indicador, el cual se calcula por la siguiente expresión:

$$CPHT = \frac{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} HRT_{u,i}}{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} PHT_{u,i}} \times 100$$

Donde:

- $CPHT$, cumplimiento del plan de horas a trabajar, en %.
- $HRT_{u,i}$, horas realmente trabajadas por la instalación i de la UEB u , en horas.

- $PHT_{u,i}$, plan de horas a trabajar para la instalación i de la UEB u , en horas.

El plan de horas a trabajar está desglosado a nivel de instalación y mensual, por lo que este indicador es calculable para estos niveles y también para los de UEB y empresa.

Disponibilidad por unidades.

Se calcula puntualmente para un instante de tiempo y expresa el por ciento del total de unidades generadoras que se encuentran disponibles, ya sea generando o no, respecto al total de unidades. Se calcula por la siguiente expresión:

$$DxU = \frac{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} UD_{u,i}}{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} CU_{u,i}} \times 100$$

Donde:

- DxU , disponibilidad por unidades, en %.
- $UD_{u,i}$, cantidad de unidades disponibles de la instalación i de la UEB u , en unidades.
- $CU_{u,i}$, cantidad total de unidades para la instalación i de la UEB u , en unidades.

Disponibilidad por potencia.

Se calcula puntualmente para un instante de tiempo y expresa el por ciento de la potencia instalada en las unidades generadoras que se encuentran disponibles, ya sea generando o no, respecto al total de potencia instalada. Se calcula por la siguiente expresión:

$$DxP = \frac{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} PD_{u,i}}{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} PI_{u,i}} \times 100$$

Donde:

- DxP , disponibilidad por unidades, en %.
- $PD_{u,i}$, potencia disponible de la instalación i de la UEB u , en KW.
- $PI_{u,i}$, potencia instalada de la instalación i de la UEB u , en KW.

Factor de insumo.

Se denomina insumo a la parte de la energía generada que es consumida por la instalación en su proceso productivo (iluminación, alimentación de equipos auxiliares, etc), por tanto este se obtiene restándole a la energía generada la energía entregada a la red eléctrica.

Se denomina al factor de insumo al porcentaje que representa el insumo respecto a la generación bruta. Este indicador es calculable para todas las instalaciones, pero tiene mayor significación para aquellas de mayor capacidad instalada que coinciden con las que tienen mayores infraestructuras de apoyo al proceso productivo ya que la mayoría son pequeñas instalaciones donde el factor es 0 o muy cercano a este valor. Se calcula por la siguiente expresión:

$$I = \frac{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=f\bar{i}}^{ff} GB_{u,i,f} - GN_{u,i,f}}{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=f\bar{i}}^{ff} GB_{u,i,f}} \times 100$$

Donde:

- DxP , disponibilidad por unidades, en %.
- $PD_{u,i}$, potencia disponible de la instalación i de la UEB u , en KW.
- $PI_{u,i}$, potencia instalada de la instalación i de la UEB u , en KW.

Tiempo de afectación por causas.

Por medio de este indicador se puede contabilizar en un periodo determinado el tiempo de afectación asociado a cada una de las causas preestablecidas. Estas causas son:

1. Avería.
2. Falta de comunicaciones.
3. Limitación de potencia por déficit de agua.
4. Mantenimiento.
5. Paralización por agua.
6. Paralización por otras causas.
7. Afectación por causa tecnológica.
8. Fuera de servicio por redes.
9. Otras causas.

Este indicador se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$A_c = \sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=fi}^{ff} TA_{u,i,f,c}$$

Donde:

- A_c , Tiempo de Afectación por la causa c , en horas.
- $TA_{u,i,f,c}$, Tiempo de afectación por la causa c en la fecha f para la instalación i de la UEB u , en horas.

El tiempo total de afectación independiente de la causa se puede obtener sumando los tiempos de afectación por cada causa usando la expresión:

$$TTA = \sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=fi}^{ff} \sum_{c=ci}^{cf} TA_{u,i,f,c}$$

Donde:

- TTA , Tiempo de Total de Afectación, en horas.

- $TA_{u,i,f,c}$, Tiempo de afectación por la causa c en la fecha f para la instalación i de la UEB u , en horas.

Tiempo promedio de solución de averías.

El tiempo promedio de atención de averías expresa la rapidez con que se devuelve la disponibilidad a una instalación que ha sido afectada por la rotura de alguno de sus equipos. Su resultado tiene relación los de disponibilidad y factor de potencia disponible ya que como objetivo el tiempo promedio de solución de averías debe ser el mínimo posible para garantizar mayores valores de disponibilidad y de factor de potencia disponible y poner a la empresa en mejores condiciones para alcanzar sus planes de generación de energía. Se calcula usando la expresión siguiente:

$$TPSA = \frac{\sum_{u=ui}^{uf} \sum_{i=ii}^{if} \sum_{f=fi}^{ff} \sum_{a=ai}^{af} TSA_{u,i,f,a}}{CA}$$

Donde:

- $TPSA$, Tiempo promedio de solución de averías, en horas.
- $TSA_{u,i,f,a}$, Tiempo de solución de la avería a en la fecha f para la instalación i de la UEB u , en horas.

Indicadores de desempeño ambiental.

El desempeño ambiental es considerado un concepto derivado de la gestión ambiental y es de gran importancia. Según NC-ISO 14001 (2004) es los resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus actividades, productos o servicios que puede interactuar con el medio ambiente.

La evaluación del desempeño ambiental está basada en la máxima, “lo que no puede ser medido, no puede ser gestionado”. Se ha usado globalmente por las organizaciones de todo tipo: en la producción de bienes y servicios, provee una base para el benchmarking del desempeño ambiental, demostrando el

cumplimiento de las regulaciones y aumentando la eficiencia operacional en instituciones públicas y gubernamentales.

Según NC-ISO 14031 (2005) es el proceso utilizado para facilitar las decisiones de la dirección con respecto al desempeño ambiental de la organización mediante la selección de indicadores, la recopilación y el análisis de datos, la evaluación de la información comparada con los criterios de desempeño ambiental, los informes y comunicaciones, las revisiones periódicas y las mejoras de este proceso.

Los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA) están catalogados como unas de las herramientas más importantes para la evaluación y control continuo del desempeño ambiental de las empresas, ya que proveen a los decisores una fuerte base informativa para llevar a cabo el proceso de toma de decisiones ambientales. También representan las mediciones cualitativas y cuantitativas, financieras o no financieras, que proporcionan información importante sobre el impacto ambiental, cumplimiento regulatorio, las relaciones con las partes interesadas y los sistemas organizacionales [35] y hacen referencia a la medida de interacción entre la organización y el medio ambiente [36].

Resumiendo un indicador ambiental es cualquier parámetro medible tangible e intangible, financiero, o no, relacionado con el medio natural, las acciones de las organizaciones y cumplimiento regulatorio, que informen del estado de la interacción empresa-medio ambiente.

En este sentido es importante que los indicadores tomen en cuenta la perspectiva económica, social y ambiental para que puedan evaluar la situación con un verdadero enfoque sistémico.

En el presente trabajo solo hacemos referencia a los indicadores directamente relacionados con el proceso de generación de electricidad a partir del recurso agua y por tanto solo analizaremos los indicadores que se analizan a continuación.

Combustible Ahorrado.

El indicador Combustible Ahorrado representa la cantidad de combustible fósil ahorrado al país por concepto de la participación de la hidroenergía en la matriz

energética del país. Por lo tanto, ambientalmente representa una disminución en el consumo del recurso natural (combustible).

El cálculo del ahorro se hace partiendo del consumo específico de combustible en la producción de electricidad en las centrales eléctricas térmicas y grupos electrógenos que constituyen la generación base del SEN. Al cierre del año 2011 se necesitó 260.2 gramos de combustible por cada kilowatt-hora de energía generada[37]. Por tanto el ahorro de combustible lo calculamos mediante la siguiente expresión:

$$\text{CombAhorrado} = \text{EnergíaGenerada} \times \text{CEB} / 1000000$$

Donde:

- *CombAhorrado*: Cantidad de combustible ahorrado, en toneladas (t).
- *EnergíaGenerada*: Cantidad de energía generada por hidroenergía, en kWh.
- *CEB*: Consumo específico de combustible en la generación base del SEN, en g/kWh.

Gases de efecto invernadero (GEI) evitados.

Alrededor de 90 % de la generación de electricidad en los últimos años en Cuba se realizó con combustibles fósiles, lo que tiene un efecto determinante en las emisiones de este sector. Los principales contaminantes provenientes de la generación de electricidad en el país son el dióxido de carbono (CO₂), el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos de nitrógeno (NO_x). Las emisiones de CO₂ representan más de 90 % del total de gases de efecto invernadero provenientes de la generación de electricidad. Cuba presenta una de las más altas tasas de emisión de CO₂ en la región, por la mayoritaria utilización de combustibles fósiles para la producción de electricidad. Según [38], el índice de Cuba en 2011 fue de aproximadamente 746.04 t/GWh o lo que es lo mismo 0,746 t/MWh.

Para calcular las emisiones evitadas de GEI a la atmosfera utilizamos la expresión siguiente, donde se obtiene la cantidad de emisiones que se producirían en caso de que la electricidad producida por hidroenergía fuera obtenida por la generación base del SEN mediante la quema de combustible fósil.

$$CO2NoEmitido = EnergiaGenerada \times IEGei$$

Donde:

- *CO2Noemitido*: Cantidad de CO₂ dejado de emitir al ambiente, en toneladas (t).
- *EnergíaGenerada*: Cantidad de energía generada por hidroenergía, en MWh.
- *IEGei*: Índice de emisiones de CO₂ para Cuba, en t/MWh.

Formulación del sistema.

El Sistema de Gestión de la Información Operativa (GIO) permitirá a sus usuarios, dependiendo de sus niveles de acceso al mismo, consultar, registrar y analizar de la información relacionada con el proceso de generación de electricidad mediante la explotación de las instalaciones hidroeléctricas que conforman el patrimonio de la Empresa de Hidroenergía.

El desarrollo del GIO se acomete por la necesidad que tiene la empresa de contar con un software que le ofrezca soporte automatizado al flujo informativo relacionado a su actividad fundamental, la generación de electricidad, y que permita la evaluación oportuna de los indicadores operativos fundamentales como forma de apoyo al proceso de toma de decisiones.

Requisitos del sistema.

La identificación de los requisitos del sistema es uno de los procesos de trabajo más importantes ya que en él se establece qué es lo que tiene que hacer exactamente el sistema que se construya. En esta línea los requisitos son el contrato que se debe cumplir, de modo que los usuarios finales tienen que comprender y aceptar los requisitos que se especifiquen. Se dividen en dos grupos: los requisitos funcionales y los requisitos no funcionales.

Requisitos no funcionales.

Los requerimientos no funcionales especifican propiedades o cualidades que el producto de software debe tener, como restricciones del entorno o de la

implementación, rendimiento, dependencias de la plataforma, facilidad de mantenimiento, entre otras [39].

