



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
DIRECCION GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE GERENCIA
PROGRAMA EN SISTEMAS DE INFORMACION

**TRABAJO DE GRADO DE ESPECIALIZACION EN SISTEMAS DE
INFORMACIÓN.**

TITULO DEL TRABAJO:

**“Propuesta para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG),
en la Gestión de la Planta Física Educativa en Venezuela”.**

Caso: Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, (FEDE).

ASESOR: Lic. Daniel Graterol

AUTOR: Lic. Mariana Guilarte Cisneros

CARACAS, NOVIEMBRE, 2001

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1 NECESIDADES	5
1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.3 JUSTIFICACIÓN	9
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	11
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	11
CAPITULO II	14
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 BASES TEÓRICAS.....	14
2.1.1 <i>Los Sistemas de Información</i>	14
2.1.2 <i>Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)</i>	18
2.2 LA FUNDACIÓN DE EDIFICACIONES Y DOTACIONES EDUCATIVAS (FEDE)	42
2.2.1 <i>La implantación de un SIG para la Gestión de la Planta Física</i> <i>Educativa de FEDE</i>	47
CAPITULO III.....	50
3. MARCO METODOLÓGICO.....	50
3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL MODELO SIG-FEDE.....	50
3.1.1 <i>Definición del área en estudio</i>	52

3.2	FASE DE ANÁLISIS DEL MODELO SIG-FEDE	54
3.2.1	<i>Identificación de los requerimientos del usuario</i>	54
3.2.2	<i>Información básica e investigación de campo</i>	57
3.3	FASE DE DISEÑO DEL MODELO SIG-FEDE.....	60
3.3.1	<i>Diseño Conceptual</i>	60
3.3.2	<i>Diseño Lógico de la estructura de datos</i>	81
CAPITULO IV		96
4. CONSIDERACIONES PARA EL PLAN DE IMPLANTACIÓN		96
CAPITULO V.....		109
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		109
BIBLIOGRAFÍA.....		114

INDICE DE MAPAS

MAPA N° 1. DIVISIÓN POLÍTICO TERRITORIAL, ESTADO VARGAS.....	53
--	----

INDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA N° 1. DFD FÍSICO ACTUAL PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA EN LA FUNDACIÓN DE EDIFICACIONES Y DOTACIONES EDUCATIVAS (FEDE).....	62
DIAGRAMA N° 2. DIAGRAMA DE CONTEXTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE).....	65
DIAGRAMA N° 3. DIAGRAMA DE NIVEL 1, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE).....	67
DIAGRAMA N° 4. DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA	

	(SIG-FEDE) “MANTENER INVENTARIO DE CONJUNTOS EDUCATIVOS”	68
DIAGRAMA N° 5.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “DIAGNOSTICAR CONJUNTOS EDUCATIVOS EXISTENTES”	69
DIAGRAMA N° 6.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “REGISTRAR EJECUCIÓN FÍSICA Y FINANCIERA POR PROGRAMAS”	70
DIAGRAMA N° 7.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “DETERMINAR ALTERNATIVAS A LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA”	71
DIAGRAMA N° 8.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “REGISTRAR CONFORMIDAD Y/O RESCISIÓN DE CONTRATOS Y CONVENIOS”	72
DIAGRAMA N° 9.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “REGISTRAR NORMATIVA RELATIVA A LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA”	73
DIAGRAMA N° 10.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “CREAR Y MANTENER REGISTRO DE CONTRATISTAS Y PROVEEDORES”	74
DIAGRAMA N° 11.	DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “ESTABLECER POBLACIÓN EN EDAD ESCOLAR NO ATENDIDA”	75

DIAGRAMA N° 12. DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “ESTABLECER DEMANDA DE NUEVOS CONJUNTOS EDUCATIVOS”	76
DIAGRAMA N° 13. DIAGRAMA DE NIVEL 2, DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA (SIG-FEDE) “GESTIONAR INFORMACIÓN DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA”	77
DIAGRAMA N° 14. DIAGRAMA DE ENTIDAD – RELACIÓN	82
DIAGRAMA N° 15. DIAGRAMA DE ESTRUCTURA DE DATOS, REGISTROS VINCULADOS ENTRE LAS TABLAS DEL PROCESO “INVENTARIO DE CONJUNTOS EDUCATIVOS” (1 DE 4)	89
DIAGRAMA N° 16. PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA HARDWARE, PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG-FEDE)	100

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 . ENTIDADES DEL MODELO SIG-FEDE	80
TABLA N° 2. CAPAS DE INFORMACIÓN QUE INCLUYE EL MODELO SIG-FEDE.....	93
TABLA N° 3. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE O EQUIPOS.....	99
TABLA N° 4. REQUERIMIENTOS DE PERIFÉRICOS Y DISPOSITIVOS DE ENTRADA, SALIDA Y ALMACENAMIENTO.....	101
TABLA N° 5. ALTERNATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA DIGITAL	103

INDICE DE ORGANIGRAMAS

ORGANIGRAMA N° 1. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL, FUNDACIÓN DE EDIFICACIONES Y DOTACIONES EDUCATIVAS (FEDE). NIVEL DE DIVISIÓN	45
---	----

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO N° 1. COMPONENTES DE UN SIG	23
GRÁFICO N° 2. FUNCIONES DE UN SIG.....	24
GRÁFICO N° 3. CAPTURA DE LA DATA.....	26
GRÁFICO N° 4. EL ALMACENAMIENTO DE LA DATA.....	27
GRÁFICO N° 5. LOCALIZACIÓN Y CONDICIÓN	29
GRÁFICO N° 6. TIPOS DE ANÁLISIS DE LA DATA: PROXIMIDAD, SUPERPOSICIÓN, Y RED	30
GRÁFICO N° 7. DESPLIEGUE DE LA DATA	32
GRÁFICO N° 8. SALIDA DE LA DATA	33
GRÁFICO N° 9. FUNDACIÓN DE EDIFICACIONES Y DOTACIONES EDUCATIVAS (FEDE) UNA ESTRATEGIA PARA LA EFICIENCIA DE LA PLANTA FÍSICA EDUCATIVA.....	44

INTRODUCCIÓN

A los efectos del cumplimiento de lo previsto en el artículo 51, contenido en el Capítulo VII del Reglamento General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, a continuación se presenta el Trabajo Especial de Grado de Especialización, como requisito para optar al título de Especialista en Sistemas de Información, del Postgrado homónimo, intitulado **“Propuesta para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en la Gestión de la Planta Física Educativa en Venezuela”, Caso: Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, (FEDE).**

Para ésta investigación se prevé abordar el tema del uso de los Sistemas de Información Geográfica, como una herramienta de reconocida utilidad en el desempeño de gestiones de distinta índole, de valiosa efectividad y conveniencia en aquellas gestiones involucradas al Sector Educativo, y en el caso escogido a la Gestión de la Planta Física Educativa. Específicamente en lo relativo a la optimización de los procesos de: toma de decisiones en la planificación e inversión en infraestructura; inventario de escuelas; evaluación de la localización de conjuntos educativos; y hasta en la reducción de la vulnerabilidad en edificaciones educativas sometidas a amenazas socio-naturales, entre otros procesos inherentes a la atención del edificio escolar.

Se trata de un trabajo de investigación de tipo monográfico, el cual se concibe como una propuesta teórico-metodológica a la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), con la que se demuestre la posibilidad de optimizar su gestión a través del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica.

A tal fin y como principal objetivo de la investigación adelantada, se desarrolló un Modelo del sistema propuesto, a través de métodos y procedimientos propios del análisis y diseño de los Sistemas de Información, abordando una metodología

enmarcada en el proceso general de planificación de los sistemas de información y sus principales fases: planeamiento, instrumentación, ejecución y evaluación.

El contenido de la investigación fue esquematizado en los siguientes capítulos:

- ◆ **Capítulo I: Planteamiento del Problema.** Donde se esbozaron las necesidades y justificación de la investigación, es decir las razones que motivaron al desarrollo del modelo de Sistema de Información Geográfica; los objetivos de la investigación y la revisión de los antecedentes del manejo de la información referida a la Gestión de la Planta Física Educativa, por parte de FEDE y algunas referencias de experiencias en otros organismos relacionados con la atención al edificio escolar.

- ◆ **Capítulo II: Marco Teórico.** En el que presenta una revisión de algunas definiciones sobre los Sistemas de Información, el enfoque que los sustenta, sus fundamentos conceptuales y algunas disertaciones sobre la importancia de los Sistemas de Información en las Organizaciones. Seguidamente en el apartado referido a la Base Teórica relativa a los Sistemas de Información Geográfica, se esbozaron los aspectos teóricos y conceptuales ligados al tema, sobre los cuales se sustentó la investigación, entre los que destaca la metodología para la implantación de los SIG y los aspectos que deben considerarse en su escogencia y operación. Justificándose la selección de la aplicación *Arc View* ® según sus potencialidades y utilidad, para el desarrollo del modelo SIG propuesto y en la creación de diversos Sistemas de Información Geográfica. Para concluir este capítulo con una breve presentación de la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), organismo adscrito al Ministerio de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno Nacional, creado con la misión de atender el edificio escolar en Venezuela, para cuya gestión se propone la implantación del Sistema de Información Geográfica, y se desarrolló el modelo SIG objeto de este estudio. A través de este esbozo se conoció la estructura y el funcionamiento de

dicha Fundación. Para culminar se destacó la importancia de la implantación de un SIG en la Gestión de la Planta Física Educativa.

- ◆ **Capítulo III: Marco Metodológico.** Acápite donde se plantea el tipo y diseño de la investigación realizada o estrategia metodológica adoptada, en el desarrollo del Modelo SIG-FEDE. En este capítulo se relacionan las actividades cumplidas en las fases de Análisis y Diseño orientada a datos, entre ellas la determinación de los requerimientos del usuario; la identificación de la data que soporta los procesos y funciones; y el diseño y creación de la base de datos. Así como también se relacionan algunas de las consideraciones para la incorporación de datos al Sistema de Información Geográfica propuesto.
- ◆ **Capítulo IV: Plan de Implantación del SIG-FEDE.** En este capítulo se concretan propuestas para la implantación definitiva del Sistema de Información Geográfica SIG-FEDE. En lo que respecta a la adquisición de equipos, aplicaciones y la creación de una unidad operativa que concentre las actividades y procedimientos del SIG en la Fundación.
- ◆ **Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.** Finalmente se ofrece un marco de conclusiones y recomendaciones, que surgen a partir del desarrollo del modelo del Sistema de Información Geográfica, y en los que se reflejan los resultados de la investigación.

La importancia de esta investigación en términos académicos radica en que con ella se demostró el dominio de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del Postgrado en Sistemas de Información, principalmente en el marco de las asignaturas de Análisis y Diseño de los Sistemas de Información; Sistemas de Información Administrativos e Informática en la Organización, entre otras asignaturas.

SEPARADOR CAPITULO I

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta el planteamiento del problema, a través de la definición de las necesidades y justificación de la investigación, ceñido a la motivación que generó la escogencia del tema; los objetivos general y específicos del estudio los cuales giran en torno al análisis y diseño de los Sistemas de información; y la revisión de los antecedentes de manejo de información en la Gestión de la Planta Física Educativa tanto en FEDE, como en otros organismos relacionados con el Sector Educativo, y la relación de algunas de estas experiencias con los Sistemas de Información Geográfica.

1.1 Necesidades

FEDE, Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas en Venezuela, organismo adscrito al Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, tiene como misión la atención del edificio escolar, a través de un proceso integral que comprende las fases de: planificación, programación, diseño, construcción y mantenimiento, que aplicadas en forma secuencial, sistemática y continua, garantizan a los entes ejecutores, una óptima inversión de los recursos y a las comunidades educativas, edificaciones acordes con las características físico-espaciales de la localidad donde se insertan¹.

¹ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas FEDE/UNESCO, Sección de Arquitectura para la educación.. Una estrategia para la Eficiencia de la Planta Física Educativa. Estudio de caso Venezuela: FEDE. 1997.

"Propuesta para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, en la Gestión de la Planta Física Educativa en Venezuela" Caso: Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE).
Noviembre, 2001

La ejecución de este proceso de atención al edificio escolar, en sus operaciones y actividades, requiere del manejo de un considerable volumen de información referida básicamente a escuelas y conjuntos educativos y a los datos asociados a ellos, entre otros (plantel, matrícula, turnos, entidad federal a la que pertenece, centro poblado, dotación mobiliaria, condiciones de la edificación, ubicación geográfica y características naturales del entorno, etc.) generada en su mayoría por las Gerencias y Coordinaciones Estadales de FEDE, como también por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes a través de su Oficina Ministerial de Información (OMI), además de aquella obtenida de Organismos e Instituciones Nacionales tales como la Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI) hoy Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Toda esa información es procesada a partir de su captación, por las gerencias operativas de FEDE (Planificación y Presupuesto; Proyectos; Conservación y Regional, para ser posteriormente almacenada y analizada con la finalidad de ser utilizada principalmente en el proceso de toma de decisiones, para la consolidación de proyectos y programas. Procesos que se obstaculizan y se tornan cada vez más lentos en la medida que esta información aumenta, se diversifica, se obtiene en diferentes formatos de presentación y requiere de actualización.

A esto se suma el carácter de poca confiabilidad que ostentan algunos de los datos captados, dada la divergencia que surge entre datos de la misma naturaleza pero que son generados simultáneamente por dos o varios entes. Sin dejar de mencionar la eventual falta de registros estadísticos, lo cual dificulta el análisis retrospectivo y el manejo de valores exactos, aspectos tan valiosos para la planificación.

Otras de las necesidades enfrentadas por la Fundación en su Gestión de la Planta Física Educativa, es el frágil conocimiento de la totalidad de los edificios escolares en el país y su ubicación exacta, ya que siendo FEDE el organismo que tiene la misión de atender la mayor parte de los edificios escolares en Venezuela, una de sus

prioridades es la de conocer con exactitud el número y la localización de la infraestructura destinada para este uso.

Todo lo antes expuesto motiva a la identificación de una problemática en torno a la información manejada por FEDE, lo cual repercute considerablemente en su gestión.

1.2 Antecedentes de la Investigación

Como antecedentes de la propuesta del desarrollo de este Sistema de Información Geográfica, cabe destacar las sucesivas ocasiones en las que producto de un exhaustivo diagnóstico adelantado por la Fundación, en la definición de requerimientos del manejo de información de su Gestión de la Planta Física, "...se ha definido la necesidad de desarrollar un Sistema de Información mediante el cual se cuente tanto con una base de datos confiable susceptible de actualización, así como con un sistema de procesamiento de esta data, que refleje el diagnóstico de la red escolar, todo lo que permitiría tomar decisiones y plantear estrategias coherentes a escala nacional y regional"².

Para ello se dieron los primeros pasos en 1982, con el desarrollo por parte de FEDE, del Sistema de Información de la Planta Física Escolar (SIPFE), a través del cual se recabaron datos referentes a bienes inmuebles, terrenos, edificios, dotaciones, equipos y mobiliario. Y más tarde, exactamente diez años después, en el marco del Programa de Modernización y Fortalecimiento de la Educación Básica del Ministerio de Educación, atendiendo a la solicitud de la Unidad Coordinadora y Ejecutora de Programas Bilaterales (UCEP) y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se actualizó su información en un 10% de los planteles registrados inicialmente. Posteriormente, se daría paso en 1995, al desarrollo del Proyecto SISE

² "Requerimientos del usuario para el desarrollo de un Sistema de Información de Planta Física Educativa" Arq. Roberto Arismendi. Octubre 1998.

(Sistema de Información del Sector Educativo), mediante el mismo se recabaron datos de planteles educativos en el ámbito nacional, información general y específica sobre ubicación geográfica, niveles de atención, matrícula y personal docente, para los periodos 96-97 y 97-98, y con el que además fue posible producir reportes de estadística escolar.

A estos le siguió, en 1996, la elaboración del instrumento de recolección de información denominado "Infraestructura Física del Plantel / centro /servicio" (Infra-1), con el que se recabaron datos a través de las Zonas Educativas Regionales; y la propuesta de implantación de un Sistema de Información de Infraestructura Física Escolar (SIIFE) que conjuntamente con el diseño e implantación del Sistema Descentralizado de Mantenimiento de Infraestructura Física Escolar, y en conjunto entre el Proyecto SISE y FEDE, pudiese recuperar y mantener las condiciones de la infraestructura física escolar, lo cual fue concretado a mediados del año 1998, con el apoyo financiero de la Unidad Coordinadora y Ejecutora de Programas Bilaterales (UCEP), la experiencia en el desarrollo de los sistemas de información en el área educativa, por parte del SISE, y el conocimiento de FEDE en cuanto a la infraestructura física escolar.

Producto de la evaluación de distintas alternativas que respondiesen a los requerimientos de optimizar el manejo de esta data, se escogió la del desarrollo de un Sistema de Información de Infraestructura Física Educativa, definido como un sistema de procesamiento de una base de datos confiable, susceptible de actualización, donde se reflejase la demanda de nuevos conjuntos educativos, el diagnóstico integral de los conjuntos educativos existentes, determinase el tipo de acción requerido tanto para satisfacer la demanda como para rehabilitarlos, y los costos globales que estas acciones representan. (FEDE) y al ente ejecutor (Contratistas) tomar decisiones y plantear estrategias coherentes tanto en el ámbito nacional como regional.

Posteriormente, en diciembre del año 1999, a raíz de la ocurrencia del evento meteorológico acaecido en Venezuela, el cual afectó con mayor fuerza los estados Vargas, Miranda y el Distrito Federal, y para lo cual se requirió de un rápido proceso de diagnóstico y evaluación de daños en edificios escolares, así como la determinación de la disponibilidad de algunas de estas infraestructuras para ser utilizadas en albergues de damnificados o centros de acopio de donativos, fue evidente la obstaculización de dicho proceso, dada la existencia de una data educativa desactualizada, apoyada en un menos confiable registro de localización de conjuntos educativos, lo que demostró la necesidad objetivo de la respuesta inmediata a un evento de tal magnitud. Todo lo cual incentivó reconsiderar el inaplazable requerimiento de apoyo a la Gestión de FEDE, a través de la concepción y desarrollo de un Sistema de Información.

De allí que se presente un planteamiento alternativo al ya propuesto desarrollo del Sistema de Información de Infraestructura Física Educativa, consistente en la creación de un Sistema de Información Geográfica, que mantenga una relación de complementariedad con el sistema anterior de carácter más administrativo de la Gestión de FEDE.

El desarrollo de un modelo de Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa Nacional a adelantar en FEDE, fue el tema escogido para la realización del presente trabajo de Especialización en Sistemas de Información.

1.3 Justificación

Considerando lo antes expuesto, retomando las necesidades que enfrenta esta gestión, y evaluando distintas alternativas para el manejo de información y las diversas experiencias en otros organismos e instituciones, se propuso desarrollar un Sistema de Información Geográfica para dar respuesta a las necesidades de optimizar el manejo de la data de Planta Física Educativa, a concebir como un sistema de procesamiento con una base de datos confiable, susceptible de actualización, mediante el cual se maneje la información que facilite la evaluación y el análisis de

entre otros aspectos: la demanda de nuevos conjuntos educativos; el tipo de acción requerida por el conjunto educativo bien sea para satisfacer la demanda de planta física educativa o rehabilitar la existente; y el diagnóstico de las condiciones del conjunto educativo.

Un aspecto a destacar del Sistema de Información propuesto, lo constituye el hecho de que tratándose de un Sistema de Información Geográfica este incluirá data atributiva, es decir las propiedades y características que describen las entidades u objetos que representan un elemento del mundo real, seleccionados entre los datos relacionados con la Gestión de la Planta Física Educativa. Y también contemplará data geográfica o "georeferenciada", a través de la cual se obtendrán localizaciones exactas de las edificaciones educativas y demás entidades consideradas, mediante coordenadas geográficas.

Lo anteriormente expuesto demuestra que mediante las funciones del SIG, además de facilitarse la producción de material cartográfico, es posible que se incluya una base de datos asociada, la cual puede ser consultada de manera interactiva por el usuario del sistema, cada vez que así lo requiera.

Es decir que los Sistemas de Información Geográfica, permiten el tratamiento de la información de manera integrada de: entrada de datos, almacenamiento y análisis, a la vez que ofrecen la posibilidad de generar mapas. Esta cadena requiere de información espacial, georeferenciada que en el caso de la Gestión de FEDE, consiste en localización de escuelas y datos asociados al ámbito espacial, tanto político territorial como administrativo, que se relaciona a estas (zonas educativas, distritos educativos, municipios, etc.).

En consecuencia el desarrollo e implantación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Gestión de la Planta Física Educativa adelantada por la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), a través de una adecuada aplicación, se constituye en la herramienta más procedente a abordar en la búsqueda de las mejoras al manejo de la información, manteniéndola centralizada y

accesible, permitiendo su almacenamiento y actualización constante, aumentando así la efectividad y calidad en todas las etapas de atención al edificio escolar como son: la planificación, la programación, el diseño, la construcción y el mantenimiento, previstas en el marco estratégico para la Eficiencia de la Planta Física Educativa, principal meta de la fundación.

1.4 Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Proponer el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa Nacional que adelanta la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, a través del desarrollo (análisis y diseño) de un modelo de dicho Sistema de Información Geográfica (SIG).

1.4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos trazados para el alcance de esta investigación son:

- Revisar los antecedentes del manejo de la información referida a la gestión de la planta física, tanto para el caso de FEDE como de otros organismos públicos y privados, relacionados con la atención al edificio escolar, y evaluar las posibles alternativas para el manejo de dicha información.
- Identificar el tipo de manejo de la información referida a la Planta Física Educativa y los diversos procesos ejecutados para ello, por parte de FEDE.
- Determinar los requerimientos del potencial usuario del SIG- FEDE, a través de las actividades propias de la fase de análisis del desarrollo de los sistemas de información.
- Establecer un marco teórico pertinente a los Sistemas de Información Geográfica, y sus potencialidades.

- Determinar una estrategia metodológica a seguir para el desarrollo del modelo del Sistema de Información Geográfica propuesto, concluyente en una prueba del mismo con la finalidad de probar la viabilidad del SIG en este tipo de Gestión.
- Determinar las diversas aplicaciones del Sistema de Información Geográfica (SIG) de Planta Física Educativa, relacionadas al manejo de base de datos geográficos para el análisis espacial, el modelaje de situaciones y la producción de cartografía, entre otras aplicaciones.
- Establecer un marco de conclusiones y propuestas específicas, para la creación y desarrollo del referido Sistema de Información Geográfica (SIG-FEDE).
- Identificar el potencial impacto que la implantación del Sistema de Información Geográfica en la organización FEDE, podrá traer consigo.

SEPARADOR CAPITULO II

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

Una vez definido el planteamiento del problema, junto al establecimiento de las necesidades y justificación de la investigación y precisados sus objetivos, es necesario relacionar los aspectos teóricos sobre los cuales se sustentó la citada investigación.

En este acápite referente al Marco Teórico, se presenta una relación de las bases teórico-conceptuales relacionadas a los Sistemas de Información Geográfica, las cuales orientan la investigación en el desarrollo del modelo de Sistema de Información Geográfica para la Planta Física Educativa.

Se trata de aspectos teóricos exclusivos que sustenten teóricamente el tema de los Sistemas de Información Geográfica, para lo cual también se definirán algunos términos que serán utilizados permanente durante la investigación

2.1 Bases Teóricas

De acuerdo a las consideraciones antes expuestas, convino relacionar el problema objeto de estudio con un conjunto lo más sólido posible de conocimientos, a fin de orientar el trabajo y ofrecer una conceptualización adecuada y veraz de los términos que serán manejados.

2.1.1 Los Sistemas de Información

Sobre el tema de los Sistemas de Información existe una amplia documentación, que para esta investigación no podría ser abordada en su entera dimensión, sin embargo se consideró pertinente a los efectos del marco teórico, hacer una revisión de

"Propuesta para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, en la Gestión de la Planta Física Educativa en Venezuela" Caso: Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE).
Noviembre, 2001

aspectos entre los que destacan: algunas definiciones de los Sistemas de Información, el enfoque que los sustenta, sus tipos y algunas disertaciones sobre la importancia de los Sistemas de Información en las Organizaciones.

Cualquier definición que pueda ofrecerse de Sistema de Información va a estar estrechamente relacionada al concepto de sistema y específicamente a la Teoría de los Sistemas o enfoque sistémico, presentada por Ludwin Von Bertalanffy en la década de 1920, la cual consiste en una concepción organizada de la ciencia, basada en la visión de los fenómenos mentales, sociológicos, culturales y físicos como una colección de eventos y objetos dinámicamente interrelacionados y que enfatiza las similitudes generales entre los fenómenos a diferentes niveles, permitiendo al mismo tiempo que los diferentes fenómenos retengan su autonomía y adherencia a leyes específicas. Dicha teoría o enfoque sistémico tiene como fin descubrir, englobar y dar explicación a través de un formalismo matemático, al funcionamiento de cualquiera de los sistemas presentes en la naturaleza.

Una vez concebida la Teoría General de Sistemas, esta ha servido de base para el entendimiento e integración del conocimiento de una amplia variedad de campos de especialización de las ciencias, siendo de gran utilidad en la comprensión de los sistemas en término de su estructura, procesos, funciones y la identificación de las relaciones entre sus componentes.

Y es a partir de este enfoque sistémico que surgieron distintos conceptos de lo que es un sistema, en su mayoría coincidentes en que su esencia básica es la tratarse de un conjunto de componentes que se relacionan entre sí para lograr un objetivo en común.

Entre estos conceptos cabe citar el que propone West Churman³: Sistema es un conjunto de partes coordinadas para lograr un conjunto de metas. Expone también Churchman que para poder hacer más precisa y útil, dicha definición, se debe aclarar

³ West Churchman. El Enfoque de Sistemas. Editorial Diana. 1983.

qué se entiende por "partes" y su coordinación. Por lo que la meta del científico será explicar en detalle qué es el sistema integral, el medio ambiente en el cual se desenvuelve, su objetivo y cómo está apoyado por las actividades de las partes.

El modelo general más difundido y a la vez más básico sobre lo que es un Sistema Físico, está dado por tres componentes: entradas, salidas y proceso. Las características que delimitan a un sistema se les reconoce como su límite o frontera con el medio ambiente, es decir con lo que está fuera del sistema y no le pertenece.

El sistema puede estar compuesto por subsistemas, los cuales pueden desmembrarse en otros subsistemas, que a su vez pueden ser tratados como entes del sistema con entradas y salidas definidas.

Siguiendo al autor Churchman, se observa como este ya comienza a considerar dentro de lo que el denomina las aplicaciones de la Ciencia de Sistemas, a los Sistemas de Información en la Gerencia, resaltando que es necesario diferenciar entre lo que es un verdadero sistema de información dentro de una organización, con el que a través de un enfoque de sistemas se tratan de resolver todos sus problemas, de aquellas organizaciones donde ciertas funciones están siendo manejadas por parte de una computadora, lo que no necesariamente pudiera ser considerado un Sistema de Información. Entre ambos casos hay notables diferencias.

Una de las definiciones más comunes y generales que se hayan ofrecido sobre los Sistemas de Información (SI), la cual no es posible acreditarla a un sólo autor pues en ella, de una u otra manera, coinciden muchos, es la de un conjunto de personas, datos, equipos y procedimientos que funcionan interrelacionados entre sí, para satisfacer los requerimientos de información de una organización.

La información, pieza clave de estos sistemas, es concebida como datos procesados o presentados de forma tal, que el receptor los entienda y que les de un conocimiento sobre una situación particular en un área de interés, aumentando su

nivel de conocimientos o reduciendo su incertidumbre. Los datos por su parte, son hechos aislados que solos no aportan nada.

James A. Senn en 1987⁴, reconocía a los sistemas de información como el soporte de los sistemas administrativos, es decir un instrumento eficaz para la administración. Pero hoy en día se debe reconocer que los sistemas de información son la base de muchas actividades que ocurren en las organizaciones y en la sociedad, desarrollándose sistemas de información que responden a las necesidades de las personas y de sus organizaciones.

