

Modelo de datos del sistema de relaciones inter-empresariales: RIE

Data model for the inter-enterprise relations system: RIE

Domingo, Carlos

Facultad de Economía, Universidad de Los Andes,
Mérida, Venezuela

Ramírez*, Vicente; Besembel, Isabel; Espinoza, María A. y Espinoza, María V.

Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes,
Mérida, Venezuela
*vicente@ula.ve

Recibido: 06-09-2007

Revisado: 20-02-2008

Resumen

En este artículo se presenta el resultado obtenido en el diseño de la base de datos del Sistema de Relaciones Inter-Empresariales (RIE). El diseño se presenta en dos etapas: en la primera etapa se describe el diseño conceptual de la base de datos y la segunda etapa corresponde al diseño lógico de la misma. En la primera etapa se presenta el modelo de datos entidad-relación (E-R) que se expresa gráficamente mediante el diagrama E-R, y en la segunda etapa se presenta la transformación de dicho modelo a su correspondiente esquema relacional, que será la base para el desarrollo del Sistema de Relaciones Inter-Empresariales.

Palabras clave: Modelado de datos, bases de datos relacionales, sistema de relaciones inter-empresariales.

Abstract

In this article, the result obtained in the design of the database of the Inter-Enterprise Relations System (RIE) is presented. The design appears in two stages: in the first stage the conceptual design of the data base is described and the second stage corresponds to its logical design. In the first stage appears the entity relationship (E-R) data model that is expressed graphically by means of a E-R diagram, and in the second stage the transformation of this model to its corresponding relational scheme appears, that will be the base for the development of the Inter-Enterprise Relations System.

Key words: Data modeling, entity relationship (e-r) data model, relational databases, inter-enterprise relations system.

1 Introducción

En este documento se presenta el diseño del modelo de datos que sirve de base para el desarrollo del Sistema de Relaciones Inter-Empresariales (RIE), utilizando como marco de referencia el trabajo de Domingo et al. (2006). El Sistema de Relaciones Inter-Empresariales propone un procedimiento de microsimulación para la planificación económica usando datos de las empresas del sector económico bajo estudio.

Según Domingo et al. (2006) el Sistema de Relaciones Inter-Empresariales permite determinar la propagación de

los cambios económicos a todo el conjunto de empresas de una economía así como también observar otro tipo de impactos ocasionados por dichos cambios. La entrada del sistema es un plan de producción y la salida es el listado de empresas cuya producción debe ser modificada para poder satisfacer el plan de producción así como también la parte del plan de producción que no puede ser cubierta por la producción nacional (ésta podría ser importada o producida por nuevas empresas).

El método de planificación económica maneja información relativa a los productos generados por cada establecimiento y los insumos empleados por cada establecimiento.

to. Estas cantidades se expresan a precios constantes para un tiempo de producción fijo. También maneja información sobre los insumos importados, productos exportados e información cualitativa o cuantitativa que se obtiene acerca de los establecimientos como: personal empleado, tecnología usada, localización, impacto social y ambiental, impuestos y algunas otras características que pudieran considerarse como estratégicas. El RIE fundamenta su aplicación como método de micro simulación en la información que aporten las distintas empresas o establecimientos involucrados. Por ello, se hace necesario diseñar el modelo de datos que, de forma segura y confiable, asegure al planificador económico que cuenta con la información apropiada, suministrada por los establecimientos.

El diseño de la base de datos utilizada por el sistema RIE, se desarrolló en dos etapas: descripción del diseño conceptual de la base de datos a través del modelo entidad-relación que se expresa gráficamente mediante el diagrama entidad-relación, y el diseño lógico de la base de datos que se obtiene de la transformación del modelo entidad-relación a su correspondiente esquema relacional. Este último modelo es la base para el desarrollo del sistema RIE.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se describen, de manera detallada, los requisitos de información que el Sistema de Relaciones Inter-Empresariales debe satisfacer, para así cumplir con el propósito del mismo. El modelo conceptual de la base de datos se presenta en la sección 3. En la sección 4 se describe el modelo lógico de la base de datos diseñada para el sistema. Por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones de este trabajo.

