

Bases de Datos

Oscar Pedreira, Susana Ladra

Contenidos y bibliografía

Contenidos

1. Introducción a las bases de datos
2. Modelo relacional
3. Introducción al diseño de BD

Bibliografía

- Elmasri, R.; Navathe, S. (2007). Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos. Addison-Wesley
- A. Silberschatz; H. Korth; S. Sudarshan (2006). Fundamentos de Bases de Datos. Mc Graw Hill.

Bases de datos

- ¿Qué son las bases de datos?
 - Muchas de nuestras actividades cotidianas implican una consulta o un cambio en una base de datos.
Ej.: trámite bancario, reservar un libro en la biblioteca, ...
- Definición de Base de Datos (BD)
 - Una **base de datos** es una colección de datos relacionados.
 - Un **dato** es un hecho conocido que se puede registrar y que tiene un significado implícito.

Bases de datos

- Definición de Base de Datos (BD)
 - Una base de datos almacena datos de un determinado **dominio** de interés.
 - Algunos ejemplos:
 - Centro deportivo (abonados, actividades, material ...)
 - Universidad (alumnos, asignaturas, profesores ...)
 - Empresa (empleados, clientes, pedidos, facturas ...)

Bases de datos

Ejemplo: base de datos con información de los clientes de una empresa

Ejemplo: Tabla “Clientes”

DNI/NIF	Nombre	Dirección	Teléfono
11.222.333-A	Francisco Pérez	C/. Mayor, 1	600 200300
22.111.333-B	Antonio García	C/. Mayor, 2	600 400500
33.222.111-C	José González	C/. Paseo, 3	600 600700

Bases de datos

- Definición de Base de Datos (BD)
 - Principales operaciones sobre una base de datos:
 - Consultar
 - Insertar
 - Actualizar
 - Eliminar

Sistemas de gestión de bases de datos

- Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD)
 - Conjunto de programas que permiten a los usuarios crear y manipular (consulta, inserción, actualización y borrado) bases de datos.
 - Software de propósito general → Permite crear bases de datos para cualquier dominio.

2. Modelo relacional

Modelos de datos

- ¿Cómo organizamos los datos en la BD?
 - Un **modelo de datos** establece la forma en que se estructuran los datos y qué operaciones podemos realizar sobre ellos.
- Modelo de datos
 - Colección de herramientas conceptuales que sirven para describir la estructura de la base de datos
 - Estructura de los datos
 - Restricciones
 - Operaciones en la BD

Modelo relacional

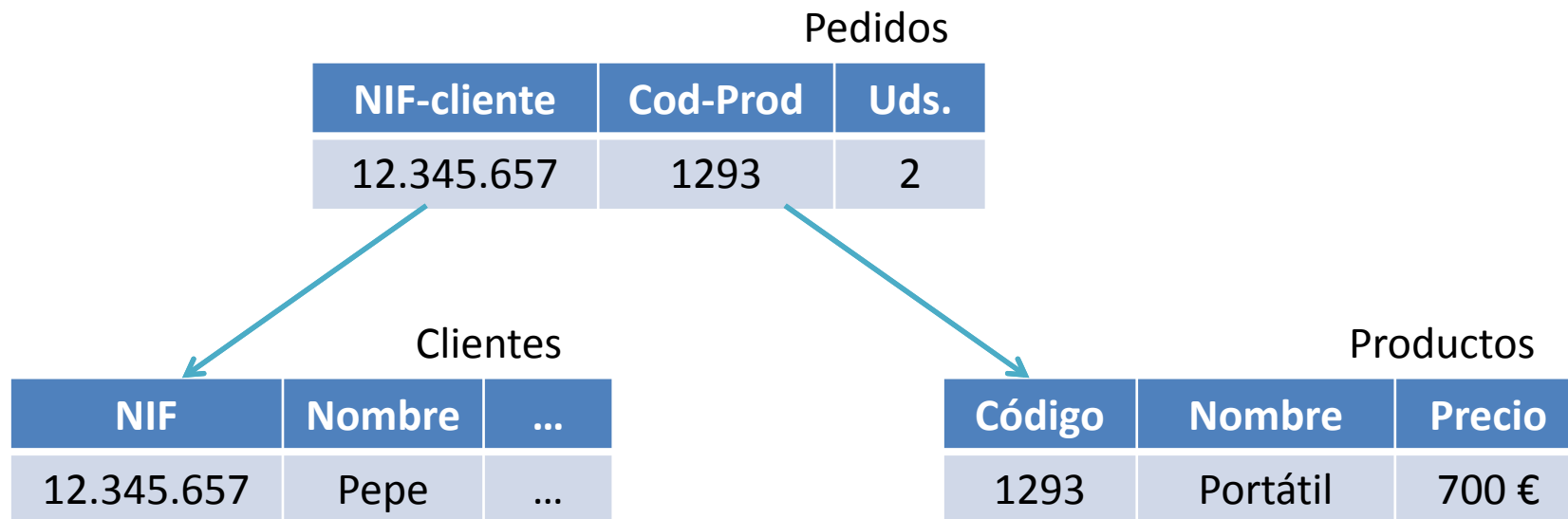
- De forma simplificada, podemos decir que el modelo relacional organiza los datos en tablas
 - Estructura de los datos: relaciones (tablas)
 - Restricciones: clave primaria, clave foránea, etc.
 - Operaciones: álgebra relacional

Características del modelo relacional

- Modelo relacional
 - Fue introducido por Edgar Codd (IBM Research, 1970)
 - La mayoría de los SGBD actuales se basan en este modelo
- Principales características
 - Es un modelo simple
 - Organiza los datos en tablas, de forma simple e intuitiva
 - Fundamentos matemáticos
 - El modelo se apoya en una base matemática formal
 - Flexibilidad
 - Facilita el diseño de BD de forma sencilla en la mayoría de los dominios

Modelo relacional

- Un primer ejemplo:



2.1 Relaciones

Relaciones

- Concepto de relación
 - El modelo relacional define la relación como la estructura para almacenar los datos de la BD
 - Una relación se parece a una tabla (aunque no es lo mismo)
 - La relación es el concepto formal del modelo relacional de lo que para nosotros son las tablas de la base de datos
 - La base de datos está formada por un conjunto de relaciones

Relaciones

- Si vemos una relación como una tabla
 - Cada fila representa hechos que se corresponden con una entidad del mundo real
 - El nombre de la tabla y los nombres de las columnas ayudan a interpretar el significado de los valores que están en cada fila
 - Como veremos, una fila es una **tupla**, el nombre de una columna es un **atributo** y la tabla se denomina **relación**

Relaciones

- Concepto de relación
 - Una **relación** almacena determinados **atributos** de entidades reales del mismo tipo
 - Ejemplo: la relación *Alumnos* almacena los atributos *DNI*, *nombre* y *titulación* de todos los alumnos
 - Un atributo admite valores de un determinado **dominio**, que es un conjunto de valores atómicos
 - Ejemplo: el dominio DNI admite números de 8 cifras
 - Denotamos el dominio de un atributo *A* por $dom(A)$
 - Ejemplo: $dom(titulación) = \{GII, EI, ETIS, ETIX\}$

Relaciones

- Esquema de relación
 - Un **esquema de relación** R , denotado por $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ está compuesto por un nombre de relación R y una lista de atributos A_1, A_2, \dots, A_n
 - El esquema de una relación la describe, mediante su nombre y la lista de sus atributos
 - Ejemplo: *Alumnos(DNI, nombre, titulación)*
 - **Grado** de una relación: número de atributos

Relaciones

- Definición de relación

- Una **relación** r del esquema de relación $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$, denotado por $r(R)$, es un **conjunto** de tuplas $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$.

- Cada **tupla** es una lista ordenada de **n** valores $t_i = (v_1, v_2, \dots, v_n)$, donde cada **valor** v_j es un elemento del dominio $dom(A_j)$ o bien es un **valor nulo**

- Una **relación** $r(R)$ es un subconjunto del producto cartesiano de los dominios de los atributos:

- $r(R) \subset dom(A_1) \times dom(A_2) \times \dots \times dom(A_n)$

Relaciones

- Ejemplo:

Nombre de la relación

Atributos

Tuplas

Alumnos		
DNI	Nombre	Titulación
32555111	Pedro	GII
76112113	Ana	ETIX
76555111	Alberto	GII

Relaciones

- La BD es una colección de relaciones
 - Ejemplo: Alumnos(DNI, nombre, titulación), Asignatura(nombre, curso, cuatrimestre), Profesor(DNI, nombre, departamento), etc.
- Preguntas
 - ¿Una tabla puede tener filas repetidas?
 - Sí
 - ¿Una relación puede tener filas repetidas?
 - No, porque es un conjunto.
 - ¿Hay orden entre las tuplas de una relación?
 - No, porque no hay orden entre los elementos de un conjunto.

