

Tutores:

Autor: Andrés Darío Alomá Alonso

Título: Portal Web para el Sistema de Información Ambiental del CEAC

Departamento

Departamento de Computación

, noviembre, 2024



Academic Departament

Department of Computer Science

Title: Web Portal for the Environmental Information System of the CEAC

}}}

Author: Andrés Darío Alomá Alonso

Thesis Director

, November, 2024

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

**¨¨DEDICATORIA¨¨**

**RESUMEN**

**Abstract**

Contenido

[Introducción 1](#_Toc179856521)

[CAPÍTULO 1: CARACTERIZACIÓN DEL MARCO TEÓRICO 9](#_Toc179856522)

[1.1 Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos 9](#_Toc179856523)

[1.2 Sistemas de gestión ambiental y sistemas de información ambiental 10](#_Toc179856524)

[1.3 Norma Internacional ISO 140001 11](#_Toc179856525)

[1.4 Portales web 12](#_Toc179856526)

[1.4.1 Portales web para la gestión ambiental 12](#_Toc179856527)

[1.4.2 Metodologías ágiles para el desarrollo de portales web 14](#_Toc179856528)

[1.5 Entorno de desarrollo, Lenguaje de Programación y Tecnologías empleadas 16](#_Toc179856529)

[1.5.1 Visual Studio Code 17](#_Toc179856530)

[1.5.2 Django 18](#_Toc179856531)

[1.5.3 React 18](#_Toc179856532)

[1.5.4 PostGIS 19](#_Toc179856533)

[1.5.5 GeoNetwork 20](#_Toc179856534)

[1.6 Conclusiones Parciales 21](#_Toc179856535)

[CAPITULO 2 INGENIERIA DE SOFWARE PORTAL SIAM 21](#_Toc179856536)

[2.1 Requerimientos funcionales y no funcionales 21](#_Toc179856537)

[2.1.1 Requerimientos funcionales 21](#_Toc179856538)

[2.1.2 Requerimientos no funcionales 22](#_Toc179856539)

[2.2 Diseño y Arquitectura 22](#_Toc179856540)

[2.2.1 Arquitectura de Cliente-Servidor 22](#_Toc179856541)

[2.2.1.1 Backend Diseño del API-REST 22](#_Toc179856542)

[2.2.1.2 Frontend: Diseño y Gestión del Estado 23](#_Toc179856543)

[2.2.1.3 Bases De Datos 24](#_Toc179856544)

[2.3 Desarrollo Iterativo 24](#_Toc179856545)

[2.3.1 División en Módulos 24](#_Toc179856546)

[2.3.2 Metodología de Desarrollo 24](#_Toc179856547)

[2.3.3 Control de Versiones 24](#_Toc179856548)

[2.4 Pruebas, Validaciones y Mantenimiento 25](#_Toc179856549)

[2.4.1 Pruebas Unitarias 25](#_Toc179856550)

[2.4.2 Pruebas de Integración 25](#_Toc179856551)

[2.4.3 Pruebas de Seguridad 25](#_Toc179856552)

[2.4.4 Escalabilidad 25](#_Toc179856553)

[2.4.5 Documentación 26](#_Toc179856554)

[Bibliografía 26](#_Toc179856555)

[Tabla de ilustraciones: 27](#_Toc179856556)

# Introducción

En los años 70, ante el creciente aumento de los problemas ambientales a nivel global, regional, nacional y local, surgió la necesidad de incorporar la variable ambiental como un componente esencial para garantizar un proceso de crecimiento sostenible y estable. La planificación del desarrollo sostenible debe fomentar la conservación de los recursos naturales, siendo técnicamente adecuada, económicamente viable y socialmente aceptable. Este enfoque sistémico debe abordar las problemáticas de la economía y el medio ambiente, conduciendo a la formulación de políticas y acciones concretas de ordenamiento y gestión ambiental (Sánchez et al., 2012).

El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) 2030 de Cuba define la acción por el clima, como uno de sus ejes estratégicos. El enfrentamiento al cambio climático es una alta prioridad debido a su vulnerabilidad como pequeño Estado Insular en la región tropical. Se adoptan estrategias para reducir el riesgo de desastres y fortalecer la resiliencia. Destaca la Directiva No. 1/2010, que proporciona un marco normativo para la implementación de medidas preventivas.

Esta directiva es fundamental para la gestión ambiental, ya que permite identificar y mitigar los riesgos asociados a desastres naturales, protegiendo así los recursos naturales y las comunidades locales. Se integran medidas de cambio climático en la planificación de políticas, alineadas con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Esta integración asegura que las políticas ambientales consideren los impactos del cambio climático y promuevan prácticas sostenibles (Presidencia y Gobierno de La República de Cuba, 2021).

El desarrollo sostenible requiere un profundo conocimiento de la información medioambiental por parte de los organismos responsables de la toma de decisiones. La disponibilidad de un sistema de información ambiental es complementaria para lograr una gestión ambiental eficaz, capaz de realizar una asignación óptima de los recursos naturales, difundir públicamente el conocimiento sobre las condiciones y limitaciones en las que pueden desenvolverse las actividades de producción y consumo, asegurar el mantenimiento y mejora de la calidad de vida dentro de un modelo de desarrollo duradero (Sánchez Llull et al., 2012).

La creación de sistemas de gestión ambiental es crucial para socializar la información sobre el cambio climático, para gestionar los riesgos, de pérdidas económicas y humanas, apoyar a los países en desarrollo, integrar medidas de reducción de riesgos en las políticas y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) con el estándar ISO 14001 es una norma con propósito de proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Especifica los requisitos que permitan a que una organización logre los resultados previstos que ha establecido para su Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Un enfoque sistemático a la gestión ambiental puede proporcionar información a la alta dirección que genera un éxito a largo plazo y crear opciones que contribuyen al desarrollo sostenible(ISO 14001:2015(es), Sistemas de gestión ambiental., 2015).

En Cuba, se utilizan diversas herramientas para apoyar la gestión ambiental. Entre ellas se encuentran los sistemas de información geográfica (SIG), que ayudan en la planificación y monitoreo ambiental, y los instrumentos económicos, como los impuestos ambientales y los incentivos financieros, que promueven prácticas sostenibles. Además, la educación y la concienciación ambiental juegan un papel crucial en la promoción de la sostenibilidad. Las políticas y regulaciones ambientales también son fundamentales para garantizar que las organizaciones cumplan con los estándares ambientales y contribuyan al desarrollo sostenible (Rodríguez-Becerra, Espinoza & Wilk., 2002).

Una política planificada en Cuba, es la informatización de la sociedad, que ofrece una oportunidad sin precedentes para abordar los desafíos ambientales de manera más eficiente y efectiva. A través del uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), es posible recopilar, analizar y compartir datos ambientales en tiempo real, lo que permite una toma de decisiones más informada y rápida (Cubadebate., 2020)

La creación de un portal web para la gestión ambiental permite centralizar y democratizar el acceso a la información ambiental. Puede recopilar, analizar y difundir datos ambientales en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas y rápidas. Permite a los investigadores acceder a información relevante, reportar problemas locales y participar en proyectos internacionales. También permite la implementación de sistemas de información ambiental más eficientes. Integra funcionalidades como la planificación y seguimiento de proyectos de sostenibilidad, la evaluación del cumplimiento de normativas y la optimización de recursos.

Actualmente en la provincia de Cienfuegos, la información generada en el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) se conserva por los investigadores que la generan y por el especialista de proyectos de la institución, pero no se encuentra agrupada en una ubicación específica ni existen mecanismos eficientes para socializarla.

Para abordar este problema y mejorar la gestión y socialización de la información ambiental, se desarrolló en el año 2012 el Sistema de Información Ambiental “Bahía de Cienfuegos” (SIAM), fue desarrollado por el CEAC para gestionar y visualizar información ambiental relevante para la provincia.

El diseño del SIAM incluyó un sitio web basado en el manejador de contenido Drupal 6.22, con módulos adicionales escritos en PHP y administración de datos mediante PostgreSQL. El SIAM proporciona varias funciones importantes. Permite la publicación de información ambiental, como informes y mapas temáticos, y facilita la consulta y descarga de estos en formato PDF. Gestiona datos taxonómicos, soportando la descripción y almacenamiento de información sobre diversos organismos, incluyendo imágenes y detalles ecológicos. También gestiona muestras ambientales, almacenando datos detallados sobre la ubicación, métodos de muestreo y mediciones analíticas. Además, ofrece herramientas para la creación y visualización de mapas temáticos a través de servicios web (WMS) y mejora la organización de datos mediante la gestión de metadatos con GeoNetwork, permitiendo la creación, actualización y búsqueda de metadatos (Sánchez Llull et al., 2012.).

