

## El modelo E-R

- El modelo Entidad-Relación (E-R)
  - Modelo de datos más extendido para el diseño conceptual:
    - Posee una gran capacidad expresiva
    - Es riguroso
    - Simple y fácil de emplear
  - Sirve para especificar las necesidades de información de una organización
    - Diseño apropiado
    - Diseño de calidad
    - Diseño fácil de transmitir



DDSI 2013-2014

2

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## El modelo E-R

- El modelo construido debe:
  - Reflejar **fielmente** las necesidades de información de una organización:
    - Será usado como base para el desarrollo de un sistema
  - Ofrecer un **diseño independiente** del posterior almacenamiento de los datos y sus métodos de acceso
    - Así se permite tomar decisiones objetivas acerca de la implementación más idónea.



DDSI 2013-2014

3

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## El modelo E-R

**Definición 4.1 (Modelo E-R).** El modelo E-R es un mecanismo formal para representar y manipular información de manera general y sistemática.



DDSI 2013-2014

4

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## El modelo E-R

- Claves para hacer uso del modelo E/R:
  - Datos
    - Recurso de la empresa de gran valía
    - Hay que analizarlos con detenimiento
    - Control de datos – ventaja para el negocio
  - Convenciones
    - Aplicar una notación rigurosa y normalizada
    - Seguir una línea de actuación sistemática
  - Redundancia mínima
    - Cualquier dato o concepto debe ser modelado de una única manera



DDSI 2013-2014

5

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

**Definición 4.2 (Entidades).** Una entidad se define como un objeto que existe y que es distinguible de los demás. Por ejemplo, un empleado, un libro, un departamento...



DDSI 2013-2014

6

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- **Conjuntos de entidades:**
  - Entidades que tienen las mismas cualidades
  - Ejemplos:
    - Empleados
    - Libros
    - Departamentos
  - Algunos autores los denominan **tipos**.



DDSI 2013-2014

7

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

Empleado



DDSI 2013-2014

8

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

**Definición 4.3 (Atributos).** Son las propiedades que caracterizan un conjunto de entidades.



DDSI 2013-2014

9

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Ejemplos:
    - Conjunto de entidades empleados:
      - DNI
      - Nombre
      - Sueldo
      - ...
  - Conceptos relevantes:
    - **Dominio**
      - Conjunto de valores permitidos para un determinado atributo
    - **Identificador**
      - Atributo o conjunto de atributos cuyos valores sirven para identificar unívocamente a cada una de las entidades de un conjunto.
- Ejemplos:
- Empleados: DNI
  - Libros: ISBN



DDSI 2013-2014

10

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Atributos e identificadores (notación)



DDSI 2013-2014

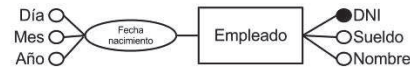
11

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Atributo compuesto (notación)



DDSI 2013-2014

12

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Entidades fuertes y débiles

**Definición 4.4 (Dependencia existencial).** Sean A y B dos conjuntos de entidades. Decimos que B depende existencialmente de A si cumple:

1.  $\exists T \in A \times B / \forall b \in B \implies \exists a \in A / (a, b) \in T$ , y
2. Es imposible identificar a b sin identificar previamente a a.



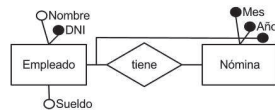
DDSI 2013-2014

13

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo



Entidad fuerte	Entidad débil
Cuenta corriente	Movimientos
Factura	Líneas de detalle
Historia clínica	Ingresos
Avión	Asientos



DDSI 2013-2014

14

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

**Definición 4.5 (Asociaciones o relaciones).** Una relación es una conexión semántica entre dos o más conjuntos de entidades.



DDSI 2013-2014

15

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Relaciones

• **Cardinalidad:** Número máximo de entidades de un conjunto que se conecta o relaciona con una entidad de otro y viceversa.