Esquema y estado de una BD

- Esquema y estado de una relación
 - **Esquema o intensión de una relación:** la definición de la relación, es decir, su nombre y lista de atributos $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - **Estado o extensión de una relación:** conjunto de tuplas de la relación $r(R) \subset \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$
- Esquema y estado de una base de datos
 - **Esquema o intensión de una BD:** definición de las relaciones que forman la base de datos
 - **Estado o extensión de una base de datos:** conjunto de tuplas contenidos en las relaciones que la forman

Esquema y estado de una BD

- Es decir:
 - Esquema: definición de la estructura de la base de datos
 - Estado: contenido
- Estado de una relación
 - De todas las posibles combinaciones (el producto cartesiano), un estado de una relación en un momento dado, el *estado actual de la relación*, refleja sólo las tuplas válidas que representan un estado específico del mundo real

Valores nulos

- Un valor nulo representa ausencia de información
 - Porque desconocemos esa información
 - Ejemplo: no conocemos el número de teléfono de un alumno
 - Porque no procede
 - Ejemplo: un valor nulo en el atributo comisión de un empleado representa que el empleado no tiene derecho a comisión y que, por tanto, no procede almacenar su valor

2.2 Restricciones

Restricciones

- Restricción de dominio

- El valor de cada atributo A debe ser **un valor atómico** del dominio $dom(A)$
- Es decir, el valor de un atributo de una relación debe ser un valor único y pertenecer al dominio de dicho atributo
- Ejemplo:

Violación de la restricción de dominio

DNI	Nombre	Teléfono
23444111	Pepe	677 129846
65273081	Juan	623 982346 645 871839

Restricciones

Restricción de dominio

Cientes

Nº Cli	Nombre	Apellido1	Apellido2	Dirección
24	Pedro	Gómez	Pérez	C/Santiago de Compostela sur s/n, Madrid
25	Luís	Souto	Pérez	Rúa Cervantes 8, Santiago de Compostela
26	Ana	López	Pérez	Rúa Camiño Real da Magdalena 58, Cedeira, A Coruña
27	Raquel	Martínez	Gómez	Camino Real de la Magdalena 23, Cedeira (A Coruña)

¿Qué clientes viven en Santiago de Compostela?

Restricciones

Restricción de dominio

Cientes

Nº Cli	Nombre	Apellido1	Apellido2	Dirección
24	Pedro	Gómez	Pérez	C/Santiago de Compostela sur s/n, Madrid
25	Luís	Souto	Pérez	Rúa Cervantes 8, Santiago de Compostela
26	Ana	López	Pérez	Rúa Camiño Real da Magdalena 58, Cedeira, A Coruña
27	Raquel	Martínez	Gómez	Camino Real de la Magdalena 23, Cedeira (A Coruña)

-¿Qué clientes viven en Santiago de Compostela?

-Si busco los que su dirección *contiene* "Santiago de Compostela", el resultado es:

24	Pedro	Gómez	Pérez	C/Santiago de Compostela sur s/n, Madrid
25	Luís	Souto	Pérez	Rúa Cervantes 8, Santiago de Compostela

Restricciones

- Restricción de clave

- Una relación se define como un conjunto de tuplas. Por tanto, todas las tuplas de la relación deben ser distintas.
- Por lo regular, existen subconjuntos de atributos (*SC*) de un esquema de relación *R* tal que para dos tuplas cualesquiera en un estado de relación *r* de *R*, t_1 y t_2 , se cumple:

$$t_1[SC] \neq t_2[SC]$$

- El subconjunto de atributos *SC* se denomina **superclave** de *R*

Restricciones

- Restricción de clave
 - Una superclave SC especifica una restricción de unicidad en la relación, que significa que no puede haber dos tuplas con los mismos valores en los atributos de SC
 - Ejemplo: Dada la relación $Alumnos(DNI, nombre, titulación)$ ¿son superclaves?
 - $SC = \{DNI, nombre, titulación\}$
 - $SC = \{DNI, titulación\}$
 - $SC = \{nombre\}$
 - $SC = \{nombre, titulación\}$

Restricciones

- Restricción de clave
 - Un subconjunto de atributos K de R es una **clave** si es una superclave mínima
 - Una superclave no es mínima si al eliminar alguno de sus atributos sigue siendo una superclave
 - Ejemplo: Dada la relación *Alumnos*(*DNI*, *nombre*, *titulación*) ¿son claves?
 - $K = \{\text{DNI, nombre, titulación}\}$
 - $K = \{\text{nombre, titulación}\}$
 - $K = \{\text{DNI}\}$

Restricciones

- Clave primaria y claves candidatas
 - En general, un esquema de relación R puede tener más de una clave. En este caso, también se las denomina **claves candidatas**
 - Una de las claves candidatas del esquema de relación se elige como **clave primaria** de la relación
 - La **clave primaria** de una relación es el subconjunto de atributos que utilizamos para identificar de forma unívoca las tuplas de esa relación
 - Notación: subrayamos los atributos que forman la clave primaria
 - Ejemplo: Alumnos(DNI, nombre, titulación)

Restricciones

- Restricción de integridad de entidad
 - Ningún valor de la clave primaria puede ser un valor nulo
 - Ejemplo:

¿Cómo identificamos a Ana?

Alumnos		
DNI	Nombre	Titulación
32555111	Pedro	GII
NULL	Ana	ETIX
76555111	Alberto	GII

Restricciones

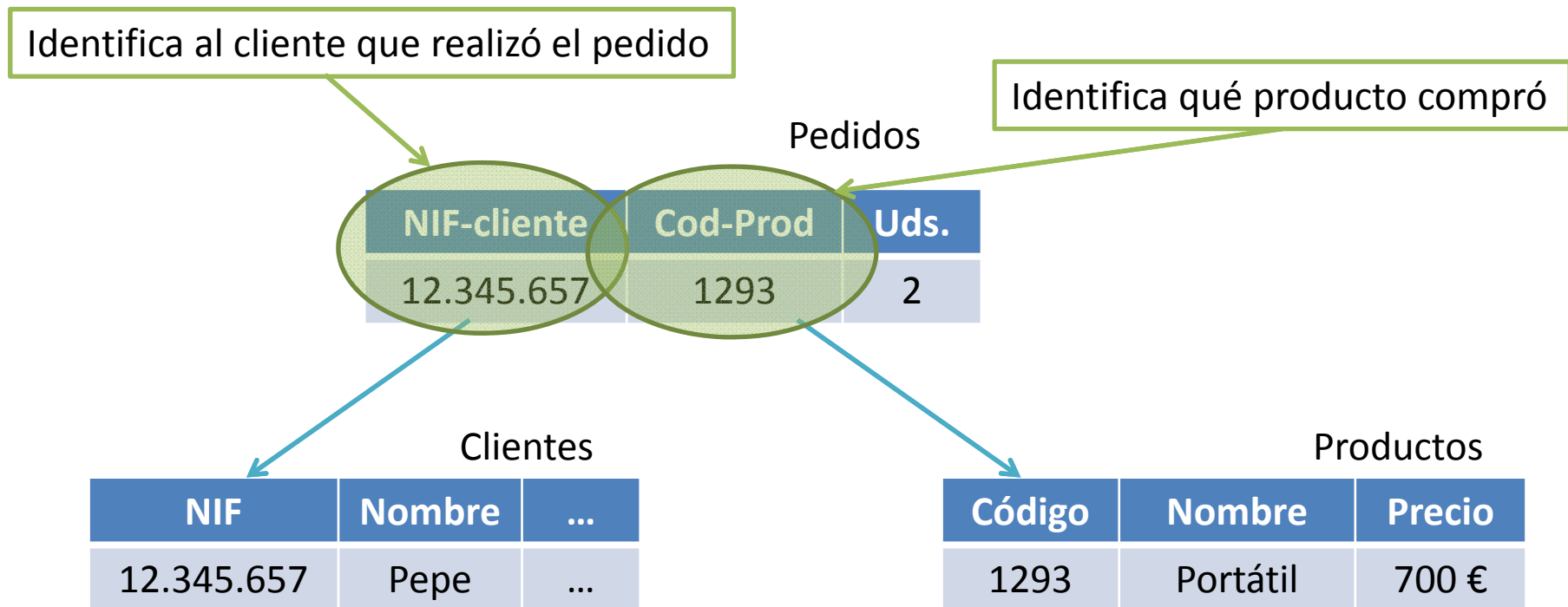
- Restricción de integridad referencial
 - Un conjunto de atributos CF en el esquema de relación R_1 es una **clave foránea** (o clave externa) de R_1 si se satisfacen las dos reglas siguientes:
 - Los atributos de CF tienen el mismo dominio que los atributos de la clave primaria CP de otro esquema de relación R_2 . Se dice que los atributos CF hacen referencia o se refieren a la relación R_2 .
 - Un valor de CF en una tupla t_1 del estado actual $r_1(R_1)$ ocurre como valor de CP en alguna tupla t_2 del estado actual $r_2(R_2)$ o bien es nulo.
 - En el primer caso $t_1[CF] = t_2[CP]$, y decimos que la tupla t_1 hace referencia a la tupla t_2 .

