

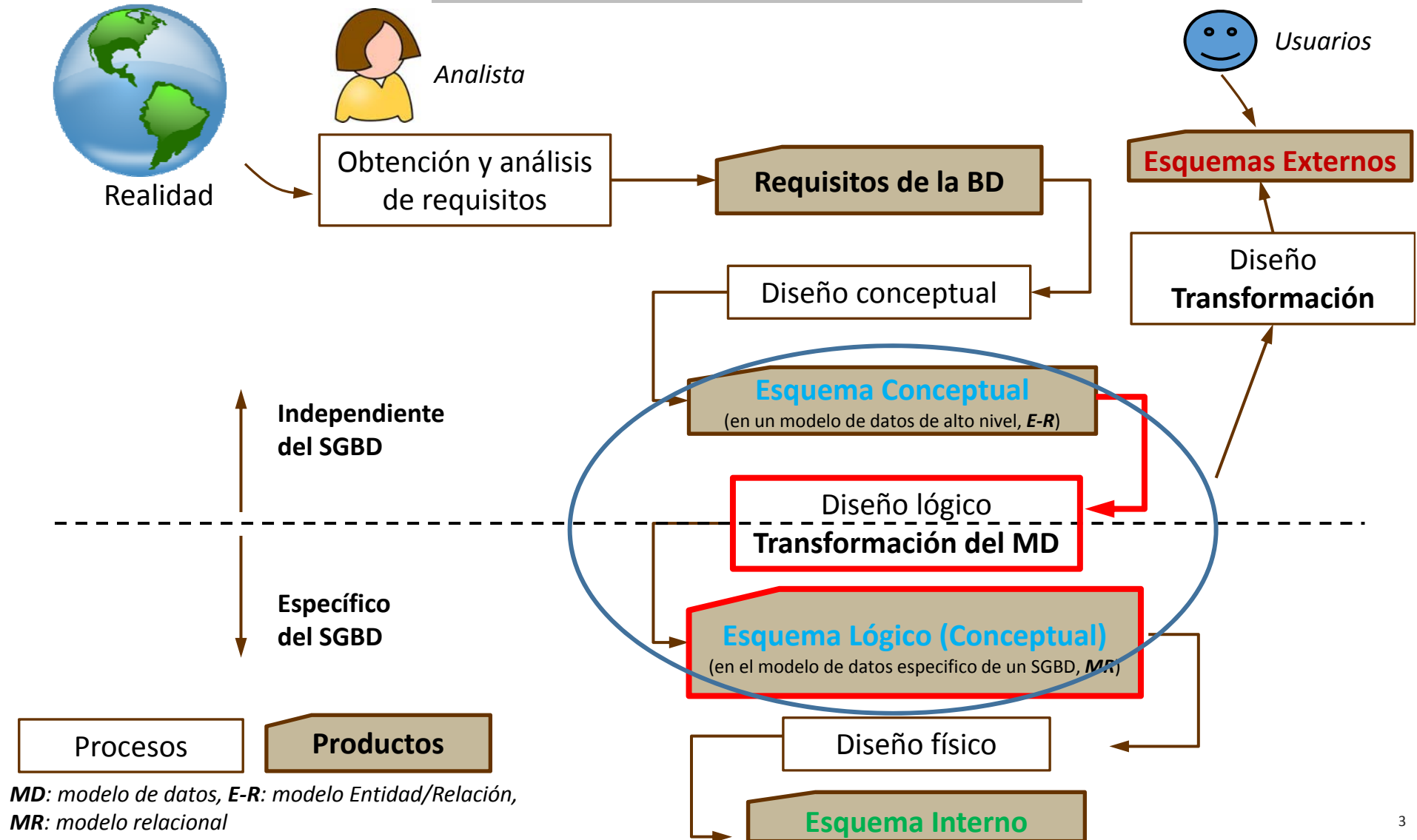
# TEMA 3: Introducción al Modelo Relacional

