

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas



**SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA REALIZACIÓN DE DIAGNÓSTICOS
AMBIENTALES EN LA EMPRESA GECYT**

**Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en
Informática para la Gestión Medioambiental**

Autor: Ing. Greilan Garcia Balmaseda

Tutores: Dra. Gheisa Lucía Ferreira Lorenzo
Dra. Milagros Saucedo Nardo

La Habana, Julio de 2014

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por ser los mejores del mundo.

A mi Herma y Yanet, por recibirme con tanto cariño.

A mi Morcillo de la Vida.

A los chicos de la UCI+María por acompañarme en esta aventura.

A los EXCELENTES profes de la UCLV por enseñarnos cómo es una Universidad de verdad...

Especialmente a la profe Gheisa por su ayuda.

A Milagros por darme la idea y ayudarme en todo, también a Yenlys.

A Yania y Yoandris.

A los directivos de Departamento y Facultad en la UCI, por permitirnos viajar cada vez y ayudar en todo.

A la Revolución por permitirnos ser Ingenieros y ahora Másters.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Por este medio declaramos que Greilan Garcia Balmaseda es la única autora de este trabajo y autoriza a la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas para que haga el uso que estime pertinente con este trabajo.

Para que así conste se firma la presente a los ____ días del mes de _____ de 2014.

Firma del autor

Dra. Gheisa Ferreira Lorenzo
Firma del tutor

Dra. Milagros Saucedo Nardo
Firma del tutor

RESUMEN

El logro de un desempeño ambiental sólido requiere el compromiso de las organizaciones con la mejora continua de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Este constituye un conjunto integral de prácticas y procedimientos para asegurar el cumplimiento de los requisitos y políticas ambientales de una forma efectiva y consistente. El primer paso para la implantación de un SGA es la realización de un Diagnóstico Ambiental (DA), el cual permite determinar las relaciones e interacciones de la organización con el medio ambiente. Este proceso, que puede ser realizado por una empresa consultora, genera un gran volumen de información ambiental. Particularmente la empresa consultora GECYT, presenta dificultades con el manejo de la información ambiental que se genera en este proceso, por lo que en este trabajo se propone un sistema informático para la realización de DA en la empresa GECYT, que contribuya a la organización y control de dicha información ambiental. El sistema está basado fundamentalmente en la Metodología para la ejecución de DA, definida por el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y facilita a los especialistas recopilar toda la información relacionada con el DA, almacenarla de forma segura en una base de datos, y acceder a ella de forma organizada a través del sistema. Se emplearon herramientas y tecnologías de software libre en el desarrollo del sistema, y el mismo satisface las necesidades de los clientes, lo cual fue comprobado a través de pruebas de software.

Palabras clave: Desempeño ambiental, Sistema de Gestión Ambiental, Diagnóstico Ambiental, Sistema informático.

ABSTRACT

The achievement of solid environmental performance requires the commitment of organizations with continuous improvement of the Environmental Management System (EMS). This is a comprehensive set of practices and procedures to ensure compliance with environmental requirements and policies in an effective and consistent manner. The first step in the implementation of an EMS is the embodiment of an Environmental Diagnostic (ED), which allows to determine the relationships and interactions of the organization with the environment. This process, which can be done by a consulting firm, generates a large volume of environmental information. Particularly GECYT consulting firm, presents difficulties managing environmental information generated in this process, so in this paper a computer system to perform ED in GECYT is proposed. This system must contribute to the organization and control of such environmental information. The system is based primarily on the methodology for the implementation of ED, defined by the Information Center, Management and Education (CIGEA), Ministry of Science, Technology and Environment, the system makes it easier for specialists to collect all the information related to the ED, safely store it in a database and access it through a system in an organized way. Open source tools and technologies were used in the development of the system, and it meets the needs of customers, which was proven through testing software.

Key words: Environmental performance, Environmental Management System, Environmental Diagnostic, Computer system.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1 Gestión Ambiental y Normativa	5
1.2 Sistema de Gestión Ambiental	7
1.3 Diagnóstico Ambiental.....	9
1.4 Información Ambiental y Sistemas de Información	14
1.4.1 Información Ambiental.....	14
1.4.2 Sistemas de Información.....	15
1.4.3 Sistemas de Información Ambiental.....	17
1.5 Ejemplos de sistemas informáticos para la información ambiental	20
Consideraciones finales del Capítulo 1.....	27
CAPÍTULO 2: PROCESO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN CUBA	29
2.1 GECYT.....	29
2.2 Reconocimiento Ambiental Nacional	30
2.3 Instrumentos para la realización del DA	31
2.3.1 Metodología definida por el CIGEA.....	32
2.3.2 Lista de Chequeo de NC ISO 14001:2004.....	39
2.3.3 Lista de Chequeo de Decreto 281:2007	40
2.3.4 Documento de Desempeño Ambiental	41
2.4 Cómo el sistema informático integra los instrumentos que se utilizan en el DA	42
2.5 Cómo el sistema informático maneja los elementos de la metodología	43
Consideraciones finales del Capítulo 2.....	47
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO.....	48
3.1 Tecnologías y herramientas para el desarrollo del sistema informático	48
3.1.1 Lenguaje de Modelado.....	48
3.1.2 Lenguajes de programación	48
3.1.3 Herramientas.....	51
3.2 Modelo conceptual	52
3.3 Requisitos	54
3.4 Casos de uso del sistema	57
3.5 Diseño del sistema	59
3.5.1 Diagrama de clases del diseño.....	59
3.5.2 Diseño de la base de datos	59

3.5.3 Estructura del sistema	60
3.5.4 Arquitectura y patrones	63
3.6 Pruebas.....	66
3.7 Aportes del sistema e impacto social.....	69
Consideraciones finales del Capítulo 3.....	70
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS	77

INTRODUCCIÓN

A medida que crece la preocupación por mejorar continuamente la calidad del medio ambiente, las organizaciones fijan su atención cada vez más en los impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios. El desempeño ambiental de una organización es de importancia para las partes interesadas, internas y externas. El logro de un desempeño ambiental sólido requiere el compromiso de la organización con un enfoque sistemático y con la mejora continua de un sistema de gestión ambiental.

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) constituye un conjunto integral de prácticas y procedimientos para asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y de política de la organización de una forma efectiva y consistente.

Para la implementación de un SGA según la norma NC-ISO 14001 (NC-ISO 14001, 2004), es necesario conocer la situación ambiental actual de la organización, o sea es necesaria la realización de un Diagnóstico Ambiental (DA), lo que en la norma se denomina Revisión Ambiental Inicial (RAI).

El Diagnóstico Ambiental o Revisión Ambiental Inicial permite, de forma general, determinar las relaciones e interacciones de la organización con el medio ambiente y proporcionar una base de datos ambientales a partir de la cual puedan medirse las mejoras ambientales futuras. También permite conocer los requisitos ambientales que debe cumplir la organización, particularmente los fijados en la legislación ambiental vigente e identificar los impactos ambientales de la organización. Se trata de establecer un punto de partida para que la organización pueda desarrollar su SGA.

Asimismo, este diagnóstico es una herramienta de gestión ambiental que puede ser útil a las organizaciones en muchos sentidos, pues permite tener un permanente monitoreo del desempeño ambiental de la institución. Particularmente en Cuba, también es un paso a seguir para la obtención del Reconocimiento Ambiental Nacional (RAN), que es otorgado por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) para reconocer la labor de las organizaciones que trabajan sostenidamente a favor del medio ambiente.

El DA puede ser ejecutado por personal de la propia entidad o por una consultora ambiental, pero teniendo en cuenta que este proceso debe desarrollarse con el mayor rigor y calidad posibles, pues la información obtenida resulta básica para el posterior establecimiento y fundamentación de la política ambiental de la organización, lo más recomendable es la conformación de un equipo mixto integrado por especialistas de la consultora ambiental y personal de la entidad.

En Cuba existen varias casas consultoras, una de ellas es la empresa para la Gestión del Conocimiento y la Tecnología (GECYT), adscrita al Grupo Empresarial INNOMAX del CITMA. Dicha empresa orienta su actividad hacia la innovación organizacional con el objetivo de alcanzar mejores indicadores de desempeño de sus organizaciones clientes en los marcos del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano. Ofrece servicios relacionados con las etapas y pasos en el proceso de

Perfeccionamiento Empresarial según la legislación vigente, entre los que se incluye la ejecución de productos tales como: estudios organizacionales, elaboración, actualización o asesorías para la implementación de los sistemas incluidos en el Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano y otras asesorías a solicitud del cliente. Entre estas asesorías se incluye la relacionada con la realización de DA, para lo cual se conforma un equipo de trabajo integrado por especialistas de GECYT y especialistas de la institución. Dicho equipo se encargará de la elaboración del DA o RAI de la institución; en este punto los especialistas de la institución son los facilitadores de la información y los especialistas de GECYT supervisan y guían el proceso. Una vez elaborado el DA, la empresa se encarga de mantenerlo actualizado.

Conformar el diagnóstico ambiental requiere un extenso y detallado conjunto de información sobre el desempeño ambiental de la institución y esta información es recopilada teniendo como guía y soporte varios instrumentos que difieren entre sí en enfoque y formato en que solicitan la información, aunque en esencia se trate de la misma información, lo que implica que se tenga que aportar los mismos datos varias veces y en formatos diferentes. Uno de estos instrumentos es la Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales, definida por el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA) perteneciente al CITMA. Este es el instrumento fundamental para la realización del DA, pues es el que explica de forma más detallada, qué información debe contemplarse en el DA y cómo debe ser recopilada y plasmada en el informe final del DA. Otro de los instrumentos empleados es la Lista de Chequeo definida por la norma NC-ISO 14001 para el diagnóstico de gestión ambiental, que indica los elementos a comprobar, pero no indica cómo comprobarlos ni evaluarlos. Además de los instrumentos anteriores, GECYT entrega a las instituciones varios documentos en formato Microsoft Excel para que sirvan como guía en la forma de presentar la información que se explica en la Metodología. Algunos de estos documentos Excel son extensos y complejos, lo que convierte su manejo en una tarea agobiante.

Lidiar con todos estos documentos se torna difícil, pues por una parte se debe elaborar el informe con todo lo que se explica en la Metodología, por otra, se deben llenar los documentos Excel para tener esta misma información recogida de una manera más “organizada”, y además se deben comprobar los elementos de la lista de chequeo. Todo lo anterior evidencia que se hace muy complejo lograr una integración entre todos los instrumentos, y por tanto se duplica el trabajo de las personas que están desarrollando el proceso.

Por otro lado, como ya se ha evidenciado, toda la información se maneja soportada en documentos de Microsoft Word o Excel, lo que implica heterogeneidad y dispersión de la información, hace mucho más complejo un adecuado control de versiones, y dificulta el acceso a la información y el intercambio, teniendo en cuenta que las instituciones que solicitan el DA y GECYT no tienen la misma ubicación geográfica, pues GECYT ofrece este servicio a instituciones de todas las provincias del país, incluso a instituciones en el exterior. Además, el nivel de seguridad de la información que se garantiza es bajo, pues normalmente los documentos se almacenan en las computadoras de las empresas, a las que varias personas pueden tener acceso, en

dispositivos extraíbles o se intercambian por correo electrónico y no se almacenan en un único lugar con niveles de acceso restringidos.

Otra dificultad que se deriva de las anteriores, es que los especialistas, agobiados por la complejidad de la presentación de la información y la poca familiarización con toda la documentación que deben generar, a veces descuidan lo esencial que es la calidad de la información ambiental que deben aportar.

A todo lo anterior se le suma el hecho de que el análisis que se puede realizar con toda la información obtenida es muy pobre, debido a que no se almacena de forma que posibilite un posterior procesamiento estadístico, o de otro tipo, que resulte interesante para la institución.

De todo lo anterior se deriva el siguiente **problema científico**: ¿Cómo contribuir a la organización y control de la información generada por las empresas que GECYT asesora en la realización del DA?

Para contribuir a la solución de la problemática anteriormente planteada se propone como **objetivo general** de esta investigación: desarrollar un sistema informático que contribuya a la organización y control de la información generada por las empresas que GECYT asesora en la realización del DA, e integre los diferentes instrumentos que se utilizan en este proceso.

Para dar cumplimiento al objetivo general, se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

- 1- Caracterizar el proceso de realización de diagnósticos ambientales a nivel internacional y nacional a través del estudio de conceptos fundamentales relacionados con el tema, de la normativa correspondiente y de soluciones informáticas relacionadas.
- 2- Definir la forma en que se integrarán los diferentes instrumentos utilizados por GECYT para la realización de diagnósticos ambientales a partir del estudio de cada uno de ellos y de la identificación de los elementos de posible integración.
- 3- Identificar las funcionalidades que tendrá el sistema informático para la realización de diagnósticos ambientales en la empresa GECYT.
- 4- Implementar el sistema informático para la realización de diagnósticos ambientales en la empresa GECYT.
- 5- Validar el sistema informático a través de pruebas de software.

Para guiar el desarrollo de esta investigación se plantean las siguientes **preguntas científicas**:

¿Cómo se lleva a cabo el proceso de realización de diagnósticos ambientales a nivel internacional y en Cuba?

¿Cómo lograr la integración de los diferentes instrumentos empleados por GECYT en la realización de diagnósticos ambientales?

¿Qué tipo de solución informática se adapta mejor a las necesidades del proceso de realización de diagnósticos ambientales en la empresa GECYT?

¿Cuáles son las principales funcionalidades que debe tener el sistema para la realización de diagnósticos ambientales en la empresa GECYT?

Teniendo en cuenta todo lo planteado anteriormente y después de una revisión de la literatura se formula la siguiente **hipótesis de investigación**: el sistema informático para la realización de diagnósticos ambientales contribuye al control de la información generada por las empresas que GECYT asesora e integra los diferentes instrumentos que se utilizan en este proceso.

Se espera que el desarrollo del sistema informático y su puesta en funcionamiento sea de gran utilidad para la empresa GECYT, pues contribuirá a la solución de algunas de las dificultades que existen en el proceso de realización de diagnósticos ambientales. Se pretende que el sistema integre los instrumentos que se emplean hoy para este proceso, garantizando que las personas encargadas aporten una misma información una sola vez. También el sistema facilitará el acceso a la información y favorecerá el monitoreo por parte de GECYT. El desarrollo de esta investigación se considera de gran relevancia también porque será la primera solución de su tipo desarrollada en el país, ya que no se tiene conocimiento ni se ha logrado identificar en la literatura alguna solución similar.

Para dar cumplimiento al sistema de objetivos propuestos, este trabajo de investigación se estructuró en los capítulos siguientes:

Capítulo 1. Marco teórico referencial de la investigación. En este capítulo se realiza un estudio de conceptos relacionados con: gestión ambiental, sistemas de gestión ambiental, proceso de diagnóstico ambiental a nivel internacional y normativa existente, así como diferentes tipos de sistemas informáticos empleados en el manejo de información ambiental.

Capítulo 2. Proceso de Diagnóstico Ambiental en Cuba. En este capítulo se realiza una caracterización del estado actual del proceso de realización de diagnósticos ambientales en Cuba, a partir de una descripción del proceso, y del estudio detallado de los diferentes instrumentos que se utilizan. Este capítulo constituye la base teórica del sistema informático.

Capítulo 3. Desarrollo del Sistema Informático. En este capítulo se describe el proceso de desarrollo del Sistema Informático, a partir de la identificación de las funcionalidades que tendrá el sistema, el diseño del mismo y finalmente la implementación.

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 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se exponen los resultados de una revisión bibliográfica sobre diferentes elementos teóricos que sustentan la investigación. Se estudian conceptos como Gestión Ambiental y la normativa a nivel internacional más relevante relacionada con este tema. Se estudian los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) definiendo los elementos que lo componen y se particulariza en el Diagnóstico Ambiental como primer paso para el establecimiento del SGA. Además se analiza el concepto de Información Ambiental y el soporte que brindan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) al manejo de este tipo de información, con el propósito de identificar el tipo de solución a desarrollar y algunas características que debería tener la misma.

1.1 Gestión Ambiental y Normativa

La actividad económica y productiva de las empresas constituye una de las principales causas de la degradación ambiental actual y de los riesgos asociados a la misma. Por ello, es necesario que éstas desarrollen una adecuada Gestión Ambiental que prevenga o, si esto no fuera posible, controle y minimice sus impactos sobre el medio, ya que de ello depende, en gran medida, que se consigan los postulados de un desarrollo sostenible. La propia sostenibilidad y supervivencia de la empresa pueden estar seriamente comprometidas, ya que de no desarrollar una adecuada gestión de sus aspectos ambientales se pueden ver afectadas por cuestiones tales como:

- El incumplimiento de la legislación y las sanciones que conlleva.
- La pérdida de competitividad frente a empresas de su sector que sí integran los aspectos ambientales en su gestión.
- El deterioro de la imagen corporativa y pérdida de confianza ante clientes, accionistas y consumidores, los cuales podrían optar por empresas ambientalmente más responsables.

Se define como gestión o administración del medio ambiente, al conjunto de políticas, estrategias, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida (Bustos, 2001).

Se traduce por tanto en un conjunto de actividades, medios y técnicas tendientes a conservar los elementos de los ecosistemas y las relaciones ecológicas entre ellos, en especial cuando se producen alteraciones por acción del ser humano.

Otra definición de Gestión o Gerencia Ambiental dada en (Corbit, 2004) plantea que: "Es una aproximación sistemática al cuidado del ambiente en todas las áreas del negocio de una empresa. Incluye actividades de planificación estratégica y táctica, así como desarrollo, logro, mantenimiento, revisión e implementación de las políticas ambientales adecuadas."

De una forma más resumida (Darabaris, 2008) la define, en el sentido clásico, como: el desarrollo y ejecución de estrategias medioambientales que aseguren un crecimiento empresarial sostenido.

En (Geiger, Lutz, & Schmitt, 2011) se plantea que el término gestión ambiental se refiere a la gestión de todos los componentes ambientales, tanto bióticos como abióticos. En otras palabras, gestión ambiental se refiere a la interacción de las sociedades humanas con el medio ambiente, así como los impactos ambientales de las actividades humanas.

Algunas definiciones tienen un planteamiento más enfocado al cuidado del medio ambiente y otras, a la competitividad de la empresa. Además algunas manejan el concepto solamente en el ámbito empresarial, y otras en la sociedad en general.

En este caso se asume que la gestión ambiental es clave tanto para el crecimiento empresarial, como para la consecución de un desarrollo sostenible, y estos dos elementos no deben verse separados. Además se considera que debe analizarse de forma general en la sociedad, donde el ámbito empresarial constituye una parte importante que puede contribuir en gran medida a la protección o deterioro del medio ambiente. Por esta razón se asume la definición planteada por (Bustos, 2001).

La paulatina incorporación de la dimensión ambiental dentro de la gestión empresarial ha venido motivada, fundamentalmente, por una normativa ambiental cada vez más rigurosa, como respuesta al evidente deterioro del medio ambiente ocasionado por los impactos derivados de las actividades productivas y de servicios, y por la irrupción en el mercado de las preocupaciones de la sociedad por el medio ambiente.

En cuanto a normativa internacional relacionada con la gestión ambiental, actualmente existen dos referencias fundamentales: la ISO 14000, de ámbito internacional, y el Reglamento Europeo EMAS (Sistema de Ecogestión y Ecoauditoría).

La ISO 14000 es un conjunto de estándares que constituye un modelo uniforme para la Gestión Ambiental. Esta familia de normas se ocupa de muchas cuestiones relacionadas con el medio ambiente, y proporcionan herramientas prácticas para las empresas y organizaciones interesadas en identificar y controlar sus impactos ambientales y mejorar continuamente su desempeño ambiental. Particularmente ISO 14001:2004 e ISO 14004:2004 se centran en los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA). Los otros estándares de la familia se centran en aspectos ambientales más específicos como análisis de ciclo de vida, comunicación y auditoría. La ISO 14001:2004 (Sistemas de Gestión Ambiental. Especificaciones y directrices para su uso) establece los criterios para un SGA; esta no declara requerimientos para el desempeño ambiental, sino que traza un marco de trabajo que las empresas y organizaciones pueden seguir para establecer un SGA efectivo. Por su parte la ISO 14004:2004 es una guía general de principios y técnicas de apoyo para el establecimiento del SGA (ISO - Sitio Oficial).

EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) es un modelo de la Unión Europea establecido en el Reglamento Comunitario 761/2001 y puesto a disposición de las organizaciones para su incorporación de forma voluntaria. Su principal objetivo, además de contemplar el cumplimiento de todos los requisitos normativos

correspondientes al medio ambiente, es promover la mejora continua de los resultados de las organizaciones en relación con el medio ambiente, mediante: el establecimiento y aplicación, por parte de la empresa, de políticas, programas y sistemas de gestión ambientales en sus centros de producción; la evaluación sistemática, objetiva y periódica de la eficacia de dichos elementos; la participación activa de los trabajadores en el proceso y la difusión de información al público y el diálogo abierto (Guía EMAS, 2001).

Aunque existen diferencias entre ellas, tanto ISO 14000 como EMAS constituyen instrumentos claves y referencia internacional para la implantación de un SGA.

1.2 Sistema de Gestión Ambiental

La empresa ha integrado la componente ambiental en el marco de su gestión global a través de los SGA. Éstos constituyen un instrumento con gran potencial para alcanzar un comportamiento ambiental adecuado y eficaz.

La Norma Internacional ISO 14001:2004, define el concepto de SGA como: “La parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política ambiental”.

En EMAS se define el concepto de SGA como: eficaces mecanismos de ayuda para que las empresas conozcan y cumplan los requisitos medioambientales a través de un proceso sistemático y cíclico de mejora continua, que pretende optimizar el uso de recursos naturales, reducir los residuos y disminuir el consumo de materias primas, además de estimular la implantación de las mejores tecnologías disponibles.

En (NC-ISO 14001, 2004) se define un SGA como parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.

Otra definición plantea que un SGA es una herramienta que capacita a una organización para alcanzar el nivel de comportamiento ambiental que ella misma se propone. Es decir, permite asegurar que la injerencia ambiental de sus instalaciones, actividades, productos y servicios esté acorde con su política ambiental y con sus correspondientes objetivos y metas (Bustos, 2001).

Luego de analizar varias fuentes bibliográficas (Ferrer & Muñoa, 2010) (Fortune, 2000) (ISO, 2009) (Bustos, 2001) que estudiaron los beneficios que brinda la implantación de un SGA, se resume que este permite a las empresas obtener una serie de ventajas que pueden clasificarse en:

Ventajas directas: obtenidas de la propia implantación del SGA.

- Cumplimiento de la normativa vigente: evitar sanciones económicas.
- Reducción de costos de producción: ahorro de materias primas, ahorro energético, consumos, reducción de residuos.

- Calidad total: concepción global que fomenta la mejora continua en la organización y la implicación de todos sus miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como del externo.
- Reducción de riesgos ambientales: seguros de responsabilidad civil medioambiental.
- Conseguir ingresos por la venta de residuos y subproductos.
- Asegurar a los clientes el compromiso con una gestión ambiental demostrable.
- Mantenimiento de buenas relaciones públicas con la comunidad.
- Satisfacción de los criterios de inversión y mejora al acceso de capital.
- Mejoramiento de la imagen y la participación en el mercado.
- Cumplimiento de con los criterios de certificación del vendedor.
- Reducción de incidencias que pueden concluir en pérdidas de responsabilidad.
- Demuestra que tiene un cuidado razonable.
- Facilidad de obtención de permisos y autorizaciones.
- Fomento del desarrollo y contribuir a soluciones ambientales.
- Mejoramiento de las relaciones entre la industria y el gobierno.

Ventajas indirectas: derivadas de la obtención de un Registro Ambiental de la empresa.

- Mejora de la imagen de la empresa frente a la sociedad.
- Mejora de la competitividad de la empresa: apertura de nuevos mercados (la administración pública cada vez más exige alguna certificación ambiental en sus concursos públicos), mantenimiento de mercados existentes.
- Mejora de las relaciones internas y externas.

Tanto en la norma ISO 14001 como en EMAS se han definido etapas para la implantación de un SGA. Ambas coinciden en afirmar que un paso previo debe ser la realización de una Evaluación Ambiental Inicial o Diagnóstico Ambiental, que tiene como propósito conocer cuál es la situación de partida de la empresa respecto al medio ambiente, antes de establecer su SGA. Aunque en la norma ISO 14001 esta no es de carácter obligatorio, normalmente se realiza como punto de partida. En EMAS esta evaluación ambiental inicial es obligatoria y se denomina Análisis Medioambiental.

Este proceso de Evaluación Ambiental Inicial o Diagnóstico Ambiental o Análisis Medioambiental o Revisión Ambiental Inicial, constituye el centro de esta investigación y será detallado en el siguiente epígrafe bajo la denominación de Diagnóstico

Ambiental (DA), término que será empleado a partir de este momento para referirse a este proceso.