Restricciones

- Restricción de integridad referencial
 - Una **clave foránea** es un conjunto de atributos de una relación R_1 que para cada tupla identifican a otra tupla de una relación R_2 con la que está relacionada.
 - Las utilizamos para relacionar las tuplas de una relación con tuplas de otras relaciones

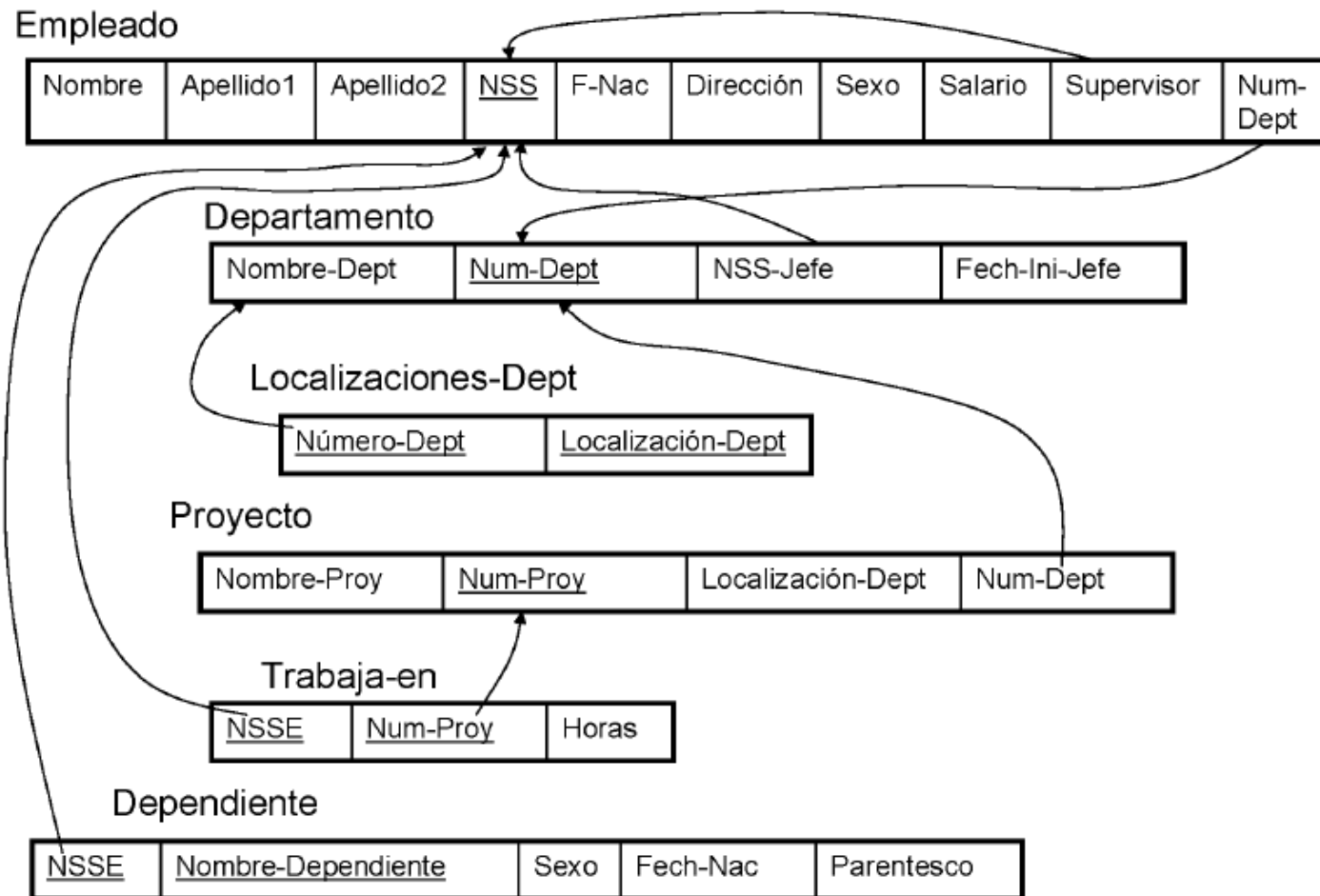
Restricciones

- Restricción de integridad referencial



Restricciones

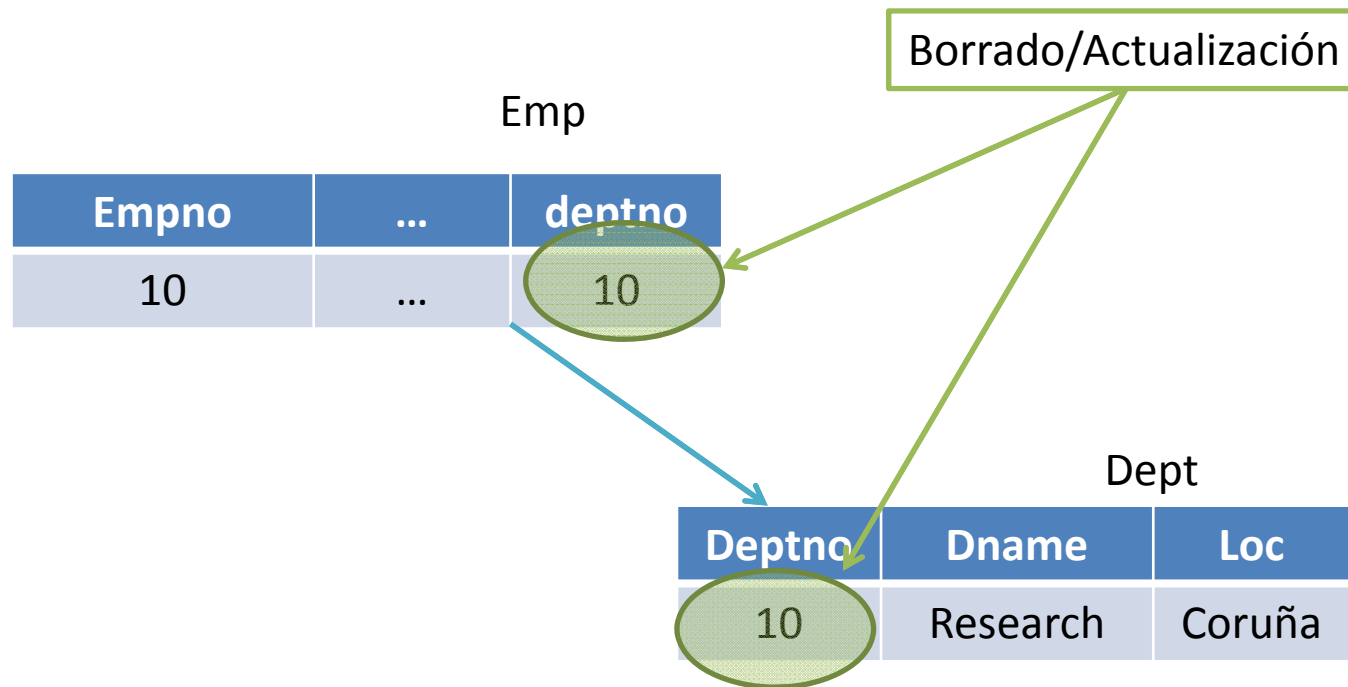
- Claves foráneas: relacionan datos de distintas tablas de la BD



Restricciones

- Borrados y actualizaciones con claves foráneas
 - Cuando eliminamos o actualizo una fila de una tabla referenciada por otra, tenemos dos opciones:
 - Poner un valor nulo en la clave foránea. Ejemplo: cuando borro un depto., el código de depto. de sus empleados es NULL
 - Propagar en cascada el borrado/actualización a la clave foránea. Ejemplo: si borro la fila de un departamento, borro también las filas de los empleados que le referencian.

Restricciones



2.3 Ejercicios

Ejercicio 1

Dada la siguiente tabla:

Nombre	Edad	Idioma	Nivel
Luis	18	Inglés	Bien
Ana	23	Inglés Francés	Bien Regular
Jaime	19	Alemán	Mal
María	42	Italiano	Bien

- a) ¿Es una relación? ¿Por qué?
- b) ¿Qué restricciones del modelo relacional no se cumplen?

Ejercicio 2

Dadas las siguientes tablas:

Nombre	Edad	Idioma	Nivel
Luis	18	Inglés	Bien
Ana	23	Inglés	Bien
Jaime	19	Alemán	Mal
María	42	Italiano	Bien

Nombre	Edad	Idioma	Nivel
Jaime	19	Alemán	Mal
María	42	Italiano	Bien
Luis	18	Inglés	Bien
Ana	23	Inglés	Bien

a) ¿Representan la misma relación? ¿Por qué?

Ejercicio 3

Dado el siguiente esquema de base de datos relacional:

Pueblo (id_pbl, nombre, provincia, num_hab)

Monumento (cod_mon, nombre, época, tipo, id_pbl)

Ruta (id_ruta, nombre, transporte, duración, longitud)

Pasa_por (id_ruta, id_pbl, orden)

- a) Indica las claves primarias y foráneas. Representa gráficamente este esquema relacional.

