

BASE DE DATOS DE LA DEUDA PUBLICA DE COLOMBIA (FENIX)

Por:

Eduardo Asmar G.
Alfredo Hernández C.
Alejandro Salamanca G.
Andrés Suárez R.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público

Bogotá, Colombia, Julio de 1987

Presentado a la XIII Conferencia Latinoamericana de Informática.

El presente artículo hace una breve descripción de uno de los proyectos de sistemas que actualmente se adelantan en el Ministerio de Hacienda de Colombia, como es FENIX, la Base de Datos de Crédito Público.

FENIX comprende toda la información de deuda pública interna y externa, clasificada según su función en siete áreas: Registro, Proyecciones, Destinación, Presupuestal, Análisis Económico, Tramitación y Legal. A través de diversas aplicaciones que interactúan con la Base de Datos, se proveen herramientas de registro, análisis, control y proyección de la deuda pública nacional.

El proyecto FENIX está desarrollado bajo INGRES, un sistema manejador de bases de datos relacionales, y en un ambiente operacional UNIX; tanto el ambiente como las técnicas de desarrollo utilizadas colocan a FENIX a la vanguardia de los sistemas de información gubernamentales en Colombia y en Latinoamérica.

Por otra parte, el diseño de la Base de Datos de Crédito Público es de los más completos a nivel mundial, gracias a su conjunto de información, a la diversidad de aplicaciones y a las tecnologías de desarrollo, de "hardware" y "software" utilizadas.

BASE DE DATOS DE LA DEUDA PUBLICA DE COLOMBIA (FENIX)

I. INTRODUCCION

La Dirección General de Crédito Público (D.G.C.P.) es una de las seis Direcciones Generales del Ministerio de Hacienda, encargada, según el Decreto 076 de 1976, entre otras funciones, de: tramitar y autorizar las solicitudes de crédito presentadas por el Gobierno Nacional y las entidades territoriales y descentralizadas, así como los préstamos que otorgue el Gobierno Nacional; controlar y vigilar la ejecución de los proyectos financiados con el crédito público; registrar y contabilizar el crédito del Gobierno Nacional y de las entidades territoriales y descentralizadas; atender el servicio de la deuda pública nacional.

Para el ejercicio de dichas funciones, la D.G.C.P. se ha enfrentado a volúmenes crecientes de información, y por consiguiente a la necesidad de resolver el problema de sistematización de dicha información. Con esto último como objetivo se inició en mayo de 1985 un proyecto consistente en el diseño y montaje de una Base de Datos de Crédito Público (hoy llamada FENIX), que realice las siguientes tareas:

- Registrar los contratos de crédito externo e interno del país, y de sus desembolsos y pagos;
- Llevar información del estado de la deuda de cada entidad, proyecto, sector económico y categoría de inversión frente a cada organismo nacional o internacional de crédito;
- Facilitar a los funcionarios la programación y ejecución presupuestal de los créditos y suministrar herramientas que ayuden al análisis del estado de la deuda pública nacional a todo nivel;
- Dotar de herramientas para la proyección de los desembolsos y del servicio de la deuda, así como del movimiento presupuestal;
- Proveer mecanismos de alerta para que el servicio de la deuda se haga oportunamente;

(*) A raíz del incendio del 24 de Abril de 1987 en las oficinas de la D.G.C.P., y que destruyó los equipos de computación de la División de Sistemas, la Base de Datos de Crédito Público (y el proyecto) cambió su nombre de B.D.C.P. al definitivo de FENIX, porque la información y los programas se recuperaron en su totalidad de los discos, que ya se habían dado por perdidos. Es decir, la Base de Datos renació, como el Ave Fénix, de sus propias cenizas.

- Ejercer control en la tramitación de nuevos contratos, de pagos y desembolsos;
- Mejorar la capacidad de negociación del país frente a fuentes externas de crédito.

Dicho proyecto se encuentra en una etapa avanzada de desarrollo (buena parte de sus módulos se encuentra en producción) y constituye el fin a más de una década de proyectos e intentos fallidos para dotar a la D.G.C.P. con una infraestructura acorde con el desarrollo de la informática. Para lograr esto, se ha contado con una política tecnológica y un ambiente diferente al que había sido tradicional en el Ministerio en los últimos lustros.

