

The background of the page features a light gray grid pattern. In the upper left, there are three gray right-pointing triangles of increasing size, followed by the binary sequence '101'. A thin black line extends from the first triangle, forming a rectangular frame around the chapter title and list. In the center, a laptop is shown with a world map on its screen. The chapter title 'Capítulo 6' is in a dark gray box at the top right.

## Capítulo 6

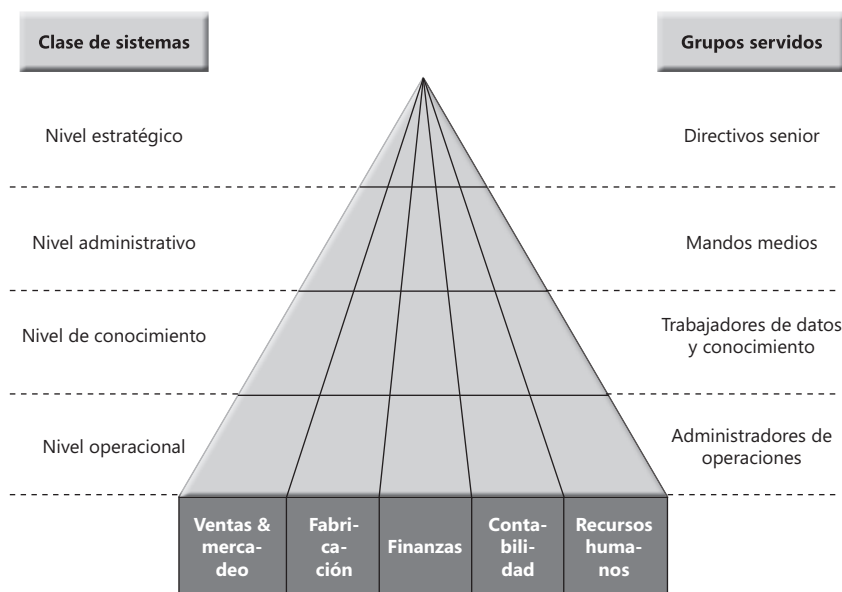
# Análisis y diseño de sistemas de información

- 6.1** Planeación del proyecto
- 6.2** Análisis del sistema
- 6.3** Diseño del sistema
- 6.4** Desarrollo del sistema y documentación
- 6.5** Pruebas del sistema
- 6.6** La implantación del sistema
- 6.7** El mantenimiento del sistema
- 6.8** El modelo de entidad-relación
- 6.9** Diagrama de flujo de datos



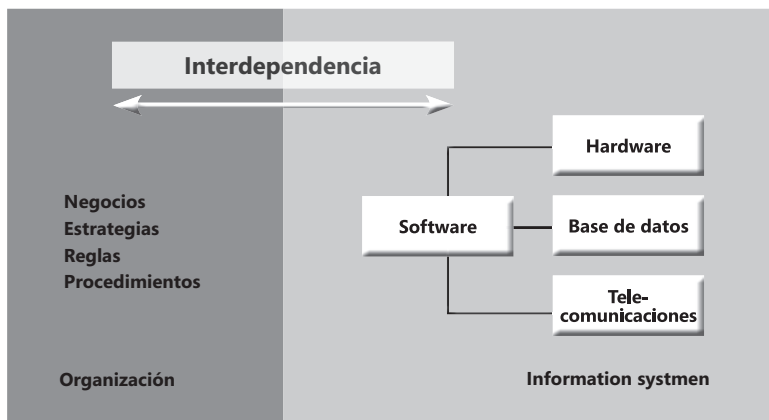
Antes de ver los pasos que se deben seguir para el análisis y diseño de sistemas de información es importante saber que se pueden evaluar, diseñar y construir sistemas para diferentes clases de actividades o tareas. Es así como los sistemas se pueden clasificar en dos grandes grupos generales, a saber: los *sistemas de información gerenciales* y los *sistemas enfocados a aplicaciones científicas o de ingeniería*.

Para el caso de este capítulo nos ocuparemos fundamentalmente de los sistemas de información gerenciales usados para la toma de decisiones. Basados en esta premisa, es necesario conocer la estructura general de las organizaciones y ver cómo los sistemas de información gerencial pueden ir enfocados hacia los diferentes niveles de la organización (estratégico, administrativo, del conocimiento y operacional) o ir dirigidos hacia las diferentes áreas funcionales de un negocio, como lo son finanzas, contabilidad, recursos humanos, producción, mercadeo y ventas, entre otras; como se puede apreciar en la figura No. 38.



▲ Figura 38. Tipos de sistemas de información

A su vez, es importante entender primero que los sistemas de información no son sólo programas o software, sino que son un conjunto de partes compuestas fundamentalmente por software (programas, datos, bases de datos) y hardware (computadores, impresoras, equipos de telecomunicaciones y redes) interrelacionados que trabajan para satisfacer las necesidades de manejo de información de los usuarios. Esta estrecha relación se puede visualizar en la figura No. 39.



▲ Figura 39. Interdependencia de sistemas

Entrando ya en las etapas del ciclo de vida de los sistemas es muy importante recordar las que se plantearon en el capítulo anterior y abordarlas una por una en este capítulo. Aquí se considerarán como fases de un proyecto de sistemas las siguientes etapas, que se conocen como las etapas del ciclo de vida clásico de los sistemas de información:

- Planeación del proyecto
- Análisis del sistema
- Diseño del sistema
- Desarrollo del sistema y documentación
- Pruebas del sistema
- Implantación del sistema
- Mantenimiento del sistema

## 6.1. Planeación del proyecto

Consiste en la definición del problema y la investigación que se hace acerca de las necesidades de los usuarios con respecto al sistema a fin de definir sus objetivos, alcances y justificación. La planeación del proyecto debe ser consistente con el plan estratégico de la empresa.

Una vez definidos los objetivos, alcances y justificación del sistema, se procede a hacer un diagrama funcional del sistema que consiste en una gráfica que debe mostrar de manera clara cómo operará el sistema y cuáles son sus funciones.

El cronograma define las actividades o etapas que se deben seguir para la elaboración del proyecto, así como las fechas de inicio y terminación de cada una de las actividades, indicando quiénes son sus responsables (de gerencia, de sistemas y por parte de los usuarios) y los indicadores que se usarán para medir el cumplimiento de los resultados.

Finalmente, en el presupuesto se debe especificar la asignación de recursos en donde se cuantifiquen y valoren monetariamente los recursos humanos, técnicos y económicos requeridos para el desarrollo del proyecto.

En la figura No. 40 se definen cuáles son las actividades que hacen parte de la planeación de un proyecto de sistemas y quiénes son las personas responsables por las áreas de gerencia, sistemas y por parte de los usuarios.

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
1	Planeación proyecto	Responsable	Responsable	Responsable
	1.1 Objetivos, alcance y justificación			
	1.2 Diagrama funcional			
	1.3 Cronograma			
	1.4 Presupuesto			

▲ Figura 40. Fases de un proyecto de sistemas

## 6.2. Análisis del sistema

Una vez desarrollada la planeación del proyecto en donde se definió qué es lo que se quiere hacer, la programación y el presupuesto, se puede proceder en materia con la etapa de análisis del sistema. En esta etapa se definen los requerimientos de información del mismo, los procesos que se piensa sistematizar, el flujo de los datos y la manera como se van a almacenar datos e información generada.

Primero que todo, para definir los requerimientos de información, los procesos y controles que serán tenidos en cuenta por el sistema, es muy importante llevar a cabo las siguientes tareas:

- **Entrevistas:** es necesario que los analistas se reúnan con los clientes del sistema y de más personas involucradas con el mismo a fin de conocer cuáles son sus inquietudes y requerimientos.
- **Encuestas:** una vez realizadas las entrevistas se debe proceder, en la mayoría de los casos, y cuando se amerite, a desarrollar y aplicar encuestas que busquen hacer una investigación de mercado entre los futuros clientes del sistema, con el fin de establecer de una manera más formal cuáles son sus expectativas y necesidades.
- **Manuales de procesos:** desde luego que los manuales de procesos son los documentos que especifican de manera formal cuáles son las actividades que se deben seguir para llevar a cabo un flujo de trabajo que conduzca a un resultado para la organización. Por tanto, los manuales de procesos son herramientas de primera mano para saber en detalle qué es lo que se quiere sistematizar. No todas las empresas poseen manuales de procesos actualizados, lo cual no quiere decir que en ellas no existan procesos. De todos modos, con y sin manuales de procesos, el analista debe intentar obtenerlos para tener claro qué es lo que se va a hacer.
- **Los documentos:** toda organización maneja documentos como parte del desarrollo de sus procesos, ya sean formas, formatos, listados, reportes u otra clase. Por lo anterior es importante que el analista recolecte y analice todos los documentos necesarios para involucrarlos en el proyecto de sistematización.