El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) 2030 de Cuba define la acción por el clima, como uno de sus ejes estratégicos. El enfrentamiento al cambio climático es una alta prioridad debido a su vulnerabilidad como pequeño Estado Insular en la región tropical. Se adoptan estrategias para reducir el riesgo de desastres y fortalecer la resiliencia. Destaca la Directiva No. 1/2010, que proporciona un marco normativo para la implementación de medidas preventivas.

Esta directiva es fundamental para la gestión ambiental, ya que permite identificar y mitigar los riesgos asociados a desastres naturales, protegiendo así los recursos naturales y las comunidades locales. Se integran medidas de cambio climático en la planificación de políticas, alineadas con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Esta integración asegura que las políticas ambientales consideren los impactos del cambio climático y promuevan prácticas sostenibles (Presidencia y Gobierno de La República de Cuba, 2021).

El desarrollo sostenible requiere un profundo conocimiento de la información medioambiental por parte de los organismos responsables de la toma de decisiones. La disponibilidad de un sistema de información ambiental es imprescindible para lograr una gestión ambiental eficaz, capaz de realizar una asignación óptima de los recursos naturales, difundir públicamente el conocimiento sobre las condiciones y limitaciones en las que pueden desenvolverse las actividades de producción y consumo, y asegurar el mantenimiento y mejora de la calidad de vida dentro de un modelo de desarrollo duradero (Sánchez et al., 2012).

A pesar de sus capacidades, el SIAM enfrenta serias limitaciones que afectan su operatividad. El sistema está basado en tecnologías que ya no son soportadas o están desactualizadas, como Drupal 6.22, MapServer en su configuración original, y versiones antiguas de PostgreSQL y PostGIS (Sánchez et al., 2012). La falta de personal capacitado para el mantenimiento y actualización del sistema impide su operación por los usuarios de forma eficiente y segura. Además, la obsolescencia tecnológica introduce incompatibilidades con nuevos estándares y potenciales vulnerabilidades de seguridad.

GeoNetwork es una herramienta fundamental en el SIAM para administrar recursos referenciados espacialmente. Facilita el acceso a bases de datos y productos cartográficos mediante la descripción detallada de metadatos, ofreciendo funcionalidades de búsqueda online, carga y descarga de datos, edición de metadatos y tiene control de acceso de usuarios. Además, brinda un eficaz soporte técnico para la investigación científica, permitiendo una mejor organización y mantenimiento de los datos.

El manejo adecuado de información geoespacial y ambiental es crucial para la gestión y toma de decisiones. Esto incluye la organización y almacenamiento de datos utilizando bases de datos espaciales como PostgreSQL con PostGIS, la visualización y análisis dinámico de datos en forma de mapas temáticos mediante tecnologías como MapServer y p.mapper, y la implementación de sistemas de metadatos como GeoNetwork para asegurar la accesibilidad y actualización constante de los datos.

Aunque el SIAM fue diseñado con capacidades robustas para la gestión de información ambiental, enfrenta desafíos significativos debido a su infraestructura tecnológica obsoleta y la falta de personal especializado. Para revitalizar el sistema, se requiere una actualización tecnológica y la capacitación de nuevos profesionales que puedan mantener y evolucionar el sistema.

Surge así la necesidad de recopilar y ordenar toda la información medioambiental generada para organizar su flujo y servir como fuente de datos para el desarrollo de un Sistema de Información Ambiental moderno y accesible.

La obsolescencia del Sistema de Información Ambiental (SIAM) del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, debido a su desactualización, afecta negativamente la organización, el uso, manejo y conservación de la información. Esta situación hace que las capacidades de ejecución de proyectos o servicios científico-técnicos de la institución no tengan un mayor alcance.

Del análisis sobre la problemática existente se define como **problema de investigación:** ¿Cómo contribuir a la optimización del Sistema de Información Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos para la búsqueda de información de los proyectos o servicios científico técnicos?

Del problema anterior se deriva como **objeto de estudio**: la optimización del Sistema de Información Ambiental. Se determina como **campo de acción**: la optimización del Sistema de Información Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos para la búsqueda de información de los proyectos o servicios científico técnicos.

El **objetivo general** de la presente investigación es: Desarrollar el Sistema de Información Ambiental (SIAM) del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, a través del portal web del Laboratorio de Ensayos Ambientales (LEA) para optimizar la búsqueda de información científica generada por los proyectos y servicios científico técnicos.

A partir del objetivo general de la investigación, se desglosan los siguientes **objetivos específicos:**

1. Determinar los bases teóricos conceptuales acerca de los sistemas de información geográficos.
2. Diagnosticar el estado actual del Sistema de Información Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.
3. Desarrollar el Sistema de Información Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.

Se define como **hipótesis**:que el uso de tecnologías más modernas permitirá una mayor eficiencia en el procesamiento y manejo de datos geoespaciales y ambientales, mejorando la capacidad de análisis y la toma de decisiones basada en datos. Además, facilitará la integración con otras plataformas y sistemas, promoviendo una mayor colaboración y socialización de la información entre instituciones y organismos interesados en la gestión ambiental.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos teóricos, empíricos y matemáticos estadísticos. Los **métodos teóricos** utilizados:

Histórico-Lógico:para el análisis del surgimiento y evolución de los Sistema de Información Ambiental.

Analítico-Sintético: para el estudio de los Sistema de Información Ambiental y posteriormente extraer los elementos esenciales para fundamentar la investigación.

Inductivo-Deductivo:para la deducción de criterios a partir del estudio de la literatura científica sobre los Sistema de Información Ambiental y la determinación de la posible técnica a utilizar como alternativa viable a incorporar en la presente investigación.

Hipotético-Deductivo:para la formulación de la hipótesis y la declaración del diseño experimental con el objetivo de comprobar la correlación de las variables definidas.

Modelado:para la representación estructurada de métodos, procedimientos y variables, mediante una secuencia coherente y lógica de la propuesta.

Los **métodos empíricos** utilizados:

Análisis documental:se empleó con el fin de identificar potencialidades e insuficiencias, en torno al Sistema de Información Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.

Observación: se aplicó para el estudio de la ejecución del Sistema de Información Ambiental.

La entrevista: permitió diagnosticar el Sistema de Información Ambiental.

Encuesta: aplicada a investigadores y especialistas del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos para diagnosticar la existencia del fenómeno de estudio a fin de justificar la necesidad de implementar la propuesta de investigación.

Como **métodos matemático-estadísticos** se emplearon: la estadística descriptiva con la distribución de frecuencias absoluta permitió procesar datos y cálculos relacionados con las tareas realizadas de suma, análisis porcentual, tablas y gráficos para la comparación y realización de valoraciones necesarias.

Se consideró como **población** de la investigación \_\_\_\_ trabajadores, del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, de ellos \_\_\_\_ son investigadores y \_\_\_\_ especialistas. Se trabajó con una muestra aleatoria simple: se seleccionó al azar. Es intencional, de acuerdo con el criterio del investigador de los grupos que utilizan el Sistema de Información Ambiental para su desempeño profesional.

Una vez aplicadas las técnicas, se procedió al análisis e interpretación de los datos, a partir de los cuales diseño el resultado científico de la investigación. La investigación adquiere **significación práctica** al rediseñar Sistema de Información Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos a través del portal web del Laboratorio de Sistemas de Información Geográficas (LabSIG) para optimizar la búsqueda de información de los proyectos o servicios científicos técnicos.