El nuevo ambiente incluye:

- Equipo computacional y humano **no dependiente** del Centro de Información y Sistemas (CIS) del Ministerio, que es la entidad de soporte de sistemas para todo el ministerio, pero que por razones de prioridades y equipos ha centralizado la gran mayoría de sus recursos en las aplicaciones de la Dirección General de Impuestos;
- Nuevas herramientas y tecnologías para desarrollo de "software";
- Uso de Sistemas Manejadores de Bases de Datos Relacionales (SMBR);
- Garantía de continuidad del proyecto frente a cambios de administración.

En las dos secciones que siguen se describe FENIX, la Base de Datos de Crédito Público. La primera sección presenta la estructura global de FENIX, sus archivos y procesos relacionados. La segunda sección describe brevemente el ambiente operacional bajo el que trabaja FENIX.

II. DESCRIPCION DE FENIX

El modelo teórico que se utilizó para el diseño fué el llamado "modelo entidad-relación" de Chen, el cual se implantó en un sistema relacional (INGRES). Vale la pena definir los dos conceptos fundamentales del modelo de Chen, es decir, las entidades y las relaciones. Una **entidad** representa un objeto distinguible dentro del mundo que se pretende modelar (en este caso la Dirección General de Crédito Público), y una **relación** la información que resulta de la asociación de dos o más entidades. Desde el punto de vista del esquema relacional, tanto las "entidades" como las "relaciones" son tablas, que son llamadas relaciones y que están compuestas por filas (tuplas) y columnas (atributos).

1. Generalidades

La base de datos contiene un total de 52 tablas o relaciones en el estado actual, cada una de ellas con un promedio de 3000 tuplas. Adicionalmente se ha definido un total de 29 índices sobre las tablas.

2. Descripción de la Base de Datos

FENIX está dividida en siete grupos o áreas funcionales, que unidas cubren toda la información de Crédito Público y que están formadas por un conjunto de tablas relacionadas entre sí desde un punto de vista lógico.

A continuación se describen brevemente las áreas funcionales en las que se encuentra dividida la Base de Datos de Crédito Público:

- **Area de Registro:** Es el núcleo de la base de datos y contiene la información básica de todos los créditos y de todas las personas o entidades que tienen relación a través de ellos. Más específicamente se tiene información de créditos con sus saldos, entidades (prestamistas y prestatarios), monedas, desembolsos y pagos, almacenada en 19 tablas.
- **Area de Proyecciones:** Tiene las cifras concernientes a los intereses, plazos, amortizaciones y comisiones de cada crédito, así como las proyecciones para el presupuesto de desembolsos y pagos. La componen 8 tablas.
- **Area de Destinación:** Como su nombre lo indica, en esta área se encuentra la información (acumulada y en detalle) del destino que se da a la utilización de los créditos, según la localización geográfica, los objetos, los proyectos, las categorías de inversión BID-BIRF y los sectores económicos. Consta de 10 tablas.
- **Area Presupuestal:** Contiene datos sobre la incorporación y ejecución presupuestal de los créditos, además de los movi-

mientos de dinero entre artículos (traslados, recursos, etc.). Está conformada por 3 tablas.

Area de Análisis Económico: Agrupa la información relativa a los indicadores económicos y a las estadísticas de contrataciones y utilizaciones por sector económico. En esta área hay 3 tablas.

Area de Tramitación: En esta área se almacenan y controlan los trámites que debe seguir un crédito hasta el momento de su contratación. Incluye los pasos a seguir y los funcionarios encargados de cada paso, en 3 tablas.

- **Area Legal:** Contiene la información jurídica que se involucra en el crédito, como lo concerniente a contratos, cláusulas, reglamentación, normas y conceptos legales. Se compone de 6 tablas.

En los diagramas de las paginas siguientes se puede apreciar un esquema de la Base de Datos y una vista detallada del Area de Registro.

Sobre estas áreas se pueden resolver las consultas asociadas a los procesos normales y también consultas de carácter general, tales como:

