

SISTEMA DE INFORMACIÓN AUTOMATIZADA sobre Materiales, Componentes y Técnicas de Construcción para Viviendas de Bajo Costo. Proyecto 4 - Convenio CONAVI-LUZ-UCV-UNET-ULA

Ricardo Cuberos Mejía

RESUMEN

El manuscrito aborda las consideraciones teórico-prácticas para el desarrollo de un sistema de información sobre la producción de materiales y componentes de construcción para viviendas de bajo costo. Dicho sistema ha permitido el registro automatizado y el análisis preliminar del inventario realizado por cuatro universidades nacionales en 20 estados de la República de Venezuela entre 1997 y 1999, bajo el cofinanciamiento del Consejo Nacional de la Vivienda. El sistema se constituye en una herramienta valiosa para los procesos de la toma de decisiones, tanto en la definición de técnicas constructivas para proyectos habitacionales apropiadas a las particularidades de cada rincón del país, así como para orientar nuevas propuestas de investigación y desarrollo frente a la actual capacidad instalada de las empresas encargadas de la producción de materiales de construcción.

ABSTRACT

This paper explains the development of an information system about materials and construction techniques produced in Venezuela for cheap houses. System contains data registered by four public universities between 1997 and 1999, and it as much tries to be a decision-making support system for housing projects, like an orientation instrument for the development of current producer companies of construction materials.

INTRODUCCIÓN

A partir de 1997, el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), en convenio con la Universidad del Zulia, la Universidad Nacional Experimental del Táchira, la Universidad de Los Andes y la Universidad Central de Venezuela, están ejecutando en forma conjunta el proyecto de investigación «Materiales, Componentes y Técnica de Construcción para Viviendas de Bajo Costo», también conocido como «Proyecto 4». Dicho proyecto pretende lograr un conocimiento minucioso de las capacidades y potencialidades regionales para la producción de viviendas de bajo costo, manifiesto a través de la naturaleza y características de las técnicas constructivas y materiales de construcción en actual situación de comercialización en cada región del país.

Para documentar este conocimiento, el proyecto ha requerido el desarrollo de un sistema de información que permitiera el registro de los distintos materiales de construcción y de sus empresas productoras. En este sentido, se conformó una coordinación para el diseño y desarrollo de dicho sistema, liderado por el autor de este manuscrito a través del soporte técnico de la Sección Sistemas de Información del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia. Dicha coordinación ha asumido el proyecto en tres fases:

- Fase I: Definición del sistema de base de datos, con la determinación de los instrumentos de recopilación y automatización de información, constituyendo tablas de bases de datos.
- Fase II: Desarrollo del sistema de información, con la definición de interfaces de consulta y actualización de datos, de acuerdo con los requerimientos de información estimados para los usuarios del sistema.
- Fase III: Desarrollo del sistema de análisis, con el diseño y la construcción de un sistema administrado para el manejo integral de información que preste directamente su apoyo en la toma de decisiones sobre la materia habitacional.

Hasta la presente fecha, se han desarrollado ac-

DESCRIPTORES:

Sistemas de información; Materiales de construcción; Técnicas constructivas.

tividades principalmente de la fase I, parcialmente de la fase II, y algunas de la fase III. La evolución futura del sistema, como se describe al final de este documento, abordará oportunamente las modalidades de desarrollo de todas sus fases.

A. BASES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

1. Requerimientos para el diseño del sistema

De acuerdo con las reuniones iniciales con los equipos de trabajo de las cuatro universidades y el CONAVI, la coordinación del sistema de información apreció las siguientes situaciones:

