

El sistema de información de Cenipalma

The Information System of Cenipalma

Ricardo Martínez B.¹,
Javier A. Ruiz R.²

Resumen

Un recurso estratégico del Centro de Investigación de Palma de Aceite (Cenipalma) es la información que genera y recibe. En los documentos producidos y en aquellos que de manera continua se generan reposa la memoria institucional. Desafortunadamente, estos documentos corren el riesgo de degradación o pérdida, además existe dificultad para los investigadores de comunicar los datos a las demás personas relacionadas con sus proyectos, y a los usuarios y clientes de la entidad, de una manera ágil y oportuna. Por esta razón, Cenipalma se ha propuesto contar con un mecanismo y una organización adecuada de su información que le permita asegurar su preservación, actualización, acceso, procesamiento, gestión y difusión. En este contexto, Cenipalma estructuró y desarrolló un proyecto, con el apoyo de Coleiencias, Fedepalma y el Fondo de Fomento Palmero. En este artículo se presentan los resultados de una primera etapa de dos fases: análisis y diseño e implementación. En el proceso de la construcción del sistema de información se ha entendido que no solo se trata de un cambio tecnológico que se resuelve con la adquisición de equipos y programas de cómputo, dado que el desafío es un cambio de estrategia institucional en busca de la excelencia.

Summary

One strategic resource of Cenipalma (Research Center for the Oil Palm in Colombia) is the information that produces and receives. The institutional memory is archived in past documents generated and those continuously produced. Unfortunately, those documents are at risk of degradation or being lost. Besides the researchers have the problem of communicating their results on time to other people that have close relation with their projects, including users and clients of the institution. Because of this, Cenipalma is committed to organizing its information in order to preserve, update, access, process, manage and transfer it. To achieve this, Cenipalma developed and implemented an Information System, with the support of Coleiencias, Fedepalma and the Fondo de Fomento Palmero. This paper presents the main results of the stages: analysis, design and implementation. The changes produced by the Information System are not only of getting new hardware and software; the challenge is to produce a strategical change to achieve the excellence that the institution seeks.

Palabras Clave

Sistema de información, palma de aceite, red de información, prototipos.

1. Investigador titular, Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
2. Ingeniero de sistemas, Especialista en Gerencia Informática EAN
Autor para correspondencia: ricardo.martinez@cenipalma.org
Recibido: 24 de noviembre de 2005. Aprobado: 10 de enero de 2005.

Introducción

El recurso estratégico de la entidad es la información generada y recibida. Esta memoria institucional se recopila en diferentes tipos de medios y documentos, los cuales están degradados, y los que no, corren el riesgo de degradación o pérdida. Lo anterior da como resultado una consulta ineficiente, a lo que se debe agregar que los investigadores tienen dificultad al comunicar sus resultados a las personas involucradas en sus proyectos. a los usuarios y a los clientes de la entidad.

Así mismo, se ha identificado la necesidad de conocer las prácticas específicas de producción y gestión que arrojen mejores resultados, con lo cual se pueden orientar de manera prioritaria la transferencia de tecnología, la capacitación y las actividades de investigación, dentro de un ambiente que se ha llamado de referenciación competitiva. Por todo lo anterior, la meta de Cenipalma es contar con un mecanismo y una organización adecuados de esta información, que permitan asegurar su preservación, actualización, acceso, procesamiento, gestión y difusión.

El proyecto de análisis, diseño, implementación, pruebas, implantación y capacitación de un sistema de información tiene como objetivo definir y establecer las etapas, los elementos y los recursos necesarios para construirlo, de tal modo que permita el fácil acceso, procesamiento, uso y divulgación de la información resultante de las investigaciones del Centro.

La comunicación entre los investigadores y directivos, la toma de decisiones en la planificación productiva, la reducción de costos y el acercamiento a los mercados internacionales, redundan en el beneficio de

las personas y entidades del gremio, buscando siempre la optimización de los recursos y de la información.

El proyecto consta de tres fases: la primera comprende lo relacionado con el análisis de la estructura organizacional, análisis de requerimientos y diseño del sistema de información. Incluye propuestas de solución a los problemas encontrados, diagramas del sistema, flujogramas de documentos y flujogramas de los procesos. La segunda fase consiste en la construcción e implementación del sistema de información, y la tercera comprende la alimentación y actualización de archivos y bases de datos con la información existente en medios físicos y lógicos; esta última fase se realizará en un segundo proyecto.

Las actividades de la fase dos fueron: análisis de la documentación, elaboración y aprobación de los documentos de especificación funcional, diseño de la capa de datos, diseño de la capa de presentación, definición y construcción de prototipos, presentación de prototipos, pruebas, capacitación, ajustes finales y puesta en marcha.

Metodología

La metodología para llevar a cabo el proyecto contempló tres fases principales:

- Levantamiento de la información de referencia básica sobre cada área de interés
- Desarrollo a la medida y de acuerdo con los requerimientos establecidos entre las partes para software y los módulos comprometidos
- Implementación y puesta en marcha del sistema.

En la primera fase (Cenipalma 2005; Castellanos 2003) del proyecto se desarrollaron las siguientes actividades:

- Análisis organizacional
- Entrevistas a directivos de la organización
- Análisis de los diferentes programas
- Entrevista a investigadores, empleados y personal operativo
- Elaboración de los diagramas de flujo
- Prediseño del sistema de información
- Diseño del sistema de información
- Análisis básico de factibilidad y viabilidad.

En la segunda fase del proyecto, la propuesta seleccionada para desarrollar el sistema de información aconsejó que el proyecto se planteara por prototipos. Cada uno comprometió dos módulos y en conjunto se convirtieron en el producto final entregado a Cenipalma. El sistema de información se implantó en forma modular y según las fases definidas en el cronograma de trabajo. La secuencia e interdependencia entre los módulos se define por las exigencias de interrelación y requisitos de la información que maneja y las necesidades de dirección y operación de Cenipalma en el campo de la investigación y de la transferencia. Las actividades metodológicas empleadas en la segunda fase del proyecto fueron:

Análisis de la documentación

A partir de la documentación recolectada se realizaron preguntas tales como:

- ¿Cuál es el proceso básico en los proyectos de investigación, en los experimentos, en los laboratorios?
- ¿Cuáles datos utiliza o produce cada uno de esos procesos?
- ¿Cuáles son los límites impuestos por el tiempo y la carga de trabajo?

- ¿Qué controles de desempeño utiliza?