2 Requisitos de información

Según Montilva y col. (2000) la definición de los requisitos de información que tienen los usuarios de un sistema, permite determinar las necesidades de información de dichos usuarios. La siguiente lista muestra los requisitos que definen las entidades que serán necesarias para el diseño de la BD del RIE:

- Soporte al manejo de datos sobre cada empresa o establecimiento que forma parte de la función de producción de un bien o servicio.
- Soporte al manejo de datos de cada bien o servicio producido en el sector económico en cuestión.
- Soporte al manejo de los insumos utilizados en el proceso de producción de cada bien o servicio por empresa o establecimiento.
- Soporte al manejo de tipos de empleo que intervienen en el proceso productivo de cada bien o servicio.
- Soporte al manejo de seguridad de los datos en el sistema, en particular lo concerniente a la autorización de usuarios según perfiles.

Estos requisitos se clasifican en funcionales y no funcionales (Montilva y col, 2000) y de calidad y almacenamiento (Besembel y col, 2006), que serán tomados en cuenta en el diseño del RIE.

ta en el diseño del RIE.

2.1 Requisitos funcionales

La especificación de los requerimientos funcionales del sistema define las funciones que éste debe cumplir a fin de verificar el objetivo principal del mismo, es decir, esta descripción define todo lo que el sistema es capaz de realizar (Barrios, 2005). En esta sección se presentan los requisitos funcionales identificados que deben ser satisfechos por el RIE y que son esenciales para que éste sea operativo y funcional:

- Consulta y actualización de la información sobre las empresas o establecimientos. La consulta podrá hacerse bajo distintos criterios.
- Consulta, actualización y/o modificación de la información de los bienes que producen las empresas o establecimientos.
- Consulta de los bienes registrados en la base de datos.
- Consulta y modificación de los tipos de empleados que participan en los distintos procesos productivos de bienes o servicios.
- Consulta y modificación de la información relacionada con la producción de los diferentes bienes o servicios por parte de una empresa.
- Consulta y modificación de la información relacionada con los insumos utilizados en la producción de los diferentes bienes o servicios por parte de una empresa.
- Consulta de la producción de un determinado bien o servicio por el conjunto de empresas registradas en la base de datos.
- Funciones de transformación de datos, para obtener nuevos datos, tales como la aplicación del algoritmo de planificación económica, en base a los datos que se tienen en la base de datos del sistema.
- Manejo del plan de producción para correr el algoritmo de planificación económica.
- Manejo de los resultados de las distintas simulaciones, paso a paso y finales.
- Control de acceso al sistema a través de la validación de los usuarios y de perfiles del mismo (control de autorización de usuarios).
- Ayuda en línea.
- Funciones de instalación y administración del sistema.
- Manejo de seguridad de datos y del sistema con las funciones de respaldo, control de autorización de usuarios y auditoría de datos.

2.2 Requisitos no funcionales

Besembel y col. (2006) indican que los requisitos no funcionales describen todas las restricciones que debe cumplir un sistema para poder operar con un buen desempeño y mantener la integridad de los datos de la BD. En el caso particular del RIE se tienen:

- Se requiere que la interfaz de usuario del sistema sea in-

tuitiva, agradable y fácil de operar para asegurar el buen entendimiento y la rápida adaptación de los usuarios al sistema.