La **novedad científica** de la investigación, está avalada por los aportes que realizan al campo de estudio a la cual pertenece:

* Desde el punto de vista teórico: Se recopila un conjunto de referencias teórico-conceptuales sobre los Sistemas de Información Ambiental, la infraestructura de datos espaciales, gestores de mapas, etc., que brinda un acercamiento a autores, investigadores, y bibliografías en general.
* Desde el punto de vista práctico: Se presenta, la forma adecuada de como diagnosticar el estado del Sistema de Información Ambiental del CEAC, a través de instrumentos de investigación, por lo que puede servir como modelo en instituciones semejantes. Se expone una página web para agrupar, optimizar y conservar la información de los proyectos o servicios científicos técnicos del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.
* Desde una perspectiva social: Contribuirá al rescate, atesoramiento y conservación del patrimonio científico, lo cual garantiza que la información de valor contenida pueda ser accesible por usuarios internos y externos. Permitirá una mayor eficiencia en la gestión documental de los datos numéricos y geoespaciales, lo cual proporciona eficiencia en la búsqueda y gestión de la información en el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.

La tesis se estructura en tres capítulos. El primero está destinado a la caracterización de los sistemas de gestión ambiental y tecnologías empleadas para el desarrollo del portal web. En el segundo capítulo describe el proceso de desarrollo del portal web a través de diagramas y algoritmos empleados para el desarrollo. En el tercer capítulo se presenta el desarrollo del portal web del Sistema de Información Ambiental (SIAM) propuesto para dar solución al problema. Se exponen, además, las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos que complementarán la información fundamental de la investigación.

# CAPÍTULO 1: CARACTERIZACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exploran los fundamentos teóricos que sustentan la gestión ambiental en la provincia de Cienfuegos, con un enfoque particular en la necesidad de mejorar la accesibilidad y socialización de la información producida por el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC). Se presenta el Sistema de Información Ambiental “Bahía de Cienfuegos” (SIAM) como una solución diseñada para integrar y visualizar datos ambientales, subrayando su estructura tecnológica basada en sistemas de información geográfica (SIG) y bases de datos geoespaciales, esenciales para una gestión ambiental eficaz. Además, se analiza el papel de herramientas como GeoNetwork, que facilitan la gestión de metadatos y aseguran la interoperabilidad y accesibilidad de la información geográfica, promoviendo la toma de decisiones informadas y la implementación de políticas ambientales sostenibles.

## Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos

Fue creado en 1999, como una unidad de ciencia y técnica del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Se encuentra ubicado en la Ciudad Nuclear de Cienfuegos.

CEAC es una institución de referencia nacional e internacional que contribuye, con el estudio de procesos, evaluación y solución de conflictos ambientales, a la sostenibilidad de los recursos naturales, a través del uso de técnicas de avanzada, de la excelencia de sus servicios analíticos, académicos, y de innovación tecnológica con una elevada preparación profesional. Esta visión se soporta sobre 6 áreas de resultados claves en proceso de perfeccionamiento, las cuales se convierten en los pilares fundamentales de esta política científica.

Reconocido por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) como Centro de Referencia Regional en la aplicación de técnicas nucleares a la solución de problemas específicos del Manejo Integrado Costero, desde el año 2007.

El CEAC cuenta con una línea de investigación:

* “Estudio de las problemáticas ambientales y soluciones en cuencas y áreas marino costeras”

Cuenta además con cinco (5) Sub-líneas, con sus respectivas temáticas, relacionadas con:

* Estudios sobre contaminación y calidad ambiental de las aguas, el suelo y atmósfera
* Estudios de procesos y cambios físico químicos en zonas costeras y cuencas
* Estudios ecosistémicos y taxonómicos en zonas marino costeros y cuencas
* Soluciones ambientales. Gestión ambiental de recursos. Gestión para la conservación. Biorremediación. Educación Ambiental y Comunicación
* Enfoques teóricos y metodológicos: MICAC, MIZC, CTS, MST, complejidad y otros. Dimensión social de estudios ambientales: contexto, impacto, percepción y riesgos

Desarrolla Proyectos de Investigación y Desarrollo o Aplicados, la mayoría con soporte financiero en la cooperación internacional multilateral o bilateral, fundamentalmente con el OIEA, el Fondo Mundial para el Medio Ambiente, el Fondo Fiduciario del Programa Específico Internacional de la Convención de Minamata y el gobierno de Italia; y ofrece una amplia gama de servicios dirigidos a conocer y contribuir a la solución de los problemas ambientales en Cuba y en la región del Caribe.

Desde su génesis, el CEAC se ha destacado por el uso eficaz de la colaboración internacional como herramienta para la mejora tecnológica y la capacitación científica del personal, el protagonismo ganado en el país como asesores ambientales de los órganos de gobierno, el reconocimiento analítico alcanzado por su Laboratorio de Ensayos Ambientales (LEA); y la introducción de nuevas tecnologías para mitigar y solucionar problemas de gran impacto ambiental y complejidad tecnológica.

El CEAC forma parte de la red nacional de Centros Autorizados a impartir docencia postgraduada del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Es Centro Regional para la capacitación en la aplicación de técnicas nucleares a estudios medioambientales aprobado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), lo cual fortalece su misión en la formación postgraduada especializada.

## Sistemas de gestión ambiental y sistemas de información ambiental

Un sistema de gestión ambiental es un conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para gestionar aspectos ambientales, cumplir con los requisitos legales y otros requisitos, abordar riesgos y oportunidades (ISO 14001:2015(es)Sistemas de gestión ambiental., 2015).

Los sistemas de información ambiental recopilan, organiza y difunde datos sobre la calidad ambiental y el estado del medio ambiente. Estos datos son sobre emisiones atmosféricas, calidad del agua, producción de residuos, uso del suelo, estadísticas ambientales y publicaciones científicas. Para esto se utilizan bancos de datos bibliográficos y estadísticas ambientales para proporcionar una visión general y detallada del entorno(Adriana et al., 2008).

Un ejemplo de estos sistemas es el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN) es una herramienta clave para la gestión ambiental en México, integrando diversas bases de datos estadísticas, cartográficas y documentales para centralizar y facilitar el acceso a información ambiental relevante y actualizada. Esta plataforma permite el monitoreo continuo del estado de los recursos naturales y del medio ambiente, ofreciendo indicadores que ayudan a evaluar el impacto de políticas y acciones ambientales. Proporciona información crítica para la toma de decisiones en la planificación y ejecución de políticas públicas, mejorando la transparencia y accesibilidad de los datos ambientales, lo que fomenta una mayor participación ciudadana y responsabilidad social. También actúa como una herramienta educativa, elevando la conciencia sobre los problemas ambientales y promoviendo la gestión sostenible de los recursos naturales. Su aplicación abarca desde la planificación de proyectos y políticas, la evaluación de impactos ambientales, la gestión eficiente de recursos naturales, hasta la respuesta a emergencias ambientales, consolidándose como un recurso integral para apoyar la sostenibilidad (SNIARN | Gob.Mx, 2024).

Los sistemas de información ambiental son fundamentales para un sistema de gestión ambiental efectivo, ya que proporcionan una base de datos estructurada y accesible que permite a las organizaciones monitorear y evaluar continuamente el estado del medio ambiente. Estos sistemas facilitan la recopilación, organización y difusión de información crítica, como emisiones atmosféricas, calidad del agua, y uso del suelo, lo que es esencial para tomar decisiones informadas y proactivas en la gestión de recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales. Además, al integrar estadísticas ambientales y bibliográficas, estos sistemas permiten una comprensión más profunda y detallada de las dinámicas ambientales, lo que a su vez mejora la capacidad de las organizaciones para cumplir con los requisitos legales, abordar riesgos, y aprovechar oportunidades en el marco de un desarrollo sostenible.

## Norma Internacional ISO 140001

La ISO 14001 es una norma internacional que establece los requisitos para un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Esta norma permite a las organizaciones demostrar su compromiso con la protección del medio ambiente mediante la gestión de los riesgos ambientales asociados a sus actividades. La Organización Internacional de Normalización es la responsable de la norma ISO 14001. [La ISO es una federación mundial de organismos nacionales de normalización que desarrollan y publican normas internacionales](https://www.iso.org/obp/ui" \t "_blank). [Dentro de una organización, la alta dirección es responsable de asegurar que los roles, responsabilidades y autoridades relacionados con el SGA se asignen y comuniquen adecuadamente](https://ilabora.com/quien-es-el-responsable-del-sistema-de-gestion-ambiental/" \t "_blank) (ISO 14001:2015(es)Sistemas de gestión ambiental., 2015).