Se comenzó con lo básico. Se realizaron preguntas, que cuando recibieron respuesta, proporcionaron antecedentes sobre detalles fundamentales relacionados con el sistema y que sirvieron para describirlo. De manera adicional, se formularon una serie de preguntas para obtener un nivel de detalle que permitiera transformar lo intangible en tangible. Ejemplos de esas preguntas fueron:

- ¿Cuál es la finalidad de determinada actividad interna?
- ¿Qué pasos se siguen para llevarla a cabo?
- ¿Dónde se realizan estos pasos?
- ¿Quiénes los realizan?
- ¿Cuánto tiempo tardan en efectuarlos?
- ¿Con qué frecuencia lo hacen?
- ¿Quiénes emplean la información resultante?

El siguiente paso fue detectar los datos utilizados para llevar a cabo cada actividad y la frecuencia con la que cambian las actividades, por consiguiente, se investigó la frecuencia de cada una. Conocer esta información llevó a formular más preguntas importantes para determinar la razón de esta frecuencia y su efecto sobre las actividades estudiadas. Finalmente, se detectaron los controles existentes y se propusieron nuevos que permitan al sistema tener la información de manera íntegra. La falta o debilidad de los controles es importante, puesto que una equivocación en este punto repercute en el comportamiento del sistema cuando los usuarios lo utilizan.

Elaboración y aprobación de los documentos de especificación funcional

Una vez se obtuvieron los resultados y las conclusiones del análisis de la

La meta de Cenipalma es contar con un mecanismo y una organización adecuados de la información, que permitan asegurar su preservación, actualización, acceso, procesamiento, gestión y difusión.

documentación, se colocó toda esa información en documentos que describen el proceso desde el punto de vista del analista de sistemas y se orientó hacia Cenipalma. mediante la selección de un modelo de ciclo de vida apropiado, que permitiera una velocidad de desarrollo acorde con las necesidades del proyecto.

Diseño de la capa de datos

Se planeó la organización de los datos previendo la necesidad de acceder a los mismos para cumplir con requerimientos no funcionales inesperados. objetivo que se alcanzó mediante la normalización de los datos.

La normalización consiste en el proceso de simplificar la relación entre los campos de un registro. Por medio de la normalización, un conjunto de datos en un registro se reemplazó por varios registros que son más simples y predecibles, y por tanto más manejables. La normalización se llevó a cabo por cuatro razones:

- Estructurar los datos de forma que se puedan representar las relaciones pertinentes entre ellos
- Permitir la recuperación sencilla de los datos en respuesta a las solicitudes de consultas y reportes
- Simplificar el mantenimiento de los datos en actualizaciones, inserciones y borrados
- Reducir la necesidad de reestructurar o reorganizar los datos cuando surgieran nuevas aplicaciones.

Para recoger lo anterior en algo tangible se trabajó un modelo conceptual en el que estuvieran involucradas las entidades y las relaciones entre ellas mediante tres principios básicos:

- Descomponer todos los registros de datos en registros bidimensionales.
- Eliminar todas las relaciones en las que los datos no dependan comple-

tamente de la llave primaria del registro

- Eliminar todas las relaciones que contengan dependencias transitivas.

Finalmente con las consideraciones anteriores se generó un modelo entidad relación físico que fuera reconocido por el motor de base de datos escogido para el proyecto.

Diseño de la capa de presentación

Antes de iniciar la construcción se elaboró un diseño en el cual se concibieron los bocetos que mostraron los detalles genéricos del sistema propuesto. Durante este proceso, y no solo al principio, un arquitecto de software, junto con algunos ingenieros fueron los responsables de producir un resultado de acuerdo con los requerimientos establecidos. Los aspectos arquitectónicos del sistema son los «grandes pormenores», como el tipo de interfaz que usará el cliente, una aplicación Web y no una Windows, y como se comunicará la pagina Web con la base de datos. Como el sistema se basó en .NET el arquitecto de software ofreció una visión genérica de cada aspecto del sistema. La diferencia entre las posibles arquitecturas giró en torno a la forma en que se distribuyen las distintas capas del sistema. Tales capas son:

- *Presentación.* Esta capa representa a la interfaz de usuario y la interacción con otros sistemas; es el rostro del sistema que permite comunicarse con el exterior
- *Lógica funcional o de negocios.* Todo el código que no está involucrado de manera específica en la generación de la interfaz de usuario y de otros aspectos de la capa de presentación. Esta capa representa el núcleo de la aplicación, el código que realiza el trabajo del sistema
- *Datos.* La base de datos y el código fuente que la maneja.

Las páginas ASP fueron desarrolladas con .NET estándar (C Sharp) y diseñadas para procesar las peticiones recibidas de los usuarios, y desplegar la salida adecuada en los exploradores Web. El código que se escribió para cada una de ellas se ejecuta en el servidor Web y no en el cliente, lo que constituye el punto más importante cuando se compare este tipo de interfaz con otra.

Definición y construcción de prototipos.

El desarrollo de prototipos tiene dos usos principales. De una parte, fue un medio eficaz para aclarar los requerimientos de los usuarios. Las especificaciones por escrito se crean, en general, como medios para describir las características y requerimientos que debe satisfacer el sistema. Sin embargo, es común que no llenen el vacío que algunas veces se presenta entre lo que el analista y los usuarios comprenden, respecto a un sistema de información y lo que dicta la situación del momento. El desarrollo y uso de un prototipo constituyó un camino muy eficaz para identificar y aclarar los requerimientos que debía satisfacer el sistema.

Presentación de prototipos

Una vez se tuvo el prototipo listo se evaluaron las siguientes circunstancias:

- La evolución del prototipo condujo a una aplicación que tiene las características, capacidades y desempeño requeridos
- La aplicación no tiene efectos sobre otras aplicaciones o datos de Cenipalma y tampoco interacciona con ellos; además satisface las necesidades de los usuarios inmediatos
- El medio ambiente de la aplicación se encuentra en un estado de flujo; es difícil determinar necesidades a largo plazo o condiciones de ope-

ración más estables. En consecuencia no es posible justificar otras actividades de desarrollo. El prototipo es de utilidad para las condiciones actuales.

Pruebas

En esta etapa del proyecto surgió una pregunta ¿Qué tan probado está lo «probado»? y se consideraron dos objetivos de diseño que siempre se buscaron: confiabilidad y facilidad de mantenimiento del sistema.

La confiabilidad no debe producir fallas costosas y peligrosas al usarse de manera razonable, es decir, de tal forma que un usuario típico espera que sea normal (Tabla 1). Mediante esta definición se reconoció que el sistema no siempre se utiliza de la manera que los diseñadores y desarrolladores lo esperan. Se produjeron cambios en las formas en que los usuarios usan el sistema. Se dieron ciertos pasos para garantizar que sea confiable cuando se instala y que la confiabilidad se puede mantener después de la implantación.

Capacitación

Se realizaron sesiones grupales o individuales de capacitación, de acuerdo con la disponibilidad de tiempo de los usuarios para no entorpecer sus actividades diarias. Se estableció una presentación de tipo magistral, basada en un caso de prueba para permitir a todos los asistentes entender los conceptos que maneja el sistema.