Los autores R. Andreu, J.Ricart y J.Valor⁵ para los propósitos de su obra *Estrategia y Sistemas de Información*, reconocen a los Sistemas de Información como el conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de una empresa, recopila, elabora y distribuye parte de la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar las funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia.

Como se observa, se trata de un concepto más holístico de los Sistemas de Información y su rol en las organizaciones, es decir que ya estos autores, dan un enfoque de Sistema de Información como instrumento al servicio de la organización y sus objetivos, de ninguna manera ha de ser visto desmenbrado de esos objetivos.

La búsqueda de Andreu, Ricart y Valor, es la de concebir un Sistema de Información (SI) que deba nutrirse de la información necesaria para desempeñar las responsabilidades que las distintas funciones involucradas al negocio y su estrategia determinada, en la organización.

⁴ James A. Senn. *Sistemas de Información para la Administración*. Grupo Editorial Iberoamérica. 1987.

En la actualidad, la concepción de los Sistemas de Información está cada día más ligada a las tecnologías de información sin dejar de mantener el enfoque sistémico.

Bravo, D.⁶ Apuesta en su obra, *Los Sistemas de Información en la empresa* (2000), al valor del enfoque sistémico, considerando que uno de los aportes de este tipo de concepto es ofrecer una visión global, estructurada y dinámica de todas las actividades y de todos los elementos humanos, materiales y lógicos, que intervienen en el área de los sistemas de información

Bravo sostiene de una manera sencilla, que un Sistema de Información es un conjunto de elementos o componentes, los llamados recursos del SI (personas, hardware, software, datos e información), interrelacionados (organización y estructura de roles intencionados) para la consecución de unos fines comunes (información o producto final oportuno, de calidad y en cantidades adecuadas, en primera instancia, y los propios fines de la empresa en últimos términos), dadas unas condiciones ambientales internas y externas a la compañía, cuya consecución se puede detectar mediante una adecuada información de retroalimentación y unos apropiados mecanismos de control.

2.1.2 Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG), es una herramienta computarizada basada en el desarrollo de mapas y análisis de elementos que existen y eventos que acontecen en la tierra capaz de ensamblar, almacenar, manipular y desplegar información georeferencial.

También se le define como una organización de equipos (hardware), programas (software), datos y personal capacitado, organizados eficientemente para capturar,

⁵ Rafael Andreu, Joan Ricart y Josep Valor, *Estrategias y Sistemas de Información*. McGraw-Hill . 1991.

⁶ Bravo, Daniel. *Sistemas de Información en la empresa*. Conceptos y aplicaciones. Ediciones Pirámide S.A. 2000. Madrid

almacenar, actualizar, manejar, analizar, editar y desplegar todas las formas de información georeferenciada.⁷

El autor Shunji Murai, de la Universidad de Tokio, en su obra SIG Manual Base Vol.1: Conceptos Fundamentales⁸, define como aquel sistema de información que es utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo del uso del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas y otros registros administrativos.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten el manejo de información de manera integrada (entrada de datos, almacenamiento, análisis, y producción), y al igual que cualquier Sistema de Información, a través de ellos es posible manejar grandes volúmenes de información, actualizarla y mantenerla, de forma inmediata, con lo cual se agilizan los procesos de toma de decisiones y demás procesos de gestión en las organizaciones, entre los que cuenta el funcionamiento del trabajo en oficina, y la coordinación de operaciones para la recolección de datos facilitada por la dimensión espacial que genera el SIG.⁹

La tecnología de los SIG, integra base de datos y operaciones específicas como preguntas y análisis estadístico, que se relacionan para generar reportes, y material de índole gráfico, principalmente mapas.

Todas estas propiedades, distinguen a los Sistemas de Información Geográfica de otros sistemas de información, ya que permiten hacer evaluaciones, predecir

⁷ Data Base Management, ESRI, Environmental Systems Research Institute, Inc.1990

⁸ SIG Manual Base Shunji Murai. Vol. 1: Conceptos Fundamentales. Revista SELPER (Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial). Vol. 15, N°1. Junio 1999.

⁹ Bringing Geographical Information Systems into business. David J. Grimshaw. Ed. Longman Scientific & Technical, 1994.

resultados en el tiempo, lo que facilita al usuario en la toma de decisiones, es decir en la escogencia de las estrategias a seguir.

2.1.2.1 Antecedentes de su creación

La necesidad de utilizar información geográfica se inicia en los albores de la civilización. Los mapas, han servido durante los primeros tiempos y aún en nuestros días, a marinos, gobernantes y a los responsables de las planificaciones estratégicas, dada la utilidad de sus componentes y como representación precisa del espacio geográfico en el que convivimos.

Los agrimensores y cartógrafos fueron parte integral del Imperio Romano, hasta su caída, ya que los mapas que producían tenían una aplicación táctica. No fue sino hasta el siglo XVII, cuando los creadores de mapas resurgen en Europa, donde las ciudades comenzaban a demandar una mejor planificación urbana y los gobernantes necesitaban estas representaciones gráficas, para registrar sus valores, recaudos y planificar el uso de la tierra, por lo que en ese entonces se elaboraron grandes mapas que orientaban a los gobernantes en su expansión.

Los científicos entonces, procedieron a estudiar la tierra, desarrollar asentimientos y entender la distribución de los recursos naturales a través de algunas disciplinas creadas hacia el siglo XIX, tales como la geología, la geomorfología, las ciencias de la tierra y la ecología. Estas disciplinas requirieron mapas temáticos, es decir, aquellos donde los datos se refieren a un tema específico; tales como los mapas de suelos, de características geomorfológicas, de uso de la tierra, de distribuciones urbanas, así como aquellos que permiten el análisis de elementos relacionados con los factores meteorológicos, entre otros.

En el siglo XX, época en que la ciencia y la tecnología registraron avances considerables, la generación de mapas topográficos y temáticos, sobre la tierra y sus recursos naturales, experimento un crecimiento acelerado.

A través de las fotografías aéreas y las imágenes de satélite, los fotogrametristas han podido representar extensas áreas. Esta nueva capacidad de obtener información espacial, georeferencial, se extendió a otras disciplinas que requieren estudios del uso de la tierra y ambientales en general.

Alrededor de la década de los años 30, la matemática extendió sus cálculos para describir variaciones espaciales de manera cuantitativa; lo que se uniría, en la década de los 60, a la disciplina de la informática, para crear un método de análisis espacial que ofreció la posibilidad de elaborar mapas.

Entre los años 60 y 70, los intentos por encontrar nuevas vías para representar la información en mapas, se convirtieron en retos para la evaluación y planificación del uso de la tierra.

A partir de la década del 70, se establecieron nuevas formas de representar diferentes aspectos de la superficie de la tierra, con el uso de pequeñas mesas digitales, lo que permitió disponer fácilmente de la información espacial. Las bases de datos atributivas de los sistemas de información geográfica fueron desarrolladas para proveer el poder del análisis de grandes volúmenes de información geográfica. Es en esta década cuando gracias a los avances tecnológicos y a la disminución de los costos de las computadoras, los Sistemas de Información geográfica comienzan a difundirse verdaderamente.

A partir de la década de los 80, varias empresas comenzaron a producir programas (software) para el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y para 1990 más de 100.000 Sistemas de este tipo, estaban operando en el mundo.

Actualmente, con el desarrollo de las tecnologías exploratorias, así como con la fotografía aérea y los sensores remotos en base satelital, se ha generado toda una explosión de producción de información geográfica, de extenso uso y análisis preciso.

2.1.2.2 Componentes

Un Sistema de Información Geográfica está compuesto por: los equipos de computación o *hardware*; el *software* o herramienta de trabajo; los datos, almacenados en forma cartográfica y tabular (base de datos); la gente y los procedimientos¹⁰ (Ver Gráfico N° 1).

El *Hardware* o ambiente computacional sobre el que un SIG opera, y el cual como mínimo incluye: el CPU, enlace con el disk drive de la unidad de almacenamiento, tanto de la información como del programa; un digitalizador u otro recurso que será utilizado para convertir la data de los mapas y otros documentos en información digital; un *plotter* u otro recurso de presentación gráfica de la data transformada, como puede ser una impresora; y un *tape drive* utilizado para almacenar los datos o para comunicarse con otros sistemas. Las capacidades del *hardware* determinan la velocidad de procesamiento, el volumen de información a almacenar, la disponibilidad de uso y el tipo de salida a obtener.

El *Software* programa o aplicaciones, el cual provee las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica. Los componentes claves del *software* son las herramientas para el aporte y manejo de información geográfica, un sistema de gestión de base de datos (DBMS), herramientas que apoyan las preguntas geográficas, el análisis y la visualización de una interfaz gráfica de usuario (GUI), para el acceso fácil a herramientas que mejoran los procedimientos: dibujo, base de datos, estadísticas e imágenes, entre otros.

Los datos, se clasifican en datos gráficos (o datos geográficos) y atributos (datos temáticos). La disponibilidad y la confiabilidad de los datos afectan los resultados de cualquier consulta o análisis que se efectúe en un SIG.

¹⁰ Environmental Systems Research Institute, INC. (ESRI). Modeling Our World. The Esri Guide to Geo Database Design. 1999. Esri Press.

La gente, componente que para la tecnología SIG es de suma importancia, y el cual contempla desde los especialistas técnicos de diseño y mantenimiento del sistema, hasta quienes integran el grupo de usuarios del sistema. El personal técnico debe desarrollar los procedimientos y definir las tareas para el SIG. Adquirir el mejor software y el computador más poderoso no son garantía para que se desarrolle un SIG satisfactoriamente, si el personal ni los usuarios potenciales no se encuentra capacitado o no existen lineamientos precisos en la implantación del SIG.

Los procedimientos, o métodos necesarios para producir resultados correctos y reproducibles, para el análisis espacial y demás funciones que puede cumplir un SIG.

Gráfico N° 1. Componentes de un SIG



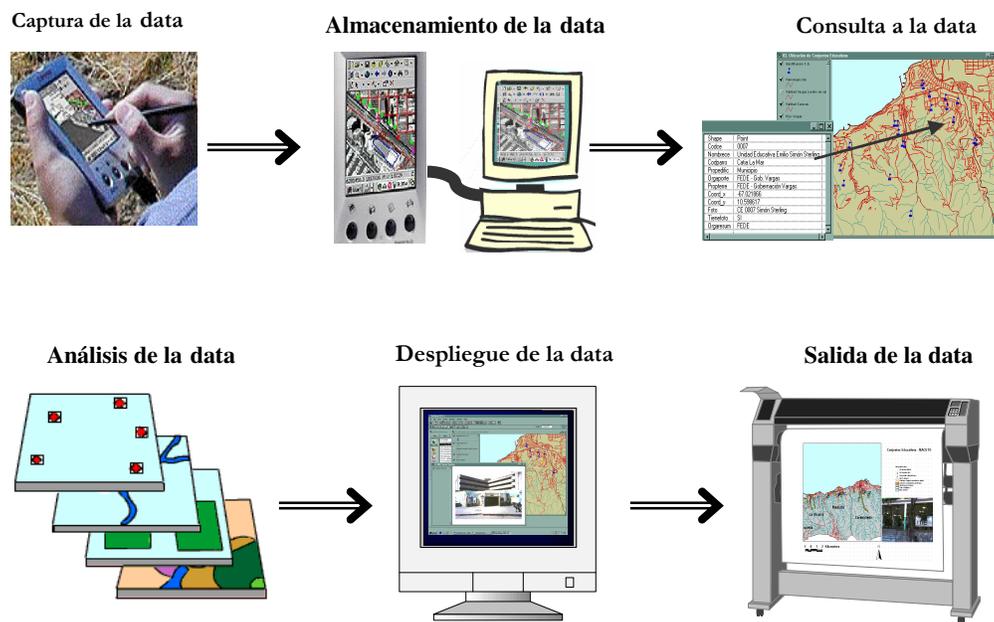
Fuente: Introduction to ArcInfo using ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) 1999.

2.1.2.3 Funciones

Un Sistema de Información Geográfica no es solo un sistema de computación para hacer mapas. Un SIG es una herramienta de análisis, que además de crear mapas en diferentes escalas, diferentes proyecciones y con diferentes colores, permite al usuario entre otros aspectos, identificar las relaciones espaciales entre las características de un mapa.

Cualquier Sistema de Información Geográfica debe ser capaz de realizar las siguientes operaciones fundamentales para que resulte útil en la búsqueda de soluciones a problemas reales¹¹ (Ver Gráfico N° 2).

Gráfico N° 2. Funciones de un SIG



Fuente: Introduction to ArcInfo using ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) 1999.

¹¹ Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) GIS Analysis Vol 1. Geographic pattern and relationship. Esri Press. 1999.

La captura de la data. El SIG debe proporcionar métodos para la captura geográfica (coordenadas) y tabular (atributos) de la información. La data geográfica es el componente más costoso y el de mayor duración en el tiempo en un SIG, lo que convierte a la captura de datos, en el proceso más delicado e importante a ser considerado en su desarrollo. En la medida que se disponga de más métodos, aumentará su versatilidad, y actualmente existen diversas alternativas para la captura de datos geográficos, lo que influye en los costos y tiempos de procesamiento (Ver Gráfico N° 3).

La selección de los sistemas de captura depende de la disponibilidad financiera de la organización y de la naturaleza de la data geográfica a ser levantada. La data a ser capturada puede estar representada básicamente en tres condiciones: cartografía tradicional representada en papel, listado de coordenadas y datos en archivos digitales.

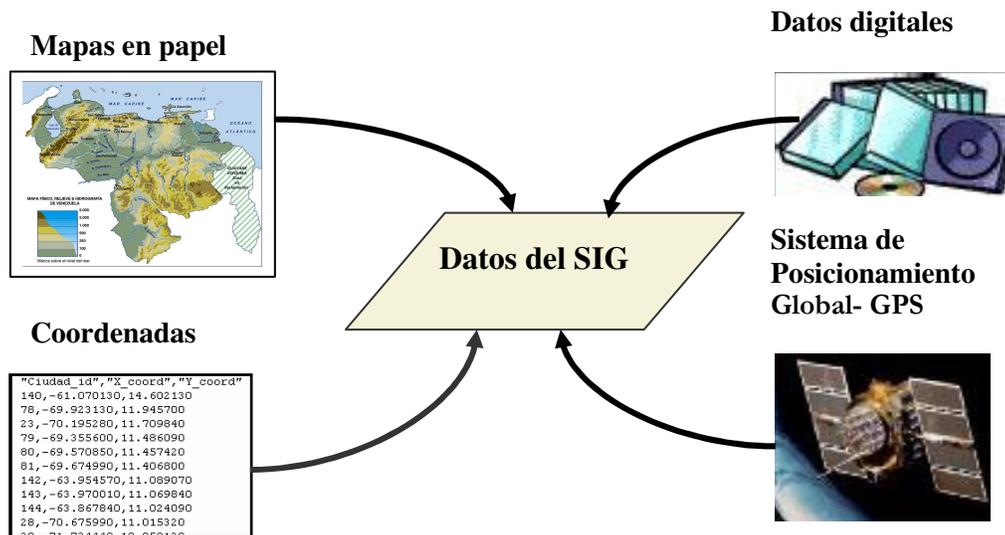
Los mapas en papel deberán ser evaluados en cuanto a su calidad y antigüedad para ser procesados ya sea en formato *raster* o vectorial.

Los archivos de listado de coordenadas pueden rápidamente convertirse en archivos de puntos, líneas o polígonos que se plasman en formato digital.

Los datos en formato digital existentes, podrán ser trasladados al formato requerido en un proyecto, dependiendo de la disponibilidad de herramientas para la conversión de información entre diferentes formatos digitales.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS), es el equipo de mayor difusión en el levantamiento en campo de información georeferenciada en coordenadas, para ser representadas por los softwares en el desarrollo de los SIG. Es un dispositivo, de amplia precisión y exactitud, valioso en la actividad del posicionamiento geográfico.

Gráfico N° 3. Captura de la data



Fuente: Introduction to ArcInfo using ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) 1999.

Almacenamiento de la data. Existen dos modelos básicos para el almacenamiento de la data geográfica, estas son: vectorial y *raster*, y el SIG debe permitir el almacenamiento de datos en ambos formatos.

El modelo de data vectorial, representa las características geográficas en forma similar a como se representa la información en los mapas: puntos, líneas o polígonos. El Sistema Cartesiano de coordenadas x,y, proporciona la referencia con la realidad. Bajo el formato vectorial se representan usualmente datos del espacio geográfico tales como: uso de la tierra, vialidad e inmuebles.

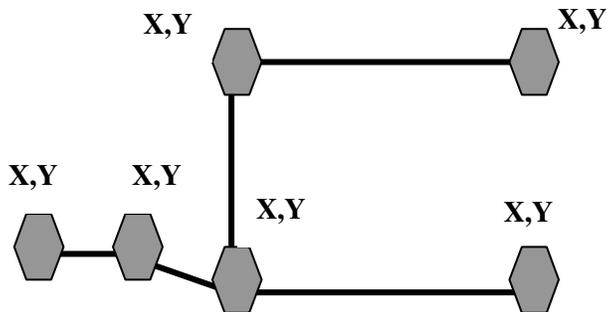
Por su parte el formato *raster* en lugar de representar las características por las coordenadas x,y, le asigna valores a una serie de celdas que cubren la localización de la información. El nivel de precisión de este formato lo define el tamaño de la celda: a menor tamaño, mayor precisión y mayor volumen de información. Con el formato *raster* se representa la información que varía en forma continua en el espacio, tales como: pendiente del terreno, precipitación, y temperatura.

En el Gráfico N° 4 se establece la diferencia entre el formato vectorial y el formato *raster*, utilizando como ejemplo la representación de un trazado de calles, a través de lo cual se observa que en caso de formato vectorial dicho trazado se representa bajo coordenadas x,y; mientras para el formato *raster* la representación se logra mediante un conjunto de celdas con valores específicos.

Gráfico N° 4. El almacenamiento de la data

▪ **Formato vectorial:**

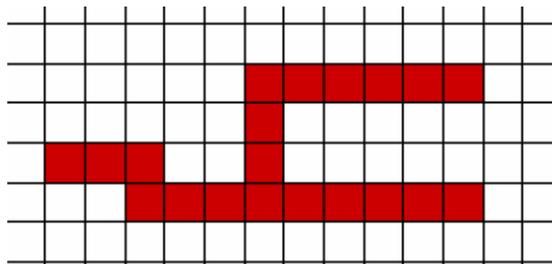
Representación discreta de la realidad



La realidad: Calles

▪ **Formato raster:**

Representación continua de la realidad en forma de celdas



Fuente: Introduction to ArcInfo using ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) 1999

Consulta a la data. El SIG debe permitir al usuario la determinación de características específicas, basadas en la localización y los valores atributivos a partir de datos capturados, almacenados y organizados previamente en el SIG. Estas consultas permiten la obtención de datos útiles para necesidades específicas y la solución de interrogantes y problemas que se plantean en la gestión de la organización.

La localización y la condición son las consultas más usuales que un usuario puede realizar a la data integrada en un SIG (Ver Gráfico N° 5).

La consulta de localización está referida a la determinación de aspectos de interés relacionados con la ubicación de un elemento en el espacio geográfico y los atributos o las características asociadas a este.

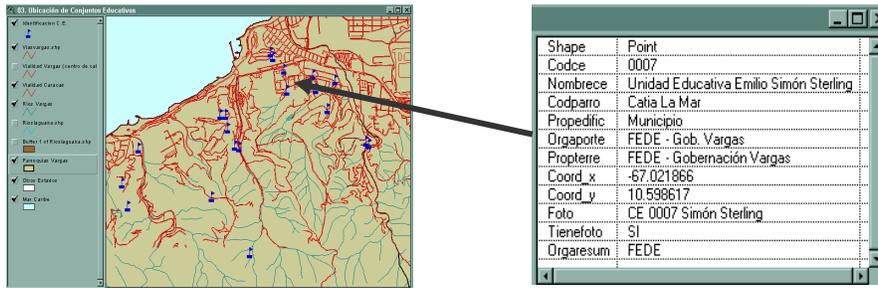
Este tipo de análisis es posible realizarlo en un SIG, ya que los elementos se encuentran enlazados con atributos descriptivos, y esta se realiza o bien apuntando interactivamente o introduciendo datos (coordenadas) mediante el teclado.

La consulta relativa a la condición, se determina por: la selección interactiva desde el mapa; la definición de expresiones lógicas que establecen la condición o a través del diseño de una aplicación programada para ejecutar la condición. Con ella el usuario puede determinar por ejemplo, en un área específica, qué sectores cumplen con una o unas condiciones específicas.

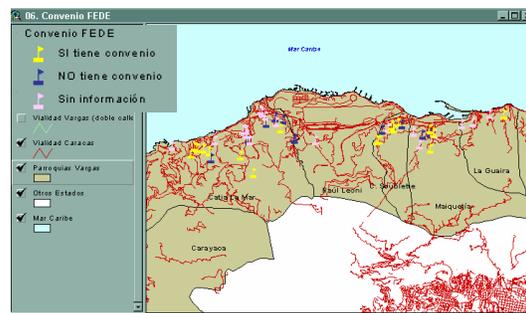
Las consultas a la data:

Gráfico N° 5. Localización y Condición

◆ Identificación de las características: *Localización*



◆ Ubicación espacial de las características: *Condición*



Fuente: Introduction to ArcInfo using ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) 1999

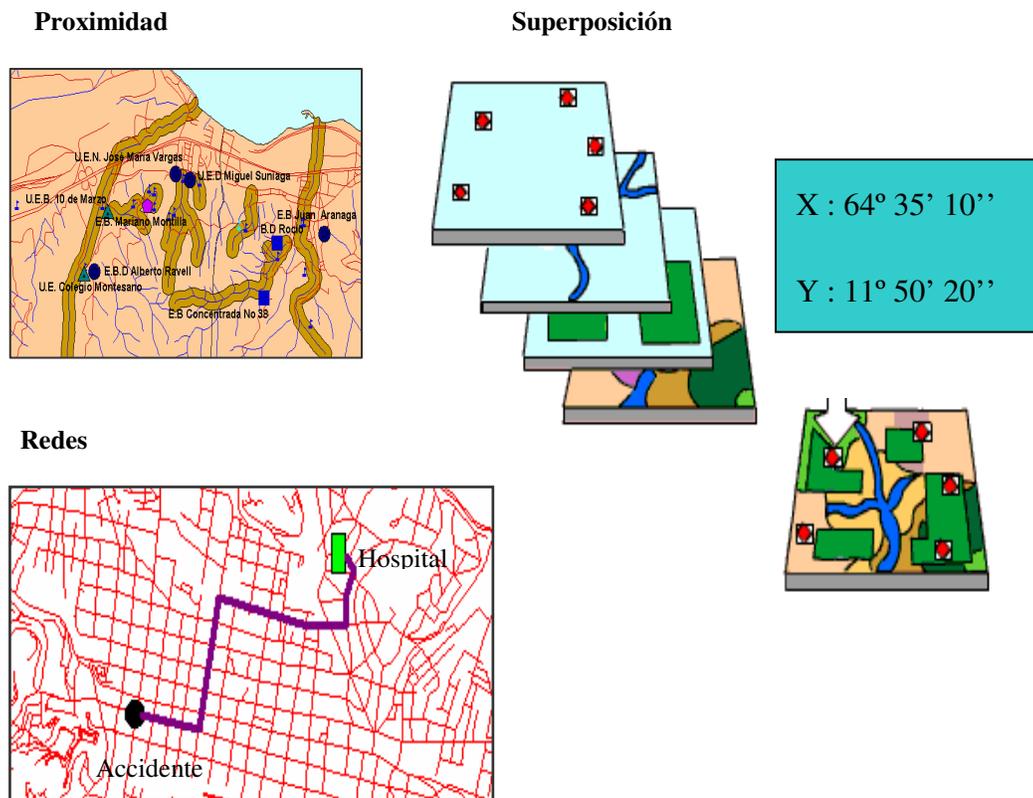
Análisis de la data. Un Sistema de Información Geográfica debe tener la capacidad de responder preguntas, considerando la interacción de las relaciones espaciales entre múltiples grupos de datos, y se requiere el diseño de un procedimiento para llevar a cabo dicho análisis con resultados satisfactorios.

Existen tres tipos de análisis geográficos que se realizan frecuentemente: El de proximidad; el de superposición y el de análisis en redes (Ver Gráfico N° 6).

Un tipo de análisis de proximidad que podría efectuar, sería preguntar por ejemplo ¿Cuántas escuelas se encuentran situadas con relación a un radio de 10km de un centro de salud? O ¿Cuántas escuelas se encuentran ubicadas en áreas de inundación

de quebradas?. Para ambas preguntas, la mayor parte de las aplicaciones para el desarrollo de los SIG cuentan con la herramienta denominada "buffer", mediante la cual es posible determinar dicha proximidad.

Gráfico N° 6. Tipos de Análisis de la data: Proximidad, Superposición, y Red



Fuente: Introduction to ArcInfo using ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) 1999

El análisis a través de la superposición se logra mediante la integración de diferentes capas de información que coinciden geográficamente en una zona. Este análisis implica una unión física de archivos para obtener uno solo, integrando tanto los datos espaciales como los atributos descriptivos de cada tema.

Mediante el análisis de redes se examina como se conectan elementos lineales y como son los flujos entre estos elementos.

Despliegue de la data. Para el análisis geográfico, un resultado final se visualiza mejor en un mapa o en un gráfico. Los mapas son eficientes en el almacenamiento y comunicación de la información geográfica. En los SIG se cuenta con herramientas para visualizar las características geográficas, utilizando distintas simbología. Así mismo los mapas pueden ser acompañados con reportes, gráficos, fotografías entre otras salidas. En el Gráfico N° 7, se muestran 3 de los despliegues que pueden lograrse con la data.

Salida de la data. A través de un SIG, es posible generar las salidas impresas de los resultados del análisis y los despliegues en pantalla, en variados formatos tales como mapas, reportes y gráficos. Distribuir los resultados de los trabajos geográficos realizados es una de las primordiales justificaciones para invertir recursos en un SIG. Una buena forma de lograr este objetivo es tomar los "despliegues" creados por un SIG y colocarlos en un formato para su distribución. Mientras el SIG ofrezca más alternativas para el acceso a su información, mayor será la probabilidad de hacer llegar la información correctamente al usuario, cuando así lo requiera. En el Gráfico N° 8 se definen las cuatro principales operaciones que se le ofrecen al usuario, para la salida de la data.

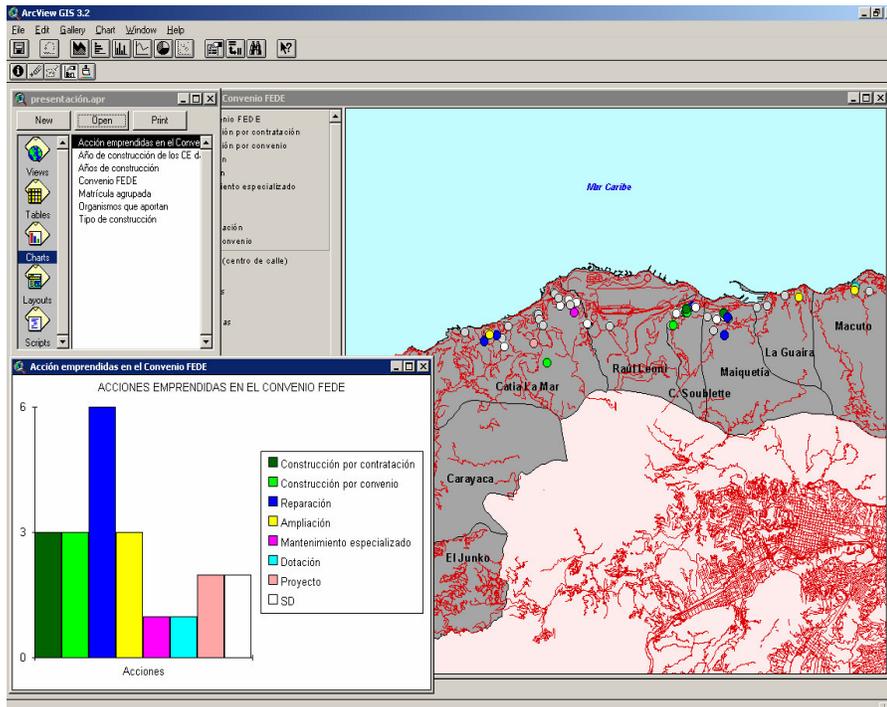
2.1.2.4 Fases en la implantación de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Un proyecto de Sistema de Información Geográfica debe ser elaborado cumpliendo una serie de pasos lógicos y consecutivos, pero que de ninguna manera han de ser estrictamente iguales, ya que dependiendo del tipo de proyecto específico habrá diversas consideraciones que influenciarán su diseño y su puesta en práctica.