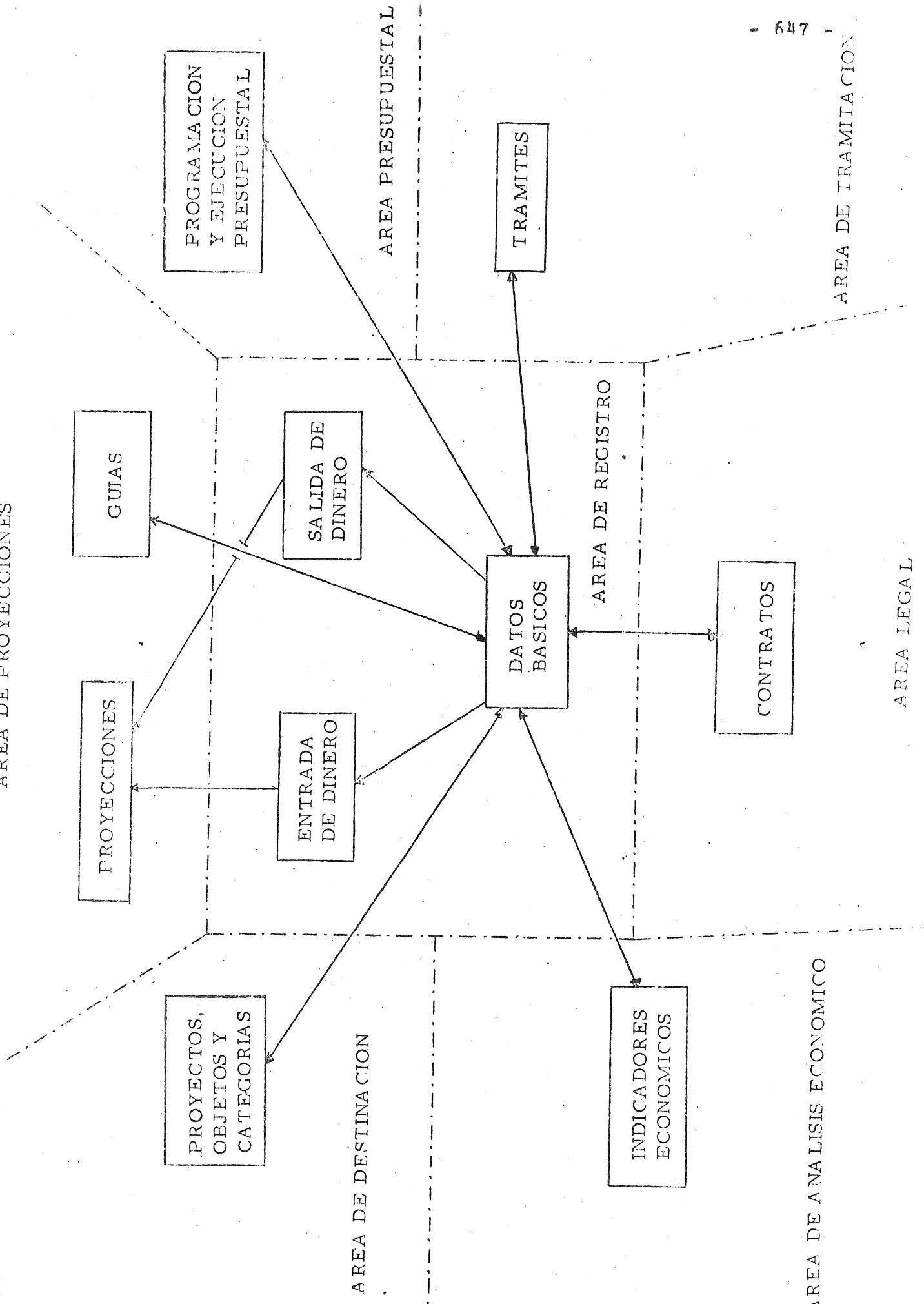
- Cuánto hay que pagar el mes entrante y en qué monedas?
- Se vence algún pagaré sobre algún desembolso que no se haya efectuado?
- Qué créditos se han contratado con Suecia y cuánto suman éstos en dólares?
- Cuánto se contrató el año anterior para educación?
- Qué entidades ejecutoras del orden Nacional han recibido préstamos para adquisición de equipos?
- Cuánto ha prestado el Japón para el sector eléctrico en los últimos cuatro años?
- A cuánto asciende (en Marcos Alemanes) los pagos que deben efectuarse en lo que resta del año al KFW por concepto de préstamos de defensa?