Entre los requerimientos no funcionales del sistema propuesto se encuentran:

Tabla 2: Listado de requisitos no funcionales.

| No. | Nombre | Descripción |
|-----|----------------|---|
| 1 | Usabilidad | Para utilizar el sistema es necesario poseer conocimientos elementales de computación y sobre el ambiente Web en sentido general. El sistema deberá brindar una interface hombre-sistema de manera que pueda ser usado de forma fácil por cualquier persona, aunque el mayor uso le será dado por los técnicos y especialistas de los centros de dirección, las direcciones técnicas y los directivos. |
| 2 | Disponibilidad | El sistema debe estar permanentemente disponible para todos los usuarios. |
| 3 | Rendimiento | Tiempos de respuestas rápidas, no mayor de 2 segundos para cuando se opera sobre la red local y no mayor de 10 segundos para cuando se opera sobre redes de datos de poco ancho de banda y con usos compartidos con otros servicios de red. Independiente de lo anterior, algunas funcionalidades de sistema requieren tiempos de ejecución mayores debido al volumen de operaciones que realizan al invocarse. Son los casos de los informes, y resúmenes. |
| 4 | Hardware | El sistema debe poder utilizarse en la plataforma de hardware existente en la empresa, tanto para los servidores web y de base de datos como para los pc de los usuarios. |
| 5 | Software | Para los componentes de la parte del servidor el software a utilizar debe estar en correspondencia con la plataforma existente en la empresa. Para los clientes, debido a que es ambiente web, debe poder usarse cualquiera de los navegadores más populares en el país. |
| 6 | Portabilidad | El sistema se adaptará a la plataforma Windows para la parte servidora, para aprovechar la infraestructura existente. La parte cliente al ser accesible por web puede considerarse como multiplataforma. |
| 7 | Seguridad | El acceso al sistema será libre en modo de solo lectura |

| | | |
|---|----------|---|
| | | desde la intranet de la empresa. Solo podrán modificar la información los usuarios autenticados en las opciones para las que se le concedan los privilegios correspondientes. |
| 8 | Interfaz | En el diseño de la interfaz se deben usar colores y tipografías que resulten agradables a la vista y en correspondencia con la identidad visual de la empresa. La navegación por el sistema debe resultar fácil para el usuario, acercando en lo posible a las experiencias comunes de las aplicaciones de escritorio, sin dejar de aprovechar las características fundamentales de las aplicaciones web. |

Requisitos funcionales.

Los requerimientos funcionales no son más que las características de diseño, propiedad o comportamientos que el sistema debe cumplir, el punto de partida para identificar qué debe hacer el sistema [39].

Los requerimientos funcionales deben comprenderlo tanto los desarrolladores como los usuarios, y pueden expresarse de múltiples formas. A continuación se relacionan los que debe cumplir la aplicación a desarrollar:

Tabla 3: Listado de requisitos funcionales

| No. RF. | Descripción del requisito. |
|---------|---|
| 1 | Solo los usuarios autorizados, con los privilegios correspondientes, podrán introducir o modificar la información. El resto solo tendrá acceso en modo de consulta. |
| 2 | El sistema contará con las funcionalidades necesarias para poder gestionar el patrimonio fundamental compuesto por equipos principales y auxiliares, esto incluye instalaciones, unidades generadoras, transformadores, válvulas, bombas, tuberías, reguladores de velocidad, mecanismos de izajes, esquemas de mediciones y fuentes energéticas. |
| 3 | Para el control de la generación debe ser posible registrar los planes por instalación, desglosados por meses. En informe de la generación diaria se registrará desglosado por unidad generadora de cada instalación captando el valor de la energía generada o las lecturas de los equipos de medición instalados según se establezca. |
| 4 | El usuario debe poder visualizar el estado de la generación y registrar los eventos asociados a los cambios de estado de las diferentes unidades |

| | |
|----------|--|
| | <p>generadoras. Estos eventos estarán clasificados por tipo y posibilitaran que analizando la totalidad de ellos se puedan obtener diferentes reportes estadísticos e indicadores.</p> |
| 5 | <p>A partir de los eventos y de los partes diarios de generación deben obtenerse los resúmenes siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resumen diario detallado por instalación con el plan, real y por ciento de cumplimiento diario, mensual y anual acumulado y hasta la fecha. • Resumen detallado por UEB con el plan, real y por ciento de cumplimiento diario, semanal, mensual y anual acumulado y hasta la fecha. • Resumen de afectaciones desglosado por causas de afectación para un periodo de fechas. • Resumen de los indicadores (generación, factor de potencia disponible y horas trabajadas) para un periodo de fechas, con subtotales por tipo de instalación (sincronizadas, aisladas), UEB y empresa. |
| 6 | <p>Debe proporcionarse las funcionalidades para gestionar por separado las averías y los defectos que ocurran en las instalaciones, pudiéndose conocer en cada instante el estado de cada uno, así como sus datos fundamentales.</p> |
| 7 | <p>Se deben definir un grupo de nomencladores que posibiliten las clasificaciones a partir de valores preestablecidos a los efectos de evitar errores, homogenizar la información, y facilitar las consultas y resúmenes. Dentro de estos deben definirse los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras administrativas. • Tipos de instalaciones. • Causas de Afectaciones. • Tipos de eventos. • Equipos u Objetos de Obra. • Piezas o elementos. • Tipos de Turbinas. • Fabricantes. • Países. |
| 8 | <p>El sistema, además de los reportes o resúmenes definidos, debe contar con opciones que le posibiliten al usuario realizar análisis flexibles y por múltiple criterios de las informaciones asociadas a la energía generada, los eventos de generación, las averías y los defectos.</p> |
| 9 | <p>Se debe tener posibilidad de gestionar los usuarios y sus privilegios, así como los parámetros de configuración general que sean necesario definir.</p> |

Funcionalidades del sistema.

Partiendo de los requisitos funcionales determinados para el sistema se establecen las funcionalidades del mismo, las cuales se agrupan en 6 módulos, que presentan interrelación entre sí, como se muestran en el siguiente diagrama.

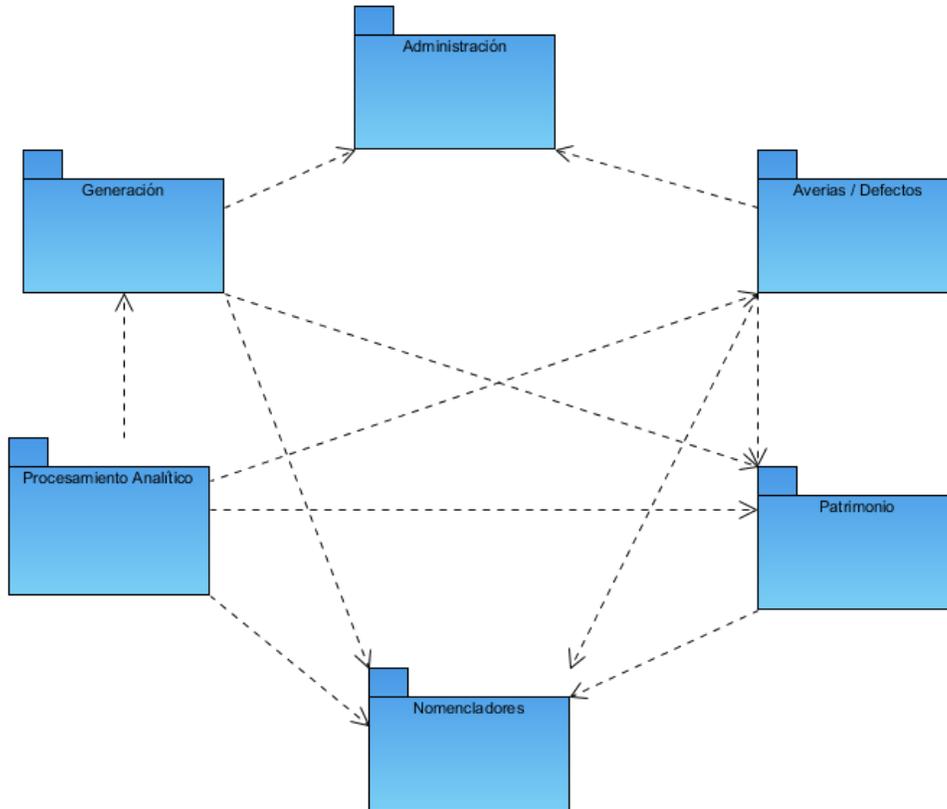


Figura 4: Diagrama de subsistemas.

A continuación se ofrece una breve descripción de cada uno de los subsistemas o módulos en los cuales se divide la aplicación:

- **Nomencladores**: Agrupa las funcionalidades necesarias para definir y/o modificar todos los clasificadores de carácter general que permiten, que en el resto de los módulos, la información pueda ser debidamente clasificada siguiendo valores predefinidos establecidos por los especialistas y expertos de los procesos de negocio.
- **Patrimonio**: Es el módulo que posibilita que se puedan registrar en el sistema con todos sus detalles las instalaciones y equipos fundamentales

que intervienen en el proceso de generación de energía eléctrica a partir del recurso natural, agua.

- **Generación**: Constituye el módulo principal del sistema y mediante las funcionalidades que agrupa se gestiona la información operativa asociada a la actividad fundamental de la empresa.
- **Averías y Defectos**: Sus funcionalidades permiten el registro y la gestión de la solución de las averías que se producen en la explotación de las instalaciones generadoras, así como los defectos detectados en estas y en sus equipos e instalaciones auxiliares.
- **Procesamiento Analítico**: Las opciones agrupadas en este módulo le permiten al usuario realizar análisis dinámicos de la información gestionadas en los demás módulos. La información es mostrada mediante tablas dinámicas compuestas por indicadores, filtros y dimensiones que posibilita un elevado nivel de análisis, así como la exportación a varios formatos comunes (XML⁶, XLSX⁷, HTML⁸ y PDF⁹).
- **Administración**: Posibilita controlar el acceso seguro a la información registrada en la base de datos del sistema a partir de gestionar los usuarios autorizados y sus privilegios. Además posibilita el acceso a opciones de configuración generales del sistema.

En la siguiente tabla relacionamos las funcionalidades agrupadas por los diferentes módulos que conforma el sistema.

Tabla 4:- Listado de funcionalidades por módulos.

| Módulo | Funcionalidad |
|---------------|---|
| Nomencladores | 1. Gestionar Estructuras Administrativas. |

⁶ Lenguaje de marcas extensible (XML del inglés Extensible Markup Language) es un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas, aunque tiene otros usos.

⁷ Extensión estándar para los ficheros de hojas de cálculo de Microsoft Excel.

⁸ Lenguaje de marcado de hipertexto (HTML del inglés Hypertext Markup Language) usado para describir la estructura y contenido de una página web.

⁹ Formato de documento portátil (PDF del inglés portable document format) ideado para almacenar documentos susceptibles de ser impresos.

| | |
|--------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> 2. Gestionar Tipos de Instalación. 3. Gestionar Causas de Afectación. 4. Gestionar Tipos de Eventos. 5. Gestionar Equipos u Objetos de Obra. 6. Gestionar Piezas o Elementos. 7. Gestionar Tipos de Turbina. 8. Gestionar Países. 9. Gestionar Fabricantes. |
| Patrimonio | <ul style="list-style-type: none"> 10. Gestionar Instalaciones. 11. Gestionar Unidades Generadoras. 12. Gestionar Transformadores. 13. Gestionar Bombas. 14. Gestionar Izajes. 15. Gestionar Reguladores. 16. Gestionar Tuberías. 17. Gestionar Válvulas. 18. Gestionar Fuentes Energéticas. 19. Gestionar Esquemas de Mediciones. |
| Generación | <ul style="list-style-type: none"> 20. Gestionar Planes de Generación, Factor de Potencia Disponible y Horas a trabajar. 21. Mostrar estado de la generación. 22. Registrar evento de generación. 23. Consultar registro de eventos. 24. Gestionar partes diarios de generación. 25. Mostrar resumen detallado de la generación. 26. Mostrar resumen por UEB. 27. Mostrar resumen por PCHE. 28. Mostrar resumen de afectaciones. 29. Mostrar resumen para certificación de indicadores. |
| Averías / Defectos | <ul style="list-style-type: none"> 30. Gestionar Averías. 31. Gestionar Defectos. |
| Procesamiento Analítico | <ul style="list-style-type: none"> 32. Mostrar datos de la generación para su análisis. 33. Mostrar datos de los eventos de generación para su análisis. 34. Mostrar datos de las averías para su análisis. 35. Mostrar datos de los defectos para su análisis. |
| Administración | <ul style="list-style-type: none"> 36. Gestionar usuarios. 37. Gestionar grupos de usuarios. 38. Gestionar permisos a usuarios. 39. Establecer las configuraciones generales. |

Casos de usos.

Un caso de uso es la descripción de un conjunto de acciones que un sistema ejecuta y que produce un determinado resultado que es de interés para un actor particular. Son secuencias de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores, por tanto representan el comportamiento externo de todo sistema tal y como se muestra a los usuarios exteriores[39].