Ejercicio 3

b) Introduce en las tablas la siguiente información

“Roteiro dos castiñeiros (5 km de lonxitude, para facer a pe en 1 hora). Pasa por A Balada, Neixón e Comba (nesta orde) todos eles pobos pequenos de 1000 habitantes e da provincia da Coruña”

“Roteiro dos petroglifos (20 km de lonxitude, para facer en coche en 2 horas). Pasa por Neixón, Cespón, Agüeiros (nesta orde) e acaba de novo en Neixón. Son pobos da provincia da coruña que (excepto Neixón) teñen 2500 habitantes. En Cespón pódese ver a *Capela do Loreto*, unha capela que data do século XII”

Ejercicio 4

Dado el siguiente esquema de base de datos relacional:

Empresa(CIF, nombre, dirección, ciudad)

Inversor (NIF, nombre, apellidos, dirección, teléfono, NIF_asesor)

Asesor (NIF, nombre, teléfono, email, experiencia)

Invierte_en (NIF_inversor, CIF_empresa, participación)

- a) Indica las claves primarias y foráneas. Representa gráficamente este esquema relacional.

Ejercicio 4

b) Introduce en las tablas la siguiente información

“Polo de agora só recompilamos datos de dúas empresas:

Empresa1, ten o seu enderezo fiscal na Rúa de Arteixo, 5, 15008, A Coruña, e o seu CIF é B6000000J.

Empresa2, domiciliada na Rúa da Universidade, 10, 08009, Barcelona, e o seu CIF é B0000005J.

Por outra banda, os inversores son:

Manuel Iglesias (NIF. 47668432R), vive en na rúa de Monforte nº 120, no 28088 de Madrid. Está dispoñíbel no teléfono 91 555 23 47. Manuel ten invertido 3000 € en Empresa1, a recomendación de Xoan Neira (xoan.neira@meumail.com, 649888888) que leva xa dous anos traballando niso.

Alexandra Montoto (NIF. 33556874X), está domiciliada na rúa Almirante, 67, no 36001 de Pontevedra. O seu teléfono móbil é 649 87 25 11. Ten invertidos 2000 € en Empresa2 e outro tanto en Empresa1. Alexandra confía plenamente no seu asesor Ánxel García. É un home que leva xa 10 anos traballando nisto e que está sempre dispoñíbel tanto por mail (agarcia@mail.com) como por teléfono (630 66 45 45).

Ejercicio 5

Dado el siguiente esquema de base de datos relacional:

Cliente(DNI, nombre, dirección)

Coche (matrícula, marca, modelo, pagado, dni)

Taller (cif, nombre, dirección)

Accidente (cod_acc, dni, matricula, cif, fecha, coste)

- a) Indica las claves primarias y foráneas. Representa gráficamente este esquema relacional.
- b) Para cada clave foránea, decidir y justificar si debe admitir valores nulos, y los modos de borrado y actualización más convenientes.

Ejercicio 6

Dada la siguiente base de datos relacional, detecta las posibles violaciones de las restricciones de dominio, integridad de entidad e integridad referencial.

Cientes

DNI	Nombre	Dirección
13	Juan	Real, 3 Mayor, 5
	Pedro	Real, 10
18	Gonzalo	Mayor, 7
20	Agustín	Diagonal, 2

Vehículos

Matrícula	Marca	DNI
1010 AAA 1010AAA	Seat	13 18
2020 BBB	BMW	21
3030 CCC	Audi	
3031CCD	Opel	13

Ejercicio 7

La base de datos de una empresa contiene las siguientes tablas:

Persona (dni, nombre, dirección, telefono)

Empleado (dni, fecha-alta, fecha-consolidación, salario, departamento, jefe)

Departamento (#dep, nombre, presupuesto)

Indica como modificarías/completarías este esquema para que contemple las siguientes restricciones:

- a) No puede haber dos personas con el mismo DNI.
- b) Todo empleado es una persona.
- c) No puede haber dos empleados con el mismo nombre.
- d) Toda persona tiene una dirección.
- e) Un empleado solo puede pertenecer a un departamento.
- f) Un empleado puede pertenecer a varios departamentos.

3. Introducción al diseño de BD

Problemas en el diseño

- Dificultades en el diseño de BD
 - Hasta ahora hemos pensado directamente en las tablas que necesitamos en la base de datos
 - Diseñar la BD de esta forma puede dar lugar a problemas en el diseño resultante
 - Información redundante
 - Inconsistencias en los datos
 - Problemas de actualización y borrado

Problemas en el diseño

Ejemplo: Suponiendo que un modelo tiene una única potencia y un único peso, ¿qué problemas puede tener esta relación?

Coche_mod					
<u>Matrícula</u>	Marca	Modelo	Color	Potencia	Peso
5634HJI	Seat	Córdoba	Rojo	100	1020
2312FGT	Seat	Ibiza	Verde	100	1090
1233HJT	Peugeot	206	Verde	70	1020
8954ERT	Seat	Córdoba	Azul	100	1120
9876ERT	Seat	Ibiza	Rojo	90	1080

Problemas en el diseño

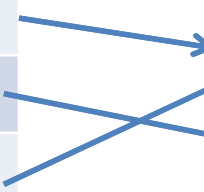
Ejemplo: Suponiendo que hay una única edición de cada libro, ¿qué problemas puede tener esta relación?

Libros				
<u>ID</u>	Autor	Título	Editorial	Páginas
10	Juan	Bases de datos	A	623
20	Pedro	Sistemas Operativos	B	234
30	Juan	Bases de Datos	A	523

Problemas en el diseño

Los problemas de la relación anterior se podrían solucionar así:

Copia	
<u>ID</u>	ISBN
1	10
2	20
3	10

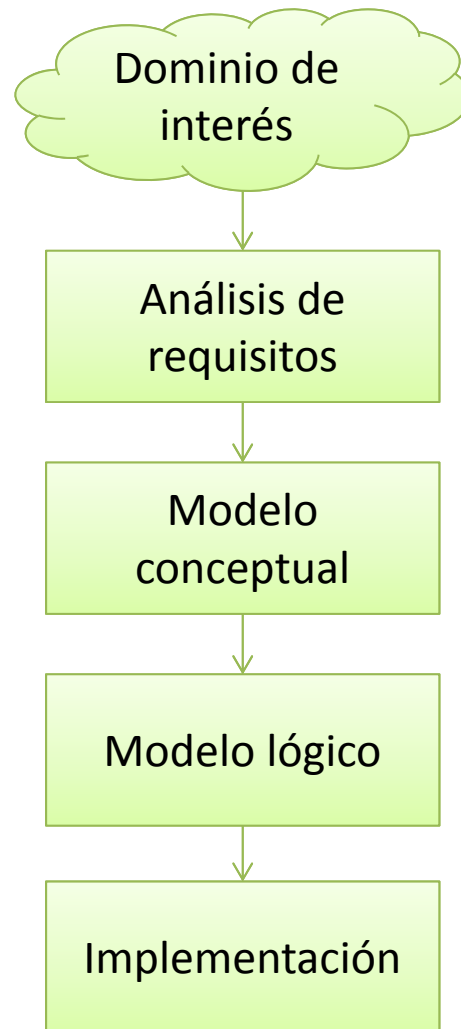


Libros				
<u>ISBN</u>	Autor	Título	Editorial	Páginas
10	Juan	Bases de datos	A	623
20	Pedro	Sistemas Operativos	B	234

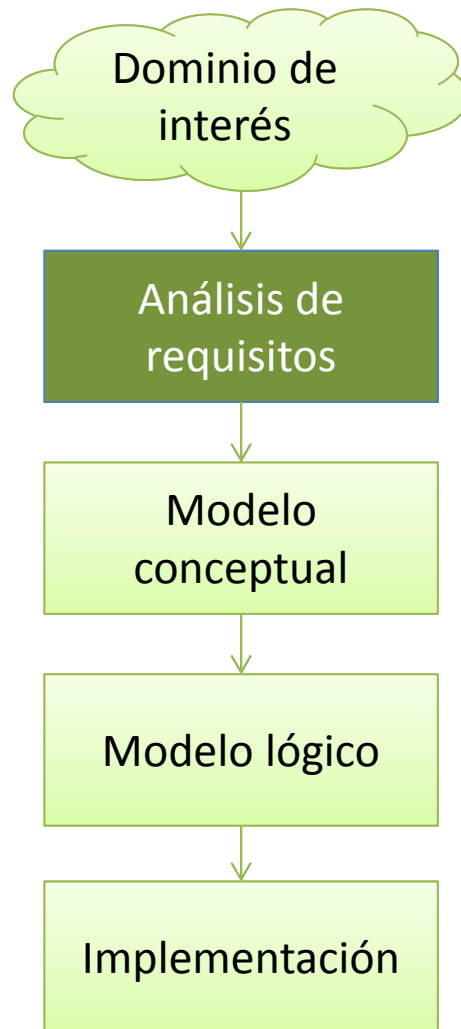
Proceso de diseño de una BD

- Proceso de diseño e implementación de una BD
 - No se piensa directamente en las tablas de la BD
 - Se sigue una serie de pasos en el diseño e implementación