- Se deseaba desarrollar sistemas que permitieran el registro en forma autónoma en cada universidad, pero manteniendo una compatibilidad en la naturaleza y formatos de almacenamiento físico y magnético de información, por lo cual convenía establecer una propuesta principal con base en la cual cada equipo podría ir estableciendo sus actualizaciones e, incluso, sus personalizaciones.
- Los equipos de trabajo estaban conformados por profesionales con gran experiencia en el tema de sistemas constructivos y vivienda de bajo costo, pero con poco conocimiento técnico en el análisis de sistemas y la operación de sistemas de gestión de bases de datos, por lo cual el proyecto de sistematización a desarrollar debía generar productos manipulables en forma intuitiva y poco compleja, con un requerimiento no muy exigente en cuanto a equipos, licencias y personal de transcripción y administración del sistema.
- Si bien el desarrollo inicial de este sistema pretendía su uso sólo por los equipos del proyecto, el gran valor de la información a obtener y las posibilidades de conformar redes nacionales automatizadas exigían la consideración del diseño de un sistema con capacidades de crecimiento desde una escala "personal" hasta una "corporativa", no sólo en cuanto a la magnitud del almacenamiento, administración, procesamiento y seguridad de la información, sino incluso en su compatibilidad con plataformas de equipos y programas de computación altamente capaces, confiables y costosos.

En virtud de ello, se determinó que el sistema de información debía cumplir con los siguientes requerimientos básicos:

1. Interfaz gráfica amistosa, tanto para la operación como para la construcción del sistema.
2. Bajo costo de las licencias de software y compatibilidad con sistemas de aplicaciones de oficinas.
3. Manejo intuitivo de la información, por su analogía con sistemas públicos de información, como los cajeros automáticos y la Internet.

Asimismo, se consideraron estratégicamente los siguientes requerimientos complementarios:

4. Posible operatividad en múltiples plataformas, ya sea PC compatible, UNIX o Macintosh;
5. posibilidad de manejo en redes LAN y en extranet;
6. potencialidad para incorporar información documental, sonidos, videos y animaciones;
7. compatibilidad con sistemas corporativos de bases de datos empleados por el Estado; y
8. capacidad de migración de la información a nuevos sistemas.

En virtud de ello, se consideraron varias plataformas como alternativas de desarrollo, descartando desde sistemas basados en textos (como MicroISIS) hasta costosos sistemas corporativos (como ORACLE), para seleccionar Microsoft Access. Este producto permite el desarrollo de sistemas de información de una manera versátil y a un bajo costo, pudiendo operar tanto en computadores independientes como en redes, y tiene una gran capacidad para migración a otras plataformas aun de nivel empresarial. No siendo una plataforma que trabaja con productos compilados (como MS Visual FoxPro), el código de desarrollo permanece «abierto», permitiendo sucesivas rectificaciones y ampliaciones sin necesidad de recompilar el sistema.

2. Dimensiones del sistema

2.1. Dimensión lógica

El sistema de información se concretó en el desarrollo de tres tablas de datos:

- Tabla "EMPRESAS": incluye 75 campos de información, referentes a la identificación de la empresa, su infraestructura y servicios, inversión y financiamiento, producción y personal.
- Tabla "PRODUCTOS": contiene 86 variables descriptivas de los materiales de construcción producidos por cada una de las empresas descritas en la tabla anterior, con información sobre sus materias primas, uso, control de calidad y comercialización.
- Tabla "VARIANTES": la cual especifica en 8 campos las características descriptivas y precios de distintas modalidades en tamaño y presentación de los productos descritos en la tabla anterior.

En la tabla 1 se indica la cantidad aproximada de datos registrados por cada una de estas tres tablas, una vez que se ha digitalizado la información de 20 estados de la República. Se incluye además la dimensión de la tabla relacional generada al asociar las características de la empresa y del producto al cual pertenece cada variante.

Tabla 1

Dimensión lógica aproximada de las tablas de datos. En la tabla virtual E x P x V, se excluyen los campos reiterados que establecen la función relacional entre las tablas

Tabla	Campos	Cantidad	Total datos
EMPRESAS (E)	75	1.370	103.725
PRODUCTOS (P)	86	2.000	201.670
VARIANTES (V)	8	3.700	40.872
E x P x V	164	3.700	837.876

2.2. Dimensión física

El sistema de información se instala en 25 megabytes de espacio de disco duro, correspondiendo la mitad de ese espacio a las tablas de datos y la otra mitad al sistema de interfaces. Para la instalación en red, cada estación de trabajo sólo requiere tener almacenado localmente el sistema de interfaces, mientras que las tablas de datos reposan en el servidor de archivos.