- El desarrollo e implementación del sistema RIE estará enmarcado en la implementación de una aplicación web que estará basada en las siguientes plataformas:
- Para la implementación de la aplicación web se usará el lenguaje de programación *PHP* para el código ejecutado del lado del servidor, y *Javascript* y *Xajax* para el código que corre del lado del cliente. Las páginas web deben mostrar toda su funcionalidad en el navegador *Mozilla FireFox* versión 2.0 ó superior. Se utilizará el manejador de base de datos *MySQL*.
- El servidor web donde se alojarán las páginas es *HTTP Apache 2.0.59*, corriendo sobre el sistema operativo Microsoft Windows XP.
- El manejador de base de datos empleado para el Sistema RIE es *Mysql Server 5.0*, corriendo sobre el sistema operativo Microsoft Windows XP.
- El sistema debe validar que el usuario esté realizando operaciones correctas, advirtiéndole de manera clara cuando comete algún error.
- El sistema debe validar que los datos introducidos referentes a las empresas como son datos básicos, datos de producción, insumos, mano de obra empleada estén correctos y completos.
- El sistema debe comportarse de manera consistente y robusta específicamente en términos de precisión de datos y exactitud de cálculos.

2.3 Requisitos de calidad

Validación de las magnitudes económicas consignadas por las empresas y de las relaciones entre dichas magnitudes. Por ejemplo, que los datos de los insumos utilizados para la producción de un bien o servicio no excedan a la producción misma. Validación de rangos de ciertas magnitudes, como producción mínima y máxima de un determinado bien o servicio tales como, por ejemplo, que las ventas totales (al gobierno, consumo final y exportaciones) no excedan el total de la producción. Todas estas validaciones deberán realizarse en aquellas tablas de la base de datos que así lo requieran.

- Control de acceso a los usuarios autorizados para la realización de las operaciones básicas del manejo de los datos en la BD.
- Manejo transaccional de la información de las empresas en la base de datos.

2.4 Requisitos de almacenamiento

Se requiere almacenar los datos de las distintas empresas, sus bienes o servicios producidos y los distintos insumos utilizados en el proceso productivo con el fin de aplicar sobre los dichos datos, el algoritmo propuesto por Domingo y col (2006), así como, realizar las distintas con-

sultas y reportes especificados anteriormente.

3 Diseño del modelo conceptual de la base de datos

En esta sección se presenta el modelo conceptual de la base de datos del Sistema de Relaciones Inter-Empresariales. En esta etapa de análisis se obtuvo el diseño conceptual de la base de datos a través del modelo de datos entidad-relación (E-R) que se expresa gráficamente mediante el diagrama E-R.

El diseño conceptual de la base de datos del Sistema de Relaciones Inter-Empresariales se hace en base a la especificación de requisitos identificados para la aplicación.

El modelo entidad-relación constituye una representación conceptual del problema bajo estudio, así como también representa la visión de un problema de forma global (DSIIC, 2007).

El modelo E-R está formado por un conjunto de conceptos (entidad, atributo, relación) que permiten describir la información relevante de los aspectos de la realidad estudiados mediante un conjunto de representaciones gráficas.

- **Entidad:** Es cualquier objeto, concreto o abstracto, distinguible de otros objetos del mundo real del que se desea almacenar información.
- **Relación:** Es una asociación o correspondencia entre diferentes entidades.
- **Atributo:** Propiedad o característica de interés que describe una entidad o relación.

La estructura lógica general (esquema) de la base de datos se puede expresar gráficamente mediante un diagrama E-R, que está constituido por los siguientes componentes:

- **Rectángulos:** Representan conjuntos de entidades.
- **Elipses:** Representan los atributos.
- **Rombos:** Representan conjuntos de relaciones entre miembros de varios conjuntos de entidades.
- **Líneas:** Unen los atributos con los conjuntos de entidades entre sí, y también los conjuntos de entidades con las relaciones.
- **Tipos de correspondencia:** Indican el número de entidades que se relacionan a través de los rombos, donde * indica la correspondencia cero o muchos.

El modelo E-R, ofrece una manera de identificar las entidades que se van a representar en la base de datos y el modo en que se relaciona entre sí (Silberschatz y col. 2006).

En la Fig. 1 se presenta el diagrama E-R extendido del sistema RIE. Este diagrama ofrece la representación gráfica del esquema conceptual de la base de datos. El modelo Entidad Relación extendido, incluye los elementos descritos para el modelo E-R, adicionando los elementos tales como la especialización y la generalización.