El uso de la norma es importante a nivel internacional porque promueve la sostenibilidad, ayuda a las organizaciones a reducir su impacto ambiental y a utilizar los recursos de manera más eficiente. Mejora la reputación, las organizaciones que implementan la norma pueden demostrar su compromiso con el medio ambiente, lo que mejora su imagen y reputación. Cumplimiento legal, facilita el cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales, evitando sanciones y multas, competitividad, las empresas certificadas pueden acceder a nuevos mercados y clientes que valoran la sostenibilidad (ISO 14001:2015(es)Sistemas de gestión ambiental., 2015).

Los sistemas de gestión ambiental deben regirse por la norma ISO 14001 porque proporciona un marco estructurado y reconocido internacionalmente para gestionar los aspectos ambientales de una organización. Esto asegura que las prácticas ambientales sean consistentes, eficaces y alineadas con las mejores prácticas globales. Además, la norma fomenta la mejora continua y la participación de todos los niveles de la organización en la gestión ambiental.

## Portales web

Un portal web es un tipo privado de ubicación en Internet que tiene una dirección web única (URL), cuya interfaz general puede ser pública o privada, pero requiere un usuario y contraseña para acceder a cierta información o funciones que son exclusivas.

Es un sitio web que actúa como un punto de acceso centralizado para información, servicios y recursos en línea. Los portales web están diseñados para ofrecer a los usuarios una experiencia unificada al agrupar diferentes tipos de contenido, aplicaciones, y servicios en un solo lugar. Estos pueden incluir noticias, bases de datos, foros de discusión, correo electrónico, herramientas de búsqueda, y más.

Los portales suelen estar organizados de manera que la información esté estructurada en secciones o módulos, permitiendo a los usuarios encontrar y acceder a la información de manera eficiente. Además, muchos portales web están diseñados para ofrecer contenido personalizado según el perfil o las preferencias del usuario, lo que mejora la relevancia y la utilidad de la información proporcionada.

Existen diferentes tipos de portales web, incluyendo:

* Portales horizontales o generales: Ofrecen una amplia gama de recursos y servicios, como los portales de noticias o motores de búsqueda.
* Portales verticales o especializados: Enfocados en una industria o temática específica, como portales educativos, financieros, o de gestión ambiental.
* Portales corporativos: Utilizados por empresas para proporcionar a sus empleados, clientes, y socios acceso a información corporativa, herramientas de colaboración, y otros recursos.

El portal web del Sistema de Información Ambiental (SIAM) del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) cae dentro de la categoría de un portal web vertical y se enfocará en centralizar y proporcionar acceso a datos ambientales, herramientas de visualización geoespacial, información sobre proyectos ambientales, y recursos relacionados con la gestión ambiental en la provincia de Cienfuegos.

Al ser un portal especializado, su estructura y contenido estarán dirigidos principalmente a investigadores, tomadores de decisiones, instituciones relacionadas con la gestión ambiental, y al público en general interesado en la sostenibilidad y el medio ambiente. Este enfoque permite una organización eficiente de la información y facilita el acceso a datos críticos que apoyan la toma de decisiones informadas en el ámbito ambiental.

### Portales web para la gestión ambiental

Los portales webs que se utilizan en la gestión ambiental están diseñados para recopilar, gestionar y visualizar datos ambientales, facilitando la toma de decisiones informadas. Están orientados a mejorar la transparencia y accesibilidad de la información ambiental para instituciones, investigadores y el público en general. Incluyen herramientas para la visualización de datos geoespaciales a través de mapas interactivos, que permiten consultar información sobre áreas protegidas, calidad del agua, emisiones atmosféricas, y otros datos ambientales relevantes. Un ejemplo destacado es el Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM) del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) en Colombia.

Estos sitios proporcionan acceso a información sobre proyectos ambientales y permiten realizar consultas relacionadas con el cumplimiento de normativas ambientales. Esto incluye la gestión de certificaciones, declaraciones de impacto ambiental, y otros documentos clave para la administración ambiental. Se estructuran de manera modular, con secciones dedicadas a temas específicos. Esto facilita una navegación eficiente y permite a los usuarios acceder rápidamente a la información que necesitan.

En general los portales web para la gestión ambiental, están conformados de forma que tengan una interfaz amigable al usuario con una navegación intuitiva y acceso a múltiples idiomas o principalmente el inglés. Estar conformado por módulos de datos específicos con mapas interactivos para obtener de forma visual la información geoespacial, bases de datos consistentes que permitan acceso a datos específicos, y tener una gestión de proyectos y consultas donde los usuarios puedan tener acceso a proyectos ambientales, certificaciones y otros documentos relacionados. Deben mantener un soporte de datos en tiempo real, secciones para la documentación y descargas, compatibilidad multiplataforma para facilitar el acceso desde cualquier dispositivo. Mantener un control de acceso a los usuarios que accedan al sitio es importante porque algunos de los datos que se pueden encontrar pueden ser sensibles.

Estas características garantizan la robustez de un Sistema de Información Ambiental diseñado para facilitar el acceso a información crítica para la gestión ambiental. Cumplir normativas internacionales como la ISO 140001 es esencial para garantizar que la información se maneje de forma eficiente, segura y accesible. Además, la integración de tecnologías de datos en tiempo real y la compatibilidad multiplataforma son claves para maximizar el impacto y utilidad de este sistema.

El SIAM del INVEMAR no solo proporciona acceso a información crítica para la gestión ambiental, sino que también desempeña un papel fundamental en fomentar la participación ciudadana. Al hacer la información ambiental accesible al público general, el SIAM permite que ciudadanos, investigadores y tomadores de decisiones se involucren activamente en la protección y gestión de los recursos marinos y costeros. Esta característica es común en otros portales de gestión ambiental, que incluyen secciones especializadas para la gestión de proyectos, certificaciones ambientales y el cumplimiento de normativas. Dichos portales están diseñados para facilitar el acceso y la utilización de la información a través de interfaces amigables y una navegación intuitiva, permitiendo a los usuarios encontrar rápidamente los datos que necesitan para tomar decisiones informadas.

Además, estos sistemas de información ambiental incorporan características esenciales como la compatibilidad multiplataforma, lo que asegura que los usuarios puedan acceder a la información desde cualquier dispositivo, ya sea un ordenador de escritorio, una tableta o un teléfono móvil. Esta versatilidad es crucial en un mundo cada vez más digital y conectado, donde la disponibilidad de datos en tiempo real puede marcar la diferencia en la respuesta a situaciones ambientales urgentes. Estos sistemas también implementan controles de acceso robustos para proteger la información sensible, garantizando que solo usuarios autorizados puedan acceder a ciertos datos. Cumplir con normativas internacionales, como la ISO 140001, es esencial para garantizar que la información se maneje de manera eficiente, segura y accesible, cumpliendo con los más altos estándares de gestión ambiental.

La integración de tecnologías avanzadas que permiten el manejo de datos en tiempo real es fundamental para maximizar la utilidad y el impacto de estos sistemas. Al igual que el SIAM del INVEMAR, muchos de estos sistemas están en constante crecimiento y actualización, lo que asegura su relevancia y eficacia a largo plazo. Esta evolución continua permite que los sistemas respondan a nuevas necesidades, integren avances tecnológicos y mantengan su capacidad para apoyar la gestión ambiental de manera efectiva y sostenible.

### 1.4.2 Metodologías ágiles para el desarrollo de portales web

Para desarrollar un portal web para el (CEAC), se adopta la metodología ágil Scrum. Scrum es una de las metodologías ágiles más populares y efectivas para la gestión de proyectos de desarrollo de software, especialmente aquellos que requieren flexibilidad, colaboración continua y adaptabilidad a cambios frecuentes, características típicas en proyectos de sistemas de información ambiental.

**SCRUM**

Scrum está conformado por varios elementos clave; roles, artefactos, eventos y el ciclo de trabajo, funciona mediante ciclos iterativos y flexibles conocidos como sprints. Los tres pilares principales de scrum son la transparencia, inspección y adaptación. Se trabaja de forma iterativa, a través de pequeños experimentos, aprendiendo de este trabajo y adaptándose a lo que se está haciendo según sea necesario (© Scrum., 2024).