El sistema de información puede ser montado a partir de dos discos de instalación de 1.4 Mb, ya que todos los archivos del sistema ocupan sólo 2.7 Mb en formato EXE/ZIP autodescomprimible. Para ejecutar el sistema, se recomienda que las estaciones de trabajo sean Pentium 120 Mhz con 32 Mb en RAM o superior; asimismo se requiere un monitor y tarjeta de video SVGA con una resolución de 800 x 600 pixeles.

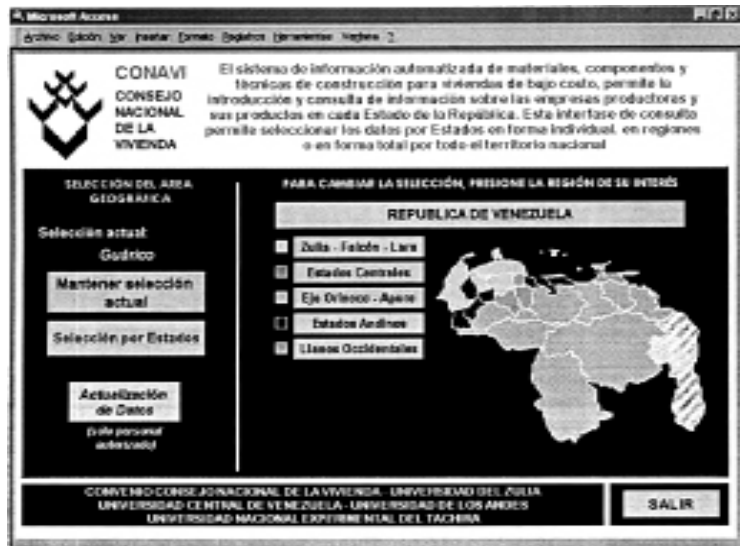
Como sistema operativo, es indispensable MS Windows 95 FAT16 o superior, ya que la plataforma donde se ejecuta el sistema de información es MS Access 97. Finalmente, se recomienda una serie de personalizaciones especiales, tanto para el W9x (auto-ocultamiento de la barra de tareas) como para Access (ocultamiento de la barra de estado, no confirmación de cambios en registros).

B. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema de información está conformado por dos módulos de procesamiento, los cuales contienen una serie de interfaces con la familiar apariencia de un ATM o cajero automático. Dichos módulos son:

1. Módulo de actualización: A través de unas pantallas con campos de información por cada tabla y por cada estado de la República, el usuario puede introducir, modificar y eliminar registros de cada tabla utilizando el ratón y el teclado de la estación de trabajo.
2. Módulo de consulta: Está conformado por una serie de submódulos que permiten:
 - La selección del área geográfica sobre la cual se va a realizar la consulta (ver figura 1);
 - la verificación y búsqueda por registro en cada tabla, ya sea bajo la modalidad de fichas o de listados (ver figura 2);
 - la ejecución de consultas gráficas y porcentuales prediseñadas, que interactúan con la data actualizada;
 - la creación de reportes y salidas por pantalla e impresión; y
 - la invocación a ayudas e información sobre créditos de autoría del sistema.

Estos módulos fueron concebidos de acuerdo con las distintas modalidades de preguntas que se incluyeron en los cuestionarios de levantamientos de información que cada



equipo de trabajo aplicó en sus visitas a las empresas en los distintos rincones de la República. En este sentido, se definieron 5 tipos de respuestas para los campos que formaron la base de datos:

- Cuantitativa: aquella expresada en cantidades, traducible en campos numéricos;
- Temporal: aquella referida a la identificación de fechas, establecida como campo de fecha mediana;
- Selectiva: aquella de selección de opción, convertida en campo numérico y tabla de respuestas;
- Condicional: la correspondiente al cumplimiento de condición, expresada como campo booleano; y
- Explicativa: aquella de descripción, generada como cadena de caracteres.

Los dos primeros tipos generaron campos de respuesta de tipo semicerrada, para datos numéricos transcribibles al instrumento; los dos segundos, resultaron campos de respuesta de tipo cerrada, con datos generados a través de la selección

de opciones indicadas en los instrumentos. El quinto tipo de respuesta se estableció de tipo abierta, la cual se constituye como información de referencia durante la lectura individual de cada ficha de registro, y con susceptibilidad de ser estadísticamente evaluada por su conversión a opciones tras un post-procesamiento. En la figura 3 se muestra la interfaz de chequeo de las fichas de registro de «Empresas».