El conjunto de entidades identificadas para el Sistema de Relaciones Inter-Empresariales, sus atributos, las relaciones entre ellas y los tipos de correspondencias son las siguientes:

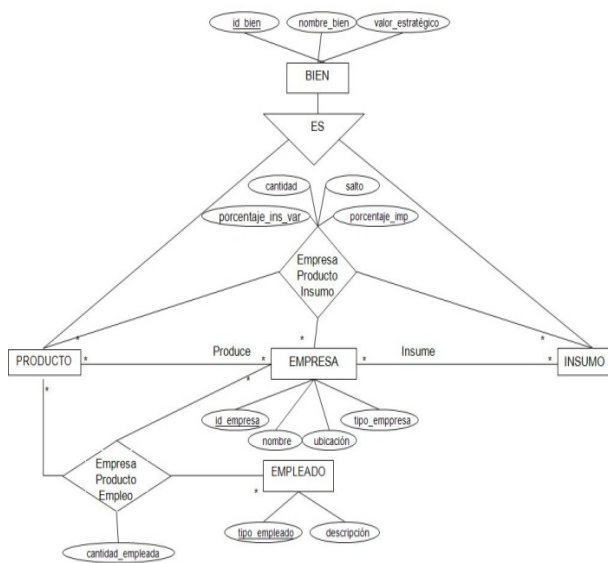


Fig. 1. Diagrama entidad-relación extendido de la base de datos del sistema de relaciones inter-empresariales

- **Empresa:** Esta entidad representa a todas aquellas empresas o establecimientos que forman parte de la economía de un país o región. Las características o atributos que describen a esta entidad son: nombre, ubicación, tipo de empresa, el impacto ambiental que origina dicha empresa, la intensidad de éste, el impacto social y el valor estratégico de la empresa.
- **Bien:** Esta entidad representa a todos a aquellos bienes o servicios productos de las actividades económicas de las empresas o establecimientos de un país o región. Las propiedades que interesan almacenar de este conjunto de entidades son nombre del bien y valor estratégico de estos. Debido a la naturaleza del problema se requiere hacer la diferenciación cuando un bien se considera producto o cuando se considera insumo dependiendo de la relación en la que éste participe. Es por ello que de la entidad *Bien* se hace la especialización de dos entidades que van a representar a un bien como producto y a un bien como insumo. Estas entidades heredan todos los atributos de la entidad bien.
- **Empleado:** Esta entidad representa a los diferentes tipos de empleados que desempeñan un determinado trabajo o tarea dentro de la empresa o establecimiento para la producción de un determinado bien o servicio.

El conjunto de relaciones y sus tipos de correspondencias identificadas para el diseño de la base del Sistema de Relaciones Inter-Empresariales son las siguientes:

- **Empresa_producto:** Es un conjunto de relaciones varios a varios entre las entidades empresa y producto. Esta relación representa los productos elaborados por los establecimientos del sector económico bajo estudio.
- **Empresa_producto_insumo:** Es un conjunto de relaciones ternarias entre las entidades empresa, producto e in-

sumo con los atributos cantidad de insumo empleado, porcentaje de insumo que es variable y el porcentaje de insumo que es importado. El tipo de correspondencia de esta relación es muchos a muchos y expresa que: un establecimiento para producir un determinado producto puede utilizar varios insumos; una determinada empresa que emplea un determinado bien como insumo puede producir varios productos con este insumo; y finalmente, un determinado establecimiento puede producir varios productos usando varios insumos.

- **Empresa, producto, empleado:** Es un conjunto de relaciones ternarias muchos a muchos entre las entidades empresa, producto y empleado. Esta relación representa la cantidad de mano de obra de cada tipo que es empleada por cada establecimiento para producir cada uno de los bienes o servicios que produce.

En base a las entidades y relaciones identificadas se realizó el diagrama entidad-relación completo para el Sistema de Relaciones Inter-Empresariales que se muestra en la Fig. 1.