En el presente trabajo los actores del sistema se identifican como:

- **Usuario invitado:** Se refiere a todo usuario que accede al sistema sin identificarse ante el mismo y que como tal solo tendrá acceso de consulta de la información. Este mecanismo puede estar activado o no según se defina en la configuración del sistema.
- **Usuario autorizado:** Se refiere al usuario que accede al sistema mediante un identificador de usuario y una clave y como tal tendrá acceso a consultar la información y a modificar aquella para la que cuente con autorización de acuerdo al mecanismo de control de acceso que se explicará más adelante en este capítulo.

Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas. O lo que es igual, un diagrama que muestra la relación entre los actores y los casos de uso en un sistema. Los diagramas de casos de uso se utilizan para ilustrar los requerimientos del sistema al mostrar cómo reacciona a eventos que se producen en su ámbito o en él mismo.

A continuación se muestra el diagrama de casos de uso del módulo principal del sistema, Generación. En el anexo I se encuentran los diagramas de casos de uso correspondiente al resto de los módulos del sistema.

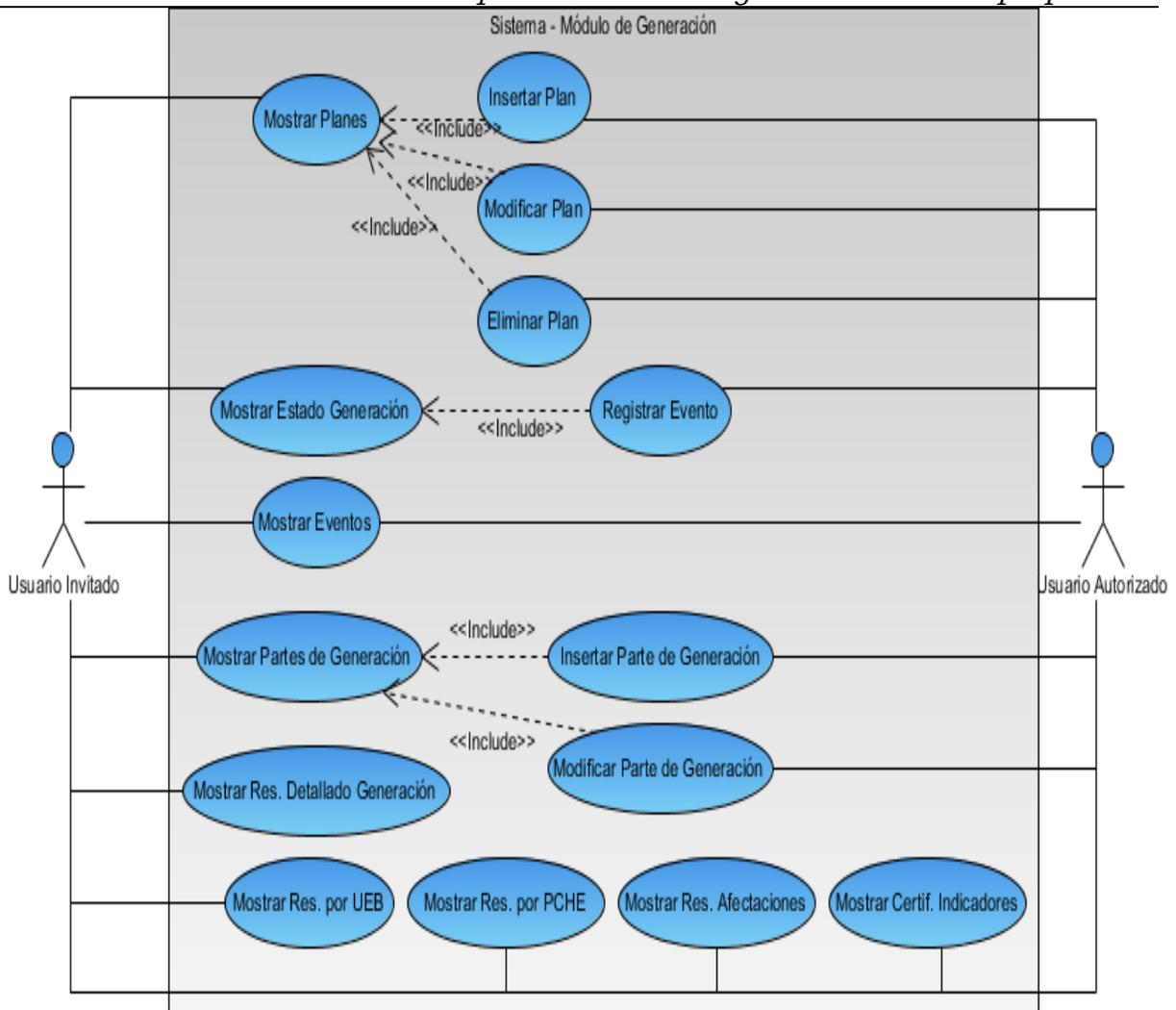


Figura 5 - Casos de uso del módulo de Generación

Los casos de uso que se detallan a continuación se corresponden con los del módulo Generación y son los representados en el diagrama de la Figura 2.

| | |
|------------------------|---|
| CU- G1 | Mostrar planes. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> El usuario solicita mostrar planes y se le muestra una pantalla donde se pueden consultar los planes de generación, factor de potencia disponible y horas a trabajar desglosados por mes y año de cada instalación. |
| Ref. Funcional. | 20 |

| | |
|---------------|-----------------------|
| CU- G2 | Insertar plan. |
|---------------|-----------------------|

| | |
|------------------------|--|
| Actor | Usuario Autorizado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar planes y se le muestra una pantalla donde se pueden consultar los planes de generación, factor de potencia disponible y horas a trabajar desglosados por mes y año de cada instalación. • El usuario selecciona insertar un nuevo plan, mostrándosele la pantalla que le permite introducir los datos del nuevo plan. |
| Ref. Funcional. | 20 |

| | |
|------------------------|--|
| CU- G3 | Modificar plan. |
| Actor | Usuario Autorizado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar planes y se le muestra una pantalla donde se pueden consultar los planes de generación, factor de potencia disponible y horas a trabajar desglosados por mes y año de cada instalación. • El usuario selecciona modificar uno de los planes existente, mostrándosele la pantalla que le permite modificar los datos del plan. |
| Ref. Funcional. | 20 |

| | |
|------------------------|---|
| CU- G4 | Eliminar plan. |
| Actor | Usuario Autorizado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar planes y se le muestra una pantalla donde se pueden consultar los planes de generación, factor de potencia disponible y horas a trabajar desglosados por mes y año de cada instalación. • El usuario selecciona eliminar uno de los planes existente, mostrándosele la pantalla que le permite eliminar los datos del plan, previa confirmación. |
| Ref. Funcional. | 20 |

| | |
|--------------------|--|
| CU- G5 | Mostrar estado de la generación. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita consultar el estado de la generación. Se |

| | |
|------------------------|---|
| | le muestra una pantalla donde se muestra la potencia y el estado de cada una de las unidades generadoras, apoyado por la utilización de colores para cada estado. En la parte superior se le muestra la potencia total en cada estado y el porcentaje de disponibilidad actual. |
| Ref. Funcional. | 21 |

| | |
|------------------------|--|
| CU- G6 | Registrar evento de generación. |
| Actor | Usuario Autorizado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita consultar el estado de la generación. Se le muestra una pantalla donde se muestra la potencia y el estado de cada una de las unidades generadoras, apoyado por la utilización de colores para cada estado. En la parte superior se le muestra la potencia total en cada estado y el porcentaje de disponibilidad actual. • El usuario selecciona registrar un evento para una de las unidades generadoras, mostrándosele la pantalla que permite captar los datos del evento en cuestión. |
| Ref. Funcional. | 22 |

| | |
|------------------------|---|
| CU- G7 | Mostrar eventos de la generación. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita consultar el registro de eventos de la generación. Se le muestra una pantalla donde se muestra en orden cronológico descendente los eventos de la generación registrados. • El usuario puede acceder a todos los detalles del evento registrado para el evento que seleccione. |
| Ref. Funcional. | 23 |

| | |
|--------------------|---|
| CU- G8 | Mostrar partes diarios de generación. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita consultar los partes diarios de generación. Se le muestra una pantalla donde se muestra para cada instalación en la fecha seleccionada los datos correspondientes a la generación reportada para ese día, |

| | |
|------------------------|--|
| | así como el plan para esa fecha y su cumplimiento. |
| Ref. Funcional. | 24 |

| | |
|------------------------|---|
| CU- G9 | Insertar parte de generación. |
| Actor | Usuario Autorizado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita consultar los partes diarios de generación. Se le muestra una pantalla donde se muestra para cada instalación en la fecha seleccionada los datos correspondientes a la generación reportada para ese día, así como el plan para esa fecha y su cumplimiento. • El usuario selecciona una de las instalaciones para registrar su parte diario y, en dependencia de si informa la generación mediante total generado o a partir de las lecturas de los equipos de medición, se le presenta la pantalla correspondiente donde puede captar los datos del parte. |
| Ref. Funcional. | 24 |

| | |
|------------------------|---|
| CU- G10 | Modificar parte de generación. |
| Actor | Usuario Autorizado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita consultar los partes diarios de generación. Se le muestra una pantalla donde se muestra para cada instalación en la fecha seleccionada los datos correspondientes a la generación reportada para ese día, así como el plan para esa fecha y su cumplimiento. • El usuario selecciona una de las instalaciones para modificar su parte diario y se le presenta la pantalla correspondiente donde puede modificar los datos del parte. |
| Ref. Funcional. | 24 |

| | |
|--------------------|--|
| CU- G11 | Mostrar resumen diario detallado. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar resumen diario detallado de los partes diarios de generación. Se le muestra una pantalla donde se muestra para cada instalación hasta la fecha |

| | |
|------------------------|--|
| | seleccionada los datos correspondientes a plan, real, % Cumplimiento, CO ₂ no emitido y combustible ahorrado. A esta se le agregan subtotales por unidad territorial y a nivel total de la empresa. |
| Ref. Funcional. | 25 |

| | |
|------------------------|--|
| CU- G12 | Mostrar resumen por UEB. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar resumen de la generación. Se le muestra una pantalla donde se resumen la energía generada hasta una fecha de las instalaciones sincronizadas al SEN, detallado en cada caso plan, real y % de cumplimiento diario, semanal, mensual y anual. |
| Ref. Funcional. | 26 |

| | |
|------------------------|--|
| CU- G13 | Mostrar resumen por PCHE. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar resumen de la generación de las PCHE. Se le muestra una pantalla donde se resumen la energía generada hasta una fecha de las instalaciones tipo PCHE sincronizadas al SEN, detallado en cada caso plan, real y % de cumplimiento diario, semanal, mensual y anual. |
| Ref. Funcional. | 27 |

| | |
|------------------------|--|
| CU- G14 | Mostrar resumen de afectaciones. |
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita mostrar resumen de las afectaciones para un periodo de días. Se le muestra una pantalla donde se resumen para cada instalación la cantidad de horas de afectación por las causas predefinidas. |
| Ref. Funcional. | 28 |

| | |
|----------------|--|
| CU- G15 | Mostrar certificación de indicadores. |
|----------------|--|

| | |
|------------------------|--|
| Actor | Usuario Invitado |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none">• El usuario solicita mostrar para un rango de fecha el comportamiento de los indicadores cumplimiento del plan de generación, factor de potencia disponible y horas trabajadas, detallando de cada uno el plan, el real y el % de cumplimiento. A lo anterior se adicionan subtotales por tipo de conexión al SEN, UEB y total de la empresa. |
| Ref. Funcional. | 29 |

Composición de la base de conocimientos.

Cada usuario tiene una o múltiples visiones de los datos que utiliza cotidianamente. Entre estas visiones, podemos pensar en un primer tipo: el que agrupa aquellas que se utilizan para manipular los datos (introducirlos, modificarlos, eliminarlos y visualizarlos en forma limitada), a estas visiones de usuarios les llama Transacciones y constituyen el primer objeto-tipo de Genexus.