Para el análisis de las respuestas, se establecieron una serie de consultas cuyos resultados serían los más significativos para establecer un prediagnóstico y caracterización de la producción de materiales de construcción para cada estado de la República, según lo expresado en sucesivas reuniones de trabajo con los equipos de las universidades adscritas al proyecto. Como resultado de tales reuniones, se determinaron tres tipos de consultas de tipo baratas, ya que ellas ya están prediseñadas y ejecutables en el sistema con sólo seleccionarlás de un menú de opciones:

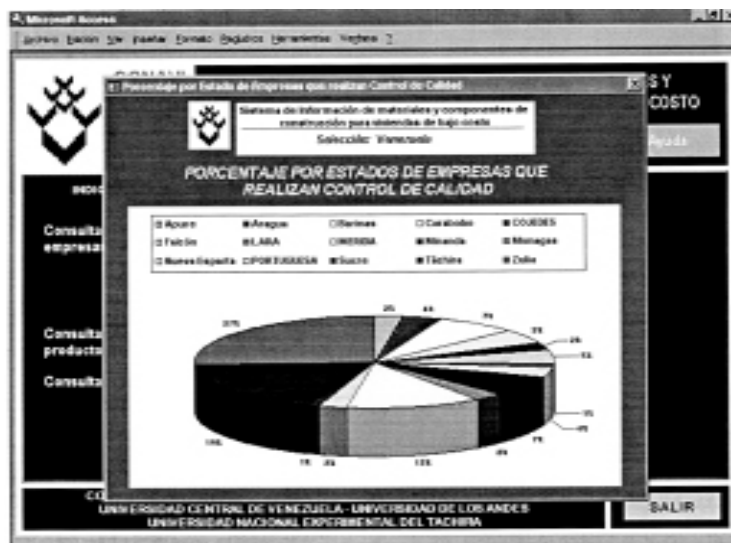
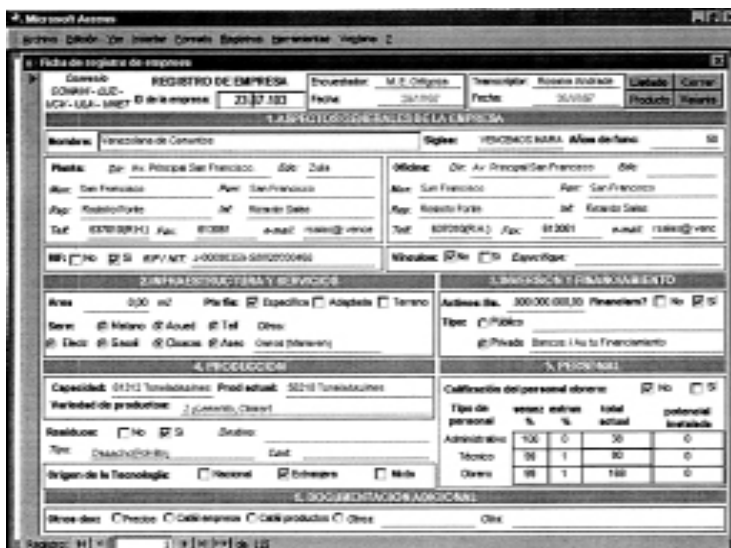
1. Consultas simples: son dadas por la frecuencia ordinal y porcentual con la que cada tipo o intervalo de resultado se manifiesta para cada pregunta. Ejemplo de esto es la cantidad de productos de acuerdo con cada tipo de familia de producción a la cual pertenece, o el porcentaje de empresas que pertenecen a cada rango de años de funcionamiento de la misma.
2. Consultas cruzadas simples: se generan a partir de la recurrencia de resultados para una variable cuando se debe cumplir una condición respecto a otra. Por ejemplo, el porcentaje de productos por tipo de producción para aquellos caso en los que sí existe certificación de calidad.
3. Consultas cruzadas dobles: difieren de las consultas simples porque las dos o más variables que se están considerando para determinar la recurrencia de resultados pertenecen a distintos tipos de tablas de datos. Para conocer la cantidad de empresas según la clasificación de sus productos, el sistema debe contar los registros de la tabla empresas cuya relación con la tabla productos corresponda a cada familia de producción. Un ejemplo de estas consultas puede verse en la figura 4.