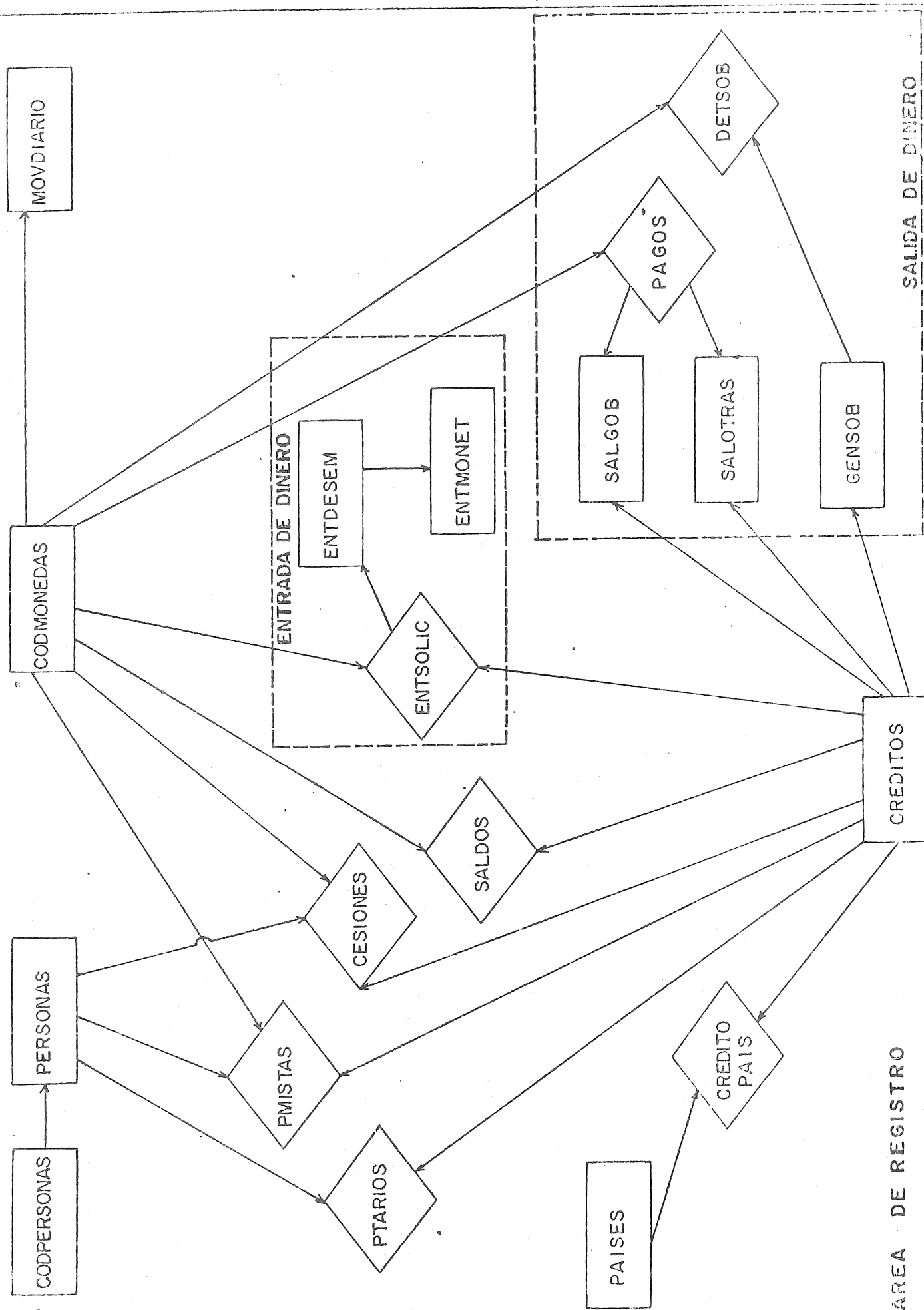
3. Descripción de procesos

Por un **proceso** se entiende un conjunto de programas y procedimientos, ya sean éstos manuales o escritos en un lenguaje de programación, que interactúan con un propósito común. Los procesos se dividen en cuatro grupos funcionales, de acuerdo a ese propósito:

- Procesos de carga inicial.
- Procesos normales.
- Procesos de administración.
- Procesos de seguridad.

A continuación se describe cada uno de éstos grupos.





3.1 Procesos de carga inicial.

En este grupo se encuentran aquellos procesos necesarios para manejar la carga masiva de los créditos contratados hasta el momento. El objetivo es poblar FENIX con datos confiables de una manera rápida y efectiva, procurando filtrar el mayor número de errores, antes de que se inicie la producción normal.

3.2 Procesos normales.

A este grupo pertenecen los procesos que reflejan las diferentes funciones de Crédito Público y constituyen la columna vertebral del sistema. Los procesos normales se agrupan a su vez de la siguiente manera (ver gráfico de la página siguiente):

1. Registro y Control.
2. Presupuesto.
3. Planeación y proyecciones.
4. Legal.

3.2.1. Registro y Control.

Comprende todos los procesos que permiten hacer el seguimiento de la vida de un crédito a través de sus diferentes etapas:

- Solicitud.
- Contratación.
- Ejecución.
- Finalización.