Proceso de diseño de una BD

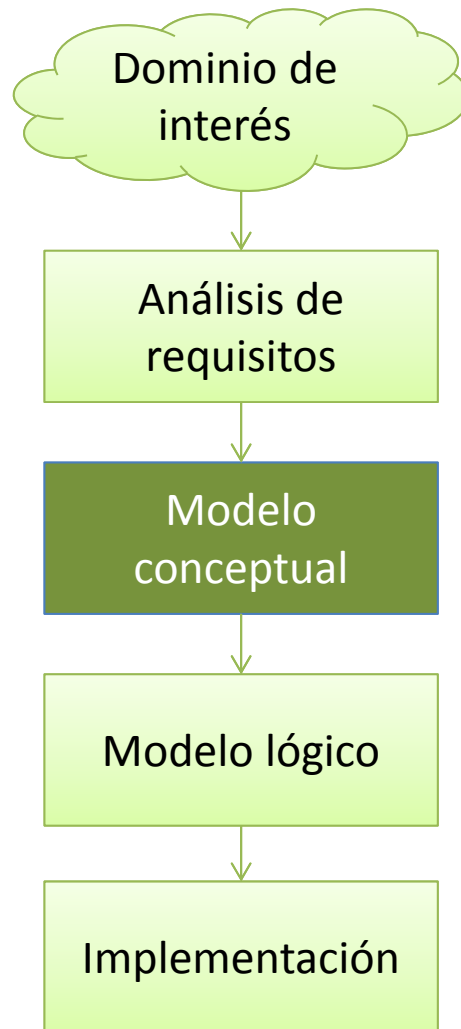


Proceso de diseño de una BD



- Análisis de requisitos de la BD
 - Normalmente, no conocemos los detalles del dominio de interés
 - Conocer y analizar las expectativas de los usuarios y los usos que se piensa dar a la base de datos

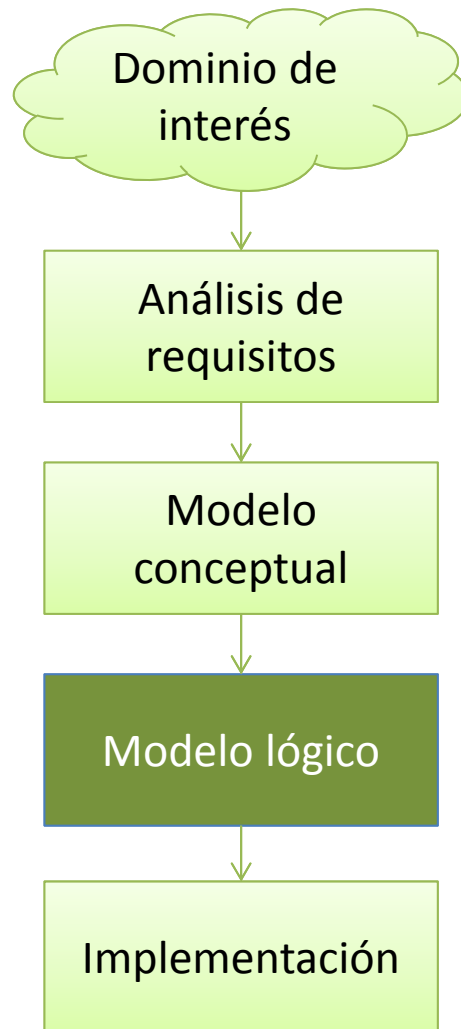
Proceso de diseño de una BD



- **Modelo conceptual**

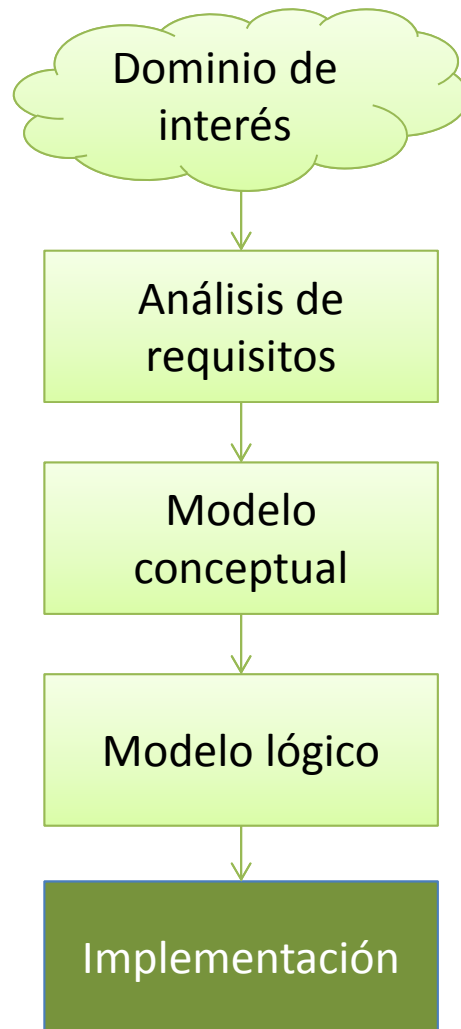
- Descripción conceptual del dominio de interés
- Se crea un modelo independiente del SGBD en el que se vaya a hacer la implementación de la BD
- **MODELO ENTIDAD-RELACIÓN**

Proceso de diseño de una BD



- Modelo lógico
 - Se crea un modelo que se corresponda con la estructura lógica específica del SGBD en el que se implementará la BD
 - En BD relacionales
 - MODELO RELACIONAL
 - Normalización y desnormalización

Proceso de diseño de una BD



- Implementación

- Se implementan las tablas en el SGBD

- Ejemplo SQL:

```
CREATE TABLE alumno (  
  cod NUMERIC(5),  
  nombre VARCHAR(50),  
  titulacion VARCHAR(3),  
  CONSTRAINT pk_alum PRIMARY KEY (cod));
```

Modelo Entidad/Relación

Modelado conceptual

- ¿Qué es un modelo?
 - Esquema o representación abstracta de un sistema o realidad compleja que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.
- Modelo conceptual de datos
 - Un esquema de alto nivel de las necesidades de información
 - ¿De qué entidades del dominio hay que almacenar información?
 - ¿Qué información hay que almacenar para cada entidad?
 - ¿Cómo se relacionan entre si las entidades?

Modelo entidad relación (E/R)

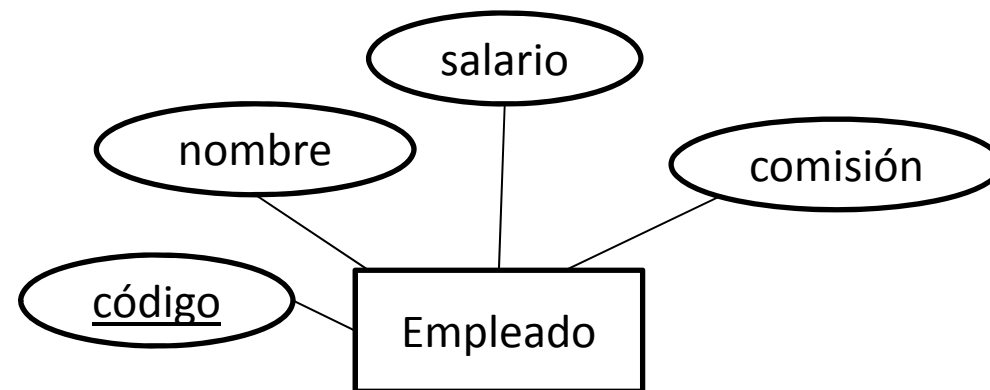
- Modelo entidad relación (E/R)
 - Modelamos el dominio de interés como un conjunto de **entidades** entre las que existen **relaciones**
 - ¿De qué entidades hay que almacenar información?
 - ¿Qué información hay que almacenar para cada entidad?
 - ¿Cómo se relacionan las entidades?

Entidades

- Entidades
 - Una **entidad** es una “cosa” u “objeto” del mundo real, distinguible de los demás objetos
 - Ejemplo: empleados, departamentos, proyectos, ...
 - Cada entidad tiene propiedades específicas, llamadas **atributos**, que las describen
 - Ejemplo empleados: código, nombre, salario, comisión, ...
 - Un **tipo de entidad** define una colección de entidades que poseen los mismos atributos

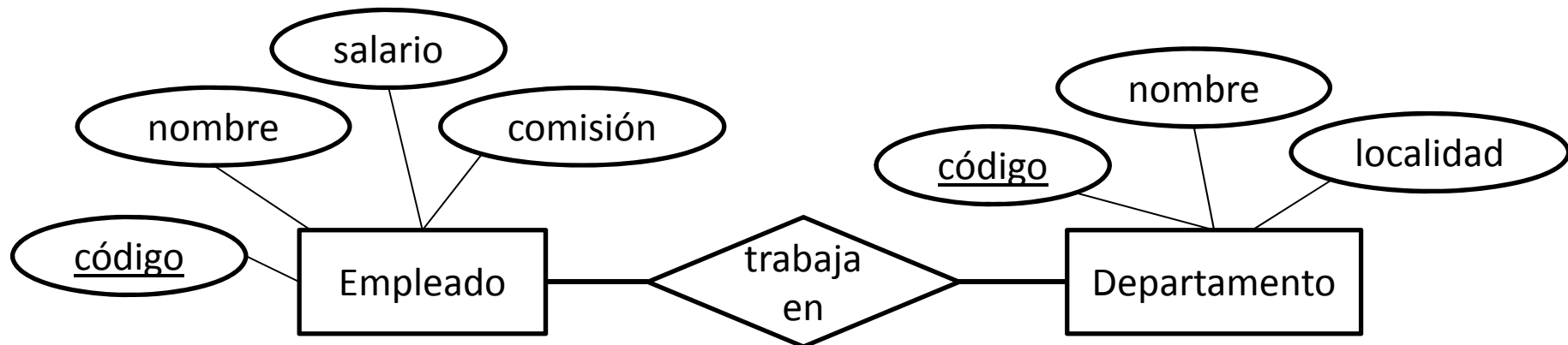
Entidades

- Representación gráfica
 - Tipo de entidad: Empleado
 - Atributos: código de empleado, nombre, salario y comisión
 - La clave primaria se subraya