- En el caso de las relaciones binarias:
  - Muchos a muchos (n:m)
    - Libros - Autores
  - Uno a muchos (m:1)
    - Departamento - Empleados
  - Uno a uno (1:1)
    - Persona - Partida Nacimiento



DDSI 2013-2014

16

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Relaciones (notación)



DDSI 2013-2014

17

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Relaciones (lectura)



Un empleado trabaja en un departamento



DDSI 2013-2014

18

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Elementos básicos del modelo

- Relaciones (lectura)



En un departamento trabajan muchos empleados



DDSI 2013-2014

19

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



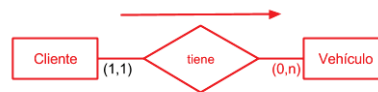
## Elementos básicos del modelo

### • Relaciones

- **Participación:** Número mínimo de entidades de un conjunto que se conecta o relaciona con las entidades del otro.
- En el caso de las relaciones binarias:
  - parcial, 0: es posible que ninguna entidad de un lado se conecte con una o varias del otro; se lee como "puede"
  - total, 1: una entidad de un lado tiene que conectarse con una o varias del otro; se lee como "tiene que"

## Elementos básicos del modelo

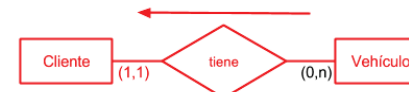
### • Relaciones (lectura)



Un cliente **puede** tener varios vehículos

## Elementos básicos del modelo

### • Relaciones (lectura)



Un vehículo **tiene que** pertenecer a un cliente



## Elementos básicos del modelo

- Las relaciones también pueden tener atributos que nos permitan caracterizarlas
  - Venta: cantidad, fecha
  - Matrícula: calificación
  - ...

## Elementos básicos del modelo

### • Atributos en las relaciones (notación)



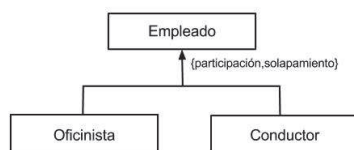
## Otros elementos del modelo: EE/R

**Definición 4.6 (Especialización).** Formalmente, diremos que el conjunto de entidades  $A$  es una especialización del conjunto de entidades  $B$ , si  $\forall a \in A \Rightarrow a \in B$ . Es decir, el conjunto de entidades  $A$  está incluido en el conjunto de entidades  $B$ .



## Otros elementos del modelo: EE/R

### Generalización/especialización (notación)



## Otros elementos del modelo: EE/R

### • Generalización/especialización:

- Obligatoriedad:
  - parcial,  $p$ : puede haber entidades en el conjunto generalizado que no pertenezcan a ningún conjunto especializado
  - total,  $t$ : toda entidad del conjunto generalizado tiene que pertenecer a algún conjunto especializado

## Otros elementos del modelo: EE/R

### • Generalización/especialización:

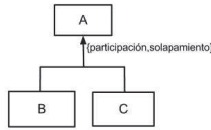
- Exclusividad:
  - exclusiva,  $e$ : una entidad de un conjunto especializado no puede pertenecer a otro conjunto especializado
  - solapada,  $s$ : una entidad de un conjunto especializado puede pertenecer a varios conjuntos especializados



## Otros elementos del modelo: EE/R

### Combinaciones:

- {t,e}: todo A es B o C, pero no ambos
- {t,s}: todo A es B o C, o ambos
- {p,e}: algunos A son B o C, pero no ambos
- {p,s}: algunos A son B o C, o ambos

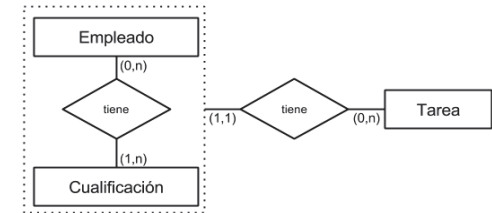


## Otros elementos del modelo: EE/R

### Agregación:

- Sirve para expresar relaciones entre:
  - Relaciones y conjuntos de entidades
  - Relaciones y relaciones
- Puede resultar interesante considerar la agregación como una entidad genérica sin especificar su estructura interna:
  - Caja negra de la cual sólo deben conocerse las claves primarias de los conjuntos de entidades a los que integra.

## Otros elementos del modelo: EE/R



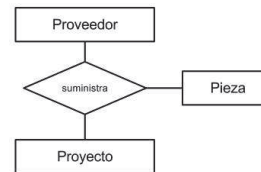
## Heurísticas de modelado

- Grado de una relación:
  - Número de entidades que están involucradas en la conexión. Normalmente, binarias. Puede ser que sea necesario emplear relaciones de orden mayor:
    - Ternarias
    - Tetrarias
- La cardinalidad en una relación n-aria se analiza por partes:
  - El extremo de cada arista que acaba en un conjunto de entidades se obtiene fijando una entidad genérica de cada uno de los otros tipos de entidades que intervienen.