Se aplicaron los protocolos de prueba en estas sesiones puesto que el manejo del sistema estuvo en cabeza de cada uno de los usuarios bajo la guía del capacitador de la firma elegida. En la capacitación se incluyó la identificación de problemas, determinando si el problema que surgía era causado por el equipo o el sistema de información o por algo hecho por los usuarios.

Tabla 1
Enfoques de confiabilidad

Enfoque	Descripción
Prevención de errores	Prevenir la ocurrencia de errores en el sistema
Detección y corrección de errores	Reconocer los errores cuando sucedan y corregir el error o el efecto del error de tal forma que el sistema no falle
Tolerancia a errores	Reconocer los errores cuando aparecen, pero permitir que el sistema siga trabajando con una ejecución degradada o aplicando reglas que instruyen al sistema para que continúe el proceso.

Fuente: Senn, 1999.

Ajustes finales

Una vez aceptados e identificados los ajustes después de la etapa de pruebas y de la capacitación se realizaron dentro del ámbito y los términos contractuales acordados entre las partes.

Entrega y puesta en marcha

Teniendo un mínimo de datos paramétricos e información ingresada, como resultado de los casos de prueba aplicados por los diferentes usuarios; se inicia la etapa de producción del sistema y el inicio de la garantía.

Módulos

A continuación se presentan los módulos que componen el sistema de información. La distribución modular obedece a una estrategia de arquitectura y diseño de la aplicación que permite dividir el problema en partes más manejables, de fácil distribución en la interfaz del usuario y administración de roles y privilegios más eficaz (Figura 1).

Módulo de Gestión de proyectos

Los programas de investigación corresponde a las áreas del conoci-

miento en las que se desarrollan los proyectos, tendientes a que Cenipalma pueda cumplir con sus objetivos en calidad de entidad responsable de brindar soluciones tecnológicas en forma integral para el desarrollo del cultivo de la palma de aceite. Cada uno de los programas maneja una estructura muy similar en cuanto a procedimientos internos, todo contextualizado en el sistema de gestión de la calidad que sigue el mapa de procesos de Cenipalma.

El propósito de este módulo es el de obtener información del desarrollo de cada proyecto, generar los agregados de acuerdo a la estructura operativa (división, programa, proyecto), presentar los indicadores y la información básica de respaldo, como se ilustra en la Figura 2, que en esencia corresponde a la estructura organizacional.

El sistema de información cuenta con un módulo que permite ingresar la información de definición de los proyectos o subproyectos de investigación. Dicha información la organiza en ítems, que permiten al investigador tenerla en carpetas de fácil acceso: datos generales, planteamiento, metodología, personal, cronograma, observaciones.

Vale la pena resaltar que el ítem más importante en este módulo es el cronograma de actividades, el cual permite al investigador líder realizar la gestión y seguimiento del proyecto, mediante el cumplimiento de las diferentes actividades del mismo.

Es decisión del líder de proyecto si ingresa o no a actividades que están fuera del ámbito del proyecto o subproyecto y es deber del líder consolidar la información del personal que participa en el proyecto o subproyecto para planificar el cronograma de actividades. La funcionalidad presente en este ítem es:

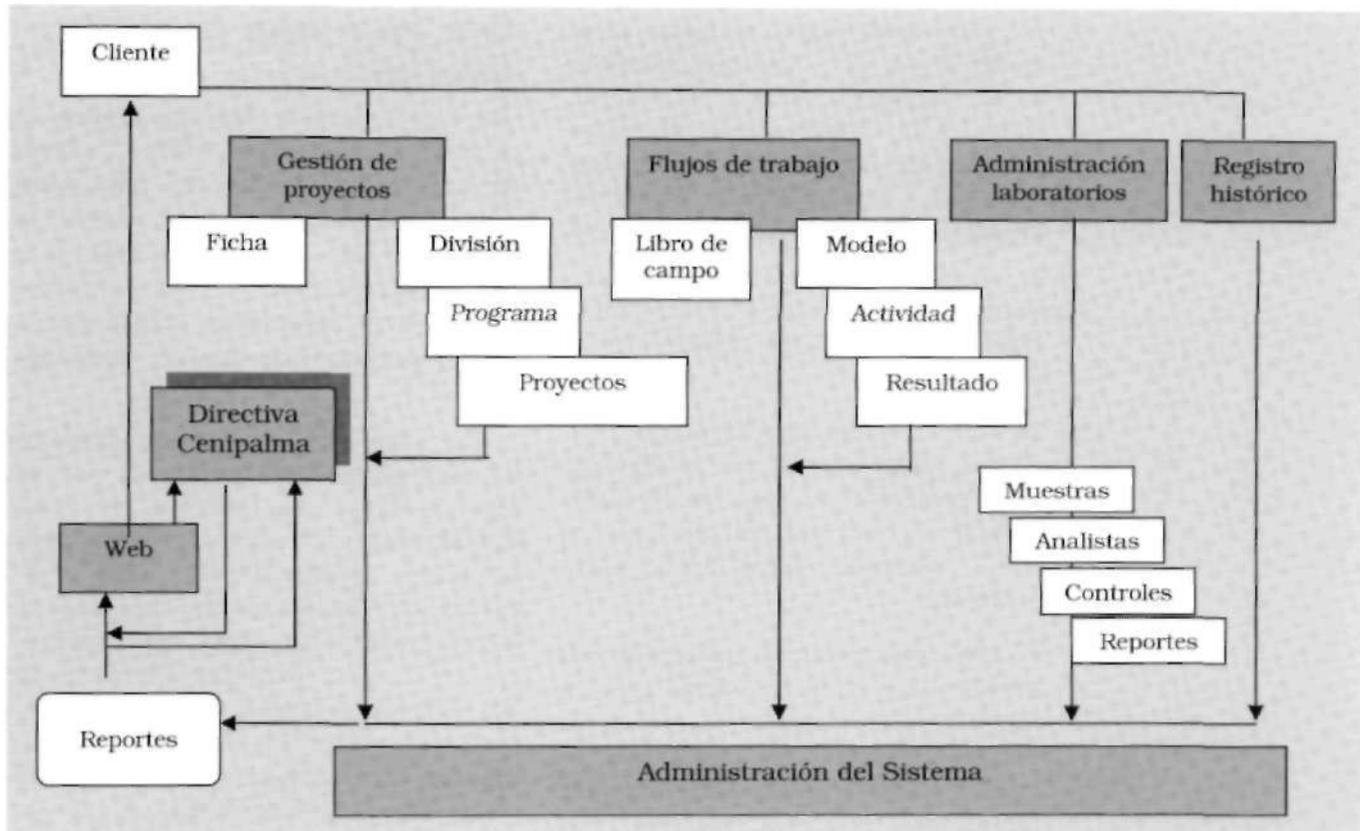


Figura 1 Interacción general entre los módulos que conforman el sistema.