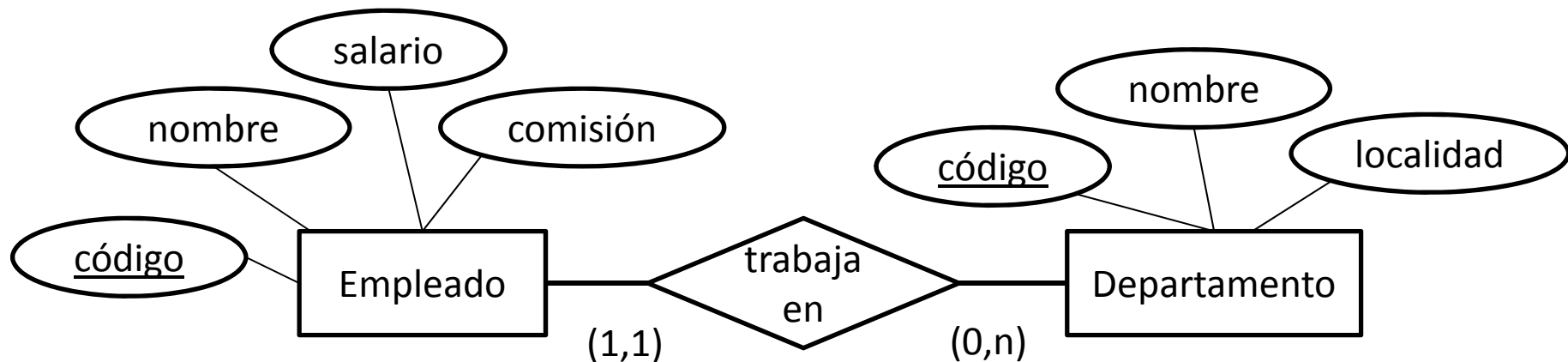
Relaciones

- Relaciones
 - Dos entidades pueden estar **relacionadas** entre si
 - Ejemplo: el empleado 7369 trabaja en el departamento 20
 - Un **tipo de relación** representa un conjunto de relaciones entre entidades de dos tipos de entidad

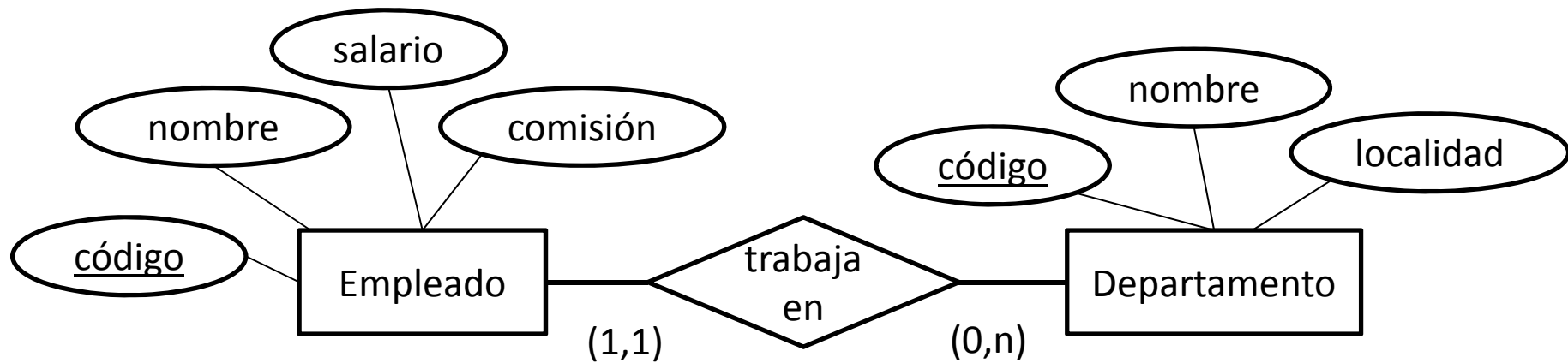


Relaciones

- Cardinalidad y participación, notación (min, max)
 - Un empleado trabaja como mínimo e 1 departamento, y como máximo en 1
 - En un departamento trabajan como mínimo 0 empleados, y como máximo n



Relaciones



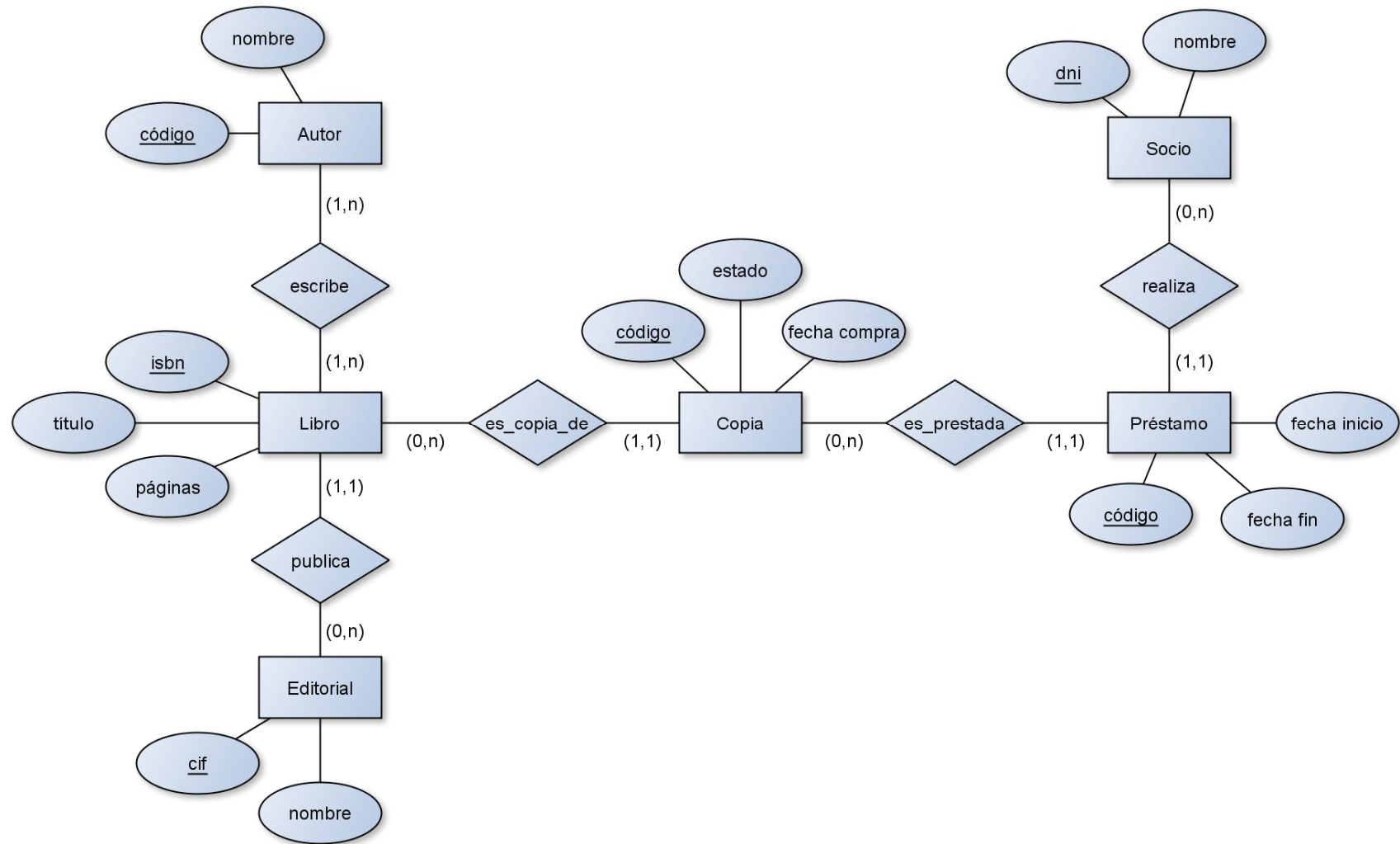
Relaciones

- Cardinalidad de las relaciones
 - Uno a uno (1:1)
 - Un empleado dirige uno y solo un departamento (0,1), y un departamento es dirigido por solo un empleado (1,1)
 - De uno a muchos (1:N)
 - Un empleado trabaja en uno y solo un departamento (1,1) y en un departamento trabajan de 0 a n empleados (1,n)
 - De muchos a muchos (M:N)
 - Un alumno estudia de 1 a n asignaturas (1,m), y en una asignatura hay matriculados de 1 a m alumnos (1,n)