1.3 Diagnóstico Ambiental

El ciclo de implantación de un SGA se basa en el círculo de Deming (García, Quispe, & Ráez, 2003):

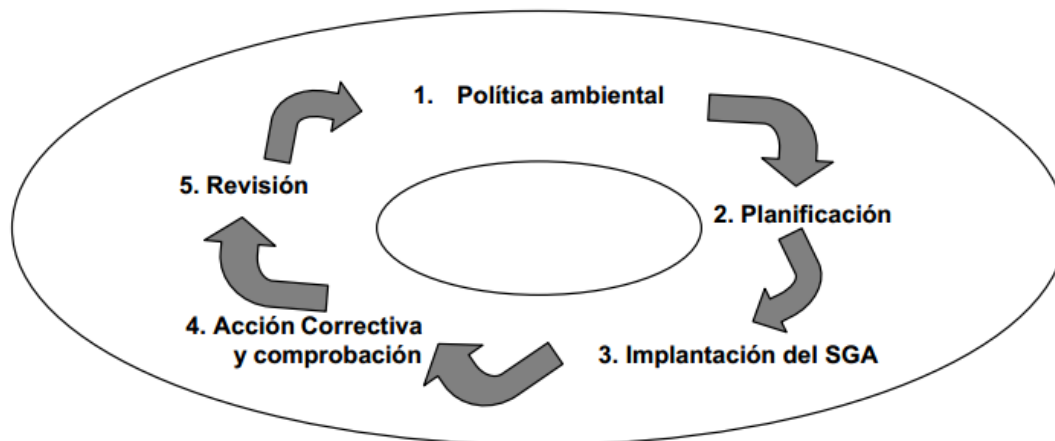


Figura 1: Ciclo de implantación de un SGA.

En base a ello, según la Norma ISO 14001, se definen las siguientes etapas en el desarrollo de la implantación de un SGA:

- 1-Diagnóstico Ambiental (DA).
- 2-Política ambiental.
- 3-Planificación.
- 4-Implantación y funcionamiento.
- 5-Comprobación y medidas correctivas.
- 6-Revisión del SGA.

Como ya se ha expresado, la etapa 1 será abordada con detalle y desde diferentes perspectivas en este epígrafe.

En algunas de las fuentes consultadas se considera la Política Ambiental como parte del DA y en otras, como una consecuencia. La posición que se asume en este caso es que debe ser parte y consecuencia del DA, pues se debe incluir como última parte del DA y a la vez su definición está basada en toda la información obtenida con anterioridad.

Según (Ferrer & Muñoa, 2010) el propósito del DA es conocer cuál es la situación de partida de la empresa respecto al medio ambiente, antes de establecer su SGA y consiste en un análisis de las prácticas y procedimientos de gestión ambiental existentes en la empresa, en la identificación y evaluación de sus aspectos ambientales, de los impactos ambientales derivados de éstos y en la determinación de

los requisitos legales y los asumidos de manera voluntaria de carácter ambiental aplicables a la misma.

Según (Bustos, 2001) el DA es un importante primer paso en el proceso de implantación de un SGA, ya que constituye una herramienta de gran utilidad para sentar las bases sobre las que se planifique el proceso y defina la política ambiental de la empresa. Este diagnóstico tiene como principal objetivo definir la situación inicial de la empresa en relación con el medio ambiente, su entorno y el sistema de gestión existente, así como determinar la naturaleza e importancia de los problemas y deficiencias.

En (Guía EMAS, 2001) se plantea que el DA es un análisis medioambiental de actividades, productos y servicios que permite identificar la situación actual de la empresa y su grado de cumplimiento medioambiental.

Este DA debería suministrar toda la información técnica y organizativa importante con la que poder establecer la situación real sobre la protección medioambiental dentro de la empresa, dígase Requisitos legales y reglamentarios, así como la identificación de los aspectos medioambientales significativos.

Para la definición de esta situación de partida según (Bustos, 2001) se deberán evaluar los siguientes aspectos:

- Tecnologías de producción, de prevención y corrección de aspectos ambientales utilizadas en la empresa.
- Entorno legal establecido por la normativa ambiental aplicable y grado de cumplimiento de esta, tomando en cuenta las actividades existentes y previstas, las medidas correctoras y los planes y programas de actuación.
- Aspectos/efectos medioambientales entre los que se encuentran:
 - Identificación y cuantificación de factores de impacto, consumo y utilización de recursos, contaminantes generados, transporte de materias primas, productos y residuos y otros que pudieran existir.
 - Efectos en el entorno: calidad del medio, paisaje, ecosistema y medio socioeconómico.
 - Problemática existente en el emplazamiento debido a las contaminaciones por actividades históricas.
 - Estado del entorno, incidencia relativa en el medio de los factores de impactos identificados y capacidad para asumir, sin degradación, impactos adicionales.
 - Evaluación de la percepción de las partes interesadas sobre el comportamiento ambiental de la empresa.
 - Organización de la gestión ambiental existente: situación de la función gestión ambiental en el organigrama general, interrelaciones con otras

funciones singulares y componentes organizativos, procedimientos y normas.

- Cultura ambiental de la empresa: actitud y compromiso, formación y sensibilización ambiental, canales de comunicación.
- Importancia del medio ambiente como factor de competitividad de la empresa: imagen, exigencias ambientales del mercado, comportamiento del mercado y comportamiento de la competencia.
- Aspectos económicos relacionados con la protección ambiental.

En (NC-ISO 14004, 2004) se plantea que el DA debería abarcar las cuatro áreas fundamentales siguientes:

- a) La identificación de los aspectos ambientales, incluidos aquellos asociados con la operación en condiciones normales, condiciones anormales, incluyendo arranque y parada, y situaciones de emergencia y accidentes;
- b) La identificación de los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba;
- c) El examen de las prácticas y procedimientos de gestión ambiental existentes, incluidos los asociados con actividades de compras y contrataciones;
- d) La evaluación de situaciones de emergencia y accidentes previos.

Los resultados de la revisión se pueden usar para ayudar a la organización a establecer el alcance de su SGA, desarrollar o mejorar su política ambiental, establecer sus objetivos y metas ambientales y determinar la eficacia de su enfoque para continuar cumpliendo los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba.

El alcance y el grado de detalles del DA dependerán, en gran medida, de los recursos disponibles, en especial del tiempo, pero también del tamaño de la empresa, de la complejidad y diversidad de los procesos productivos y actividades desarrolladas, del impacto potencial de los procesos y actividades en el entorno, de las características del medio, de la información existente y del objetivo perseguido con el diagnóstico.

Entre la documentación de soporte para el DA se pueden encontrar, entre otras:

- Planes y situación geográfica de las instalaciones de la empresa.
- Información general del centro.
- Descripción del proceso o procesos de fabricación.
- Autorización de instalación, puesta en marcha y funcionamiento, de instalaciones potencialmente contaminadoras de agua y la atmósfera.
- Medidas correctoras instaladas para reducir la contaminación de aguas residuales y las emisiones gaseosas contaminantes.

- Balances de agua y energía.
- Controles periódicos existentes sobre la calidad de los efluentes líquidos.
- Cantidades generadas de los distintos tipos de residuos.
- Declaración anual de productor de residuos tóxicos y peligrosos.
- Mediciones de los niveles de ruidos de las instalaciones.
- Planes y programas de vigilancia ambiental.
- Estudio de Impacto Ambiental y su correspondiente Declaración de Impacto de las obras, instalaciones o actividades existentes y previstas.
- Estudios ambientales, diagnósticos o auditorías realizadas previamente.
- Denuncias, sanciones o expedientes impuestos por alguna de las administraciones con competencias en vigilancia ambiental.

Para verificar la validez de la información obtenida, el equipo de trabajo que realiza el DA puede visitar las instalaciones y diferentes unidades de la empresa; recopilar y analizar información complementaria; realizar entrevistas y si procede, realizar campañas de toma de muestras y análisis.

De forma general se plantea los resultados del DA deberían documentarse, plasmando toda la información recopilada en un informe final (además de que pueden generarse otros documentos) de manera que éste pueda contribuir a la determinación del alcance y al establecimiento o mejora del SGA de la organización, incluida su política ambiental. Dicho informe contendrá un resumen que haga referencia a las evidencias encontradas, y dependiendo de los criterios de referencia previamente acordados con la empresa, puede contener:

1. Identificación y descripción de la empresa objeto del DA.
2. Alcance, objetivos y plan del DA.
3. Criterios acordados, incluyendo la lista de los documentos de referencia.
4. El período cubierto y la fecha de realización de DA.
5. La identificación del personal de la empresa que participó en el DA.
6. Identificación del equipo de trabajo.
7. Una declaración relativa a la naturaleza confidencial de los contenidos.
8. Un resumen del proceso, incluidas las dificultades encontradas.
9. Las conclusiones y valoración de los aspectos considerados en el diagnóstico.

El objetivo último del informe es destacar fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas, así como adjuntar recomendaciones para desarrollar el SGA.

Instrumentos para la realización de Diagnósticos Ambientales

Para la realización del DA pueden emplearse diferentes instrumentos. Según (Guía EMAS, 2001) (NC-ISO 14004, 2004) el DA se puede realizar empleando cuestionarios, entrevistas, listas de verificación, diagramas de flujo, inspección directa y mediciones pasadas y actuales, resultados de auditorías previas u otras revisiones, dependiendo de la naturaleza de las actividades, productos y servicios de la organización. También se puede contratar los servicios de una consultoría; en este caso, será de gran ayuda que este asesor externo posea amplios conocimientos en el sector de actividad de la empresa.

Uno de los instrumentos que propone EMAS para la realización de DA es la Matriz de identificación de aspectos medioambientales, en ella se contemplan los aspectos medioambientales identificados, asociándolos al funcionamiento de cada área de trabajo de la empresa.

Según (NC-ISO 14004, 2004) otros métodos que también pueden ser empleados para evaluar las prácticas y procedimientos de gestión ambiental incluyen:

- a) entrevistas con personas que trabajaron previamente o trabajan en la actualidad para la organización o en nombre de ella, para determinar el alcance de las actividades, productos y servicios pasados y actuales de la organización;
- b) evaluación de las comunicaciones internas y externas con las partes interesadas de la organización, incluyendo quejas, aspectos relacionados con requisitos legales u otros requisitos que la organización suscriba, la trayectoria ambiental o los incidentes y accidentes ambientales relacionados;
- c) recopilación de información relacionada con prácticas de gestión actuales, tales como:
 1. controles de proceso en la compra de productos químicos peligrosos;
 2. almacenamiento y manipulación de productos químicos;
 3. controles sobre emisiones difusas o fugitivas;
 4. métodos para disposición de residuos;
 5. equipo para preparación y respuesta ante emergencias;
 6. uso de recursos;
 7. protección de la vegetación y del hábitat durante la construcción;
 8. programas de formación ambiental;
 9. proceso de revisión y aprobación para procedimientos de control operacional;
 10. integridad de los registros de seguimiento y/o facilidad de recuperación de registros históricos.

De este proceso de DA se obtiene como resultado un gran cúmulo de información ambiental, por lo tanto es recomendable apoyarse de Sistemas de Información (SI) y Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) que faciliten el manejo de esta información. Para referirse con más detalles a estos elementos, se dedican los siguientes epígrafes sobre Información Ambiental, Sistemas de Información y soporte de las TIC.

1.4 Información Ambiental y Sistemas de Información

Las soluciones a los problemas ambientales son fuertemente dependientes de la calidad y accesibilidad de las fuentes de información. Ciertamente, la información es un factor muy crítico en la toma de decisiones para las acciones ambientales y para el cambio de las actitudes sobre el ambiente. Esta información sobre los aspectos medioambientales es la base para las decisiones y acciones relacionadas con la protección del medio ambiente.

1.4.1 Información Ambiental

Según (Olano, Ferrer, & Pérez, 2009) (Corbit, 2004) (Melville, 2010) se establece que información ambiental es toda información que verse sobre las siguientes cuestiones:

- a) El estado de los elementos del medio ambiente, como el aire y la atmósfera, el agua, el suelo, la tierra, los paisajes y espacios naturales, incluidos los humedales y las zonas marinas y costeras, la diversidad biológica y sus componentes, incluidos los organismos modificados genéticamente, y la interacción entre estos elementos.
- b) Los factores, tales como sustancias, energía, ruido, radiaciones o residuos, incluidos los residuos radiactivos, emisiones, vertidos y otras liberaciones en el medio ambiente, que afecten o puedan afectar a los elementos del medio ambiente citados en la letra a).
- c) Las medidas, incluidas las medidas administrativas, como políticas, normas, planes, programas, acuerdos en materia de medio ambiente y actividades que afecten o puedan afectar a los elementos y factores citados en las letras a) y b), así como las actividades o las medidas destinadas a proteger estos elementos.
- d) Los informes sobre la ejecución de la legislación medioambiental.
- e) Los análisis de la relación coste-beneficio y otros análisis y supuestos de carácter económico utilizados en la toma de decisiones relativas a las medidas y actividades citadas en la letra c).
- f) El estado de la salud y seguridad de las personas, incluida, en su caso, la contaminación de la cadena alimentaria, condiciones de vida humana, bienes del patrimonio histórico, cultural y artístico y construcciones, cuando se vean o puedan verse afectados por el estado de los elementos del medio ambiente citados en la letra a) o, a través de esos elementos, por cualquiera de los extremos citados en las letras b) y c).

La información ambiental debe ser:

- Veraz y ajustada a la realidad de la empresa o del centro de trabajo.
- Actualizada y transmitida de manera periódica.
- Comprensible y accesible, sin excesiva complejidad y extensión, pero sin menoscabo de la suficiencia y calidad necesaria.

La información referida a la evolución del comportamiento ambiental de la empresa, cumplimiento de su política ambiental, consecución de objetivos y metas para la mejora, etc., debe estar sistematizada y ser comparable, acompañada de indicadores cuando sea posible, de manera que permita valorar adecuadamente tal evolución.

A todo esto, y al manejo de la información ambiental, puede contribuir el empleo de Sistemas de Información.

1.4.2 Sistemas de Información

Un sistema de información (SI) puede definirse como el conjunto de la información útil para tomar decisiones, más los procedimientos y herramientas que se utilizan para procesar dicha información (y transformarla en conocimiento útil), más el equipo humano encargado de realizar y coordinar las tareas anteriores (Bonet & San Gil, 2010).

Los SI, según se plantea en (Alexandrescu, 2008) pueden ser empleados para la automatización de procesos y como soporte a la toma de decisiones. Las actividades de un SI se pueden agrupar en las siguientes partes:

- Captura de información
- Almacenamiento
- Procesamiento
- Presentación

Los SI suministran a los usuarios una 'copia simplificada' de la realidad. Y gracias a esta simplificación resulta, por un lado, más fácil de entender esta realidad compleja, y por otro, entender aspectos del ecosistema en los que no se tiene un conocimiento experto. Esto último pone de manifiesto el interés de los SI como herramientas que promueven la comunicación y el trabajo en equipo de distintos profesionales. Cuanto más sintético e integrador es el producto de un SI (o sea el resultado que muestra), más compleja será la estructura interna del sistema y más elaborados serán los procesos aplicados a los datos brutos que entran en el mismo (Bonet & San Gil, 2010).

Según diferentes fuentes (Bonet & San Gil, 2010) (Mata, 2008) el proceso de creación de un SI se puede resumir en las siguientes tres etapas. En primer lugar la captura de los datos, información y conocimiento; en segundo lugar la generación de información a partir de los datos obtenidos, o sea análisis e interpretación de éstos para convertirlos en información más elaborada y finalmente la transferencia de esa información en distintos formatos, para distintos tipos de usuarios.

Captura de los datos

Los datos son la forma más sencilla de caracterizar un aspecto determinado del ecosistema, como pueden ser: variables físico-químicas o bióticas, datos socioeconómicos, etc. Estos datos se almacenan en bases de datos.

Además de los datos como tales, resulta también importante tener conocimiento sobre algunos aspectos generales de dichos datos, tales como su autoría, estructura, calidad, acceso, etc. Es decir, se necesita tener 'datos sobre los datos'. De esto se encargan los metadatos, que son una información de nivel superior que describe el contenido, calidad, estructura y accesibilidad de un conjunto específico de datos (Bonet & San Gil, 2010).

Por su parte (Mata, 2008) plantea que la red Internet, los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), los códigos de barras para etiquetar muestras, las computadoras portátiles, los Asistentes Digitales Personales (PDA), las cámaras digitales fotográficas y de vídeo, las redes inalámbricas y la telefonía celular son ejemplos claros de tecnologías que facilitan la captura de datos textuales, visuales y sonoros en el campo y el laboratorio. El principal reto en esta área es articular un proceso mediante el cual las recolecciones de muestras y las observaciones queden documentadas de manera eficiente y meticulosa, garantizando que la versión digital de éstos, en un SI, esté apoyada por evidencia físicamente verificable.

Generación de información

Desde el punto de vista científico, ésta es la etapa en la que se lleva a cabo el proceso intelectual más crítico: el análisis de los datos, la comprobación o desaprobación de hipótesis y la generación de nueva información o conocimiento. Es claro que herramientas tecnológicas como los sistemas expertos, SIG (sistemas de información geográfica) y programas de visualización científica y de modelaje de sistemas dinámicos, deberían jugar un papel crítico en esta etapa (Mata, 2008).

La información constituye en sí un mensaje sobre el estado de un elemento concreto de la realidad que se modela en el SI. Si esa información puede usarse directamente para ayudar a los gestores a adoptar una decisión determinada, entonces se habrá generado conocimiento útil.

Quizás la forma más sencilla de procesar la información contenida en una base de datos, sea mediante consultas a dicha base de datos. También se pueden usar 'almacén de datos' (del inglés data warehouse). Los almacenes de datos han sido extensamente utilizados como procedimientos para sintetizar información económica de grandes corporaciones empresariales. Sin embargo todavía son poco utilizados como herramientas de gestión ambiental o de investigación ecológica.

Los datos contenidos en un sistema de información también pueden 'alimentar' a modelos espaciales complejos, como por ejemplo los modelos de distribución potencial de especies (Bonet & San Gil, 2010).

Transferencia de la información

Luego de catalogar y almacenar correctamente los datos en el SI además de procesarlos para generar información y conocimiento útil, el último paso es la fase de difusión de los resultados generados a los usuarios potenciales. Esta última fase es a

la que menos esfuerzos suelen dedicarse por parte de los administradores del sistema. Sin embargo, se considera que es tremendamente importante, ya que si se completa correctamente, se habrá puesto a disposición de los gestores el conocimiento necesario para apoyar su proceso de toma de decisiones (Bonet & San Gil, 2010).

El reto fundamental de esta etapa es brindar a públicos diversos, información muy heterogénea en forma y en contenido. No solo se habla entonces de acceso a la información, sino de acceso a información relevante y comprensible para varios tipos de usuarios (Mata, 2008).

1.4.3 Sistemas de Información Ambiental

Los sistemas informáticos para el procesamiento de información medioambiental han estado en uso por más de tres décadas. Un amplio rango de aplicaciones son cubiertas por estos sistemas, incluyendo monitoreo y control, gestión de la información, análisis de datos así como planeación y soporte a la toma de decisiones. El nombre genérico para este tipo de sistemas es Sistemas de Información Ambiental (SIA) o en Inglés, Environmental Information System (EIS o EnVIS).

Estos sistemas son implementados dentro de las organizaciones con el propósito de:

- mejorar la efectividad y eficiencia ambiental de la organización.
- preparar y tratar colecciones masivas de datos ambientales para realizar las tareas de gestión medioambiental y facilitar la toma de decisiones.

En (Page & Rautenstrauch, 2001) se define que estos pueden ser:

1. Sistemas de información convencionales
2. Sistemas de monitoreo y control
3. Sistemas de análisis computacional
4. Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS)
5. Sistemas integrados de información medioambiental
6. Sistemas de información para la gestión medioambiental (EMIS)

Sistemas de información convencionales

Son sistemas de información para la gestión regional de información ambiental usados como soporte a las políticas públicas y a la toma de decisiones (El-Gayar & Fritz, 2006).

Estos sistemas son empleados para la entrada, almacenamiento, estructuración, integración, recuperación y presentación de varios tipos y formas de información medioambiental, como datos de medición en bruto, descripción de objetos medioambientales (dígase objetos geográficos, sustancias químicas, etc), así como documentos como regulaciones ambientales o literatura de referencia. La aplicación

fundamental de estos Sistemas de Información Ambiental es en la protección tanto pública como industrial del medio ambiente (Page & Rautenstrauch, 2001).

Sistemas de monitoreo y control

Estos sistemas están relacionados con la automatización de las mediciones relacionadas con agua, aire, suelo, ruido y radiaciones. También son empleados en tecnologías ambientales tales como control de emisiones y en la automatización de procesos de producción que tienen efectos sobre el medio ambiente, como ahorro de energía, reducción de emisión, etc. (Page & Rautenstrauch, 2001).

Sistemas de análisis computacional

Son sistemas que soportan el procesamiento profundo de datos medioambientales mediante el empleo de complejos métodos matemáticos y estadísticos de análisis y técnicas de modelación. Están relacionados con caracterización y visualización del estado de la información medioambiental así como con la deducción de hipótesis sobre la estructura de sistemas permitiendo la obtención de nueva información medioambiental sobre estas estructuras. Las aplicaciones típicas de este tipo de sistemas son la identificación de posibles causas de impactos ambientales, o la derivación de posibles efectos (Page & Rautenstrauch, 2001).

Sistemas de apoyo a la toma de decisiones

Este tipo de sistemas provee información medioambiental orientada a acciones que pueden ayudar en el proceso de toma de decisiones relacionadas con el medio ambiente. Estos ofrecen métodos para la evaluación de alternativas y para la justificación de decisiones como por ejemplo: análisis de impacto ambiental, el manejo de sustancias peligrosas, gestión de recursos hídricos, o evaluación de riesgos tecnológicos, etc. Estos sistemas también emplean modelos matemáticos así como algunos enfoques de inferencia cualitativa (Page & Rautenstrauch, 2001).

Son sistemas de apoyo a la toma de decisiones específicamente diseñados para la gestión medioambiental y el desarrollo sostenible. Pueden implementar todas o algunas de las fases que componen el proceso de toma de decisión, definido por (Simon, 1960): inteligencia, diseño, elección e implementación.

Incorporan una variedad de herramientas y técnicas de gestión medioambiental como Análisis de Ciclo de Vida, flujo de materiales, y análisis multicriterio, entre otros; además requieren el empleo de modelos matemáticos y herramientas de inteligencia de negocios para el análisis y la visualización de información (El-Gayar & Fritz, 2006).

Sistemas integrados de información medioambiental

Las diferentes partes involucradas en la gestión medioambiental (dígase empresas, comunidades, niveles estatales, organizaciones internacionales, etc.) emplean diversos sistemas computarizados para el procesamiento de información medioambiental. Estos sistemas consisten en diferentes componentes que sirven a diferentes propósitos por lo que normalmente no están únicamente relacionados con alguno de los tipos de sistemas mencionados anteriormente.

Muchos problemas ambientales de la vida real requieren la integración de diferentes disciplinas, por esta razón la tendencia es desarrollar sistemas integrados de información medioambiental diseñados como sistemas distribuidos donde se integran subsistemas y componentes preexistentes. Esta integración de componentes técnicos (como sistemas de base de datos, sistemas de información geográfica (GIS), sistemas de simulación o sistemas de visualización) es lo que se define como sistemas integrados de información medioambiental, y constituyen un reto para la informática medioambiental (Page & Rautenstrauch, 2001).

Sistemas de información para la gestión medioambiental

Sistemas de Información para la Gestión Medioambiental (EMIS por sus siglas en inglés) son definidos como sistemas técnico-organizacionales para la sistemática obtención, procesamiento y disponibilidad de la información medioambiental relevante en las empresas (Page & Rautenstrauch, 2001).

En (El-Gayar & Fritz, 2006) se hace un estudio de la evolución del concepto de Sistemas de información para la gestión medioambiental (EMIS) y finalmente se definen como... "una combinación de elementos de hardware, software y servicios profesionales para gestionar la función ambiental en una organización. EMIS sistemáticamente recopilan, analizan y reportan información empresarial relacionada con la gestión ambiental, permitiendo a la empresa dar seguimiento, refinar y mejorar sus prácticas de gestión ambiental. EMIS también representan todos los sistemas informáticos de información que controlan la gestión medioambiental en la empresa"

Estos sistemas emplean un grupo de tecnologías de información como sistemas de obtención de información en tiempo real, sistemas de bases de datos, sistemas de información geográfica, así como herramientas de inteligencia de negocios e inteligencia artificial orientadas al soporte a la toma de decisiones.

Estos sistemas pueden ser clasificados según (Gunther, 1998) en sistemas orientados a la contabilidad o sistemas orientados a la producción.