A grandes rasgos la implantación de un SIG requiere del cumplimiento de manera eficiente y organizada, de las siguientes Fases o Etapas¹²:

¹² Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). GIS by ESRI. Arc/Info Data Management.

Gráfico N° 7. Despliegue de la data



Mapas

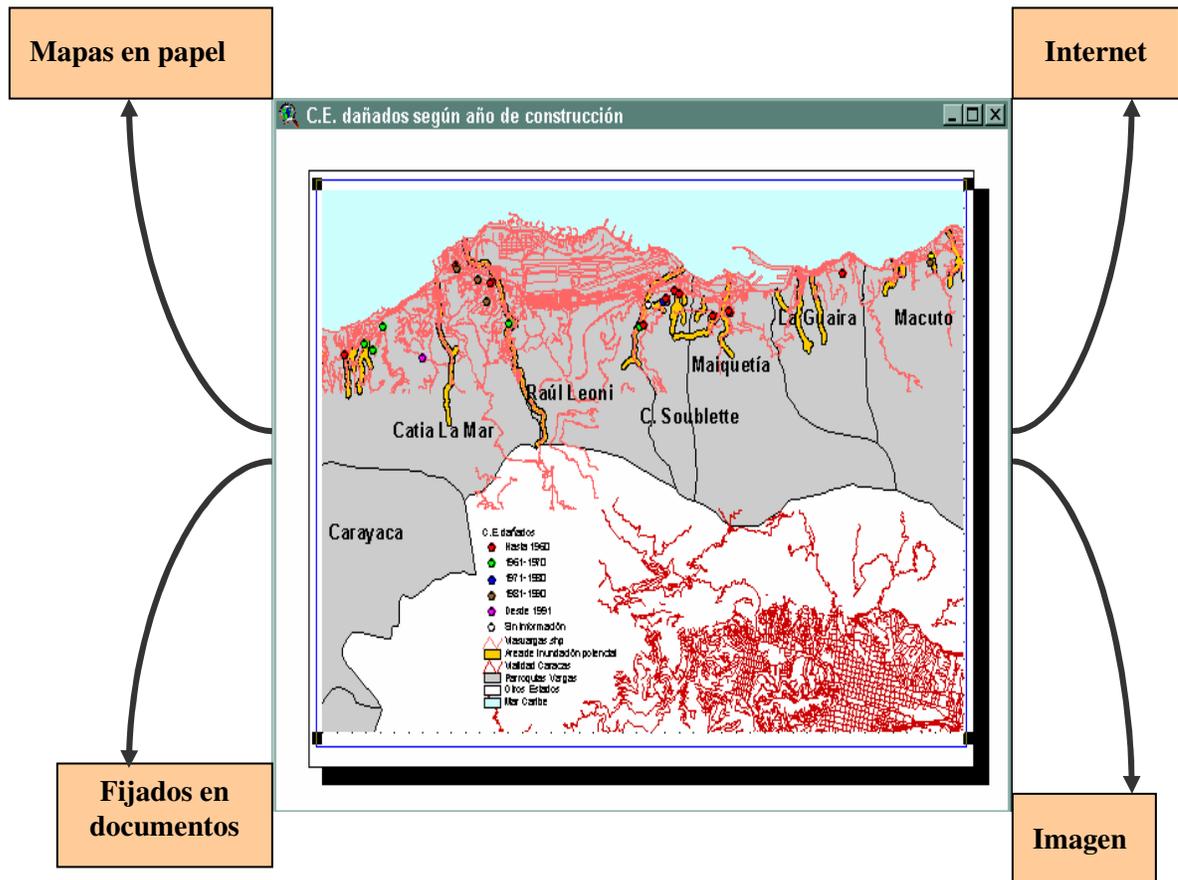
Gráficos

Reportes

CODICE	NOMBRE	CODPARRO	PROPEDECIFIC
0001	Pre-escolar Dolía Rosafá Campins de Hemera	Catia La Mar	Gobernación Vargas
0002	Escuela Básica Armando Reverón	Raúl Leoni	Nacional
0003	Pre-escolar J.I. Litoral 2	Raúl Leoni	INAM
0004	Unidad Educativa Estatal Monseñor Arias	Catia La Mar	Otro
0005	Escuela Básica Negro Primero	Catia La Mar	Gobernación D. Fed.
0006	Escuela Municipal Graduada Jacinto Fombona Pachano	Raúl Leoni	Cedido por la comuna
0007	Unidad Educativa Emilio Simón Sterling	Catia La Mar	Municipio
0008	Unidad Educativa Nacional Santa Eduvigis	Raúl Leoni	Municipio
0009	Escuela Básica Américo	Catia La Mar	Municipio
0010	Escuela Municipal Graduada León Trujillo	Catia La Mar	Privado
0011	Escuela Básica Estatal Marapa	Catia La Mar	Municipio
0012	Escuela Básica Angel Valero Hortos	Catia La Mar	Estadal
0013	Guardería Infantil Catia La Mar	Catia La Mar	Municipio
0014	Jardín de Infancia Cristóbal Rojas	Catia La Mar	FEDE
0015	Pre-escolar La Marina	Catia La Mar	Privado
0016	Unidad Educativa Nacional Gustavo Olivares Bosque	Catia La Mar	Min. Educación
0017	Escuela Básica Nacional Las Tunizaz	Catia La Mar	Municipio
0018	Escuela Integral Bolivariana Dr. Rafael Vega	Catia La Mar	Municipio
0019	Escuela Municipal Graduada Dr. Alfredo Machado	Catia La Mar	SD
0020	Unidad Educativa Colegio Juan XXIII	Raúl Leoni	Privado
0021	Unidad Educativa Integral Rómulo Betancourt	Catia La Mar	Privado
0022	Unidad Educativa Carmen Blanco Peñalver	Catia La Mar	Privado
0023	Unidad Educativa Privada Felipe Santiago Estevez	Catia La Mar	Municipio
0024	Escuela Básica Narciso Gonell	Catia La Mar	Privado
0025	Unidad Educativa Privada Colegio Carlos Soublette	Catia La Mar	Privado
0026	Unidad Educativa Privada Gual y España	Catia La Mar	Privado
0027	Unidad Educativa Privada Colegio Rómulo Gallegos	Catia La Mar	Privado
0028	Escuela Básica Fernando Toro	Maiquetía	SD
0029	Escuela Básica Concentrada 28	Maiquetía	Cedido por la comuna
0030	Escuela Básica Nacional Lorenzo González	Maiquetía	Privado
0031	Escuela Básica Nacional Eusebio Avila de Pimentel	Maiquetía	FEDE
0032	Unidad Educativa Nacional José María Vargas	C. Soublette	Gobernación Vargas
0033	Unidad Educativa Municipal Soledad Sosa	Maiquetía	Min. Educación

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 8. Salida de la data



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Determinación de requerimientos de los usuarios potenciales.**

Para esta determinación como inicio debe procederse al establecimiento de objetivos de la organización donde se prevé desarrollar el SIG, los cuales estarán basados en la respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el problema a resolver? ¿Cómo se está resolviendo actualmente? ¿El uso del SIG ofrece alternativas metodológicas para ser resuelto?.

¿Cuáles son los productos finales a ser ofrecidos: reportes, mapas?, así como la calidad y frecuencia con la cual estos productos serán presentados.

¿A qué usuarios se dirigirán los productos finales, técnicos, planificadores, alta gerencia o público en general?. O si se deben contemplar la inclusión de otros usuarios que compartirán la misma data, y de ser necesario, definir también sus requerimientos.

Una vez establecidos estos objetivos, es imperativo conocer la estructura organizativa de la empresa, con la finalidad de identificar la forma en que la información introducida y generada por el sistema ha de fluir en la organización.

Producto de la realización de reuniones de retroalimentación entre los usuarios y el equipo de analistas de sistemas, se deberá identificar los datos que requieren ser producidos y manejados por el SIG, para responder las necesidades de los primeros. Al tiempo que deben identificarse aquellos datos que involucran una representación espacial, pues estos serán tomados como entidades geográficas en torno a las cuales girará el diseño del Sistema de Información Geográfica.

➤ **Diseño conceptual y lógico de la base de datos**

Identificados los objetivos del proyecto SIG, se debe definir los elementos de la realidad (objetos o entidades), sus relaciones y sus características o atributos, a partir de lo que se denomina modelo conceptual. En el desarrollo del modelo conceptual y gracias a la utilización de los diagramas de modelo Entidad-Relación (E-R) se describe de forma semántica y gráfica las nociones de: objeto o entidad; relación entre diferentes entidades; y atributos, éstos últimos son las propiedades y características que describen a una entidad¹⁴.

¹⁴ Ministerio de Hacienda y Crédito Público- Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. **Conceptos Básicos sobre Sistemas de información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica**. Colombia, 1995.

En el modelo lógico se definen y establecen las estructuras en las que se almacenarán los datos en el sistema, basados en el modelo conceptual.

➤ **Estimación de costos**

Una primera estimación de costos habrá de ser establecida, la cual será posteriormente evaluada con la ejecución de un proyecto piloto o modelo del sistema propuesto.

➤ **Plan de automatización de los datos**

Se requiere establecer procedimientos de automatización, preparando los datos para su correcto almacenamiento. Si se presentan problemas en este paso, será conveniente reformular el diseño de la base de datos.

➤ **Proyecto piloto**

Se trata de definir un área en estudio y en base a su naturaleza y condiciones, se desarrollar un modelo de diseño del SIG propuesto.

➤ **Determinación de procesos para la comunicación de los datos.**

Mediante este paso se diseñan un flujograma del uso de los datos. Es decir modelar como la base de datos central, será utilizada por las diferentes unidades de la organización, de manera eficiente y no redundante.

➤ **Mantenimiento del sistema**

Supone la estrategia de la organización en cuanto al establecimiento de normas para el mantenimiento de los datos (respaldos, actualizaciones y permisología). Lo que asegura la vida útil del SIG.

➤ **Plan de entrenamiento**

Es imperativo el desarrollo de un Plan de Entrenamiento al personal que se involucrará con el manejo del SIG, con lo que se asegura la utilización satisfactoria del SIG y también su permanencia en el tiempo.

2.1.2.5 Aspectos a considerar para el desarrollo e implantación de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Según lo expuesto por el autor George B. Korte, P.E.¹⁵, en el capítulo de la Planificación del SIG, o de como una buena planificación puede promover una implantación exitosa, menciona y describe las formas en que un cuidadoso plan de implantación puede beneficiar y asegurar el éxito de un Sistema de Información Geográfica.

Este autor recomienda que la mejor manera para comenzar un proyecto de esta índole, es revisar cuidadosamente las necesidades de la organización y luego desarrollar un plan estratégico que sistemáticamente guiará la selección e implantación del Sistema.

El Plan SIG propuesto por Korte, se resume en las siguientes claves a considerar:

➤ **Escoger las condiciones.**

Las escogencias que deben afrontarse en las etapas iniciales de un programa SIG son complicadas y las estrategias seleccionadas tendrán un tremendo impacto en el diseño general del proyecto, afectando significativamente el tiempo, la energía y los costos requeridos para la implantación. Además si lo que se prevé es usar el SIG en

¹⁵ George B. Korte, P.E. The Gis Book, Understanding The Value and Implementation of Geographic Information System. 1997.

su completo potencial integrándolo a través de la organización, es factible que la organización se vea afectada.

Por ello, por más pequeño que sea el desarrollo de un SIG, afrontarlo es una aventura significativa para cualquier organización y de esta manera requerirá de una cuidadosa planificación, dado que entre otras razones lo que se busca es garantizar la inversión tan significativa que el SIG requiere. Planificar en este estadio del desarrollo del SIG obliga a la organización a examinar sus alcance, metas básicas y estrategias.

➤ **Guiar la implantación.**

Un plan SIG provee la guía para su organización sistemática y su eficiente implantación. Se recomienda que sean documentados los pasos a ser considerados, el cronograma y las personas responsables para completar las metas. Tal plan puede efectivamente coordinar los variados componentes de un complejo programa.

➤ **Pronosticar los requerimientos.**

La planificación del SIG representa un apoyo efectivo en la identificación de requerimientos, con énfasis en lo que respecta al presupuesto y el personal. Con ello se asegurara el que las necesidades presentes y futuras de todos los usuarios sean cubiertas.

➤ **Justificar el proyecto SIG.**

Con un plan SIG efectivo, es posible obtener con prontitud y suficiencia fondos para acometer el proyecto. Los proyectos SIG se caracterizan por requerir una gran inversión en costos, altos riesgos y a menudo cambios profundos en la organización, estas condiciones deben ser ampliamente explicadas a la gerencia y a los entes que toman decisiones en la organización, para que al momento de aprobar los fondos para el desarrollo SIG, no lo hagan de forma limitada y sin visión de futuro.

➤ **Establecer las metas.**

Un Plan SIG puede definir metas, de allí que ofrece un sentido de dirección y propósitos al proyecto. Las metas permiten mantener la moral del personal SIG en la medida que se encuentren con dificultades y tengan que aceptar que estos pueden ocurrir.

Una clara definición de metas también ofrece un significado de medida de éxito: el conocimiento demostrado puede ayudara justificar el aumento de fondos y la continuación del proyecto y dar a los empleados un sentido de satisfacción y de aceptación.

➤ **Involucrar a los usuarios**

Los usuarios necesitan jugar un rol de responsabilidad en la planificación, selección, e implantación del SIG. Si los usuarios no participan en el proceso, la organización pierde la oportunidad de beneficiarse de la experiencia.

Si a los empleados o potenciales usuarios, no se les permite comunicar aquellos aspectos relacionados a su trabajo, sus necesidades y expectativas, ello a la larga se convertirá en una limitación al desarrollo del SIG, ya que posteriormente pudieran mostrar una actitud de indiferencia o de hostilidad. El involucrar a los usuarios en el desarrollo SIG les da un sentido de “pertenencia” sobre el proyecto.

2.1.2.6 Selección de aplicación para el desarrollo del modelo SIG propuesto

Existe una amplia gama de aplicaciones SIG en el mercado mundial, para la creación de los Sistemas de Información Geográfica. Entre las que destacan cuatro líderes en ventas y difusión, estas son: Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), Intergraph, Landmark Graphics, and MapInfo.

Las diferencias entre ellos radican básicamente en ofertar diversas capacidades en cuanto a: intercambio de data con otros software, aplicaciones, funcionalidad y conexión e interacción entre hardware, software y usuario (interfaz).

La competencia entre empresas que desarrollan aplicaciones de SIG, ha ido en aumento en los últimos años, a medida que se editan nuevas versiones en las que se observa el afán de aumentar su versatilidad y amigabilidad con el usuario, así como en la respuesta a los requerimientos que hacen los usuarios en tres áreas relativas al tratamiento de la data¹⁶: ingreso de datos, manipulación, análisis y presentación.

Sobre el ingreso de datos, los usuarios usualmente indagan en cuanto a las capacidades que tiene la aplicación para: la digitalización manual, el *scaneo*, la verificación automática y corrección de errores, y la aceptación de data *raster* o *vector*.

En lo que respecta a la manipulación de datos los requerimientos se refieren a las capacidades en cuanto a: la revisión de la data; el acoplamiento de líneas digitalizadas; la transformación entre proyecciones; la posibilidad de acoplar archivos de mapas; la transformación de la data para encajar en puntos específicos de control; la conversión de *raster* a *vector*; la unión de polígonos con atributos comunes; la conversión de data proveniente de una variedad de fuentes (digital y en papel) a una base digital común de datos, entre otras.

En cuanto a la función del análisis de la data, se consideran usualmente las funciones que puede ofrecer la aplicación en: el análisis de capas (punto, líneas y polígonos); las medidas geométricas y cálculos; el análisis de proximidad y contigüidad; la consulta a la data espacial; la consulta de data de atributos; el cálculo de coordenadas geométricas; el análisis de red modelaje y el análisis digital de terreno.

¹⁶ Op Cit.

Los requerimientos en cuanto a presentación de la data, van a girar en torno a las capacidades que ofrece la aplicación en: el despliegue y ploteo de la data *raster* o *vector*; el despliegue y ploteo de data en escalas definidas por el usuario; despliegue y ploteo de modelos de terreno; impresión automática de data atributo como texto de mapa; generación automática de símbolos basados en data de atributos; dimensión automática; capacidades específicas de impresora y plotter; reportes específicos y formatos de salidas de mapas.

Una condición determinante para la selección de una aplicación es el tratamiento que tendrá el usuario en lo que se refiere al soporte técnico, después de la venta. Este soporte va a estar relacionado con el hardware y el software, así como con la actualización en el área de desarrollos futuros que puedan originarse a partir de la aplicación original.

Las consideraciones del soporte al hardware contemplan: localización de técnicos de servicio; tamaño del grupo de servicio; disponibilidad para el servicio; el costo de los servicios básicos y extraordinarios.

Las consideraciones sobre el soporte al software se orientan hacia: los procedimientos para resolver problemas del usuario (cliente); políticas de respuesta ante cualquier devolución y el costo del soporte del software.

Ante la posibilidad de los desarrollos futuros, el usuario potencial de una aplicación SIG, busca conocer acerca de: la probabilidad que el desarrollador de la aplicación se mantenga en el mercado; los programas del desarrollador en cuanto al crecimiento del producto; el soporte técnico para la actualización de tecnologías pasadas; la habilidad de migración de archivos de data desde una plataforma hardware hacia otra, especialmente hacia nuevas generaciones de computadoras.

Sin embargo hay que tener presente que los costos para el desarrollo de la base de datos SIG y de entrenamiento de los usuarios SIG, será más costoso que el software y el hardware juntos, por lo que es de suma importancia considerar las condiciones en

las que el soporte técnico apoye al usuario, y las áreas a ser consideradas en este aspecto son: Ayudas en el entrenamiento; facilidad de uso; documentación del producto; ayudas en línea, de pantalla y de mensajes de error; soporte para múltiples usuarios y múltiples tareas; transferencia de archivos entre usuarios; privilegios de acceso de usuarios y características de archivos de seguridad; posibilidad de compartir dispositivos periféricos, entre otros aspectos.

En cuanto a los costos tanto iniciales como corrientes, que se generarán a partir de la adquisición de la aplicación, son aspectos que estarán presentes en el proceso de su escogencia. Ciertos elementos como el mantenimiento de hardware y software; el soporte de usuario; y los suministros, entrarán en la evaluación de la aplicación.

Al seleccionar la aplicación a ser utilizada para el desarrollo e implantación de un SIG, muchas organizaciones fallan en limitarse a comparar la extensa cantidad de características de las distintas aplicaciones que existen en el mercado, convirtiendo el proceso en algo tedioso, dudoso y confuso, para finalmente obviar lo que tal vez es más importante, definir las necesidades que les mueven al desarrollo e implantación de un SIG, y en consecuencia escoger la aplicación que más se adapte a sus necesidades.

Tal vez si se tratara de dar este enfoque a la definición de sus requerimientos, el proceso de selección se orientaría no solo en preguntarse con cada aplicación ¿que tan bien puede satisfacer las necesidades de la organización y del objetivo del proyecto SIG ? sino también a preguntarse ¿en qué se diferencia ésta aplicación de esta otra?.

Cabe señalar sin embargo que combinar ambos enfoques no es sencillo y que cada desarrollo SIG incluye condiciones específicas de la organización que deben ser tomadas en cuenta.

De igual manera pueden surgir algunos contratiempos que se convierten en limitantes al desarrollo SIG, que a la vez pudieran mostrar como poco acertada la selección de la aplicación. Y es el caso que aún habiendo seleccionado una

aplicación con las características requeridas por la organización, una vez recibida esta ya sea obsoleta o necesite ser complementada por otras nuevas aplicaciones, por cuanto se registró un largo período entre el proceso de selección y la adquisición, generalmente motivado a la burocracia que observan algunas organizaciones en la aprobación de fondos y la adquisición de bienes.

La selección de la Aplicación Arc View® y en consecuencia de los productos para el geoprocesamiento, producidos por la empresa Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), para el desarrollo e implantación del SIG-FEDE, estuvo centrada en la evaluación que se hiciera de las más resaltantes capacidades del producto, entre ellas: la capacidad de despliegue de diferentes combinaciones de data; capacidad de importar una amplia variedad de fuentes de data; manejo y análisis indistinto de data *raster o vector*; posibilidad de integración con otras aplicaciones; y las posibilidades para la digitalización automática. creando un ambiente para el análisis y la producción de cartografía digital.

A ello se agrega la solidez de la corporación ESRI, fundada en 1969, en Redlands, con representaciones regionales en los Estados Unidos y en otras partes del mundo incluyendo Venezuela, como una de las empresas pioneras en el desarrollo de software para SIG, además de ser proveedores de programas, instaladores y dar soporte a usuarios; diseñar aplicaciones de base de datos, y ofrecer asesoría en la programación y la automatización de bases de datos.

2.2 La Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE)

La Fundación de edificaciones y dotaciones Educativas (FEDE) fue creada por Decreto Presidencial N° 1.555, de fecha 11 de mayo de 1976, con la misión de atender adecuadamente la planta física educativa en todo el país¹⁷.

¹⁷ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas FEDE. Una Estrategia para la Eficiencia de la Planta Física Educativa. Boletín FEDE Síntesis Informativa. 2da.Época N°18. Abril-Junio 1997.

Ha sido FEDE uno de los organismos nacionales que ha desarrollado instrumentos de evaluación de la planta física escolar así como normas y especificaciones para Edificaciones y Dotaciones Educativas. A este organismo también se debe la creación de instrumentos de planificación, donde se establecen criterios de diseño para el edificio, el conjunto y el mobiliario escolar, y se tipifican los programas de áreas y gráficos de espacios.

Fue logro de la Fundación, la construcción de los primeros prototipos de escuelas con sistemas prefabricados nacionales e internacionales, que dieron origen a los sistemas constructivos especiales para edificaciones educativas, al tiempo que esta organización comenzó a desarrollar el Programa Nacional de Conservación y Mantenimiento.

La Fundación desde 1985, inició la ejecución de obras a partir de diversos convenios de conservación, mantenimiento y reparación de escuelas, básicamente con comunidades educativas; en la Fundación se han diseñado y concretado numerosos proyectos educativos, como también se han construido un destacado número de planteles, obras las cuales han estado precedida de una etapa de investigación y desarrollo.

Esta Fundación ha concebido su gestión en el marco de la "Estrategia para la Atención de la Planta Física Educativa" en la cual se estableció el seguimiento de un proceso coherente de todas las etapas de atención del conjunto educativo como son: la Planificación, la Programación, el Diseño, la Construcción y el Mantenimiento, que al ser aplicada en forma secuencial, sistemática y continua garantiza la óptima inversión de los recursos, y a las comunidades educativas, edificaciones acordes con las características físico-espaciales que requieren un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje¹⁸

¹⁸ Op Cit.

Bajo esta concepción de planificación (Ver gráfico N° 9), también gira la misión y gestión particulares de las Gerencias de la Fundación que tienen a su cargo el sostenimiento de dicha estrategia, de las cuales las Gerencias de Conservación, Proyectos, regional y las Coordinaciones Estatales, conforman el Nivel Operativo de la Fundación (Ver Organigrama N° 1, Organigrama Estructuradle FEDE).

Una relación sucinta de la misión y antecedentes de las gerencias operativas de FEDE, se presenta a continuación¹⁹:

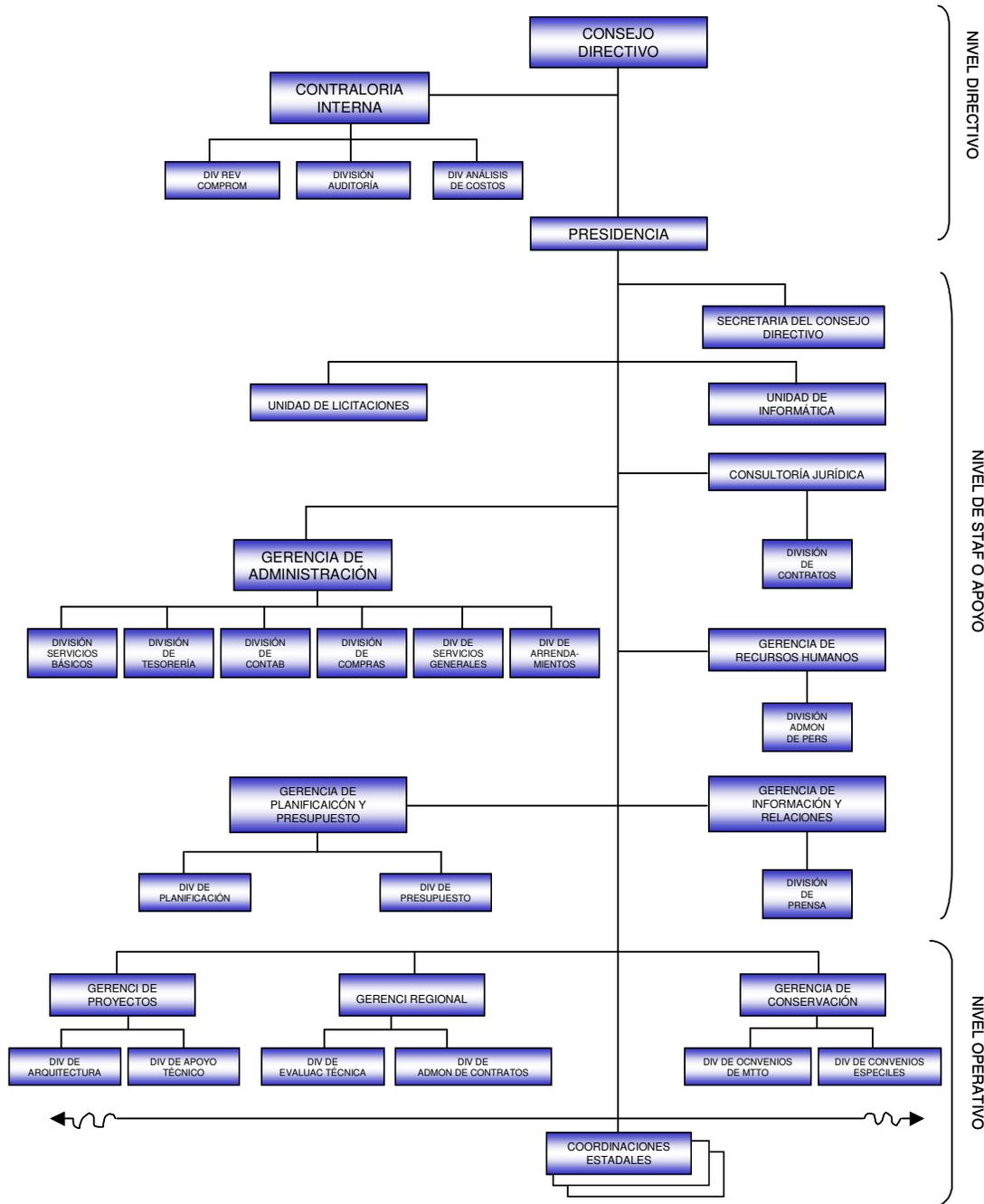
Gráfico N° 9. Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE) Una Estrategia para la Eficiencia de la Planta Física Educativa.