Cada transacción tiene un conjunto de elementos donde se destacan:

- **Estructura:** los datos se presentan de acuerdo a una estructura y debemos tener una manera de recoger con todo rigor esas estructuras.
- **Reglas:** probablemente habrá un conjunto de reglas que afectan a la transacción.
- **Fórmulas:** probablemente habrá un conjunto de fórmulas que afectan a la transacción.
- **Elementos de presentación:** Es necesario asociar al objeto elementos de presentación como formatos de pantallas para su despliegue en Windows o en un navegador, estilos gráficos y de diálogo, etc.

Las transacciones son declarativas y capturando el conocimiento que existe en ellas y sistematizándolo en una base de conocimiento se obtiene buena parte de la descripción de la realidad que se busca.

En el anexo II se puede observar el diagrama de las transacciones fundamentales del sistema a partir del cual se obtiene el modelo físico de los datos representado mediante el diagrama de tablas del anexo III.

A partir de otros tipos de objetos Genexus se complementó la sistematización de las visiones de usuario y se implementaron las funcionalidades necesarias para lograr generar la totalidad de la aplicación y del esquema de la base de datos. Esto derivó en una base de conocimiento con una cantidad considerable de objetos, como se muestra en la figura siguiente, los cuales no pueden ser descritos en detalles en el presente informe.

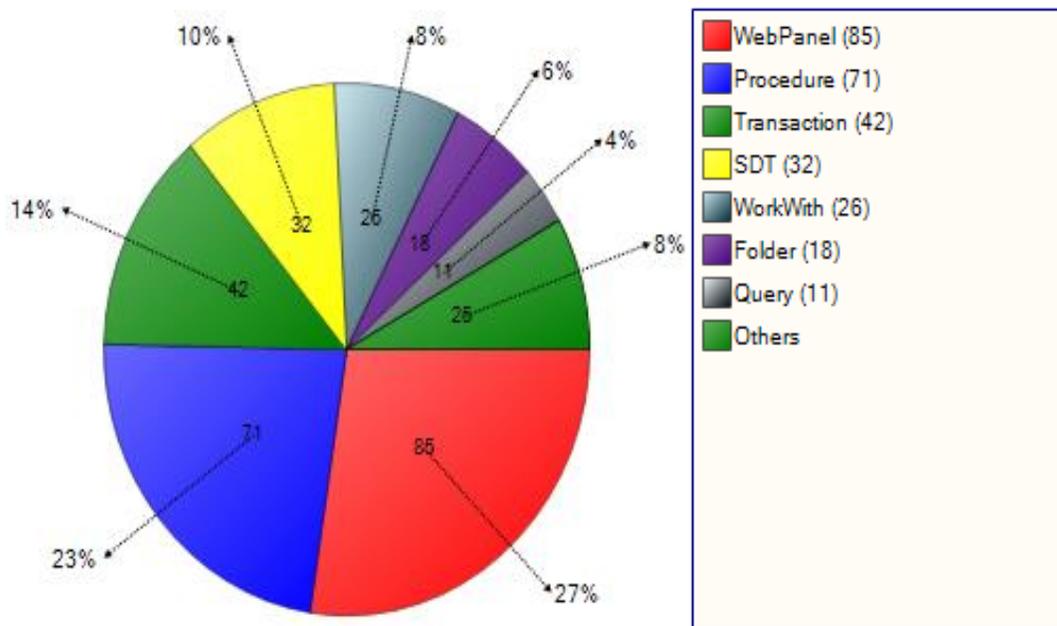


Figura 6: Composición de la base de conocimientos por tipo de objetos.

Una descripción con más detalles de una de las transacciones se puede apreciar en el anexo VI, la cual está referida a los eventos de generación.

Acceso seguro a la información del sistema.

Con la evolución de la tecnología son muchas las facilidades que obtenemos cuando se trata de almacenar, analizar o procesar datos, pero también todos estos beneficios conllevan muchas veces a riesgos que, en ocasiones, pueden ser críticos para diversas empresas.

Los sistemas informáticos deben ser operados en un entorno operativo seguro que garantice no exista la divulgación de información a personas no autorizadas, que ésta se procese correctamente y se encuentre a disposición de quienes deben acceder a ella. Para aplicar controles adecuados, es necesario comprender

primero los principios básicos que sustentan la seguridad informática que a continuación se describen:

- **Confidencialidad:** Es el servicio de seguridad, o condición, que asegura que la información no pueda estar disponible o ser descubierta por o para personas, entidades o procesos no autorizados. Se refiere a la capacidad del sistema para evitar que personas no autorizadas puedan acceder a la información almacenada en él.
- **Integridad:** El concepto de integridad significa que el sistema no debe modificar o corromper la información que almacene, o permitir que alguien no autorizado lo haga.
- **Disponibilidad:** Un sistema seguro debe mantener la información disponible para los usuarios. Disponibilidad significa que el sistema, tanto hardware como software, se mantienen funcionando eficientemente y que es capaz de recuperarse rápidamente en caso de fallo.

De acuerdo a lo anterior y a tono con lo que establecido por el Reglamento de Seguridad para las Tecnologías de la Información [40] en su sección quinta y el Reglamento sobre la Seguridad Informática para las entidades de la UNE [41] en el artículo 9, se implementó el mecanismo de acceso de los usuarios al sistema que implementa las siguientes políticas:

1. El acceso al sistema por parte de usuarios externos, fuera de la red de la empresa, será controlado mediante el mecanismo de protección de la red (cortafuego).
2. Todo usuario interno tendrá acceso como invitado al sistema pudiendo consultar la información. Este método puede ser modificado en cualquier momento obligando al uso de acceso mediante autorización.
3. Independiente de lo anterior, los usuarios autorizados accederán mediante su usuario y contraseña, en cuyo caso podrán consultar la información y solo modificar aquella para la que tengan privilegios.
4. No existen roles predefinidos, en su lugar se define un conjunto de permisos o privilegios (ver anexo V) que le son concedidos a los diferentes usuarios.

5. Los nombre de usuario y contraseñas son únicos y de carácter personal. Se almacenarán en la base de datos. La contraseña se guardará encriptado y tendrá una longitud de 8 o más caracteres.
6. Las operaciones fundamentales llevaran implícita el registro del usuario que la realizó.
7. Los usuarios estarán asociados a una de las unidades organizativas de la empresa (oficina central o UEB territorial). En caso de estar asociado a una UEB territorial solo tendrá a consultar y/o modificar los datos de la unidad a la que él pertenece.

Aspectos fundamentales de la interfaz de usuario.

Para que un sistema tenga éxito, es importante contar con un buen diseño de la interfaz de usuario. Sin embargo, en muy pocas organizaciones se emplean especialistas diseñadores de interfaz por lo tanto los ingenieros de software a menudo toman la responsabilidad de diseñar la interfaz de usuario. En Cuba esta es la práctica habitual, incluso en las organizaciones en las cuales su finalidad es la producción y comercialización de software.

En el desarrollo del presente trabajo se acometió el diseño de la interfaz tomando en cuenta las posibilidades que nos ofrece Genexus, mediante los temas, paginas maestras, componentes web, controles de usuario, etc.; y las cualidades que debe implementarse para crearle una experiencia funcional, agradable, sencilla, consistente, organizada y sobre todo que le facilite al usuario realizar su trabajo sin que le represente un trabajo más. En la siguiente figura se muestra una vista general de la interfaz de usuario diseñada.



Figura 7: Vista de la página principal del sistema.

Para la implementación se desarrolló una página maestra mediante un objeto Genexus tipo *MasterPage*, la que permite concentrar en un solo objeto el diseño y el comportamiento general que posteriormente es reutilizado por los demás objetos visuales (transacciones, paneles de trabajo web). Esta página está compuesta por un bloque superior donde se muestra una imagen alegórica a las instalaciones hidroenergéticas de la empresa, el nombre del sistema y en la parte derecha la información del usuario que está trabajando con el sistema. Inmediatamente debajo y como parte de este bloque se muestra en forma de menú desplegable los accesos a todas las funcionalidades del sistema.

En el bloque central es el mayor, ocupa casi la totalidad de la pantalla, en ella se muestra para algunas opciones generales una sección a la izquierda que muestra algunos enlaces importantes en forma de menú vertical. El resto del área de este bloque central albergará los objetos que implementan las funcionalidades principales del sistema y donde se produce la mayor interacción del usuario con el sistema.

Finalmente se concluye con un pequeño bloque que hace las funciones de pie de página, donde se hace referencia al desarrollador del sistema.

Desde el punto de vista del uso de los colores y las tipografías se aprovechó las facilidades del uso de un objeto Genexus tipo *theme* que agrupa las definiciones necesarias que posteriormente es reutilizado en los demás objetos. Para ello el objeto *theme* genera hojas de estilo en cascada (CSS, en inglés *Cascading Style Sheets*). En el resultado obtenido muestra un aspecto para la aplicación donde predominan las tonalidades de color azul lo que se corresponde con la identidad visual corporativa de la empresa.

Para lograr una experiencia de usuario cercana a las aplicaciones de escritorio tradicionales, al momento de generar la aplicación, se generan un grupo considerable de ficheros con código JavaScript que posibilitan que la aplicación sea muy dinámica. Este proceso es totalmente automático sin necesidad de intervención del desarrollador.

A lo largo de la implementación de todas las funcionalidades del sistema se hace necesario realizar las operaciones tradicionales de consultar, insertar, modificar y eliminar datos en las distintas tablas de la base de datos. Este comportamiento es repetitivo, representando un patrón típico donde solamente varían cuales son los datos a manipular, y hasta cierto punto tedioso a la hora de programar las aplicaciones. Para este tipo de situaciones, muy común en los sistemas de gestión de información, Genexus cuenta con herramientas para facilitar el proceso de desarrollo utilizando métodos declarativos para configurar el resultado de la aplicación.

Existen varios patrones definidos, tanto gratis como comerciales, que se integran perfectamente al ambiente de desarrollo de Genexus. En el desarrollo de este trabajo hemos utilizado el patrón “Trabajar Con” o “Work with” que viene incluido por defecto en la instalación inicial de la herramienta. El patrón se le aplica a una transacción y como resultado se obtiene la generación automática de todos los objetos necesarios que permiten:

- Consulta interactiva
- Múltiples ordenamientos
- Filtros

- Invocación a la transacción en los diferentes modos (insertar, modificar, eliminar, ver)
- Posibilidad de incluir invocadores propios a objetos.
- Enlaces en cada línea de la grilla a la pantalla 'Ver' la cual muestra:
 - La información del registro seleccionado.
 - Un control en forma de pestañas con una pestaña con información del registro y otra pestaña por cada una de las tablas subordinadas o hijas de la tabla principal.

En el anexo VI se puede ver un ejemplo de la definición del patrón aplicado a la transacción "Instalación" y las pantallas resultantes de su aplicación.

Otro de los elementos manejados a la hora de concebir la interfaz de usuario de la aplicación fue la utilización de la visualización de información, en este caso el comportamiento de los indicadores en forma de gráficos para apoyar la interpretación de la información haciendo realidad la archiconocida frase "una imagen vale más que mil palabras". Para lograrlo se utilizaron controles de usuario que funcionando de conjunto con el servidor de gráfico GxChart 3.0 que forma parte de Genexus se logra el objetivo deseado. Un ejemplo del mismo puede ser constatado en el anexo VII.

Por último, otro aspecto utilizado que enriquecen la interfaz de usuario se muestra en el módulo de Procesamiento Analítico. En este mediante la combinación del uso de tipo de objeto *Query* y el control de usuario *Queryviewer* se logra brindarle al usuario la posibilidad de consultar la información fundamental registrada en el sistema de forma flexible y totalmente adaptable a sus necesidades. La información se presenta de forma que el usuario interactúa con ella similar a como lo hace cuando utiliza herramientas OLAP teniendo la posibilidad de exportarla para formatos conocidos como sin HTML, PDF, XML y XLS. En el anexo VIII se puede ver la definición de la consulta asociada a los datos de las averías y la visualización de estos.