Los sistemas basados en la contabilidad están basados en los conceptos de eco-balance y análisis de ciclo de vida. Los sistemas orientados a la producción están relacionados con la planificación de la producción y la gestión de recursos. Además tratan la reducción de emisiones y creación de residuos, monitorean los procesos de reciclaje y registran los impactos ambientales derivados de los procesos de producción, todo con el objetivo de optimizar la eficiencia de dicho proceso.

La conservación del ambiente ha cobrado importancia en los últimos tiempos, canalizando el desarrollo de algunas especialidades, que se apoyan en sistemas automatizados, haciendo más eficiente el análisis de las situaciones ambientales. Bajo esta óptica, surgen los Sistemas de Información Gerencial aplicados al área ambiental (SIGA) o EMIS por sus siglas en Inglés Corporate Environmental Management Information Systems. Estos sistemas apoyan la gestión estratégica y operativa mediante la planeación, ejecución y control de los aspectos ambientales de la organización (Golinska, Marek, & Marx, 2011).

Estos constituyen una herramienta para el seguimiento a un conjunto de actividades y procesos que tienen influencia sobre un proyecto determinado, además de servir como respaldo técnico y organizativo para la toma de decisiones.

Son diversas las ventajas que ofrecen estos sistemas. A continuación se resumen las de mayor relevancia.

- Utilización de los resultados obtenidos en los estudios de Impacto Ambiental.
- Permite el flujo de información entre los diferentes niveles gerenciales.
- Eficiencia de los equipos Gerenciales.
- Efectividad en la administración de los recursos destinados a las soluciones ambientales.
- Mejoramiento de la Imagen de las empresas, aportando indicadores que ayudan a elevar la eficiencia en el área ambiental.
- Cumplimiento de la normativa legal posibilitando ajustarse a los diversos instrumentos legales que obligan a las empresas a la realización de actividades de seguimiento y control ambiental de sus proyectos.

1.5 Ejemplos de sistemas informáticos para la información ambiental

Luego de estudiar diferentes tipos de sistemas de información ambiental, es conveniente analizar algunos ejemplos de ellos, para determinar si existe alguno que se pueda aplicar en la solución de la problemática planteada, o identificar elementos que se puedan emplear en una nueva solución. De esta forma se puede caracterizar el estado actual a nivel internacional y nacional de estos sistemas.

ISBEID

Base de datos de Información Medioambiental de Nivel Básico de la India (ISBEID por sus siglas en inglés), se trata de un sistema habilitado para la web desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente y Bosques y el Gobierno de la India en el marco del Proyecto Sistema de Información Ambiental (ENVIS por sus siglas en inglés). El objetivo de este programa es cubrir la brecha en la difusión de datos medioambientales en relación con varios parámetros tales como la contaminación del aire y del agua, la silvicultura, los recursos de tierra, flora, fauna, etc. Para ello permite que los centros de ENVIS provean los datos directamente en el servidor de base de datos utilizando la interfaz web en el portal de este proyecto. En sus bases de datos contiene numerosa información que puede ser consultada aplicando diferentes filtros y clasificada en varias categorías que permiten a los usuarios obtener fácilmente la información que desean, sus reportes son públicos y accesibles desde Internet.

Disponible en: <http://isbeid.gov.in/>

Este sistema recopila información relacionada a varios elementos ambientales, pero al ser una herramienta a la medida no tiene soporte para las metodologías que se emplean en Cuba.

SEIS

Por su parte la Unión Europea (UE) persigue la instauración del Sistema Compartido de Información Medioambiental (SEIS por sus siglas en inglés). Esta herramienta tiene como objetivo abordar los problemas ambientales de la actualidad, tales como la adaptación al cambio climático, la gestión de los ecosistemas y los recursos naturales de manera sostenible, la protección de la biodiversidad, la prevención y gestión de crisis ambientales como las inundaciones, los incendios forestales y la escasez de agua; lo cual depende de la evaluación de los datos de una variedad de sectores y fuentes. SEIS está orientado a propiciar la toma de decisiones a todos los niveles (local a europeo) con los datos medioambientales en tiempo real, lo que permitirá tomar decisiones inmediatas y vitales (Comisión Europea, 2012).

Esta propuesta de la UE aún no se ha materializado. Aunque su aplicación permitirá un control efectivo de los problemas ambientales que abordará, tendrá las mismas limitantes que han sido enumeradas para el sistema indio.

Sistema de Información Ambiental del Gobierno de Botsuana

Con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Gobierno de Botsuana ha puesto en marcha un Sistema de Información Ambiental (EIS por sus siglas en inglés). Se trata de un portal web que ofrece una amplia gama de recursos y servicios. Constituye un mecanismo con el cual los datos ambientales claves son identificados y la información se difunde ampliamente entre las diversas partes interesadas. EIS fue establecido como un sistema de información de datos nacionales sobre el uso de la gestión del medio natural. Contiene una serie de componentes que cubren los indicadores medioambientales, el estado de las revisiones de medio ambiente, así como la evaluación ambiental. Este sistema ofrece a los usuarios un conjunto de reportes entre los que incluye aquellos relacionados con energía, tierra, recursos renovables, desechos, contaminación del aire y biodiversidad. Ese último incluye datos de una amplia gama de especies y poblaciones que pueden ser descargados en formato PDF.

Disponible en <http://www.eis.gov.bw/>

Los tres sistemas anteriores son sistemas hechos a la medida, y relacionados con organizaciones específicas de cada país, lo cual impide su total aplicación en Cuba. Sin embargo se puede tomar en cuenta la forma en que recopilan y muestran la información de los diferentes elementos ambientales.

REDIAM

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma. La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, encargada de la organización, gestión y evaluación de la Red, fomenta políticas de colaboración con universidades, centros de investigación, empresas, organizaciones sociales y otras administraciones públicas con el fin de integrar y coordinar los sistemas de información existentes y garantizar el flujo de la información ambiental disponible.

La REDIAM se concibe como una estructura que, optimizando los recursos humanos y materiales aplicados a la investigación, sea capaz de producir información ambiental normalizada y facilitar a los ciudadanos en general y a los científicos, técnicos y gestores una herramienta que permita atender a la correcta planificación y gestión de las actuaciones ambientales y satisfacer las demandas e inquietudes de la ciudadanía.

Este brinda información sobre un amplio rango de temas ambientales agrupados en las siguientes categorías: caracterización del territorio; localización geográfica; recursos naturales, calidad ambiental; riesgos naturales y tecnológicos; patrimonio natural; ámbitos de especial interés ambiental; planes, programas y políticas; sistemas productivos y usos del territorio; economía; propiedades, direcciones, edificios y patrimonio histórico; instalaciones de protección al medio ambiente; sociedad y participación; salud e indicadores y estadísticas ambientales. Además brinda otras herramientas de visualización geográfica y otros productos integrados como mapas, estadísticas, publicaciones entre otros.

Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>

Este es un sistema bastante completo que reúne una gran cantidad de información ambiental. Sin embargo no se identificó el mecanismo para que las diferentes instituciones que lo nutren, aporten la información. Igualmente es una solución a la medida para la región por lo que su aplicación en el contexto cubano no sería posible. A pesar de esto se puede tomar como ejemplo la forma en que se ha estructurado la gran cantidad de información que se maneja, lo que facilita su comprensión y accesibilidad.

SisGIM

SisGIM: Sistema Gerencial de Información Medioambiental de la Empresa de Recursos Hidráulicos de la provincia Villa Clara ha sido diseñado con el objetivo de apoyar la gestión de la empresa en cuanto a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los recursos hidráulicos, permitiendo mostrar los resultados del análisis de datos históricos tomados de las estaciones de monitoreo del área.

La implementación de este sistema está basada fundamentalmente en la gestión y evaluación de indicadores y su integración con tecnologías web y de información geográfica. EL sistema fue diseñado fundamentalmente para los directivos de la organización, permitiéndoles, a través de una aplicación on-line con un ambiente sencillo e intuitivo, monitorear y detectar desviaciones en el comportamiento de las variables involucradas en la calidad del agua.

El sistema cuenta con tres módulos básicos. El primero y principal "Gestión de Indicadores (MI)" está relacionado con la gestión de indicadores involucrados en la calidad y tratamiento del agua. Este es el responsable de realizar todas las actualizaciones en las variables, con la información obtenida de las estaciones de monitoreo, permitiendo que esta información pueda ser consultada y monitoreada en tiempo real por la dirección de la empresa. El segundo, "Visualización (GIS & SV)" fue creado con la intención de apoyar la gestión de indicadores permitiendo la visualización de información espacial. Este permite el análisis del comportamiento de

las variables en mapas. El tercero es un pequeño módulo para manejar la seguridad del sistema y el acceso de los usuarios (Anido, 2010).

A pesar de que este sistema no tiene una vinculación estrecha con la problemática planteada, pues fue creado específicamente para manejar información sobre recursos hidráulicos y diseñado a la medida de una empresa en particular, presenta elementos que pueden servir de apoyo en la solución que se desarrollará, en este caso: el enfoque gerencial, pues el monitoreo de indicadores y variables que se realiza está dirigido fundamentalmente a directivos de la empresa presentando solo aquella información que resulte imprescindible, de una forma sencilla y resumida, haciendo uso de gráficas y de colores para destacar las informaciones más significativas.

SIGA-Zuata

El SIGA-Zuata, es un Sistema de Información Gerencial Ambiental, desarrollado en el Proyecto de Desarrollo Zuata (Faja Petrolífera del Orinoco) en Venezuela. Está concebido como un sistema de información doble, con un Módulo de Información Geográfica, para el manejo de mapas temáticos y un Módulo de Información Gerencial para la toma de decisiones.

El Módulo de Información Geográfica parte de un mapa de ubicación general que conduce al usuario de la información general a la particular, mostrando la ubicación en el contexto nacional. El Módulo de Información Gerencial está relacionado directamente con el anterior y permite llegar hasta la identificación de los impactos actuales en cada polígono de sensibilidad ambiental identificado en el proyecto. En la forma como está desarrollado, el módulo gerencial puede mostrar la información por subproyectos o por polígonos de sensibilidad, pudiendo por ambas vías llegar a los impactos detectados en las áreas bajo construcción u operación. Este módulo, en su objetivo de orientar decisiones en materia de impactos ambientales negativos en el área del proyecto, permite el registro de toda la información y luego de registrada, el sistema la ordena por subproyectos y por polígonos, permitiendo generar informes en función de las expectativas del usuario. Las salidas emitidas por el módulo gerencial se componen de pantallas y reportes impresos (Zerpa, 2005).

Al igual que en el sistema anterior es de interés para esta investigación el enfoque gerencial de este sistema.

Informa Ambiental

El proyecto INFORMA-AMBIENTAL es promovido por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)¹ de España, con la colaboración de la Confederación Sindical de Comisiones Obreras (CCOO). Se trata de una acción cofinanciada por el Fondo Social Europeo² dentro del Programa Operativo de Adaptabilidad y Empleo 2007-2013, en el marco del Programa Empleaverde.

¹ Es una fundación autónoma de carácter técnico-sindical con el objetivo de impulsar actividades de progreso social para la mejora de las condiciones de trabajo, la protección del medio ambiente y la promoción de la salud de los trabajadores y trabajadoras en el ámbito del Estado Español.

² Es uno de los Fondos Estructurales de la Unión Europea (UE), creado para reducir las diferencias en los niveles de prosperidad y de vida en los Estados miembros y las regiones en la UE y, por tanto, promover la cohesión económica y social.

Este proyecto tiene como objetivo promover el reconocimiento y el ejercicio efectivo de los derechos de acceso a la información y participación en materia medioambiental por parte de los trabajadores, y sus representantes en su conjunto.

En particular sus acciones se dirigen a trabajadores y delegados de Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) de los sectores metal, química, textil, madera, cerámica y agroalimentaria en las Comunidades Autónomas de Andalucía, Castilla-La Mancha y Galicia en España.

Su premisa fundamental es que para lograr la sostenibilidad ambiental de las empresas es necesaria la participación de los trabajadores. Para promover esa participación y acompañar a los trabajadores durante el proceso, INFORMA-AMBIENTAL ofrece Cursos de formación presencial y asesoramiento personalizado.

El sitio web³ presenta las siguientes secciones:

- Observatorio medioambiental para PYME
- Área de formación
- Servicio de Asesoramiento

Además cuenta con una serie de herramientas y publicaciones, de libre acceso a través de la web, que sirven de apoyo para la intervención en materia de medio ambiente en las diferentes empresas, como por ejemplo:

- Estudios específicos dirigidos a esos sectores
- Guías de actuación en diferentes aspectos ambientales
- Observatorio para el diagnóstico y la gestión ambiental de la empresa

Este Observatorio es una plataforma en la que los trabajadores encuentran información, asesoramiento y herramientas que les son de utilidad para conocer:

- Los impactos ambientales asociados a las actividades productivas desarrolladas en sus centros de trabajo.
- Las principales obligaciones ambientales impuestas por la legislación.
- Los documentos de referencia relacionados con la gestión ambiental en la empresa.
- Las mejores técnicas disponibles aplicables a los procesos productivos.

Su finalidad es proporcionar la información y asesoría necesarias para promover y apoyar la participación de los trabajadores y sus representantes en las cuestiones ambientales de sus centros de trabajo y colaborar, a través de esta participación, a crear un entorno de trabajo más seguro y sostenible.

Para ello, el Observatorio facilita un conjunto de herramientas que permiten obtener:

³ Disponible en: <http://informaambiental.istas.net/index.asp?idpagina=1187>

- Un diagnóstico ambiental aproximado del centro de trabajo: a través de las herramientas **Autodiagnóstico ambiental** y **Diagnósticos sectoriales**.
- Conocer las principales autorizaciones ambientales exigidas a su empresa: a través de la sección Legislación en línea.
- Acceder a las principales normas ambientales, ordenadas según aspectos ambientales: a través de la herramienta Buscador de legislación ambiental.

Asimismo, cuenta con una Biblioteca virtual donde se alojan diversos documentos relacionados con la gestión ambiental en la empresa y la participación de los trabajadores.

Autodiagnóstico Ambiental

Es de particular interés para esta investigación la herramienta Autodiagnóstico Ambiental, la cual proporciona una aproximación a la adecuación normativa y a la situación ambiental de una empresa. Para su utilización se deben completar una serie de cuestionarios referidos a la organización y gestión de la empresa objeto de consulta, a ciertos aspectos ambientales (residuos, emisiones, vertidos, uso de productos químicos, etc) y a determinados aspectos laborales (prevención y evaluación de los riesgos).

La herramienta está configurada para que el usuario pueda recabar y completar la información solicitada al ritmo que desee, pudiendo modificar la información en cualquier momento. Una vez que el usuario completa un cuestionario, obtiene una valoración sobre la situación (deficiente, correcta, avanzada,...) o actitud (reactiva, eficiente, proactiva,...) de la empresa respecto de un aspecto concreto (cómo gestiona los residuos, cómo gestiona sus vertidos, etc). Asimismo, el usuario obtiene un informe final básico sobre la realidad ambiental de la empresa, el cual pretende aportar un escenario para trabajar en la mejora ambiental de la misma.

Los cuestionarios propuestos, así como la información proporcionada a partir de que éstos sean completados, están estructurados en tres bloques:

- Organización y gestión
- Aspectos ambientales
- Aspectos laborales

Estos bloques a su vez, están organizados en diversos apartados:

- Organización y gestión
 - Situación Administrativa y legal: información relacionada con la ubicación de la empresa y las licencias, permisos, autorizaciones y declaraciones ambientales que esta posee.
 - Adecuación de la actividad: modificaciones y mejoras que ha sufrido la empresa así como adecuación a requisitos específicos según la actividad que realiza.

- Gestión Ambiental: evaluaciones ambientales realizadas o sistema de gestión ambiental implantado.
- Aspectos ambientales
 - Gestión de residuos.
 - Gestión de aguas residuales.
 - Gestión de emisiones.
 - Uso y gestión de sustancias químicas.
 - Uso y gestión de la energía.
- Aspectos laborales
 - Prevención y evaluación de los riesgos

El Observatorio dispone además de una serie de herramientas que pueden ayudar al usuario a completar y a profundizar en la información que el Autodiagnóstico le ha proporcionado. La normativa ambiental de aplicación se puede completar consultando la herramienta Buscador de legislación ambiental.

De todos los sistemas estudiados este es el que presenta mayor relación con la problemática planteada al inicio de la investigación, por esta razón se ha estudiado con más detalle. A pesar de esta relación, se identificaron algunos aspectos que impiden su total aplicación en la solución de dicha problemática:

- La metodología en que se basa para recopilar la información difiere de la que se emplea en Cuba en varios elementos.
- No se identificó un mecanismo que permitiera validar la existencia real de la empresa que se registra, ni la veracidad de los datos que se aportan.
- No se identificó un mecanismo para el monitoreo por parte de una consultoría ambiental.
- Está enfocado en empresas de los sectores metal, química, textil, madera, cerámica y agroalimentaria por tanto hay aspectos más generales, aplicables a empresas de otros sectores, que no contempla.
- No se tiene claridad de los elementos (dígase normativa, indicadores, etc.) en que se basa el sistema para dar la evaluación en cada aspecto.
- El resumen final que se obtiene, a pesar de que es una idea útil, solamente se limita a plasmar la evaluación obtenida en cada aspecto, y no constituye un resumen de la información aportada, por lo que la empresa no cuenta con un resumen de toda la información que aportó.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones planteadas anteriormente, se tomaron en cuenta varios elementos que ayudarán en el desarrollo de la solución final:

- El usuario aporta la información a través de cuestionarios que puede completar al ritmo que desee pudiendo modificar la información en cualquier momento.
- El informe final que se obtiene es una idea útil.
- La presentación de la información es de una forma muy agradable empleando íconos representativos de los diferentes conceptos que se manejan.
- La forma en que ha estructurado la información, organizada en diferentes aspectos, facilita su comprensión y accesibilidad.
- La idea de gestionar la normativa ambiental desde el sistema, facilita la búsqueda y el trabajo con estas a los especialistas.

En los dos epígrafes anteriores se han estudiado algunos tipos de sistemas informáticos que apoyan la gestión ambiental, así como ejemplos de algunos de ellos. A partir de este estudio se ha podido concluir que ninguno de los ejemplos se adapta completamente a las necesidades planteadas en la problemática inicial, lo que evidencia la necesidad de desarrollar un nuevo sistema. Además, debido a la particularidad de la situación inicial, se concluye que la nueva solución deberá mezclar elementos de los distintos tipos de sistemas estudiados para convertirla en una solución más completa. Estos elementos han sido identificados a partir del estudio de los ejemplos y han sido enunciados con anterioridad. Por tanto, la solución que se desarrollará, será un Sistema de Información Ambiental, con elementos de gestión, y algunos elementos gerenciales. Se decide además que sea una aplicación web para facilitar el acceso a la información, teniendo en cuenta que las diferentes empresas que GECYT asesora no tienen la misma ubicación geográfica.

Consideraciones finales del Capítulo 1

En el presente capítulo se ha realizado un estudio de algunos elementos teóricos que sustentan la investigación, luego del cual se obtienen las siguientes consideraciones finales:

- El concepto de Gestión Ambiental es definido por varios autores, evidenciándose varias tendencias, algunos más enfocados a la protección ambiental y otros al crecimiento empresarial, en este caso se asumen que se deben tener en cuenta los dos elementos.
- Existe diversa literatura que hace referencia a los SGA y la mayoría coincide en afirmar que los instrumentos más reconocidos, que constituyen referencia internacional, son la Norma ISO 14000 y el reglamento europeo EMAS.
- Tanto en la ISO 14000, en EMAS como en la mayoría de la literatura sobre SGA consultada, se coincide en que la realización del DA es un primer paso de significativa importancia para la implementación de un SGA y para un adecuado desempeño ambiental.
- Los sistemas de información, particularmente los sistemas de información ambiental, constituyen un importante soporte a la información ambiental, específicamente la generada en el proceso de DA.

- El estudio de diferentes tipos de sistemas de información ambiental y algunos ejemplos de ellos, permitió determinar que ninguno se adapta completamente a las necesidades planteadas en la problemática inicial, por lo que se decide desarrollar un nuevo sistema de información ambiental, con elementos de gestión y algunos elementos gerenciales. Sin embargo este estudio permitió identificar algunos aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de la nueva solución.

CAPÍTULO 2: PROCESO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN CUBA

En el presente capítulo se realiza una caracterización del proceso de Diagnóstico Ambiental en Cuba, el cual constituye la base teórica del sistema informático. Se detallan elementos de la empresa consultora así como de los instrumentos que se emplean en la realización del DA. Además se define la forma en que estos instrumentos se integran para dar solución a una de las problemáticas planteadas al inicio de la investigación y se describe la forma en que serán manejados por el sistema algunos elementos de la metodología.

2.1 GECYT

La empresa para la Gestión del Conocimiento y la Tecnología (GECYT), perteneciente al CITMA, basa su trabajo en un modelo integral de gestión empresarial validado internamente, identificado como el Modelo de Empresas de Alto Desempeño y Reconocimiento Social, que a la vez aplica, desarrolla y promueve en el país para el fortalecimiento del proceso de Perfeccionamiento Empresarial, brindando soluciones completas y a la medida, utilizando el conocimiento y las tecnologías del país o del exterior a partir de la subcontratación de consultores, instituciones especializadas y la capacidad propia que le permite disponer de una plantilla mínima de expertos en diferentes áreas de competencias clave.

GECYT orienta su actividad hacia la innovación organizacional con el objetivo de alcanzar mejores indicadores de desempeño de sus organizaciones clientes en los marcos del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano. A partir de esa orientación básica, desarrolla nuevos productos o mejora sustancialmente los existentes en correspondencia con las necesidades generales identificadas del sector empresarial cubano o los requerimientos específicos del cliente. Ofrece servicios relacionados con las etapas y pasos en el proceso de Perfeccionamiento Empresarial según la legislación vigente, entre los que se incluye la ejecución de productos tales como: estudios organizacionales, elaboración, actualización o asesorías para la implementación de los sistemas incluidos en el Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano, abarcando estos las líneas de Capital Humano, Mercadotecnia, Innovación Tecnológica, Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental entre otras asesorías a solicitud del cliente.

Particularmente dentro de la línea de Gestión Ambiental, se incluye la asesoría relacionada con la realización de DA, para lo cual se conforma un equipo de trabajo mixto, integrado por especialistas de GECYT y especialistas de la institución que desea realizar el DA. Dicho equipo se encargará de la elaboración del DA de la institución; en este punto los especialistas de la entidad son los facilitadores de la información y los especialistas de GECYT supervisan y guían el proceso. Una vez elaborado el DA, la empresa se encarga de mantenerlo actualizado.

En Cuba el DA se realiza con dos propósitos fundamentales:

- 1- Obtener la información ambiental necesaria para la posterior implantación de un Sistema de Gestión Ambiental.

2- Optar por el Reconocimiento Ambiental Nacional (RAN).

2.2 Reconocimiento Ambiental Nacional

El Sistema Nacional de Reconocimiento Ambiental, instituido por medio de la Resolución No. 27/2000, y modificado en la Resolución No. 135/2004 (Gaceta Oficial, 2005), constituye un instrumento de la gestión ambiental establecido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente con la finalidad de estimular y reconocer el trabajo de aquellas organizaciones y entidades de producción, servicios y de ciencia y técnica, que se han esforzado por mejorar su desempeño ambiental y han asumido compromisos y prácticas amigables con el medio ambiente.

Tiene como principales objetivos:

1. Incentivar la mejora continua del desempeño productivo y ambiental de las entidades involucradas y de esta manera contribuir a la solución de los principales problemas ambientales del país.
2. Favorecer el cumplimiento de los objetivos económico-sociales de las entidades involucradas sobre bases sustentables.
3. Contribuir a mejorar la imagen de las empresas cubanas y de los productos o servicios que comercializan.
4. Promover el cumplimiento de la legislación ambiental y las normas técnicas vigentes como requisito básico para alcanzar metas superiores.
5. Facilitar la participación de todas aquellas organizaciones que deseen contribuir al logro de mejoras sustanciales en la conservación del medio ambiente.

El RAN tiene dos categorías:

1. Reconocimiento Ambiental Nacional a Nivel Básico, que se otorga mediante diploma y resolución firmada por el Viceministro que atiende la esfera ambiental.
2. Sello Distintivo, que se otorga mediante un certificado y resolución firmada por quien suscribe y que se emite para:
 - a) Los sectores industrial, agropecuario y forestal a través del Sello de Industria o Empresa Más Limpia.
 - b) Los sectores científicos, turístico y de servicios, a través del Sello de Centro Responsable con el Medio Ambiente, Turismo o Servicio, según sea el caso.

Los interesados en obtener el RAN, en cualquiera de sus dos modalidades, deben cumplir los requisitos siguientes:

1. Contar con un diagnóstico del desempeño ambiental de la entidad, elaborado de acuerdo a la metodología establecida por la Autoridad Ambiental (en este caso el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA)).
2. Cumplir con las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país, que sean aplicables a la entidad.