4 Diseño del modelo conceptual implementable

En esta sección se presenta el esquema relacional de la base de datos, producto de la transformación y normalización del diagrama entidad - relación que se muestra en la sección anterior.

El modelo relacional representa el modelo lógico de la base de datos. Este modelo usa una colección de tablas para representar tanto las entidades como sus relaciones. Cada tabla tiene varias columnas, y cada columna tiene un nombre único. El modelo relacional es un modelo basado en tablas o relaciones. El modelo relacional se denomina así porque la base de datos se estructura en relaciones de estructura fija. Cada tabla contiene filas o tuplas de un tipo dado. Cada tipo de tupla define un número fijo de atributos, o columnas. Las columnas de la tabla se corresponden con los atributos del tipo de tupla (Silberschatz et al. 2006).

En base a este esquema lógico se hace la implantación de la base de datos usando el sistema gestor de base de datos (SGBD) elegido.

Para la conversión del modelo entidad-relación al modelo relacional se siguieron las siguientes reglas de transformación:

- Se crea una tabla por cada conjunto de entidades. Cada tabla tiene como columnas los atributos del conjunto de entidades.
- Se crea una tabla por cada conjunto de relaciones muchos a muchos. Las columnas para cada una de estas tablas es la unión de las claves primarias de los conjuntos de entidades involucrados en la relación y los atributos propios de la relación.
- En el caso de las generalizaciones se crea una tabla por cada conjunto de entidades de mayor nivel y las columnas de esta tabla son los atributos de este conjunto de entidades. Para las entidades de menor nivel se crea una tabla

donde las columnas son los atributos propios de este conjunto de entidades más la clave primaria del conjunto de entidades superior.

- Luego de realizada la transformación, se normalizaron las tablas hasta la tercera forma normal (3FN) con el fin de eliminar redundancias de datos y así crear una base de datos funcional y eficiente para la aplicación a desarrollar.
- El modelo relacional de la base de datos del sistema se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Modelo relacional de la base de datos

Tabla	Campos
empresa	(id_empresa, nombre, ubicacion, tipo_empresa, tipo_impacto_ambiental, intensidad_impacto, impacto_social, valor_estrategico_empresa, aceptable)
bien	(id_bien, nombre_bien, valor_estrategico)
empleado	(id_empleado, tipo_empleado, valor_estrategico)
empresa_producto	(id_empresa, id_producto, producción_actual, producción_maxima, producción_minima, producción_final, venta_consumo_final, venta_exportacion, venta_gobierno)
empresa_bien	(id_empresa, id_producto, id_insumo, cantidad, porcentaje_insumo_variable, porcentaje_importacion)
empresa_producto_empleado	(id_empresa, id_producto, tipo_empleado, cantidad_empleada)
salto	(id_empresa, id_producto, id_insumo, limite_superior_produccion, cantidad_salto)

En cada una de las tablas de la base de datos se almacena la siguiente información:

- **Tabla empresa:** En esta tabla se almacenan las características cualitativas de las empresas, es decir, los datos básicos de éstas. Dentro de las características cualitativas más relevantes que se tomaron en cuenta a la hora de diseño de la base de datos se encuentra: nombre de la empresa, ubicación, el tipo de impacto ambiental que la actividad económica de la empresa genera y de alguna manera se cuantifica este impacto, se consideró importante tener información del impacto social de la empresa y su valor estratégico.
- **Tabla bien:** En esta tabla se almacena los códigos CIU (código industrial internacional uniforme) de los bienes y servicios de una economía, los nombres de estos bienes y su valor estratégico.
- **Tabla empleado:** En esta tabla se almacena los tipos de mano de obra que son empleados por las empresas para la generación de bienes y servicios. Se guarda información acerca del tipo de empleado y una descripción breve de cada tipo.