Los módulos que lo componen son los siguientes:

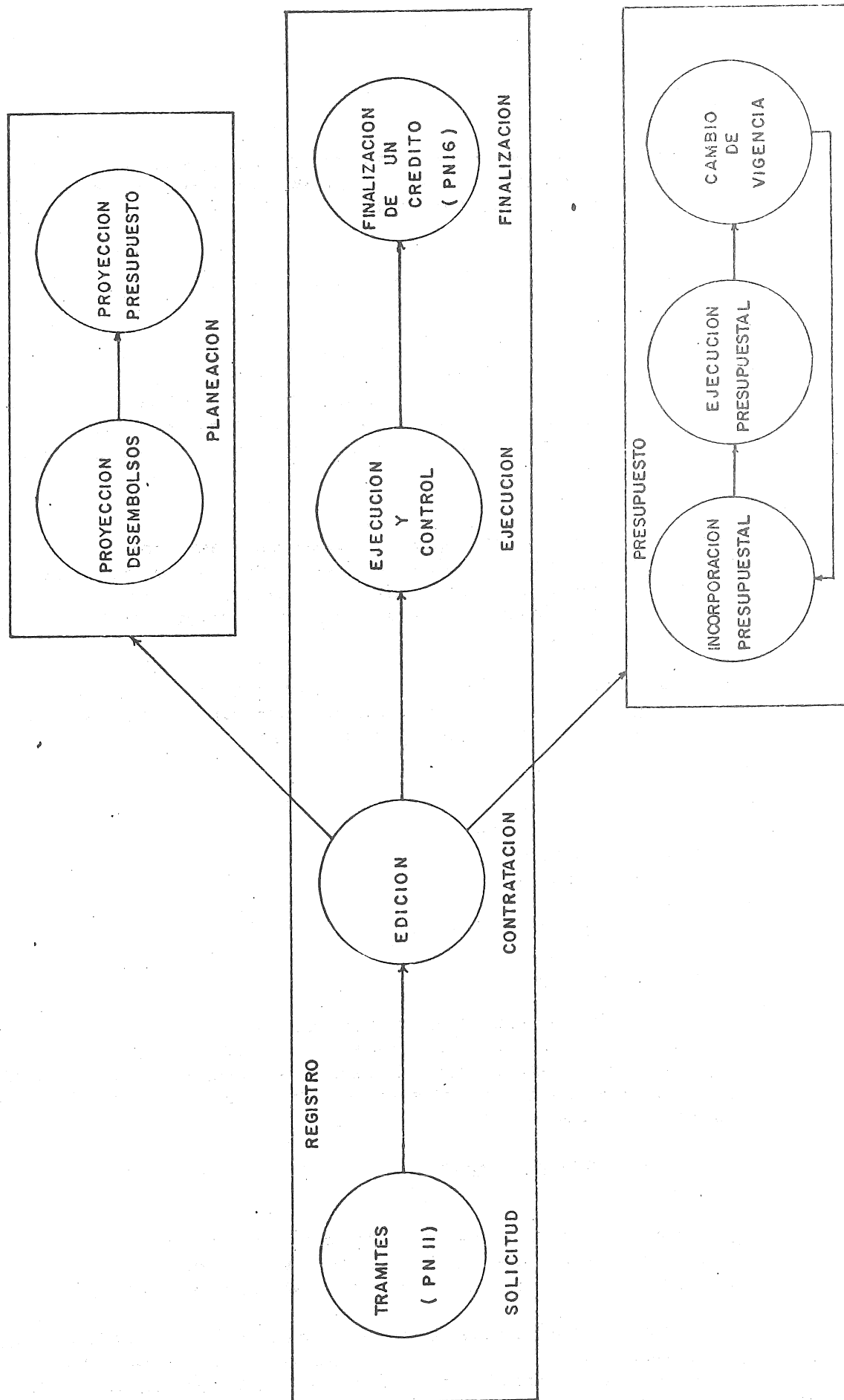
a. Tramitación.

Mediante este módulo se registran y controlan los trámites de los créditos desde el momento de la solicitud hasta el momento de la contratación, permitiendo la consulta y actualización de los mismos.

Aquí se registran las etapas o pasos de cada crédito y el funcionario correspondiente que diligencia cada una. Además se verifica que un crédito que se vaya a contratar haya cumplido con cada una de éstas.

Este proceso permite también la consulta de los trámites. Algunas de las consultas típicas que se resuelven son:

- Cuál es el estado actual de determinado crédito? En qué etapa de tramitación se encuentra y cuáles son los pasos que faltan para su contratación?
- Cuáles créditos han sido solicitados?
- Qué funcionarios han diligenciado determinado crédito?



b. Edición.