Relaciones

- Participación en las relaciones
 - **Total:** cada entidad tiene que estar relacionada con otra
 - Ejemplo: cada empleado tiene que trabajar en un departamento (1,1)
 - **Parcial:** cada entidad no tiene que estar relacionada con otra
 - Ejemplo: un empleado no tiene que estar asignado a un departamento (0,1)

Ejemplo - Préstamo de libros



2 Paso a modelo relacional

Transformación modelo E/R a modelo relacional

- Transformación de modelo E/R a modelo relacional
 - Transformamos el esquema entidad-relación de la BD en un conjunto de relaciones con claves primarias y claves foráneas
 - Veremos una versión simplificada de las reglas de transformación

Transformación modelo E/R a modelo relacional

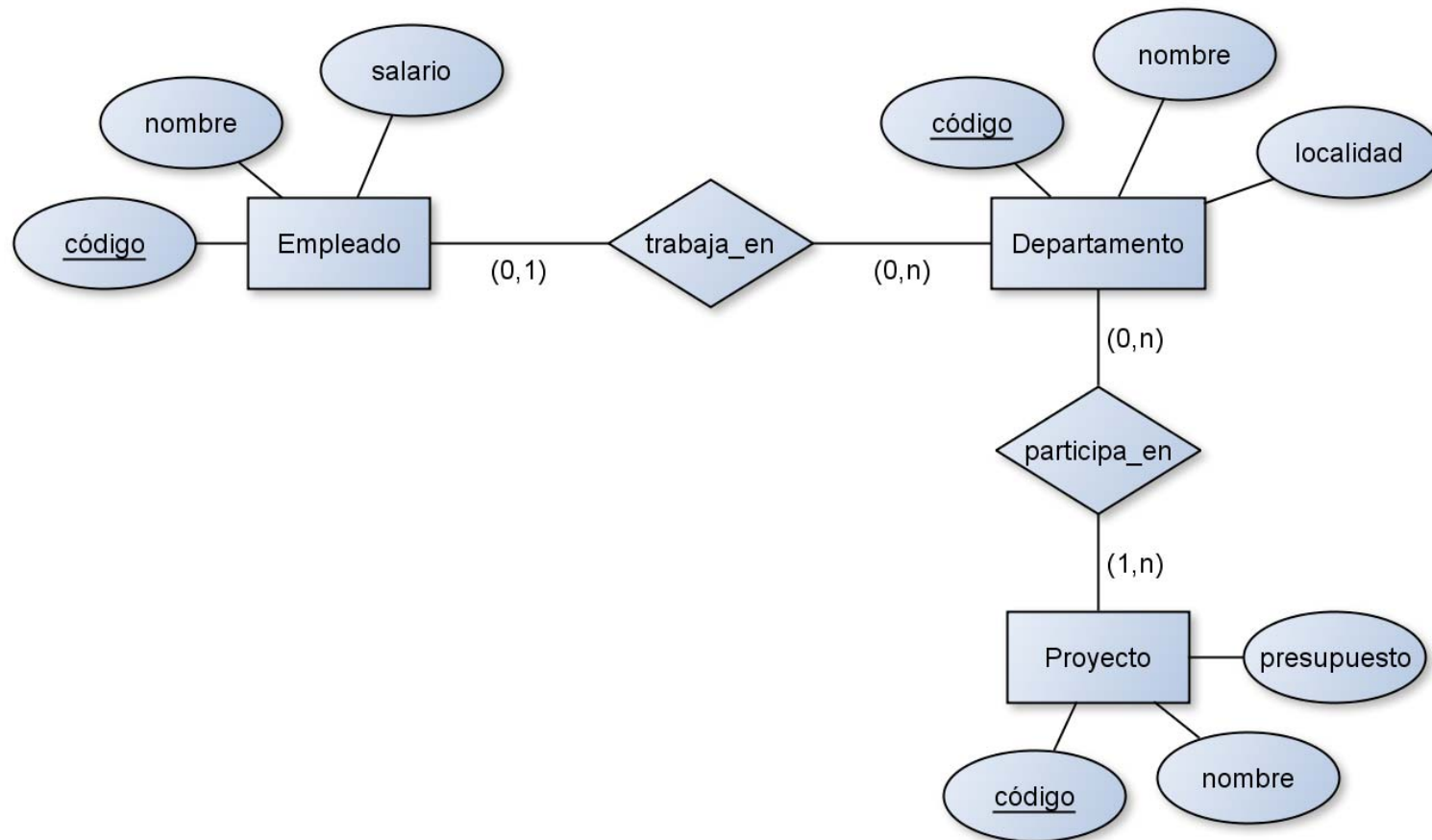
- Regla 1: tipos de entidad
 - Cada tipo de entidad en el esquema E/R se convierte en una relación en el esquema relacional
 - La clave primaria de la relación es la clave primaria del tipo de relación
- Regla 2: tipos de relación 1:1
 - Cada tipo de entidad que participa en el tipo de relación se ha transformado en una relación (regla 1)
 - La clave primaria de una de las dos relaciones correspondientes a los tipos de entidad se incluye como clave foránea en la otra relación

Transformación modelo E/R a modelo relacional

- Regla 3: tipos de relación 1:N
 - Cada tipo de entidad que participa en el tipo de relación se ha transformado en una relación (regla 1)
 - La clave primaria de la relación correspondiente al tipo de entidad del lado N se convierte en una clave foránea en la relación correspondiente al tipo de entidad del lado 1
- Regla 4: tipos de relación N:M
 - Se crea una nueva relación en la que se incluyen como claves foráneas las claves primarias de las relaciones correspondientes a los tipos de entidad
 - Se incluyen los atributos propios del tipo de relación

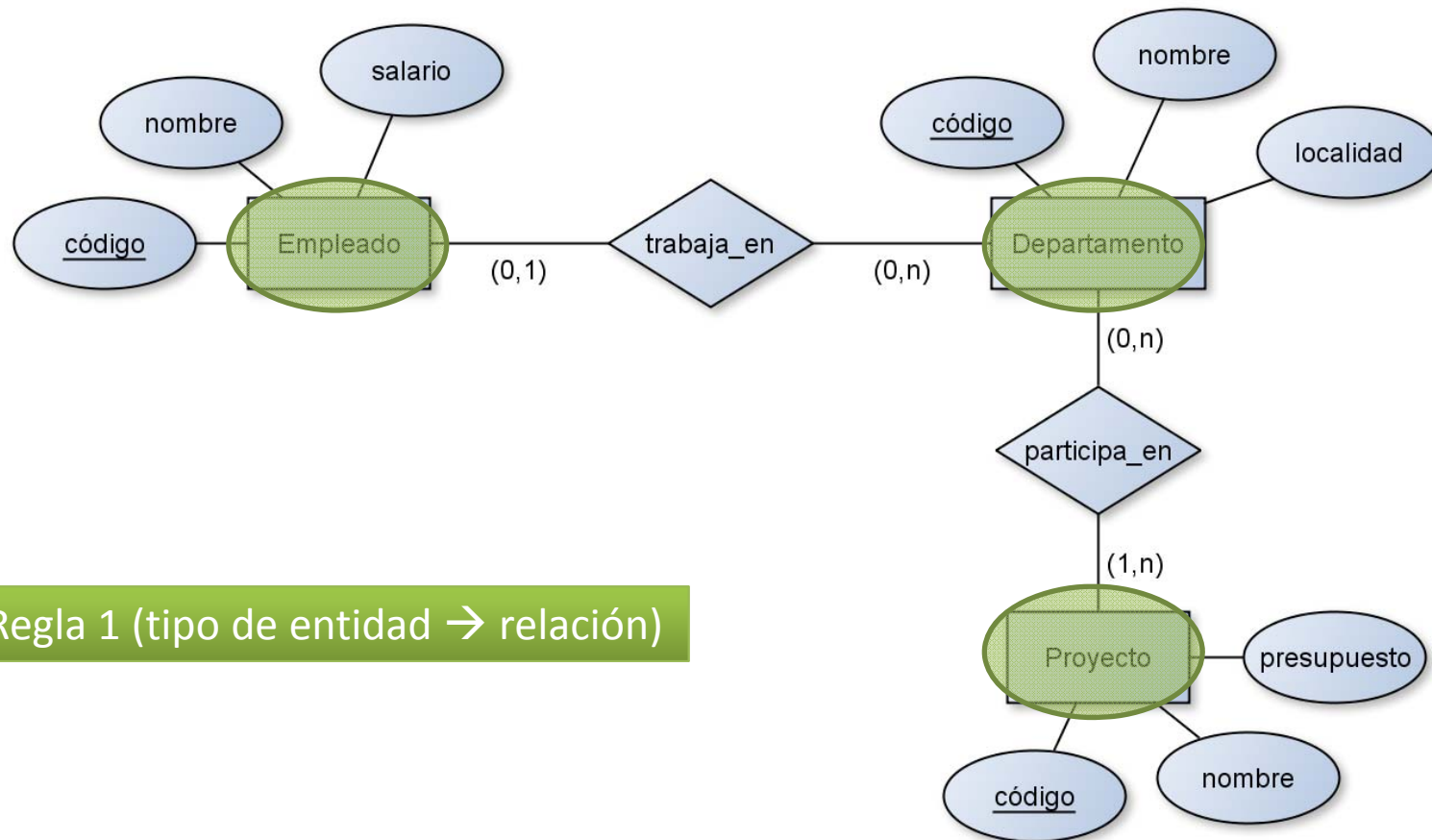
Transformación modelo E/R a modelo relacional