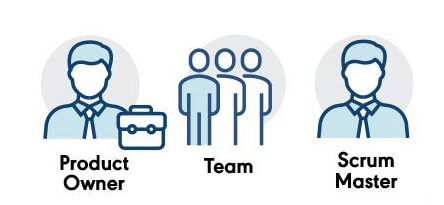
Los roles principales son el product owner, que es el responsable de definir y priorizar las funcionalidades del producto en el product backlog, scrum master actúa como facilitador, asegurando que el equipo siga las prácticas scrum y eliminando obstáculos que puedan interferir con el sprint y el equipo de desarrollo encargados de completar las tareas definidas para cada sprint.

Ilustración 1 Roles de SCRUM

Los artefactos son el product backlog, lista priorizada de funcionalidades, mejoras y correcciones que deben implementarse en el producto; sprint backlog, subconjunto del anterior donde el equipo se compromete a completar durante el sprint actual; y el incremento, resultado tangible del sprint, que debe ser un producto utilizable y potencialmente entregable.

Los eventos son sprint planning, planificación de las tareas del sprint; daily scrum, revisión diaria del progreso, identificar obstáculos y ajustar el trabajo para el día; sprint review, al final del sprint se le muestra el resultado al product owner; y sprint retrospective, se reflexiona sobre que funcionó bien, lo que se puede mejorar y como hacerlo mejor en el próximo sprint.

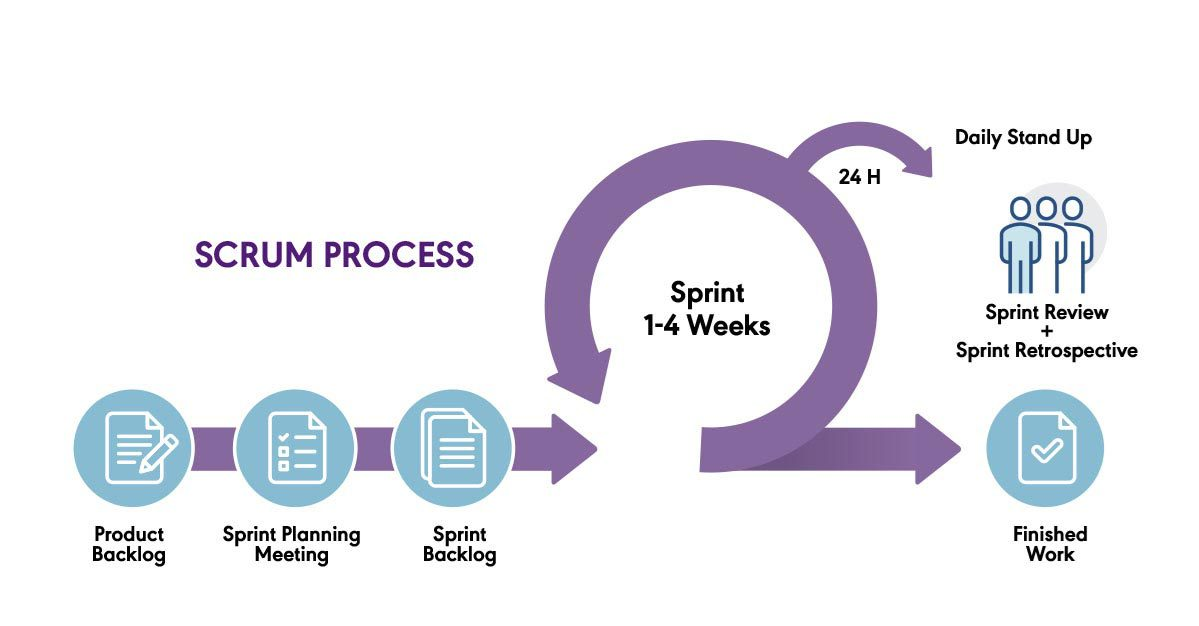
El ciclo de trabajo suele durar entre 2 a 4 semanas, al final de las cuales se debe llegar a un incremento funcional del producto. El ciclo se repite hasta que se completa el proyecto, permitiendo ajustes y mejoras continuas.

Ilustración 2 Proceso del SCRUM

Entre las ventajas de Scrum están su flexibilidad y adaptabilidad que permite ajustes rápidos según la retroalimentación y los cambios en los requisitos, su transparencia y colaboración, fomenta la comunicación constante entre los desarrolladores y el cliente, propone una entrega continua de valor, al final de cada sprint se entrega un producto utilizable.

## Entorno de desarrollo, Lenguaje de Programación y Tecnologías empleadas

Para el desarrollo del portal web del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), se ha seleccionado un entorno de desarrollo moderno y eficiente, utilizando un conjunto de tecnologías robustas y ampliamente reconocidas en la industria del software.

**Entorno de Desarrollo:**

El entorno de desarrollo elegido es Visual Studio Code (VSCode), un editor de código fuente ligero pero potente, con soporte para múltiples lenguajes de programación, extensiones útiles y una integración fluida con herramientas de desarrollo como control de versiones y depuración. VSCode es ideal para proyectos web, permitiendo a los desarrolladores trabajar de manera colaborativa y eficiente.

**Lenguajes de Programación:**

El backend del portal está desarrollado en Python, utilizando el framework Django. Django es conocido por su simplicidad, seguridad y rapidez en el desarrollo de aplicaciones web. Permite manejar la lógica del servidor, las bases de datos y la administración de usuarios de manera estructurada y segura. Para el frontend, se emplea JavaScript, específicamente el framework React, que es utilizado para crear interfaces de usuario dinámicas y altamente interactivas. React facilita el desarrollo de componentes reutilizables y la gestión eficiente del estado de la aplicación, proporcionando una experiencia de usuario fluida y responsiva.

**Tecnologías Empleadas:**

Para la gestión de datos, se utiliza PostgreSQL como base de datos relacional, acompañada de PostGIS para el manejo de datos geoespaciales. Esta combinación es ideal para aplicaciones que requieren almacenar, consultar y analizar información geográfica, como es el caso de un Sistema de Información Ambiental (SIAM). Además, se integra GeoNetwork, una plataforma para la gestión y publicación de metadatos geoespaciales, que facilita la organización, búsqueda y acceso a información geográfica y ambiental. GeoNetwork asegura que los datos manejados por el portal estén bien documentados y sean fácilmente accesibles a través de estándares internacionales.

En conjunto, estas tecnologías permiten el desarrollo de un sistema robusto, escalable y capaz de manejar la complejidad de la información ambiental, mientras aseguran una interfaz de usuario moderna y eficiente.

### Visual Studio Code

VSCode es un editor de código fuente ligero pero potente que se ejecuta en el escritorio y está disponible para Windows, macOS y Linux. Viene con soporte integrado para JavaScript, TypeScript y Node.js y tiene un rico ecosistema de extensiones para otros lenguajes y tiempos de ejecución (como C++, C#, Java, Python, PHP, Go, .NET). Es desarrollado por Microsoft, que se ha convertido en una de las herramientas más populares entre desarrolladores de software debido a su versatilidad, potencia y facilidad de uso. VSCode es un editor ligero, pero altamente extensible, lo que significa que puede adaptarse a una amplia variedad de necesidades de desarrollo a través de extensiones y configuraciones personalizadas (Documentación for Visual Studio Code, 2024.).

Una de sus características más destacadas es IntelliSense, que proporciona autocompletado inteligente y sugerencias basadas en el contexto del código, lo que facilita la escritura rápida y precisa. Esto mejora significativamente la productividad y reduce los errores durante el desarrollo.

Otra característica clave es la depuración integrada, que permite a los desarrolladores depurar su código directamente desde el editor. VS Code facilita la configuración de puntos de interrupción, la inspección de variables, y la navegación por el código mientras se ejecuta, lo que ayuda a identificar y corregir errores de manera más eficiente. Además, su integración con sistemas de control de versiones como Git es muy robusta, permitiendo a los desarrolladores gestionar cambios y colaboraciones de proyectos directamente desde el editor.

VS Code es altamente extensible gracias a su amplia biblioteca de extensiones, que pueden añadirse para soportar funcionalidades adicionales, desde la integración con Docker hasta frameworks específicos como Django o React. Estas extensiones permiten personalizar el entorno de desarrollo según las necesidades del proyecto, sin perder la ligereza y rapidez del editor. Además, VS Code es un editor multiplataforma, disponible para Windows, macOS, y Linux, lo que garantiza que los desarrolladores puedan trabajar en su entorno preferido sin perder ninguna funcionalidad.