Resumiendo, a lo largo de este punto hemos descrito a grandes rasgos los aspectos tenidos en cuenta e implementado en la concepción de la interfaz de usuario del sistema desarrollado.

Concepción del despliegue de la aplicación.

El despliegue de la aplicación en el ámbito de la empresa se concibe para que se pueda hacer uso de la misma tanto desde la oficina central como desde las unidades empresariales territoriales. La aplicación se desarrolló en plataforma web, por lo que es fácil para los usuarios acceder a la misma ya que para ello solo necesitan una computadora con capacidad para conectarse a la red correr un navegador web. En el caso de las unidades territoriales se requiera que estas tengan conectividad con la red de la oficina central.

En el siguiente diagrama se muestra el despliegue básico de la aplicación.

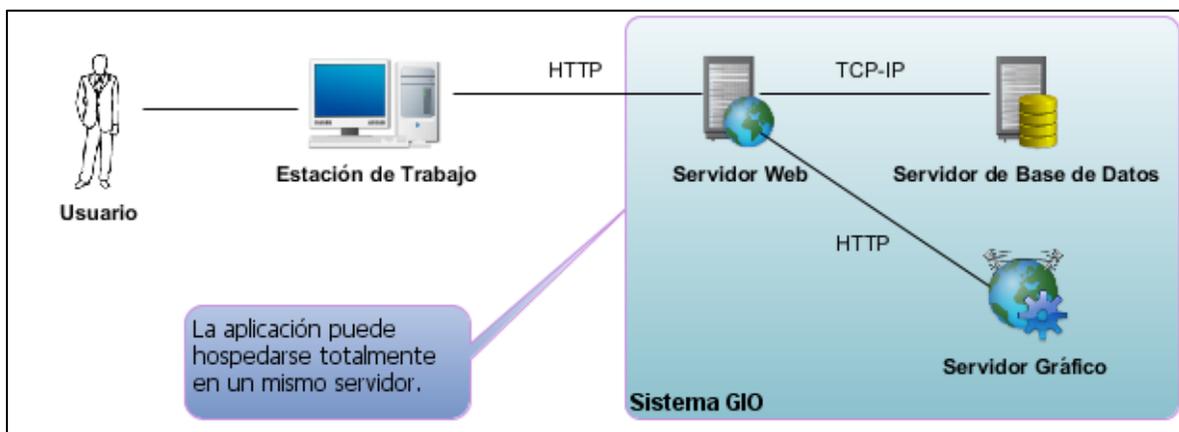


Figura 8 : Diagrama de despliegue del sistema.

En el mismo se describe la forma básica de acceder al uso de la aplicación, donde los usuarios desde sus estaciones de trabajo acceden mediante un navegador web a través de protocolo HTTP¹⁰ al servidor donde se hospeda la aplicación que interactúa con la base de datos. Es de significar que en dependencia de los recursos de hardware disponible, los componentes servidores (aplicación, base de datos y gráfico) pueden despegarse en un mismo hardware físico o no, aunque los

¹⁰ HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP del inglés Hypertext Transfer Protocol) usado para las transacciones web.

requerimientos del sistema no son elevados y pueden perfectamente hospedarse en su totalidad en un servidor de baja gama.

Conclusiones parciales.

Finalizado este capítulo arribamos a las siguientes conclusiones parciales:

- Se identificaron los indicadores operativos y medioambientales que son tomados en cuenta, por los especialistas y directivos de la empresa, en el proceso de toma de decisiones.
- Se mostró una perspectiva del sistema que se construyó en términos de requerimientos no funcionales y las funcionalidades agrupadas por subsistemas. Se definió la arquitectura de despliegue, los mecanismos de seguridad en el acceso al sistema y los elementos aplicados en la implementación de la interfaz de usuario
- Se obtuvo un producto listo para efectuarle pruebas pertinentes, que cumple satisfactoriamente con los requisitos identificados, esperando que cumpla con las expectativas de los usuarios finales.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para validar la hipótesis de la investigación en este capítulo describe las generalidades sobre el despliegue de la aplicación desarrollada en el ambiente real de producción y se realiza una evaluación de los resultados obtenidos hasta el momento.

Despliegue en ambiente de producción.

A principios de Marzo de 2010 el autor realizó una visita a la Empresa de Hidroenergía con la idea de colaborar con los técnicos de la entidad en buscar ideas o soluciones para mejorar el uso de las tecnologías de la información en los procesos operativos de la empresa. A partir de ese momento, después de analizar la situación problemática surgió la idea de desarrollar la investigación que se describe en el presente informe.

Ya para el mes de Agosto del propio año se instaló en la sede central de la empresa la primera versión totalmente funcional de acuerdo a los requerimientos, lista para probar y comenzar su explotación de forma oficial.

No obstante, por causas objetivas y subjetivas, no fue hasta Enero del 2012 que quedo totalmente en uso y desde esa fecha se gestiona toda la información operativa mediante el uso de la herramienta desarrollada.

Para la explotación del sistema no fue necesario realizar inversión alguna en hardware, se utilizó el existente en la empresa, y desde el punto de vista de los recursos humanos, por la simpleza y facilidad de uso, solo fue necesario realizar algunas sesiones de capacitación en el puesto de trabajo de los usuarios.

Resultados obtenidos.

Alcance y limitaciones.

Conclusiones parciales.

CONCLUSIONES GENERALES.

RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Suarez Mella, R., La gestión de la tecnología y la innovación. Su relación con la ciencia y la sociedad. *Avanzada científica*, 2011. 4(3).
2. PCC, Lineamientos de la Política Económica y Social, Sexto Congreso del Partido Comunista de Cuba., 2011: Editora Política.
3. Liu, et al., The effects of punctuations in Chinese sentence comprehension: An ERP study, in *Journal of Neurolinguistics*2009, Academic Search Premier, EBSCO. p. 66-80.
4. IEA Key World Energy Statistics. 2009.
5. WEC Energy Policy Scenarios to 2050, 2007, model updated March 2009. 2010.
6. Pelikan, B., L. Papetti, and M. Laguna, Keep it clean. Environmental Integration of small hydropower, in *Renewable Energy World* 2006. p. 178-183.
7. Paz Aedo, M. and S. Larrain. Seminario latinoamericano sobre energías renovables. 2004.
8. CEPAL-GTZ, Fuentes renovables de energía en América Latina y El Caribe. Situación y propuestas de políticas, in *Conferencia Internacional sobre Fuentes Renovables de Energía*2004: Bonn, Alemania.
9. Ledec, G. and J.D. Quintero, Good and Bad Dams., 2003.
10. ICOLD, World Register of Dams. Studies on simultaneous energy and water minimization. Part I: Systems with no water re-use., in *Chemical Engineering Science* 2009. p. 3279-3290.
11. IAEA, Cuba: a country profile on sustainable energy development., 2008, International Atomic Energy Agency.
12. GNEHT, Balance Anual 2010 Grupo Nacional de Energía Hidráulica Terrestre, 2011, Grupo Nacional de Energía Hidráulica Terrestre.

13. Hidroenergía, Informe anual de cierre de generación 2011., G.d.O.E.d. Hidroenergía, Editor 2012: La Habana.
14. Cubaenergía, Costos relacionados con las tecnologías energéticas., 2009: La Habana, Junio 2009.
15. García, I.W.a.L., Communication Networks2000.
16. McLeod, R., Sistemas de Información Gerencial. 7ª Edición ed2001: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, .
17. Laudon, L.y., Sistemas de Información Gerencial2006.
18. Avison, D. and S. Elliot, Scoping the Discipline of Information Systems, in Research in Information Systems: A Handbook for Research Supervisors and Their Students2005, Elsevier.
19. Rannenber, K. and D. Royer, The Future of Identity in the Information Society2009: Springer.
20. Carnota, O. and P.P. Villanueva, Proyección de Sistemas Automatizados de Dirección. 1ra ed1983: Editorial de Ciencias Sociales. 299.
21. Wikipedia. Information Systems. 2011 [cited 2011 30-3-2011]; Available from: www.wikipedia.org.
22. Sinnexus. Tutorial sobre DSS y comparativa con otras herramientas de Business Intelligence. 2011 10-12-2011]; Available from: http://www.sinnexus.com/business_intelligence/sistemas_soporte_decisiones.aspx.
23. Urquizu, P., ¿Qué es un DSS?, in Business Intelligence Fácil2009.
24. Wikipedia. Sistemas de soporte a decisiones. 2012 05-04-2012 [cited 2012 30-04-2012]; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_soporte_a_decisiones.
25. MIC, Libro blanco de la Informatización de la Sociedad en Cuba., 2003, Ministerio de la Informática y las Comunicaciones.: La Habana.

26. Fernández, R., Informatización de la Gestión de las Redes Eléctricas., in Facultad de Ingeniería Eléctrica.2011, UCLV: Santa Clara.
27. Group, T.S., The extreme chaos 2000, The Standish Group.
28. Roche, A., Programa de Desarrollo de la Informática en la Unión Eléctrica 2006-2011. 2006, Habana: Documento interno Unión Eléctrica.
29. Fernández, R. Perspectiva empresarial de las Fabricas de Software en Cuba: Experiencias de la Unión Eléctrica. in Informática 2009. Ciudad Habana.
30. Trujillo, Y. Propuesta de modelo de producción de software para la universidad de las ciencias informáticas. in Informática 2005. 2005.
31. Gonda, B. and J.N. Jodal Visión general de Genexus. 2008. 15.
32. Codd, E.F., A relational model of data for large shared data banks. June 1970 ed. Vol. 6. 1970: Communications of the ACM. 377-387.
33. Gonda, B. and J.N. Jodal Desarrollo basado en el conocimiento. Filosofía y fundamentos teóricos de Genexus. 2007. 17.
34. WIKIPEDIA. Key Performance Indicators. 2012a 2012 [cited 2012 30-04-2012]; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Indicadores_Claves_de_Desempeño.
35. Henri, J.F. and M. Journeault, Environmental Performance Indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms. Journal of Environmental Management, 2008. **no. 87**: p. p.165-176.
36. Olsthoorn, X. and D. Tyteca, Environmental Indicators for Business: A review of the literature and standardization methods. Journal of Cleaner Production, 2001. **no. 9**(p. 453-463).
37. DNC, Comportamiento de los indicadores del SEN, Diciembre 2011, 2012, Despacho Nacional de Carga, UNE: La Habana.
38. OLADE. Prospectiva Indicadores de Emisiones por Generación Eléctrica 2011. 2012 05-05-2012; Available from:

<http://siee.olade.org/SIEE/ProspectivaIndicadores/PRINSeleccion.asp?Destino=DE>.

39. Booch, G., J. Rumbaugh, and I. Jacobson, El lenguaje unificado de modelado. Manual de referencia. Addison-Wesley Professional Object Technology, ed. A.-W. Professional1999, Madrid: Addison-Wesley Professional Object Technology Series.
40. MIC, Resolución 127/2007 - Reglamento de Seguridad para las tecnologías de la Información, 2007, Ministerio de la Informática y las Comunicaciones: La Habana.
41. UNE, Resolución 200/2003 - Reglamento sobre la Seguridad Informática para las entidades de la Unión Eléctrica, 2003: La Habana.

ANEXOS.

Anexo I – Diagramas de casos de uso del sistema.