Como podrá apreciarse en el tercer caso, las consultas pueden hacerse cada vez complejas hasta una forma indefinida, lo cual permite, por un lado, la realización de preguntas claras que requieran ser detenidamente programadas por un experto que opere el sistema, y por el otro, la creación de nuevos módulos de consultas predeterminadas según requerimientos futuros de crecimiento y desarrollo del sistema de información.

Las respuestas a todo estos tipos de consultas pueden expresarse como consultas **tabulares** (ordinales y/o porcentuales) y **gráficas** (histogramas, diagramas de torta; ver figura 5), con salida a **pantalla** (denominadas propiamente como **consultas**) o a **impresora** (denominadas como **reportes**). La figura 6 muestra la presentación preliminar de un reporte tipo directorio, con el listado de los nombres y precios de cada variante de productos, por estado y por familia de productos.

C. ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DEL SISTEMA

Como fue referido anteriormente, la creación del sistema de información se inició en marzo de 1997, con la constitución del convenio de trabajo conjunto entre las universidades y el CONAVI. Con base en los campos de información sobre los

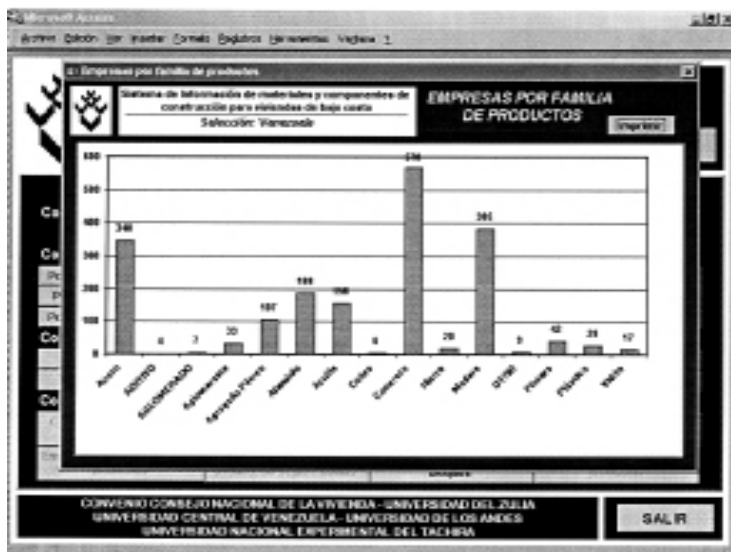


cuales los equipos de trabajo manifestaron interés en registrar, se procedió a preparar los instrumentos de recolección de datos, utilizando inicialmente MS Access 2 para diseñar las planillas y proponer la estructura de las tablas de datos.

Una vez que el cuestionario piloto fue validado en campo, se procedió a elaborar las interfaces para la transcripción de datos. Las mismas fueron desarrolladas sobre un archivo de MS Access 95 (denominado conavi.mdb), manteniendo las tablas de datos vinculadas desde un archivo externo (datocona.mdb) para manejar en forma independiente las actualizaciones de los datos y de las interfaces. Las distintas actualizaciones del archivo de interfaces fueron sucesivamente enviadas por correo electrónico a los equipos de trabajo de las cuatro universidades. Asimismo, las revisiones en la estructura de las tablas de datos fueron recibidas, desarrolladas y reenviadas a los equipos de trabajo bajo el mismo medio.

Paralelamente a la transcripción de datos, que demandó revisiones en la estructura de la base de datos durante buena parte de 1997, se elaboró una serie preliminar de consultas y reportes que permitirían la obtención de los prediagnósticos inicialmente expresados en el Seminario Vivienda 97 (octubre 1997), y en la pre-entrega del primer año de los convenios con el CONAVI (febrero 1998). Para esta última fecha, ya se había iniciado el proceso de integración de la información por estados, así como se había migrado el sistema a MS Access 97. El año 1998 fue dedicado al desarrollo de nuevas consultas y reportes, así como a la transcripción de datos de nuevos estados, proceso que culminaría para mediados de 1999 cuando se han eliminado las inconsistencias en la data y se han realizado los ajustes finales en las interfaces del sistema de información.