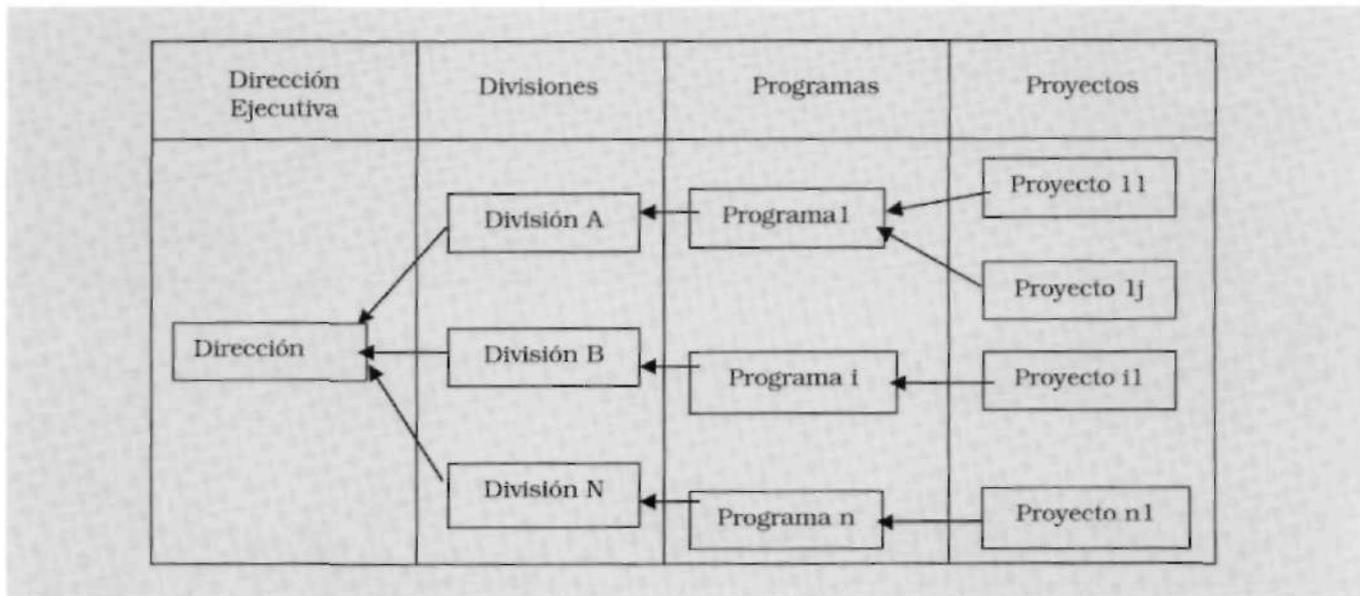


Figura 2 Flujo de abajo hacia arriba desde los proyectos de investigación.

- El líder puede ingresar datos como: nombre de la actividad, responsable, fecha de inicio, fecha de finalización, estado de finalización, porcentaje de avance, ubicación (ciudad y plantación), observaciones y adjuntar archivo
- El sistema con base en el porcentaje y el estado de finalización calcula la media de avance en el proyecto
- El detalle de las actividades depende del líder, puesto que el sistema solo entiende de ingreso de actividades y del porcentaje que el líder considere debe tener cada actividad
- El sistema permite adjuntar un archivo por cada actividad que se ingresa en el cronograma con el fin de proporcionar un medio por el cual el líder pueda acceder con facilidad a la documentación vital del proyecto o subproyecto (Figura 3).

Módulo Flujos de trabajo (*workflow*) de investigaciones

Los experimentos son realizados en campo, en las zonas Norte, Central, Oriental y Occidental del país sobre el cultivo de la palma de aceite. La planta de personal de Cenipalma es de aproximadamente 70 funcionarios, incluyendo directivos, administrativos y personal de campo (investigadores).

En cada subproyecto se manejan las actividades relacionadas con los experimentos que evalúan las variables de respuesta a los problemas cuya solución constituye el objetivo del proyecto. Además, existe una base de datos mínima por cada experimento, es decir, que independientemente del proyecto se deben recolectar datos comunes con el fin de que un investigador de cualquier proyecto pueda consultar la información.

El sistema de información cuenta en la actualidad con un módulo que

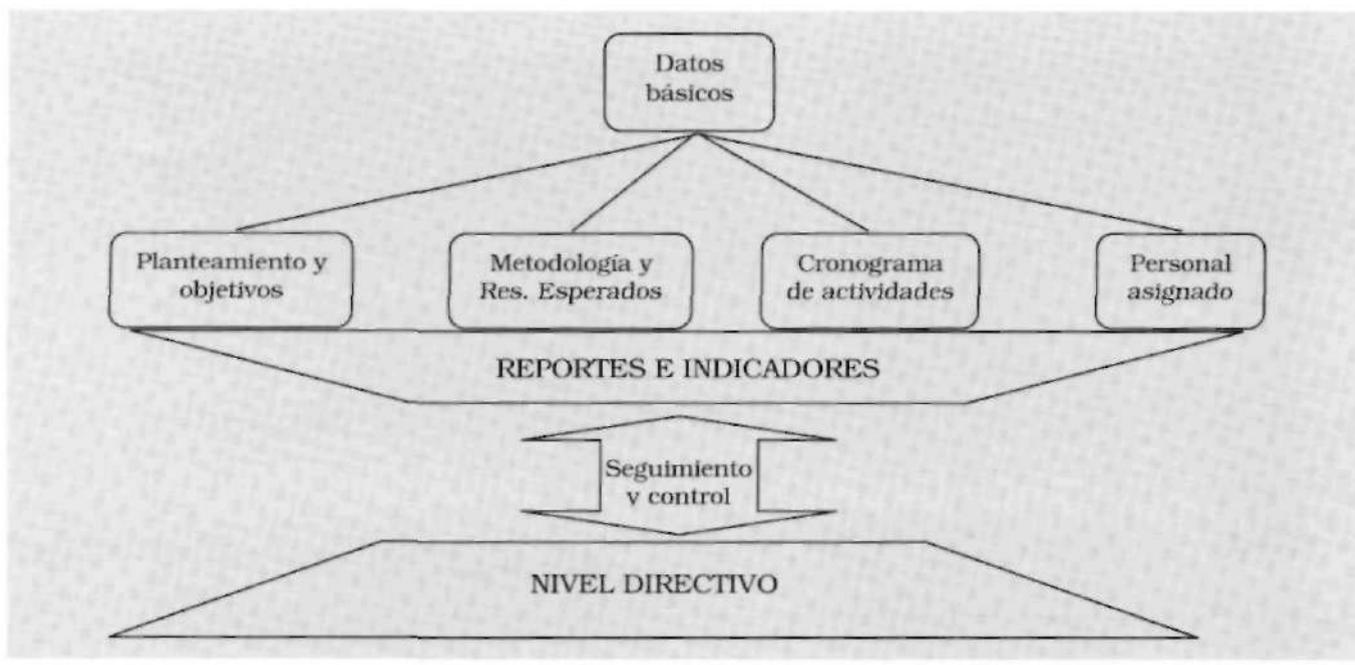


Figura 3 Diagrama del manejo estratégico de la información del módulo de gestión de proyectos.

desde el punto de vista estructural tiene la misma disposición que el de gestión de proyectos pero que tiene cambios en una estructura de información diferente (Figura 4). También está dispuesto en un arreglo de carpetas y trabaja con el principio de maestro/detalle.