Fuente: FEDE. 1997

¹⁹ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE) - Ministerio de Educación. Gestión 1994-1998. Caracas, Venezuela, 1998.

Organigrama N° 1. Organigrama Estructural, Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE). Nivel de División



Fuente: FEDE, 2001

La Gerencia de Planificación y Presupuesto, es una unidad asesora asistente de la presidencia en los aspectos relacionados con planificación, desarrollo, investigación, programación, presupuesto, estadística, organización y métodos. Entre sus actividades esta Gerencia se ha encargado de la elaboración de metodologías de formulación y evaluación de proyectos sobre planta física educativa; y la evaluación y aprobación de proyectos presentados por otros organismos, con la finalidad de unificar criterios técnicos para la atención del edificio escolar. En coordinación con la gerencias operativas de Proyectos y Conservación y Mantenimiento, ha elaborado planes y proyectos sociales en el área educativa con entes públicos y privados, entre ellos: Proyecto de Rehabilitación y Mantenimiento de la Planta Física Educativa del programa Promoción de la Educación Oficial PERO; el Plan de Reubicación de Planteles localizados en el corredor de servicios ULE- AMUAY y el CEDAC Centro para el desarrollo Autogestionado de la comunidad. A esta Gerencia se debe la elaboración del plan operativo de la Fundación para la ejecución del programa de modernización y Fortalecimiento de la Educación Básica, según convenio suscrito entre FEDE-UCEP-Ministerio de Educación

La Gerencia de Conservación y Mantenimiento tiene la misión de crear instrumentos capaces de promover el mantenimiento, conservación y buen funcionamiento de la planta física educativa en el ámbito nacional. Debe entre otras funciones, determinar las prioridades en las necesidades de mantenimiento, seguridad y conservación inherentes a la planta física educativa; programar y ejecutar acciones para motivar la participación de otros organismos públicos y empresas privadas en las tareas de conservación y mantenimiento; elaborar programas de capacitación para las comunidades educativas, relacionadas con la conservación y el mantenimiento en el marco del Programa Nacional de Conservación y Mantenimiento de la Planta Física Educativa.

La Gerencia Regional tiene como misión servir de enlace entre las Coordinaciones Estadales y el Nivel Central en cuanto a la coordinación y control de los procedimientos para la contratación, ejecución y cancelación de las reparaciones,

ampliaciones y dotaciones de los planteles educativos en el país, los cuales se ejecutan a través de dichas Coordinaciones.

La Gerencia de proyecto como unidad operativa de FEDE, tiene como misión la realización de proyectos de nuevas Edificaciones Educativas, Proyectos de Ampliaciones y de Reparaciones, que coadyuven a satisfacer las necesidades de la planta física educativa.

2.2.1 La implantación de un SIG para la Gestión de la Planta Física Educativa de FEDE

Entre los beneficios del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica en la Gestión de Asesoría y Ejecución de los programas adelantados por la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, (FEDE), destacan: el contar con un inventario confiable y permanentemente actualizado, de la data que ésta organización necesita manejar para la gestión de la planta física educativa, lo que serviría de apoyo a la toma decisiones, en cuanto al diagnóstico y evaluación tanto para dicha institución como para otras instituciones que requieran de la misma información, en el diseño de sus programas a todos los niveles de gestión: nacional, estatal y local.

El Sistema de Información Geográfica (SIG), permitiría ubicar espacialmente las edificaciones en las cuales funcionan los planteles educativos; al tiempo que se organizarían los procesos de administración de algunos datos en el contexto de todas las gerencias operativas de FEDE.

Tal como se mencionó en el párrafo inicial de este acápite, los Sistemas de Información Geográfica permiten el manejo de información de manera integrada: entrada de datos, almacenamiento, análisis, y producción cartográfica. Lo que en el caso del organismo objeto de ésta investigación, requiere de información espacial, georeferenciada de localización de escuelas y datos asociados a cada ámbito espacial que se escoja (zonas, distritos educativos, municipios, etc).

La utilización de los sistemas de Información Geográfica permitirá entre otros aspectos conocer la localización de escuelas y sus características. Su aplicación no es solamente la de la utilización de un software, es además un concepto de trabajo que permitirá con una adecuada implantación el lograr procedimientos, técnicas y herramientas para lograr los objetivos propuestos de mejorar la toma de decisiones para el manejo de información de la planta física educativa.

La creación del SIG-FEDE, comprendería, entre otras tareas, la definición de los objetivos del Sistema de Información Geográfica a implantarse. Siendo FEDE el organismo en Venezuela que tiene la misión de atender adecuadamente el edificio escolar, una de sus prioridades es la de conocer el número y la localización de la infraestructura destinada para este uso.

Ya que los Sistemas de Información Geográfica requieren como insumo primordial para su implantación información espacial o georeferenciada, es decir, información de localización cuyas referencias corresponden a coordenadas del Geoide, su utilización sería de reconocida utilidad en el caso de la necesidad que registra FEDE de obtener la exacta localización de las edificaciones escolares, con lo cual se garantizaría la existencia en el sistema un punto geográfico al cual referirse y ello permitiría a su vez relacionar esta información con cualquier otra referida a otros aspectos también sujetos a una distribución espacial, tal como información socioeconómica, de transporte o de localización del edificio escolar con relación a áreas de potenciales problemas de amenazas o riesgos como lo pueden ser aquellas sujetas a inundaciones, terremotos u otros eventos.

SEPARADOR CAPITULO III

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología de la Investigación para el desarrollo del modelo SIG-FEDE.

El desarrollo del modelo del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa SIG-FEDE, fue fundamentado en las siguientes premisas:

- La del desarrollo del Sistema de Información mediante el cumplimiento de actividades donde se involucran analista y usuario, según el enfoque del ciclo de vida del desarrollo de los Sistemas de Información propuesta por Kendall y Kendall²⁰ (1997), el cual implica un enfoque por fases del análisis y diseño de los Sistemas de Información.
- La determinación de requerimientos de información del usuario mediante el enfoque de flujo de datos, como técnica de análisis estructurado, también propuesto por los citados autores Kendall y Kendall.
- La base metodológica para la creación de los Sistemas de Información Geográfica, concebida por el Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI)²¹ creadores de las aplicaciones ArcView® y Arc Info®, empleadas en el desarrollo de los SIG, así como otras aplicaciones de geoposicionamiento relacionadas con este tipo de sistemas, quienes conciben la fortaleza de los Sistemas de

²⁰ Kendall, K y Kendall, J(1997). **Análisis y Diseño de Sistemas**. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

²¹ Environmental Systems Research Institute, INC/ESRI (1994). **GIS by ESRI. Arc/Info Data Management**.

"Propuesta para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, en la Gestión de la Planta Física Educativa en Venezuela" Caso: Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE).
Noviembre, 2001

Información Geográfica no sólo en el hecho de ser una herramienta para elaborar mapas y almacenar data geográfica, sino para analizarla más eficientemente, de lo que puede lograrse con cartografía convencional.

Cabe destacar que esta investigación aplicada, para ser presentada como Trabajo de Especialización, tendrá un carácter monográfico, realizado como resultado de la actividad de adiestramiento profesional que la autora desempeñó como Coordinadora del Diseño y Desarrollo del SIG-FEDE, en el año 2000.

Este Trabajo de Grado de Especialización se concibe dentro de las modalidades generales de estudios de investigación²², la más similar a un de Proyecto Factible, ya que ..."consiste en una investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales..." y "...comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del proyecto"...

A partir de los enfoques teóricos mencionados anteriormente, la estrategia metodológica abordada para la creación del modelo SIG-FEDE, sus fases, procesos y actividades, observó las siguientes premisas:

- Elaborar un modelo SIG, en el inicio del ciclo de vida del desarrollo de un Sistema de Información, con la finalidad de definir aspectos valiosos a ser tomados en cuenta, en lo que será su estructura definitiva.
- Concebir la construcción del modelo SIG, a partir de módulos de naturaleza modificable, lo que permitió la identificación de errores y facilitó su adecuación. Proponiéndose extender la prueba del modelo hasta que se consideraran agotadas

²² Maritza Barrios Yaselli. **Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales.** Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, 1998.

las interrogantes y observaciones por parte del usuario, cuya participación a través de su opinión tuvo un carácter crucial en el desarrollo propuesto.

- Cumplir las fases, procesos y actividades del citado desarrollo, combinando herramientas y técnicas propias de la creación de los Sistemas de Información Administrativos y de los Sistemas de Información Geográfica.

Enmarcado en las premisas antes expuestas, para la construcción del modelo SIG-FEDE, se cumplieron en términos generales, dos grandes etapas metodológicas:

- ◆ la Fase de Análisis de los requerimientos
- ◆ la Fase de Diseño del Modelo SIG

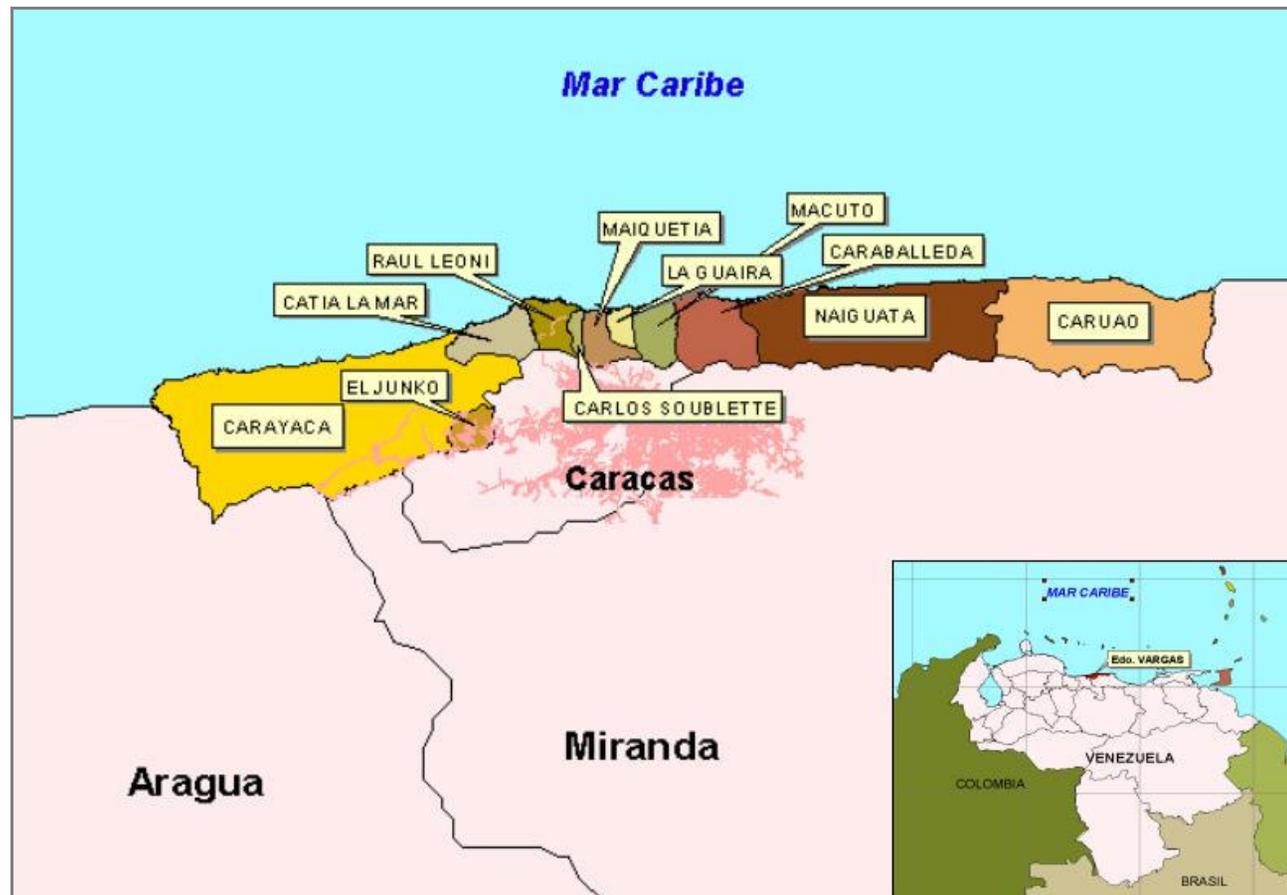
cada una de estas Fases incluyó su propio grupo de subfases y actividades, las cuales serán explicadas en detalle a partir del punto 3.2 del presente acápite.

3.1.1 Definición del área en estudio

En lo que respecta al área en estudio, a los efectos del citado modelo SIG-FEDE, se consideró al espacio geográfico del Estado Vargas.

El Estado Vargas, en términos su División Político Territorial, según Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.489 de fecha 3 de julio de 1998, se encuentra integrado por las siguientes 11 parroquias: Caruao, Catia La Mar, Caraballeda, Carayaca, La Guaira, El Junko, Macuto, Maiquetía, Naiguatá, Raúl Leoni y Carlos Soublette. (Ver Mapa N° 1).

Mapa N° 1. División Político Territorial, Estado Vargas.



Fuente: (SAGECAN) / Elaboración propia

3.2 Fase de Análisis del Modelo SIG-FEDE

Ajustado a lo previsto en el ciclo de desarrollo de los Sistemas de Información, según la concepción del Análisis Estructurado²³, la Fase de Análisis para el modelo SIG-FEDE, consistió en la identificación de los requerimientos del usuario, a través la revisión documental de antecedentes a la creación del Sistema de Información y mediante la realización de entrevistas con el personal de la organización.

De igual manera en esta fase se procedió a la investigación de campo y a la recopilación de información básica, referida al Estado Vargas, con la finalidad de conformar la estructura de base de datos del Modelo SIG.

Convino para esta fase de análisis y con la finalidad de complementar los datos relevantes obtenidos de las entrevistas al personal, la revisión documental, la investigación de campo y la recopilación de información básica, proceder a la conceptualización de la forma en que los datos "transitan" a través de la Fundación, los procesos o transformaciones que sufren estos datos y las salidas estadísticas que se generan a partir de dichos procesos.

A partir del cumplimiento de todo lo antes expuesto, se prosiguió de manera estructurada hacia las Fases del Diseño y Prueba del modelo SIG.

3.2.1 Identificación de los requerimientos del usuario

Al inicio de la Fase de Análisis del SIG se cumplió con el proceso de Identificación de los Requerimientos del Usuario que se servirá del Sistema de Información Geográfica propuesto.

²³ J. Lloréns Fábregas (1991). **Sistemas de Información, Planificación, Análisis y Diseño. Ciclo de Desarrollo de Sistemas**. Tercera edición. Editorial Miro C.A.

La identificación de los requerimientos del usuario, es un proceso al cual se le otorga un carácter prioritario en el desarrollo de los Sistemas de Información, cualquiera sea su tipo.

Constituyó una actividad de destacada utilidad, en el proceso de identificación de Requerimientos la revisión de la documentación existente, relativa a los distintos Sistemas de Información acometidos con anterioridad, iniciados, concluidos o no, para la Gestión Educativa en Venezuela. En este sentido, cabe señalar el valioso aporte que significó la información generada en FEDE en lo relativo con la propuesta de creación del Sistema de Información para la Planta Física Educativa SIPFE, lo cual facilitó en gran medida el abordaje de esta tarea.

La identificación de requerimientos del usuario, se vio igualmente favorecida por la interacción mantenida con el personal de FEDE, a través de las entrevistas directas realizadas con los representantes de las gerencias de Planificación y Presupuesto, Proyectos, Conservación y Regional, además de la División de Informática y la Coordinación Estadal del Distrito Capital y el Estado Vargas, de quienes se obtuvo una visión general en cuanto a los distintos procesos, manuales o mecanizados, que se llevan a cabo en cada una de estas gerencias, los requerimientos de manejo de información para la prosecución de dichos procesos y la identificación de datos potenciales a ser procesados por el SIG propuesto.

En Anexos de este Trabajo de Especialización, se incluye copia del instructivo elaborado para la realización de dichas entrevistas. (Ver Anexo N° 1).

Las entrevistas se celebraron a través de reuniones con un representante de cada gerencia, de preferencia el gerente de la misma, a razón de una reunión por gerencia. Esto no limitó la posibilidad de la asistencia de otro representante de la gerencia a dicha entrevista, quien podría ser la persona clave o decisiva en el desarrollo de los distintos procesos que se cumplen. Tampoco se limitó la posible designación por parte del gerente, de una persona que la representara en su ausencia. De igual forma, la importancia de estas representaciones residió en el hecho que se tratara de personas

claves o que conocieran, a la mayor plenitud posible, las actividades y procesos que se cumplen en la gerencia a la que se les asignó representar.

A través de la utilización de ambas técnicas (revisión de documentación y celebración de entrevistas), se concretó una más profunda comprensión del ¿qué hace? y ¿cómo? se llevan a cabo los principales aspectos de la Gestión de la Planta Física Educativa a través de FEDE, lo cual se constituyó en insumo a las Fases de Análisis y Diseño del modelo de Sistema de Información Geográfica propuesto.

Los resultados del empleo óptimo de estas técnicas reflejaron en términos generales, los siguientes aspectos:

- Se observó un marcado predominio del manejo de información, de carácter administrativo y referido al avance de ejecución de obras. Manejo que se ejecuta en el mayor de los casos en forma manual y a través de un tratamiento aislado, por gerencias.
- Se identificó una total dependencia por parte de la Fundación (FEDE), de los datos generados por el SISE, hoy Oficina Ministerial de Informática del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (OMI), en cuanto a la información relativa a estadísticas de planteles y demás datos en torno a la Planta Física Educativa. Este es un aspecto que según los usuarios, no es del todo conveniente, dado el carácter de poca veracidad y actualización de algunos datos, lo que no les hace confiables y provoca divergencia con los datos generados por FEDE. Fue una constante observar que los usuarios declarasen no disponer con exactitud, de los datos reales y totales del número de conjuntos educativos para gran parte de las entidades del país.
- Se destacó la saturación de tareas por parte de la División de Informática de la Fundación, en lo relativo al apoyo a las gerencias, en el suministro y preparación de registros estadísticos, basados en la data emanada de la OMI, así como en el diseño de rutinas, reportes y pantallas, para responder en algunos casos a

solicitudes producto de situaciones coyunturales, en el manejo de la data de Planta Física Educativa, aspectos que pudieran ser producidos en algunos casos por las propias Gerencias, a través del Sistema de Información Geográfica propuesto.

A partir de éstas observaciones, fue posible detectar la necesidad de cubrir entre otros los siguientes aspectos de información relativos a la Planta Física Educativa Nacional, en lo que respecta a:

- Datos reales de la existencia y ubicación exacta de conjuntos educativos, por parroquias y municipios.
- Datos estadísticos de la Gestión de FEDE.
- Datos de población en edad escolar fuera del Sistema Educativo.
- Cantidad de aulas por planta física, por Municipios y Estados.
- Datos por municipios y parroquias, de programación y ejecución de obras, reparaciones, mantenimiento, entre otros,

Una vez definidos estos aspectos, se propuso que la mayor parte de estos datos fuesen contemplados para ser procesados en el Modelo a desarrollar y su origen provendría de las distintas fuentes relativas al sector educativo y a la planta física educativa, entre otras fuentes de datos.

3.2.2 Información básica e investigación de campo.

La información básica relativa al ámbito del Estado Vargas, se obtuvo a partir de tres tipos de fuentes de origen: la adopción de registros y datos de bases de datos de otros organismos; el levantamiento de información en campo; y la utilización de cartografía básica digital elaborada por distintas empresas y organismos.

➤ **Información proveniente de bases de datos de otros organismos**

La base de datos creada para este modelo SIG, fue construida principalmente a partir de: registros de planteles y matrículas 98-99 de la base de datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes; y aquellos datos y estadísticas de población y sus características en cuanto a edad y escolaridad, emanadas de la Oficina Central de Estadísticas e Informática (OCEI), hoy Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

➤ **Información obtenida en trabajo de campo**

Así mismo, gran parte de la información que permitió la construcción de la base de datos del modelo, provino de los datos generados a partir de la realización de una encuesta de campo aplicada a los conjuntos educativos de todas las parroquias del Estado Vargas.

El instrumento utilizado para el levantamiento de información en campo, fue diseñado tomando en consideración algunos de los aspectos referidos en los instrumentos elaborados en FEDE denominados: "Información de Conjuntos Educativos" ²⁴ e "Instrumento para la recolección de datos de Conjuntos Educativos"²⁵ en especial aquellos cuya naturaleza les hace ser susceptibles a ser analizados y representados en un Sistema de Información Geográfica.

De igual forma en el diseño de este instrumento del levantamiento de información en campo se incluyeron interrogantes con las cuales se intentó responder parte de las expectativas y requerimientos de información, que reflejó tener el usuario, durante la realización de las entrevistas a los representantes de las gerencias FEDE.

²⁴ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, FEDE. **Información de Conjuntos Educativos**. Arq. Arismendi, Sexta versión. Caracas, Venezuela, 2000.

²⁵ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, FEDE. **Instrumento para la Recolección de datos de Conjuntos Educativos**. Forma N° 02.01.00.14. Caracas, Venezuela. Mayo, 1998.

Iniciada la prueba del modelo se observó que aún algunas interrogantes no habían sido cubiertas en este instrumento por lo que se decidió con el usuario, mejorarlo y adecuarlo a los fines de los próximos levantamientos de información para el resto del país.

Debido a que los Sistemas de Información Geográfica basan su representación, a través de dos grandes grupos de información (espacial y descriptiva), y que la espacial se refiere a la posición exacta de un objeto o entidad en la superficie de la tierra a través de coordenadas cartesianas y representada en mapas, a los efectos del desarrollo del Modelo de Sistema de Información Geográfica SIG-FEDE, y en paralelo a la realización del trabajo de campo, se llevo a cabo una campaña de ubicación de conjuntos educativos en el Estado Vargas a través de la utilización de la tecnología GPS (Global Position System), dispositivo de precisión y exactitud en el posicionamiento geográfico, indispensable en los procesos de desarrollo de Sistemas de Información Geográfica.

En Anexo N° 2 se incluye copia del Instrumento de Recopilación de Datos de Conjuntos Educativos.

➤ **Base Cartográfica**

Para elaborar la base cartográfica del modelo SIG, se utilizó información digital referida al Estado Vargas, generada en el año 1999, por la empresa Ingeolan C.A. Basada a su vez, en información cartográfica producida en el año 1983, por el entonces existente Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR), a escalas 1:5.000 y 1:10.000, para centros poblados.

Consistió en una información cartográfica digital generada en formato de la aplicación para crear SIG, Map Info ®, lo cual requirió de un proceso de separación de temas por capas, lo cual se llevo a cabo a través de la selección por objetos referidos a temas comunes, y a la posterior creación de nuevas tablas que

conformaron los archivos de extensión. *shape*, a ser utilizados por el programa Arc View.

3.3 Fase de Diseño del Modelo SIG-FEDE.

La Fase del Diseño del modelo SIG-FEDE, como fase del desarrollo de los Sistemas de Información, consistió en la formulación de las especificaciones para el nuevo sistema, a partir de los documentos generados y demás resultados obtenidos en la Fase de Análisis, anteriormente descrita.

Se trató de una fase constituida por actividades de naturaleza más creativa que técnica, donde se formularon preguntas tales como: ¿Cómo debe diseñarse el sistema para responder a los requerimientos obtenidos durante la fase de análisis?, ¿Cómo se abordará el problema para dar una respuesta efectiva?

Esta Fase estuvo orientada a la definición del objetivo del Sistema propuesto, desarrollar su carácter conceptual, a través del uso de los DFD y definir las consideraciones en lo relativo al procesamiento de los datos.

En concreto se realizaron dos subfases, una de **Diseño Conceptual** y otra de **Diseño Lógico**.

3.3.1 Diseño Conceptual

A través del Diseño Conceptual del sistema, se determinaron los datos a ser contemplados y almacenados en la base de datos, esto apoyado principalmente en el conocimiento de los requerimientos de información del usuario SIG, establecidos como se sabe, durante la Fase de Análisis del Sistema.

Adicionalmente, cuando se trata de indagar sobre los requisitos de información de los usuarios de una organización, es necesario comprender la manera en que los datos fluyen a través de las gerencias o unidades de dicha organización, el intercambio de

información con entes u organismos externos, los procesos o transformaciones que sufren los datos y sus tipos de salidas, entre otros aspectos.

A los efectos del Diseño Conceptual para la creación del modelo del SIG-FEDE y para visualizar el manejo actual de información para la Gestión de la Planta Física Educativa en la Fundación, se utilizó la técnica de análisis estructurado conocida como diagrama de flujo de datos (DFD), a través de lo cual se reunió una representación gráfica de los procesos de datos para la Gestión de la Planta Física Educativa, a lo largo de la organización. (Ver Diagrama N° 1 Actual manejo de la información para la Gestión de la Planta Física Educativa en la Fundación FEDE).

Este Diagrama también conocido como diagrama físico, está basado en información obtenida de la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas FEDE, a través de su Gerencia de Planificación y Presupuesto y en la información obtenida a partir de las entrevistas realizadas a las personas vinculadas directamente con el manejo de la información, desde su origen hasta su procesamiento, a partir de allí se identificaron una serie de procesos, fuentes y destinos de la información, a ser considerados en el diseño del sistema propuesto.

Seguido de la elaboración del Diagrama Físico, se prosiguió con el Diseño Conceptual del Modelo SIG-FEDE, para lo cual se ejecutaron las siguientes actividades:

- La descripción del SIG propuesto, mediante el enfoque de Diagrama de Flujo de Datos, para el establecimiento de necesidades o requerimientos del usuario, a través de lo cual se representaron gráficamente los procesos y flujos de datos, que contemplará el Sistema de Información Geográfica, a través de sucesivas descomposiciones.

Diagrama N° 1. DFD Físico Actual para la Gestión de la Planta Física Educativa en la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE)

- La identificación de entidades u objetos, sus relaciones y sus atributos; su clasificación en: puntos, polígonos y líneas; y la representación del modelo de Entidad- Relación, mediante la cual se describe de forma semántica y gráfica las nociones de: entidad, relación y atributos.

3.3.1.1 Diagramas de Flujos de datos (DFD)

Durante el desarrollo del Diseño Conceptual, se utilizó nuevamente, la técnica de descripción enmarcada en el enfoque de flujo de datos y como actividad atinente al proceso de análisis estructurado, conocido con el nombre de diagrama de flujo de datos (DFD).

La utilidad de la técnica de los DFD en este proceso se centró en el hecho que facilitó la comprensión de la propuesta relativa a la manera en que los datos y la información, deben fluir en la organización.

Cabe señalar que a los fines de la diagramación de flujo de datos, para la propuesta SIG-FEDE, sólo fueron contempladas las distintas operaciones y procesos que durante las tareas de identificación de requerimientos del usuario, fueron definidos como susceptibles a ser tratadas por el Sistema de Información Geográfica, por lo que se destaca que no todos los procesos y sus datos, manejados dentro de la Fundación, muchos de ellos de carácter administrativo, serán objeto del tratamiento del SIG.

La utilización de la técnica de Diagramación de Flujo de Datos, permitió modelar los procesos y funciones de manera más detallada, con un enfoque de lo general a lo particular, iniciando a través de la elaboración del Diagrama de Flujo de Datos de Contexto del Sistema de Información Geográfica propuesto, en el cual se presenta una visión general de lo básico de las entradas y salidas que incluirá el sistema, con relación a los organismos, entes externos e internos, que le suministrarán información insumo y al mismo tiempo podrán ser sus usuarios. (Ver Diagrama N° 2).

En el Diagrama de Contexto, se observa como en la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), su Presidencia, sus Gerencias de Planificación y Presupuesto, Proyectos, Conservación y Regional, y las distintas Coordinaciones Estadales, serán los principales usuarios del sistema. De igual manera, permanece abierta la posibilidad de que recurran al SIG-FEDE otros usuarios en la medida que se divulgue la existencia y utilidad del mismo.