- ✓ **Conceptos**
- ✓ **Características**
- ✓ **Restricciones**
- ✓ **Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional**

# Tema 3. El modelo Relacional

## Conceptos

### Etapas de diseño de una Base de Datos



# Tema 3. El modelo Relacional

## Conceptos

- **Base de Datos:** colección de *relaciones*.
- Ejemplo: BBDDD Universidad

ASIGNATURA				
<u>Cod_asig</u>	Nombre	Créditos	Carácter	Curso
BDI	Base de Datos I	6	OBL	2
ARQ	Arquitectura	6	OBL	2
VAR	Visión Artificial	6	OPT	3

PROFESOR		
<u>Id_Prof</u>	Nombre	Móvil
23	Barrenechea, Edurne	123456789
24	Paternain, Daniel	456789000

ASIGNACION	
<u>Id_Prof</u>	Asig
23	BDI
23	ARQ
24	VAR

- Se llaman **Relaciones** a las tablas.
- Se llaman **Tuplas** a las filas.
- Los **Atributos** son las cabeceras de columna.
- Los **nombres** de tabla y columna ayudan a interpretar el significado de los valores.
- Los atributos toman valores de un **Dominio** determinado.
- **Dominio:**
  - Conjunto de valores atómicos (indivisible).
  - Consta de nombre, tipo de datos y formato.
  - **Ejemplos:**
    - Numeros\_Curso: valores enteros entre 1 y 4.
    - Caracter: carácter de 3 con valores permitidos “OBL”, “BAS” “OPT”

## Tema 3. El modelo Relacional

### Conceptos

- Sea  $R(A_1, \dots, A_n)$  el **ESQUEMA** de la relación **R** que la describe la de tal forma que:
  - **R** es el nombre de la relación;
  - $A_1, \dots, A_n$  su lista de atributos;
  - $\text{dom}(A_i)$  dominio del atributo  $A_i$  con  $i=1..n$ .
  - **Grado de la relación**: número de atributos;
- **Ejemplares/Estado/Instancia** del esquema  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , se denota por **r** o  $r(R)$ , es un conjunto de tuplas  $r=\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$  donde
  - cada tupla es una lista ordenada de **n** valores  $t_j=\langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ , con  $1 \leq j \leq m$
  - cada  $v_i$ ,  $1 \leq i \leq n$  es:
    - ✓ un elemento de  $\text{dom}(A_i)$ ;
    - ✓ o un valor nulo;se puede denotar también como  $v_i = t_j[A_i]$ ;

- **Esquema:**

**EMPLEADO** (nombre, cod\_emp, telefono\_p, telefono\_t, edad)

- Es una **relación** de **grado 5** (*5 atributos*)

- **Ejemplares/Estado/Instancia de la relación empleados:**

$$\begin{aligned} r(\text{EMPLEADO}) &= \{t_k = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), k=1, \dots, 4, x_i \in D_i\} = \\ &= \{t_1, t_2, t_3, t_4\} = \\ &= \{(Gómez, 2345AB, 948243546, 124578, 30), \\ &\quad (Pérez, 4657CF, 916745779, 245689, 54), \\ &\quad (Barrios, 9876QW, 924563241, 985467, 34), \\ &\quad (Zunzunegui, 4529RT, 964127856, 895423, 51)\} \end{aligned}$$

- ✓ Conceptos
- ✓ **Características**
- ✓ Restricciones
- ✓ Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

## Tema 3. El modelo Relacional

### Características de las relaciones

- **Orden entre las tuplas**: no se considera ningún orden concreto (como en los elementos de un conjunto).
- **Orden en los valores de una tupla**:
  - Una tupla es una lista ordenada de **n** valores.
  - A nivel lógico lo que cuenta es mantener la correspondencia entre atributos y valores.
- **Valores en las tuplas**: son **atributos atómicos**.
  - no se admiten atributos *compuestos*;
  - ni *multivaluados*;
- Existe el **valor nulo**.