Dentro de las validaciones de importancia que el sistema realiza y que están de acuerdo con la utilización que se le dará al módulo, está el código del experimento, que debe estar ligado a un proyecto que tiene un nombre específico, con las variables de respuesta ingresadas oportunamente. Tanto la investigación experimental como la no experimental pueden incluir hasta tres archivos.

Los experimentos también cuentan con un cronograma de actividades y asignación de personal, ítems que funcionan de manera idéntica a los del módulo de gestión de proyectos,

pero basados en una estructura de datos diferente. De manera adicional, el módulo cuenta con ítems como:

- *Diseño de campo o diagrama de parcela.* Es una carpeta ubicada en la opción de experimentos que permite al investigador incluir un archivo que contenga la descripción gráfica o escrita del diseño de campo en el cual desarrollará el experimento
- *Investigación no experimental* Es una opción idéntica a la de experimentos pero que en lugar de contener las carpetas de tratamientos y variables de respuesta contiene factores y muestreos
- *Variables de respuesta.* Mediante esta opción el investigador escoge la(s) variable(s) de la lista que tiene a su disposición y las asigna a su experimento
- *Muestreos.* A diferencia de las variables, el investigador escoge de

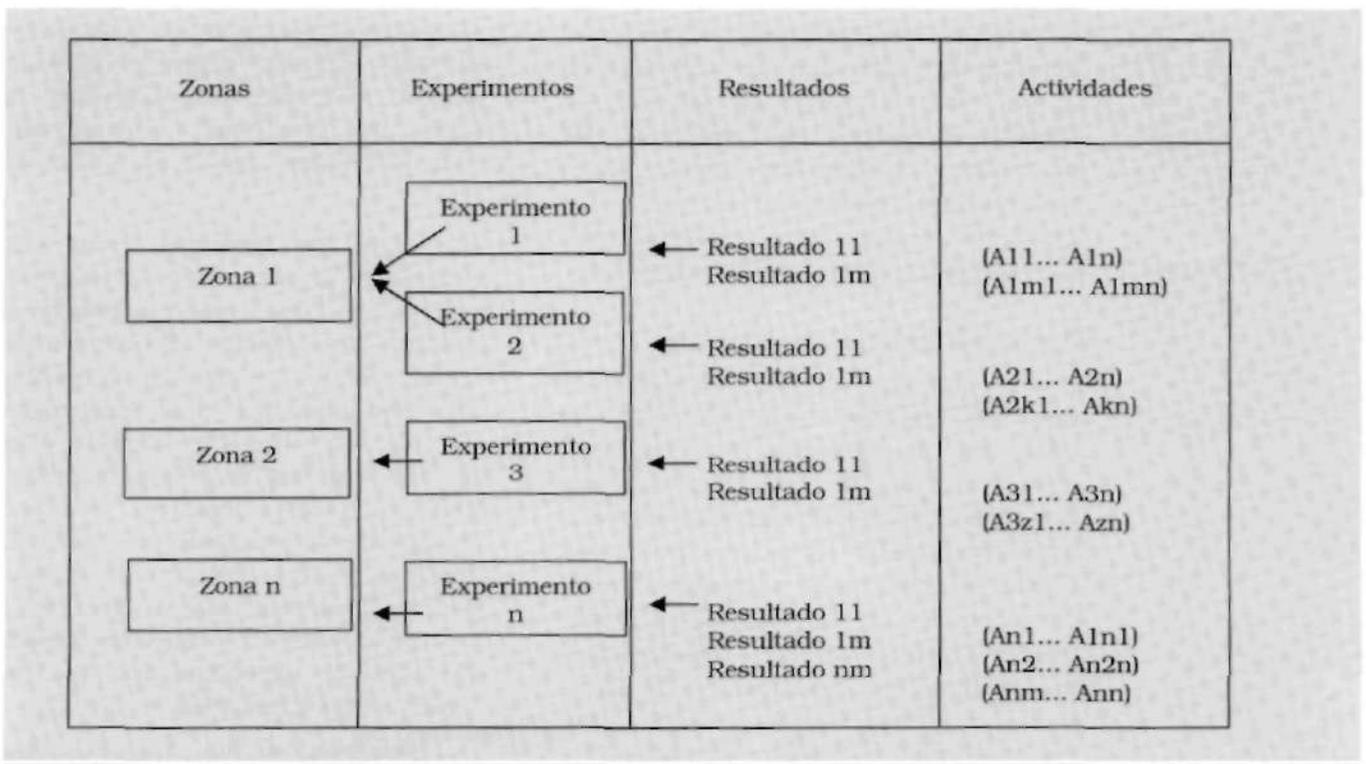


Figura 4 Relación entre actividades y experimento.

la lista de muestreos disponibles los que considere deban quedar en su investigación no experimental.

El módulo cuenta con una opción mediante la cual el investigador puede ingresar los datos generales del libro de campo y un archivo que contenga la digitalización del mismo, o los apuntes que el investigador considere deben quedar para que posteriormente otros investigadores puedan consultar cuando abran el archivo adjunto. Mediante el vínculo que de manera voluntaria el investigador hace al escoger el proyecto al cual pertenece el experimento o la investigación no experimental, el sistema puede enlazar la información del proyecto o subproyecto con la información de los experimentos o las investigaciones no experimentales que pertenecen al proyecto o subproyecto.

Finalmente, el avance de ejecución de actividades en los experimentos, o en la investigación no experimental, se visualiza a través del reporte de experimentos que está en la opción de reportes de gestión del módulo de gestión de proyectos. Por lo anterior, es muy importante que el investigador realice el enlace entre proyecto y experimento o entre proyecto e investigación no experimental.