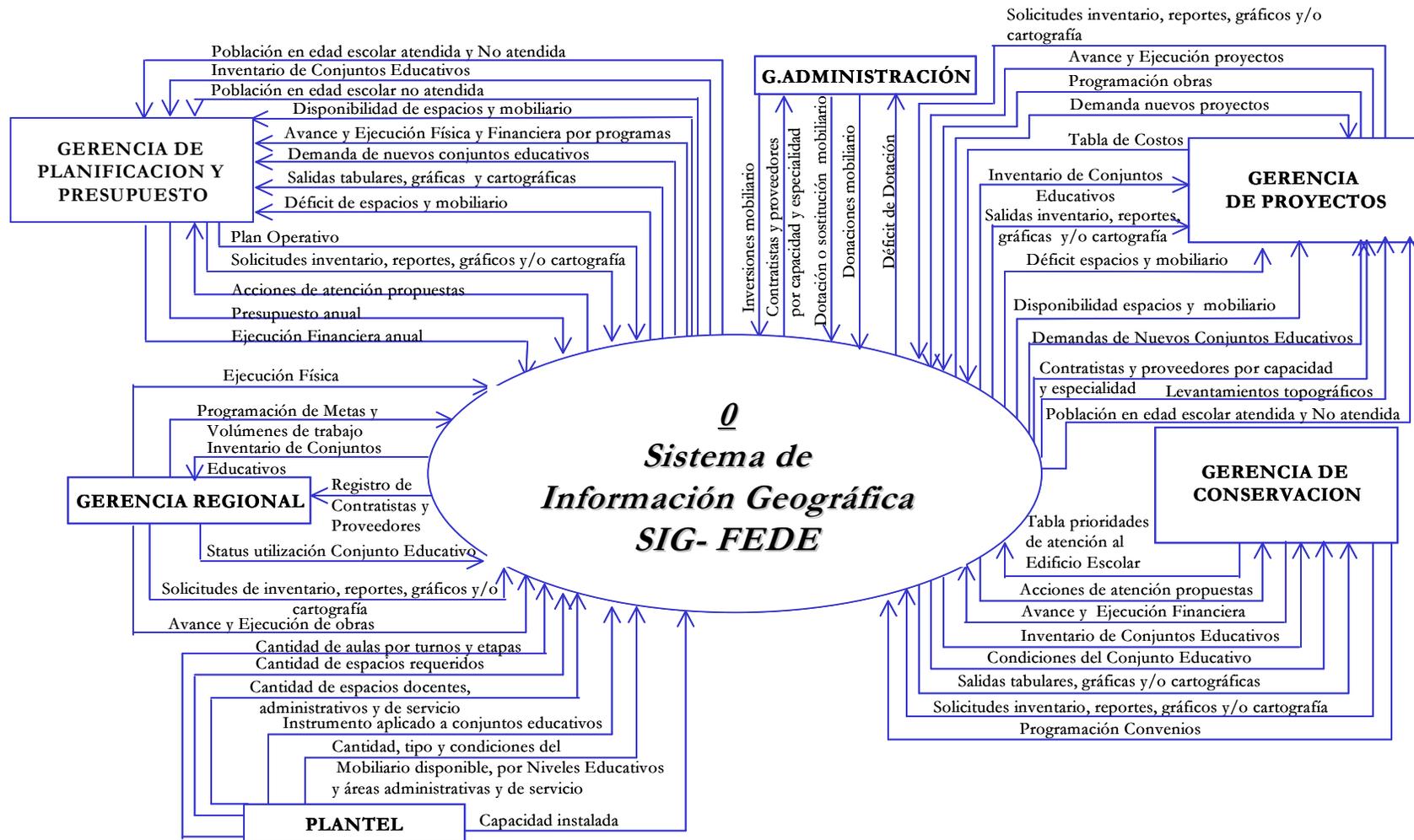
Adicionalmente se contempló la elaboración del Diagrama Nivel 1, también conocido como Diagrama 0 o Diagrama Hijo, mediante el cual se desarrolló el modelo de funcionamiento del sistema propuesto (Ver diagrama N° 3, DFD de Nivel 1) y la descomposición en detalle y en distintos niveles de análisis, de los procesos, funciones y operaciones que se registrarán en el sistema.

A partir del DFD de Nivel 1 fueron elaborados los diagramas de Nivel 2, los cuales son la explosión o descomposición del Diagrama Nivel 1 y donde se representaron con más detalle las interrelaciones entre los entes y la información compartida, permaneciendo constantes las entradas y las salidas de información, definidos con anterioridad en los primeros niveles de diagramación. (Ver Diagramas N° 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12 y 13).

Se consideró pertinente, y según los procesos y funciones requeridos, reconocer al Nivel 2 como el último nivel a ser explotado para este Modelo Conceptual del Modelo SIG propuesto.

De acuerdo con la naturaleza de la información que manejaría el SIG a través de los diferentes módulos de procesos que lo conformarían, (data cartográfica y atributiva), existen distintos organismos y empresas, públicos y privados, que tal y como se concibe el sistema pueden involucrarse a él.

Diagrama N° 2. Diagrama de Contexto del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE)



Fuente: Elaboración propia, Octubre 2001

Diagrama N° 2. Diagrama de Contexto del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) (Continuación...)



Fuente: Elaboración propia, Octubre 2001

Diagrama N° 3. Diagrama de Nivel 1, del Sistema de Información geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE)

OJO AURA AHORA AQUÍ IRA EL DIAGRAMA DE 9 PROCESOS

Diagrama N° 4. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Mantener Inventario de Conjuntos Educativos”

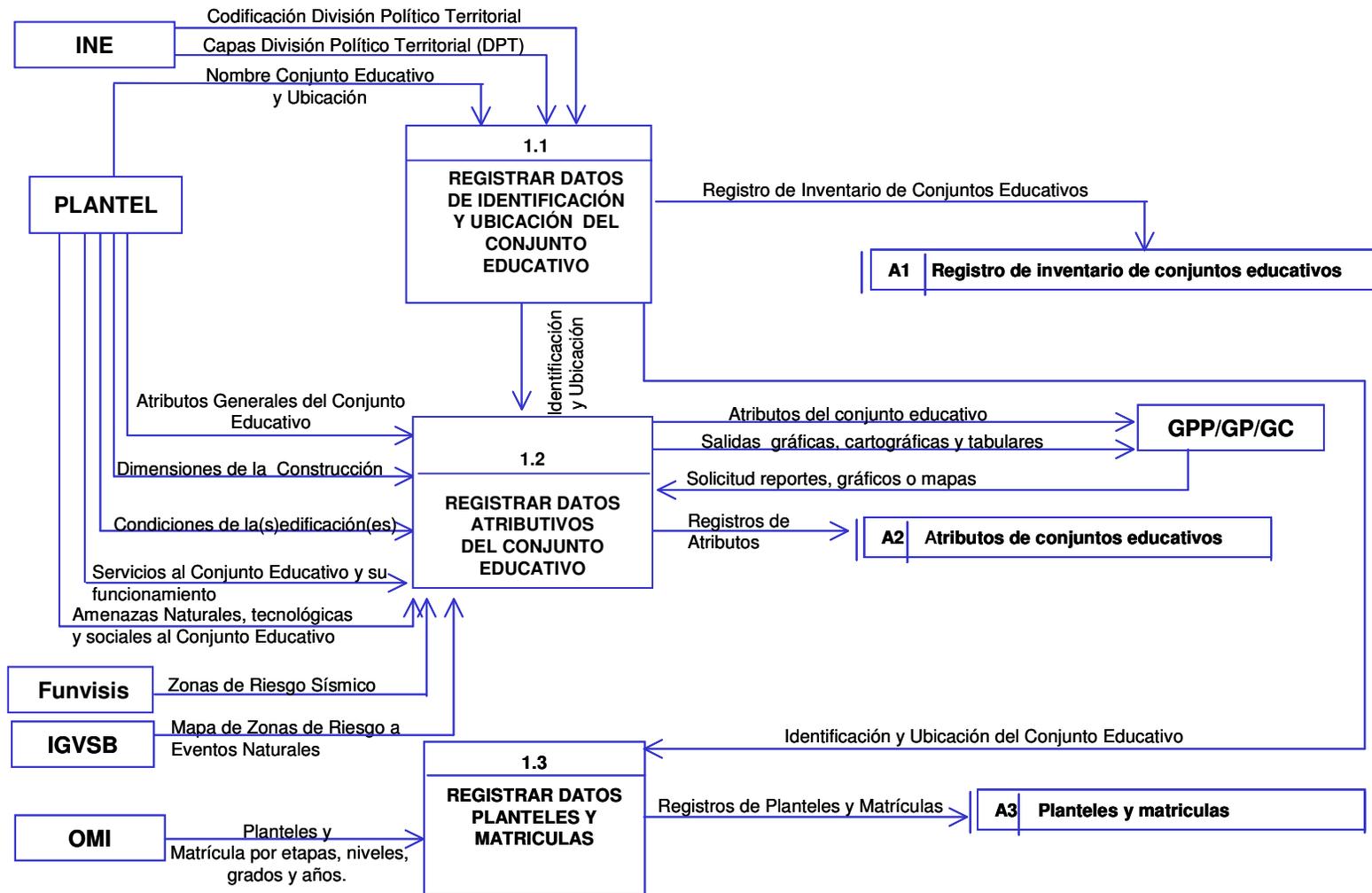


Diagrama N° 5. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Diagnosticar Conjuntos Educativos existentes”

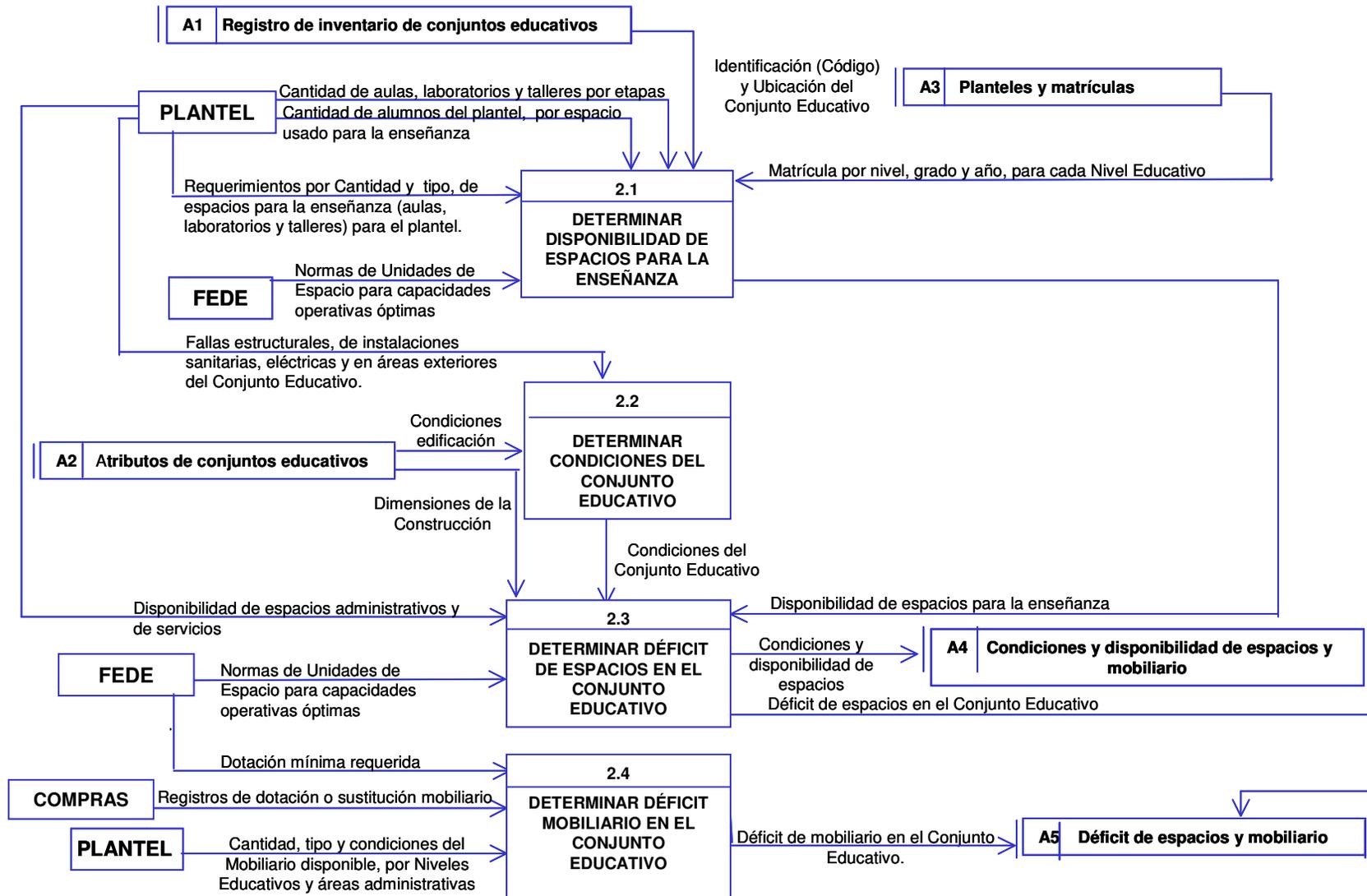


Diagrama N° 6. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Registrar Ejecución Física y Financiera por programas”

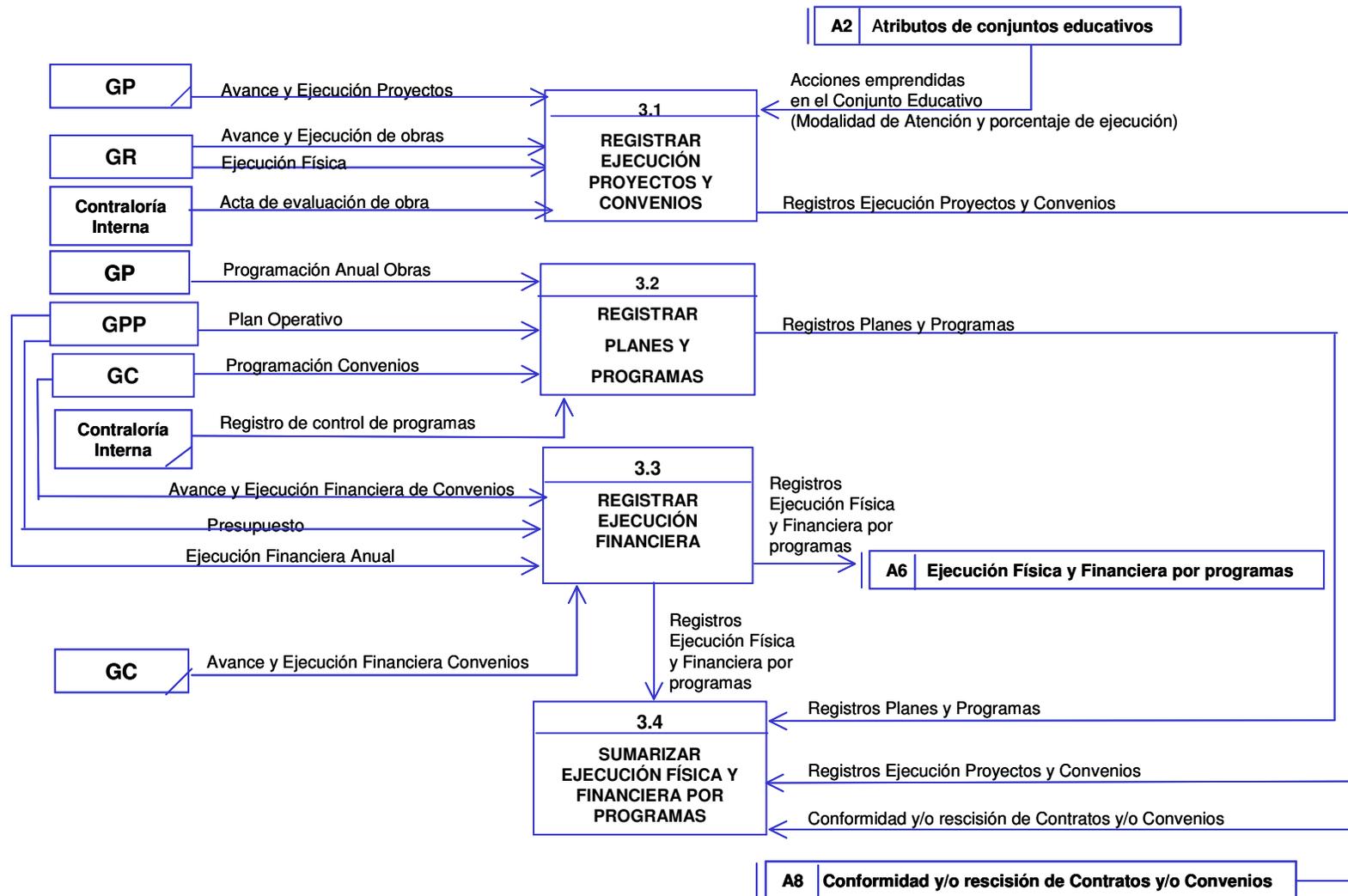


Diagrama N° 7. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Determinar Alternativas a la Planta Física Educativa”

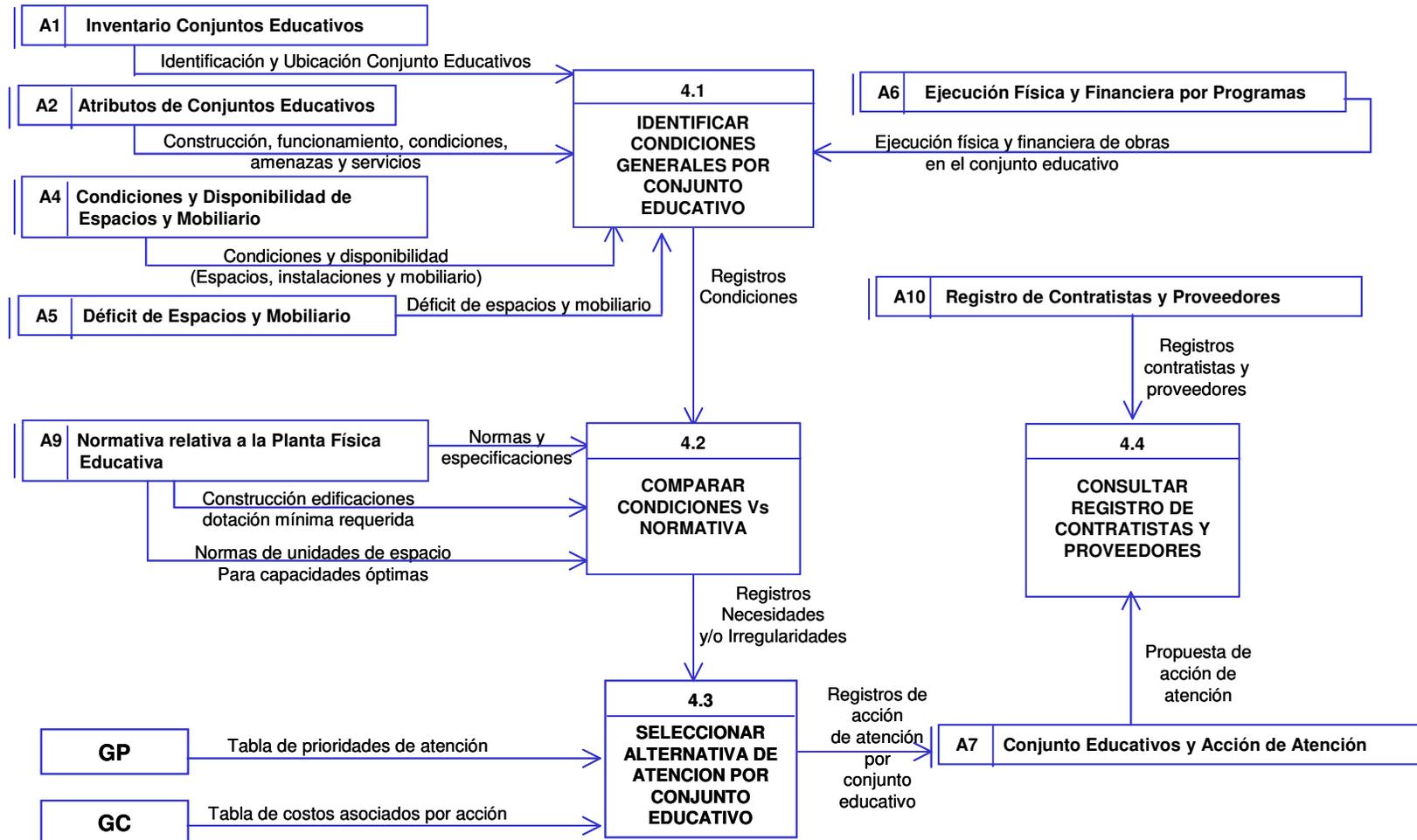


Diagrama N° 8. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Registrar Conformidad y/o Rescisión de Contratos y Convenios”

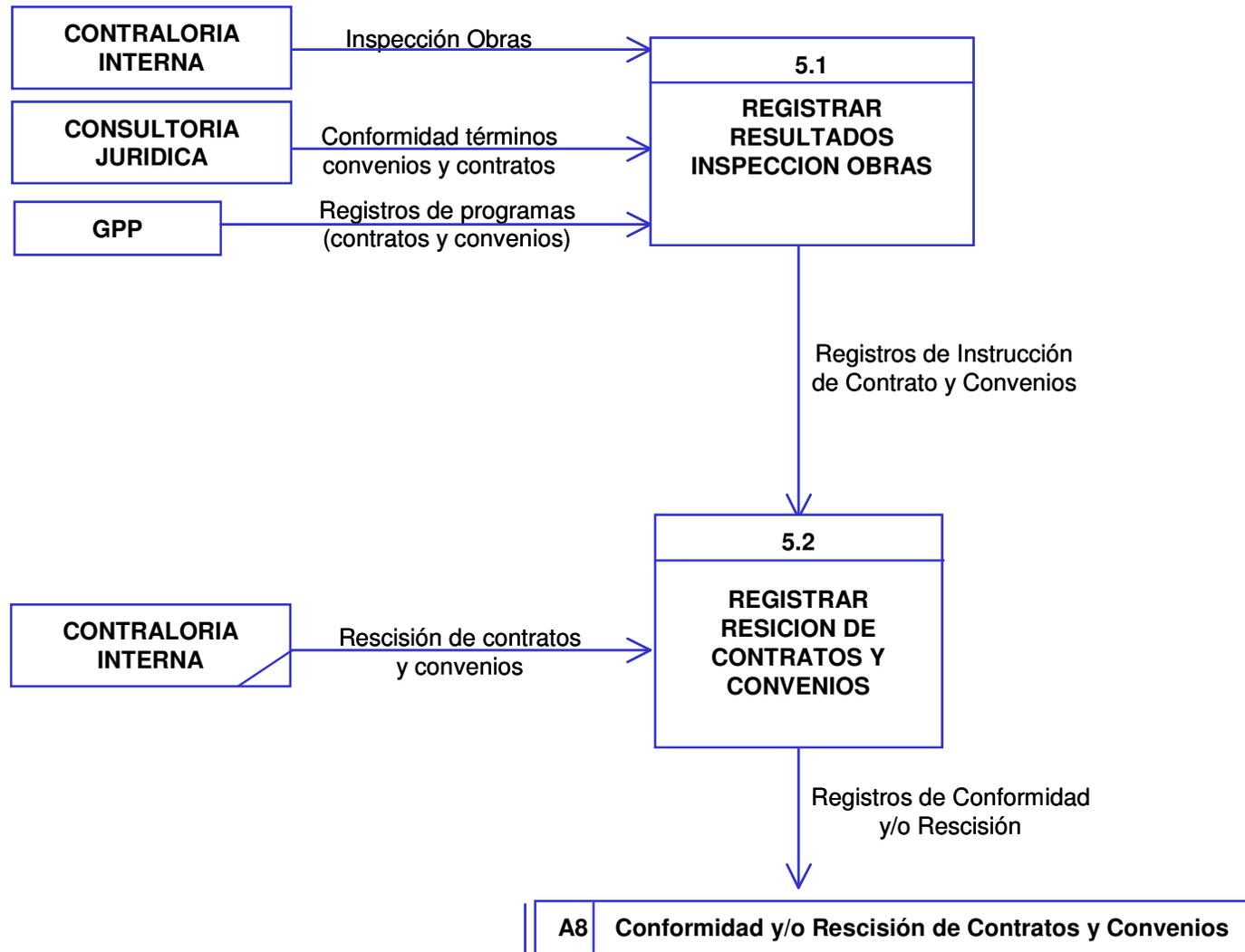


Diagrama N° 9. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Registrar Normativa Relativa a la Planta Física Educativa”

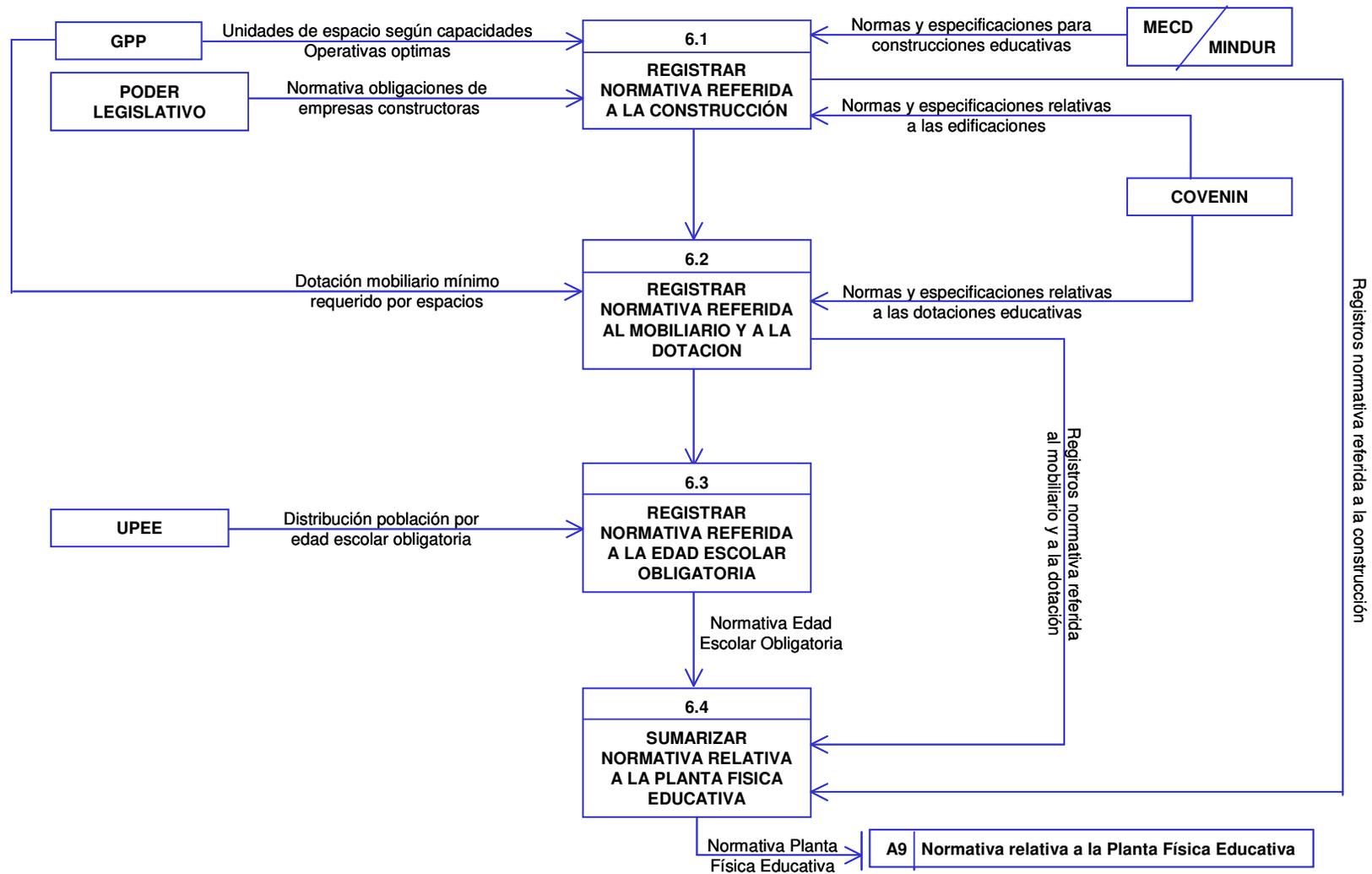


Diagrama N° 10. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Crear y Mantener Registro de Contratistas y Proveedores”