En este módulo se encuentran los procesos que permiten la modificación y actualización de la información concerniente a un crédito o a ciertas tablas de FENIX. A su vez se subdivide en los siguientes procesos:

- Edición de créditos: Permite la adición, modificación y eliminación de créditos.

Una vez que un crédito ha cumplido con todas las etapas de tramitación hasta el momento de su contratación, éste se adiciona a FENIX por medio de la opción de adición, en la que se pide información del crédito tal como prestamistas, prestatarios, destinación, montos y monedas contratados, condiciones financieras, etc.

- Movimiento diario de monedas: Este proceso permite la creación y modificación de monedas y tasas de interés, el registro diario de variación de cada una de las divisas y tasas de interés con respecto al dólar de los Estados Unidos y la consulta de las mismas.

- Edición de tablas: Permite la corrección y consulta de los datos de algunas relaciones que no son manejadas por los anteriores procesos de edición. Estas relaciones son:

- Personas.
- Países.
- Localizaciones geográficas.
- Sectores Económicos.
- Objetos del crédito.
- Funcionarios.
- Etapas o pasos de tramitación.

c. Ejecución y control.

A este módulo pertenecen los procesos que sirven para seguir la vida del crédito a partir del momento de su contratación hasta la finalización del mismo, permitiendo el registro de desembolsos, pagos y cesiones de deuda que ocurran durante este período. Se subdivide en los siguientes procesos:

- Registro de desembolsos: Este proceso permite realizar dos funciones:

1. Registrar la historia del desembolso desde el momento de su solicitud hasta la realización del mismo.
2. Registro del desembolso mismo una vez que se ha confirmado.

Además de los datos básicos de un desembolso, tales como crédito, fecha, moneda y monto, se pide información adicional acerca de la destinación del dinero, por entidades ejecutoras.

proyectos, sectores económicos, etc., con el fin de actualizar directamente las tablas del Área de Destinación. Algunas consultas típicas son:

- Desembolsos solicitados.
 - Desembolsos de un crédito en un período dado.
 - Destinación de un desembolso por entidad, sector económico o proyecto.
 - Porcentaje monetizado de cada desembolso.
- Registro de pagos: Este proceso permite el registro de los pagos y sobrantes generados para cubrir cada uno de los créditos.

En este proceso como en el anterior se permite el registro del pago como la historia del mismo. Una vez que un pago se efectúa, se afectan los saldos de los créditos directamente. Algunas consultas típicas son:

- Pagos efectuados en determinado período, discriminados por concepto de amortización, intereses y comisiones.
 - Estado de un pago determinado.
 - Pagos efectuados para determinado crédito.
- Participación y cesiones de deuda: El objetivo de este proceso es actualizar y mantener los porcentajes y montos de participación de los prestamistas de un crédito.

Mediante este módulo se permite básicamente el registro de una cesión de deuda, operación que consiste en que uno o varios prestamistas (cedentes) ceden parcial o totalmente parte de su participación del crédito a otros prestamistas (cesionarios); el proceso se encarga de adicionar los nuevos cesionarios como prestamistas del crédito y modificar los porcentajes de participación de los prestamistas involucrados en la operación. Debido al desfase que existe entre la fecha de una cesión y el registro de la misma, los pagos y desembolsos efectuados durante este período son corregidos bajo los nuevos porcentajes de participación.

d. Finalización de un crédito.

En este proceso se maneja el caso en que la vida de un crédito culmina normalmente (se han efectuado todos los pagos y desembolsos del mismo).

Este proceso se encarga de eliminar el crédito a través de las diferentes relaciones en que se encuentre, excepto en la tabla de créditos, donde se activa el indicador de culminación, para poder tener un registro de la existencia del mismo.

3.2.2. Presupuesto.

En este grupo se encuentran todos los procesos necesarios para controlar la utilización del monto presupuestado para cada crédito por año.

A continuación se describe cada uno de los módulos que componen este grupo.

a. Incorporación y ejecución presupuestal.

Este proceso permite controlar el gasto del monto presupuestado de cada artículo. Un artículo es un código que identifica presupuestalmente a un crédito, asignado por Crédito Público.

El control del gasto del monto presupuestado para cada artículo se hace registrando los movimientos que ocurren durante el año. Un **movimiento** es alguna de las siguientes operaciones:

- Incorporación inicial.
- Acuerdos.
- Anticipos.
- Traslados crédito.
- Traslados contracrédito.
- Adición presupuestal.
- Resolución sobrantes.
- Adición de traslados presupuestales.
- Ordenes de cancelación.
- Decretos contracrédito.