Módulo Administración de laboratorios

Los laboratorios se encargan de realizar los análisis requeridos para el desarrollo de los proyectos de investigación que se llevan a cabo en las zonas de cultivo del país. Este servicio está disponible también para los palmicultores, tanto nacionales como extranjeros. En la actualidad Cenipalma cuenta con tres laboratorios especializados: Laboratorio de Análisis de Tejido Foliar y de Suelos; Laboratorio de Caracterización de Aceites y Laboratorio de Caracterización Molecular.

Para la construcción de este módulo se consideraron como premisas la reutilización y la parametrización; esta última permite la escalabilidad del sistema. La información existente en el momento de empezar la ejecución de esta segunda fase respecto a los laboratorios era muy general, lo cual exigió una nueva etapa de recolección de documentos, formulación de requerimientos y de análisis y diseño. Lo anterior suscitó la necesidad de trabajar el Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos como patrón de diseño para los otros dos laboratorios.

Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos (LAFS)

La estrategia mencionada con la que cuenta el laboratorio en el sistema es:

- *Recepción de muestras.* Mediante esta opción del módulo se permite que el usuario que actúe como recepcionista pueda ingresar la información de la plantación o el proyecto que necesita se le realicen análisis. En este punto el sistema genera el número de solicitud el cual está relacionado con un número de muestras por cada una de ellas
- *Solicitud de servicio.* Una vez realizada la recepción el usuario que actúe como administrativo o auxiliar debe cargar el número de solicitud que se generó en la opción anterior para que el sistema despliegue los tipos de análisis y la información adicional que se debe ingresar para la solicitud. Una vez el usuario ha escogido los tipos de análisis y sus respectivas cantidades, el sistema genera automáticamente tantos registros como cantidad de muestras por tipo de análisis haya escogido el usuario
- *Detalle de muestras.* Cuando se ha culminado el proceso de la opción anterior, el usuario puede ver el

detalle de las muestras que el sistema generó automáticamente y de ser necesario poder actualizar la información para cada una

- *Autorización de ingreso.* Solo el director(a) del laboratorio es quien puede realizar este proceso. Ocurrido lo anterior, el sistema genera un código único por muestra que soporta hasta 10.000 muestras por año y por tipo de muestra.
- *Anulación de autorización.* Este proceso solo se puede efectuar si aún no se ha conformado alguna tanda de análisis con alguna de las muestras previamente autorizadas
- *Detalle de autorización.* Mediante esta opción el usuario puede revisar el detalle de cada una de las muestras que han sido autorizadas, así mismo puede ver el código que el sistema ha generado para cada una de las muestras
- *Conformación de tandas.* A través de esta opción los coordinadores eligen las muestras que hacen parte de una tanda y el sistema genera, asigna y relaciona el número de la tanda con las muestras escogidas
- *Cronograma de análisis.* Una vez se han conformado las tandas, el sistema debe tener parametrizado quienes de los funcionarios son «Analista LAFS» para que el sistema muestre el nombre de cada uno de ellos y poder asignarles las diferentes actividades de análisis, según el tipo de muestra y la tanda escogida, para que el sistema entienda que debe mostrar cuando cada uno de ellos invoque la opción de análisis
- *Análisis.* Cuando se ha conformado el cronograma de análisis, el sistema entiende cual es la estructura que se ha definido para que cada analista realice sus diferentes actividades de análisis. Cuando el usuario escoja su nombre, el

sistema despliega la tanda y a su vez el tipo de análisis y así mismo la actividad que aplica según esto. Cuando se escoge la respectiva actividad, el sistema, de acuerdo con una parametrización sabe cuáles muestras debe mostrar y cuáles no

Importación de resultados. Algunos análisis se hacen a través de equipos de laboratorio los cuales arrojan un archivo de texto o Excel que contiene los resultados del análisis. Esta información se incorpora al sistema mediante un proceso de validación e inserción directa a la estructura correspondiente dentro del sistema

- *Cuadro de control* Cada vez que se realice una actividad de análisis, el sistema guarda la información de las muestras patrón para conformar el cuadro de control cuya finalidad es la comparación de estas muestras patrón contra el patrón base existente y así decidir si se debe o no repetir el proceso para toda la tanda.
- *Definición de repeticiones.* Cada vez que por motivos de la revisión agronómica, comparación contra valores críticos de cada una de las muestras o de no conformidad con el cuadro de control, se decide realizar una repetición; el sistema está en capacidad de generar una muestra de repetición para el parámetro que se quiera incorporar a una tanda
- *Cálculo de resultados.* El sistema en forma automática, de acuerdo con la parametrización existente aplica fórmulas y cálculos de acuerdo con la actividad de análisis que se está llevando a cabo
- *Reportes.* Todos y cada uno de los formatos utilizados en los diferentes análisis así como los informes de resultados, calidad y cartas son

En la actualidad
Cenipalma cuenta con
tres laboratorios
especializados:
Laboratorio de
Análisis de Tejido
Foliar y de Suelos;
Laboratorio de
Caracterización de
Aceites y Laboratorio
de Caracterización
Molecular.

generadas por el sistema mediante las diferentes opciones presentes en el módulo de administración de laboratorios.

Laboratorio de Caracterización de Aceites (LCA)

Como este laboratorio se comporta en 80% como el anterior, se reutilizaron las siguientes opciones:

- Recepción de muestras
- Solicitud de servicio
- Conformación de tandas
- Cronograma de análisis
- Análisis de tandas
- Definición de repeticiones.

Internamente el sistema utiliza *flags* que le permiten diferenciar entre los laboratorios y la lógica de generación de códigos y aplicación de validaciones se independizó mediante parametrización.

Laboratorio de Caracterización Molecular (LCM)

Como este laboratorio se comporta en 40% como el anterior, se reutilizaron las siguientes opciones:

- Recepción de muestras
- Solicitud de servicio
- Conformación de tandas.

A diferencia de los anteriores laboratorios éste necesita manipular imágenes resultado del escaneo de los geles que se analizan y la incorporación de la matriz de ausencia presencia y su posterior transformación para que otros paquetes informáticos los lean. Por lo anterior en este laboratorio están presentes dos opciones adicionales que manejan lo siguiente:

- *Ingreso de imágenes de geles escaneados.* Cuando se conforma la tanda según un número establecido de muestras cada una de ellas

genera mínimo un gel, el cual se escanea y se ingresa al sistema

Ingreso y visualización de matriz. Cada gel escaneado genera una matriz de ausencia-presencia la cual debe ser ingresada mediante importación vía Excel al sistema para posterior transformación y envío a otros paquetes informáticos. Así mismo el sistema consolida una cantidad determinada de matrices, según petición del usuario, y la envía a Excel para posterior análisis.

Los reportes que existen para el Laboratorio de Caracterización de Aceites y Caracterización Molecular son los mismos que para el Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos en cuanto a demanda, producción y oportunidad.