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
2	Análisis del sistema	Responsable	Responsable	Responsable
	2.1 Requerimientos de información, procesos y controles			
	2.2 Descripción de procesos			
	2.3 Descripción de flujos de datos			
	2.4 Descripción del almacenamiento			

▲ Figura 41. Fases de un proyecto de sistemas

Con base en los elementos anteriores el analista cuenta con lo necesario para definir y describir los procesos a sistematizar, así como para hacer el diagrama de flujo de datos (que se ilustrará más adelante). En un proyecto de sistemas es muy importante definir cómo se almacenará la información y qué medios se utilizarán para ello, así como la política de copias de seguridad.

## 6.3. Diseño del sistema

El diseño de un sistema de información es el plan o modelo general de ese sistema. Al igual que los planos de una edificación, el diseño contiene todas las especificaciones que dan al sistema su forma y estructura. El diseñador de sistemas detalla las que implementarán las funciones identificadas durante la fase de análisis. Dichas especificaciones deben contemplar todos los componentes de administración, organización y tecnología del sistema solución.

Los diagramas de contexto, funcional y de flujo de datos, serán ilustrados más adelante con un ejemplo. Los diagramas de contexto definen la interacción del sistema con el ambiente externo a él, compuesto por usuarios, clientes, otros sistemas, archivos, etc. Los diagramas funcionales describen las operaciones básicas del sistema que le permitirán cumplir con las tareas para las cuales fue diseñado y el diagrama de flujo de datos (DFD) describe cómo fluyen los datos a través del sistema mediante el esquema Entrada-Proceso-Salida.

La matriz de acceso al sistema es una tabla que define los niveles de acceso al mismo y por consiguiente su seguridad, identificando qué clases de usuarios pueden ingresar al sistema, indicando en cada caso qué acciones están autorizados para ejecutar cada uno de ellos.

La técnica que se aplicará en este texto para definir el modelo de los datos se conoce con el nombre de Modelo de Entidad-Relación (MER). El modelo de Entidad-Relación es la técnica que permite definir los datos, es decir, las entidades, sus atributos y las relaciones entre las mismas. Para profundizar este concepto es necesario que el lector se remita a la teoría de Bases de Datos.

Las interfaces del sistema son los elementos necesarios para que el sistema se comuniquen con el ambiente externo. Es por esto que la definición de las interfaces del sistema implica fundamentalmente la definición de las pantallas y menús que aparecerán visibles a los usuarios en el monitor del computador. Dentro de las interfaces del sistema también se definen los medios de entrada de datos al sistema, como pueden ser: el teclado, el lector de código de barras, el scanner, el OCR (reconocimiento óptico de caracteres), etc.

Finalmente, los informes son un medio de salida muy importante de los sistemas que ameritan una mención aparte. Los informes son los mecanismos formales de salida de los sistemas que pueden estar representados por listados impresos, documentos impresos, o reportes. En la fase de diseño se deben definir claramente las especificaciones y contenidos que generarán los reportes de acuerdo con los requerimientos del usuario.

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
<b>3</b>	<b>Diseño del sistema</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>
	3.1 Diagrama de contexto, funcional, de flujo de datos			
	3.2 Matriz de acceso al sistema			
	3.3 Diseño del modelo de datos (Modelo Entidad-Relación)			
	3.4 Diseño de las interfaces del sistema (formas o pantallas)			
	3.5 Diseño de informes			

▲ Figura 42. Fases de un proyecto de sistemas

## 6.4. Desarrollo del sistema y documentación

El desarrollo de un sistema consiste en la traducción del diseño de dicho sistema a una forma entendible para la máquina, lo cual se logra mediante la generación de código fuente, el cual se puede obtener en algunos casos de manera automatizada (usando herramientas CASE) y en todos los casos usando el talento de los programadores que elaboran dicho código para que satisfaga las especificaciones del diseño.

La documentación del sistema consiste en plasmar en un documento escrito o electrónico todas las especificaciones técnicas de diseño con el fin de que otros analistas y programadores entiendan cómo se diseñó y desarrolló y lo puedan mantener o mejorar. La figura No. 43 ilustra las etapas que sigue el desarrollo y documentación del sistema.

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
<b>4</b>	<b>Desarrollo del sistema y documentación</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>
	4.1 Elaboración de programas			
	4.2 Construcción de consultas e informes			
	4.3 Manual de diseño			
	4.4 Manual de usuario			

▲ Figura 43. Fases de un proyecto de sistemas



## 6.5. Pruebas del sistema

Una vez desarrollado un sistema de información se podría esperar que ya estuviese listo para entrar en operación. No obstante, es absolutamente necesario efectuarle pruebas, pues es inusual que un sistema quede completamente listo y a satisfacción del usuario después de finalizada su etapa de desarrollo.

Las pruebas de un sistema deben hacerse primero por partes y luego como un todo. En consecuencia, se debe seleccionar a un usuario representativo para que ingrese módulo por módulo en la aplicación y proceda a operarla, aún incluyendo información que no se espera que un usuario en condiciones normales incluya; todo esto para ver cómo se comporta cada parte del sistema aún en situaciones no previstas. En la prueba de módulos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En los campos de captura de información, incluir datos ilógicos. Por ejemplo, si se pide un valor, incluirlo fuera de los rangos establecidos o con signos negativos para verificar que el sistema haga las validaciones respectivas.
- Cuando se incluyan valores que deban validarse con el contenido de otras tablas o que manejen otros módulos, incluir valores que no existan en otros módulos para ver cómo valida el sistema. Por ejemplo, si se van a incluir novedades de un empleado, digitar un número de cédula que no exista para ver cómo lo valida el sistema.

En la prueba integral se hacen pruebas generales al sistema como un todo, para ver de qué manera se afecta un módulo con la información que se ha incluido en otros.

Finalmente, el usuario debe verificar en cada módulo hasta el mínimo detalle para que las correcciones se hagan una vez terminada la fase de pruebas y no cuando el sistema está en operación, pues ya en este caso las correcciones son costosas y generan malestar y desconfianza entre los usuarios finales.

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
5	<b>Pruebas del sistema</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>
	5.1 Prueba de módulos			
	5.2 Prueba integral			
	5.3 Pruebas especiales: seguridad, carga máxima, desempeño, recuperación			

▲ Figura 44. Fases de un proyecto de sistemas

## 6.6. La implantación del sistema

Una vez se ha definido que el producto está terminado, probado y para entrega, se procede con la fase de implantación, que consiste en ubicar la aplicación en las máquinas y áreas previstas, efectuando el proceso de instalación. Una vez finalizada la instalación, comenzar con el proceso de preparación de la información que se incluirá inicialmente para que arranque el sistema.

Posteriormente, se procede con la capacitación de los usuarios de la aplicación, de modo que las dudas sean mínimas acerca de la operación del sistema.

En la fase de implantación es clave llevar un paralelo con el sistema que funcionaba anteriormente (ya sea manual o automatizado), pues debe quedar muy claro que es el nuevo sistema por sí mismo el que debe desplazar al sistema anterior. Los usuarios deben percatarse, por su propia cuenta, que ya no es rentable seguir funcionando con el sistema anterior y que el nuevo sistema lo ha desplazado.

Si el tiempo de operación paralelo, entre el sistema anterior y el nuevo, se extiende demasiado se puede haber presentado una o varias de las siguientes situaciones:

- Que el sistema anterior es más eficaz en todos o algunos aspectos que el nuevo
- Que hace falta capacidad directiva para imponer el nuevo sistema

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
<b>6</b>	<b>Implantación del sistema</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>
	6.1 Cronograma de implantación			
	6.2 Preparación			
	6.3 Entrenamiento			

▲ Figura 45. Fases de un proyecto de sistemas

## 6.7. El mantenimiento del sistema

Aunque no lo noten muchos, ésta es la fase más extensa en el tiempo y más costosa del ciclo de vida de los sistemas de información. Se puede decir que la fase de mantenimiento existirá mientras el sistema tenga vida. Por otra parte, es una fase que puede ser muy costosa, pues implica la dedicación de capacidad profesional durante todo el tiempo

de vida de la aplicación para hacer correcciones y ajustes de acuerdo con los cambios en el medio. Los cambios o ajustes que se hagan en la fase de diseño pueden corresponder a:

- Errores o requerimientos que se dejaron pasar en las fases de prueba o implementación del sistema
- Cambios en los requerimientos de los usuarios originados por cambios en los procesos de la organización, cambios en las normas y leyes existentes, o nuevas inquietudes de los usuarios propias de la evolución de todo negocio.
- Cambios tecnológicos, como por ejemplo la instalación de nuevo hardware, nuevos sistemas operativos, nuevas tecnologías de redes, migración de los sistemas a otros, entre otras circunstancias.