- **Tabla empresa_producto:** En esta tabla se almacena los datos de producción que registra una empresa para los diferentes bienes que genera. Se almacenan datos de producción actual, los límites de esta producción (producción mínima y producción máxima). Así como también almacena información acerca de las ventas que registra la empresa. Esta información se categorizó de la siguiente manera: ventas para el consumo final, ventas para la exportación y ventas realizadas al gobierno.
- **Tabla empresa_bien:** En esta tabla se almacena la cantidad de insumos consumida por las empresas en la producción de cada uno de los productos que genera, así como también el porcentaje del insumo que varía de acuerdo al nivel de actual de producción y el porcentaje de insumo que es importado.
- **Tabla salto:** La información almacenada en esta tabla representa los datos para la variación de insumos fijos dado un nivel de producción.
- **Tabla empresa_producto_empleado:** Aquí se almacena la cantidad utilizada de cada tipo de empleado por parte de una empresa para la producción de cada uno de los bienes o servicios que la empresa produce.

El modelo relacional mostrado en la tabla 1 se puede observar gráficamente en la fig. 2, donde se muestran cada una de las tablas de la base de datos y los campos de cada una de éstas.

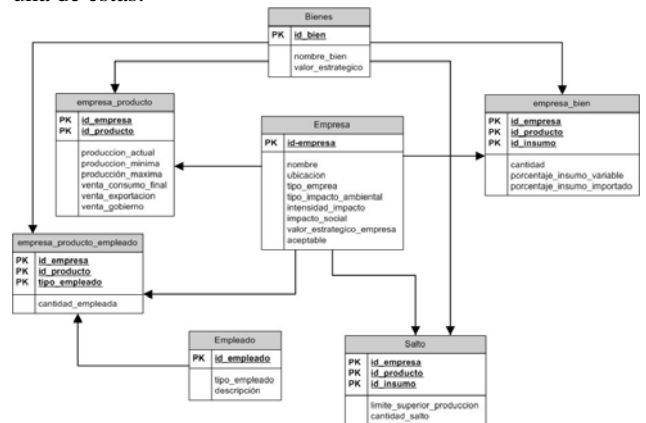


Fig. 2. Diagrama relacional de la BD diseñada.

5 Conclusiones

En este artículo se ha presentado el modelo de datos para el Sistema de Relaciones Inter-Empresariales. En base al modelo lógico obtenido de la transformación y normalización del modelo entidad-relación, se propone entonces el diseño del modelo implementable. El diseño de base de datos propuesto permitirá el desarrollo de una herramienta de trabajo para planificadores de la economía con facilidades concernientes al almacenamiento, actualización, modificación y consulta de los datos de las empresas o establecimientos, con la cual, a partir de la información allí colocada, se podrán estudiar los efectos que un determinado plan

de producción, ejecutando el algoritmo del RIE, pudiera tener sobre la economía en su conjunto.

6 Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado en el marco del Proyecto Matriz Insumo-Producto para Venezuela 1997, financiado, en parte, por el Banco Central de Venezuela.

Referencias

Barrios J, 2005, Apuntes de ingeniería del software, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
Besembel I, Narciso F, Rivas F, Colina E, Aguilar J, Estecche U, Silva D, López H, Mousalli G y Rivas C, 2006, Mo-

delo de datos del sistema automatizado de registros médicos, *Revista Ciencia e Ingeniería*, Vol. 27, No. 2, pp. 59-67, abril-julio.

Domingo C, Ramirez V, Velásquez A y Zavarce H, 2006, Use of enterprises data in economic planning, *The Sixth IASTED International Conference on Modelling, Simulation, and Optimization.*, Gaborone, Botswana.

DSIIC, 2007, 'Modelo entidad relación' en <http://www.dsic.upv.es/users/ia/1starin/>.

Silberschatz A, Henry F y Korth S, 2006, *Fundamentos de bases de datos*, 4ta edición, McGraw-Hill, Madrid.

Montilva J, Hamzam K y Gharawi H, 2000, The match model for developing business software in small and midsize organizations, *Actas de la IV Multiconferencia en Sistemas, Cibernética e Informática – SCI'2000*, Orlando, USA