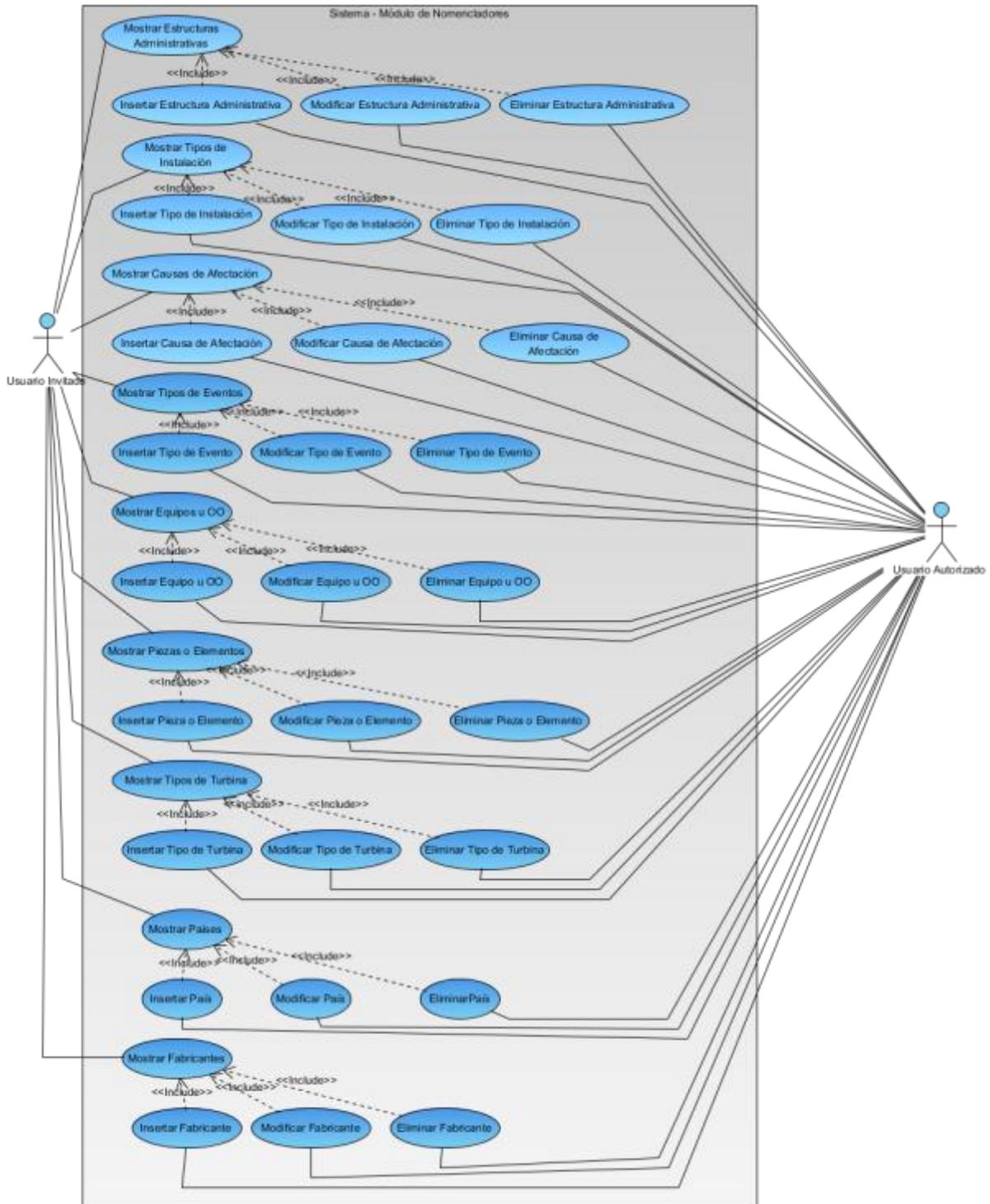


Figura 9: Diagrama de casos de uso – Nomencladores

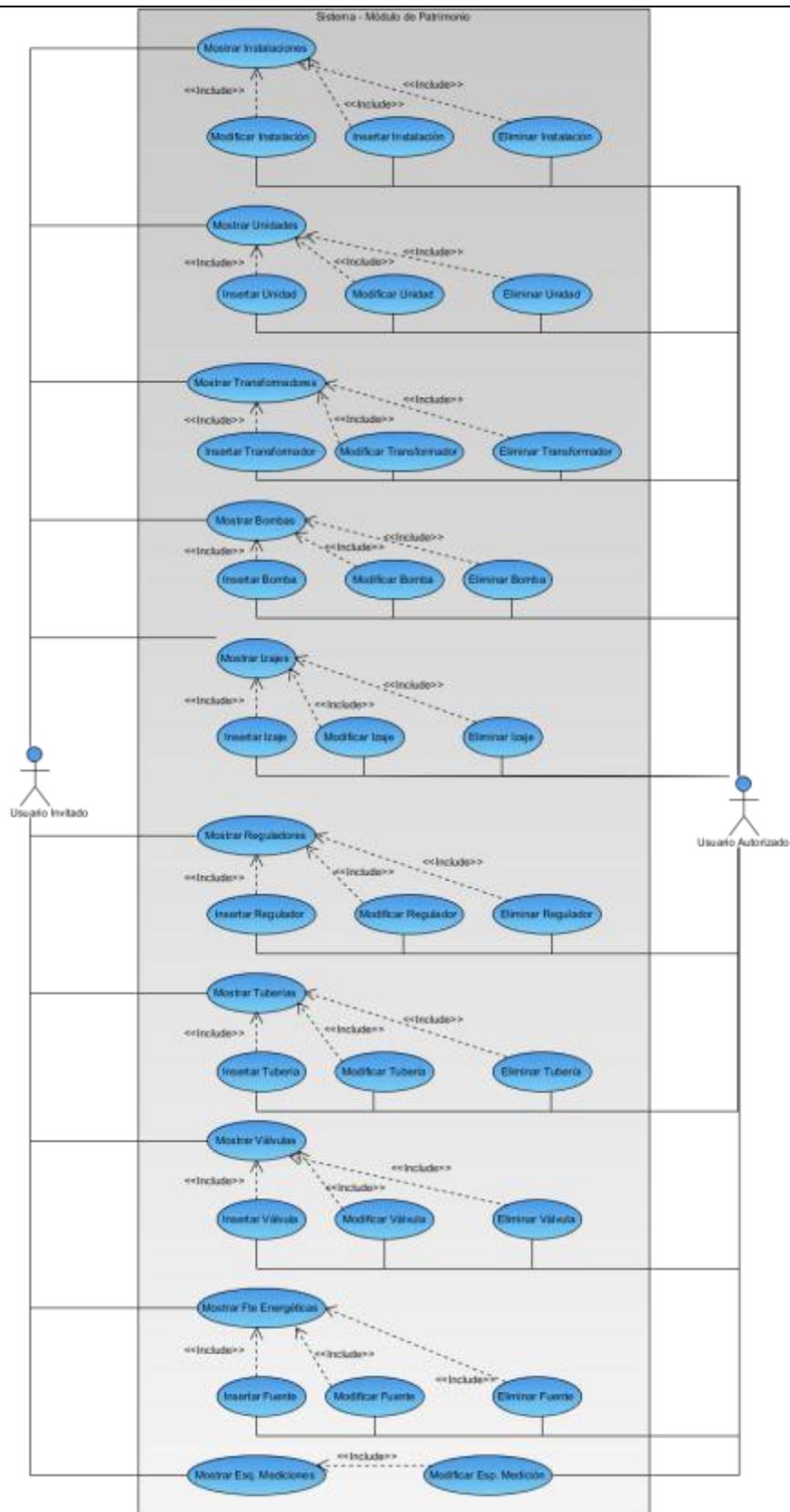


Figura 10: Diagrama de casos de uso – Patrimonio

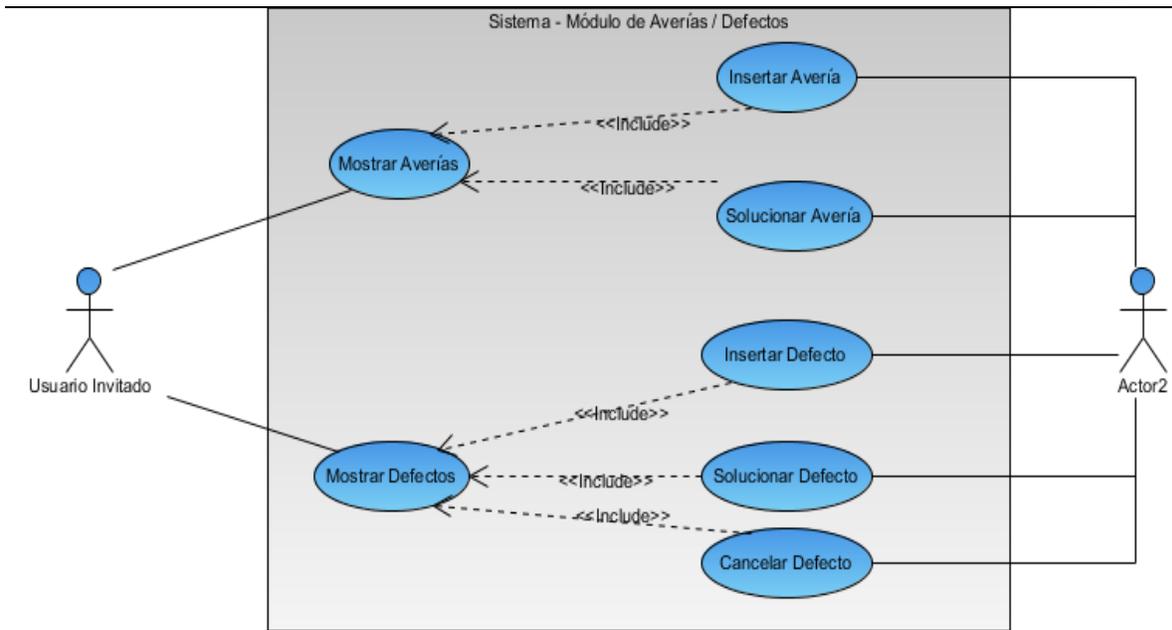


Figura 11: Diagrama de casos de uso Averías y Defectos.

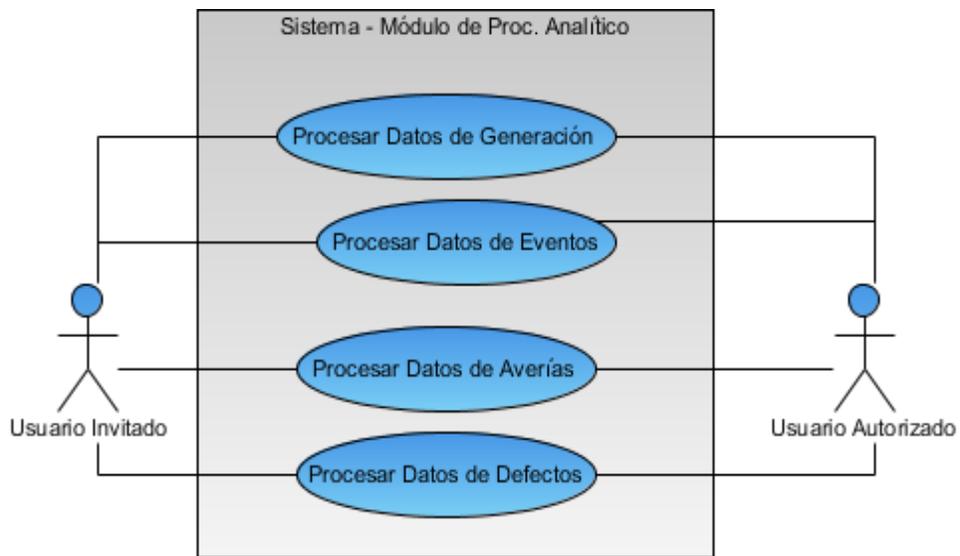


Figura 12: Diagrama de casos de usos - Procesamiento Analítico.