- ✓ Conceptos
- ✓ Características
- ✓ **Restricciones**
- ✓ Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

## Tema 3. El modelo Relacional

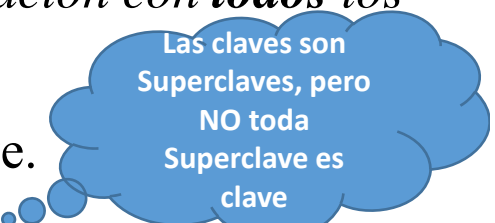
### Restricciones relacionales

1. **Dominio**: el valor de cada atributo debe ser atómico.
2. **Clave**: atributo o conjunto de atributos mínimos de un esquema de una relación que identifican de manera única cada tupla. Conceptos relacionados:
  - Superclave y clave;
  - Clave candidata, clave primaria y clave alternativa;
3. **Integridad de Entidad (IE)**: ninguna clave primaria puede contener atributos con el valor nulo.
4. **Integridad Referencial (IR)**: La relación entre tuplas se establece mediante **clave extranjera – clave primaria**. La integridad referencial garantiza que cuando se hace referencia a una tupla, dicha tupla **existe**. La **clave extranjera NO** es una clave.

## Tema 3. El modelo Relacional

### Restricciones de clave

- En una relación no hay 2 tuplas con *todos* los valores de sus atributos iguales (si no, no sería un conjunto de tuplas).
- **Superclave**: subconjunto de atributos de un *esquema de relación* que cumple la propiedad de **UNICIDAD**: *NO puede haber 2 tuplas de la relación con todos los valores de atributo de la superclave iguales.*
  - Todos los atributos de una relación forman una Superclave.
- **Clave**: debe ser superclave (**UNICIDAD**) y debe cumplir **MINIMALIDAD**, es decir, cualquier atributo que se elimine produce un subconjunto que NO es superclave.
  - El ser o no clave NO debe cambiar con el tiempo: *debe cumplirse en todos los estados de relación posibles del esquema.*
- **Clave Candidata**: todas las Claves posibles.
- **Clave Primaria**: la Clave Candidata elegida por el diseñador. Se subraya en el esquema relacional.
- **Clave Alternativa**: cualquier otra Clave Candidata que no es Clave Primaria.