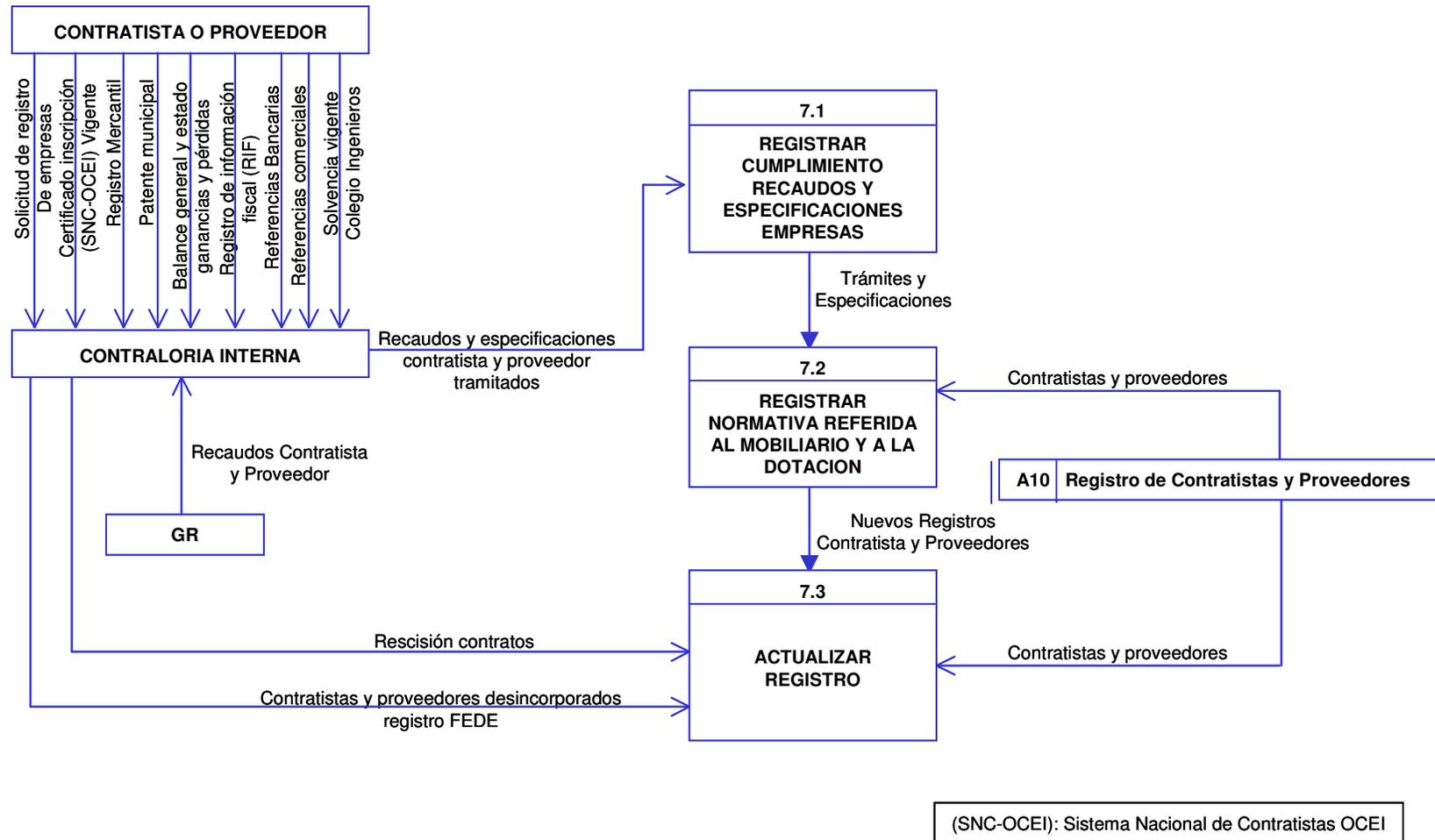


Diagrama N° 11. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Establecer Población en Edad Escolar No Atendida”

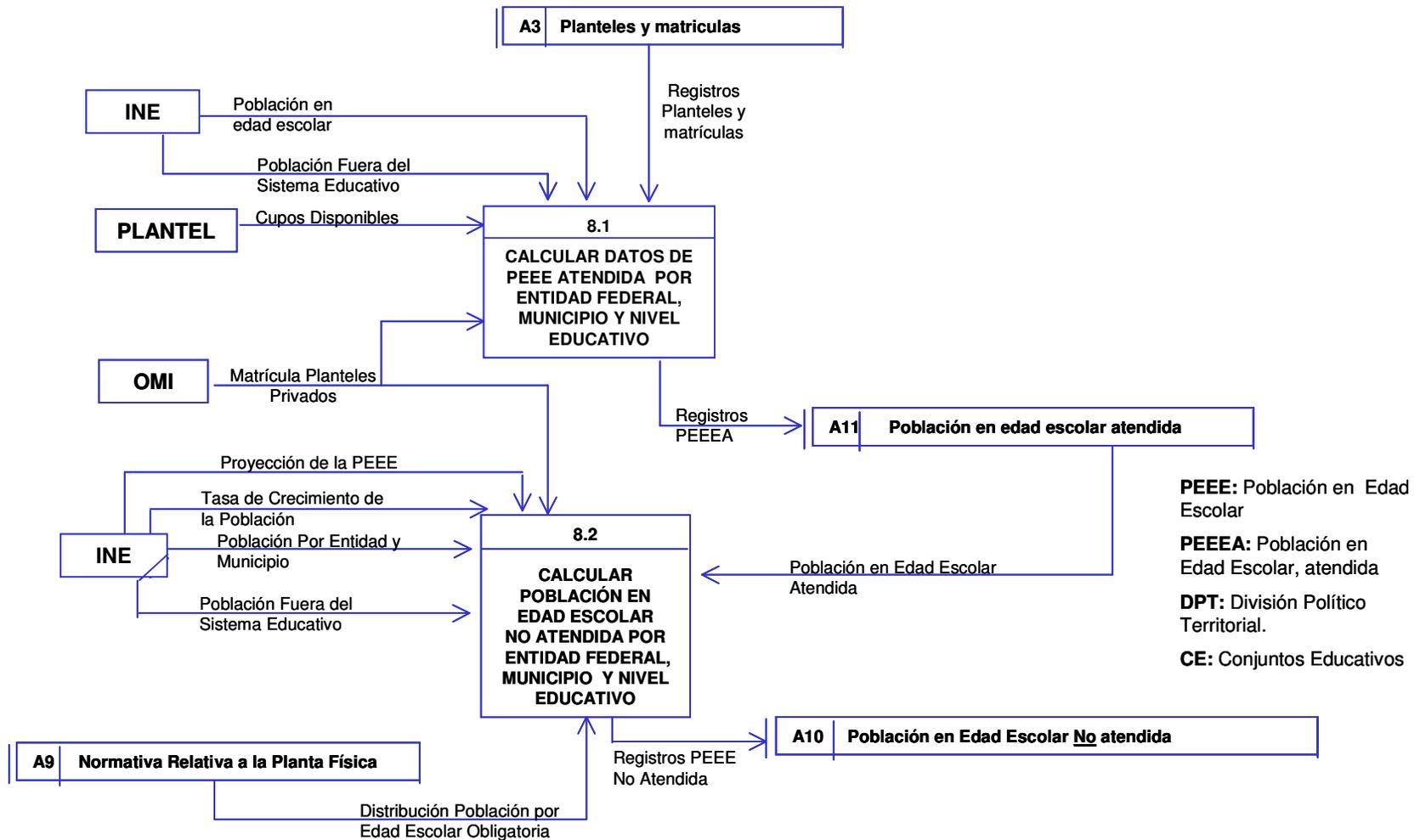


Diagrama N° 12. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Establecer demanda de Nuevos Conjuntos Educativos”

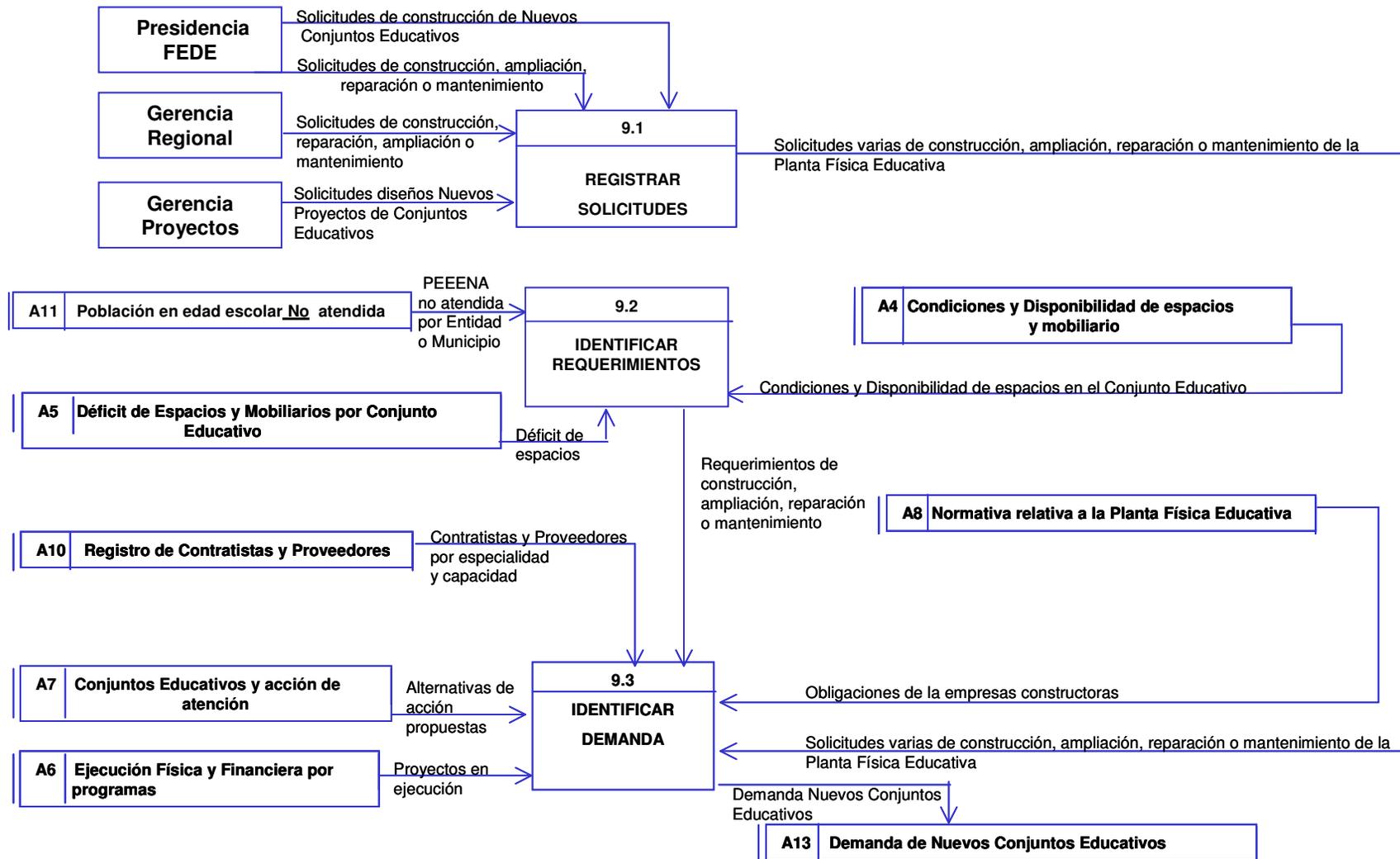
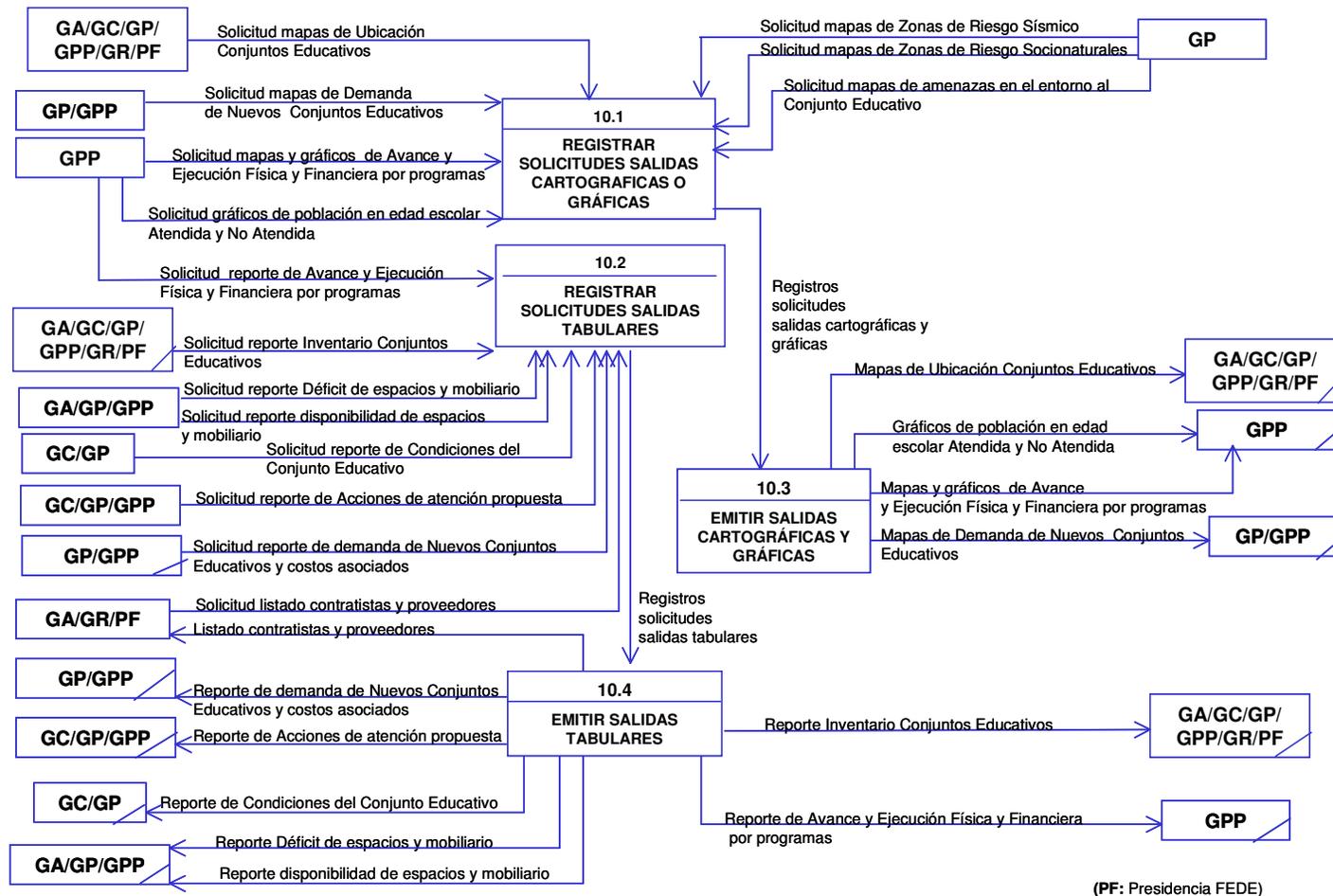


Diagrama N° 13. Diagrama de Nivel 2, del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa (SIG-FEDE) “Gestionar Información de la Planta Física Educativa”



Uno de los principales entes que participarían en la dotación de información al SIG, es el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes a través de su Oficina Ministerial de Informática (OMI), la cual genera datos relativos al Sector Educativo del ámbito nacional, los cuales pueden ser procesados por el SIG-FEDE de la Planta Física Educativa.

Entre otros organismos de quienes el SIG-FEDE podrá adoptar información de base de datos y estadísticas, cabe mencionar a la Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI), recientemente denominado Instituto Nacional de Estadísticas (INE), ya que dicho organismo es la fuente oficial generadora de datos de población y estadísticos para Venezuela. Sin dejar de destacar que desde la División de Cartografía de este organismo, se ha iniciado la generación de coberturas cartográficas en formato digital, para algunas entidades del país.

De otros organismos tales como el recién creado Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, anterior Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional (SAGECAN), se propone que se mantenga una permanente interacción con el SIG-FEDE.

Con las diversas empresas productoras de cartografía Digital, reconocidas en el DFD de Contexto como entes externos al sistema, podrá mantenerse una relación con el SIG, en lo que se refiere a la adquisición de nuevas coberturas cartográficas para la conclusión del SIG a escala nacional.

A medida que el Sistema se desarrolle y se implante podrán surgir nuevas relaciones con otros organismos y entes que doten de información necesaria al sistema, además de generarse relaciones de complementariedad con éste.

3.3.1.2 Identificación de Entidades, atributos y sus relaciones

El segundo grupo de actividades, tiene por objeto la identificación de entidades, que actuarán en el Sistema, sus atributos y la representación del modelo de Entidad-

Relación, lo cual permite consolidar el diseño y creación de la base de datos geográfica y atributiva, estableciendo la base para desarrollar el Modelo Conceptual de Datos.

La tarea de identificación de entidades fue apoyada con:

- El conocimiento de los requerimientos de información del usuario SIG-FEDE, definidos en la Fase de Análisis.
- La revisión de los distintos instrumentos de recolección de información, preparados en FEDE.
- La recopilación de algunos de los aspectos reflejados en las bases de datos existentes en organismos oficiales que manejan datos del sector educativo.
- La consideración de variables que generalmente se utilizan en la planificación y la gestión de la Planta Física Educativa Nacional.

Como actividad básica del modelo conceptual, mediante la identificación y selección de entidades se seleccionan aquellos objetos o casos acerca de los cuales el sistema maneja información. Es decir, ese algo sobre lo cual se almacenan datos, lo cual puede ser tangible, por ejemplo la entidad conjunto educativo o algo de naturaleza conceptual o en este caso administrativa, tal como la entidad plantel. Las entidades identificadas como actoras en el modelo SIG-FEDE se presentan en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1 . Entidades del Modelo SIG-FEDE

ENTIDAD
<ul style="list-style-type: none">• Conjunto Educativo• Plantel• Matrícula• Centro Poblado• Entidad• Municipio• Parroquia• Construcción• Dotación• Mobiliario• Equipo• Normativa• Presupuesto• Inversión• Programación• Modalidad de Atención• Proyectos• Población• Demanda• Déficit• Contratista

Cada entidad del tema o naturaleza que ocupa a un Sistema de Información, posee una serie de características o propiedades denominadas atributos.

Por ejemplo la entidad Conjunto Educativo, posee características referentes a su código, identificación, dirección, año de construcción, etc. Todas estas características son atributos de dicha entidad, datos los cuales han sido definidos en función a los objetivos para los cuales se implementa el Sistema de Información.

Por su parte, las ocurrencias lo constituyen las representaciones de una entidad, es decir en el caso del Conjunto Educativo, son todos los conjuntos educativos existentes en el país.

3.3.1.3 Representación del Modelo Entidad Relación.

Otra de las actividades propias del modelo Conceptual es la determinación de las asociaciones entre entidades.

El uso de los diagramas de entidad-relación permite obtener una más organizada comprensión y verificación del tema que ocupará al Sistema y el significado de los datos, a través de la representación de las entidades y sus relaciones con otras entidades.

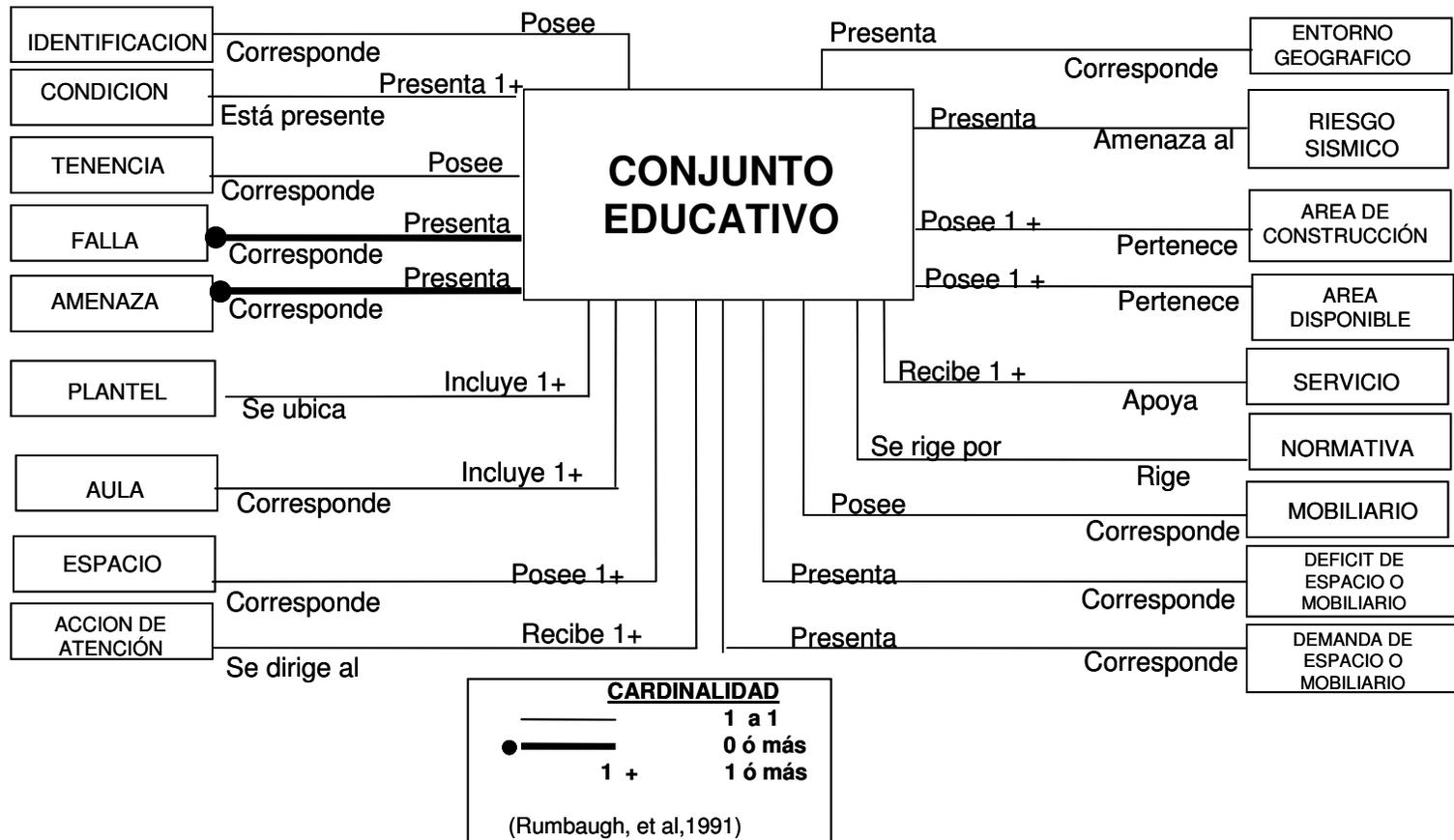
Para el caso de la representación de las entidades y sus relaciones, identificadas en la Fase de Análisis del Modelo del SIG-FEDE, fue escogido el método desarrollado por Rumbaugh et al en 1991²⁶, quien se refiere a las entidades como clases y las relaciones como asociaciones. (Ver Diagrama N° 14, Diagrama de Entidad- Relación, SIG-FEDE).

3.3.2 Diseño Lógico de la estructura de datos.

El diseño lógico de la base de datos consiste en especificar un mayor nivel de detalle en la descripción de las entidades identificadas en el diseño conceptual: definir la organización de las entidades en tablas y sus relaciones; definir el nombre que tendrá cada una de las capas de información, contenidas en archivos en el sistema, su forma de representación, su campo de relación con las otras entidades, los atributos que contendrán y los posibles valores de estos atributos.