3. Cumplir la disciplina tecnológica y buenas prácticas establecidas para el proceso o actividad de que se trate.
4. Tener definidas la política, objetivos, metas y programa de acción dirigidos a la mejora continua del desempeño ambiental.
5. Mantener adecuadas condiciones en el ambiente laboral y cumplir las medidas de protección a los trabajadores.
6. Tener aprobados planes de contingencias ante riesgos ambientales.
7. Contar con una percepción positiva por parte de la comunidad circundante y de las autoridades del gobierno local sobre el desempeño ambiental de la entidad.

De igual manera se tomará en consideración el cumplimiento de los planes de producción, financieros y técnico-económicos de la entidad.

EL proceso de otorgamiento del RAN comienza con la presentación de la solicitud por parte de la entidad aspirante, luego la evaluación de la Solicitud por la Delegación Territorial del CITMA, seguido por la evaluación en el CIGEA, y finalmente la tramitación para la aprobación del Reconocimiento en el nivel correspondiente, o de la negación del mismo en caso de no ser aprobado.

A lo largo de todo este proceso, y fundamentalmente en las tres primeras etapas, el DA elaborado por la entidad constituye el elemento esencial, y pasa por rigurosas revisiones, evaluando la calidad de la información aportada y su veracidad (la cual es comprobada in situ por un equipo de especialistas), además de su adecuación a la metodología establecida. Lo anterior es un argumento más que evidencia la importancia del DA en las entidades y de su correcta realización.

La metodología elaborada por el CIGEA para la realización del DA es de gran utilidad a las entidades y constituye la herramienta fundamental en la realización del mismo. A continuación se detallan los elementos fundamentales de esta metodología y otros instrumentos empleados para el DA.

2.3 Instrumentos para la realización del DA

Para la realización del DA se emplean cuatro instrumentos fundamentales:

1. La Metodología para la ejecución de los DA, definida por el CIGEA. Este es el instrumento fundamental para la realización del DA, pues es el que explica de forma más detallada, qué información debe contemplarse en el DA y cómo debe ser recopilada y plasmada en el informe final del DA.
2. La Lista de Chequeo definida por la norma NC-ISO 14001:2004 para el diagnóstico de gestión ambiental, que indica los elementos a comprobar.
3. La Lista de Chequeo correspondiente al Decreto 281:2007 para el diagnóstico de gestión ambiental, que también indica elementos a comprobar.

4. Documentos en formato Microsoft Excel, elaborados por GECYT, que sirven como guía en la forma de presentar y recoger la información que se explica en la Metodología.

El primer instrumento es de aplicación general en el país; las listas de chequeo las emplea GECYT como elementos de apoyo al proceso de DA, y el tercero es de elaboración propia y uso particular de GECYT, también como elemento de apoyo al proceso de DA.

2.3.1 Metodología definida por el CIGEA

La Metodología que emplea GECYT para la realización del DA fue desarrollada por el centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA) perteneciente al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba, y es la metodología que se utiliza en la ejecución de los DA, para la obtención del Reconocimiento Ambiental Nacional (RAN).

Esta metodología (CIGEA, 2011) propone la siguiente estructura para el DA:

1. Datos de los ejecutores del DA.
2. Datos de la entidad aspirante al RAN.
3. Localización y breve referencia a las condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está enclavada la entidad.
4. Desempeño básico de la entidad.
5. Evaluación del desempeño ambiental.

En el primer punto se incluyen los nombres, instituciones y especialidades de cada una de las personas participantes en la elaboración del diagnóstico.

En el segundo punto se incluyen los siguientes datos de la entidad: nombre, dirección, teléfono, fax, email, organismo a que pertenece, persona que la representa, breve descripción de todas las actividades que realiza, área que ocupa, número de trabajadores y fecha de inicio de actividades.

En el tercer punto se deben mencionar las principales especies de vegetación, flora y fauna predominantes en el entorno, e identificar los principales problemas ambientales existentes en el área de ubicación de la entidad.

En el cuarto punto se hace referencia al desempeño económico de la entidad, reflejando el cumplimiento del plan técnico-económico en los tres últimos años, utilizando los indicadores de mayor relevancia. Además se deben reflejar las calificaciones obtenidas en auditorías económicas y si la entidad se encuentra en Perfeccionamiento Empresarial. También se debe reflejar el establecimiento y cumplimiento de las buenas prácticas y procedimientos establecidos para el desarrollo de la actividad fundamental de la entidad.

En el quinto punto es donde se incluyen todos los elementos ambientales que se analizan en el DA. Dentro de este se incluyen los siguientes puntos:

- 5.1- Identificación y evaluación del cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables a la entidad.
- 5.2- Uso del agua.
- 5.3- Uso de la energía.
- 5.4- Calidad del aire.
- 5.5- Ruidos y vibraciones.
- 5.6- Residuales líquidos.
- 5.7- Residuos sólidos.
- 5.8- Productos químicos, combustibles, lubricantes.
- 5.9- Desechos peligrosos.
- 5.10- Uso de sustancias agotadora de la capa de ozono (SAO).
- 5.11- Áreas verdes, jardinería y áreas exteriores.
- 5.12- Consideración de los criterios ambientales en la política de compras y en las prácticas de almacenamiento.
- 5.13- Condiciones higiénico-sanitarias en la entidad.
- 5.14- Drenaje pluvial.
- 5.15- Ambiente laboral y manejo de riesgos.
- 5.16- Aplicación de la ciencia e innovación tecnológica en la mejora del desempeño ambiental.
- 5.17- Promoción de los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales y relación con los actores sociales.
- 5.18- Educación, información y capacitación ambiental.
- 5.19- Atención al hombre.
- 5.20- Playa-zona costera (para entidades localizadas o que desarrollan sus actividades en la misma).
- 5.21- Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad.
- 5.22- Definición de los elementos componentes del sistema de gestión ambiental (política, objetivos y metas ambientales, así como el programa de acción).

A continuación se detalla la información que se solicita en cada uno de los puntos anteriores.

5.1-Identificación y evaluación del cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables a la entidad.

En este punto se identifican las principales regulaciones ambientales vigentes aplicables a la entidad (que incluyen leyes, decretos-leyes, decretos, resoluciones y normas técnicas) teniendo en cuenta las actividades fundamentales y características propias de la entidad, y se evalúa el cumplimiento de estas regulaciones, reflejando las no conformidades con sus causas y posibles soluciones, el nivel de conocimiento por parte de los trabajadores y directivos y la disponibilidad o no en la entidad.

5.2- Uso del agua.

En este punto se describe el sistema de abastecimiento de agua de la entidad, detallando la fuente y empresa de suministro y describiendo la red de suministro interno de la entidad, así como el estado de la misma.

Además se detallan los métodos de control y los consumos de agua, reflejando los consumos de agua anuales totales y los índices de consumo por unidad en los últimos tres años, comparando estos índices con los planificados y con la norma de consumo vigente en Cuba.

También se refleja información relacionada con la calidad de las aguas y su control, refiriendo la existencia de una caracterización del agua de abasto que tenga vigencia, y si se ejecuta algún programa de muestreo o monitoreo, reflejando sus resultados.

5.3- Uso de la energía.

En este punto se reflejan la fuente o empresa suministradora de la energía; la existencia de procedimientos relativos al uso, operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, según criterios de buenas prácticas, encaminadas al ahorro y la eficiencia energética; además, donde proceda, se refleja el estado técnico y obsolescencia del equipamiento en las diferentes áreas de la entidad así como el estado de los aislamientos de las instalaciones de climatización, agua caliente y vapor de agua; se identifican las áreas con ineficiencias significativas; igualmente se hace referencia a la utilización de fuentes renovables y método de control de los consumos de portadores energéticos.

5.4- Calidad del aire

En este punto se abordan los problemas de calidad del aire. Se precisa si la entidad tiene conocimiento y control de sus emisiones y si se aplica una estrategia para la minimización de la generación de las emisiones a la atmósfera. Se reflejan los resultados del monitoreo de la calidad del aire en el entorno de la entidad, o de las emisiones generadas por la misma.

5.5- Ruidos y vibraciones

En este punto se identifican las fuentes emisoras de ruido y vibraciones. En caso de haberse realizado, los datos de mediciones de ruido.

En el caso de la existencia de áreas o locales con niveles de ruido que sobrepasan los establecidos como admisibles en las normas, se reflejarán las medidas que toma la entidad para minimizar y mitigar el efecto de este contaminante físico.

5.6- Residuales líquidos

En este punto se refleja si se aplica una estrategia para la minimización de la generación de residuales líquidos, si existe una caracterización actualizada de los residuales líquidos y si se ejecuta algún programa de muestreo, o de monitoreo y se brindan detalles acerca de los mismos.

Además se describe la disposición final de los efluentes, haciendo referencia al estado y calidad ambiental del cuerpo receptor de las descargas, así como a las características del mismo, su uso y categoría, según la norma aplicable.

También se debe reflejar el nivel de cumplimiento de la norma de vertimiento de residuales líquidos vigente, y se describen las prácticas de manejo de los lodos y residuos sólidos generados por el tratamiento y precisar si estas tienen autorización de la autoridad ambiental y sanitaria.

5.7- Residuos sólidos

En este punto se refleja si se aplica una estrategia para la minimización de la generación de residuos sólidos. También los tipos y cantidades totales de residuos sólidos generados en una unidad de tiempo (día, mes, año), expresadas en unidades de peso o volumen, se debe detallar el método utilizado para obtener los datos de las cantidades generadas.

Además se reflejan las cantidades y naturaleza de los residuos recuperables, indicando las cantidades generadas y las cantidades recuperadas en los últimos tres años. También se describen las prácticas de manejo de los residuos sólidos recuperables (colección, almacenamiento, transportación, entidad receptora, tratamiento, tipo de reúso o reciclaje) y las condiciones higiénico-sanitarias y de organización en las áreas de la entidad donde se realiza el manejo de los residuos sólidos generados, recuperables y no recuperables.

5.8- Productos químicos, combustibles, lubricantes

En este punto se describen los tipos, cantidades existentes o producidas, aplicación y requerimientos de uso y prácticas de manejo; se hace referencia a la gestión de envases vacíos; se refleja si ocurrieron derrames o escapes de estos productos en los últimos tres años y si existen procedimientos y disponibilidad de medios y materiales para enfrentar derrames accidentales. Además se hace referencia a la disponibilidad de fichas de información de los productos químicos utilizados; si existen productos químicos ociosos y caducados, se relacionan los tipos y cantidades y si la entidad cuenta con plan de manejo de estos aprobado por la autoridad correspondiente. Finalmente se hace referencia a la disponibilidad de medios de protección para el personal involucrado en la manipulación de los productos químicos existentes y al conocimiento que tienen los operarios acerca de los riesgos y peligros a los que están expuestos.

5.9- Desechos peligrosos

En este punto se refleja si se aplica una estrategia para la minimización de la generación de desechos peligrosos; se describen los tipos y cantidades existentes o producidas, así como procedimientos y prácticas de manejo; se hace referencia a la disponibilidad de plan de manejo de desechos peligrosos y precisar si el mismo está

aprobado por la autoridad ambiental. Igualmente se menciona la ocurrencia de derrames, escapes, vertimiento o disposición no planificada de estos desechos en los últimos tres años, así como a la existencia de procedimientos operativos y a la disponibilidad de medios, recursos materiales y tecnologías para enfrentar estas contingencias. Finalmente se hace referencia a la disponibilidad de medios de protección para el personal involucrado en el manejo de estos desechos y al conocimiento que tienen los operarios acerca de los riesgos y peligros a los que están expuestos.

5.10- Uso de sustancias agotadora de la capa de ozono (SAO)

En este punto se refleja el número de equipos de refrigeración y climatización, los refrigerantes que utilizan y el estado técnico y las prácticas de mantenimiento del equipamiento.

Además se hace referencia a si la entidad cuenta con una política de sustitución del equipamiento que usa sustancias agotadoras de la capa de ozono, se describen las acciones ya realizadas y las perspectivas y se reflejan los certificados con que cuenta la entidad, relacionados con este tema.

5.11- Áreas verdes, jardinería y áreas exteriores

En este punto se reflejan las especies predominantes, especificando si son autóctonas o introducidas, así como su estado de conservación y cuidado; las prácticas de control de plagas y malas hierbas; los tipos de abonos usados; las prácticas de tratamiento fitosanitario; una descripción del sistema de riego empleado; así como la organización, higiene y estética de las áreas exteriores de la entidad, incluyendo las que no son verdes.

5.12- Consideración de los criterios ambientales en la política de compras y en las prácticas de almacenamiento

En este punto se refleja si la entidad tiene una política definida con respecto a la adquisición de productos y tecnologías amigables con el medio ambiente; se especifica si las tecnologías y productos adquiridos en los últimos años han reportado beneficios ambientales y se refleja las prácticas de almacenamiento de los insumos adquiridos y se evalúa el cumplimiento de las normas vigentes.

Además se debe hacer referencia al estado constructivo y organizativo de los almacenes, a las prácticas relativas al control de inventarios y rotación de los productos y a la existencia de materias primas, materiales e insumos vencidos, deteriorados u ociosos.

5.13- Condiciones higiénico-sanitarias en la entidad

En este punto se describen las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas de la entidad reflejando si cuenta con licencia sanitaria; además se hace referencia a la presencia o ausencia de vectores de enfermedad así como las medidas de enfrentamiento a los mismos y la empresa que realiza el control.

5.14- Drenaje pluvial

En este punto se describe el sistema de drenaje pluvial de las edificaciones y de las áreas exteriores y se realiza una evaluación de su funcionamiento. Además se refleja si existen filtraciones en techos y paredes y áreas con mal drenaje, donde se acumule el agua, o si la entidad ha ejecutado acciones que han afectado el drenaje de áreas o edificaciones aledañas a ella.

5.15- Ambiente laboral y manejo de riesgos

En este punto se tratan dos aspectos fundamentales, la protección e higiene del trabajo y la prevención, preparación y respuesta a situaciones de emergencia.

Dentro de la protección e higiene del trabajo se refleja el cumplimiento de las normas y legislación vigente en materia de ambiente laboral y las medidas de protección de la salud de los trabajadores. También se refleja la existencia de inventario de los riesgos ambientales, realizado según la Resolución vigente del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y se explica cómo se garantiza la protección de los trabajadores expuestos, cuál es su nivel de conocimiento sobre esta problemática y cómo está concebida la prevención de estos riesgos. Además se refleja si la entidad cuenta con sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo certificado según la NC 18001: 2005 “Seguridad y Salud en el Trabajo”. Además se refiere a la política de asignación de recursos para la seguridad y salud; los resultados de los chequeos médicos efectuados a los trabajadores expuestos a peligros ambientales y se hace referencia a la existencia de enfermedades profesionales asociadas a factores ambientales presentes en las áreas de trabajo.

Dentro del aspecto prevención, preparación y respuesta a situaciones de emergencia se refleja información sobre el historial de accidentes e incidentes de relevancia ambiental de la entidad en los últimos 10 años; las principales vulnerabilidades de la entidad ante fenómenos naturales o ante situaciones de peligro existentes en sus propias instalaciones; la existencia de un plan de reducción de desastres que abarque todos los peligros a los que la entidad está expuesta; el nivel de seguridad y protección contra incendios que posee la entidad, avalado por la autoridad correspondiente y si en la planificación técnico-económica de la entidad se prevén recursos para reducir vulnerabilidades.

5.16- Aplicación de la ciencia e innovación tecnológica en la mejora del desempeño ambiental

En este punto se refleja si la problemática ambiental de la entidad se ha incorporado al banco de problemas y se relacionan los principales problemas del banco que tienen incidencia ambiental. También se relacionan las soluciones generadas por los trabajadores a problemas ambientales de la entidad o del sector, cuya aplicación ha reportado beneficios económicos, ambientales o sociales tangibles.

También se reflejan los trabajos sobre el tema ambiental o con incidencia en el mismo, presentados en los Forúms de Ciencia y Técnica o en la ANIR, en los últimos tres años, y se explica su impacto en la mejora del desempeño ambiental de la entidad.

Además se indica si la entidad utiliza técnicas de benchmark (técnicas de comparación) para evaluar su desempeño ambiental con respecto a otras entidades similares, tanto del ámbito nacional, como internacional, a fin de promover mejoras.

5.17- Promoción de los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales y relación con los actores sociales

En este punto se refleja si la entidad promueve los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales entre sus trabajadores y otros actores con los que interactúa; si la entidad ha establecido códigos de conducta o declaraciones de principios y valores éticos, que incluyen el compromiso social y ambiental, y a la forma en que controla su cumplimiento. Se precisa si existen convenios de colaboración o intercambio con instituciones del territorio, escuelas, círculos infantiles, instituciones de salud, o con la comunidad residente y las autoridades del territorio así como los aportes realizados a programas y proyectos de mejora social y ambiental que se desarrollan en el ámbito comunitario. Además se precisa si han existido incidentes, no conformidades y quejas por parte de la comunidad o de otras entidades y actores sociales, relacionadas con el desempeño ambiental de la entidad y si esta ha recibido algún reconocimiento nacional, internacional, territorial o sectorial por su desempeño ambiental.

5.18- Educación, información y capacitación ambiental

En este punto se hace referencia al nivel de conocimiento de la temática ambiental que tienen los trabajadores y directivos; se refleja si cada trabajador conoce los impactos ambientales que ocasiona en su puesto de trabajo y sus responsabilidades en esta materia. Además se precisan las necesidades de capacitación identificadas y se incluye el programa de capacitación ambiental del año en curso, que contiene las actividades a realizar en cada mes.

5.19- Atención al hombre

En este punto se reflejan las condiciones de trabajo del personal así como las mejoras realizadas en los últimos tres años; el número y porcentaje de trabajadores y directivos que en los últimos cinco años han participado en programas de calificación y desarrollo y los temas y tipos de programas en los cuales han participado.

5.20- Playa-zona costera (para entidades localizadas o que desarrollan sus actividades en la misma)

En este punto se describen las actividades desarrolladas en la zona costera y los problemas ambientales detectados; se hace referencia a las medidas tomadas por la entidad para contribuir al manejo integrado y protección de esta zona, indicando si la misma se encuentra bajo Régimen de Manejo Integrado Costero; se describe el estado de la playa y las afectaciones que sufre la misma así como los métodos de limpieza y entidad a cargo.

5.21- Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad

En este punto, para las actividades de la entidad definidas previamente, se identifican los aspectos asociados e impactos ambientales significativos, indicando el carácter del impacto y su valoración.

5.22- Definición de los elementos componentes del Sistema de Gestión Ambiental

En este punto, con base en los resultados del DA y en la problemática ambiental identificada, se definirán de forma preliminar, la política, objetivos y metas ambientales, así como las acciones para su cumplimiento y los indicadores de desempeño ambiental.

2.3.2 Lista de Chequeo de NC ISO 14001:2004

La NC ISO 14001:2004 Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso, es la norma que se ha establecido en Cuba para guiar el proceso de implantación de un SGA. Esta está complementada con varios instrumentos anexos que apoyan este proceso. Uno de estos anexos es la Lista de Chequeo para el Diagnóstico de Gestión Ambiental según la NC ISO 14001:2004. La lista de chequeo es otro de los instrumentos que emplea GECYT para la realización del DA en las diferentes instituciones. Esta permite comprobar diferentes elementos del SGA indicando en qué medida están instaurados, es decir permite verificar si la organización documenta, implementa, mantiene y mejora continuamente estos elementos del SGA de acuerdo con los requisitos de la norma.

En la lista se comprueban elementos relacionados con:

- Requisitos Generales del SGA;
- Política Ambiental;
- Planificación, y dentro de este aspecto elementos relacionados con:
 - Aspectos Ambientales
 - Requisitos Legales y otros Requisitos
 - Objetivos, Metas y Programas
- Implementación y Operación, y dentro de este aspecto elementos relacionados con:
 - Recursos, Funciones, Responsabilidad y Autoridad;
 - Competencia, Formación y Toma de Conciencia;
 - Comunicación;
 - Documentación;
 - Control de Documentos;
 - Control Operacional;

- Preparación y Respuesta ante Emergencias
- Verificación, y dentro de este aspecto elementos relacionados con:
 - Seguimiento y medición;
 - Evaluación del Cumplimiento Legal;
 - No Conformidad, Acción Correctiva y Acción Preventiva;
 - Control de los registros;
 - Auditoría Interna
- Revisión por la Dirección.

Esta lista de chequeo constituye un útil instrumento para el DA, pues permite verificar el cumplimiento o no de varios aspectos relacionados con el desempeño ambiental de la entidad, sin embargo no indica cómo comprobarlos. Es por esto que debe emplearse como un instrumento complementario, pues ella en sí misma no constituye una metodología a seguir.

2.3.3 Lista de Chequeo de Decreto 281:2007

El Decreto 281:2007 Reglamento para la implantación y consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Estatal (Decreto 281, 2007), elaborado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, establece las características, principales normas técnicas y de actuación, los diferentes procedimientos, las facultades delegadas a las empresas y organizaciones superiores de dirección y enmarcamientos que se establecen en el desarrollo para la implantación del Sistema de Dirección y Gestión. El proceso de Perfeccionamiento Empresarial tiene como objetivo garantizar la implantación de un Sistema de Dirección y Gestión (SDG) en las empresas estatales y organizaciones superiores de dirección que logren un significativo cambio organizativo al interior de las mismas y gestionar integralmente los sistemas que la componen.

Entre los sistemas que componen el SDG se encuentra el Sistema de Gestión Ambiental. La incorporación de la gestión ambiental en los procesos productivos y de servicios, de las empresas que aplican en SDG, tiene el propósito de prevenir, reducir y finalmente eliminar los impactos negativos que estos procesos causan al medio ambiente, asegurando la protección y preservación de los recursos naturales sobre los cuales se sustenta la producción de bienes y servicios. Es una necesidad social insoslayable de las empresas proteger al ambiente.

En este documento se plantea que la empresa que aplica el SDG para considerar adecuada su gestión ambiental, uno de los requisitos que debe cumplir es la elaboración del diagnóstico ambiental de la empresa. Para esto se ha elaborado un Lista de Chequeo para el Diagnóstico de Gestión Ambiental que permite comprobar algunos elementos relacionados con el SGA de la institución. En esta lista se comprueban elementos similares a los de la Lista de Chequeo de la NC ISO 14001:2004 pero organizados de forma diferente, y además se comprueban algunos elementos más específicos que en la otra lista no se comprueban, por tanto constituye

también un complemento útil que contribuye a que la información que se comprueba sea más completa. La principal diferencia es que esta comprueba algunos aspectos más relacionados con los resultados que se han obtenido de la implementación del SGA, y cómo este ha impactado a la empresa en temas económicos, reducción de consumos, ahorros, etc.

2.3.4 Documento de Desempeño Ambiental

El Anexo Desempeño Ambiental es un documento en formato Microsoft Excel, elaborado por especialistas de GECYT para facilitar el trabajo de presentar la información que se solicita en la Metodología, pues en esta se indica qué información aportar, pero en algunos casos no se indica específicamente cómo estructurarla. Este documento en formato Microsoft Excel consta de varias tablas que organizan mejor la información y permiten aportar datos más específicos.

El documento está organizado en diferentes segmentos, que se corresponden en parte con los acápites de la metodología. Los segmentos son los siguientes:

- Problemas e Impactos Ambientales donde se deben relacionar los principales problemas e impactos ambientales que genera la entidad y sus actividades.
- Política, estrategia, objetivos, metas y acciones ambientales donde se deben relacionar las acciones para contrarrestar los impactos ambientales negativos y completar otros datos sobre cada una de ellas.
- Cumplimiento de la Legislación Ambiental donde se deben listar las regulaciones ambientales a cumplimentar y completar otros datos sobre cada una de ellas.
- Cumplimiento de las normas técnicas y procedimientos donde se deben relacionar las normas técnicas, procedimientos e instructivos que se aplican y completar otros datos sobre cada uno de ellos.
- Plan de mantenimiento preventivo y correctivo. (se puede quitar)
- Monitoreo, donde se deben relacionar los indicadores ambientales que se monitorean por cada proceso, y completar otros datos sobre los monitoreos.
- Aplicación de la Ciencia y la Técnica, donde se deben relacionar los principales resultados científicos, indicando para cada problema ambiental identificado, la cantidad de trabajos realizados para su solución.
- Consumo de energía, donde se deben aportar datos sobre los consumos de electricidad y de combustible, y se debe hacer referencia a los programas de uso eficiente y ahorro de energía.
- Consumo de agua, donde se deben aportar datos sobre los consumos de agua, el estado de las redes hidráulicas y algunos datos de calidad del agua.
- Residuales líquidos, donde se deben aportar datos sobre el volumen generado por tipo de residual y su tratamiento.