## Heurísticas de modelado

### Ejemplo: Tres conjuntos de entidades.

- Proveedores, Piezas y Proyectos
- Relación de suministro entre ellos



## Heurísticas de modelado

En cualquier caso, las relaciones de grado alto:

- Complican el diagrama
- Pueden esconder un mal diseño
  - Un conjunto de entidades que no se ha tenido en cuenta

## Heurísticas de modelado

- Ciclos
  - La aparición de ciclos en los diagramas es normal
  - Deben analizarse cuidadosamente porque puede esconder situaciones peligrosas:
    - Reflejar información redundante

## Heurísticas de modelado

- ¿Qué se puede esconder tras una agregación?
  - Las agregaciones son un elemento de abstracción potente.
  - No debemos abusar de ellas.
    - A veces una agregación oculta un conjunto de entidades que no se ha tenido en cuenta en el modelado.

## Primitivas para el diseño conceptual

- El proceso de creación de un diagrama entidad-relación complejo puede no ser abordable en un solo paso.
- Es más deseable poder representar conceptos de manera más genérica para ir refinándolos posteriormente.

## Primitivas para el diseño conceptual: un ejemplo

- Supón que en una fase temprana del diseño, se representa la siguiente situación:



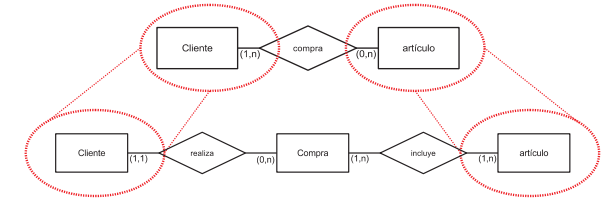
## Primitivas para el diseño conceptual: un ejemplo

- Pero en un análisis más profundo de los requisitos, descubrimos que el cliente compra artículos en grupos, de modo que puede comprar el mismo artículo varias veces:



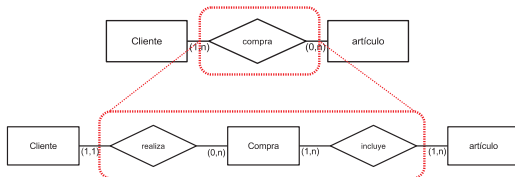
## Primitivas para el diseño conceptual: un ejemplo

- A primera vista, los dos esquemas parecen estar relacionados:



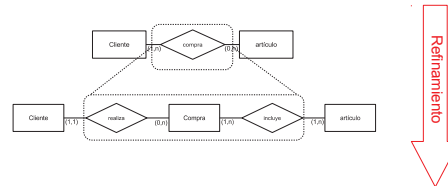
## Primitivas para el diseño conceptual: un ejemplo

- De hecho, los dos describen el mismo problema a distintos niveles de abstracción:



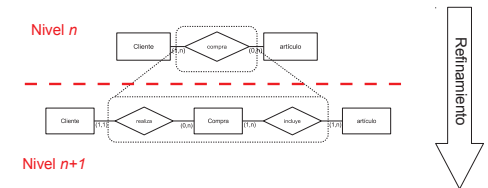
## Primitivas para el diseño conceptual: refinamiento

- Al proceso de pasar de un esquema entidad-relación a otro relacionado con él siguiendo ciertas normas, se le conoce como *refinamiento*



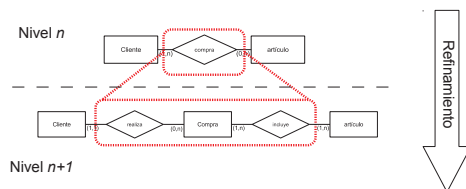
## Primitivas para el diseño conceptual: niveles de refinamiento

- A dos vistas distintas en un proceso de refinamiento, se les conoce como *niveles de refinamiento*



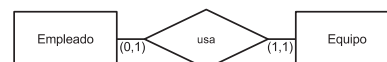
## Primitivas para el diseño conceptual: primitiva