Módulo de Registros históricos

La información recopilada por Cenipalma desde su creación, en 1991, está dispersa, no clasificada, almacenada en diferentes medios, no está centralizada, es de difícil acceso y bajo nivel de consulta, salvo áreas y temas específicos. Para corregir esta situación, el sistema de información a través de este módulo plantea la definición y entrega de una plantilla de contenido o ficha que permita a cualquier usuario ingresar la información relevante o escogida internamente para que haga parte del sistema.

Debido a que es un módulo de referencia histórica, su comportamiento no es el de un sistema transaccional. sino es un módulo de almacenamiento masivo de información con búsquedas bien definidas y poderosas que permitan encontrar la información que desea el usuario. Para ayudar con esto el módulo de gestión de proyectos contiene una lista de palabras clave por cada proyecto que se ingrese en el sistema, éstas son el

enlace entre los temas relevantes para el investigador y la inmensa cantidad de información que contendrá el módulo de registros históricos.

Así mismo por cada documento que sea almacenado a través del módulo de registros históricos hay una lista de palabras clave, las cuales ayudan a acelerar las búsquedas. También estarán disponibles búsquedas por autor, tema, año, tipo de publicación e ítem de índice (Figura 5).

Módulo de Administración del sistema

Mediante este módulo Cenipalma cuenta con los mecanismos mediante los cuales puede crear usuarios, roles y privilegios. De manera adicional puede generar nuevas opciones, cambiar contraseñas y definir los datos paramétricos que necesita el sistema para funcionar adecuadamente. Las opciones presentes en el módulo son:

- *Acciones.* Por medio de éstas, se definen las opciones que están presentes en la barra de botones

que aparece en cada uno de los formularios que conforman el sistema, permitiendo definir un gráfico para cada opción

- *Parametrización.* Bajo esta opción existen una serie de ítems que permiten agregar y editar los datos paramétricos con los cuales el sistema funciona, dichos datos son (actividades, ciudades, consecutivo de proyectos, departamentos, divisiones, funcionarios, países, plantaciones, programas, tipos de financiación, tipos de vínculo, tipos de identificación, zonas)
- *Atributos.* Son los mecanismos por medio de los cuales la aplicación detecta el tipo de base de datos y los paquetes que debe invocar tales como procedimientos almacenados. De manera adicional, cuál estructura lógica tiene asignada el formulario para su comportamiento
- *Cambio de clave.* Mediante esta opción el usuario que ingrese al sistema podrá cambiar la contraseña del usuario que le ha sido asignada

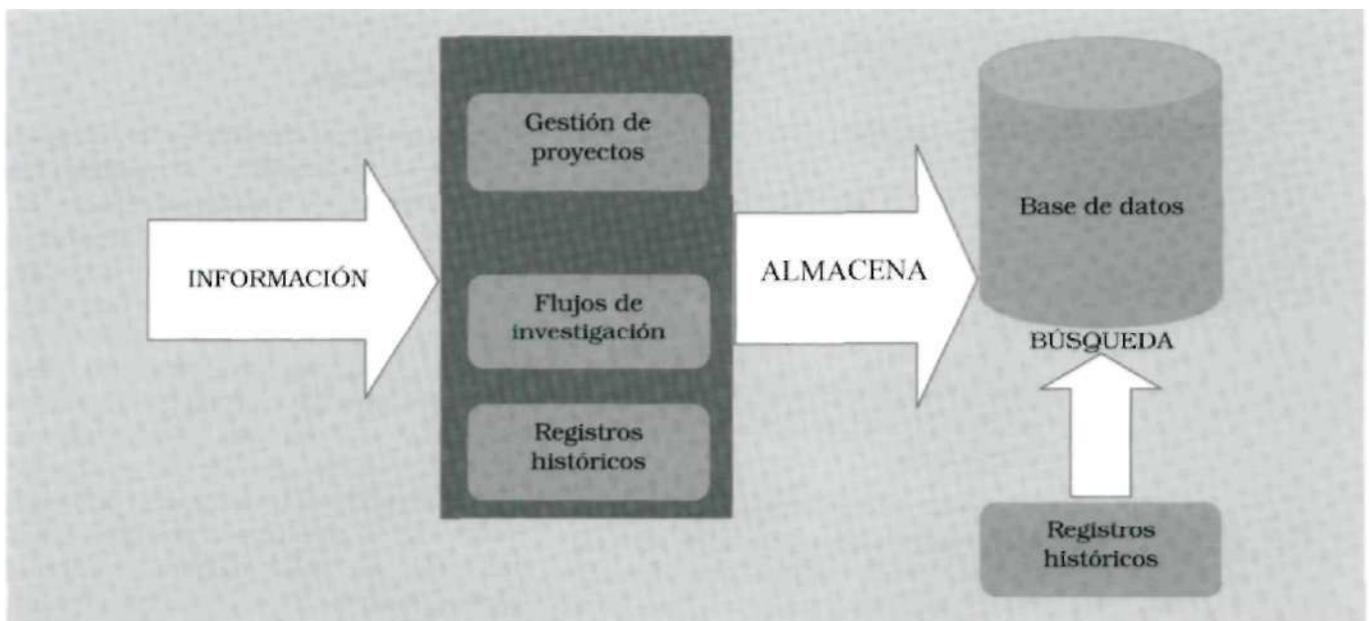


Figura 5 Manejo estratégico de la información del módulo de registros históricos.

- *Opciones.* A través de esta opción se crean los accesos en los diferentes módulos y se puede cambiar el nombre del título que tienen en la actualidad
- *Perfiles.* Aquí se crean los diferentes roles para que sean asignados a los diferentes usuarios existentes en el sistema
- *Tipos de opciones.* Se constituyen los diferentes objetos que son utilizados en el sistema
- *Usuarios.* Se crean los diferentes usuarios y se les asigna el rol en el cual deben estar.

Por otra parte, este módulo permite dos funcionalidades adicionales:

- *Auditoria.* Internamente el sistema contiene una auditoria que le permite almacenar en una tabla la fecha, hora, usuario, acción realizada y objeto de base de datos utilizados
- *Log de errores.* Internamente el sistema cada vez que se presenta un error en la base de datos genera un registro en un archivo de texto con la descripción del error. Estos archivos en el sistema los produce día tras día.