- Residuales sólidos, donde se deben aportar datos sobre el volumen generado y su plan de manejo.
- Desechos peligrosos, donde se deben relacionar los desechos peligrosos que se generan indicando su volumen y el tipo de tratamiento que reciben.
- Residuales gaseosos o emisiones a la atmósfera, donde se deben relacionar las principales fuentes emisoras, los indicadores y mediciones realizadas, así como otros datos sobre estas.
- Ruidos, donde se deben relacionar las evidencias y percepción de ruidos y vibraciones, las mediciones realizadas, así como otros datos sobre estas.
- Productos, materias primas y otros insumos, donde se deben relacionar todos los productos, materias primas e insumos que se utilizan en la entidad, por cada proceso, así como otros datos sobre estos.
- Valores culturales e históricos, donde se relacionan los vínculos existentes con la o las comunidades aledañas y el compromiso de la entidad con la calidad ambiental de estas.
- Educación ambiental, donde se relacionan las acciones de capacitación y concientización desarrolladas para los trabajadores y directivos sobre temas ambientales.
- Protección y prevención, donde se deben indicar datos sobre el plan de protección e higiene del trabajo y la relación de riesgos ambientales, así como otros datos sobre estos.
- Aspectos económicos, donde se deben indicar datos sobre los principales indicadores económicos de la empresa.
- Evaluación de los impactos ambientales, donde se deben relacionar, por cada problema ambiental, los impactos ambientales generados con sus datos correspondientes.

Este documento es extenso y complejo, por lo que se considera que no debe ser el soporte ideal para manejar la información ambiental generada en el proceso de DA.

2.4 Cómo el sistema informático integra los instrumentos que se utilizan en el DA

Una de las problemáticas planteadas al inicio de la investigación consistía en la diversidad de formato en que solicitaban la información los diferentes instrumentos utilizados para la realización del DA, así como el hecho de tener que aportar la misma información varias veces dada la heterogeneidad de dichos instrumentos. Con la idea de contribuir a la solución de esta problemática, uno de los objetivos fundamentales del sistema informático que se desarrollará es que logre una integración entre todos estos instrumentos. Luego de estudiar cada uno de estos instrumentos, se propone que el sistema logre esa integración de la siguiente manera:

- 1- El sistema se guiará fundamentalmente por la Metodología, es decir, el orden lógico que seguirá y la información que solicitará es la que establece la Metodología. Sin embargo esta, en algunos casos, no es totalmente explícita en cómo recoger determinada información, o en el formato que esta debe tener, o qué datos específicos aportar en algunos aspectos.
- 2- La forma en que se recogerá la información, es decir la estructura que tendrá la información en las interfaces de usuario es semejante en muchos casos a la estructura que tienen algunas partes del documento Anexo III Desempeño Ambiental (Excel), este documento ha servido de guía en la forma de recoger la información, sobre todo la información numérica, y otros datos que se pueden organizar en forma de tablas.
- 3- Los Anexos I y II, las Listas de Chequeo de la NC ISO 14001 y del Decreto 281, respectivamente también estarán integradas al sistema, pues todos los elementos que en estas se verifican, han sido incorporados en las diferentes partes del diagnóstico que estén relacionados con cada uno de los puntos. Serán evaluados como un dato más dentro de cada parte del diagnóstico, pero serán guardados en un lugar diferente dentro de la base de datos, de tal forma que cuando el DA esté concluido, el sistema pueda generar automáticamente, como elementos adicionales del DA, las dos listas de chequeo, con la evaluación correspondiente en cada uno de los puntos.

De esta forma se logrará que todos los instrumentos estén integrados en uno solo, el sistema informático; que la información se aporte solamente una vez, y además se contribuirá al control de la información y a su seguridad, problemáticas planteadas también al inicio de la investigación.

2.5 Cómo el sistema informático maneja los elementos de la metodología

A continuación se definen algunos elementos que permitirán un mejor manejo y representación de la información en el sistema informático.

Estructura de la información en el sistema informático

Teniendo en cuenta el estudio realizado en el capítulo anterior sobre diferentes sistemas informáticos y su forma de estructurar la información ambiental se ha reorganizado la información que tendrá el DA en el sistema informático. Se han respetado totalmente los aspectos que se evalúan según la Metodología, solamente se han agrupado algunos aspectos bajo un nombre representativo de los elementos que agrupa, con el objetivo de que los puntos que componen el DA sean elementos más generales, y no una larga lista de puntos específicos.

Finalmente, la estructura que tendrá el DA en el sistema informático será la siguiente:

- 1. Aspectos Generales.** En este punto se agruparán los siguientes puntos de la metodología: 1-Datos de los ejecutores, 2-Datos de la entidad, 3-Localización y breve referencia a las condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está enclavada la entidad y 4-Desempeño básico de la entidad

2. Desempeño Ambiental

2.1. Regulaciones Ambientales. Esta es la denominación que se le dará en el sistema informático al punto 5.1-Identificación y evaluación del cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables a la entidad, de la Metodología.

2.2. Agua

2.3. Energía

2.4. Aire

2.5. Ruidos y vibraciones

2.6. Residuos. Bajo esta denominación se han agrupado los puntos 5.6-Residuos líquidos, 5.7-Residuos sólidos y 5.9-Desechos peligrosos, de la Metodología.

2.7. Productos químicos y sustancias agotadoras de la capa de ozono. Bajo esta denominación se han agrupado los puntos 5.8-Productos químicos, combustibles, lubricantes y 5.10-Uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono, de la Metodología.

2.8. Drenaje pluvial

2.9. Áreas verdes, jardinería y áreas exteriores. En este punto se incluirá además el punto 5.20-Playa-Zona costera, para las entidades localizadas o que desarrollan sus actividades en la misma.

2.10. Política de compras y prácticas de almacenamiento. Esta es la denominación que se le dará en el sistema al punto 5.12-Consideración de los criterios ambientales en la política de compras y en las prácticas de almacenamiento.

2.11. Ambiente laboral. Bajo esta denominación se agruparán los puntos 5.13-Condiciones higiénico-sanitarias en la entidad, 5.15-Ambiente laboral y manejo de riesgos y 5.19-Atención al hombre, de la Metodología.

2.12. Ciencia e innovación tecnológica

2.13. Educación ambiental. Bajo esta denominación se agruparán los puntos 5.17-Promoción de los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales y relación con los actores sociales y 5.18-Educación, información y capacitación ambiental, de la Metodología.

2.14. Impactos ambientales. Esta es la denominación que se le dará en el sistema al punto 5.21-Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad.

Es importante destacar que esto no constituye una modificación de la Metodología, simplemente se ha modificado la forma en que la información contemplada en la Metodología será representada en el sistema informático.

Además el sistema debe facilitar el trabajo con algunos elementos de la metodología, los que se detallan a continuación.

En el punto **2.1- Regulaciones Ambientales**, el sistema facilitará esta tarea poniendo a disposición del usuario una lista con las regulaciones ambientales vigentes a nivel nacional y los usuarios solamente tendrán que seleccionar las que sean aplicables a su entidad, y a las seleccionadas realizarle la evaluación. Esta lista de regulaciones vigentes debe ser gestionada por el especialista de GECYT que esté a cargo de administrar el sistema, y tendrá la responsabilidad de mantenerla actualizada. Además, estas regulaciones deben tener una correcta clasificación, de forma tal que ayude a los especialistas de las empresas que realizan el DA a seleccionar las que le son aplicables según las actividades fundamentales de su entidad.

En el punto **2.2- Agua**, el sistema facilitará esta tarea poniendo a disposición del usuario una lista de los índices de consumo de agua por unidad más utilizados, para que este seleccione los que son aplicables a su entidad según las actividades que realiza, y aporte el dato en cada caso, pero además le brindará la posibilidad de incorporar nuevos índices que no estén en la lista, los cuales serán guardados por el sistema y estarán disponibles para usuarios de otras empresas.

Algunos ejemplos de índices que incorpora el sistema son:

ACTIVIDAD	ÍNDICE DE CONSUMO
Oficina	m ³ /trabajador
Hospital	m ³ /cama
Comedor	m ³ /comensal
Fregado de medios de transporte	m ³ /unidad
Riego	L/m ² de área verde
Limpieza de pisos	L/m ² de área
Crianza de animales	L/cabeza de ganado
Hoteles	m ³ /habitación noche ocupada
Producción industrial	m ³ /hL de cerveza
	m ³ /t de embutido
	L/frasco de medicamento
	m ³ /t de conservas vegetales
Mataderos	m ³ /cabeza de ganado sacrificado
Lavandería	m ³ /kg de ropa seca
Termoeléctricas	GW.h producido

Tabla 1: Índices de consumo de agua.

Además el sistema, a partir de los datos del plan y el real de consumo, calculará el consumo total y el por ciento de cumplimiento y señalará cuando ocurra un incumplimiento del plan. El sistema no solo comparará con los planes de consumo anuales, sino también evaluará la tendencia en el tiempo (comparación de los

indicadores del año en curso con respecto a los correspondientes a los dos años anteriores), a fin de constatar progreso o retroceso.

En el punto **2.3- Energía**, de la misma forma que en los consumos de agua, el sistema a partir de los datos del plan y el real de consumo, calculará el consumo total y el por ciento de cumplimiento y señalará cuando ocurra un incumplimiento del plan. Además evaluará la tendencia en el tiempo.

En el punto **2.12- Ciencia e innovación tecnológica**, el sistema facilitará esta tarea poniendo a disposición del usuario una lista con los principales problemas ambientales que se han ido incorporando al DA en cada uno de los puntos, de forma tal que el especialista pueda indicar de cada uno de estos problemas la cantidad de trabajos realizados relacionados con su solución.

Además se considerarán como innovaciones las siguientes:

- Invenciones reconocidas y aplicadas.
- Resultados aplicados de proyectos de investigación-desarrollo e innovación.
- Transferencias de tecnologías que han sido asimiladas, adaptadas y están en explotación.
- Mejoras tecnológicas, organizativas y de gestión que han sido aplicadas.
- Otras ideas y métodos que, como consecuencia de su aplicación en la práctica, reportan beneficios económicos, ambientales y sociales.

Estas categorías las incorporará el sistema para facilitar el trabajo a los especialistas y contar con esta información de forma organizada según su clasificación.

En el punto **2.13- Educación Ambiental**, el sistema permitirá, como elemento adicional, generar el Plan de Capacitación Ambiental de la entidad, a partir de las actividades de capacitación previamente incorporadas.

En el punto **2.14- Impactos Ambientales**, el sistema facilitará esta tarea poniendo a disposición del usuario una lista con las actividades fundamentales de la entidad, añadidas previamente, de forma tal que el usuario pueda indicar de cada actividad, sus aspectos ambientales asociados.

Además el sistema facilita otros elementos de forma general, como son la comparación con las normas vigentes, en varios puntos donde se requiere. Relacionado con esta comparación el sistema debe permitir, luego que el DA esté terminado, generar un reporte sobre el cumplimiento de las normas, como un elemento adicional que se considera útil fundamentalmente a los directivos de las organizaciones.

Por otro lado el sistema puede ir agrupando en un mismo lugar, los problemas ambientales que se incorporan en cada uno de los aspectos del DA, de forma tal que cuando el DA esté terminado, se pueda generar un resumen con los principales problemas ambientales identificados en la entidad, elemento adicional que también se considera útil fundamentalmente a los directivos de las organizaciones.

También el sistema le da un tratamiento diferenciado a los datos sobre muestreos, que se incluyen en varios aspectos del DA, de forma tal que esta información se tenga almacenada en el sistema de una manera que facilite su posterior acceso o consultas específicas a la base de datos que se incorporen en versiones posteriores del sistema.

Un elemento importante que se obtiene como resultado del Diagnóstico Ambiental, es el Informe del Diagnóstico Ambiental, en este caso, a partir de los datos proporcionados por los especialistas, el sistema debe generar de forma automática el Informe del Diagnóstico, garantizando que este cumpla con el formato requerido y evitando este trabajo a los especialistas.

Teniendo en cuenta que el Diagnóstico Ambiental contempla varios aspectos, el sistema debe indicar a los especialistas los aspectos que se han completado ya, y los que faltan por completar, y no debe permitir que se finalice el Diagnóstico y se genere el Informe del Diagnóstico hasta que todos los aspectos no hayan sido completados.

Consideraciones finales del Capítulo 2

En el presente capítulo se ha realizado un estudio de algunos elementos específicos que involucra el proceso de Diagnóstico Ambiental en Cuba, luego del cual se obtienen las siguientes consideraciones finales del Capítulo 2:

- El estudio de los elementos relacionados con el RAN evidenció que en este proceso el DA es un elemento esencial, que su adecuación a la Metodología establecida por el CIGEA es de vital importancia, y por tanto esta Metodología debe constituir el elemento rector en el proceso de DA.
- El estudio detallado de la Metodología permitió obtener cada uno de los aspectos que contendrá el DA en el sistema informático, los cuales se han reorganizado para lograr una estructura más sintetizada y comprensible. El estudio de los demás instrumentos para la realización del DA, también aportó ideas sobre cómo representar la información en el sistema informático.
- El sistema informático facilitará el trabajo con algunos elementos de la metodología a partir de desagregar algunos aspectos que se tratan de forma muy general en esta, incorporar comparaciones con las normas, y generar resúmenes de algunos aspectos relevantes, entre otros elementos de apoyo.
- El sistema integrará los instrumentos que se utilizan en el DA a partir de contener todos los aspectos que se indican en la Metodología, organizados de forma similar a como se representan en el Documento de Desempeño Ambiental y además incorporando en cada aspecto relacionado, los elementos que se evalúan en las listas de chequeo.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO

Luego de estudiar en el Capítulo 1 algunos tipos y ejemplos de sistemas informáticos para la información ambiental e identificar entre sus principales características las que se tendrán en cuenta para la solución final; y en el Capítulo 2 estudiar en detalle el proceso a informatizar, se decide desarrollar un sistema informático para la realización de Diagnósticos Ambientales con tecnologías de software libre. En el presente capítulo se describe a grandes rasgos el proceso de desarrollo de dicho sistema informático, partiendo del estudio de las herramientas y tecnologías a utilizar, y de la definición de las principales características del sistema. Se describen los principales conceptos relacionados con el dominio del problema, se identifican las funcionalidades del sistema, y se muestran algunos elementos de diseño e implementación. Finalmente se realiza la validación del sistema a través de pruebas

3.1 Tecnologías y herramientas para el desarrollo del sistema informático

Para el desarrollo de un sistema informático es de gran importancia la correcta selección de herramientas y tecnologías, a continuación se presentan brevemente las que se emplean en la solución final.

3.1.1 Lenguaje de Modelado

Un lenguaje de modelado es un lenguaje cuyo vocabulario y reglas se centran en la representación conceptual y física de un sistema.

En este caso se utilizará el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) que es un lenguaje estándar de modelado para software, para la visualización, especificación, construcción y documentación de los artefactos de un proceso de desarrollo. Básicamente permite a los desarrolladores visualizar los resultados de su trabajo en esquemas o diagramas estandarizados, y les proporciona un vocabulario que incluye tres categorías: elementos, relaciones y diagramas. También proporciona mecanismos de extensibilidad, los cuales permiten a sus usuarios refinar su sintaxis y su semántica, ajustándose a un sistema, proyecto o proceso de desarrollo específico si es necesario (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2000).

UML permite modelar sistemas utilizando técnicas orientadas a objetos; especificar todas las decisiones de análisis, diseño e implementación, construyéndose así modelos precisos, completos y sin ambigüedad; es un lenguaje muy expresivo y flexible que cubre todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar los sistemas. Todas estas características lo convierten en uno de los estándares más aceptados internacionalmente, y se decide su utilización.

3.1.2 Lenguajes de programación

PHP

Hypertext Pre-Processor (PHP), en su versión 5.6.12, es un lenguaje interpretado de alto nivel embebido en páginas HTML. Su interpretación y ejecución ocurren en el servidor web, en el cual se encuentra almacenado el script, el cliente sólo recibe el resultado de la ejecución. Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página web, generada por un script PHP, el servidor ejecuta el intérprete de PHP, el cual procesa el script solicitado que generará el contenido de manera dinámica, pudiendo modificar el contenido a enviar y regresa el resultado al servidor, el cual se encarga de regresárselo al cliente. Brinda soporte a una gran cantidad de sistemas gestores de bases de datos (PHP - Sitio Oficial).

HTML 5

HTML 5 es la quinta revisión del lenguaje HTML (Hyper Text Markup Language que en español se traduce como lenguaje de marcado de hipertexto). Se utiliza como lenguaje de programación en el lado del cliente para la definición de estilos lógicos en documentos de hipertexto, siendo el medio principal para la creación de información en Internet. HTML se limita a describir la estructura y el contenido de un documento, nunca el formato de la página y su apariencia. Este lenguaje permite visualizar las páginas con cualquier sistema operativo y, por supuesto también crearlas. Una característica especial de HTML 5 es que es el resultado de agrupar varias especificaciones relacionadas al desarrollo de páginas web como: HTML 4, XHTML 1⁴, DOM nivel 2⁵, y algunos elementos de CSS. Además se menciona a HTML 5 como la tecnología que permitirá reemplazar a Adobe Flash⁶, dada su capacidad para integrar elementos multimedia (Castro, 2013).

CSS

Según la W3C (W3C - Sitio Oficial) CSS, Cascading Style Sheets (Hojas de Estilo en Cascada), es un mecanismo simple que describe cómo se va a mostrar un documento en la pantalla, o cómo se va a imprimir. Esta forma de descripción ofrece a los desarrolladores el control total sobre estilo y formato de sus documentos, permitiendo manejar, al mismo tiempo, el estilo y formato de múltiples páginas Web HTML y XML, separando el contenido de la presentación. Específicamente se empleará CSS 3.

JavaScript

Se trata de un lenguaje de programación del lado del cliente, pues es el navegador el que soporta la carga de procesamiento. Se emplea principalmente para crear páginas web dinámicas y gracias a su compatibilidad con la mayoría de los navegadores modernos, es uno de los lenguajes de programación del lado del cliente más utilizado. El navegador del cliente es el encargado de interpretar las instrucciones JavaScript y ejecutarlas para realizar efectos e interactividades. Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web (Eguiluz, 2012).

Framework o marcos de trabajo

⁴ Es una variante de HTML que usa la sintaxis de XML.

⁵ Document Object Model - Modelo de objetos del documento.

⁶ Plataforma multimedia que se utiliza para crear animaciones en páginas de Internet.

Un framework (o marco de trabajo) simplifica el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes; proporciona estructura al código fuente, forzando al desarrollador a crear código más legible y más fácil de mantener; y facilita la programación de aplicaciones, ya que encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas (Potencier & Zaninotto, 2008).

Los framework para el desarrollo de aplicaciones basadas en el lenguaje seleccionado (PHP), son útiles puesto que en su mayoría están basados en el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual facilita la implementación y posterior soporte a secciones de la aplicación a desarrollar. Los framework para PHP, implementan mecanismos de autenticidad y control de acceso, facilitan la integración con Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD), brindan opciones para la internacionalización del producto implementado y usan configuraciones por defecto que son, en su mayoría, las más usadas (Tupe & Cisneros, 2008).

Symfony 2

Symfony es un completo framework diseñado para optimizar, gracias a sus características, el desarrollo de las aplicaciones web. Para empezar, separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Además, automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por completo a los aspectos específicos de cada aplicación. Está desarrollado completamente con PHP 5, es compatible con la mayoría de gestores de bases de datos y se puede ejecutar tanto en plataformas *nix (Unix, Linux, etc.) como en plataformas Windows (Potencier & Zaninotto, 2008).

Symfony2 es la versión más reciente de Symfony, el popular framework para desarrollar aplicaciones PHP. Se anunció por primera vez a principios de 2009 y supone un cambio radical tanto en arquitectura interna como en filosofía de trabajo respecto a sus versiones anteriores. Ha sido ideado para aprovechar al máximo todas las nuevas características de PHP 5.3 y por eso es uno de los frameworks PHP con mejor rendimiento. Su arquitectura interna está completamente desacoplada, lo que permite reemplazar o eliminar fácilmente aquellas partes que no encajan en el proyecto (Maestros de la Web, 2012). Se empleará específicamente en su versión 2.3.4.

jQuery

jQuery en su versión 2.0.0, es un framework de JavaScript compatible con CSS3 y con diferentes navegadores como Firefox. Su objetivo principal es hacer la programación mucho más fácil y rápida del lado del cliente. Con jQuery se pueden producir páginas dinámicas en relativamente corto tiempo. Es gratis y el código fuente puede ser modificado y adaptado siguiendo las políticas de las licencias MIT y GPL2. Facilita la manipulación de páginas HTML, el manejo de eventos, animaciones y el trabajo con Ajax. Su combinación de versatilidad y extensibilidad ha cambiado la forma en que los desarrolladores escriben JavaScript (jQuery - Sitio Oficial).

Bootstrap

Bootstrap en su versión 3.0, es un framework diseñado para simplificar el proceso de creación de diseños web. Para ello ofrece una serie de plantillas CSS y de ficheros JavaScript, los cuales permiten conseguir interfaces que funcionen de manera brillante en los navegadores actuales y un diseño que pueda ser visualizado de forma correcta en distintos dispositivos y a distintas escalas y resoluciones. Además admite una mejor integración con otros frameworks que se usan habitualmente, como por ejemplo jQuery y un diseño sólido basado en herramientas actuales y potentes como CSS3/HTML (Genbeta, 2013).

3.1.3 Herramientas

Herramienta CASE

Las herramientas CASE, de sus siglas en inglés Computer-Aided Software Engineering (Ingeniería de Software asistida por computadora) son aplicaciones informáticas enfocadas a la automatización del proceso de desarrollo de software, documentación, generación de código, chequeo de errores y gestión del proyecto, permitiendo la reutilización, portabilidad y estandarización de la documentación (Somerville, 2005).

La herramienta CASE que se empleará para la modelación es Visual Paradigm UML Versión 8.0. Es una herramienta CASE creada para el ciclo de vida de desarrollo de software, permitiendo la captura de requisitos, análisis, diseño e implementación. Es considerada como una herramienta muy completa y fácil de usar, con soporte multiplataforma. Es compatible con todas las fases y roles en un proceso de desarrollo de software y es empleado para aplicaciones grandes y complejas que presenten un enfoque orientado a objeto. Proporciona características tales como soporte para UML en varias versiones, generación del código, ingeniería inversa así como generación de bases de datos y diagramas de flujo de datos (Visual Paradigm - Sitio Oficial).

Además de todas estas características, Visual Paradigm se integra con el entorno de desarrollo que será empleado en la implementación, permitiendo la facilidad de programar directamente sobre el código fuente generado y, a su vez, actualizar el diseño con cambios que se realicen en la programación por lo cual se decide su utilización.

Entorno de desarrollo integrado (IDE)

Los IDEs son programas con un conjunto de herramientas que brindan amplias comodidades en el desarrollo de aplicaciones. Las ventajas de usar IDEs son: completamiento de código, disminución del tiempo de desarrollo, depuración de código, resaltado de sintaxis, entre otras.

El entorno de desarrollo integrado NetBeans en su versión 8.0 disponible para Windows, MacOS, Linux y Solaris es un IDE de código abierto y una plataforma de aplicación, la cual puede ser usada como una estructura de soporte general para compilar cualquier tipo de aplicación. Está escrito en Java, permite que los programadores puedan escribir, depurar y ejecutar programas. Soporta HTML5, JavaScript, y CSS y brinda un amplio grupo de herramientas para PHP entre otros

lenguajes. Es una herramienta libre y de código abierto que cuenta con una gran comunidad de usuarios y desarrolladores en todo el mundo (NetBeans - Sitio Oficial).

NetBeans será utilizado como IDE por brindar soporte de forma nativa a frameworks como Symfony y jQuery anteriormente seleccionados.

Sistema gestor de base de datos

Un sistema gestor de base de datos (SGBD) se define como el conjunto de programas que administran y gestionan la información contenida en una base de datos. Ayuda a la definición, manipulación y mantenimiento de la integridad de los datos dentro de la base de datos así como al control de la seguridad y privacidad de los mismos. El objetivo principal de un SGBD es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente (Alvarez, 2007).

MySQL en su versión 5.6.12 es un sistema gestor de bases de datos relacional, licenciado bajo la licencia GPL. Su diseño multihilo le permite soportar una gran carga de forma eficiente. Este gestor de bases de datos es uno de los más usados en el mundo del software libre, debido a su gran rapidez y facilidad de uso. Esta gran aceptación se debe a que existen infinidad de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de un gran número de lenguajes de programación, además de su fácil instalación y configuración (Di Giacomo, 2005).

Servidor web

Apache en su versión 2.4.4 es un servidor web de código abierto y uso gratuito, multiplataforma muy robusto y que destaca por su seguridad y rendimiento. Es el servidor por excelencia para PHP, tiene una alta comunidad de usuarios, lo que posibilita que se le dé solución tanto a errores del propio servidor como a errores de configuración (Gröne, Knöpfel, & Kugel, 2002).