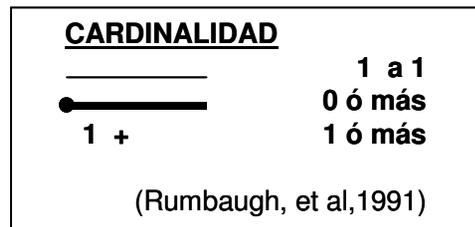
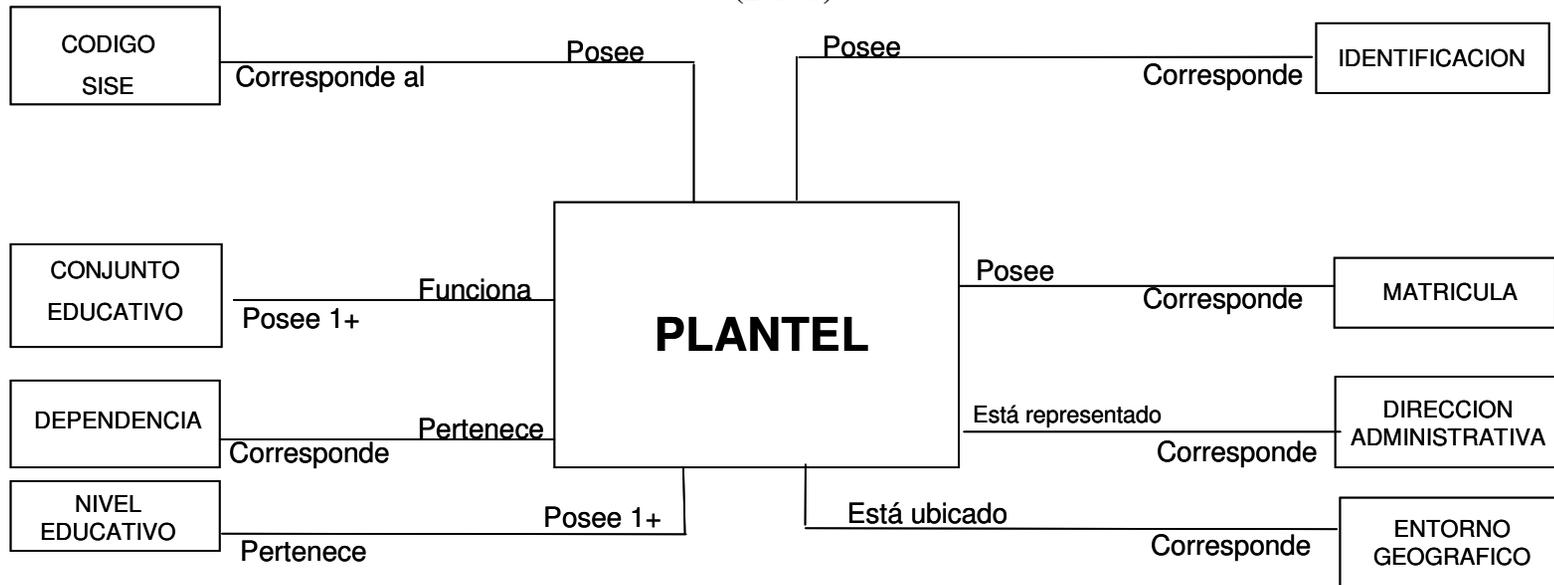
²⁶ Environmental Systems Research Institute, INC (ESRI). GIS by ESRI. ARC/INFO Data Management. 1994

**Diagrama N° 14. Diagrama de Entidad – Relación
(1 de 5)**



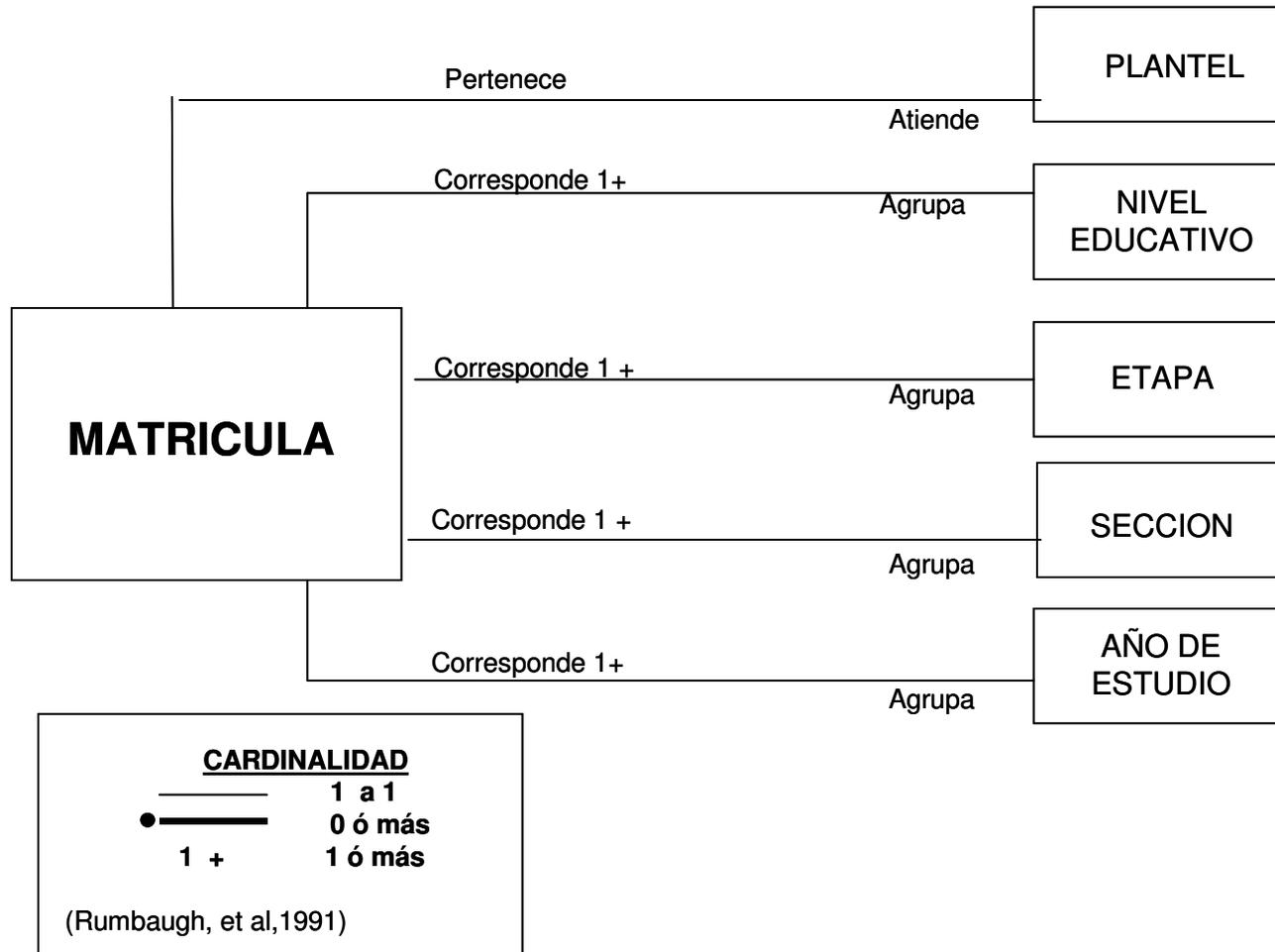
Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 14. Diagrama de Entidad – Relación
(2 de 5)**



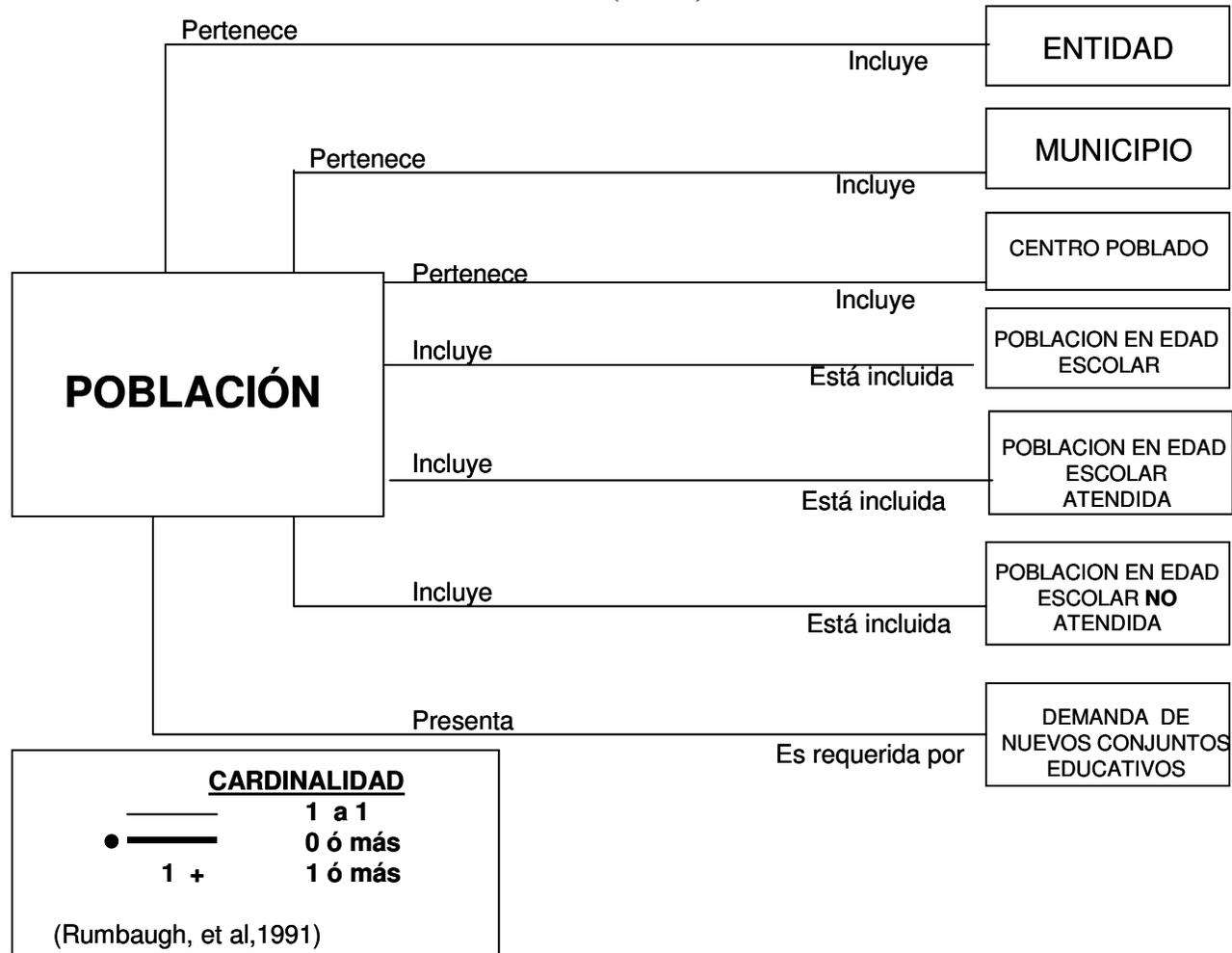
Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 14. Diagrama de Entidad – Relación
(3 de 5)**



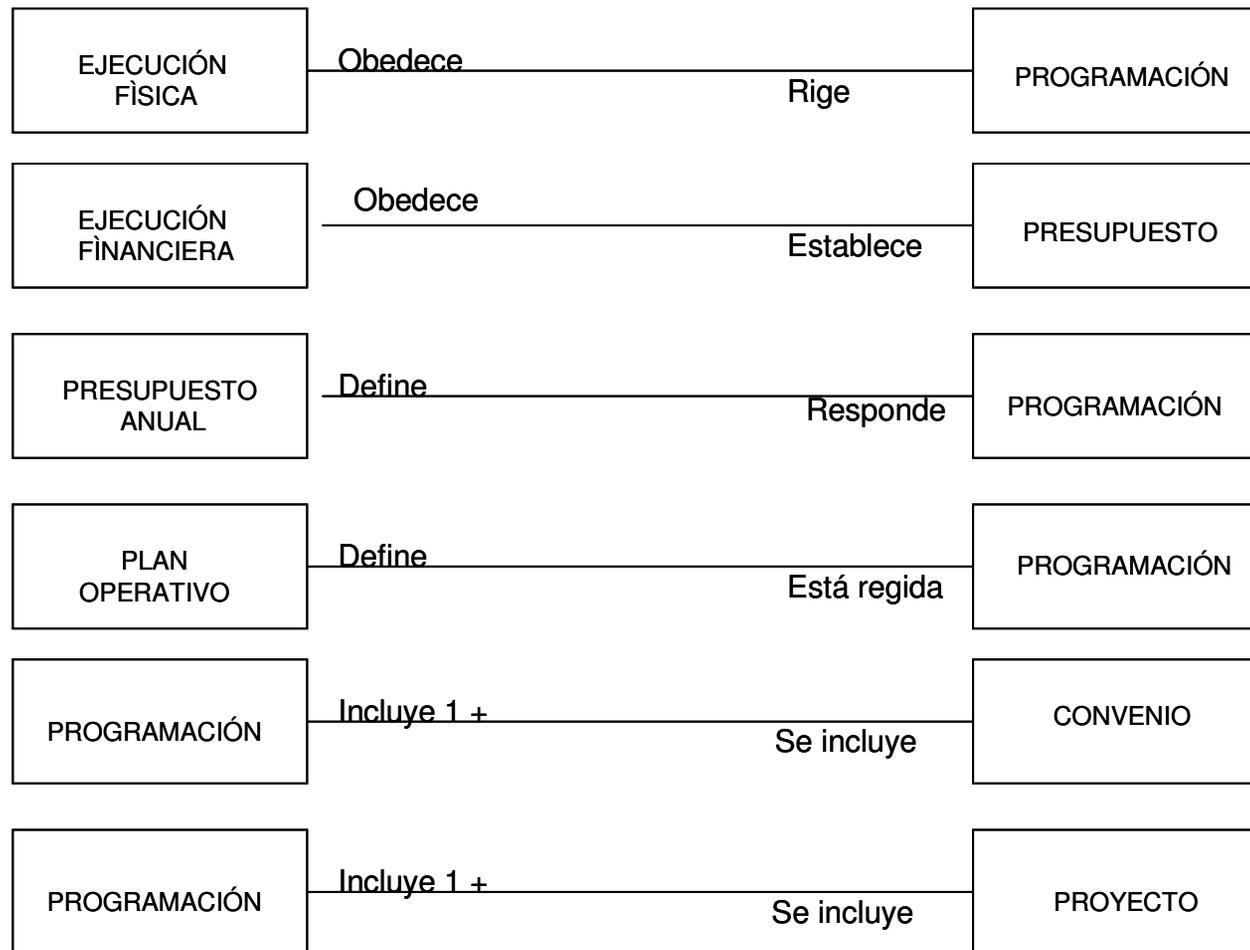
Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 14. Diagrama de Entidad – Relación
(4 de 5)**



Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama N° 14. Diagrama de Entidad – Relación
(5 de 5)**



Fuente: Elaboración Propia

En el diseño lógico de la base de datos se debe tener presente los objetivos para los cuales se implanta el SIG, dado que es fundamental que el usuario pueda obtener del sistema las consultas y los análisis de forma tal de satisfacer sus requerimientos.

La forma en que los datos son almacenados en el sistema, afecta los tipos de análisis que se pueden obtener, por lo que es importante que los datos se acerquen lo mas posible a la realidad evitando al máximo los vacíos de información, para lograr resultados mas verídicos y confiables que harán del SIG una herramienta de trabajo efectiva para cumplir con las tareas requeridas.

A los efectos del modelo del SIG-FEDE, el diseño de la base de datos se basó en los siguientes criterios:

- Satisfacer los objetivos y requerimientos de información del usuario tipo, en la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), adoptando sólo aquella data cuya naturaleza le permitió ser incluida en el Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Disponer de la data necesaria, debidamente organizada, presentada en función de los usuarios y evitando su redundancia.
- Crear una base de datos que permitiera cubrir el área en estudio, Estado Vargas, dentro de los tiempos y costos de ejecución previstos.
- Diseñar una base de datos orientada a la Gestión de la Planta Física Educativa a Nivel Nacional incorporando variables indicativas de las características y condiciones actuales de esta infraestructura.
- Organizar la data de manera de permitir su eficiente almacenamiento, manipulación y recuperación.

- Disponer de archivos cartográficos, que representan los elementos de cartografía base (hidrografía, vialidad y delimitación de parroquias) utilizados como referencia para la localización correcta y actualizada de los conjuntos educativos.

La base de datos para el modelo SIG-FEDE, fue constituida por un conjunto de tablas que almacenan las entidades y sus atributos, de los diferentes aspectos que se decidió incorporar para responder a las necesidades de los usuarios.

Con la finalidad de representar la forma en que serán utilizados los datos en el SIG-FEDE, se ha hecho el uso de la técnica de representación del Diagrama de Estructura de Datos. Este tipo de diagrama correspondiente al modelo de utilización de datos, se basa en el modelo conceptual de datos.

Para representar el modelo de utilización de los datos en el SIG-FEDE, se elaboró un tipo de diagrama de estructura de datos, para ambientes relacionales.

En el Diagrama N° 15, (Diagrama de estructura de Datos) se observa la relación de las tablas que contendrán los registros convencionales en la base de datos del SIG-FEDE, tomando como ejemplo las tablas que apoyarán los flujos de datos, para el proceso de Inventario de Conjuntos Educativos. La relación entre dichos registros y entre aquellos campos que son claves, han sido señaladas con una línea pespunteada.

3.3.2.1 Identificación de las capas de información

La identificación de las capas de información es un procedimiento de los Sistemas de Información Geográfica, la cual consiste en:

- Elaborar una lista en la cual se describen los diferentes aspectos geográficos a ser considerados en el sistema;
- Especificar el nombre de la capa de información que lo representará digitalmente (archivo de ArcView en este caso),

Diagrama N° 15. Diagrama de Estructura de Datos, Registros Vinculados entre las tablas del Proceso “Inventario de Conjuntos Educativos” (1 de 4)

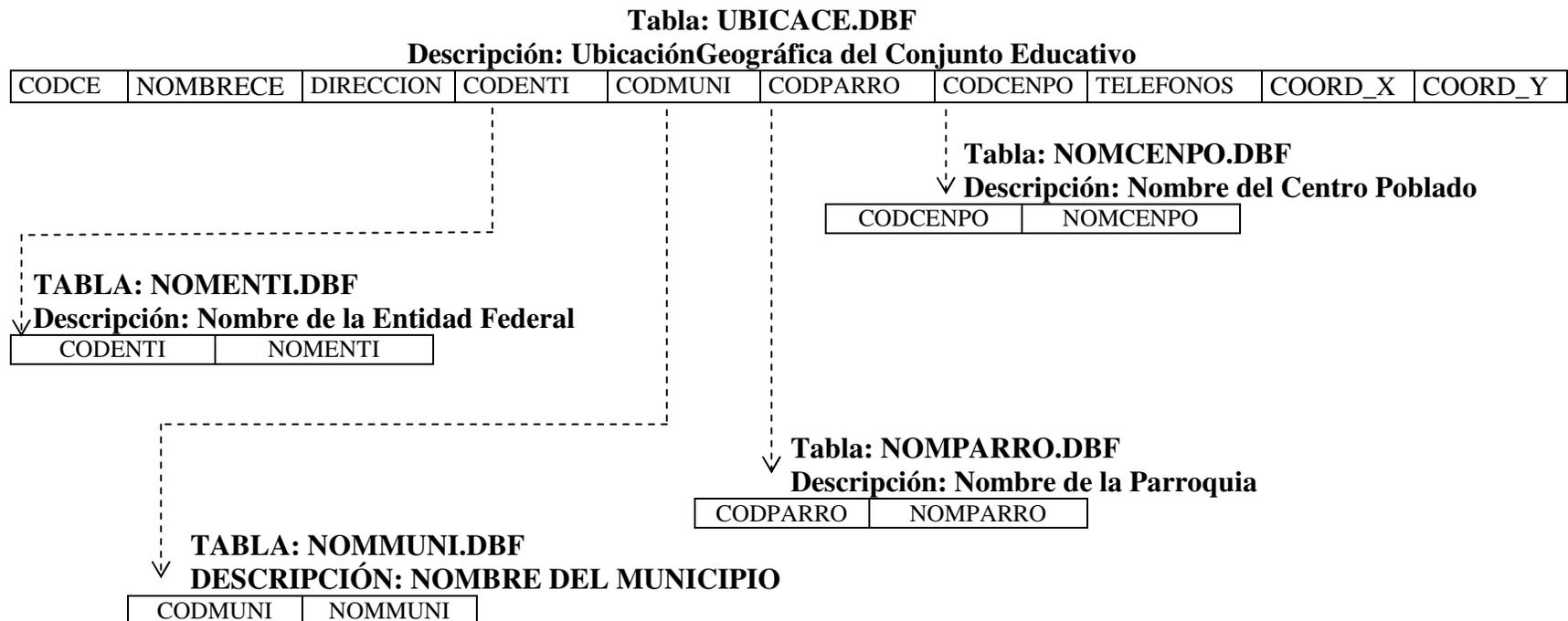


Diagrama N° 15. Diagrama de Estructura de Datos, Registros Vinculados entre las tablas del Proceso “Inventario de Conjuntos Educativos” (2 de 4)

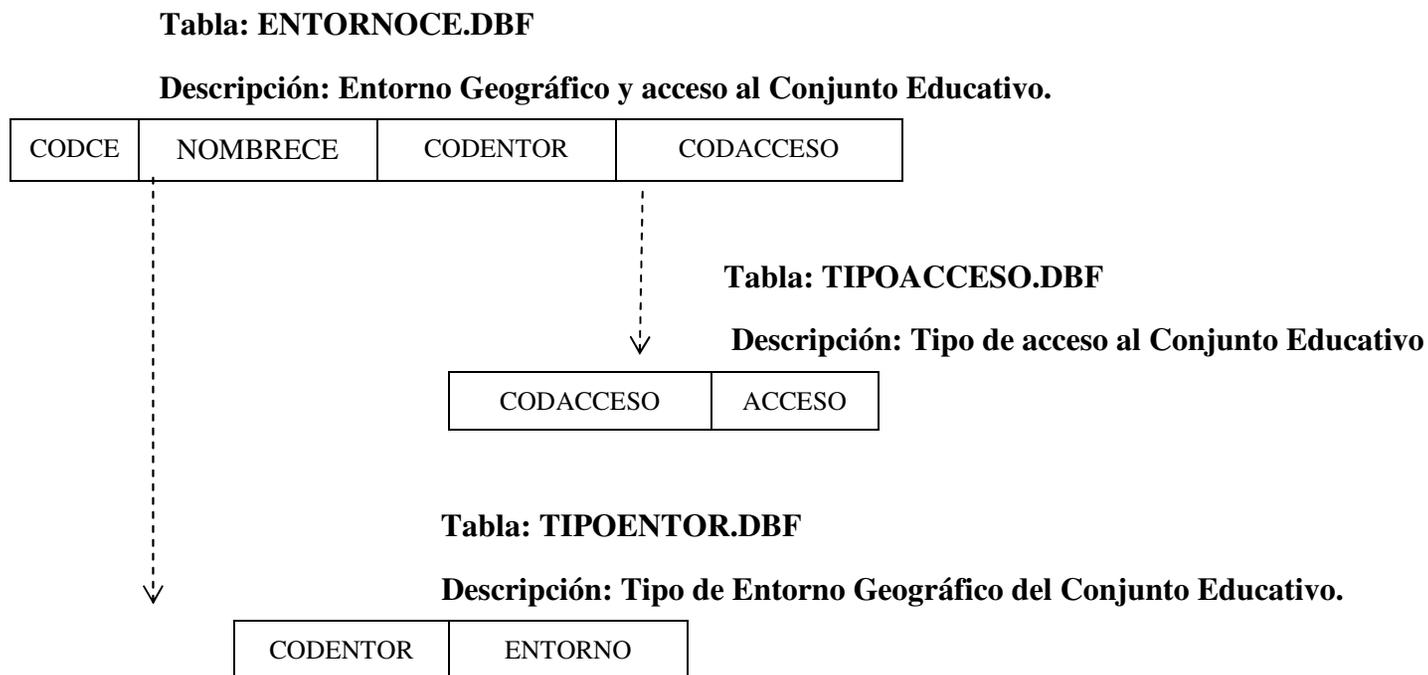


Diagrama N° 15. Diagrama de Estructura de Datos, Registros Vinculados entre las tablas del Proceso “Inventario de Conjuntos Educativos” (3 de 4)

Tabla: FUNCION.DBF

Descripción: Características del Funcionamiento del Conjunto Educativo (Tenencia, proceso legal, organismo propietario y organismos que otorgan presupuesto).

CODCE	TURNO	TENENTERRE	TENENEDIF	PROLEG	OARTERR	OAREDIF	ORGAMANT	ORGADOT	ORGAPROYC	ORGPERTCE
-------	-------	------------	-----------	--------	---------	---------	----------	---------	-----------	-----------

Tabla: SERVICIOS.DBF

Descripción: Servicios al Conjunto Educativo.



CODCE	ACUEDUC	CLOACAS	DRENAJE	ELECTRIC	TELEFONO	MOVIL	ASEOURB	GASDIREC	BOMBONAS	TRANSPUB	HIDRANT
-------	---------	---------	---------	----------	----------	-------	---------	----------	----------	----------	---------

SISTSEGUR	CORREO	TLFPUBLI	BIBLIO	HOSPITAL	DISPEN	ALMAGUA	BOMBEROS	POLICIA	RECREA	CENTCULT
-----------	--------	----------	--------	----------	--------	---------	----------	---------	--------	----------

CENTDEPOR	PARQUE
-----------	--------

Diagrama N° 15. Diagrama de Estructura de Datos, Registros Vinculados entre las tablas del Proceso “Inventario de Conjuntos Educativos” (4 de 4)

Tabla: NIVPLAN.DBF

Descripción: Niveles Educativos que se imparten en el plantel

NIVELTIPO	NOMNIVEDU
-----------	-----------

Tabla: PLANTEL.DBF

Descripción: Identificación y atributos generales del plantel.

CODSISE	DIRECTOR	TELEFO	CODCE	DIRECCION	DEPENDENCIA	NIVELTIPO	MODALIDAD	CLASE	TURNO	ORGANISMO
---------	----------	--------	-------	-----------	-------------	-----------	-----------	-------	-------	-----------

Tabla: MATRIPLAN. DBF

Descripción: Matrícula del plantel, capacidad instalada y secciones del plantel, por Nivel Educativo (niveles, grados y años)

CODSISE	CODCE	NIVPREESC	MATNIVPRE	MATNIVPRE1	MATNIVPRE2	MATNIVPRE3	CAPINSTPRE	SECNIVPRE	SECNIVPRE1	SECNIVPRE2
---------	-------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------

SECNIVPRE3	ETNIVBAS	CAPINSTBAS	SECNIVBAS	SECNIVBAS1	SECNIVBAS2	SECNIVBAS3	SECNIVBAS4	SECNIVBAS5	SECNIVBAS6	SECNIVBAS7
------------	----------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

SECNIVBAS8	SECNIVBAS9	MATRINIVBAS	MATRINIVBAS1	MATRINIVBAS2	MATRINIVBAS3	MATRINIVBAS4	MATRINIVBAS5	MATRINIVBAS6
------------	------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

MATRINIVBAS7	MATRINIVBAS8	MATRINIVBAS9	CODANIVMD	CAPINSTBAS	SECNIVMD	MATNIVMD	MATNIVMD1	MATNIVMD2	AÑONIVPRO
--------------	--------------	--------------	-----------	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------

CAPINSTPRO	SECNIVPRO	SECNIVPRO1	SECNIVPRO2	MATNIVPRO	MATNIVPRO1	MATNIVPRO2
------------	-----------	------------	------------	-----------	------------	------------

- Definir la forma cómo estos archivos serán almacenados en el sistema en cuanto a la geometría del dibujo: punto, línea o polígono
- La definición de los valores atributivos que se manejarán para cada archivo.

En Tabla N° 2 se muestra la identificación y descripción de las capas de información que se incluyeron en el modelo SIG FEDE. Esta tabla incluye el contexto real al cual se refiere la información, el nombre de las mencionadas capas, su forma de representación, y la denominación del archivo digital creado en cada caso específico almacenado en formato de ArcView, archivo shape, de extensión .shp. En la realidad algunas de estas capas de información no se concretaron a los efectos del Modelo SIG FEDE, por falta de información.

Tabla N° 1. Capas de información que incluye el modelo SIG-FEDE

Aspecto	Capa de información	Forma de representación	Nombre de archivo de Arc View
Planta Física Educativa	Conjuntos educativos	Puntos	Conjuedu.shp
Accesibilidad	Vialidad(doble calle)	Líneas	Vialidad.shp
Ubicación geográfica	División territorial político	Polígonos	Dpt.shp
Entorno	Uso de la tierra	Polígonos	Uso.shp
Entorno	Hidrografía	Líneas	Hidrografía.shp
Entorno	Cuencas	Polígonos	Cuencas.shp

Fuente: Elaboración propia.

La información específica contenida en cada capa de información, es la siguiente:

CONJUEDU: Corresponde a la ubicación espacial de los conjuntos educativos.

VIALIDAD: Incluye a la información sobre la vialidad principal para el Estado Vargas, según la capa elaborada por Ingeolan C.A.

DPT: Información referente a las entidades, municipios y parroquias, según la División Político Territorial emanada de la Oficina Central de Estadísticas e Informática (OCEI).

USO: Información obtenida a través de la interpretación de fotografías aéreas, interpretación de imágenes de satélite y verificación en campo.

HIDROGRAFÍA: Se refiere a la información correspondiente a la red hidrográfica en la entidad.

CUENCA: Se refiere a la información correspondiente a las cuencas de la red hidrográfica en la entidad.

3.3.2.2 Diccionario de datos

Se trata de una aplicación especializada en el desarrollo de los sistemas de información orientados a datos, de mucha utilidad en lo que respecta a la definición del dato, lo que permite al analista de sistemas guiarse a través del análisis y diseño.

En cuanto al usuario, este diccionario le facilita la comprensión del verdadero concepto del dato, ya que como documento, según Kendall y Kendall²⁷, este recolecta, coordina y confirma, lo que significa un término de datos específico para diferentes personas de la organización.

Se trata también de un instrumento fundamental en la documentación del Sistema de Información, cuando se operen futuros cambios o actualizaciones en la base de datos, durante la permanente Fase de Mantenimiento del Sistema.

- A los efectos de este trabajo de especialización, se preparó un diccionario referido tanto a los flujos de datos, que serán considerados por los 10 procesos, propuestos a ser realizados por el Sistema de

²⁷ Kendall, K y Kendall, J (1997). **Análisis y Diseño de Sistemas**. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Información Geográfica SIG-FEDE, así como a los datos que estos incluyen. (Ver Anexo N° 3).