Fase	Nombre fase	Gerencia	Sistemas	Usuarios
<b>7</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsable</b>
	7.1 Mantenimiento de aplicaciones de datos			
	7.2 Mantenimiento de hardware			
	7.3 Bitácora de seguimientos			

▲ Figura 46. Fases de un proyecto de sistemas

## 6.8. El modelo de entidad-relación

Existe un gran número de metodologías para definir la estructura de los datos de un sistema para la administración de bases de datos. Una de las más importantes y prácticas es el modelo de Entidad-Relación (MER) que es la que se ilustrará en este capítulo y que se considera como un elemento base para entender cómo se diseñan los sistemas. Para entender el modelo de Entidad-Relación es necesario primero conocer los elementos base para construir el modelo, así:

- Entidades
- Atributos
- Dominios
- Claves
- Relaciones
- Restricciones en las relaciones
  - Restricción de Exclusividad
  - Restricción de Exclusión
  - Restricción de Inclusividad
  - Restricción de Inclusión

### 6.8.1. Entidades

Se puede definir como entidad a cualquier objeto, real o abstracto, que existe en un contexto determinado o puede llegar a existir y del cual deseamos guardar información, por ejemplo: "PROFESOR", "CURSO", "ALUMNO". Las entidades las podemos clasificar en:

**Regulares:** aquellas que existen por sí mismas y en las que la existencia de un ejemplar no depende de la existencia de otros ejemplares en otra entidad. Por ejemplo, "EMPLEADO", "PROFESOR". La representación gráfica dentro del diagrama corresponde a un rectángulo, como se verá mas adelante.

**Débiles:** son aquellas entidades en las que se hace necesaria la existencia de ejemplares de entidades distintas para que puedan existir ejemplares en ésta. Por ejemplo, no puede existir la entidad "SUPLETORIOS" si no existe la entidad "ALUMNOS".

Como complemento al diagrama de entidades del modelo de datos se puede utilizar la siguiente tabla para definir las diferentes entidades:

▼ Tabla 11. Diagrama de cantidad	
Nombre	PROFESOR
Objeto	Almacenar la información relativa de los profesores de la organización.
Alcance	Se entiende como profesor a aquella persona que, contratada por la organización, imparte, al menos, un curso dentro de la misma.
Número de ejemplares	10 profesores
Crecimiento previsto	2 profesores / año
Confidencialidad	1. Nombre y apellidos: Acceso público. 2. Datos personales: Acceso restringido a secretaría y dirección. 3. Salario: Acceso restringido a dirección.
Derechos de Acceso	Para garantizar la total confidencialidad de esta entidad, el sistema de bases de datos deberá solicitar un usuario y una contraseña para visualizar los elementos de la misma.
Observaciones	Los ejemplares dados de baja no serán eliminados de la base de datos; pasarán a tener una marca de eliminado y no serán visualizados desde la aplicación.

### 6.8.2. Atributos

Las entidades se componen de atributos, es decir, cada una de las propiedades o características que tienen las entidades. Cada ejemplar de una misma entidad posee los mismos atributos, tanto en nombre como en número, diferenciándose de los otros por los valores que toman dichos atributos. Si consideramos la entidad "PROFESOR" y definimos los atributos Nombre, Teléfono y Salario, podríamos obtener los siguientes ejemplares:

- {Luis García, 91.555.55.55, 80.500}
- {Juan Antonio Alvarez, 91.666.66.66, 92.479}
- {Marta López, 91.777.77.77, 85.396}

Existen cuatro tipos de atributos:

1. **Obligatorios:** aquellos que deben tomar un valor y no se permite que ningún ejemplo no tenga un valor determinado.
2. **Opcional:** aquellos atributos que pueden tener valor o no.
3. **Monovaluado:** aquel atributo que sólo puede tener un único valor.
4. **Multivaluado:** aquellos atributos que pueden tener varios valores.

Un atributo puede ser opcional u obligatorio, con uno o con muchos valores.

Dentro del diagrama de la entidad "PROFESOR" los atributos aparecen listados en la parte interior del rectángulo.

Existen atributos, llamados derivados, cuyo valor se obtiene a partir de los valores de otros atributos. Pongamos como ejemplo la entidad "PROFESOR" que tiene los atributos "NOMBRE", "FECHA DE NACIMIENTO", "EDAD"; el atributo "EDAD" es un atributo derivado por que se calcula a partir del valor del atributo "FECHA DE NACIMIENTO".

Como complemento al diagrama de entidades del modelo de datos, se puede utilizar la siguiente tabla para definir los diferentes atributos:

▼ Tabla 12. Definición de atributos	
Atributo	Dominio
Fecha de Alta	Calendario Gregoriano
Teléfono	Conjunto de números de teléfonos
Cobro de Incentivos	SI / NO
Edad	16 – 65

### 6.8.3. Dominios

Se define como Dominio un conjunto de valores posibles que puede tomar un determinado atributo dentro de una entidad. Por ejemplo:

De forma casi inherente al término Dominio aparece el concepto Restricción para un atributo. Cada atributo puede adoptar una serie de valores de un dominio restringiendo determinados valores. El atributo "EDAD" toma sus valores del dominio N (números naturales) pero se puede poner como restricción aquellos que estén en el intervalo (0-120). Dentro de la entidad "PROFESOR" se podría restringir aún más el intervalo, puesto que

la edad mínima para trabajar es de 16 años y la máxima de 65, por lo tanto el intervalo sería (16-65).

### 6.8.4. Claves

El modelo entidad-relación exige que cada entidad tenga un identificador. Se trata de un atributo o conjunto de atributos que identifican de forma única a cada uno de los ejemplares de la entidad. De tal forma que ningún par de ejemplares de la entidad puedan tener el mismo valor en ese identificador.

Un ejemplo de identificador es el atributo "NUM\_IDENTIDAD" que, en la entidad "COLOMBIANOS", identifica de forma única a cada uno de los colombianos. Estos identificadores reciben el nombre de Identificador Principal (IP) o Clave Primaria (PK - Primary Key). Se puede dar el caso de existir algún identificador más en la entidad a estos identificadores se les denomina Identificadores Candidatos (IC).

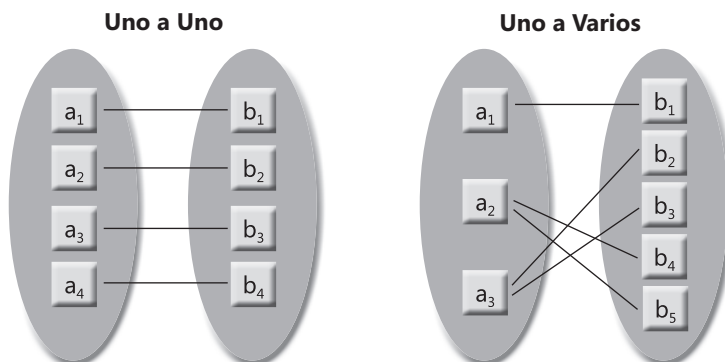
### 6.8.5. Relaciones

En cada relación se debe establecer el número máximo y mínimo de elementos de una entidad que pueden estar asociados, mediante una determinada relación, con los elementos de otra entidad.

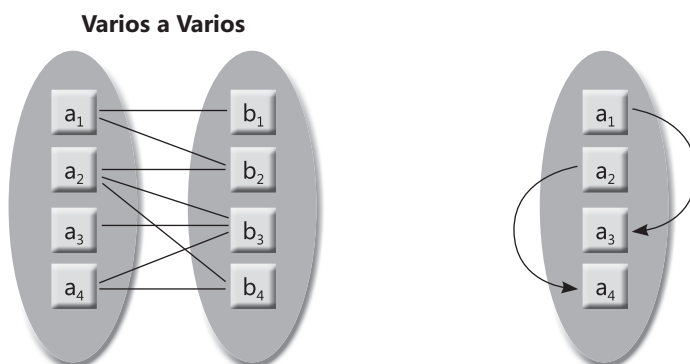
Como se puede observar en las figuras No. 47 y 48, se pueden dar los siguientes tipos de relaciones, las cuales se deben analizar a partir de los elementos del primer conjunto hacia los elementos del segundo conjunto y de los elementos del segundo conjunto hacia los elementos del primero:

- **Relación Uno a Uno:** cuando a cada elemento del primer conjunto le corresponde uno y sólo un elemento del segundo conjunto y a cada elemento del segundo conjunto le corresponde uno y solo un elemento del primer conjunto.
- **Relación uno a varios:** cuando cada elemento del primer conjunto le corresponde uno o varios elementos del segundo conjunto y a cada elemento del segundo conjunto le corresponde un solo elemento del primer conjunto.
- **Relación varios a varios:** cuando a cada elemento del primer conjunto le corresponde varios elementos del segundo conjunto y a cada elemento del segundo conjunto le corresponde varios elementos del primer conjunto.

Todos estos tipos de relaciones entre conjuntos se pueden generalizar hacia entidades asimilándolas a los conjuntos, a su vez los tipos de relaciones entre entidades constituyen lo que se denomina la cardinalidad entre conjuntos.



▲ Figura 47. Relaciones



▲ Figura 48. Relaciones

A continuación se presenta la fórmula que explica cómo se construye la relación y los elementos que constituyen dicha relación:

Entidad1: es la entidad origen o padre.

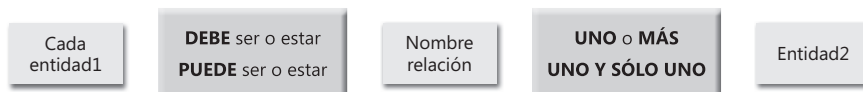
Entidad2: es la entidad destino de la relación.