3.2 Modelo conceptual

En (Larman, 1999) se plantea que un modelo conceptual es una representación visual de las clases conceptuales u objetos del mundo real en un dominio de interés que explica los conceptos significativos en este dominio.

Utilizando la notación UML, un modelo conceptual se representa con un conjunto de diagramas de clases en los que no se define ninguna operación. Estos pueden mostrar:

- Conceptos: objetos del dominio o clases conceptuales.
- Asociaciones entre los conceptos.
- Atributos de los conceptos.

Además de descomponer el espacio del problema en unidades comprensibles (conceptos), la creación de un modelo conceptual contribuye a esclarecer la

terminología o nomenclatura del dominio. Se puede ver como un modelo que comunica cuales son los términos importantes y como se relacionan entre sí.

Los conceptos que se han identificado en el proceso de Diagnóstico Ambiental, y las relaciones entre ellos se ilustran en el siguiente modelo conceptual.

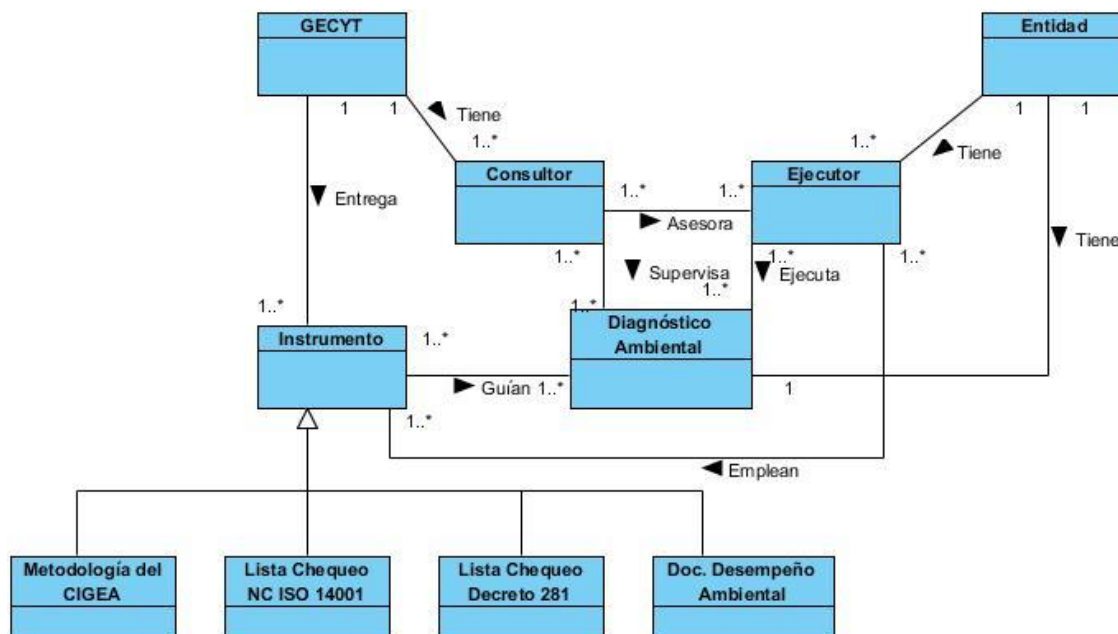


Figura 2: Modelo conceptual.

Para entender con mayor claridad el Modelo Conceptual anterior se realiza una breve descripción de las clases conceptuales representadas.

GECYT: Empresa consultora encargada de supervisar la realización del Diagnóstico Ambiental.

Entidad: Institución a la que se le realiza el Diagnóstico Ambiental.

Consultor: Especialista de GECYT que se encarga de supervisar la realización del Diagnóstico Ambiental.

Ejecutor: Especialista de la entidad encargado de realizar el Diagnóstico Ambiental.

Diagnóstico Ambiental: Conjunto de información relacionada con el desempeño ambiental de la entidad.

Instrumentos: Herramientas que se utilizan en la realización del Diagnóstico Ambiental.

Metodología CIGEA: Instrumento fundamental para la realización del Diagnóstico Ambiental, donde se explica toda la información que debe contener el mismo.

Lista de Chequeo de NC ISO 14001: Instrumento para la realización del Diagnóstico Ambiental, definido por la NC ISO:14001, que indica elementos a comprobar sobre gestión ambiental.

Lista de Chequeo de Decreto 281: Instrumento para la realización del Diagnóstico Ambiental, definido por el Decreto 281, que indica elementos a comprobar sobre gestión ambiental.

Documento Desempeño Ambiental: Documento en formato Microsoft Excel, definido por GECYT, para la realización del Diagnóstico Ambiental.

3.3 Requisitos

En (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2000) se define que un requisito es una condición o capacidad que debe cumplir un sistema. Se pueden clasificar en requisitos funcionales o no funcionales.

Los requisitos funcionales especifican una acción que debe ser capaz de realizar el sistema, sin considerar restricciones físicas; son requisitos que especifican comportamiento de entrada salida de un sistema.

Los requisitos no funcionales especifican propiedades del sistema, como restricciones del entorno o de implementación, rendimiento, dependencia de la plataforma, mantenibilidad, extensibilidad o fiabilidad; son requisitos que especifican restricciones físicas sobre un requisito funcional.

Luego del estudio detallado del proceso a automatizar y de la identificación de los conceptos fundamentales del dominio del problema, se definen los siguientes requisitos funcionales que el sistema debe cumplir.

Requisitos funcionales

El sistema debe permitir:

1. Acceder al sistema mediante usuario y contraseña.
2. Manejar los datos de los usuarios.
 - 2.1. Insertar los datos de un usuario.
 - 2.2. Modificar los datos de un usuario.
 - 2.3. Consultar los datos de un usuario.
 - 2.4. Eliminar los datos de un usuario.
3. Manejar los datos de las entidades.
 - 3.1. Insertar los datos de una entidad.
 - 3.2. Modificar los datos de una entidad.
 - 3.3. Consultar los datos de una entidad.
 - 3.4. Eliminar los datos de una entidad.
4. Manejar los datos de la Legislación Ambiental actual.

- 4.1. Insertar los datos de una Regulación Ambiental.
 - 4.2. Modificar los datos de una Regulación Ambiental.
 - 4.3. Consultar los datos de una Regulación Ambiental.
 - 4.4. Eliminar los datos de una Regulación Ambiental.
 5. Crear un nuevo Diagnóstico Ambiental.
- Desde el requisito número 6 hasta el 32 son los que permiten manejar los datos de las partes componentes del Diagnóstico Ambiental, y constituyen la parte esencial del sistema. En todos los casos el sistema debe permitir Insertar, Modificar, Consultar y Eliminar los datos relacionados con cada parte, además de otras funcionalidades específicas dentro de algunos de los requisitos.
6. Manejar los datos de los Ejecutores del Diagnóstico Ambiental.
 7. Manejar los datos generales de la Entidad.
 8. Manejar los datos sobre el Desempeño Económico de la Entidad.
 9. Manejar los datos sobre el cumplimiento de las Regulaciones Ambientales.
 - 9.1. Listar Regulaciones Ambientales.
 10. Manejar los datos sobre el Sistema de Abastecimiento de Agua.
 11. Manejar los datos sobre el Consumo de Agua.
 12. Manejar los datos sobre la Calidad del Agua.
 13. Manejar los datos sobre el Uso de la Energía.
 14. Manejar los datos sobre la Calidad del Aire.
 15. Manejar los datos sobre Ruidos y vibraciones.
 16. Manejar los datos sobre Residuales Líquidos.
 17. Manejar los datos sobre Residuos Sólidos.
 18. Manejar los datos sobre Desechos Peligrosos.
 19. Manejar los datos sobre Productos químicos, combustibles y lubricantes.
 20. Manejar los datos sobre el uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
 21. Manejar los datos sobre Drenaje pluvial.
 22. Manejar los datos sobre Áreas verdes, jardinerías y áreas exteriores.
 23. Manejar los datos sobre Playa-zona costera.
 24. Manejar los datos sobre los criterios ambientales en la política de compras y en las prácticas de almacenamiento.

25. Manejar los datos sobre Condiciones higiénico-sanitarias en la entidad.
26. Manejar los datos sobre Ambiente laboral y manejo de riesgos.
27. Manejar los datos sobre Atención al hombre.
28. Manejar los datos sobre Aplicación de la ciencia e innovación tecnológica en la mejora del desempeño ambiental.
29. Manejar los datos sobre Promoción de los valores.
30. Manejar los datos sobre Educación y capacitación ambiental.
 - 30.1. Generar Plan de Capacitación Ambiental.
31. Manejar los datos sobre Impactos Ambientales generados por la Entidad.
 - 31.1. Listar actividades fundamentales de la Entidad.
 - 31.2. Insertar datos de Aspectos Ambientales.
 - 31.3. Insertar datos de Impactos Ambientales.
32. Generar Diagnóstico Ambiental finalizado.
33. Consultar Diagnóstico Ambiental finalizado.
34. Generar Informe de Diagnóstico Ambiental.
35. Generar Listas de Chequeo de NC ISO 14001:2004 y de Decreto 281:2009.
36. Exportar a pdf las listas de chequeo generadas.
37. Consultar Diagnósticos Ambientales realizados.
38. Generar resumen de Problemas Ambientales.
39. Generar resumen de Impactos Ambientales.

Requisitos no funcionales

Requisitos de interfaz externa:

- Las etiquetas de los campos, mensajes de error y demás textos deben presentarse de forma similar.
- Las validaciones, en caso de error, se deben señalar mostrando un mensaje de error.
- El menú debe estar disponible en cualquiera de las páginas de la aplicación.

Requisitos de usabilidad:

- El lenguaje debe ser lo más sencillo posible y cercano a los usuarios. Se evitarán tecnicismos y frases complejas.

- Debe existir consistencia y uso de estándares a la hora de utilizar y nombrar los términos, los controles de las interfaces y los procesos empleados.
- Se deben prevenir los errores ofreciendo formularios y menús con opciones cerradas.

Requisitos de hardware:

- El usuario debe poder acceder a la aplicación desde sistemas operativos Windows y todas las distribuciones de Linux.
- La computadora servidor debe tener prestaciones iguales o superiores a las siguientes: Procesador Pentium 3, 512 MB de memoria RAM y 16 GB de espacio en disco.

Requisitos de software:

- Las computadoras cliente deben tener un navegador, ya sea Mozilla Firefox 3.6 Internet Explorer 7.0 o Chrome 10 o superior
- Las computadoras cliente deben tener instalado Adobe Acrobat Reader.
- La computadora servidor debe tener instalado MySQL 5.6.12 y un servidor de aplicaciones web.

Requisitos de seguridad:

- El acceso al sistema estará restringido por usuario y contraseña.
- Las contraseñas se guardan encriptadas en la base de datos, lo que permite mayor seguridad.
- Los usuarios en la aplicación estarán agrupados por roles o niveles de acceso, que a su vez tendrán definidos permisos sobre la aplicación.

3.4 Casos de uso del sistema

En (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2000) se define que un caso de uso es una descripción de un conjunto de secuencias de acciones, incluyendo variaciones, que un sistema puede llevar a cabo y que conduce a un resultado observable de interés para un actor determinado.

Un actor es un conjunto coherente de roles que los usuarios de casos de uso desempeñan cuando interactúan con estos casos de uso (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2000).

Por tanto se define como Diagrama de caso de uso a un diagrama que muestra un conjunto de casos de uso y de actores y sus relaciones; los diagramas de casos de uso muestran los casos de uso de un sistema desde un punto de vista estático (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2000).

En (Pressman, 2010) se plantea que el modelo de casos de uso permite que los desarrolladores y clientes lleguen a un acuerdo acerca de los requisitos de la aplicación.

A partir de los requisitos funcionales identificados anteriormente, se definen los casos de uso del sistema, los cuales se ilustran en el siguiente diagrama de casos de uso del sistema.

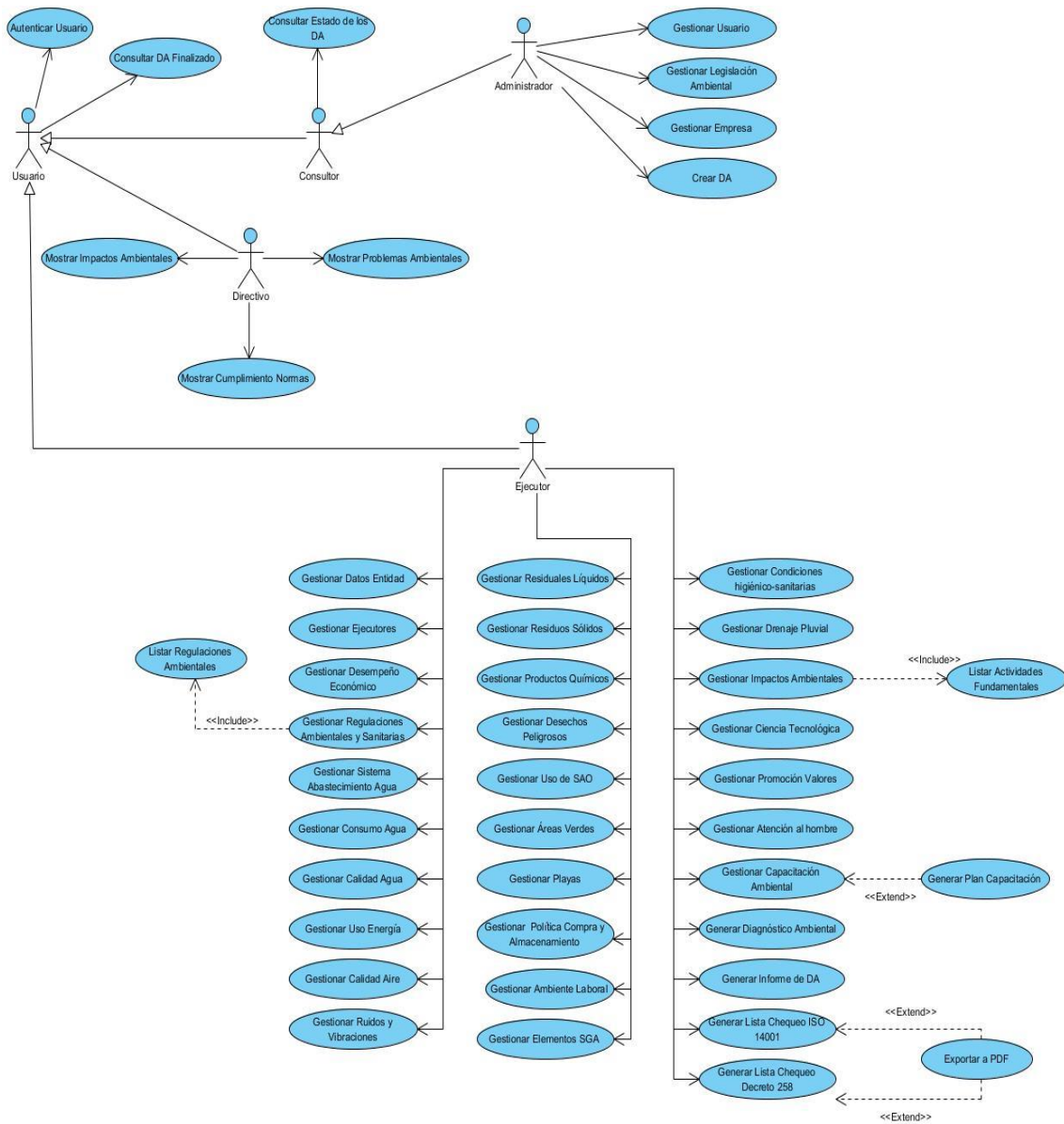


Figura 3: Diagrama de Casos de Uso del sistema.

A continuación se describen los actores del sistema.

Actor	Descripción
Directivo	Personal directivo de la entidad a la que se le realiza el DA, que tendrá acceso solamente a funcionalidades relacionadas con la visualización de información relevante para su nivel.
Ejecutor	Personal de la entidad encargado de realizar el DA que tendrá acceso a todas las funcionalidades relacionadas con la ejecución del DA teniendo permisos para ver, crear, modificar y eliminar todas las partes componentes del DA.
Consultor	Personal de la empresa consultora que tendrá acceso a las funcionalidades relacionadas con supervisar la ejecución del DA.
Administrador del sistema	Personal de la empresa consultora, que además tendrá la responsabilidad de administrar todo el sistema, teniendo acceso completo a las funcionalidades administrativas.

Tabla 2: Actores del sistema.

Los resúmenes de algunos casos de uso pueden ser consultados en los Anexos del 1 al 4. (Ver Anexo 1, 2, 3 y 4)

3.5 Diseño del sistema

El diseño de un sistema es donde los requisitos del cliente, las necesidades del negocio y las consideraciones técnicas se unen en la formulación de un producto o sistema. El diseño crea una representación o modelo del software, que proporciona detalles acerca de las estructuras de datos, la arquitectura, las interfaces y los componentes del software que son necesarios para implementar un sistema (Pressman, 2010).

A continuación se muestran algunos elementos del diseño del Sistema Informático para la realización de Diagnósticos Ambientales.

3.5.1 Diagrama de clases del diseño

Los diagramas de clases del diseño describen la realización de los casos de uso y al mismo tiempo constituyen una abstracción del modelo de implementación y el código fuente, es una entrada esencial a las actividades de implementación. Con ellos se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargarán del funcionamiento y la relación entre uno y otro.

Los Diagramas de clases del Diseño de algunos casos de uso fundamentales, pueden ser consultados en los Anexos 5 y 6. (Ver Anexo 5 y 6)

3.5.2 Diseño de la base de datos

Los modelos de datos aportan la base conceptual para diseñar aplicaciones que hacen un uso intensivo de datos. Un modelo de datos es un conjunto de conceptos, reglas y convenciones que permiten describir y en ocasiones manipular los datos del mundo real que se desea almacenar en la base de datos. Es usado para describir la representación lógica y física de la información persistente manejada por el sistema (Pressman, 2010).

A continuación se muestran solamente algunas de las tablas que componen el modelo de datos del Sistema Informático para la realización de Diagnósticos Ambientales, para una mejor visualización. El modelo completo se puede consultar en el Anexo 7 (Ver Anexo 7).

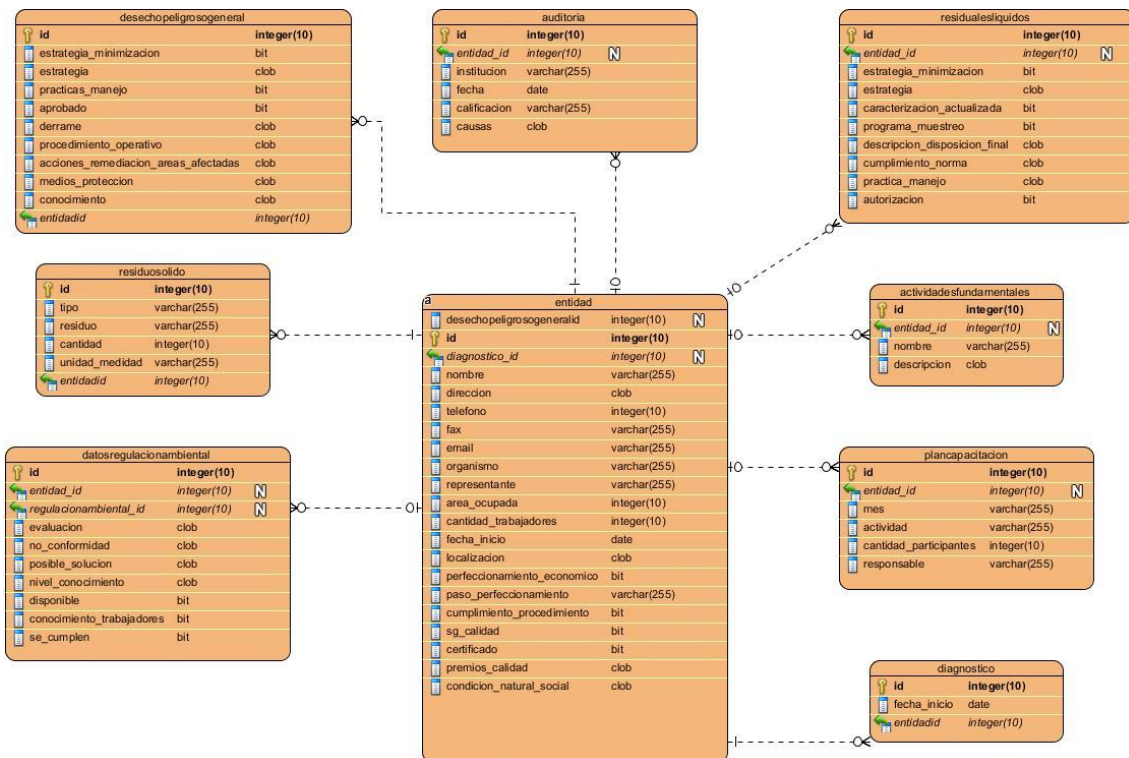


Figura 4: Modelo de datos.

3.5.3 Estructura del sistema

El sistema se ha estructurado en cuatro módulos los cuales permiten agrupar funcionalidades relacionadas y facilitar el acceso a los diferentes usuarios del sistema según su rol. Los módulos son los siguientes:

Administración: Este módulo permite realizar las operaciones de añadir, consultar, modifica y eliminar usuarios, empresas y Legislaciones Ambientales, así como crear nuevos Diagnósticos Ambientales.

Diagnóstico Ambiental: Este es el módulo fundamental del sistema y permite incorporar toda la información del Diagnóstico Ambiental de la entidad. Una vez terminado el Diagnóstico Ambiental permite la visualización de toda la información.

Supervisión: Este módulo está diseñado específicamente para los especialistas de la empresa consultora, y permite ver un listado con los Diagnósticos Ambientales, el estado en que se encuentran y acceder a la información a cada uno de ellos.

Información: Este módulo permite generar información a partir de los datos del Diagnóstico Ambiental, como un resumen de los problemas ambientales identificados y de los impactos ambientales, así como un resumen con el cumplimiento de las Normas. Además permite generar el informe del DA en formato pdf. Este módulo está diseñado para los directivos, pero también puede ser accedido por los demás usuarios del sistema.

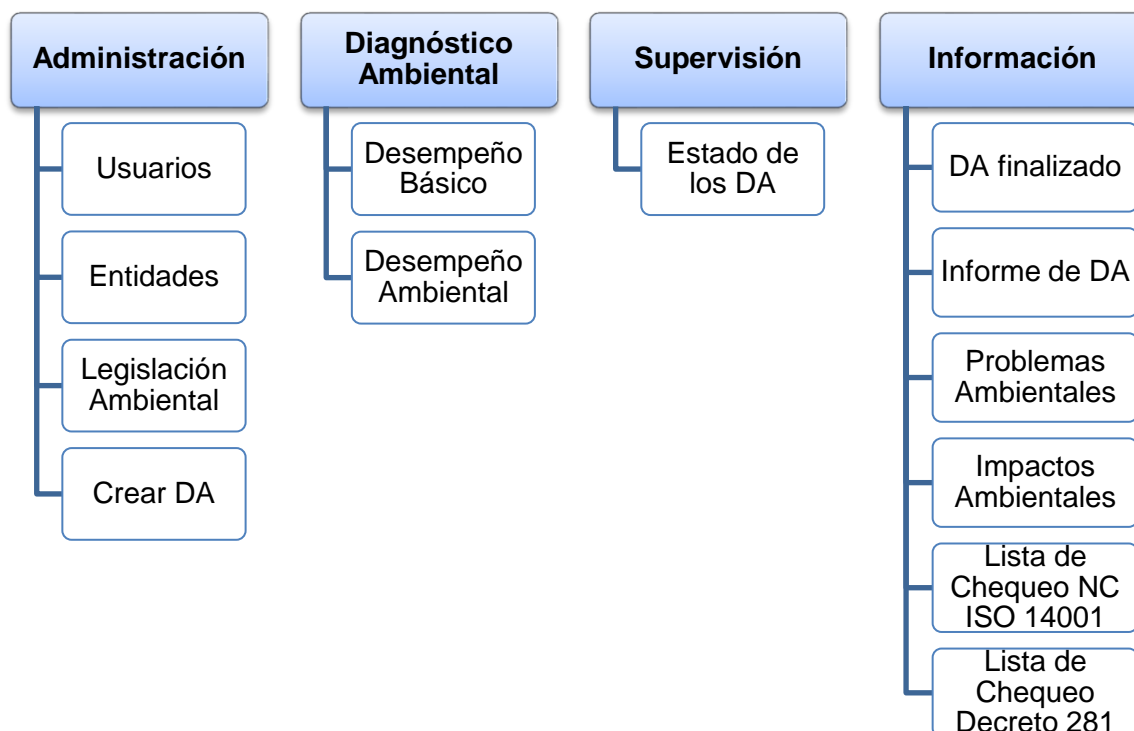


Figura 5: Módulos del sistema.