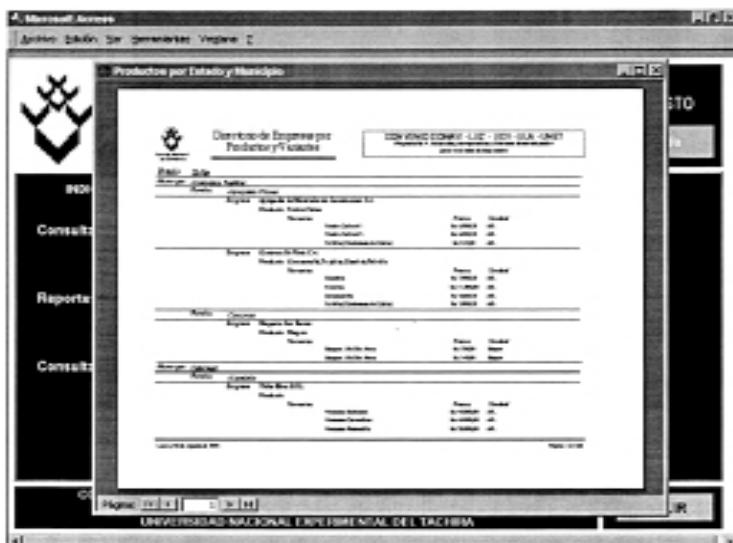
Así, el sistema ha quedado conformado por un archivo de interfaces (**conavi.mdb**), con su acceso directo sobre el escritorio de la estación de trabajo (**c:/windows/desktop/conavi.inh**), y una serie de archivos de tablas de datos, uno por cada estado (con la sintaxis **<nombre del estado>.mdb**), almacenados dentro de un sub-directorio **CONAVI** en la raíz de un disco duro C:/. Esta ruta debe respetarse para que el archivo de interfaces localice los datos en los archivos de las tablas de datos; la ventaja de ello redundará en que la actualización de la información realizada sobre un estado específico sólo requiere sustituir el archivo del estado por su versión más reciente. Ésta es una operación simple de lanzar y copiar dentro del Explorador de Windows.



CONCLUSIONES

El diseño y construcción del sistema de información sobre materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo, no sólo ha permitido el establecimiento de una base preliminar de información sobre gran parte del territorio nacional, permitiendo caracterizar cada estado a través de diagnósticos regionales y nacionales, sino incluso ha representado una experiencia de gran valor para el propio desarrollo de sistemas de información sobre el tema de tecnología constructiva. A pesar de que para el momento en que se presenta este manuscrito, el sistema no ha incluido un área geográfica vital, como lo es el área metropolitana de Caracas, la próxima anexión de esta data y la de nuevas tablas y campos de información dependerá de las potencialidades factibles para el crecimiento del sistema. Ellas son:

- Crecimiento de la data: MS Access permite el manejo de archivos de hasta 1 Gb, unas 40 veces más grande que el sistema actual, el cual incluye algo más de medio millón de datos. Incluso, se puede escalar a sistemas de información aún mayores, si se incorpora una estrategia de fragmentación física del mismo.
- Desarrollo del sistema: El sistema de información cuenta actualmente con 685 objetos, entre tablas de datos, consultas lógicas, formularios de acceso



por pantalla, reportes para impresora y módulos programados de procesamiento. Sin fragmentación del sistema, se pueden desarrollar hasta unas 45 veces la cantidad actual de objetos, para llegar hasta el límite de 32 mil.

- Instalación en redes: Actualmente, el sistema puede operar en forma simple en redes LAN, requiriendo sólo de una recomendable implementación de autorización y autenticación de distintos tipos de usuarios para visualizar o modificar sus objetos. MS Access acepta la administración de hasta 255 accesos concurrentes y simultáneos a un mismo archivo.
- Migración corporativa: Como pudo apreciarse, el sistema de información tiene una notable capacidad de crecimiento y administración. No obstante, si implementaciones futuras así lo requieren, las tablas de datos pueden residir en un sistema empresarial de gestión de base de datos, permaneciendo el sistema de interfaces conavi. mdb como portal de acceso instalado en estaciones de trabajo clientes.