- A la transformación que permite refinar una parte de un entidad-relación, se le conoce como *primitiva de refinamiento*



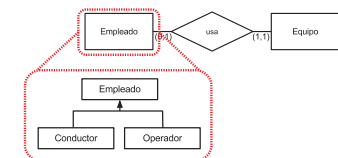
## Primitivas para el diseño conceptual: otro ejemplo

- Supón que en una fase temprana del diseño, se representa la siguiente situación en una empresa:



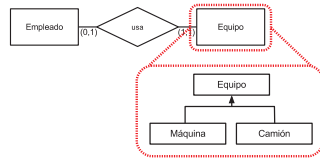
## Primitivas para el diseño conceptual: otro ejemplo

- Sin embargo, nos dicen que hay dos tipos de empleados: *conductores* y *operadores de máquina*



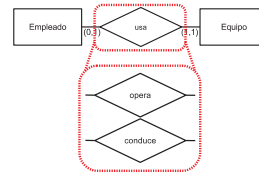
## Primitivas para el diseño conceptual: otro ejemplo

- ... que como equipos tenemos *camiones* y *máquinas*



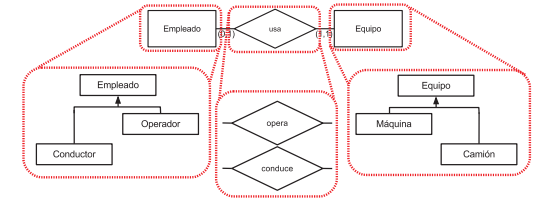
## Primitivas para el diseño conceptual: otro ejemplo

- ... y que los camioneros *conducen* camiones y los operadores *operan* máquinas



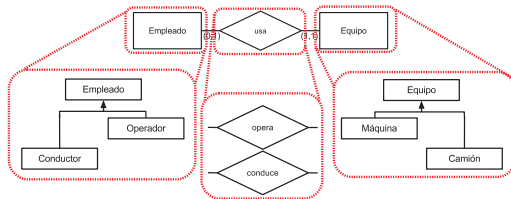
## Primitivas para el diseño conceptual: otro ejemplo

- Si ponemos el refinamiento de los tres elementos juntos:



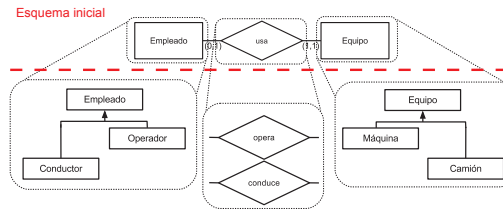
## Primitivas para el diseño conceptual: transformación

- Llamamos *transformación* al conjunto de primitivas aplicadas a la vez al conjunto de primitivas aplicadas sobre elementos del mismo esquema.



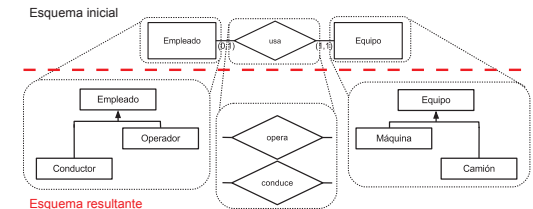
## Primitivas para el diseño conceptual: esquema inicial

- Al esquema original en la transformación, se le denomina *esquema inicial*.



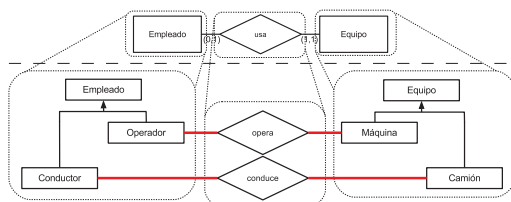
## Primitivas para el diseño conceptual: esquema resultante

- Al esquema original en la transformación, se le denomina *esquema resultante*.



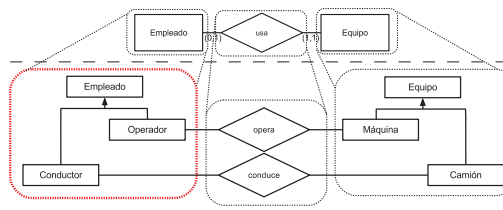
## Primitivas para el diseño conceptual: normas de transformación

- Si dos elementos en el esquema inicial están conectados entre sí, sus transformados tienen que estar conectados entre sí.