Beneficios tangibles

- Ahorrar tiempo en los procesos de manejo de la información en cuanto a la gestión de proyectos de investigación. en la referencia de experimentos e investigaciones no experimentales y la revisión la información generada internamente en los procesos de los laboratorios
- Minimizar de los errores propios de la manipulación humana no controlada de los datos provenientes de diferentes fuentes como es el caso de la información recolectada y consolidada en las cuatro zonas palmeras

- Seguridad y confidencialidad de los datos manejados en el sistema de investigación y transferencia de tecnología de Cenipalma
- Mejorar el rendimiento, la productividad y el seguimiento a mediano plazo de las personas involucradas en la gestión de los proyectos de investigación, los servicios tecnológicos (laboratorios) y la transferencia de tecnología
- Integrar diferentes fuentes de datos heterogéneas con que se cuenta actualmente mejorando así la capacidad de síntesis y análisis de resultados de los procesos del sistema de investigación y transferencia tecnológica
- Integrar de manera eficaz la red de información que viabilizará la vinculación de los investigadores a redes nacionales e internacionales para facilitar su quehacer científico y tecnológico
- Tener una memoria institucional confiable y útil, base e insumo de estudios espacio-temporales, sistemas expertos y modelo del cultivo de la palma, entre otros.

Futuro inmediato

Dentro de la estrategia de Cenipalma en la utilización y consolidación del sistema de información, la siguiente fase consiste en alimentar el sistema con la información que previamente sea escogida para que haga parte del módulo de registros históricos (memoria institucional), definición y construcción de por lo menos 14 subsistemas que contengan el detalle de cada uno de los proyectos de investigación que maneja prioritariamente Cenipalma e integrarlos al sistema de información, realizar adecuaciones en el sistema emanadas de los diferentes usuarios para consolidar su funcionamiento y facilitar cada vez más su manipulación

y, finalmente, llevar el sistema de información hacia una integración con la página Web de Cenipalma creando un portal de investigación que fortalezca el intercambio de información, permita la participación del gremio palmicultor Colombia-

no y de investigadores extranjeros.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de Colciencias (Código 2622116215), Fedepalma

y el Fondo de Fomento Palmero para el desarrollo del sistema de información de Cenipalma, lo mismo que las observaciones y comentarios de los investigadores Pedro Rocha y María del Pilar Triana.

Bibliografía

Association for Information Systems. 2003. Leo Lifetime Achievement Award in Information Systems in www.aisnet.org/award.

Castellanos, AH. 2003. *Sistemas de información e ingeniería de software*. Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial. Unidad de Publicaciones. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

Centro de Investigación en Palma de Aceite. 2005. Diseño y puesta en marcha de la red de información de Cenipalma para administrar

la investigación y la transferencia tecnológica al sector palmicultor colombiano. Fase II Desarrollo e Implantación. Informe a Colciencias

Laudon, K : Laudon, J. 2003. *Sistemas de información gerencial. Organización y tecnología de la empresa conectada en red*. Prentice Hall. Sexta Edición.

Martínez, R; et al. 2005. *Diseño y puesta en marcha de la red de información de Cenipalma para administrar la investigación y la transferencia tecnológica al sector palmicultor colombiano. Fase I*.

Análisis y diseño-Programa de Economía y Bioestadística. Bogotá. Colombia.

McConell, S. 1997. *Desarrollo y gestión de proyectos informáticos. Cómo dominar planificaciones ajustadas de software*. McGraw Hill. Primera Edición.

Meyer, B. 2000. *Construcción de software orientado a objetos*, Prentice Hall. Segunda Edición.

Senn, James A. 1999. *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. Segunda Edición. McGraw-Hill.

Glosario

Análisis. En un contexto de sistemas de información es la etapa en la cual se recolecta la información que permita diseñar una solución basada en tecnologías de la información.

Diseño. En un contexto de sistemas de información es la etapa en la cual se define la arquitectura para satisfacer los requerimientos funcionales y no funcionales.

Implementación. También conocida como desarrollo o construcción, es la etapa en la cual con base en los documentos de análisis y diseño, se utiliza una herramienta para construir el software.

Implantación. En un contexto de sistemas de información es la etapa en la cual se realizan las pruebas unitarias, de aceptación, capacitación y puesta en marcha.

Especificación funcional. Documento que resulta de la etapa de análisis en la cual se describe el proceso como lo ve el analista de sistemas y en el cual se utilizan técnicas descriptivas como casos de uso.

Requerimiento no funcional. Es una restricción que nace del entorno en el cual se va a funcionar el sistema de información.

Capa de datos. Corresponde a la base de datos puesto que éstos residen allí. Por lo general se menciona como capa física de datos cuando está instalada en el motor de base de datos. Si se utiliza una arquitectura que no esté basada en una base de datos, esta capa es el conjunto de archivos que contiene los datos brutos.

Capa de presentación. Corresponde a lo que ve el usuario final y en la que se colocan las validaciones y restricciones que permitan a los

Glosario

datos llegar a la base con la integridad definida en el análisis y diseño del sistema.

Prototipo. Es una aplicación que funciona y sirve para precisar los requerimientos expresados en la etapa de análisis y diseño.

Registro bidimensional. Es la organización que se le da a un registro que por naturaleza es denso y permite que el motor de base de datos lo acceda con más rapidez.

Llave primaria. Es la columna para identificar de manera única al registro de información. La pueden conformar más de una columna de acuerdo con el diseño establecido para la capa de datos.

Dependencia transitiva. Es el evento que se presenta cuando una columna dentro del registro depende de otra columna dentro del

mismo registro y es susceptible de ser llevada a otra estructura para posteriormente relacionarlas.

Lógica funcional o de negocios. Son todas las reglas, validaciones y restricciones presentes dentro de un proceso en particular. Se bautiza «de negocio» porque potencialmente todo proceso genera dinero.

Páginas ASP. Son conocidas como *Active Server Page* y su finalidad es ejecutar en el servidor Web la lógica funcional que contienen.

Tanda. Conjunto de muestras.

Muestra patrón. Muestra de referencia internacional y nacional para la cual se conocen los valores de los diferentes parámetros analizados y controla la validez de los resultados de una tanda.



Banco Agrario de Colombia
El Banco que hace crecer el campo

Financiamos al sector palmicultor



a través de proyectos productivos, rentables y sostenibles para:

- ✓ Crédito agrícola individual o asociativo.
- ✓ Respaldo del Fondo Agropecuario de Garantías (FAG).
- ✓ * Acceso al Incentivo a la Capitalización Rural (ICR).
- ✓ Bonos de prenda.
- ✓ Tarjeta de Crédito Agraria.
- ✓ Crédito Bancoldex para industria, comercio y vehículos de transporte de carga y pasajeros.
- ✓ Crédito para micro, pequeña y mediana empresa rural o urbana.

* Las actividades objeto de este beneficio, están sujetas a la disponibilidad de recursos y aprobación de Finagro.

Adicionalmente ofrecemos:

- ✓ Líneas de Crédito Personal y de Libranza.
- ✓ Tarjeta de crédito, Clásica, Oro y Empresarial.
- ✓ Cuenta corriente y de ahorro.

Versatilidad en productos y servicios

Línea gratuita nacional Contacto Banagrario 018000 915000