A continuación se muestran algunas interfaces de usuario correspondientes a la página principal del sistema, donde se muestra información de los diferentes módulos, y a las páginas correspondientes a algunos de los módulos anteriormente descritos.

La primera interfaz corresponde a la página principal del sistema, donde se muestran los cuatro módulos, con una breve descripción de cada uno de ellos. Estos módulos también pueden ser accedidos a través del menú horizontal que se encuentra en la parte superior izquierda, y que debe estar visible en las demás páginas del sistema.



Figura 6: Interfaz de usuario correspondiente a la página principal del sistema.



Figura 6: Interfaz de usuario correspondiente al Módulo Administración.

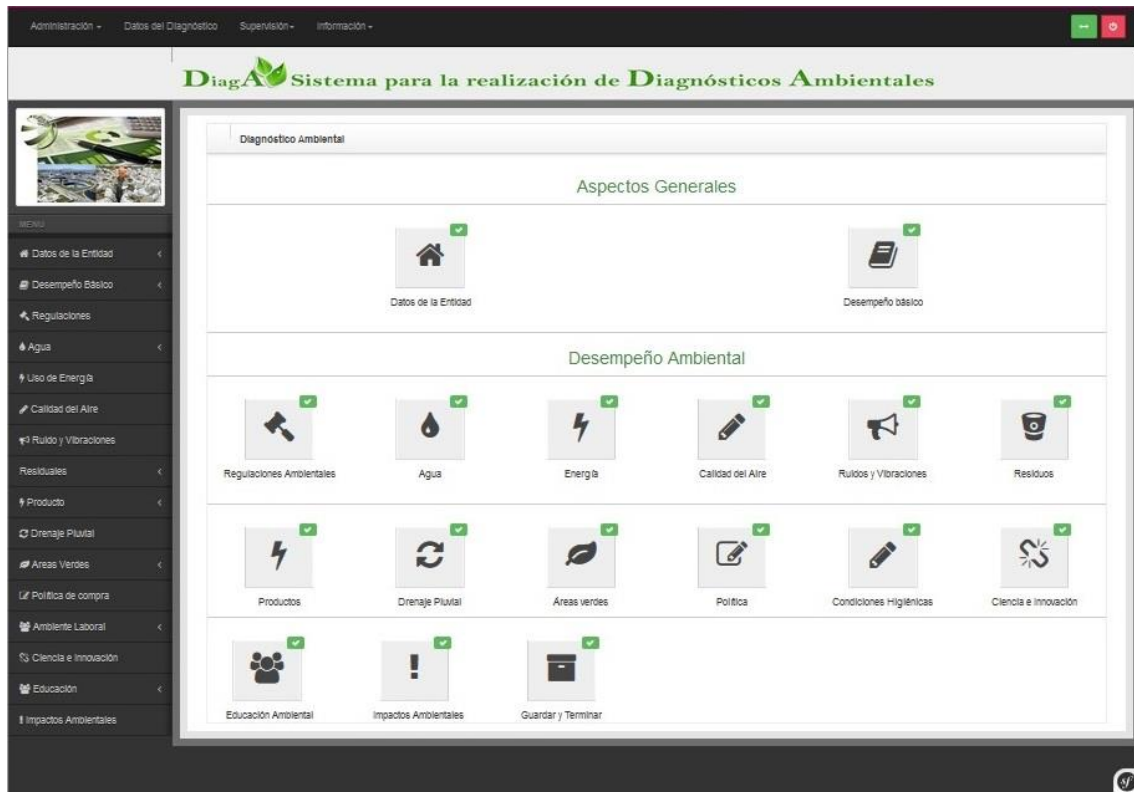


Figura 7: Interfaz de usuario correspondiente al módulo Diagnóstico Ambiental.

El módulo Diagnóstico Ambiental es el más importante del sistema, pues es donde se maneja toda la información relacionada con el Diagnóstico Ambiental de la entidad. En este módulo es donde los ejecutores aportan toda la información de cada una de las partes componentes del diagnóstico y donde esta puede ser consultada una vez finalizado el diagnóstico. El sistema indica cuales de los aspectos ya han sido completados, de tal forma que los ejecutores, una vez que accedan al módulo identifiquen los aspectos que faltan y se dirijan directamente a estos. El sistema no permite finalizar el diagnóstico y generar el informe hasta que todas las partes no hayan sido completadas.

Otras interfaces de usuario pueden ser consultadas en el Anexo 12. (Ver Anexo 12)

3.5.4 Arquitectura y patrones

El diseño arquitectónico define la relación entre los elementos estructurales más importantes del software, los estilos arquitectónicos y patrones de diseño que pueden usarse para satisfacer los requisitos definidos por el sistema, y las restricciones que afectan la manera en que se pueden implementar los patrones arquitectónicos (Pressman, 2010).

La arquitectura del software alude a la estructura general del software y las formas en que la estructura proporciona una integridad conceptual para un sistema. En su forma más simple, la arquitectura es la estructura u organización de los componentes del software (módulos), la manera en que estos componentes interactúan, y la estructura de datos que utilizan los componentes. En sentido más amplio, sin embargo, los

componentes pueden generalizarse para representar elementos importantes del sistema y sus interacciones (Pressman, 2010).

En (Larman, 1999) se define que un patrón es un par problema/solución con nombre que se puede aplicar en nuevos contextos, con consejos acerca de cómo aplicarlo en nuevas situaciones y discusiones sobre sus compromisos.

Patrones arquitectónicos

Estos patrones definen la estructura general del software, indican las relaciones entre los subsistemas y los componentes del software y definen las reglas para especificar las relaciones entre los elementos (clases, paquetes, componentes, subsistemas) de la arquitectura (Pressman, 2010).

Específicamente Symfony2, que es el framework empleado en el desarrollo de la solución, basa su funcionamiento interno en el patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC), utilizado por la mayoría de frameworks web. No obstante, según su creador Fabien Potencier: "Symfony2 no es un framework MVC. Symfony2 sólo proporciona herramientas para la parte del Controlador y de la Vista. La parte del Modelo es responsabilidad del desarrollador, aunque existen librerías para integrar fácilmente los ORM más conocidos".

En cualquier caso, resulta esencial conocer cómo se aplican los principios fundamentales de la arquitectura MVC a las aplicaciones Symfony2, lo cual se explica detalladamente en (Eguiluz, 2013), y que se resume a continuación.

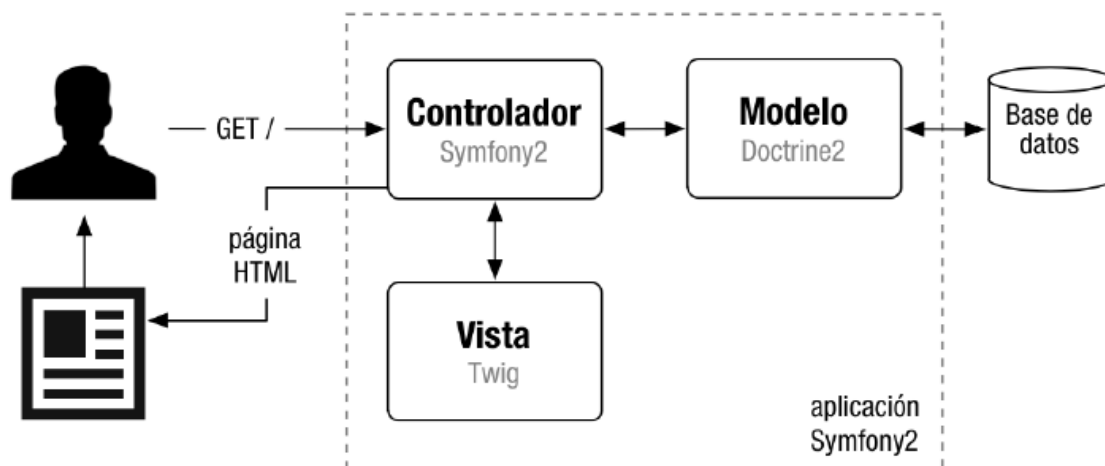


Figura 8: Esquema simplificado de la arquitectura interna de Symfony2.

Cuando el usuario solicita ver la portada del sitio, internamente sucede lo siguiente:

1. El sistema de enrutamiento determina qué Controlador está asociado con la página de la portada.
2. Symfony2 ejecuta el Controlador asociado a la portada. Un controlador no es más que una clase PHP en la que se puede ejecutar cualquier código.

3. El Controlador solicita al Modelo los datos. El modelo es una clase PHP especializada en obtener información, normalmente de una base de datos (en este caso, el modelo está formado por las entidades de Doctrine).
4. Con los datos devueltos por el Modelo, el Controlador solicita a la Vista que cree una página mediante una plantilla y que inserte los datos del Modelo.
5. El Controlador entrega al servidor la página creada por la Vista.

El funcionamiento interno siempre es el mismo y se resumen en: 1) el Controlador manda y ordena, 2) el Modelo busca la información que se le pide, 3) la Vista crea páginas con plantillas y datos. Un esquema más técnico y detallado sobre la arquitectura MVC de Symfony2 se puede consultar en el Anexo 7. (Ver Anexo 7)

Patrones de diseño

Específicamente, un patrón de diseño describe una estructura de diseño que resuelve un problema de diseño particular dentro de un contexto específico y en medio de “fuerzas” que pueden tener un impacto en la manera que se aplica y utiliza el patrón (Pressman, 2010).

Estos patrones se aplican a un elemento específico del diseño como un agregado de componentes para resolver algún problema de diseño, relaciones entre los componentes o los mecanismos para efectuar la comunicación de componente a componente (Pressman, 2010).

Para el diseño de la aplicación se tuvieron en cuenta una serie de patrones de gran utilidad que proponen una forma de reutilizar la experiencia de los desarrolladores.

Patrones GRASP

Los patrones GRASP (Responsibility Assignment Software Patterns, en español Patrones Generales de Software para Asignación de Responsabilidades) describen los principios fundamentales de diseño de objetos y la asignación de responsabilidades. Constituyen un apoyo para la enseñanza que ayuda a entender el diseño de objeto esencial y aplica el razonamiento para el diseño de una forma sistemática, racional y explicable (Larman, 1999).

A continuación se describe brevemente los que se emplearon en el diseño del sistema.

- **Patrón Experto:** Asigna la responsabilidad al experto en información, la clase que tiene la información necesaria para realizar la responsabilidad. Dentro de la arquitectura del framework Symfony2, este patrón se evidencia en la capa perteneciente al modelo de datos. En la misma se encuentran las clases encargadas de interactuar directamente con la base de datos a través de ORM Doctrine, las cuales generalmente se encuentran bajo el nombre de `name_entityRepository`, presentando la responsabilidad de realizar directamente las acciones de consultas debido a que contienen los atributos necesarios para realizar dichas operaciones.
- **Patrón Creador:** Asigna a la clase B la responsabilidad de crear una instancia de clase A si se cumple uno o más de los casos siguientes: B agrega objetos de A, B

contiene objetos de A, B registra instancias de objetos de A, B utiliza más estrechamente objetos de A, B tiene los datos de inicialización que se pasarán a un objeto de A cuando sea creado (por tanto, B es un creador de los objetos A). Un ejemplo del uso de este patrón se evidencia en la clase EntidadController que en la función newAction() crea objetos de tipo Entidad, por lo que la clase EntidadController es creadora de la clase Entidad.

- **Patrón Alta Cohesión:** Asigna una responsabilidad de manera que la cohesión permanezca alta. Una clase con alta cohesión tiene un número relativamente pequeño de métodos, con funcionalidad altamente relacionada, y no realiza mucho trabajo. Colabora con otros objetos para compartir el esfuerzo si la tarea es extensa.
- **Patrón Bajo Acoplamiento:** Asigna una responsabilidad de manera que el acoplamiento permanezca bajo. El acoplamiento es una medida de la fuerza con que un elemento está conectado a, tiene conocimiento de, confía en, otros elementos. Un elemento con bajo (o débil) acoplamiento no depende de demasiados otros elementos; aunque "demasiados" depende del contexto. Estos elementos pueden ser clases, subsistemas, sistemas, etc.).

En la práctica, el nivel de acoplamiento no se puede considerar de manera aislada a otros principios como el Experto o Alta Cohesión.

- **Patrón Controlador:** Asigna a clases específicas la responsabilidad de recibir o manejar un evento del sistema.

El patrón MVC brinda una capa específicamente para los controladores y especifica la presencia de este patrón.

3.6 Pruebas

Las pruebas de software constituyen un conjunto de actividades que se planean con anticipación y se realizan de manera sistemática. Por tanto, se debe definir una plantilla para las pruebas del software (un conjunto de pasos en que se puedan incluir técnicas y métodos específicos del diseño de casos de prueba).

Se han propuesto varias estrategias de prueba del software en distintos libros, todas proporcionan al desarrollador del software una plantilla para pruebas y todas tienen las siguientes características genéricas:

- Para realizar pruebas efectivas un equipo de software debe efectuar revisiones técnicas formales y efectivas. Esto eliminará muchos errores antes de que empiece la prueba.
- La prueba comienza al nivel de componentes y trabaja hacia "afuera", hacia la integración de todo el sistema.
- Diferentes técnicas de pruebas son apropiadas en diferentes momentos.
- La prueba la dirige el desarrollador del software y (en el caso de proyectos grandes) un grupo independiente de pruebas.

- La prueba y la depuración son actividades diferentes, pero la segunda debe incluirse en cualquier estrategia de prueba.

Una estrategia de prueba del software debe incluir pruebas de bajo nivel (necesarias para confirmar la correcta implementación de un pequeño segmento de código fuente) y de alto nivel (que validen las principales funciones del sistema a partir de los requisitos del cliente).

En Capability Maturity Model (CMM), se establecen cuatro niveles para la realización de pruebas: de unidad, de integración, de sistema y de aceptación.

Existen una correspondencia entre las fases del desarrollo y los niveles de pruebas, la cual se ilustra en el llamado “modelo en V” (Polo, 2006).

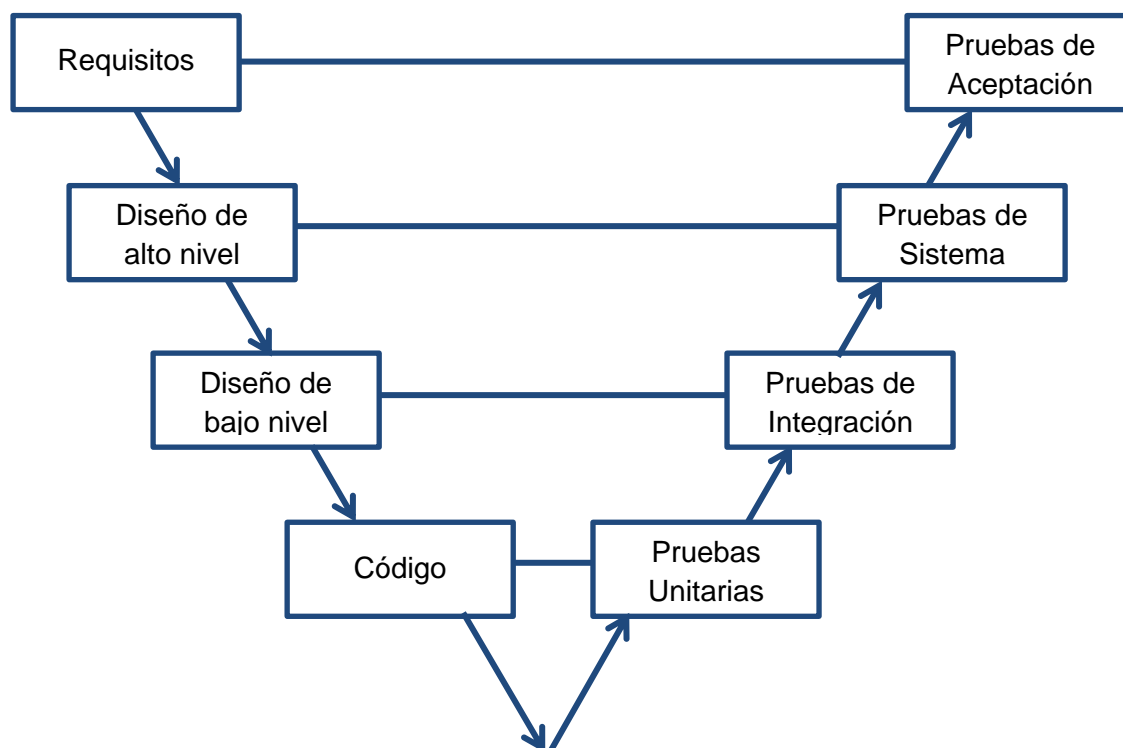


Figura 9: Modelo en V.

Las pruebas que se han realizado al sistema son:

Pruebas unitarias automatizadas

Las pruebas unitarias o también llamadas pruebas de caja blanca se basan en realizar pruebas al código del sistema. Para llevar a cabo esta tarea se comprueban los caminos lógicos de la aplicación mediante casos de prueba, que pongan a prueba los algoritmos implementados.

Para realizar las pruebas unitarias existen distintas herramientas, en específico para las pruebas al código en lenguaje PHP existe la librería PHPUnit la cual está incorporada en Symfony2 como framework para automatizar las pruebas, permitiendo que el esfuerzo y el trabajo en la fase de pruebas se reduzca. De esta forma, las

pruebas unitarias y funcionales de Symfony2 combinan la potencia de PHPUnit con las utilidades y facilidades proporcionadas por Symfony2.

A continuación se muestra un ejemplo del código que se utilizó para implementar dichas pruebas unitarias:

```
use Diagnostico\DiagnosticoBundle\Twig\Extension\DiagnosticoExtension;

class DiagnosticoExtensionTest extends \PHPUnit_Framework_TestCase {

    public function testnumero() {
        $extension = new DiagnosticoExtension();
        $fixtures = __DIR__ . '/fixtures/';
        $this->assertEquals(
            file_get_contents($fixtures . '/numeroEsperado.txt'), $extension->numero('hola', 'hola', 'hola', '')
        );
    }

    public function testfecha() {
        $extension = new DiagnosticoExtension();

        $fixtures = __DIR__ . '/fixtures/';
        $this->assertEquals(
            file_get_contents($fixtures . '/fechaEsperada.txt'), $extension->fecha('diagnostico', 'fecha', 'Fecha del diagnostico', '')
        );
    }
}
```

Figura 10: Implementación de la prueba unitaria de los métodos testnumero() y testfecha().

Al efectuar las pruebas se muestran en consola los resultados de las mismas:

```
C:\windows\system32\cmd.exe
est.php"
PHPUnit 4.1.0 by Sebastian Bergmann.

Configuration read from D:\Archivos Programas\wamp\www\Tesis\app\phpunit.xml.dist

--
Time: 157 ms, Memory: 5.25Mb
<[30;42mOK (2 tests, 2 assertions)<[0m

C:\Users\Yoandris>php "D:\Archivos Programas\wamp\www\Tesis2\app\phpunit.phar" -c "D:\Archivos Programas\wamp\www\Tesis\app" "D:\Archivos Programas\wamp\www\Tesis2\src\Diagnostico\DiagnosticoBundle\Tests\Twig\Extension\DiagnosticoExtensionTest.php"
PHPUnit 4.1.0 by Sebastian Bergmann.

Configuration read from D:\Archivos Programas\wamp\www\Tesis\app\phpunit.xml.dist

--
Time: 156 ms, Memory: 5.25Mb
<[30;42mOK (2 tests, 2 assertions)<[0m

C:\Users\Yoandris>
```

Figura 11: Resultado de efectuar una prueba unitaria.

Como resultado de las pruebas unitarias realizadas al código de algunas de las principales funcionalidades, se obtuvo 100% de éxito.

Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación son un tipo de prueba de caja negra orientadas a evaluar las funcionalidades del sistema. El cliente es el máximo responsable de verificar cada una de las pruebas y de priorizar la corrección de las pruebas fallidas. La utilización de estas pruebas fue de vital importancia en el proceso de desarrollo ya que permitió tener una idea más clara e inequívoca de la calidad del trabajo, a la vez se garantizó la entrega de un producto en correspondencia con las necesidades del usuario final.

Las pruebas de aceptación se realizaron en 3 iteraciones que coincidieron con la cantidad de entregables proporcionados al cliente:

Iteración 1: Se realizaron 22 casos de pruebas de aceptación, identificando 6 no conformidades, 4 no significativas y 2 significativas, todas fueron resueltas.

Iteración 2: Se realizaron 8 casos de pruebas de aceptación, identificando 3 no conformidades, de ellas 2 son significativas y 1 no significativa, todas fueron resueltas.

Iteración 3: Se realizaron 6 casos de pruebas, identificando 1 no conformidad, no significativa, referente a la información del informe que se generaba.

De manera general las no conformidades no significativas estuvieron relacionadas con errores ortográficos y uniformidad en los nombres de algunos elementos dentro del sistema; las significativas, con errores de validación y cambios en el diseño.

Algunos de los Casos de Prueba de Aceptación, se pueden consultar en los Anexos del 8 al 10. (Ver Anexo 8, 9 y 10)

3.7 Aportes del sistema e impacto social

El Sistema para la realización de Diagnósticos Ambientales en la empresa GECYT contribuye a la solución de las problemáticas planteadas al inicio de la investigación y aporta nuevos elementos que facilitan el trabajo de los especialistas. A continuación se resumen los principales aportes del sistema:

Contribuye al control y organización de la información, pues la información se encuentra en un único lugar, con un formato uniforme y ordenada según la lógica de la Metodología establecida por el CIGEA.

Evita que se duplique el trabajo de los especialistas, pues estos solo tendrán que aportar la misma información una sola vez y el sistema se encarga de integrar los instrumentos para el DA, empleando como entrada esta única información aportada por el especialista.

Garantiza un adecuado nivel de seguridad pues los datos se almacenan en un servidor central con niveles de acceso restringidos, y desde el sistema el acceso a la información también está determinado por usuario y contraseña, donde cada usuario tiene acceso solamente a la información correspondiente según su rol así como a las acciones sobre dicha información. Además las contraseñas se guardan encriptadas en la base de datos, lo que protege al sistema de ataques cibernéticos.

Facilita el acceso a la información al personal involucrado, pues al ser un sistema sobre plataforma web, puede ser accedido desde diferentes ubicaciones geográficas.

Facilita el trabajo de los especialistas pues el sistema los guía en la información que deben aportar sobre el desempeño ambiental de la entidad, solicitando datos precisos, en los casos posibles en forma de cuestionarios y permitiendo que los especialistas aporten la información a su propio ritmo.

Permite que el DA se pueda consultar directamente en el sistema, evitando que este se maneje en extensos documentos digitales o impresos todo el tiempo, aunque brinda también estas posibilidades para los casos en que sea necesario.

Pone a disposición de los directivos de las entidades que realizan el DA, un grupo de resúmenes de información que puede resultar interesante a los mismos, como resumen de problemas ambientales identificados y resumen de impactos ambientales identificados, entre otros, lo que provee a los directivos de un acceso rápido a la información más relevante para ellos, además de que puedan tener acceso a la información completa del DA.

Brinda a las entidades mayores posibilidades de optar por el RAN, pues contribuye a que los DA se adecuen mucho más a la Metodología establecida. Esto debe estimular a las entidades a optar por este reconocimiento y por tanto a mantener un compromiso con el cuidado y protección del Medio Ambiente.

Contribuye indirectamente al desempeño ambiental de las entidades, pues al realizar el DA se obtiene un resumen de la situación ambiental y por tanto, permite enfocarse en las dificultades identificadas.

Consideraciones finales del Capítulo 3

En el presente capítulo se ha descrito a grandes rasgos el proceso de desarrollo del Sistema Informático para la realización de Diagnósticos Ambientales en la empresa GECYT, luego del cual se obtienen las siguientes consideraciones finales del Capítulo 3:

- Para el desarrollo del sistema se seleccionaron tecnologías de software libre, en este caso, el lenguaje de programación PHP en su versión 5.6.12, específicamente el framework Symfony en su versión 2.3.4, y como sistema gestor de base de datos MySQL en su versión 5.6.12, entre otras tecnologías de desarrollo.
- Los conceptos fundamentales identificados en el dominio del problema, así como las relaciones entre estos, permitieron comprender el funcionamiento del proceso de DA y aportaron ideas para el diseño del sistema. Estos conceptos fueron representados en el Modelo Conceptual.
- Se identificaron 39 requisitos funcionales que permitieron definir los casos de uso del sistema, los cuales fueron representados en el Diagrama de casos del uso del sistema.
- Se diseñó e implementó el sistema, haciendo uso de patrones de diseño GRASP y patrón arquitectónico MVC, así como de las demás tecnologías y herramientas de desarrollo seleccionadas con anterioridad, las cuales demostraron ser factibles para el desarrollo del sistema.
- Se realizaron pruebas unitarias automatizadas a los principales procedimientos del código y se ejecutaron además pruebas de aceptación por parte del cliente obteniendo resultados satisfactorios que garantizan que el producto final cumple con las expectativas del cliente.