### Django

Django es un marco web de Python de alto nivel que fomenta el desarrollo rápido y el diseño limpio y pragmático. Creado por desarrolladores experimentados, se encarga de gran parte de la molestia del desarrollo web, para que puedas concentrarte en escribir tu aplicación sin necesidad de reinventar la rueda. Es gratis y de código abierto, diseñado para facilitar el desarrollo rápido y seguro de aplicaciones web. Es conocido por su filosofía de "baterías incluidas", lo que significa que viene con muchas funcionalidades listas para usar, como autenticación, administración de bases de datos, y gestión de formularios. Esto permite a los desarrolladores concentrarse en la creación de aplicaciones sin preocuparse por la configuración y el mantenimiento de los componentes básicos (The Web Framework for Perfectionists with Deadlines | Django, 2024).

Una de las principales características de Django es su **ORM (Object-Relational Mapping),** que permite interactuar con bases de datos utilizando código Python en lugar de escribir SQL directamente. Esto simplifica la gestión de bases de datos y hace que el desarrollo sea más rápido y menos propenso a errores. Django también se destaca por su **sistema de administración automática**, que genera una interfaz administrativa basada en los modelos de la base de datos, permitiendo gestionar datos de manera intuitiva sin necesidad de crear un panel de administración desde cero.

Promueve la seguridad mediante la implementación de buenas prácticas por defecto, como la protección contra inyecciones SQL, clickjacking, y cross-site scripting (XSS). Además, sigue el principio DRY (Don't Repeat Yourself*)*, lo que reduce la redundancia en el código, promoviendo un desarrollo más limpio y eficiente. También es altamente **escalable**, siendo capaz de manejar aplicaciones pequeñas y grandes con la misma estructura básica.

Django es **modular** y extensible, permitiendo a los desarrolladores añadir funcionalidades a través de aplicaciones reutilizables o creando las suyas propias. Esto, combinado con su **amplia comunidad** y extensa documentación, hace de Django una opción robusta y confiable para el desarrollo de aplicaciones web de cualquier tamaño.

### React

React es una biblioteca de JavaScript desarrollada por Facebook, diseñada para construir interfaces de usuario de manera eficiente y modular. Su característica más destacada es el uso de componentes, que son bloques de construcción reutilizables que encapsulan partes de la interfaz y su lógica asociada. Estos componentes pueden ser combinados y anidados para crear interfaces complejas de manera estructurada y mantenible(*React*, n.d.).

Otra característica clave de React es su Virtual DOM, una representación en memoria del DOM real. Cada vez que se realiza un cambio en la interfaz, el Virtual DOM se actualiza primero y luego se sincroniza con el DOM real de la manera más eficiente posible. Este enfoque minimiza las operaciones costosas en el DOM real, lo que resulta en un rendimiento más rápido y una experiencia de usuario más fluida.

React también es conocido por su enfoque en la unidireccionalidad de los datos, donde los datos fluyen en una sola dirección, desde los componentes padres a los componentes hijos. Este patrón facilita la depuración y predicción del comportamiento de la aplicación, ya que el flujo de datos es más fácil de seguir y controlar.

Además, React es altamente extensible y puede integrarse fácilmente con otras bibliotecas o frameworks, permitiendo a los desarrolladores elegir las herramientas que mejor se adapten a las necesidades de su proyecto. También tiene una gran comunidad y un ecosistema rico en recursos, como bibliotecas adicionales para el manejo del estado global (como Redux) y herramientas de desarrollo que facilitan el ciclo de vida de la aplicación.

React es multiplataforma, lo que significa que, aunque está diseñado principalmente para el desarrollo web, también se puede utilizar para construir aplicaciones móviles a través de React Native, permitiendo a los desarrolladores reutilizar gran parte del código base entre plataformas diferentes.

### PostGIS

PostGIS es una extensión de PostgreSQL, una de las bases de datos relacionales más avanzadas y ampliamente utilizadas en el mundo. PostgreSQL es conocida por su robustez, extensibilidad, y conformidad con los estándares SQL, y PostGIS amplía estas capacidades al añadir soporte para datos geoespaciales. Esto convierte a PostgreSQL en una base de datos espacial completa, capaz de gestionar y realizar consultas sobre datos geográficos y geométricos de manera eficiente (PostGIS, 2024.).

La característica principal de PostGIS es su capacidad para almacenar y procesar datos geoespaciales directamente en la base de datos. Esto incluye la capacidad de manejar puntos, líneas, polígonos, y otros tipos de geometrías, así como realizar operaciones complejas como intersecciones, uniones, y análisis de proximidad, todo utilizando SQL estándar. Esto permite a los desarrolladores y analistas integrar datos espaciales con datos alfanuméricos en sus aplicaciones de manera fluida.

PostGIS también soporta un amplio conjunto de funciones geoespaciales que permiten realizar análisis avanzados de datos espaciales, como la proyección de coordenadas, la medición de distancias, y la manipulación de geometrías. Estas capacidades son esenciales para aplicaciones en áreas como sistemas de información geográfica (SIG), monitoreo ambiental, planificación urbana, y muchas otras.

Además, PostGIS es altamente escalable y eficiente, lo que lo hace adecuado tanto para pequeñas aplicaciones que manejan datos locales como para grandes sistemas distribuidos que procesan enormes volúmenes de datos espaciales. Su integración con herramientas de visualización y análisis geoespacial, como QGIS y GeoServer, también es destacable, proporcionando un ecosistema completo para el manejo de datos geográficos.

PostGIS convierte a PostgreSQL en una poderosa base de datos espacial, combinando la solidez y flexibilidad de PostgreSQL con avanzadas capacidades de manejo y análisis de datos geoespaciales, haciéndolo una elección ideal para proyectos que requieren un robusto soporte de datos espaciales.

### GeoNetwork

GeoNetwork es una aplicación de catálogo especializada en la gestión de recursos referenciados espacialmente, proporcionando una plataforma poderosa y flexible para la edición, búsqueda y publicación de metadatos geoespaciales. Desarrollada sobre PostgreSQL, está diseñada para integrarse perfectamente en infraestructuras de datos espaciales, y es ampliamente utilizada en iniciativas globales de gestión y distribución de datos geoespaciales.

Una de las características principales es su capacidad de búsqueda avanzada. Ofrece una interfaz web fácil de usar que permite realizar búsquedas de texto completo y búsquedas por facetas, refinando resultados según palabras clave, tipos de recursos, organizaciones, y otras características. Los usuarios pueden navegar fácilmente entre capas geoespaciales, servicios, mapas y conjuntos de datos, tanto geográficos como no geográficos, encontrando rápidamente las fuentes de datos relevantes para sus necesidades.

GeoNetwork también facilita la creación y personalización de mapas mediante un visor interactivo basado en OpenLayers. Este visor permite acceder a servicios OGC (como WMS y WMTS) y combinar capas dinámicas, que los usuarios pueden anotar, imprimir y compartir. Además, soporta la publicación de recursos geoespaciales, con herramientas de edición de metadatos que cumplen con estándares internacionales como ISO19115 y el formato Dublin Core, lo que asegura la interoperabilidad y la calidad de los datos.

La consola de administración de GeoNetwork ofrece una configuración sencilla del sistema, permitiendo gestionar cuentas de usuario, grupos, y clasificaciones directamente desde la interfaz web. También es posible programar la recolección de metadatos desde múltiples fuentes, incluyendo otros nodos de GeoNetwork, ESRI GeoPortal, y carpetas accesibles a la web.

Está construido sobre principios de software libre y de código abierto (FOSS), asegurando que la plataforma sea accesible, personalizable y sostenible a largo plazo. Esto permite a las organizaciones adaptar GeoNetwork a sus necesidades específicas, utilizando temas de Bootstrap para personalizar la apariencia o creando extensiones para esquemas de metadatos personalizados. Además, GeoNetwork cuenta con una API que soporta protocolos como OGC CSW y OAI-PMH, facilitando la integración con otros sistemas y servicios.

GeoNetwork forma parte de la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), lo que garantiza que el software sea respaldado por una comunidad activa y diversa. La comunidad de GeoNetwork ha crecido rápidamente, contribuyendo a su desarrollo a través de mejoras en el código, pruebas y soporte, haciendo de GeoNetwork una herramienta confiable y ampliamente adoptada en la gestión de datos espaciales a nivel mundial.