En cada uno de estos movimientos se registran y actualizan los saldos de cada artículo directamente. Algunas consultas típicas son:

- Movimiento total de determinado artículo.
- Saldos totales por artículo.
- Total apropiado o incorporado por artículo.

b. Cambio de vigencia presupuestal.

Este proceso realiza la reenumeración de los artículos de presupuesto una vez que ha cambiado la vigencia presupuestal; permitiendo la adición, modificación y eliminación de cada uno de ellos. Además, elimina todos los movimientos del año transcurrido, dejando listas las relaciones de presupuesto para la iniciación de un nuevo año presupuestal.

3.2.3. Planeación y proyecciones.

En este grupo se encuentran aquellos procesos que sirven para las operaciones de planeación y proyección de la deuda.

a. Proyección de desembolsos.

Permite generar los desembolsos que se proyectan para cada crédito, que luego serán utilizados por el proceso de Proyección de Presupuesto.

b. Proyección de presupuesto.

Permite calcular los montos y fechas de pago que deben realizarse por concepto de amortizaciones, intereses y comisiones en un período dado, con tasas de cambio, interés y porcentajes de devaluación escogidos por el usuario.

Este proceso calcula los pagos de servicio de la deuda a partir de los desembolsos y saldos de los créditos (generados por el proceso anterior). Estos pagos se calculan en moneda original, en dólares y pesos. Algunas consultas típicas son:

- Total de pagos por crédito, discriminados por concepto de amortización, intereses y comisiones para determinado año.
- Totales por trimestre.

3.2.4. Legal.

Los procesos de este grupo están en etapa de especificación.

3.3. Procesos de administración y procesos de seguridad.

En estos grupos se encuentran los procesos orientados a la organización y mantenimiento de la integridad de la Base de Datos, a garantizar su seguridad, a mantener los archivos con sus estructuras óptimas. También están los procesos de "backup" y recuperación.

III. AMBIENTE DE DESARROLLO

La Base de Datos FENIX opera bajo la siguiente configuración de "software" y "hardware":

1. "Software":

- Sistemas operacionales CENTIX (UNIX sistema V versión 2), y BTOS.
- INGRES, sistema manejador de bases de datos relacional, versión 3.

La decisión de implantar el proyecto de la Dirección General de Crédito Público en un Sistema Manejador de Bases de Datos Relacional (SMBDR) se tomó fundamentalmente por la flexibilidad que ofrece un sistema de este tipo y por su adecuación al propio proyecto FENIX.

Entre las ventajas de un SMBDR se pueden destacar las siguientes:

- El tratamiento uniforme que se da a la información: cualquier objeto se visualiza como una **tabla**.
- La llamada "independencia de los datos" que se refiere al hecho de que existe una real separación entre el diseño lógico y el físico de una base de datos. Esto reduce el costo del desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones. Por ejemplo en INGRES es posible modificar la estructura de las tablas y definir o eliminar índices sin necesidad de modificar los programas de aplicación, y obteniendo grandes mejoras de desempeño.
- Un SMBDR está más cerca del usuario final que cualquier otra aproximación (SMBD jerárquico o de red). Permite hacer consultas directas mediante el uso de un poderoso lenguaje de alto nivel (QUEL en el caso de INGRES) y utilizar herramientas como QBF (Query by Forms), mientras que en un modelo de red, por ejemplo, el usuario siempre tiene que usar programas de aplicación, los cuales hacen de interfaz (y a veces de barrera) entre él y sus datos.
- Las dos ventajas anteriores llevan a la facilidad que posee un SMBDR de responder "queries ad-hoc", la cual es una de las necesidades principales de un sistema de información para Crédito Público.

2. "Hardware":

- Computador UNISYS XE-550-5, con arquitectura de múltiples procesadores especializados, los cuales corren sus propias copias de los sistemas operacionales
- Dos procesadores de aplicaciones (AP) Motorola 68020 de 16,7 MHz. Cada uno corre una copia de CENTIX.

- Procesadores de comunicaciones, de archivos y de terminales, cada uno con una copia de BTOS.
- Memoria principal de 8 MB.
- Memoria en disco de 540 MB.
- Veinte terminales inteligentes.
- Impresoras, unidades de cinta y microcomputadores.

El XE-550 soporta los sistemas operacionales CENTIX y BTOS. BTOS funciona como sistema operacional de soporte a CENTIX y provee servicios generales de manejo de archivos y comunicaciones.