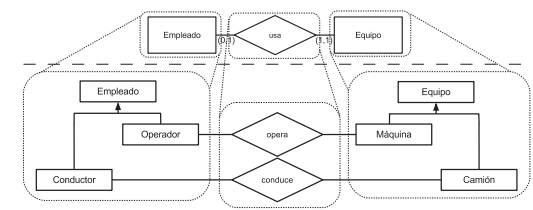
## Primitivas para el diseño conceptual: normas de transformación

- A la línea discontinua que envuelve al refinamiento de un elemento mediante primitiva, se le llama *frontera*.



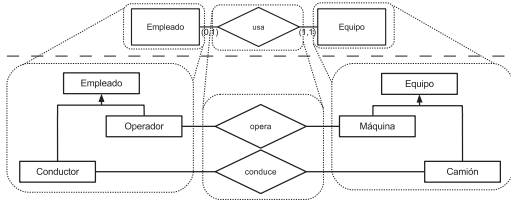
## Primitivas para el diseño conceptual: normas de transformación

- Preservación de frontera del refinamiento*: si entre dos elementos sin refinar hay una conexión, dicha conexión la hereda uno sólo de los elementos del esquema refinado.



## Primitivas para el diseño conceptual: normas de transformación

- *Preservación semántica*: la semántica de un elemento sin refinar y la de su refinamiento, difieren únicamente en el grado de abstracción.



## Primitivas para el diseño conceptual: conceptual: tipos

- Según si permiten un diseño analítico o sintético, existen dos tipos básicos:
  - **Primitivas descendentes**
  - **Primitivas ascendentes**



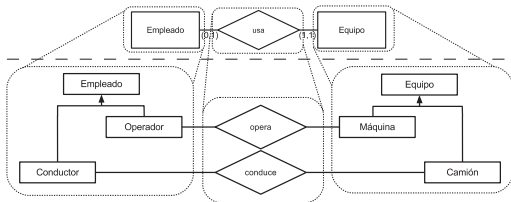
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- Permiten llegar desde una visión genérica y abstracta de los datos de un sistema hasta una versión concreta o específica (como hemos visto en los dos ejemplos anteriores)



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

Visión genérica

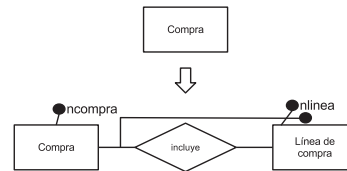


Visión específica



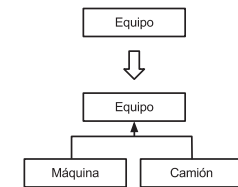
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T1: de entidad a entidades relacionadas



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T2: de entidad a especialización



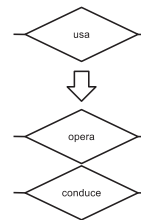
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T3: de entidad a entidades no relacionadas



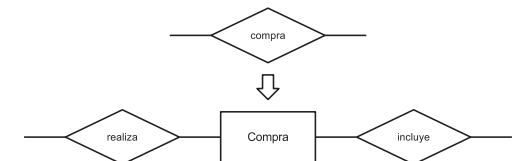
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T4: de relación a relaciones paralelas



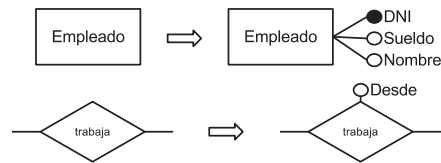
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T5: de relación a entidad con relaciones



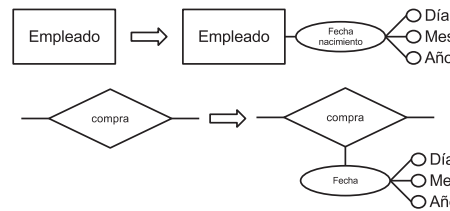
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T6: desarrollo de atributos



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T7: desarrollo de atributos compuestos



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- T8: refinamiento de atributos



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas descendentes

- Propiedades:
  - No son *mínimas*, es decir, algunas son redundantes (se puede conseguir la T5 a partir de la T1)
  - No son *completas*, es decir, no se puede generar cualquier diagrama sino sólo los basados en conexiones en serie y en paralelo. No todos los esquemas son *producibles descendentemente*.