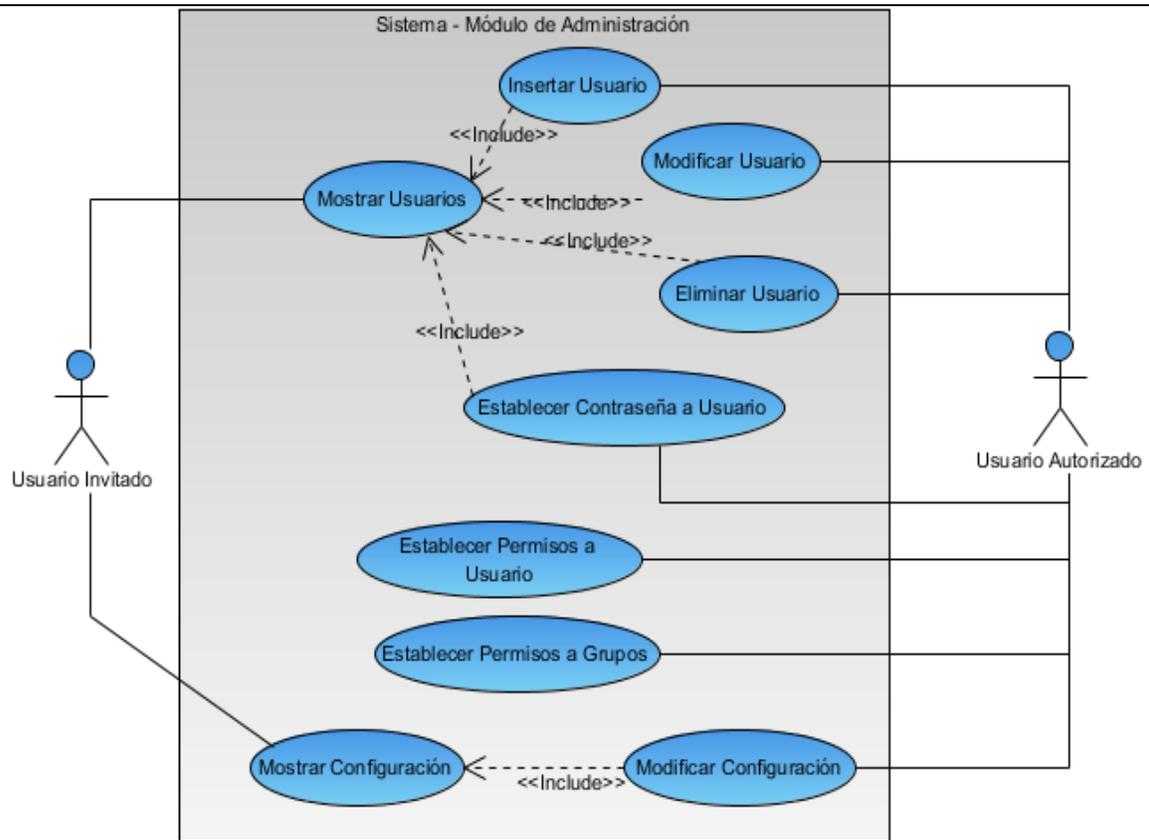
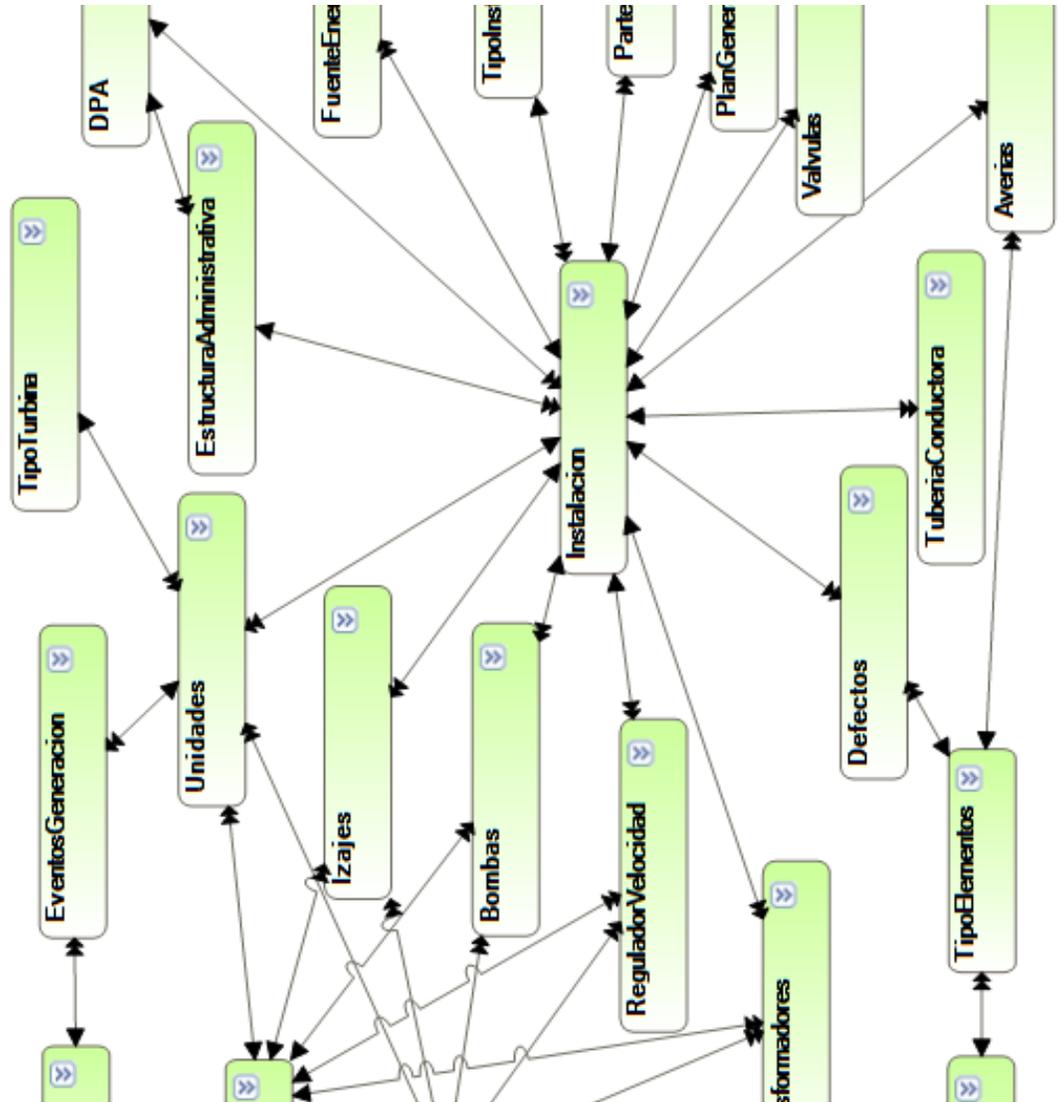
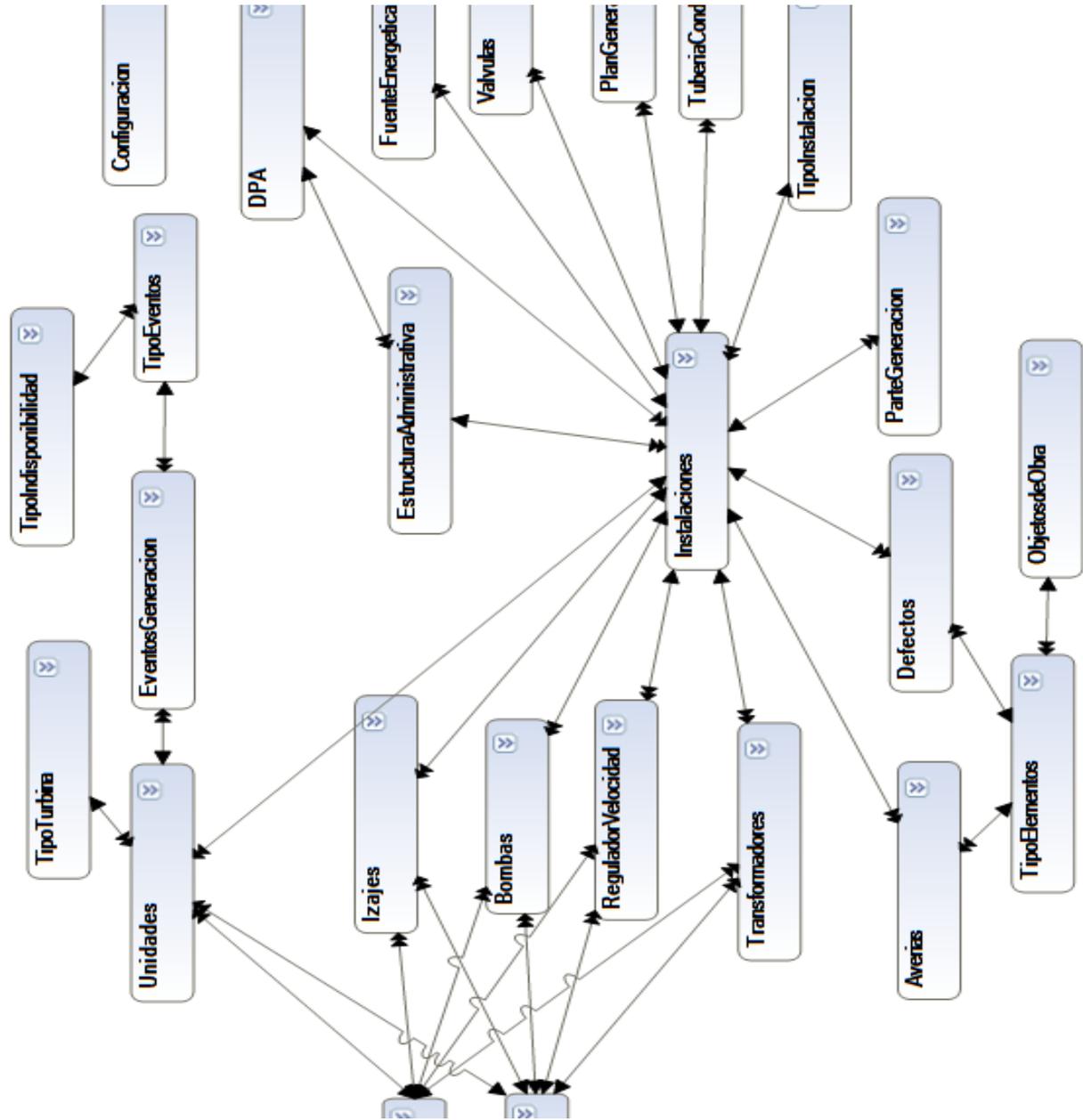


Figura 13: Diagrama de casos de uso - Administración.

Anexo II – Diagrama de transacciones del sistema.



Anexo III – Diagrama de tablas de la base de datos del sistema.