SEPARADOR CAPITULO IV

CAPITULO IV

4. CONSIDERACIONES PARA EL PLAN DE IMPLANTACIÓN

Como aporte al proceso de establecimiento definitivo del Sistema de Información Geográfica, para la Gestión de la Planta Física Educativa en la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas SIG-FEDE, y una vez desarrollado el modelo SIG, se estimó conveniente establecer algunas consideraciones a ser tomadas en cuenta en un futuro plan de implantación.

Antes de cumplir con la fase de implantación del SIG, propiamente dicha, será necesario planificar, a través de un proceso de justificación, evaluación, selección y desarrollo del SIG²⁹, lo que facilitará el logro satisfactorio de la implantación.

A tal fin, a continuación se esbozan los aspectos que fueron considerados como los más importantes a ser revisados previo al establecimiento del citado plan de implantación, cuya consolidación influenciará el ulterior diseño del proyecto SIG definitivo:

➤ Definición de la organización y del personal adscrito al SIG

Es necesario que se definan las premisas y condiciones de organización y funcionamiento mediante las cuales se implantará el Sistema de Información Geográfica en la Fundación FEDE.

²⁹ Korte, George, B. The GIS Book, Understanding the value and Implementation of Geographic Information System. 1997.

El enfoque ideal para el desarrollo de un Sistema de Información en los nuevos ambientes de la organización, es el de que su administración no sea llevada a cabo a través de la dirección de un nuevo departamento o como una parte dependiente de una gerencia de las ya establecidas en la organización, sino como un proyecto institucional que deberá ser asumido como un compromiso por parte de cada uno de los representantes de todos los niveles de la estructura jerárquica de la organización.

De allí que se sugiera que la Fundación considere asumir el proyecto SIG-FEDE bajo ésta concepción, asignándole dentro del proyecto un tipo de compromiso a cada gerencia, dependiendo de su competencia o misión.

No se desestima sin embargo, la creación de un estamento departamental que permita al proyecto tener una base operativa, para lo cual se propone la creación de una división o departamento, a nivel operativo con dependencia directa a la Alta Gerencia o Staff directivo el cual posee suficiente poder de decisión dentro de la organización, aspecto que facilita en gran medida y agiliza en tiempo la consolidación del desarrollo SIG.

El soporte humano de personal sugerido para mantener y hacer funcionar el Sistema, en términos operativos, se concibe en el empleo de al menos 4 personas, entre las que se incluyen: 1 Geógrafo Coordinador del desarrollo; 1 Especialista SIG y 2 Operadores conocedores de distintas aplicaciones SIG. No se descarta el apoyo de un Ingeniero Analista de Sistemas o en su defecto un TSU en Informática, personal que podría ser apoyo de la División de Informática de FEDE, este último preferiblemente con conocimiento de la Normalización y demás procesos referidos a la consolidación y mantenimiento de la Base de Datos del SIG.

En cualquier caso es importante considerar la opción de la permanente capacitación de éste personal, y de todo aquel que en la organización este involucrado con el Sistema de Información.

➤ De la adquisición de software y hardware

Para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Planta Física Educativa, SIG-FEDE, en términos de programas (software) de desarrollo SIG, en la Fundación se cuenta con la herramienta necesaria a tal fin, traducido en la existencia de las licencias de los programas Arc View 3.2 y Map Info, lo que asegura que una vez considerado el modelo SIG-FEDE propuesto, podrá ser desarrollado el SIG definitivo. No se descarta sin embargo, la adquisición futura de otras aplicaciones para este tipo de desarrollo SIG, tales como el módulo de Arc View Spatial Analyst, un producto de los mismos desarrolladores del Arc View (ESRI) Environmental Research Institute, el cual se constituye en una extensión de Arc View que contempla el geoprocesamiento integrado de modelos raster y vector.

En términos de hardware, los requerimientos mínimos requeridos para implantar el desarrollo SIG de la Planta Física Educativa, se resumen en la Tabla N° 3 de requerimientos de Hardware o equipos y lo que se complementa con el Diagrama N° 16 de Propuesta de Infraestructura Hardware para el Sistema de Información Geográfica (SIG-FEDE).

En cuanto a los requerimientos de periféricos y dispositivos de entrada, salida y almacenamiento, en la Tabla N° 4 se presenta una aproximación de las necesidades mínimas que podrían presentarse al respecto.

Tabla N° 2. Requerimientos de Hardware o equipos

Equipos	Especificaciones	Cantidad Mínima Requerida
Servidor	<p>Dos Procesadores Pentium III con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Xeon, • 900 Mhz o superior; • Un Gb de Memoria SDRAM; • Cuatro Unidades de Disco de 36,4 Gb Ultra SCSI A 10.000 Rpm Mínimo – Raid; • Dos Tarjetas 10/100 Mbit; • Unidad de Tape Backup de 40 Gb DLT; • Teclado Tipo Ps2, Español; • Mouse; • Monitor De 15” Color; • Interfaces SCSI; • Unidad CD; • Zip Drive Interno 250 Mb; • Puerto USB. 	1
Computadores	<p>Procesador Pentium III A 900 Mhz con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memoria RAM de 256 Mb; • 512 K de Cache; • Dos Discos Duros SCSI de 37 Gb; • Kit Multimedia con CD-ROM SCSI; • Tarjeta de Red 3com 10/100; • Tarjeta de Vídeo de 64 AGP32 Mb de Memoria RAM, Bus 100 Mhz o mas 2d/3d; • Frecuencia de Refresq, sin Distorsión; • Monitor 21”; • Mouse y teclado en español; • Unidad de Floppy de 3.5”; • Un Puerto Paralelo; • Dos Puertos USB; • Dos Puertos Seriales; • Cuatro Slots PCI Libres; Conformidad DMI. 	2

Fuente: Elaboración Propia.

Diagrama N° 16. Propuesta de Infraestructura Hardware, para Sistema de Información Geográfica (SIG-FEDE)

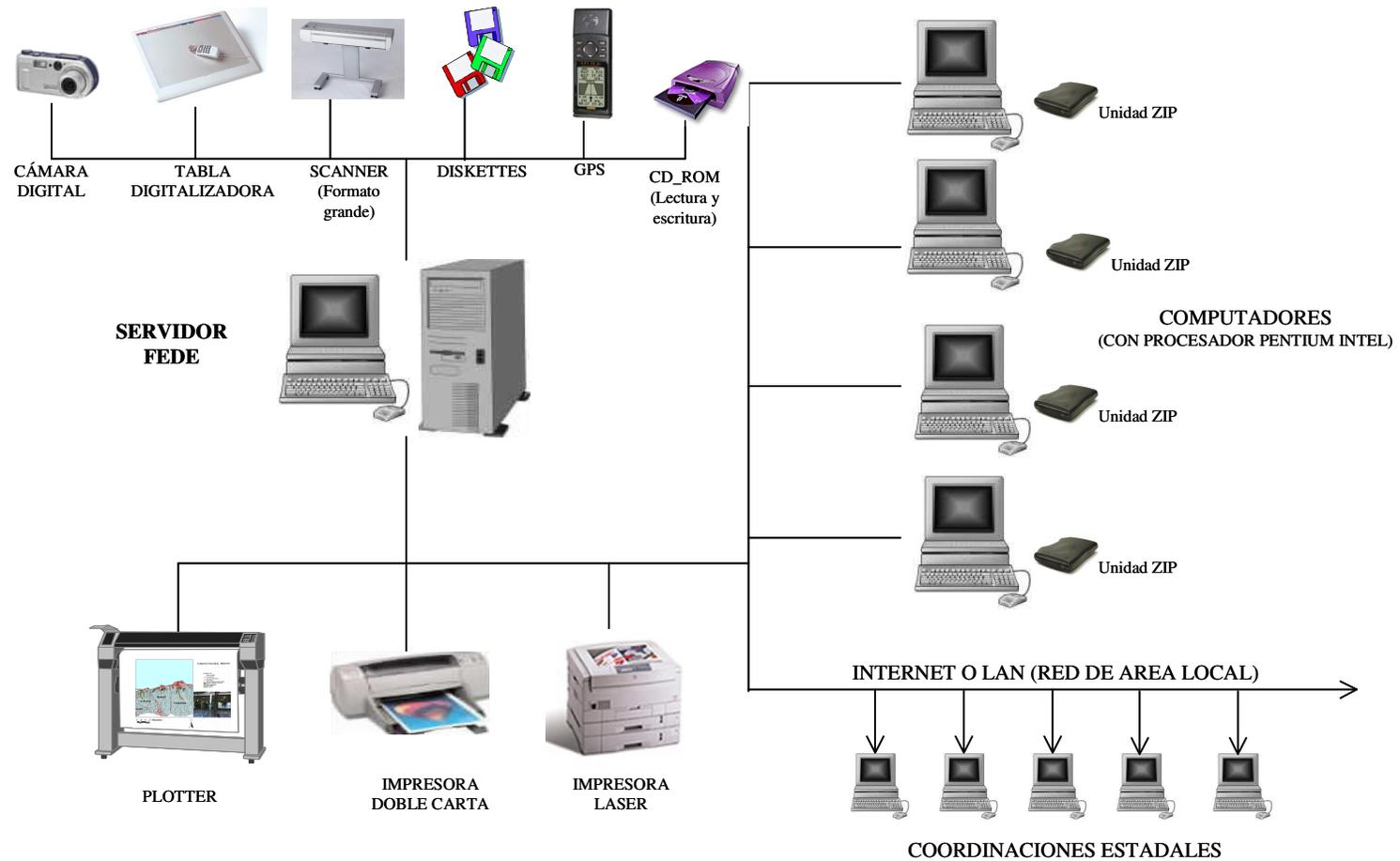


Tabla N° 3. Requerimientos de periféricos y dispositivos de entrada, salida y almacenamiento

Equipos	Cantidad Mínima Requerida
Unidades UPS, 1800	5
Unidad de CD Copiadora Reescribible de 12x, de Escritura 4x, de Reescritura 32x de lectura, Interfaces SCSI	1
Scanner 19200 DPI	1
Tableta digitalizadora	1
Impresora doble carta	1
Impresora Láser	1
Plotter, 740 DPI mínimo colores verdaderos hasta 1200 pp. para líneas en negro, mínimo ancho de rollo, 32 MB RAM expandible hasta 128, 2 GB en disco duro, tarjeta de interfaz de red, EIO 10/100 base TX, IEEE-1284	1
Unidad de zip drive de 250 MB, externa	4
GPS (Equipo Geoposicionador Satelital)	2

Fuente: Elaboración propia

➤ De la creación y /o adquisición de cartografía digital

Sobre la escogencia de la modalidad a ser adoptada, para la adquisición de la cartografía que dará inicio a la producción de la base cartográfica digital que apoyará al SIG-FEDE, se consideró pertinente establecer un cuadro comparativo que permita evaluar las distintas alternativas que existen, lo que a las partes que tienen el poder de decisión en la Fundación, será de gran utilidad al momento de seleccionar la modalidad que convenga a la organización.

En la Tabla N° 5 de Alternativas para la Producción Cartográfica Digital, es posible observar como de una modalidad a otra, aumentan o disminuyen los costos, así como varía el tiempo de producción.

Será potestad de la Fundación la escogencia de una modalidad específica o la combinación de dos o más modalidades, dependiendo de sus intereses y necesidades. Con dicha decisión se establecerán algunos de los lineamientos que conformarán el Plan de Acción para la Consolidación del SIG-FEDE.

Otro de los aspectos que serán determinantes en los costos y modalidad de la producción de la cartografía básica digital, y que también será potestad de la Fundación su determinación, es la escogencia de un área específica de estudio con un nivel de detalle determinado, es decir que no será lo mismo iniciar con un levantamiento cartográfico referido a ciudades, a una escala 1:25.000, que el levantamiento cartográfico por estado a una escala de detalle menor, que pudiera estar entre 1:50.000 y 1:250.000, entre ambos casos el detalle de información variará y por ende los costos de producción.

➤ De la aprobación del proyecto SIG y su modelo

Si una vez desarrollado el modelo SIG, los integrantes de Alta Gerencia de la organización están bastante enterados de los objetivos del desarrollo propuesto, el cual ya le ha sido presentado para su aprobación. Una vez que se empiecen a dar los primeros pasos para la implantación, será de suma utilidad el concurso de estas personas para reiterarles una presentación acerca de lo que se trata el proyecto y de lo que supone la inclusión de la tecnología SIG en la organización.

A los efectos de la Fundación, se recomienda celebrar reuniones de trabajo, en el número que sea necesario, para que los representantes de estas Gerencias puedan entender y responder a las siguientes interrogantes, en forma afirmativa:

Tabla N° 4. Alternativas para la Producción de Cartografía Digital

Parámetros a evaluar	Alternativas		
	Adquisición de material cartográfico a varias empresas	Contratación de material cartográfico	Adquisición de material cartográfico vía convenio
Tiempo para obtención de la cartografía	♦ Rápido	♦ Relativamente lento	♦ Más tiempo para disponer de los datos dadas las múltiples instancias a ser cubiertas para consolidación del convenio.
Disponibilidad de la información cartográfica	♦ Mayor disponibilidad si se adquiere en varias empresas ♦ Menor disponibilidad si la adquisición se restringe a una sola empresa	♦ La disponibilidad está sujeta a los recursos financieros de la Fundación	♦ Limitada disponibilidad
Formato digital de la data (Depende de fuentes)	♦ Diversidad de formatos que dificulta el procesamiento y ajuste de los datos	♦ Posibilidad de establecer un formato único para la producción de datos	♦ Restringido al formato que tengan los datos producidos por la empresa con la que se establezca convenio
Calidad de la información	♦ No se tiene control sobre la calidad de los datos	♦ Completo control en la calidad de la información producida	♦ Mayor probabilidad de tener información de calidad
Coincidencia geográfica	♦ Se dificulta sustancialmente la coincidencia geográfica de las capas de información	♦ Óptima dada la supervisión en la producción del material	♦ Relativa coincidencia en el material adquirido
Seguridad en la inversión	♦ Posible desecho de la data cartográfica por incongruencias, lo que se traduce en pérdida de la inversión	♦ Alta seguridad dado el control en la calidad del material producido	♦ Relativamente segura
Costos	♦ Costos de medios a altos	♦ Costos altos a muy altos	♦ Costos bajos a exoneración
Beneficios en el tiempo para la implantación del SIG	♦ Menos beneficioso dado el tiempo a invertir en la obtención de la calidad requerida	♦ Más beneficioso dado que no se requerirá tiempo adicional para el ajuste de los datos	♦ Relativamente beneficioso dado el tiempo a invertir en la obtención de información adicional que pudiera requerirse

Fuente: Elaboración Propia.

- ❖ ¿Conoce las potenciales aplicaciones que permitirá el propuesto SIG, para la Gestión de la Planta Física Educativa?
- ❖ ¿Está usted consciente de que para este desarrollo será necesario la adquisición de equipos, software, data y el desarrollo de operaciones, lo cual supone una considerable erogación económica y el compromiso por parte del personal en frente?
- ❖ ¿Sabe usted que con la implantación SIG, no concluyen los procesos del desarrollo, y que por lo contrario con ello se inicia una fase de mantenimiento permanente de inclusión de nueva data a las bases de datos tanto cartográfica como atributiva?
- ❖ ¿Conoce usted sobre los costos que acarreará el desarrollo SIG en entrenamiento y los beneficios que dicho desarrollo traerá consigo a la Fundación?

Estas preguntas entre otras, de ser respondidas de manera afirmativa y con el conocimiento de lo que se está llevando a cabo, prepararán a la Alta Gerencia de FEDE involucrada para que apruebe definitivamente el desarrollo SIG, lo que permitirá proceder a la Fase de implantación propiamente dicha.

➤ De la capacitación del usuario SIG

Un Plan alternativo al Plan de implantación ha de ser el de la capacitación sobre la herramienta a ser utilizada en el desarrollo, y en el cual no solo se estaría incluyendo al usuario final, sino a toda la estructura jerárquica de la Fundación, que se requiera reciba dicho conocimiento.

La capacitación podrá variar en su detalle, entre los cursos dirigidos a la Alta Gerencia, con la finalidad que conozcan el uso de la herramienta y la aprueben, y aquel entrenamiento dirigido a los operadores directos o

usuarios finales del SIG, en este último caso, es pertinente considerar que se trate de personas con conocimiento de comandos e instrucciones de teclados de computadores personales, quienes a la vez deberán estar familiarizados con el uso de mapas.

➤ Del establecimiento de especificaciones funcionales y *standards*.

Uno de los aspectos a determinar en esta consideración, a los efectos del SIG-FEDE, es el origen de la(s) principal(es) fuentes de origen de la Data del Sector Educativo, que se compartirá en la base de datos SIG. Dado el conocimiento de que algunas de las principales fuentes existentes, no revisten confiabilidad en sus registros.

A ello se agrega la definición de formatos de salidas propios de la Fundación, con lo que queda identificado cualquier producto proveniente del SIG-FEDE, y las restricciones de seguridad que van a establecerse para el acceso a la data que manipulará el sistema.

Se propone la creación, establecimiento y adopción de un código para identificar los conjuntos educativos, cuyo manejo será exclusivo de la Fundación.

Este código se construirá en base a la codificación oficial de División Político Territorial de Venezuela (DPT), original de la Oficina de Estadísticas e Informática (OCEI) hoy (INE) y contemplará información relativa a la ubicación del conjunto educativo, en la Entidad Federal, el Municipio y la Parroquia.

Es decir que el primer conjunto educativo a ser codificado, recibirá la siguiente numeración, iniciando el proceso en el Estado Vargas y con la parroquia Catia La Mar:

Los primeros dos dígitos se refirieren a la codificación de la Entidad Federal, el código del Estado Vargas es 24

Con los segundos dos dígitos se codifica al municipio. En el caso del Estado Vargas de reciente creación, ya que no tiene municipios, se le asignará el código 00

Los terceros dos dígitos son relativos al código de la parroquia, lo que en el caso de la Parroquia Catia La Mar es código es 04

Código	Parroquia
01	Caraballeda
02	Carayaca
03	Caruao
04	Catia La Mar
05	El Junko
06	La Guaira
07	Macuto
08	Maiquetía
09	Naiguatá
10	Raúl Leoni
11	Carlos Soublette

Fuente: OCEI.

El cuarto grupo de codificación se referirá al conjunto educativo en una asignación progresiva compuesta por cuatro dígitos.

Es decir que por ejemplo, el primer conjunto educativo que sea codificado en la parroquia Catia La Mar, tendrá el siguiente código:

24 (entidad) 00 (Mun) 04 (parroquia) 0001(conjunto educativo)

24 00 04 0001

Se debe considerar la posibilidad de que se conciba un código conjunto educativo - plantel, donde sea agregado al final de cada código de conjunto educativo la codificación del Sistema de Información del Sector Educativo (SISE) de plantel, según el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, de seis dígitos, aspecto que facilitaría la determinación de aquellos conjuntos educativos donde funciona más de un plantel.

SEPARADOR CAPITULO V

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminado el desarrollo del modelo de este Sistema de Información Geográfica propuesto para la Gestión de la Planta Física Educativa que adelanta la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), presentado como Trabajo Especial de Grado de Especialización en Sistemas de Información, para optar al título de Especialista en Sistemas de Información del Postgrado homónimo de la Universidad Católica Andrés Bello, fue posible establecer el siguiente marco de conclusiones:

- Con el desarrollo del Modelo SIG FEDE propuesto, quedo demostrado que es factible su implantación en la Gestión de la Planta Física Educativa de la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE). Este constituye la herramienta adecuada para abordar la búsqueda de mejoras al manejo de la información, manteniéndola centralizada, accesible y permitiendo su almacenamiento y actualización constante, lo que a su vez asegura la efectividad y calidad en las etapas de atención al edificio escolar, previstas en el marco estratégico para la Eficiencia de la Planta Física Educativa, principal meta de esta Fundación.
- El modelo de Sistema de Información Geográfica desarrollado, permitió definir aspectos valiosos a ser tomados en cuenta, en lo que será la estructura definitiva del SIG FEDE.
- Se demostró la posibilidad del modelaje de un Sistema de Información Geográfica (SIG), a través del cumplimiento de fases, procesos y actividades, en las que se

combinaron herramientas y técnicas propias de la creación de los Sistemas de Información Administrativos y de los Sistemas de Información Geográfica.

- En la Fase de Análisis para el modelo SIG FEDE, específicamente a través de la identificación de los requerimientos de información del usuario, se observó que en la Fundación existe un marcado predominio del manejo de información, de carácter administrativo y referido básicamente, al avance de ejecución de obras. Manejo que se ejecuta en el mayor de los casos, en forma manual y a través de un tratamiento aislado, por gerencias. Con la implantación de este modelo, se pretende integrar de forma efectiva los distintos procesos donde intervengan cada una de las gerencias que conforman la estructura organizativa de FEDE. Esto implica una disminución de un 70% en el tratamiento de la información en forma manual.

- Se observó una total dependencia por parte de la Fundación, de los datos generados por el SISE, hoy Oficina Ministerial de Informática del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (OMI), en cuanto a la información relativa a estadísticas de planteles y demás datos en torno a la Planta Física Educativa. Este es un aspecto que según los usuarios, no es del todo conveniente, dado el carácter de poca veracidad y actualización de algunos datos, lo que no les hace confiables y provoca divergencia con los datos generados por FEDE. Al tiempo que fue una constante observar, que los entrevistados declarasen no disponer con exactitud, de los datos reales y totales del número de conjuntos educativos para gran parte de las entidades del país. Adicionalmente, se destacó la saturación de tareas por parte de la División de Informática de la Fundación, en lo relativo al apoyo a las gerencias, en el suministro y preparación de registros estadísticos, basados en la data emanada de la OMI, así como en el diseño de rutinas, reportes y pantallas, para responder en algunos casos a solicitudes producto de situaciones coyunturales, en el manejo de la data de Planta Física Educativa, aspectos que pudieran ser producidos en algunos casos por las propias Gerencias, a través del Sistema de Información Geográfica propuesto. Por lo que se considera

conveniente la identificación de competencias en la generación de custodia y administración de la información relativa a la Gestión de la Planta Física Educativa.

- Mediante la Fase de Análisis del SIG-FEDE, se identificó la necesidad de considerar y procesar, diversos datos relativos a la Gestión de la Planta Física Educativa Nacional, cuyo origen no solo podrá ser la propia Fundación, sino también a partir de distintas fuentes relativas a Organismos y demás Entes del Sector Educativo Nacional, entre los que destaca el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. A tal fin se recomienda que tanto para la creación de cartografía digital como para la de la base de datos del sistema propuesto, se adopten plataformas compatibles, con las ya existentes en otras instituciones propietarias de Sistemas de Información Geográfica, con el fin de garantizar fluidez en la recepción de información interinstitucional.
- Se propone igualmente, involucrar a todos los niveles de FEDE y a aquellos Entes tales como: el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, Fundaescolar y Dividendo Voluntario para la Comunidad, en la definición de formatos y ambientes de trabajo unificados en lo que respecta a la codificación, escalas, unidades de medición, entre otros aspectos, relativos a la Planta Física Educativa. Adicionalmente se sugiere definir competencias entre FEDE y aquellas instituciones del Sector Educativo, en cuanto a la generación de información y las pautas para el intercambio de la misma, lo que reduce costos y aumenta la eficiencia en la Gestión de los Sistemas de Información.
- Se recomienda considerar como la opción ideal para la producción cartográfica digital que servirá al propuesto Sistema de Información Geográfica, la de la creación de una cartografía base única, producida para los fines de la Fundación, con un formato y presentación que identifique a la institución. Sin desestimar la alternativa de involucrar y comprometer al mayor número de Instituciones y Organismos Nacionales, productores de información cartográfica digital y de base

de datos atributiva, para que mantengan una permanente comunicación con la Fundación en cuanto al material que producen y pueden intercambiar con ésta, bajo la modalidad de Convenios.

- Se propone la creación, establecimiento y adopción de un código para identificar conjuntos educativos y el cual podrá combinarse con el Código SISE de Plantel, emanado del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, con la finalidad de conocer con exactitud el número de planteles que existen en un Conjunto Educativo y mantener una codificación de uso exclusivo de la Fundación.
- Dado el conocimiento de que algunas de las principales fuentes de bases de datos existentes, no revisten confiabilidad en sus registros. Se sugiere considerar el mantenimiento de un registro de origen de la(s) principal(es) fuentes de la Data del Sector Educativo, con las cuales la Fundación compartirá información.
- Se recomienda establecer un Plan Capacitación sobre la herramienta a ser utilizada en el desarrollo SIG, con lo cual no solo se estaría incluyendo al usuario final, sino a toda la estructura jerárquica de la Fundación, que se requiera reciba dicho conocimiento y capacitación.
- Se sugiere mantener informada a la alta gerencia de FEDE, tomadora de decisiones, sobre las distintas erogaciones que conlleva esta implantación, con la finalidad que se facilite la aprobación de los recursos previstos. Al mismo tiempo que conozca las erogaciones que tendrán que ser asumidas para adquirir o producir material cartográfico, la compra de software y la adquisición de equipos de hardware o periféricos.
- Se recomienda asumir al SIG FEDE bajo la concepción de un proyecto institucional, asignando un tipo de compromiso a cada gerencia en la Fundación, dependiendo de su competencia o misión. Entre los compromisos asignados estaría la vigilancia de la Fase de Implantación, por parte de un grupo de gerencia competente creado a tal fin y cuya competencia sería básicamente, el establecer

las medidas de actuación, sobre las cuales serán desarrollados los diferentes componentes del Sistema propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ West Churchman. **El Enfoque de Sistemas**. Editorial Diana. 1983
- ◆ James A. Senn. **Sistemas de Información para la Administración**. Grupo Editorial Iberoamérica. 1987.
- ◆ Rafael Andreu, Joan Ricart y Josep Valor. **Estrategias y Sistemas de Información**. McGraw-Hill . 1991.
- ◆ Bravo, Daniel. **Sistemas de Información en la empresa. Conceptos y aplicaciones**. Ediciones Pirámide S.A. Madrid. 2000.
- ◆ Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). **Data Base Management**, 1990
- ◆ Shunji Murai. **SIG Manual Base Vol. 1: Conceptos Fundamentales**. Revista SELPER (Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial). Vol. 15, N°1. Junio 1999.
- ◆ David J. Grimshaw. **Bringing Geographical Information Systems into business**. Ed. Longman Scientific & Technical, 1994.
- ◆ Environmental Systems Research Institute, INC. (ESRI). **Modeling Our World. The Esri Guide to Geo Database Design**. Esri Press.1999.
- ◆ Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). **GIS by ESRI. Arc/Info Data Management**, 1994.
- ◆ Ministerio de Hacienda y Crédito Público- Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. **Conceptos Básicos sobre Sistemas de información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica**. Colombia, 1995.

-
- ◆ George B. Korte, P.E. **The Gis Book, Understanding The Value and Implementation of Geographic Information System.** 1997.
 - ◆ Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). **GIS Analysis Vol 1. Geographic pattern and relationship.** Esri Press. 1999.
 - ◆ Kendall, K y Kendall, J(1997). **Análisis y Diseño de Sistemas.** Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
 - ◆ J. Lloréns Fábregas (1991). **Sistemas de Información, Planificación, Análisis y Diseño. Ciclo de Desarrollo de Sistemas.** Tercera edición. Editorial Miro C.A.
 - ◆ Maritza Barrios Yaselli. **Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales.** Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas,1998.
 - ◆ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, FEDE. **Información de Conjuntos Educativos.** Arq. Arismendi. Sexta versión. Caracas, Venezuela, 2000.
 - ◆ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, FEDE. **Instrumento para la Recolección de datos de Conjuntos Educativos.** Forma N°02.01.00.14. Caracas, Venezuela. Mayo, 1998.
 - ◆ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas FEDE. **Una Estrategia para la Eficiencia de la Planta Física Educativa.** Boletín FEDE Síntesis Informativa. 2da.Época N°18. Abril-Junio 1997.
 - ◆ Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE). **Gestión 1994-1998.** Caracas, Venezuela, 1998.