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

- Permiten llegar desde una visión concreta o específica de los datos de un sistema hasta una versión conectada del sistema.



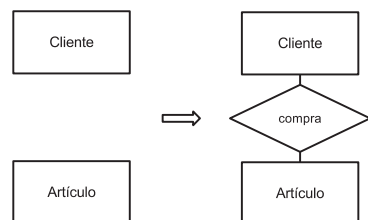
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

- B1: de generación de entidad



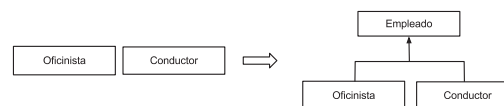
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

- B2: de generación de relación



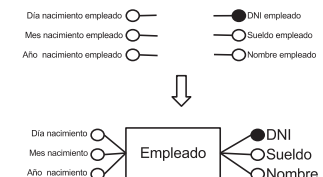
## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

- B3: de generación de generalización



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

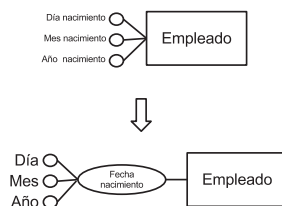
- B4: de agregación de atributos





## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

- B5: de agregación de atributo compuesto



DDSI 2013-2014

74

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: primitivas ascendentes

- Propiedades:
  - Son *mínimas*, es decir, no hay ninguna redundante.
  - Son *completas*, es decir, se puede generar cualquier diagrama.
  - Todos los esquemas son *producibles ascendentemente*.



DDSI 2013-2014

75

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño

- Son de dos tipos:
  - **Descendente:** consiste en aplicar las primitivas descendentes a todos los elementos de un refinamiento conceptual (a un *nivel de refinamiento*), y aplicarlo a cada refinamiento hasta que todos los requisitos queden representados.
  - **Ascendente:** consiste en aplicar las primitivas ascendentes a todos los elementos de un refinamiento conceptual (a un *nivel de refinamiento*), y aplicarlo a cada refinamiento hasta que todos los requisitos queden representados.



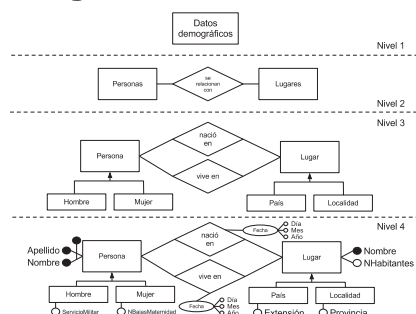
DDSI 2013-2014

76

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño descendente



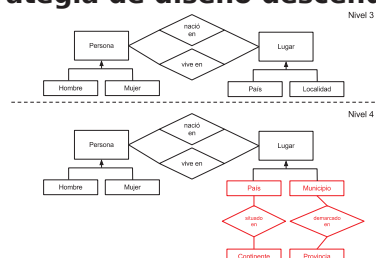
DDSI 2013-2014

77

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño descendente



DDSI 2013-2014

78

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño descendente

- Propiedades:
  - Todos los conceptos están presentes en todos los pasos de refinamiento.
  - El proceso termina cuando todos los requisitos han quedado representados explícitamente en el sistema.



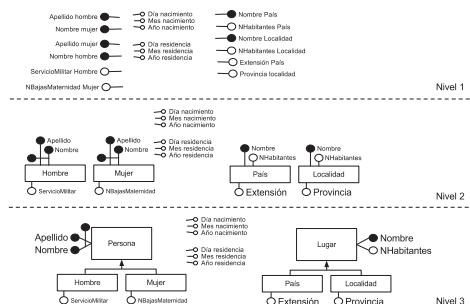
DDSI 2013-2014

79

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño ascendente



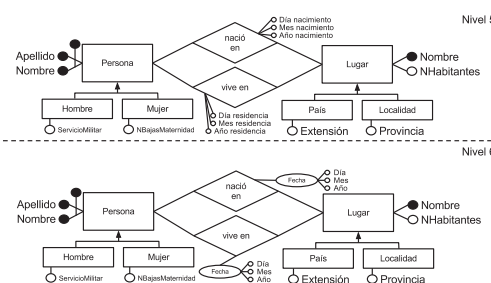
DDSI 2013-2014

80

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño ascendente



DDSI 2013-2014

81

Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño ascendente

- Propiedades:
  - Permite pasar de conceptos sencillos a conceptos complejos.
  - Es sencillo inicialmente y permite versiones preliminares del esquema.
  - Requiere mucha reestructuración de esquema, que es difícil en esquemas complejos.