Nombre relación: es el nombre de la relación entre las dos entidades.

DEBE/PUEDER ser o estar: define la obligatoriedad u opcionalidad de la relación.

UNO o MAS/UNO Y SOLO UNO: define el grado de la relación.

También es muy importante tener en cuenta que para definir la naturaleza de una relación entre dos entidades es necesario hacer un análisis de la **entidad1** hacia la **entidad2** y de la **entidad2** hacia la **entidad1**.



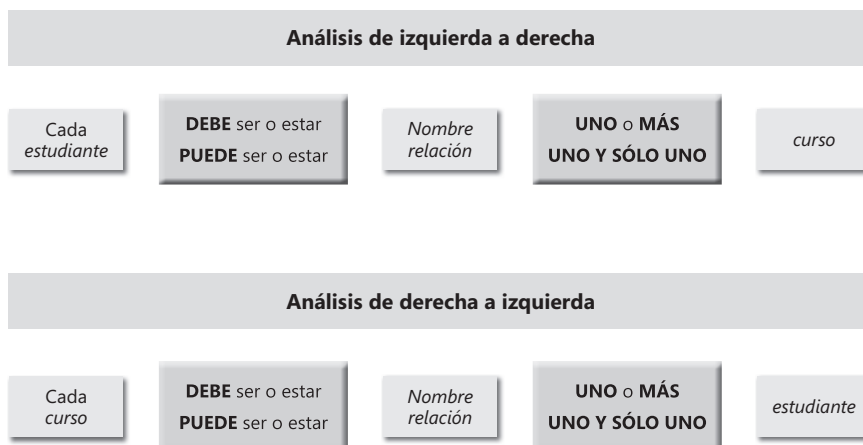
Ej : CADA curso DEBE SER impartido por UNO y SOLO UN docente

▲ Figura 49. Relaciones

En definitiva, para definir la naturaleza de la relación de una entidad hacia otra se deben seguir 4 pasos, a saber:

En el **paso No. 1** para el análisis de izquierda a derecha la **entidad1** será estudiante y la **entidad2** será curso, y en el análisis de derecha a izquierda la **entidad1** será curso y la **entidad2** sera estudiante. Para lo cual se pueden analizar las dos situaciones de la figura No. 50.

### Paso 1: Definición de entidad1 y entidad2

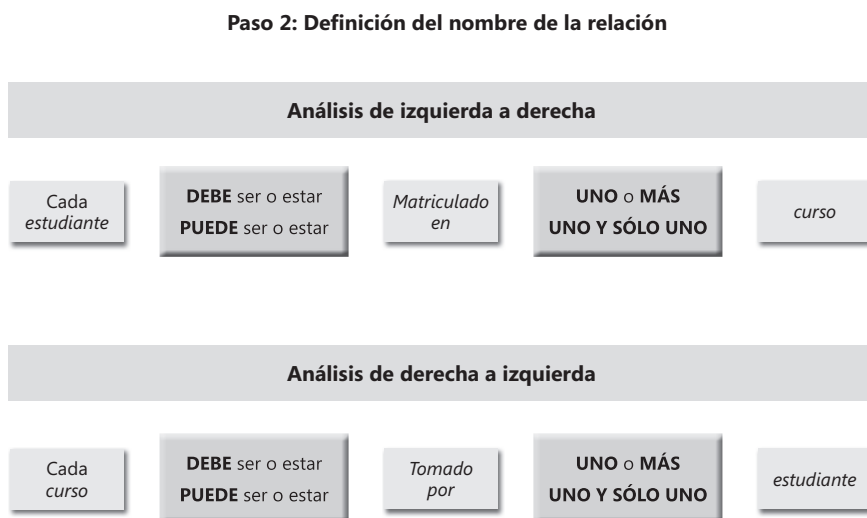


▲ Figura 50.. Diseño del modelo E-R



En el **paso No. 2** para el análisis de izquierda a derecha se le dará a la relación el nombre de **matriculado en** y para el análisis de derecha a izquierda se le dará el nombre de **tomado por**.

Hasta este paso las dos oraciones que definen la relación quedan de la siguiente manera:



▲ Figura 51. Diseño del modelo E-R

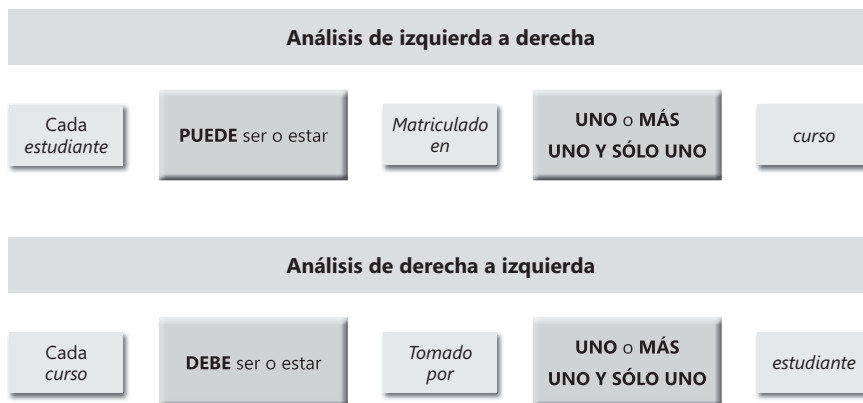
En el **paso No. 3** se define la obligatoriedad de la relación definiéndose si todos los elementos de la entidad desde la cual se inicia la relación (entidad origen) están incluidos en la relación (debe ser o debe estar) o si algunos de los elementos de la entidad no participan en la relación (puede ser o estar). La definición de esta característica de la relación depende de las reglas del negocio.

En el análisis de izquierda a derecha, la entidad origen es estudiante. Si para este caso no se admite que ningún estudiante no esté matriculado en ningún curso, la obligatoriedad sería "debe estar", pero vamos a considerar que hay estudiantes que están matriculados pero no están tomando ningún curso; por ejemplo, los estudiantes que han cancelado temporalmente un semestre, por lo tanto la obligatoriedad es "puede estar".

En el análisis de derecha a izquierda, la entidad origen es curso. Suponemos que en el caso del curso nos referimos a los cursos abiertos y que la regla del negocio dice que no se abrirá ningún curso si no tiene estudiantes. Por lo tanto, la obligatoriedad es "puede ser".

Hasta este paso las dos frases quedan como aparece en la figura No. 52.

### Paso 3: Obligatoriedad opcionalidad de la relación



▲ Figura 52. Diseño del modelo E-R

En el **paso No. 4** se definen cuántos elementos de la entidad a la cual llega la relación (entidad destino) están incluidos en ésta. Hay dos posibles grados: "uno y sólo uno", cuando en la entidad destino participa sólo un elemento, y "uno o más", cuando en la entidad destino participan varios elementos.

En el análisis de izquierda a derecha, la entidad destino es curso, se tienen dos posibilidades:

### Paso 4: definición del grado de la relación

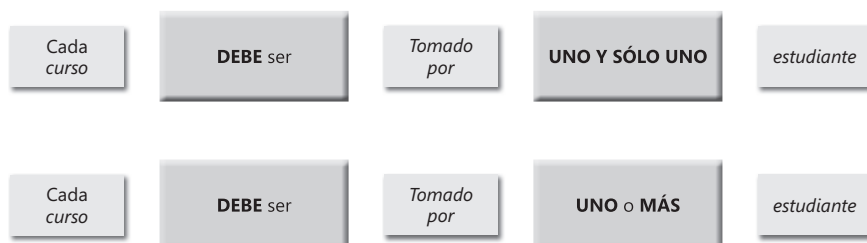


▲ Figura 53. Diseño del modelo E-R

De acuerdo con las reglas del negocio se escoge la segunda opción ya que es lo normal que un estudiante se matricule en varios cursos simultáneamente.

En el análisis de derecha a izquierda, la entidad destino es estudiante, se tienen dos posibilidades, a saber:

#### Paso 4b: definición del grado de la relación



▲ Figura 54. Diseño del Modelo E-R

De acuerdo con las reglas de negocio se escoge la segunda opción debido a que normalmente los cursos son tomados por varios estudiantes.

Los pasos para dibujar el diagrama de entidad-relación son los siguientes:

**Paso No. 1:** Dibujar los dos rectángulos que representan las dos entidades que se van a relacionar.

**Paso No. 2:** Hacer el dibujo que representa el análisis de izquierda a derecha

- Colocar el nombre de la relación al lado de la entidad origen.
- Dibujar la obligatoriedad desde el rectángulo de la entidad origen hasta la mitad del trayecto a la entidad destino.  
Si la obligatoriedad es "debe ser o estar" se dibuja una línea continua \_\_\_\_\_  
Si la obligatoriedad es "puede ser o estar" se dibuja una línea discontinua .....
- Dibujar el grado de la relación al lado de la entidad destino.  
Si el grado es "uno y solo uno" se dibuja una línea sencilla sin ramificaciones —  
Si el grado es "uno o más" se dibuja una línea con ramificaciones <<

**Paso No. 3:** Hacer el dibujo que representa el análisis de derecha a izquierda, siguiendo análogamente los pasos a, b, c, del punto anterior.