CONCLUSIONES

Luego de finalizada la investigación se puede arribar a las siguientes conclusiones, evidenciando el cumplimiento de los objetivos planteados:

- El DA es un primer paso de significativa importancia para la implementación de un SGA y para un adecuado desempeño ambiental. Los sistemas de información, particularmente los sistemas de información ambiental, constituyen un importante soporte a la información ambiental generada en el proceso de DA.
- El estudio de diferentes tipos de sistemas de información ambiental y algunos ejemplos de sistemas informáticos, evidenció la necesidad de desarrollar un nuevo sistema para la realización de Diagnósticos Ambientales que incluyera elementos de gestión y algunos elementos gerenciales. Además este estudio permitió identificar aspectos a tener en cuenta en la nueva solución como la forma de estructurar, recopilar y mostrar la información ambiental.
- El estudio detallado de los instrumentos para la realización del DA permitió identificar los aspectos que contiene el DA en el sistema informático, así como definir que el sistema integra dichos instrumentos incluyendo todos los aspectos que se indican en la Metodología, organizados de forma similar a como se representan en el Documento de Desempeño Ambiental y además incorporando, en los aspectos relacionados, elementos de las listas de chequeo.
- El sistema informático contribuye a la solución de problemáticas planteadas al inicio de la investigación, relacionadas con el control, organización y seguridad de la información ambiental generada en los DA y aporta nuevos elementos que facilitan el trabajo de los especialistas.
- Se verificó el correcto funcionamiento del sistema y su adecuación a las necesidades del cliente, mediante la realización de pruebas de aceptación y pruebas unitarias automatizadas.

RECOMENDACIONES

Para añadir mayor relevancia al sistema desarrollo se recomienda:

- Incorporar al sistema el cálculo de algunos índices de consumo de agua y energía, de tal forma que puedan ser calculados por el sistema en caso de que la entidad no cuente con estos datos, y así facilitar el trabajo a los especialistas.
- Identificar otros elementos de la Metodología que puedan ser desagregados, para lograr que su representación en el sistema sea más precisa.
- Incorporar al sistema funcionalidades relacionadas con la revisión (como insertar comentarios, señalizaciones, etc.) para que los consultores puedan apoyar más el proceso de DA.
- Incorporar un mayor número de reportes, o la posibilidad de crear reportes a la medida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandrescu, A. (2008). A developmet process for Enterprise Information System based on automatic generation of de components. *International Journal of Computers, Communications & Control, III*(Proceedings of ICCCC), 168-172.
- Alvarez, S. (2007). *Sistemas gestores de base de datos*. Retrieved Mayo 22, 2014, from DesarrolloWeb.
- Anido, M. (2010). *Sistema de Información Gerencial Medioambiental para la empresa de Recursos Hidráulicos de Villa Clara. Tesis de Maestría*. Santa Clara.
- Bonet, F., & San Gil, I. (2010, Mayo). Gestión de la información ambiental en los espacios protegidos y en las redes de seguimiento del cambio global. *Ecosistemas, 19*, 84-96.
- Bustos, F. (2001). *Sistemas de Gestión Ambiental y Estudios Ambientales*. Quito: PetroEcuador.
- Castro, L. (2013). *¿Qué es HTML 5?* Retrieved Mayo 22, 2014, from About.com Internet básico: <http://aprenderinternet.about.com/od/Glosario/g/Que-Es-Html-5.htm>
- CIGEA. (2011). Metodología para la ejecución de Diagnósticos Ambientales para la obtención del RAN. La Habana: Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental del CITMA.
- Comisión Europea, D. D. (2012). *Síntesis de la legislación de la UE*. Retrieved 2014, from http://europa.eu/legislation_summaries/environment/general_provisions/l28204_es.htm
- Corbit, R. (2004). *Standard Handbook of Environmental Engineering*. McGraw-Hill.
- Darabaris, J. (2008). *Corporate Environmental Management*. New York: CRC Press.
- Decreto 281. (2007, Agosto 16). Reglamento para la implantación y consolidación del Sistema de Dirección y Gestión empresarial estatal. Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.
- Di Giacomo, M. (2005). MySQL: Lessons learned on a digital library. *Software, IEEE, 22*(3), 10-13.
- Eguiluz, J. (2012). *LibrosWeb*. Retrieved Mayo 22, 2014, from Introducción a JavaScript: http://librosweb.es/javascript/capitulo_1.html
- Eguiluz, J. (2013). *Desarrollo web ágil con Symfony2*. EasyBook.
- El-Gayar, O., & Fritz, B. (2006). EMIS for sustainable development: a conceptual overview. *Communications of AIS, 17*(34).

- Ferrer, A., & Muñoa, A. (2010, Abril). SGA. Guía para la intervención de los trabajadores. Unión Europea: Paralelo Edición, SA.
- Fielding, R., & Kaiser, G. (1997). The Apache HTTP server project. *Internet Computing, IEEE*, 1(4), 88-90.
- Fortune. (2000). Utilización de los Sistemas de Gestión Ambiental en las cien empresas más productivas del mundo. Editorial América.
- Gaceta Oficial. (2005, Junio 6). Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana: Ministerio de Justicia.
- Garcia, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6(1), 89-94.
- Geiger, W., Lutz, R., & Schmitt, C. (2011). Web-based Information Systems on ICT for Environmental Sustainability Research in Europe. *Information Technologies in Environmental Engineering*, 229-239.
- Genbeta. (2013). *Bootstrap 3 RC1*. Retrieved Noviembre 20, 2013, from Genbeta: dev Desarrollo y Software: <http://www.genbetadev.com/desarrollo-web/bootstrap-3-rc1-ya-esta-aqui>
- Golinska, P., Marek, E., & Marx, J. (2011). *Information Technologies in Environmental Engineering: New Trends and Challenges*. Berlin: Springer-Verlag.
- Gröne, B., Knöpfel, A., & Kugel, R. (2002). Architecture recovery of Apache--A case study. *International Conference on Software Engineering Research and Practice*.
- Guía EMAS. (2001). *Guía para la aplicación del Sistema de Gestión Medioambiental EMAS*. Aragón: UGT-Aragón.
- Gunther, O. (1998). *Environmental Information Systems*. Berlin: Springer-Berlag.
- ISO - Sitio Oficial. (n.d.). *ISO-International Organization for Standardization*. Retrieved Mayo 20, 2014, from <http://www.iso.org>
- ISO. (2009). The ISO 14000 family of International Standards. *Environmental management*.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (2000). *El proceso unificado de desarrollo de software*. Addison Wesley.
- jQuery - Sitio Oficial. (n.d.). Retrieved Mayo 22, 2014, from jQuery: <http://www.jquery.com/>
- Larman, C. (1999). *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. Prentice Hall.
- Maestros de la Web. (2012). *Introducción a Symfony 2*. Retrieved Mayo 22, 2014, from Maestros de la Web: <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/curso-symfony2-introduccion-instalacion/>

- Mata, E. (2008, Mayo). Informatización del conocimiento para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas*, 15, 58-65.
- Melville, N. (2010, Marzo). Information systems innovation for Environmental Sustainability. *MIS Quarterly*, 34(1), 1-21.
- NC-ISO 14001. (2004). Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos para su uso. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización.
- NC-ISO 14004. (2004). Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- NetBeans - Sitio Oficial. (n.d.). *NetBeans IDE - The Smarter and Faster Way to Code*. Retrieved Diciembre 2, 2013, from NetBeans: <https://netbeans.org/features/index.html>
- Olano, I., Ferrer, A., & Pérez, J. (2009). *Necesidades de información, formación y asesoramiento en materia ambiental*. Unión Europea: Paralelo Edición, SA.
- Page, B., & Rautenstrauch, C. (2001). *Environmental Informatics - Methods, Tools and Applications in Environmental Information Processing*. Idea Group Publishing.
- PHP - Sitio Oficial. (n.d.). *PHP: Hypertext Preprocessor*. Retrieved Mayo 22, 2014, from <http://www.php.net/>
- Polo, M. (2006). Mantenimiento Avanzado de Sistemas de Información – Pruebas del software. In *Curso de doctorado sobre Proceso software y gestión del conocimiento*. Ciudad Real.
- Potencier, F., & Zaninotto, F. (2008). *Symfony la guía definitiva*. Retrieved 2014, from http://librosweb.es/symfony_1_2/
- Pressman, R. (2010). *Software Engineering: A practitioner's Approach* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Quintero, B. (2005). Un estudio comparativo de herramientas para el modelado con UML. *Universidad EAFIT*, 41(137).
- Simon, H. (1960). *The new science of management decision*. New York: Harper and Row.
- Somerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Madrid: Pearson Educación.
- Tack, J.-P. (1999). Environmental Management Systems and Stakeholders: The Case of the Belgian Electricity Sector. *Greener Management International*(28), 50-58.
- Tupe, C., & Cisneros, J. (2008). Evaluación y Selección de Framework de Desarrollo PHP: Symfony, Kumbia, CakePHP y Zend.
- Visual Paradigm - Sitio Oficial. (n.d.). *Visual Paradigm*. Retrieved 5 22, 2014, from <http://www.visual-paradigm.com/>

W3C - Sitio Oficial. (n.d.). *HTML & CSS*. Retrieved Mayo 22, 2014, from World Wide Web Consortium (W3C): <http://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>

Zerpa, N. (2005). *Sistemas de Información Gerencial aplicados al área ambiental. Caso Zuata*.

ANEXOS

Anexo 1: Resumen del caso de uso Crear Diagnóstico Ambiental.

Nombre	Crear Diagnóstico Ambiental
Actor	Administrador
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción que le permite crear un Diagnóstico Ambiental, el actor puede incluir un Diagnóstico Ambiental, insertando los datos necesarios para su creación

Tabla 1: Resumen del Caso de uso Crear Diagnóstico Ambiental.

Anexo 2: Resumen del caso de uso Gestionar Legislación Ambiental.

Nombre	Gestionar Legislación Ambiental
Actor	Administrador
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción que le permita realizar una acción sobre la legislación ambiental. El actor puede incluir, modificar o eliminar la legislación ambiental o normativa que pueda tener una empresa.

Tabla 2: Resumen del Caso de uso Legislación Ambiental.

Anexo 3: Resumen del caso de uso Mostrar Impactos Ambientales.

Nombre	Mostrar Impactos Ambientales
Actor	Directivo
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción que le permite acceder al Resumen de Impactos Ambientales, esto le permitirá al actor tener una lista con todos los impactos ambientales que se han detectado en la empresa.

Tabla 3: Resumen del Caso de uso Mostar Impactos Ambientales.

Anexo 4: Resumen del caso de uso Generar Plan Capacitación.

Nombre	Generar Plan Capacitación
Actor	Ejecutor
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción que le permita generar un plan de capacitación, el sistema muestra un informe con diferentes datos que se recogieron en la parte componente Capacitación Ambiental del DA.

Tabla 4. Resumen del Caso de uso Generar Plan de Capacitación.

Anexo 5: Diagrama de Clases del Diseño del Caso de Uso Gestionar Usuario.

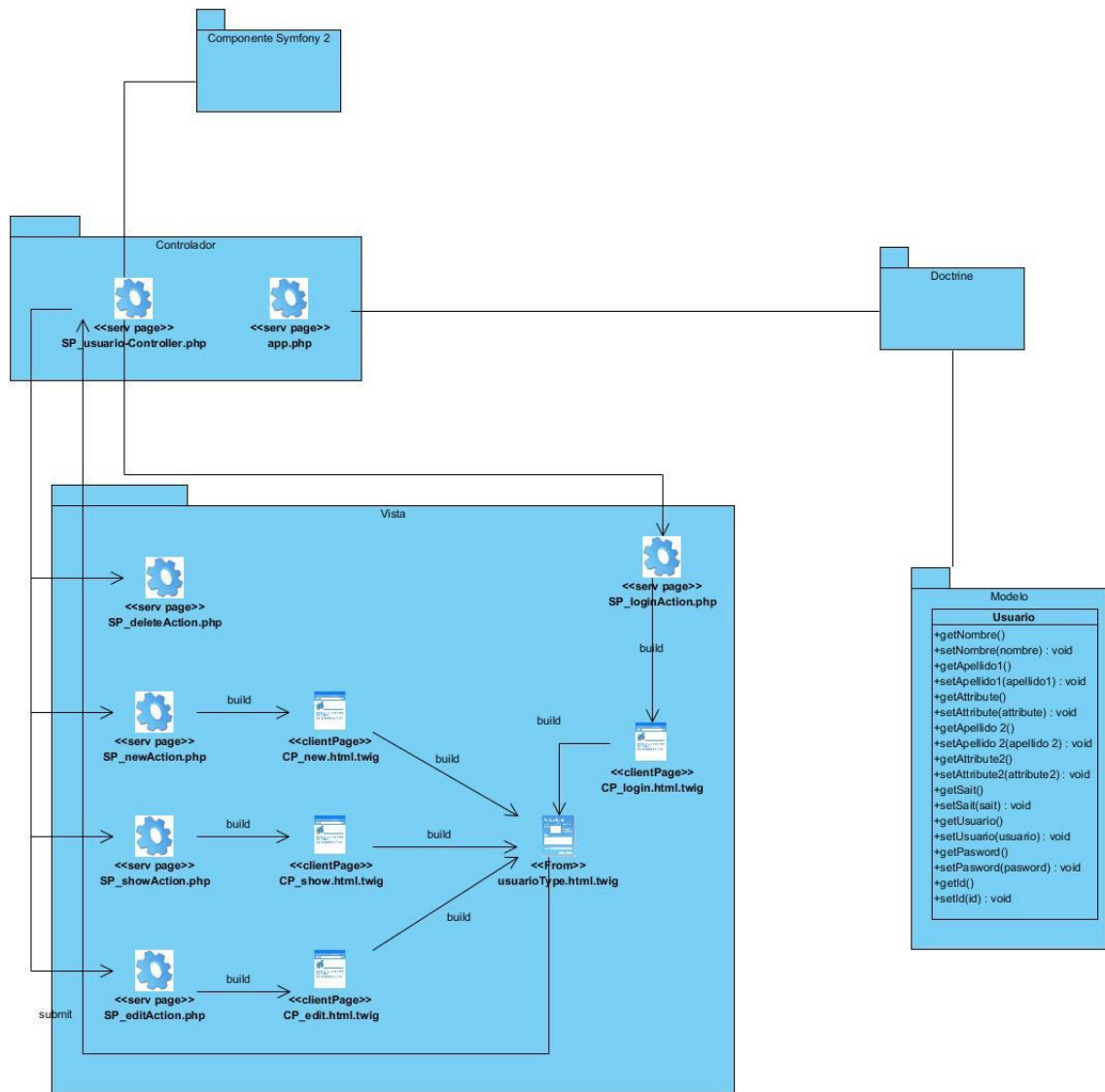


Figura 1: Diagrama de Clases del Diseño CU Gestionar Usuario.

Anexo 6: Diagrama de Clases del Diseño del Caso de Uso Crear Diagnóstico Ambiental.

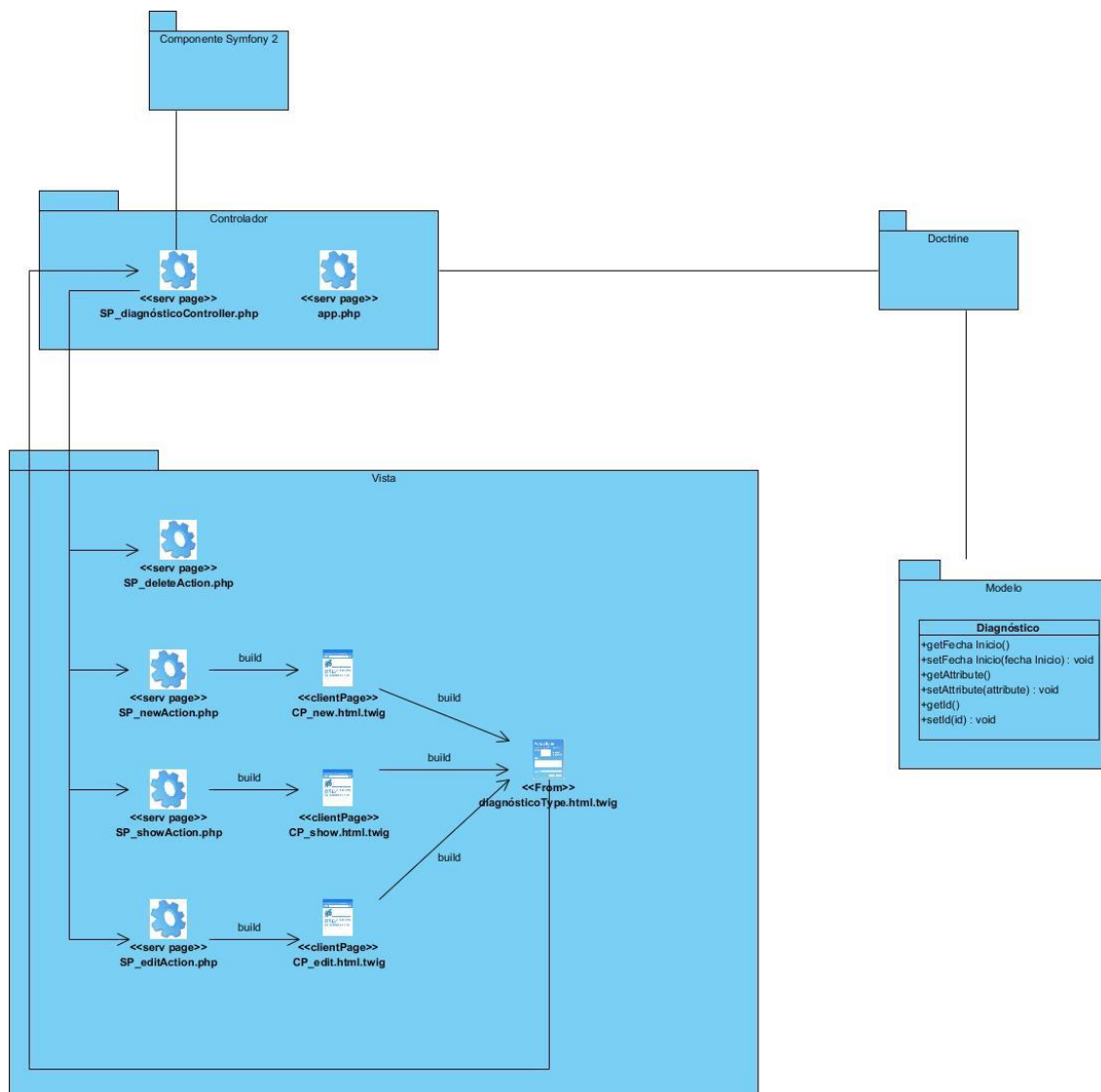


Figura 2: Diagrama de Clases del Diseño CU Crear Diagnóstico Ambiental.

Anexo 8: Esquema del funcionamiento interno del Symfony2.

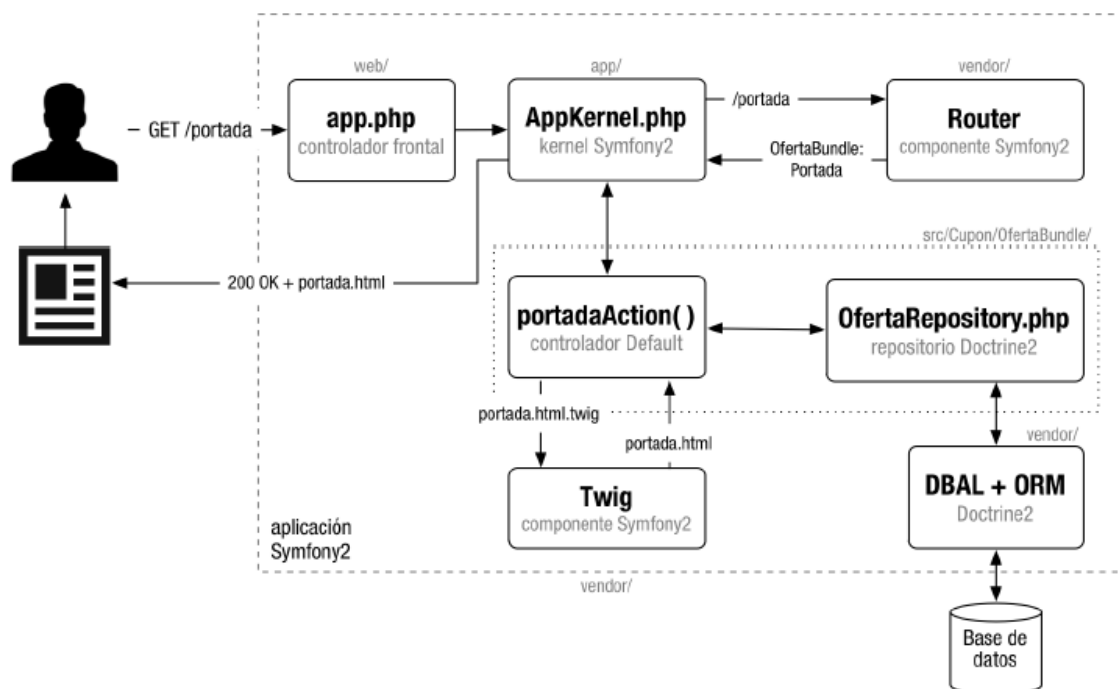


Figura 4: Esquema del funcionamiento interno de Symfony2.

Anexo 9: Caso de Prueba 1 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso	Gestionar Entidad
Caso de Prueba	1
Entrada	<p>Nombre: GECA</p> <p>Dirección: calle 16 entre 3era y 18 La Habana, Cuba</p> <p>Teléfono: 204697</p> <p>Email: gecalh@juventud.cu</p> <p>Organismo: MINAZ</p> <p>Representante: Yolanda Jiménez</p> <p>Área que ocupa: recursos humanos</p> <p>Cantidad de trabajadores: 48</p> <p>Fecha inicio: 16/05/2014</p> <p>Perfeccionamiento económico: No</p> <p>Cumple con el procedimiento establecido: Si</p> <p>Existe un SG de calidad: Si</p> <p>Está Certificado: Si</p> <p>Premios de calidad: No</p>

	Condición natural y social: Cumple con todos los requisitos.
Salida	Todos los datos de los atributos son válidos y la entidad no se encuentra en la base de datos, el sistema inserta la nueva entidad en la base de datos y lo notifica al usuario.

Tabla 5: Caso de Prueba 1 utilizando técnica de caja negra.

Anexo 10: Caso de Prueba 2 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso	Gestionar Entidad
Caso de Prueba	2
Entrada	<p>Nombre:</p> <p>Dirección: calle 16 entre 3era y 18 La Habana, Cuba</p> <p>Teléfono: 204697</p> <p>Email: gecalh@juventud.cu</p> <p>Organismo: MINAZ</p> <p>Representante:</p> <p>Área que ocupa: recursos humanos</p> <p>Cantidad de trabajadores: 48</p> <p>Fecha inicio: 16/05/2014</p> <p>Perfeccionamiento económico: No</p> <p>Cumple con el procedimiento establecido: Si</p> <p>Existe un SG de calidad: Si</p> <p>Está Certificado: Si</p> <p>Premios de calidad: No</p> <p>Condición natural y social:</p>
Salida	Como existen atributos cuyos campos están vacíos, se muestra un mensaje de error y se solicita al usuario que complete los campos vacíos.

Tabla 6: Caso de Prueba 2 utilizando técnica de caja negra.

Anexo 11: Caso de prueba 3 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso	Gestionar Entidad
Caso de Prueba	1
Entrada	<p>Nombre: GECA</p> <p>Dirección: calle 16 entre 3era y 18 La Habana, Cuba</p>

	<p>Teléfono: lfsjf</p> <p>Email: gecalh@juventud.cu</p> <p>Organismo: MINAZ</p> <p>Representante: Yolanda Jiménez</p> <p>Área que ocupa: recursos humanos</p> <p>Cantidad de trabajadores: jfjsf</p> <p>Fecha inicio: 16/05/2014</p> <p>Perfeccionamiento económico: No</p> <p>Cumple con el procedimiento establecido: Si</p> <p>Existe un SG de calidad: Si</p> <p>Está Certificado: Si</p> <p>Premios de calidad: No</p> <p>Condición natural y social: Cumple con todos los requisitos.</p>
Salida	<p>Existen datos de la entidad que poseen caracteres no válidos. El sistema muestra un mensaje de error al usuario donde expone que los caracteres válidos para los valores del teléfono, cantidad de trabajadores son sólo números.</p>

Tabla 7: Caso de Prueba 2 utilizando técnica de caja negra.

Anexo 12: Interfaz de usuario correspondiente al módulo Información.



Figura 5: Interfaz de usuario correspondiente al módulo Información.