Confrontar estas potencialidades con las reales expectativas de los usuarios del sistema es una labor que dependerá de la difusión y las aplicaciones que se le dé al mismo. Por ello, surgen tres recomendaciones generales:

- La primera, de orden académico, entendiendo por este concepto a lo cognoscitivo, ya que de acuerdo con el uso que este sistema de información tenga tanto para la toma de decisiones en la selección de materiales de construcción en proyectos habitacionales, como para estudios de demandas y potencialidades en diferentes áreas de la República, se ameritará la propuesta, desarrollo y difusión de nuevos sistemas derivados e integrados a otras redes de información. En este sentido, la inclusión del registro de las técnicas constructivas parece ser una de las acciones a ser desarrolladas en un plazo inmediato.
- La segunda, de orden institucional, que aborda la forma como los participantes del Convenio CONAVI-LUZ-UNET-ULA-UCV y otras entidades interesadas en asociarse, puedan establecer una estrategia para desarrollar y mantener actualizada la data del sistema, requerimiento indispensable para sostener la real vigencia y utilidad de uso del sistema en el tiempo. El mantenimiento del "Proyecto 4", como línea de investigación, favorecerá la continuidad en la cooperación interinstitucional para el mantenimiento y desarrollo del sistema de información.
- Y la tercera, de orden teleinformático, que corresponde a las expectativas establecidas según las recomendaciones anteriores, y que por ser de

carácter meramente técnico, podrá desenvolverse en las siguientes actividades:

- Migración del sistema a una arquitectura cliente-servidor, la cual se puede lograr actualmente en dos pasos: la creación de clientes MS Access 2000, y la conversión del sistema actual a un sistema de gestión de base de datos relacionales en MS SQL Server 7.0.
- Manejo integrado por programas colaborativos de oficina y análisis espacial con sistemas de información geográfica, ya sea a través de hojas de cálculo, aplicaciones VB, Visual FoxPro, o Esri ArcView con cartografía CAD asociada, entre otros.
- Actualización y recuperación de datos y reportes a través de redes telemáticas vía html (Lenguaje de Marcación de Hiper-Textos), con el montaje de la base de datos como ODBC en MS Internet Information Server, o ORACLE sobre Apache, y utilizando clientes Netscape Navigator o Internet Explorer sobre computadores PC's, Macintosh y Linux.

Estos lineamientos para el desarrollo futuro del sistema de información sobre componentes y materiales de construcción, en realidad son sólo algunos de lo prudentemente factibles. Será la aplicabilidad de la información y los requerimientos de sus usuarios los que en definitiva determinarán el camino por recorrer. Y también será el conocimiento técnico y heurístico generado con la elaboración de este sistema el que finalmente constituya el aporte científico y tecnológico necesario no sólo para tal desarrollo, sino para la elaboración de nuevos sistemas colaborantes o de naturaleza similar al presentado en este manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

CUBEROS, R. (1998), «Integration of CAAD on a planning support system. On Cyber-Real Design». *5th International Conference on Computer in Architectural Design*, Technical University of Bialystok, Poland, pp. 53-74.

CUBEROS, Ricardo (1998), «Problemas y soluciones en la integración de sistemas». *Seminario: La información al servicio del Patrimonio Cultural*, Instituto del Patrimonio Cultural (IPC), Caracas, septiembre.

DAVE, B. y SCHMITT, G. (1994), Information Systems for Urban Analysis and Design Development, en: *Environment and Planning B*, Volume 21, pp 83-96.

GONZÁLEZ, Marina, *et al.* (1994), *Hacia la generación de alternativas de diseño de viviendas para usuarios de menores ingresos en la ciudad de Maracaibo. Una aproximación al diseño a través de sistemas de información*. Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura. 185 pp.

GUEVARA, Armando (1991), «Guía para la implementación de un SIG para la planificación regional y nacional», Environmental Systems Research Institute.

KORTH, Henry, y SILBERSCHATZ, Abraham (1994), *Fundamentos de Bases de Datos*, McGraw-Hill, Madrid. 2da edición, 739 pp.

MONTILVA, Jonás (1992), *Desarrollo de Sistemas de Información*, Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones, Mérida. 262 pp.