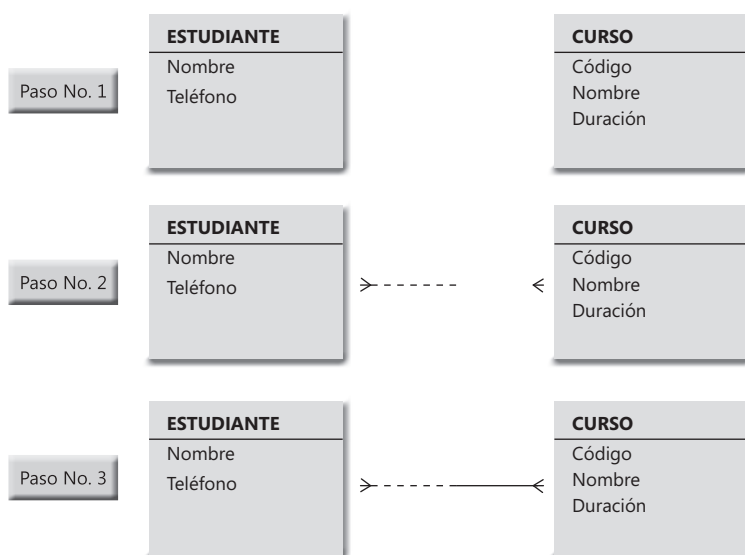
Se va a proceder a aplicar las reglas para dibujar el diagrama Entidad - Relación del caso de estudiantes y cursos.

En el paso No. 1 se dibujan los dos rectángulos que representan las dos entidades que se van a relacionar.

En el paso No. 2 se hace el dibujo que representa el análisis de izquierda a derecha, es decir, cada estudiante puede estar matriculado en uno o más cursos.

En el paso No. 3, como se puede apreciar en la figura No. 55, se hace el dibujo que representa el análisis de derecha a izquierda, es decir, cada curso debe ser tomado por uno o más estudiantes.

Es importante que se tenga en cuenta que las dos líneas que representan la obligatoriedad se encuentran en la mitad del trayecto entre las dos entidades.



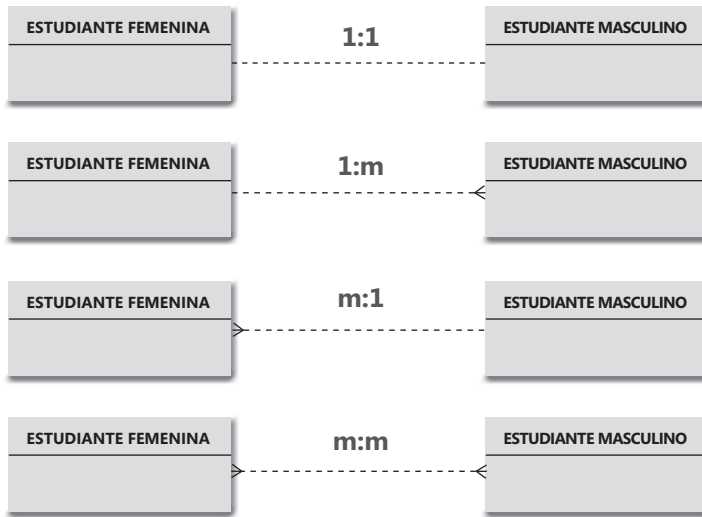
▲ Figura 55. Ejemplo del modelo E-R

Para ejemplificar los diferentes tipos de relaciones existentes, se tomará como ejemplo el caso de la entidad EF (estudiante femenina) que se relaciona con la entidad EM (estudiante masculino). En la figura No. 56 se presentan las relaciones que se pueden dar entre las dos entidades y que se describen a continuación:

(1:m) Una estudiante femenina puede ser amiga de uno o más estudiantes masculinos y un estudiante masculino puede ser amigo de una y sólo una estudiante femenina.

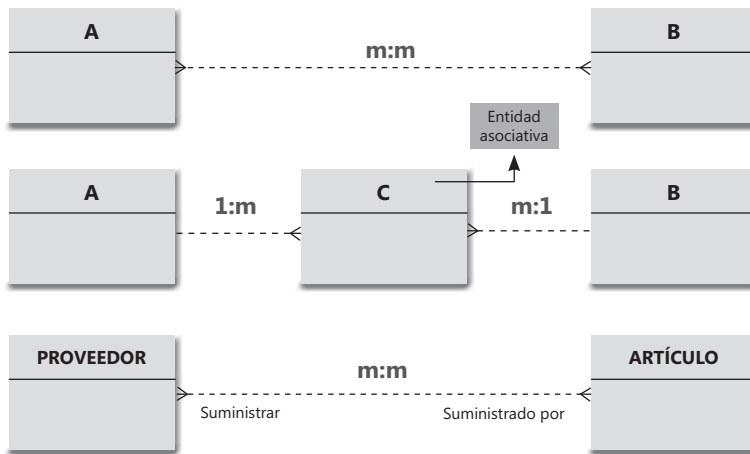
(m:1) Una estudiante femenina puede ser amiga de uno y sólo un estudiante masculino y un estudiante masculino puede ser amigo de una o más estudiantes femeninas.

(m:m) Una estudiante femenina puede ser amiga de uno o más estudiantes masculinos y un estudiante masculino puede ser amigo de una o más estudiantes femeninas.



▲ Figura 56. Ejemplo del modelo E-R

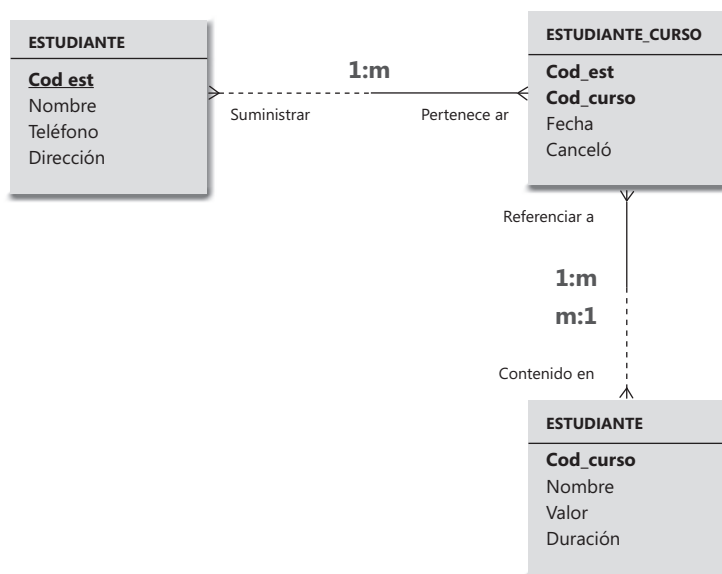
Las relaciones (1:1), (1:m) y (m:1) se pueden manejar fácilmente. Pero las relaciones (m:m) no se pueden manejar directamente, para lo cual surge el concepto de entidad asociativa.



▲ Figura 57. Ejemplo del modelo E-R

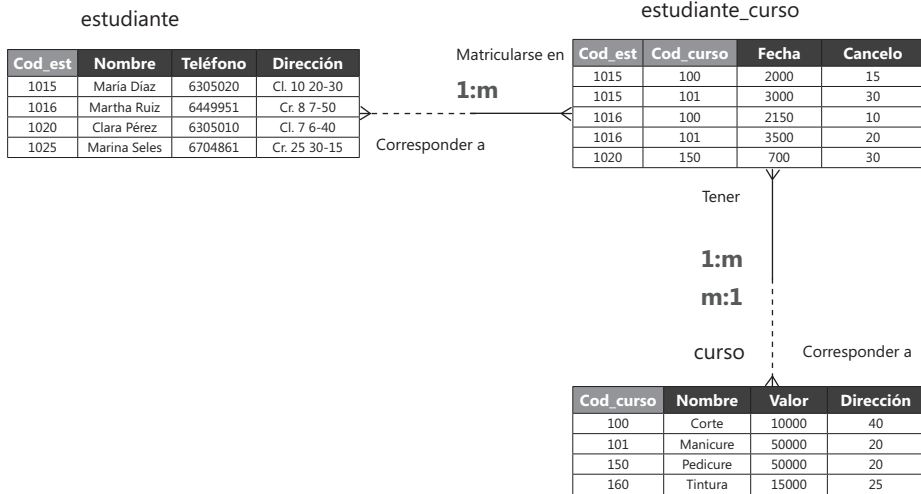
La entidad asociativa (ver figura No. 57) se construye para romper las relaciones varios a varios, en donde la relación (m:m) se reemplaza por dos relaciones, (1:m) y (m:1). A su vez, necesariamente la entidad asociativa debe tener atributos o campos comunes con cada una de las dos entidades iniciales, los cuales son los campos o atributos llave de cada una de las entidades. Esto se ilustrará más adelante mediante un ejemplo.