La arquitectura de múltiples procesadores del XE-550 está diseñada para operar de manera que para el usuario es transparente la distribución de tareas entre las diferentes CPUs. Existe para ello una herramienta llamada ICC ("Inter-CPU Communication"), la cual provee un mecanismo de comunicación entre las tareas que corren en los diferentes procesadores. Dicho mecanismo consiste en bloques de "pedidos" y "respuestas" que se intercambian entre los sistemas operacionales que corren en los procesadores.

Los "kernel" de CENTIX que corren en los procesadores AP utilizan ICC para coordinarse entre sí y con BTOS. ICC permite también que "kernel" diferentes parezcan un solo "kernel". Una característica importante de ICC es que genera una relación **cliente-servidor** entre procesos, en el sentido de que un proceso (el servidor) presta un servicio a otro proceso (el cliente). Cada interacción de ICC está compuesta de un pedido y una respuesta. Un **pedido** es un mensaje de un cliente; una **respuesta** es el mensaje de retorno del servidor. Los procesadores se enteran de la llegada de pedidos y respuestas mediante interrupciones. Por medio del mecanismo ICC, es posible para un procesador AP delegar a otros procesadores el manejo de entrada/salida hacia terminales y hacia disco.

IV. COMENTARIOS

El ambiente arriba mencionado, i.e., tanto la arquitectura de "hardware" como la infraestructura de "software" de desarrollo es novedosa en América Latina, y el proyecto FENIX bajo este ambiente se encuentra a la vanguardia en cuanto a sistemas de información gubernamental se refiere. La implementación del diseño es mucho más amplia y ambiciosa que la mayoría de los sistemas de deuda a nivel internacional, los cuales reúnen alguna o varias de las siguientes características:

- Utilizan conjuntos menos detallados de información, reduciendo las posibilidades de análisis.
- Están diseñados por organismos prestamistas (como el BIRF o el BID), con el objetivo de hacer más estricto el control de su deuda en particular, y por lo tanto pierden generalidad frente a los demás aspectos de la deuda de un país.
- No utilizan tecnología de Bases de Datos; son programas de aplicación escritos hace más de diez años, en muchos casos elaborados en FORTRAN o COBOL.

La principal característica del diseño conceptual de FENIX es la **generalidad**. Esto le permite (y ha permitido) asimilar con relativa facilidad situaciones extraordinarias dentro del contexto de Crédito Público en Colombia, tales como una eventual refinanciación de la deuda externa.

Para el diseño y desarrollo se ha obtenido un equilibrio entre lo académico (metodologías de desarrollo de "software" y utilización rigurosa de las herramientas que provee UNIX) y lo práctico. En una entidad como Crédito Público no es posible ceñirse exclusivamente a patrones académicos debido a la permanente redefinición de prioridades y necesidades y por lo tanto, a la continua reespecificación de procesos y archivos (es decir, a la evolución constante del diseño de la Base de Datos). Sin embargo, se hace siempre uso de metodologías y modelos teóricos - tales como el modelo entidad-relación, el de prototipos rápidos para especificación interactiva (para los que INGRES ha resultado ser una herramienta excelente) -, y de las valiosas herramientas de UNIX para documentación y desarrollo.

Todos estos factores (ambiente y métodos) han constituido el elemento predominante en la gran aceptación y en la continuidad que ha tenido el proyecto FENIX.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este proyecto ha sido posible gracias a la colaboración y el apoyo de muchas personas que directa o indirectamente han participado en alguna de sus etapas de desarrollo, y en particular, a la labor de los funcionarios de la Dirección General de Crédito Público.

BIBLIOGRAFIA

1. Banco Mundial. "Debt Systems Conference, Working Papers". External Debt Division, Economic Analysis and Projections Department, París, Mayo 29-31 de 1985.
2. Chen, Peter Pin-Shan. "The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data". ACM Transactions on Data Base Systems, vol. 1, No. 1, Marzo de 1976, pp. 9 - 36.
3. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. "Diseño Conceptual del Sistema Integrado de Información de Crédito Público en Colombia", versión 1.0. Documento interno, Agosto de 1985.
4. Hernández, Alfredo, et al. "Proyecto de sistematización de la deuda pública de Colombia". Revista SISTEMAS de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas, ACIS, No. 28 Julio - Septiembre de 1986.
5. División de Sistemas, Dirección General de Crédito Público, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. "Base de Datos de Crédito Público, B.D.C.P.", versión 4.0 (FENIX). Documento interno, Junio de 1987.