DDSI 2013-2014

82

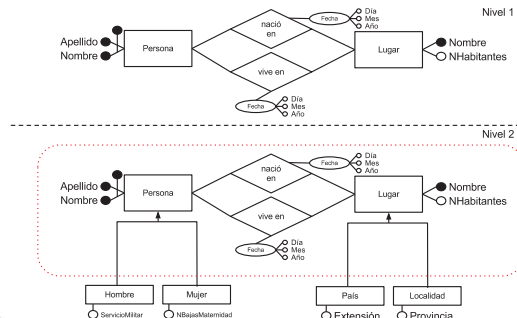
Ignacio J. Blanco, Jesús Campaña, Rita Castillo, Carlos Cruz, María Ros, Daniel Sánchez



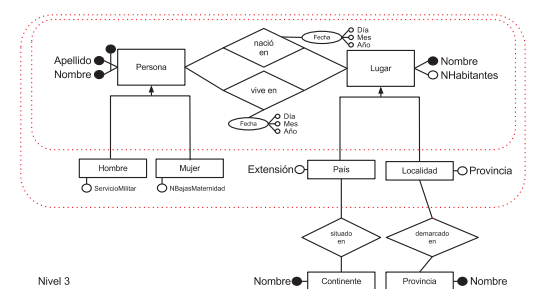
## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño centrífuga

- Modificación de la estrategia de diseño ascendente que permite centrarse en una serie de conceptos, modelarlos y pasar al siguiente de conceptos conectados con los primeros.

## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño centrífuga



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño centrífuga



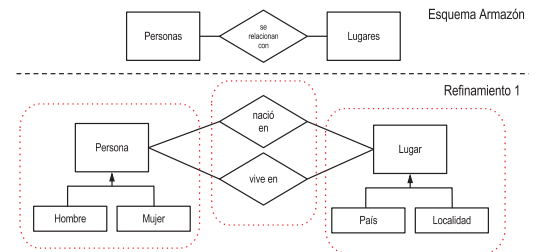
## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño centrífuga

- Propiedades:
  - Permite aplicar un orden en la aplicación de los refinamientos.
  - Requiere un grado de abstracción similar en cada refinamiento.

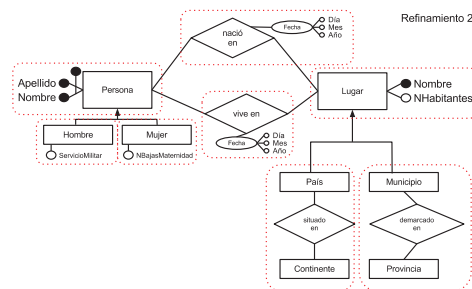
## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño mixta

- Combina las estrategias ascendente y descendente:
  - Dividir los requisitos en dos conjuntos.
  - Se produce un *esquema armazón* que aglutine todos los requisitos y las conexiones entre las dos particiones.
  - Se modela cada partición usando las primitivas descendentes.
  - Se conecta el modelado de cada partición con las demás usando las primitivas ascendentes, siguiendo las instrucciones del armazón.

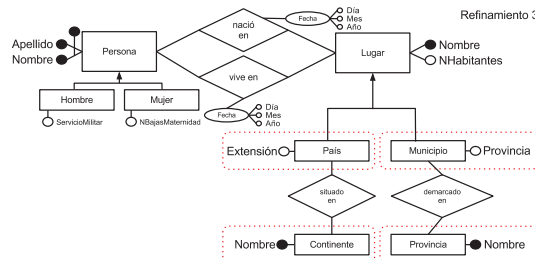
## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño mixta



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño mixta



## Primitivas para el diseño conceptual: Estrategia de diseño mixta



## Primitivas para el diseño conceptual: Comparativa de las estrategias

- Descendente: para entornos altamente estructurados y niveles de estructura iguales.
- Ascendente: para organizaciones informales.
- La mixta permite una mayor flexibilidad.