En el ejemplo de la figura No. 57, la relación entre ESTUDIANTE y CURSO es (m:m), para poderla manejar se construye la entidad asociativa ESTUDIANTE\_CURSO. Ahora quedan entonces dos relaciones (1:m) y (m:1) de las dos entidades iniciales con la nueva entidad asociativa ESTUDIANTE\_CURSO. Como se puede observar, la llave primaria de la entidad ESTUDIANTE es **cod\_est** y la llave primaria de la entidad CURSO es el atributo **cod\_curso**; automáticamente, la llave primaria de la entidad asociativa está compuesta por los atributos **cod\_est** y **cod\_curso**.



▲ Figura 58. Ejemplo del modelo E-R

Para dar mayor claridad a lo explicado, se han dibujado en la figura No. 59 las entidades representadas mediante tablas y con datos reales, para que se pueda ver mejor la razón de ser de la entidad asociativa. Por ejemplo, los empleados, en función de sus capacidades, o son diseñadores de productos o son operarios y los fabrican; no es posible que ningún empleado sea diseñador y fabricante a la misma vez.



▲ Figura 59. Ejemplo del modelo E-R

### 6.8.6. Restricciones en las relaciones

Las relaciones entre entidades pueden estar sujetas a restricciones (en seguida se mencionan las restricciones más importantes que pueden tener). No obstante, estas restricciones no se visualizarán en los modelos que se presentan en este capítulo, ya que ellas se pueden implementar a nivel de programación dentro del código.

- **Restricción de Exclusividad**

Dos o más relaciones son de exclusividad cuando cada ejemplar de la entidad presente en todas sólo puede combinarse con ejemplares de una sola de las entidades restantes.

- **Restricción de Exclusión**

Se produce una restricción de exclusión cuando los ejemplares de las entidades sólo pueden combinarse utilizando una relación. Es el caso del siguiente ejemplo:

Un profesor no puede recibir e impartir el mismo curso, aunque al contrario que en la restricción anterior puede impartirlo o recibirlo.

- **Restricción de Inclusividad**

Se dice que una relación es de inclusividad cuando todo ejemplar de una entidad que participa en una relación ha tenido que participar en la otra. Por ejemplo:

Para que un empleado pueda trabajar como diseñador de productos debe haber asistido, al menos, a dos cursos.

- **Restricción de Inclusión**

Se establece una restricción de inclusión cuando todo ejemplar de una entidad, para participar en la asociación con otro elemento de otra entidad mediante una relación, requiere que ambos elementos estén asociados por una segunda interrelación. Por ejemplo:

Para que un hombre se divorcie de una mujer, previamente ha de haberse casado con ella.

## 6.9. Diagrama de flujo de datos.

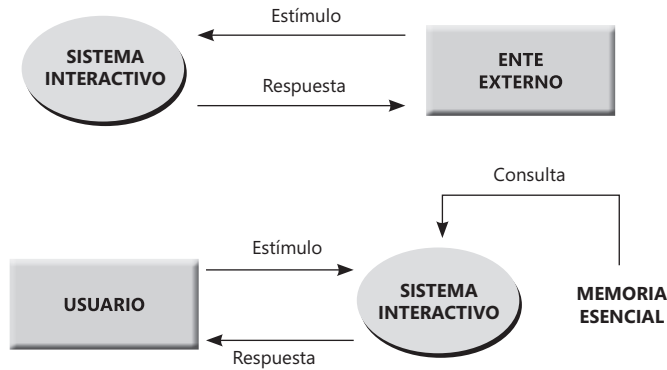
En primer lugar, las relaciones entre entidades se pueden resumir en el cuadro que aparece en la figura No. 60.

	Curso	Estudiante	Profesor
Curso	x	Tomado por (1:m)	Dictado por (1:m)
Estudiante	Matriculado en (1:mm)	x	x
Profesor	Maestro de (1:m)	x	x

▲ Figura 60. DFD- Matriz de cruce de entidades

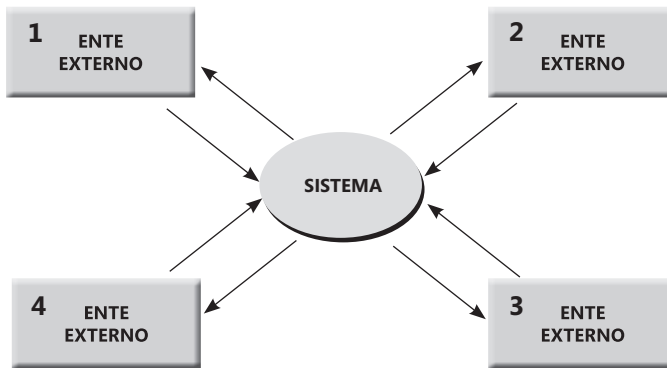
Cuando se comienza con el diseño de un sistema de información es importante observar, en primera instancia, cuál es la estructura general del modelo interactuando con el ambiente externo, incluyendo en él principalmente la relación general con el usuario. La figura No. 61 presenta un modelo que pretende describir en términos generales al sistema y su relación con el ambiente externo, el cual puede corresponder a usuarios, clientes, unidades de almacenamiento, entre otras cosas.





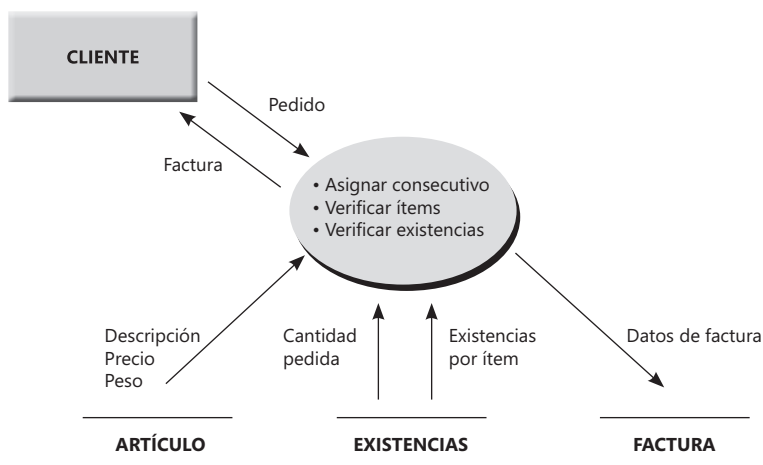
▲ Figura 61. DFD-Modelo conceptual de funciones

Otro elemento importante es el diagrama de contexto que muestra las relaciones generales del sistema con los entes externos, como se puede apreciar en la figura No. 62.



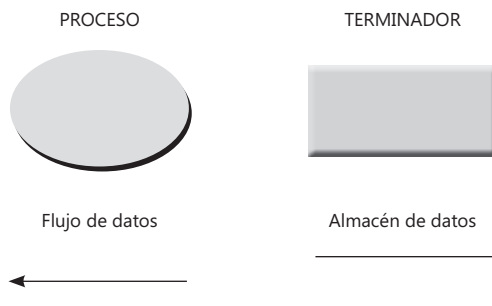
▲ Figura 62. DFD-Diagrama de contexto

La figura No. 63, ya muestra un diagrama de contexto para un sistema de facturación. Aquí se describen las relaciones generales entre las entidades Artículo, Clientes, Existencias y Facturas.



▲ Figura 63. DFD - Diagrama de contexto

En resumen, para construir un diagrama de contexto se requieren los elementos de diagrama que aparecen en la figura No. 64.



▲ Figura 64. DFD - Elementos del diagrama

### 6.9.1. Ejemplo del análisis y diseño del sistema de información para una tienda de video

La figura No. 65 presenta los requerimientos del usuario para la construcción de un sistema de información para administrar un tienda de video. Éste es un ejemplo completo que contiene todos los pasos necesarios en las etapas de análisis y diseño del sistema.

En nuestra tienda necesitamos manejar información sobre cerca de tres mil cintas.

Cada cinta de video tiene un número identificador. De cada película necesitamos conocer su título y categoría (por ejemplo: comedia, suspenso, drama, acción, guerra o ciencia ficción) y además le damos un identificador específico. Obviamente, nosotros sabemos que película contiene una cinta. Una cinta puede estar en formato Beta o VHS y siempre tenemos al menos una cinta para cada película y cada cinta siempre es copia de una sola película específica. Nuestra cintas son muy largas y no tenemos ninguna película que requiera varias cintas.

Frecuentemente, los clientes nos preguntan qué películas protagoniza un actor específico, por lo tanto nos gustaría, cuáles son los actores principales de cada película.

No todas nuestras películas tienen actores principales. A nuestros clientes les gustaría conocer el nombre real del actor y su fecha de nacimiento. Nosotros tenemos información solamente de actores que aparecen en las películas de nuestro inventario.