- Ejemplo



Transformación modelo E/R a modelo relacional

- Ejemplo



Regla 1 (tipo de entidad → relación)

Transformación modelo E/R a modelo relacional

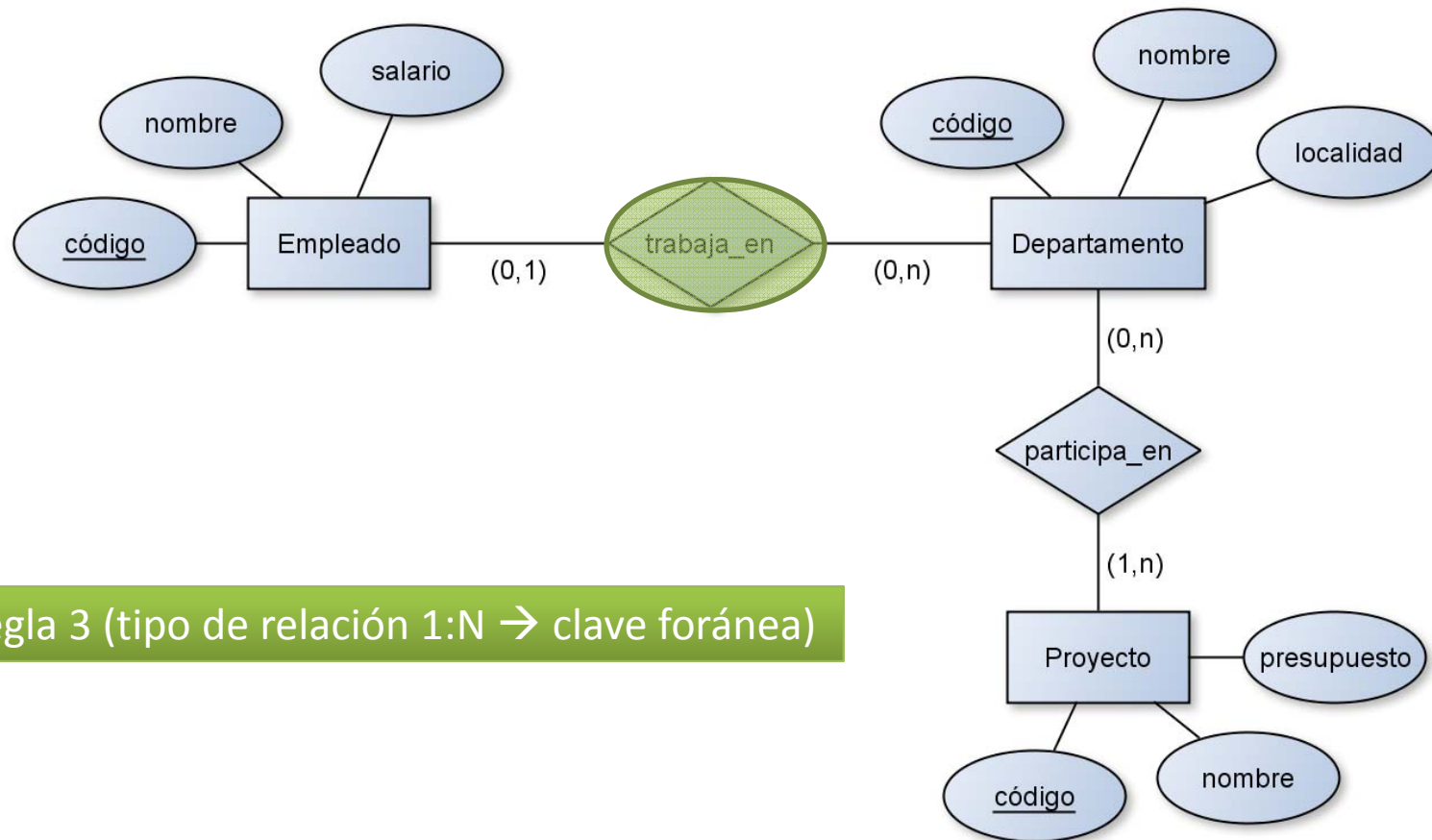
Empleado(código, nombre, salario)

Departamento(código, nombre, localidad)

Proyecto(código, nombre, presupuesto)

Transformación modelo E/R a modelo relacional

- Ejemplo



Transformación modelo E/R a modelo relacional

Empleado(código, nombre, salario, deptno)

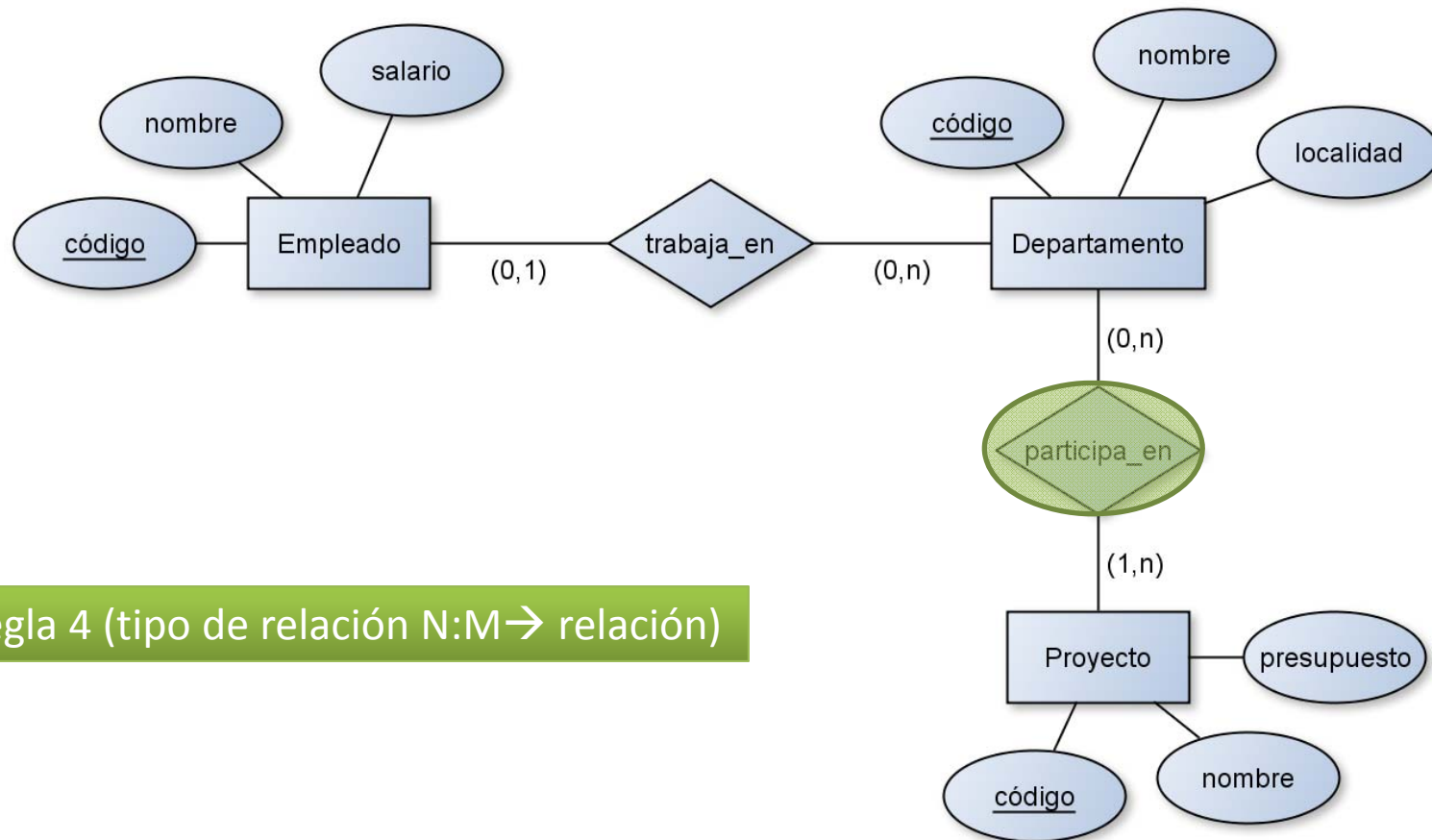
Departamento(código, nombre, localidad)



Proyecto(código, nombre, presupuesto)

Transformación modelo E/R a modelo relacional

- Ejemplo



Regla 4 (tipo de relación N:M → relación)

Transformación modelo E/R a modelo relacional

Empleado(código, nombre, salario, deptno)

Departamento(código, nombre, localidad)

Participa(cod proyecto, cod depto)

Proyecto(código, nombre, presupuesto)