Anexo IV – Detalles de la transacción “EventosGeneracion”.

| Name | Type | Description | Formula | Redu... | Nullable |
|-------------------|--------------|----------------|-------------------------------|--------------------------|----------|
| EventosGeneracion | EventosG... | Eventos d... | | | |
| InsId | Numeric(...) | Instalación | | | No |
| EveId | Numeric(...) | Eve Id | | | No |
| InsNombre | Descripci... | Instalación | | <input type="checkbox"/> | |
| InsUniId | CodUnidad | Unidad | | | No |
| InsTipCod | TipoInsC... | Código | | <input type="checkbox"/> | |
| InsUniIndCausa | Attribute... | Ins Uni Ind... | | <input type="checkbox"/> | |
| InsUniPotReal | Potencia | Potencia Real | | <input type="checkbox"/> | |
| InsUniEstado | EstadoUn... | Estado | | <input type="checkbox"/> | |
| EveFechaHora | DateTime | Fecha y Hora | | | No |
| EveTipo | VarChar(2) | Tipo | | | No |
| EveTexto | VarChar(...) | Descripción | | <input type="checkbox"/> | |
| EveEstadoDestino | EstadoUn... | Estado Uni... | | <input type="checkbox"/> | |
| IndTipCod | Numeric(...) | Código | | <input type="checkbox"/> | |
| IndTipNombre | Descripci... | Tipo de In... | | <input type="checkbox"/> | |
| EveDescripcion | VarChar(...) | Descripción | | | No |
| EveReportadoPor | Descripci... | Reportado... | | | No |
| EveRecibido | Descripci... | Recibido | | | No |
| EveFechaHoraFin | DateTime | Fecha Hor... | | | Yes |
| EveDurMinutos | Numeric(...) | Duración (...) | trunc((EveFechaHoraFin.dif... | <input type="checkbox"/> | |
| EveDurHoras | Numeric(...) | Eve Dur H... | round(EveDurMinutos/60,1) | <input type="checkbox"/> | |
| EvePotAfec | Potencia | Potencia A... | | | No |
| EveDuracion | Numeric(...) | Eve Duracion | | | No |

Estructura

Datos del Evento
 Erreurviewer: ctfEmor

Instalación: InsId

Unidad: 1 Potencia Real InsUniPotRe:

No. Evento: EveId Fecha y Hora EveFechaHora

Tipo de Evento: EveTipo

Descripción: EveDescripcion
 La unidad pasa al estado: Disponible

Reportado Por: EveReportadoPor

Recibido: EveRecibido

Finalizado: EveFechaHoraFin Duración(hrs) EveDurHo

Este evento ha estado en curso durante: EveDurHoHrs

Confirmar Cancelar Eliminar

Forma de

Reglas

```

    □ EveTipo = $Insert_EveTipo if $Mode = TrnMode.Insert and not $Insert_EveTipo_IsEmpty();
    □ noaccept(EveTipo) if $Mode = TrnMode.Insert and not $Insert_EveTipo_IsEmpty();
    □ /* Generated by Work With Pattern [End] - Do not change */
    □ // Parm(in:$Mode, in:InsId, in:InsUniId);
    □ Default(EveFechaHora, Now());
    □ EveId = GetEveId.Udp() if Insert;
    □ NoAccept(EveId) if Insert;

    □ Default(EveRecibido,$UsuarioConf.Nombre);
    □ Default(EvePotAfec, InsUniPotReal);

    □ InsUniEstado = EveEstadoDestino;
    □ InsUniIndCausa = IndTipCod;

    □ Error('No puede registrar un evento anterior al último evento registrado para esta unidad.') if EveFechaHora <
    □ GetFHUltimoEvento(InsId,InsUniId) and $Mode = TrnMode.Insert;
    □ Error('No puede registrar un evento con fecha y hora posterior a la actual.') if EveFechaHora > now() and $Mode
    □ = TrnMode.Insert;

    □ SetFHFinEvento.Call(InsId, InsUniId, EveId) on AfterComplete;

    □ Finalizado.Visible = (EveFechaHoraFin <> nullValue(EveFechaHoraFin));
    □ EnCurso.Visible = (EveFechaHoraFin = nullValue(EveFechaHoraFin));
    
```

Anexo V – Relación de permisos o privilegios para el acceso al sistema.

| Permiso | Módulo |
|-------------------------------------|------------------|
| Administrar Usuarios y Permisos | Administración |
| Gestión de Nomencladores | Nomencladores |
| Gestión de Instalaciones | Patrimonio |
| Gestión de Unidades Generadoras | Patrimonio |
| Gestión de Transformadores | Patrimonio |
| Gestión de Bombas | Patrimonio |
| Gestión de Mecanismos de Izajes | Patrimonio |
| Gestión de Reguladores de Velocidad | Patrimonio |
| Gestión de Tuberías Conductoras | Patrimonio |
| Gestión de Válvulas | Patrimonio |
| Gestión de Fuentes Energéticas | Patrimonio |
| Gestión de los Esq. de Mediciones | Patrimonio |
| Gestión de Planes de Generación | Generación |
| Operación de la Generación | Generación |
| Gestión de los Partes de Generación | Generación |
| Gestión de Averías | Averías/Defectos |
| Gestión de Defectos | Averías/Defectos |

Anexo VI – Aplicación del patrón “Trabajar con” a la transacción Instalación.

The screenshot displays a software interface with a menu bar (File, Edit, View, Layout, Insert, Build, Knowledge Manager, Window, Tools, Help), a search bar, and a document outliner on the left. The main area is divided into two panels:

Registro de Instalaciones

Filters: UEB: UEB Villa Clara, Instalación: [Empty], Municipio: (Todos)

Buttons: Agregar Instalación, Filas por Página: 10

| | Código | Tipo | Instalación | Municipio | Pertenece a | P. Inst. | P. Real | Aprovechamiento | Estado SEN | Viv. | OSE | Hab. |
|---|--------|-------|----------------------|-------------|-----------------|----------|---------|-----------------|--------------|------|-----|------|
| ✗ | 2605 | MICRO | Batalla de Sta Clara | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 30,0 | 30,0 | En Micro Presa | Aislada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2602 | MICRO | Bermejo I | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 40,0 | 40,0 | A Filo de Agua | Sincronizada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2603 | MICRO | Bermejo II | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 30,0 | 30,0 | A Filo de Agua | Sincronizada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2608 | MINI | Can Can | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 120,0 | 120,0 | En Micro Presa | Sincronizada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2901 | PCHE | Chambas | FLORENCIA | UEB Villa Clara | 1040,0 | 1040,0 | En Presa | Sincronizada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2604 | MICRO | El Negrito | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 36,0 | 36,0 | En Presa | Sincronizada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2607 | MINI | Hanabanilla | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 400,0 | 400,0 | A Filo de Agua | Sincronizada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2802 | MICRO | IV Congreso | FOMENTO | UEB Villa Clara | 18,0 | 18,0 | A Filo de Agua | Aislada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2803 | MICRO | Lebrige | JATIBONICO | UEB Villa Clara | 25,0 | 25,0 | En Presa | Aislada | 0 | 0 | 0 |
| ✗ | 2606 | MICRO | Manantiales | MANICARAGUA | UEB Villa Clara | 30,0 | 30,0 | En Micro Presa | Aislada | 0 | 0 | 0 |

Document Outliner (Left Panel):

- Selection (Registro de Instalación)
 - Attributes
 - Orders
 - Order (Instalación)
 - Att: InsNombre
 - Filter
 - Attributes
 - Att: EstCod
 - Att: InsNombre
 - Att: DPACod
 - Conditions
 - EstCod = &EstCod when not &EstCod.IsEmpty()
 - InsNombre like &InsNombre when not &InsNombre.IsEmpty()
 - DPACod = &DPACod when not &DPACod.IsEmpty()
- View (Datos de Instalación)
 - Parameters
 - InsId
 - Fixed Data
 - Attributes
 - Tabs
 - Tab (General)
 - Tab (Averías)
 - Transaction (Averías)
 - modes (Display)
 - Attributes
 - Att: AveId
 - Att: AvePotenciaAfectada
 - Att: AveFechaHora

Datos de Instalación Registro de Instalaciones

Instalación: MINI-Can Can

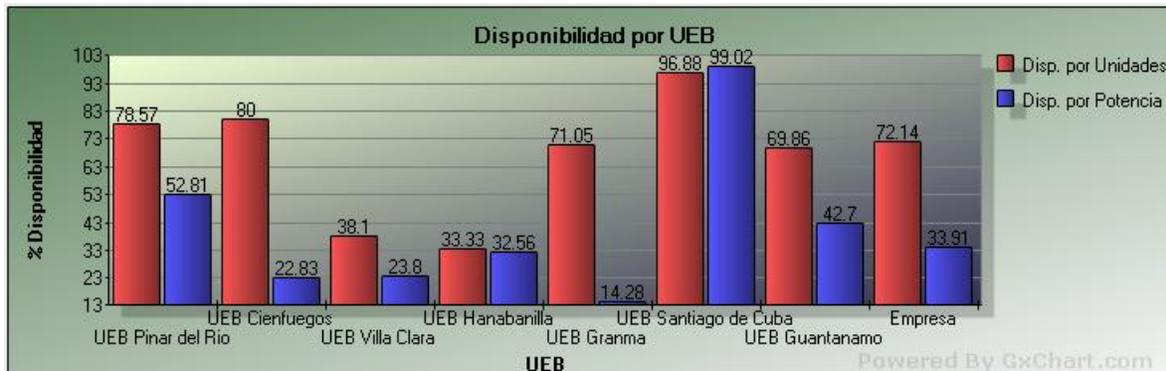
General | Averías | Planes | Parte Diario de Generación | Defectos | Bombas

Izajes | Regulador de Velocidad | Transformadores | Tubería Conectora | Válvula

Fuente Energética

Instalación: 2608
 Tipo de Instalación: Mini Central HidroEléctrica
 Instalación: Can Can
 Código: 2613
 Pertenece a: UEB Villa Clara
 Potencia Instalada: 120,0
 Potencia Real: 120,0
 Aprovechamiento: En Micro Presa
 Estado SEN: Sincronizada
 Viviendas: 0
 Objetivos Socio Económicos: 0
 Habitantes Beneficiados: 0
 Instalación: MINI-Can Can
 Régimen:
 Fecha Puesta en Marcha: //
 Fecha Actualización: //
 Coordenadas Casa de Máquinas:
 Coordenadas Tranque:
 Teléfono:
 FM:
 Trunking:
 Email:
 Modifica | Eliminar

Anexo VII – Ejemplo de visualización de la información mediante gráficos.



Anexo VIII – Ejemplo de definición y visualización de los datos asociados a las averías.

| Structure | Description |
|---|------------------|
| BIAverias | |
| Attributes | |
| EstNombre | UEB |
| InsTipCod | Tipo Inst. |
| InsNombre | Instalación |
| AveFechaAño | Año |
| AveFechaMes | Mes |
| AveFechaDia | Dia |
| AveFechaSem | Semestre |
| AveFechaTrim | Trimestre |
| ObjNombre | Equipo u OO |
| EleNombre | Pieza o Elemento |
| ObjTipoBI | Tipo Averia |
| AveEstadoBI | Estado |
| Sum (Count (AveId)) | Cantidad |
| Sum (AveDuracion) | Tiempo Averia |
| Sum (AveCombGastado) | Comb. Gastado |
| Sum (AveEneNoGenerada) | Energía NG |
| Parameters | |
| EstCod | |
| Filters (AND) | |
| EstCod=&EstCod when not &EstCod.IsEmpty() | |
| OrderBy | |

Análisis de Datos de Averías

Cantidad ▼ Tiempo Avería ▼ Comb. Gastado ▼ Energía NG ▼
 Año ▼ Semestre ▼ Trimestre ▼ Mes ▼ Dia ▼ Estado ▼

| UEB | Tipo Inst. | Instalación | Equipo u OO | Pieza o Elemento | Tipo Averia | Cantidad | Tiempo Avería | Comb. Gastado | Energía NG | |
|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------|---------------|---------------|------------|------|
| UEB Cienfuegos | MICRO | Charco azul Arriba | Turbina | Rodete | Mecánico | 1 | 2,20 | 5,10 | 19,54 | |
| | | | | Total de 'Rodete' | | 1 | 2,20 | 5,10 | 19,54 | |
| | | | Total de 'Turbina' | | 1 | 2,20 | 5,10 | 19,54 | | |
| | | Total de 'Charco azul Arriba' | | 1 | 2,20 | 5,10 | 19,54 | | | |
| | | El túnel | | | | | 1 | 80,80 | 0,00 | 0,00 |
| | Hoyo de Padilla | | | | | 1 | 52,00 | 0,20 | 0,82 | |
| | Monforme | Turbina | Rodete | Mecánico | | | 2 | 53,70 | 0,40 | 1,42 |
| | | | | | Total de 'Rodete' | | 2 | 53,70 | 0,40 | 1,42 |
| | | | Total de 'Turbina' | | 2 | 53,70 | 0,40 | 1,42 | | |
| | | | Total de 'Monforme' | | 2 | 53,70 | 0,40 | 1,42 | | |
| Total de 'MICRO' | | | | | | 5 | 188,70 | 5,70 | 21,79 | |
| MINI | El Nicho | Gobernador | regulador de Velocidad | Eléctrico | | 2 | 141,90 | 0,00 | 0,01 | |
| | | | | | Total de 'regulador de Velocidad' | | 2 | 141,90 | 0,00 | 0,01 |
| | | Total de 'Gobernador' | | 2 | 141,90 | 0,00 | 0,01 | | | |
| | | Turbina | Rodete | Mecánico | | 1 | 16,40 | 0,00 | 0,00 | |