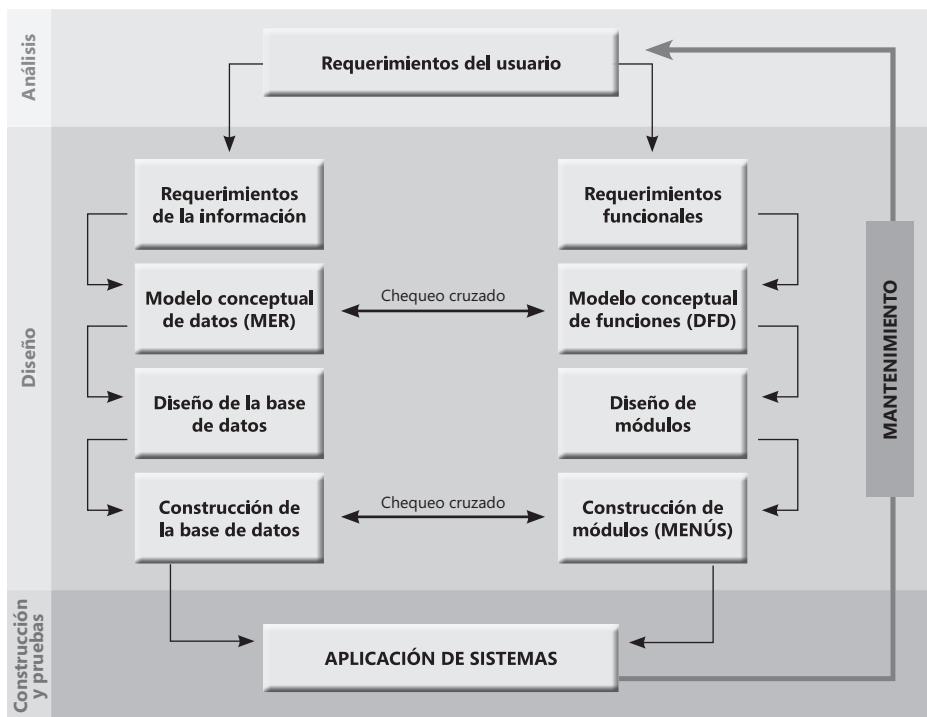
Solamente alquilamos cintas a los socios de la tienda y para unirse a ella es necesario que el cliente registre su cédula, apellidos, nombres, teléfono y dirección. Un socio puede retirar varias cintas en un momento dado y sólo nos interesa llevar un control de los alquileres activos, registrando solamente qué socio posee qué cinta. No nos interesa llevar un registro histórico de alquileres.

▲ Figura 65. Tienda de video MBA

El gráfico registrado en la figura No. 66 muestra de una manera muy clara cuáles son las etapas del ciclo de vida de los sistemas de información.

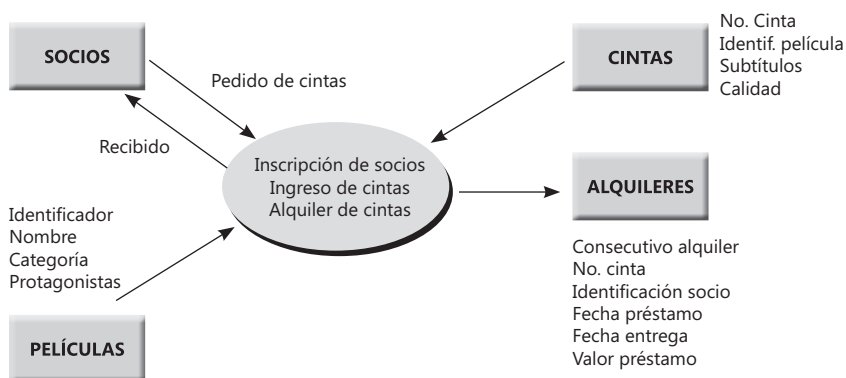
En la fase de análisis aparecen los requerimientos del usuario. Como se explicó en la parte inicial de este capítulo se definen aquí los objetivos, alcances y justificación del sistema para su posterior programación y presupuesto, como se establece en una fase de planeación.

La fase de diseño se divide en dos partes. La primera parte, la izquierda, tiene que ver fundamentalmente con la definición de los datos y su estructura. Como se puede ver, corresponde a la definición del modelo de los datos, que para el caso de este ejemplo es el modelo de Entidad-Relación, el diseño de la base de datos y la construcción de la misma. La segunda parte, la de la derecha, corresponde al diseño de procesos, procedimientos o programas que permitirán manejar los datos definidos en la primera columna. Fundamentalmente se define el modelo funcional mediante un diagrama de flujo de datos se diseñan los módulos del sistema, interfaces con el usuario, es decir, menús, pantallas y reportes.



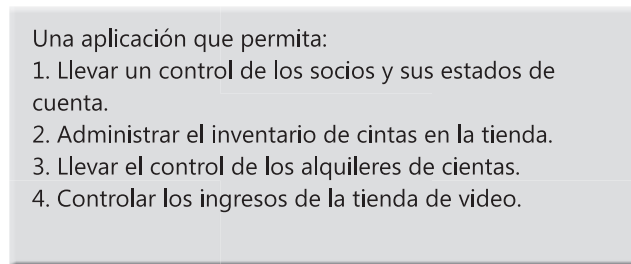
▲ Figura 66. Construcción del sistema de información para la tienda de video MBA

Finalmente, con los datos diseñados y procedimientos definidos, se procede a la fase de construcción y pruebas, en donde usando un lenguaje de programación o una herramienta se construye el producto final.

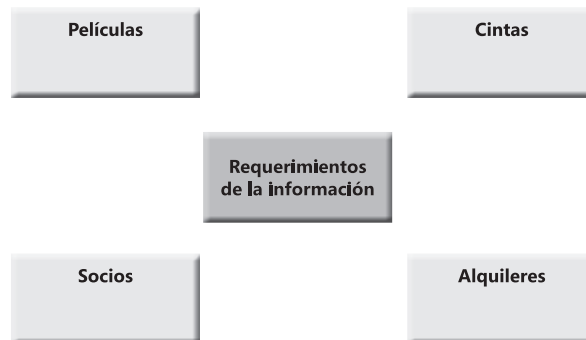


▲ Figura 67. Diagrama de flujo de datos (DFD)

Pero aquí no termina todo. La fase de mantenimiento es la que le da vida al sistema en el largo plazo, y consiste en ir haciendo todas las modificaciones necesarias al sistema para poder responder a todos los cambios que se presentan en su ambiente externo, de modo que la aplicación no quede obsoleta o inservible en un momento dado.



▲ Figura 68. Requerimientos funcionales



▲ Figura 69. Paso 1: Definir Las entidades que se manejarán

PELÍCULAS		
IDEPEL	Identificador película	N4
NOMPEL	Nombre película	C40
CATPEL	Categoría película	C20
PRHPEL	Actor principal	C40
PRMPEL	Actriz principal	C40

#### Requerimientos de la información

SOCIOS		
IDESSOC	Cédula o Identificación	N11
APESOC	Apellidos socio	C30
NOMSOC	Nombre de socio	C30
FECNAC	Fecha nacimiento	D
FECINS	Fecha inscripción	D
DIRSOC	Dirección socio	C40
TELSOC	Teléfonos socio	C30
ESTSOC	Estado (Activo/Inactivo)	C
MAILSOC	Mail del socio	C30
SALSOC	Saldo socio	N14.2
OBSSOC	Observaciones socio	C50

CINTAS		
NUMCIN	Número de la cinta	N4
IDEPEL	Identificador película	N4
IDIOCI	Idioma a cinta	C20
SUBPEL	Subtítulos en español?	C
CALCIN	Calidad cinta (B/R/M)	C
ESTCIN	Estado (A: Alquilada, P: Prestada, E: Extraviada, D: Deshechada)	
FADCIN	Fecha adquisición	D

ALQUILERES		
CONALQ	Consecutivo alquiler	N5
IDESOC	Cédula o Identificación	N11
NUMCIN	Número o cinta	N4
FECPRE	Fecha en que se prestó	D
DIASPR	Días máximo de uso	N3
FECENT	Fecha en que se entregó	D
VALPRE	Valor préstamo	N14.2
VALSAN	Valor sanción	N14.2
OBSALQ	Observaciones alquiler	C50

▲ Figura 70. Paso 2: Definir Los atributos que tendrán las entidades

PELÍCULAS		
IDEPEL	Identificador película	N4
NOMPEL	Nombre película	C40
CATPEL	Categoría película	C20
PRHPEL	Actor principal	C40
PRMPEL	Actriz principal	C40