## Conclusiones Parciales

El Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) se destaca por su papel fundamental en la gestión ambiental de la región, utilizando herramientas avanzadas y colaboraciones internacionales para enfrentar desafíos complejos. El Sistema de Información Ambiental “Bahía de Cienfuegos” (SIAM) es crucial para la integración y visualización de datos ambientales, lo que facilita la toma de decisiones informadas y apoya la sostenibilidad. La adopción de la norma ISO 14001 en los sistemas de gestión ambiental garantiza que las prácticas del CEAC cumplan con estándares internacionales, promoviendo una gestión eficiente y sostenible. Además, el uso de tecnologías modernas y metodologías ágiles, como Scrum, asegura que el desarrollo del portal web del CEAC sea robusto, escalable y alineado con las necesidades actuales de gestión ambiental.

# CAPITULO 2 INGENIERIA DE SOFWARE PORTAL SIAM

## 2.1 Requerimientos funcionales y no funcionales

### 2.1.1 Requerimientos funcionales

Las entidades que se utilizan para la funcionalidad del desarrollo serian; Usuarios y sus roles, Investigador, Proyectos, Mediciones y Recursos. Los usuarios funcionan por roles los usuarios normales, solo puede ver un resumen de los proyectos (nombre y fecha). No tiene ninguna relación directa con los proyectos. Administrador que tiene acceso a todos los datos y funcionalidades de la página. Es responsable de cambiar y gestionar las publicaciones y la información de todos los proyectos. No tiene una relación directa con los proyectos como investigador o jefe de proyecto.

Investigador que tiene acceso a más detalles sobre los proyectos del centro. Relación **muchos a muchos** (M2M) con proyectos (puede estar en varios proyectos y varios investigadores pueden estar en un mismo proyecto). Existe un tipo especial de investigador, llamado **Jefe de Proyecto**, que puede dirigir uno o varios proyectos, pero cada proyecto solo puede tener un jefe.

Proyecto donde cada proyecto contiene datos como nombre, año, área de investigación, investigadores asociados, recursos y mediciones. Un proyecto puede tener varios investigadores, pero solo un **jefe de proyecto** y un **jefe técnico**. Las Mediciones donde existe la relación **uno a uno** con proyectos (cada proyecto puede tener un archivo de mediciones y un archivo de mediciones solo puede pertenecer a un proyecto). Contiene las mediciones de cada día del proyecto. Se guarda esta información en documentos Excel. Recursos, relación **uno a uno** con proyectos (cada proyecto puede tener un conjunto de recursos y un conjunto de recursos solo puede pertenecer a un proyecto). Recopilación de cualquier información adicional el proyecto (fotos, metadatos, documentos). Se guarda esta información en un directorio local del servidor.

### 2.1.2 Requerimientos no funcionales

Acceso Restringido por tipo de usuario solo podrá acceder a la información que le corresponde según su rol. Autenticación y Autorización al implementar un sistema seguro de autenticación y roles para administrar los permisos. Seguridad de los Dato consiste en asegurar que los datos de los proyectos solo puedan ser vistos o editados por usuarios autorizados (investigadores y administradores). La escalabilidad del sistema que debe ser capaz de manejar varios investigadores y proyectos de manera eficiente.

## 2.2 Diseño y Arquitectura

### 2.2.1 Arquitectura de Cliente-Servidor

El portal web SIAM sigue el modelo de arquitectura cliente-servidor, compuesto por; Backend: Utilizando Django y Django Rest Framework (DRF), el servidor gestiona las solicitudes, la lógica de negocio y el acceso a la base de datos. Frontend: Implementado con React, el cliente interactúa con el usuario final, mostrando la interfaz y consumiendo los datos proporcionados por el API del backend.

### 2.2.1.1 Backend Diseño del API-REST

Los endpoints de la web están distribuidos de la forma más simple posible para optimizar el funcionamiento de lo mostrado. La autenticación: Usar JWT (JSON Web Tokens) para autenticar usuarios. Cada usuario se autentica mediante un token que debe ser enviado en cada solicitud.

Las direcciones están distribuidas de esta forma:

* POST **/api/auth/login**: Para iniciar sesión y obtener el token.
* POST **/api/auth/register/**: Para registrar nuevos usuarios.

Proyectos: Endpoints para gestionar los proyectos y su relación con los investigadores.

* GET **/api/proyectos/**: Obtener una lista de proyectos.
* GET **/api/proyectos/{id}/**: Obtener detalles de un proyecto específico.
* POST **/api/proyectos/**: Crear un nuevo proyecto (solo administradores).
* PUT **/api/proyectos/{id}/**: Actualizar un proyecto (solo administradores).
* DELETE **/api/proyectos/{id}/**: Eliminar un proyecto (solo administradores).

Investigadores:

* GET **/api/investigadores/**: Obtener una lista de investigadores y sus proyectos.
* GET **/api/investigadores/{id}/**: Obtener detalles de un investigador específico.
* POST **/api/investigadores/**: Crear nuevos investigadores (solo administradores).

Relación M2M (Proyectos - Investigadores):

* POST **/api/proyectos/{id}/asignar\_investigador/**: Asignar un investigador a un proyecto.
* POST **/api/proyectos/{id}/asignar\_jefe/**: Asignar un jefe de proyecto (un solo jefe por proyecto).
* POST **/api/proyectos/{id}/asignar\_jefe\_tecnico/**: Asignar un jefe técnico (un solo jefe técnico por proyecto).

Validación de Datos: DRF proporciona validadores y serializers que se pueden personalizar para asegurarse de que los datos sean correctos antes de guardarlos en la base de datos.

Manejo de Errores:

* HTTP 400: Para errores de validación de datos.
* HTTP 401: Para solicitudes no autenticadas.
* HTTP 403: Para solicitudes no autorizadas (según el rol del usuario).
* HTTP 404: Para recursos no encontrados.

### 2.2.1.2 Frontend: Diseño y Gestión del Estado

Usar React Context o Redux para manejar el estado global de la aplicación, especialmente el manejo del estado de autenticación (login, logout) y el acceso a datos de proyectos e investigadores.

Los componentes serian el navbar, componente que cambia dinámicamente según el tipo de usuario (normal, investigador, administrador). ProjectList, componente que lista los proyectos. Cambia la cantidad de información mostrada según el rol del usuario. ProjectDetail, Detalles completos del proyecto para investigadores y administradores. InvestigatorList, Componente que muestra la lista de investigadores junto con los proyectos asociados.

La Interacción con la API. Usar fetch o Axios para realizar las solicitudes al backend (GET, POST, PUT, DELETE). Manejar promesas para realizar solicitudes asíncronas y actualizar el estado del componente. Navegación: Implementar React Router para la navegación entre páginas (inicio de sesión, lista de proyectos, detalles del proyecto, etc.).

### 2.2.1.3 Bases De Datos

Las Tablas Principales de la base de datos son, Usuario (CustomUser): Con un campo role que define si es un usuario normal, investigador o administrador. Investigador: Relación M2M con la tabla de proyectos. Tiene un campo booleano **jefe\_de\_proyecto** para marcar si es jefe de algún proyecto. Proyecto: Contiene campos como nombre, fecha, área de investigación, recursos y mediciones, y clave foránea a la tabla de investigadores para el jefe de proyecto. Mediciones: Contiene el campo donde se referencia al documento con las mediciones y la relación uno a uno con proyecto. Recursos: Contiene el campo donde se referencia al directorio con los recursos y la relación uno a uno con proyecto.

Modelo entidad relacion y modelo relacional

Optimización de Consultas:

Usar select\_related y prefetch\_related para mejorar la eficiencia al cargar proyectos con sus investigadores asociados. Indexes para crear índices en los campos que se consultan con frecuencia (por ejemplo, nombre de proyecto, jefe de proyecto). PostGIS para trabajar con datos geoespaciales, PostGIS permite almacenar y consultar datos geométricos, útil si los proyectos tienen una ubicación geográfica.

## 2.3 Desarrollo Iterativo

### 2.3.1 División en Módulos

Para un desarrollo ágil y organizado, el proyecto se divide en módulos o componentes independientes. Los módulos son; Módulo de Usuarios: Manejo de usuarios con diferentes roles: normal, investigador, administrador. Autenticación y autorización. CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) para la gestión de usuarios (administrador). Módulo de Investigadores: CRUD de investigadores (solo accesible por el administrador). Relación M2M con proyectos. Asignación de investigadores como jefes de proyectos.