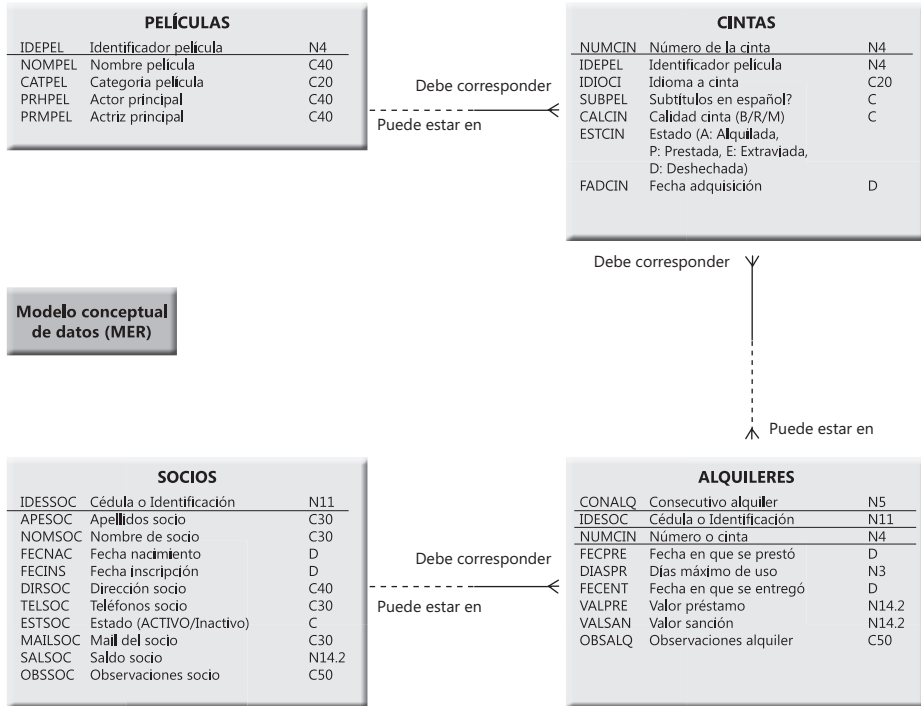
#### Requerimientos de la información

SOCIOS		
IDESSOC	Cédula o Identificación	N11
APESOC	Apellidos socio	C30
NOMSOC	Nombre de socio	C30
FECNAC	Fecha nacimiento	D
FECINS	Fecha inscripción	D
DIRSOC	Dirección socio	C40
TELSOC	Teléfonos socio	C30
ESTSOC	Estado (ACTIVO/Inactivo)	C
MAILSOC	Mail del socio	C30
SALSOC	Saldo socio	N14.2
OBSSOC	Observaciones socio	C50

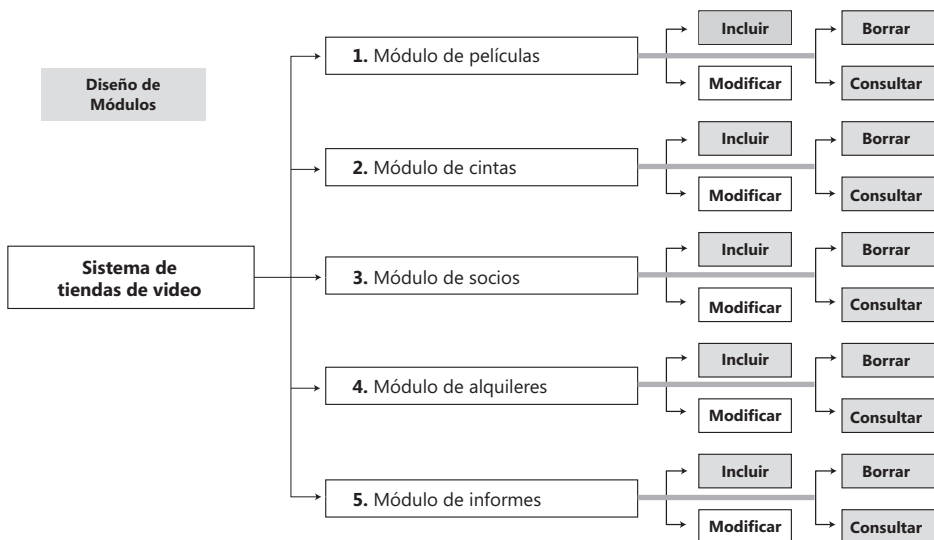
CINTAS		
NUMCIN	Número de la cinta	N4
IDEPEL	Identificador película	N4
IDIOCI	Idioma a cinta	C20
SUBPEL	Subtítulos en español?	C
CALCIN	Calidad cinta (B/R/M)	C
ESTCIN	Estado (A: Alquilada, P: Prestada, E: Extraviada, D: Deshechada)	
FADCIN	Fecha adquisición	D

ALQUILERES		
CONALQ	Consecutivo alquiler	N5
IDESOC	Cédula o Identificación	N11
NUMCIN	Número o cinta	N4
FECPRE	Fecha en que se prestó	D
DIASPR	Días máximo de uso	N3
FECENT	Fecha en que se entregó	D
VALPRE	Valor préstamo	N14.2
VALSAN	Valor sanción	N14.2
OBSALQ	Observaciones alquiler	C50

▲ Figura 71. Paso 3: Definir las claves principales de las entidades



▲ Figura 72. Paso 4: Definir las relaciones entre las entidades usando el modelo E-R



▲ Figura 73. Paso 5: Diseño de Los módulos

**TIENDA DE VIDEO MBA**

MENÚ PRINCIPAL

**1. PELÍCULAS**

**TIENDA DE VIDEO MBA**

MANEJO PRINCIPAL

Identificador película :

Nombre película :

Categoría película :

Actor principal :

Actriz principal :

Incluir Siguiente Anterior Modificar Query Cancelar

**CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS (MENÚS)**

▲ Figura 74. Paso: 6 Construcción de menús

**TIENDA DE VIDEO MBA**

MENÚ PRINCIPAL

**2. CINTAS**

**TIENDA DE VIDEO MBA**

MANEJO PRINCIPAL

Número de cinta :

Identificador película :

Nombre película :

Idioma cinta :

Subtítulos en español :

Calidad cinta (B/R/M) :

Estado :

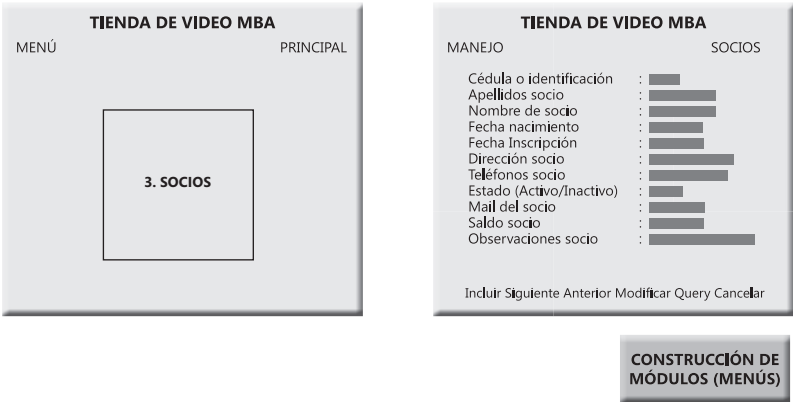
Fecha adquisición :

Incluir Siguiente Anterior Modificar Query Cancelar

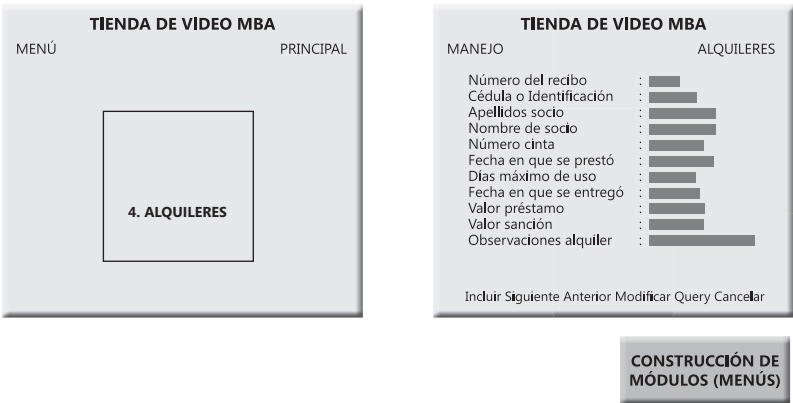
**CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS (MENÚS)**

▲ Figura 75. Paso 6: Construcción de menús

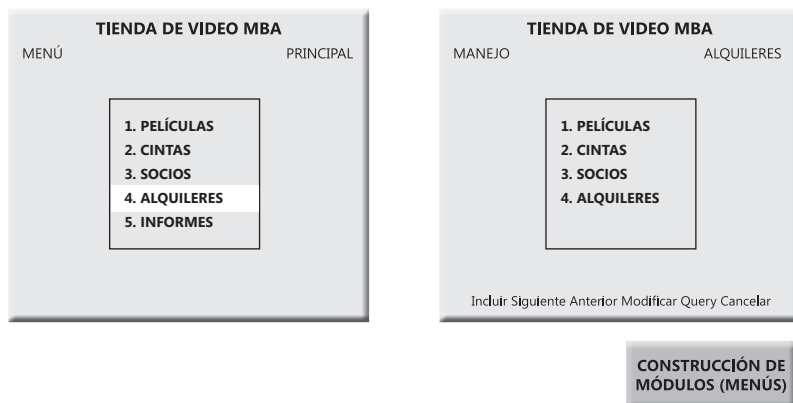




▲ Figura 76. Paso 6: Construcción de menús



▲ Figura 77. Paso 6: Construcción de menús



▲ Figura 78. Paso 6: Construcción de menús