Módulo de Proyectos: CRUD de proyectos (solo accesible por el administrador). Relación M2M entre proyectos e investigadores. Gestión de jefes de proyecto (un solo jefe por proyecto).

### 2.3.2 Metodología de Desarrollo

Para mejorar la productividad y calidad del código, se utilizan las siguientes metodologías: TDD (Test-Driven Development) para desarrollar pruebas unitarias y de integración antes de escribir el código. Garantiza que cada función cumpla con su propósito y que el sistema funcione correctamente desde el principio. Usar Pytest para el backend (Django) y Jest para el frontend (React).

Scrum para implementar un ciclo de desarrollo ágil con sprints de 1 o 2 semanas. Cada sprint incluye la planificación, desarrollo, pruebas y una retrospectiva para mejorar en el siguiente ciclo. Roles clave en Scrum, Product Owner (definición de requerimientos y prioridades). Scrum Master (guía y eliminación de impedimentos). Equipo de Desarrollo (backend y frontend).

### 2.3.3 Control de Versiones

El flujo de trabajo con Git con Branch Principal (main): Contiene solo el código completamente probado y listo para producción. Rama de Desarrollo (develop): Contiene el código que está siendo desarrollado y probado. Solo se fusiona en main cuando el código está listo para la producción. Ramas de Funcionalidad: Se crean para el desarrollo de nuevas características. Cada funcionalidad nueva o corrección de errores se desarrolla en una rama separada.

Pull Requests (PRs). Antes de fusionar una rama de funcionalidad en develop, se crea un PR para revisión de código. Revisar el PR para asegurar que cumple con las reglas de estilo y que pasa las pruebas automatizadas. Revisiones de Código, los PRs son revisados por al menos un desarrollador diferente al autor. Revisar que el código siga las mejores prácticas y no introduzca vulnerabilidades o errores.

## 2.4 Pruebas, Validaciones y Mantenimiento

### 2.4.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias se centran en validar el funcionamiento de las unidades más pequeñas de código (funciones, métodos) de manera aislada para el Backend(Django)se utilza Pytest o el sistema de pruebas de Django para escribir pruebas unitarias de modelos, vistas y serializadores. Por ejemplo, la prueba de que la creación de un investigador con un rol válido funcione correctamente. Frontend (React), se utiliza Jest para escribir pruebas unitarias de los componentes de React. Ejemplo para comprobar que el componente ProjectList muestra los proyectos según los datos recibidos.

### 2.4.2 Pruebas de Integración

Las pruebas de integración validan que los diferentes módulos del sistema interactúan correctamente para Backend y Frontend, Simular escenarios completos donde el frontend realice solicitudes al API y se compruebe que las respuestas son correctas. Con Postman para probar la integración entre el API y la base de datos. Frontend (React) se utiliza React Testing Library para simular la interacción del usuario con los componentes y asegurar que los datos se muestran correctamente tras una solicitud al API.

### 2.4.3 Pruebas de Seguridad

Es crucial garantizar que el sistema sea seguro frente a ataques y vulnerabilidades para esto en Backend se Asegura que las rutas protegidas (solo para investigadores o administradores) estén adecuadamente protegidas mediante autenticación y roles.

Para proteger los datos sensibles del usuario en el frontend y asegurar que no haya exposición innecesaria de información mediante errores en la lógica de la UI. Asegurarse de que los tokens JWT tengan tiempos de expiración adecuados y sean renovados de manera segura.

### 2.4.4 Escalabilidad

La escalabilidad es importante para que la aplicación crezca sin perder rendimiento, tanto en términos de usuarios como en complejidad de funcionalidad. Escalabilidad Horizontal, aumentar el número de servidores (nodos) que ejecutan la aplicación. Esto se puede hacer con herramientas como Kubernetes o Docker Swarm, que permiten añadir o quitar instancias de la aplicación según la demanda. Usar un balanceador de carga (como NGINX o HAProxy) para distribuir el tráfico entre diferentes servidores.

Escalabilidad Vertical, Aumentar los recursos (RAM, CPU) del servidor que ejecuta la aplicación. Esto es útil en las primeras etapas de crecimiento, pero eventualmente será más efectivo escalar horizontalmente.

Base de Datos se optimizan las consultas con índices y uso de herramientas como PostgreSQL con PostGIS para manejar datos geoespaciales. Considerar la replicación de bases de datos y el particionamiento si el tráfico de consultas es muy alto.

API usar una arquitectura REST eficiente y considerar implementar GraphQL si se necesita mayor flexibilidad en las consultas de datos. Implementar caching en puntos clave para mejorar la respuesta a solicitudes comunes.

### 2.4.5 Documentación

La documentación es clave para mantener la consistencia del proyecto y facilitar la incorporación de nuevos desarrolladores o colaboradores. Debe cubrir tanto aspectos técnicos como de uso. Documentación para el equipo de desarrollo donde se tenga una Guía de Instalación, explicar cómo clonar el proyecto, configurarlo localmente y hacer que funcione. Incluir detalles sobre dependencias, configuración de base de datos y cómo ejecutar las pruebas.

Convenciones de Código, describir las convenciones de estilo y estructura de código que el equipo debe seguir. Usar linters automáticos para reforzar las reglas. Arquitectura del Sistema, Incluir diagramas que muestren cómo están conectados los diferentes módulos (usuarios, proyectos, investigadores). Esto ayuda a entender el flujo de datos y la lógica general del sistema.

Endpoints del API, generar una documentación clara y detallada de los endpoints REST. Esto permite a otros desarrolladores saber cómo interactuar con la API.

Documentación para futuros colaboradores, una Guía de Contribución, que explique cómo hacer contribuciones al proyecto, el flujo de trabajo con Git, cómo realizar pull requests, y cómo se revisan los cambios.

Guía de Despliegue para documentar el proceso de despliegue de la aplicación en diferentes entornos (desarrollo, pruebas, producción). Esto es útil si se debe transferir la responsabilidad del despliegue a otra persona.

Documentación del Usuario Final que incluye manuales para el uso de la aplicación, explicando las funcionalidades básicas y avanzadas desde el punto de vista del usuario normal, investigador y administrador.

# Bibliografía

Adriana, U., Rodolfo, I., Ezequiel, M., Beatriz, R., Parson, A., & Martín, V. (n.d.). *Componentes de Dominio para Sistemas de Información Ambiental*.

*Cubadebate*. (2020). http://www.cubadebate.cu/noticias/2020/05/20/informatizacion-de-la-sociedad-cubana-un-proceso-impostergable/

*Documentation for Visual Studio Code*. (n.d.). Retrieved 30 August 2024, from https://code.visualstudio.com/docs

ISO. (2015). *ISO 14001:2015(es), Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso*. https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es

*Objetivos de Desarrollo Sostenible en Cuba | Presidencia y Gobierno de la República de Cuba*. (2021). https://www.presidencia.gob.cu/es/gobierno/objetivos-de-desarrollo-sostenible-en-cuba/

*PostGIS*. (n.d.). Retrieved 30 August 2024, from https://postgis.net/

*React*. (n.d.). Retrieved 30 August 2024, from https://es.react.dev/

Rodríguez-Becerra, M., Espinoza, G., & Wilk, D. (2002). *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe Evolución, tendencias y principales prácticas*. http://www.iadb.org/sds/env

Sánchez Llull, M., Viera Cañive, M., Castellanos Torres, L., & Muñoz Caravaca, A. (n.d.). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL ‘BAHÍA DE CIENFUEGOS’, CUBA*.

*Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx*. (n.d.). Retrieved 31 August 2024, from https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales

*The web framework for perfectionists with deadlines | Django*. (n.d.). Retrieved 30 August 2024, from https://www.djangoproject.com/

*What is Scrum? | Scrum.org*. (n.d.). Retrieved 29 August 2024, from https://www.scrum.org/learning-series/what-is-scrum/

# Tabla de ilustraciones:

[Ilustración 1 Roles de SCRUM 15](#_Toc177313102)

[Ilustración 2 Proceso del SCRUM 16](#_Toc177313103)