Las claves son  
Superclaves, pero  
NO toda  
Superclave es  
clave

## Tema 3. El modelo Relacional

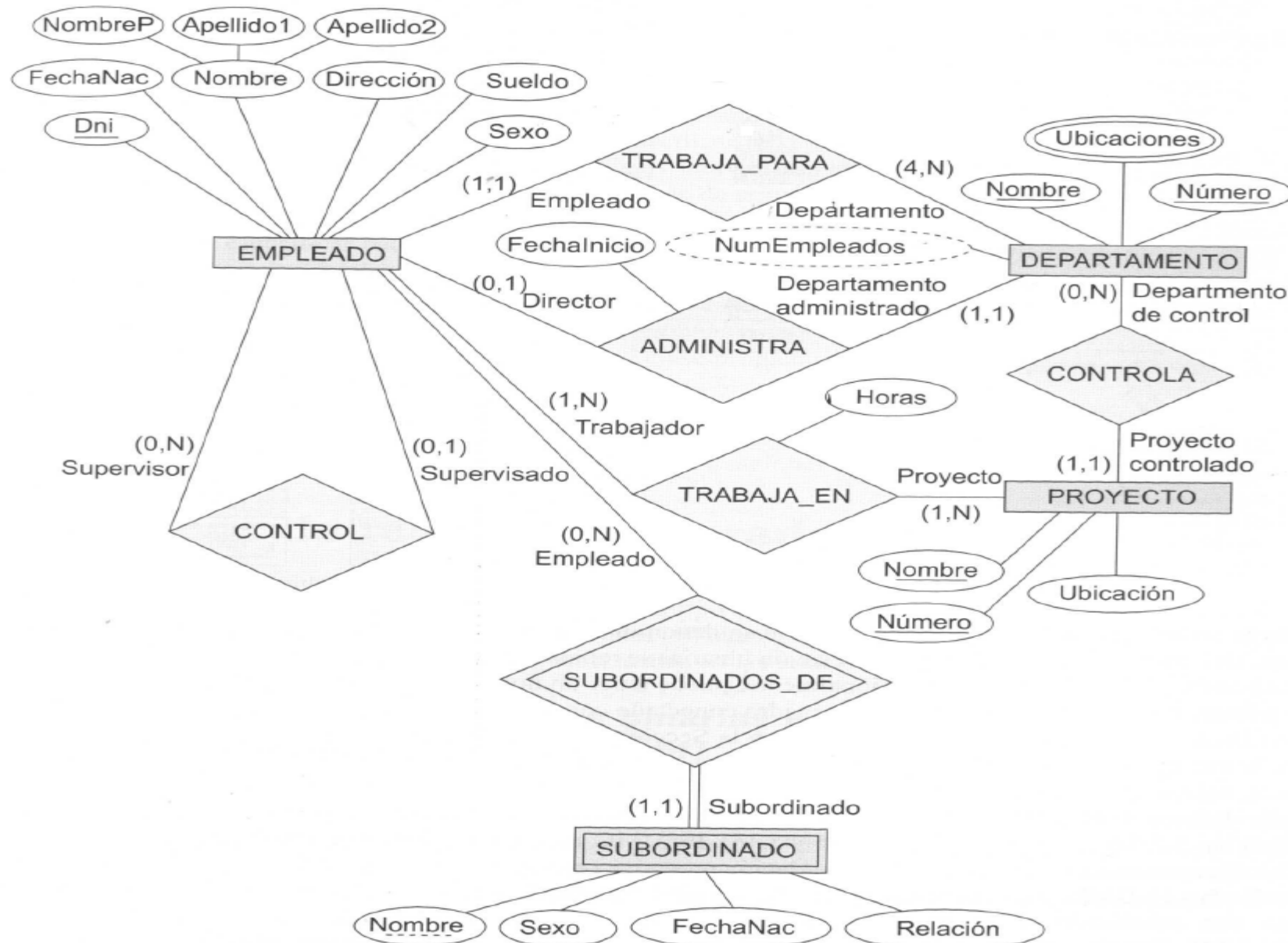
### Ejemplo Restricciones de clave

**Identificar:** esquema de la relación, estado de la relación, superclaves, claves, claves candidatas, clave primaria, claves alternativas.

COCHE				
Matrícula	NumSerieMotor	Marca	Modelo	Año
ABF5056AAA	A69352	Ford	Mustang	2000
BCD5056ABC	B43696	Mercedes	180C	2005
CHD5056BCD	X83554	Toyota	4Runner	1989
ACF5056GBC	C43742	VW	Passat	2006
HCI5056HHH	Y8293	Mercedes	E 270	2003
JCD5056JBC	U028365	Opel	Astra	2016

## Tema 3. El modelo Relacional

### Ejemplo: Modelo E/R de EMPRESA



## Tema 3. El modelo Relacional

### Ejemplo: Esquema de BBDD relacional EMPRESA

- Una BBDD relacional contiene varias **relaciones**.
- Las **tuplas** se relacionan entre sí a través de Claves Extranjeras (CE).

#### EMPLEADO

Nombre	Apellido1	Apellido2	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	SuperDni	Dno
--------	-----------	-----------	------------	----------	-----------	------	--------	----------	-----

CE: EMPLEADO  
CE: DEPARTAMENTO

#### DEPARTAMENTO

NombreDpto	<u>NumeroDpto</u>	DniDirector	FechaIngresoDirector
------------	-------------------	-------------	----------------------

CE:  
EMPLEADO

#### LOCALIZACIONES\_DPTO

<u>NumeroDpto</u>	<u>UbicacionDpto</u>
-------------------	----------------------

CE:  
DEPARTAMENTO

#### SUBORDINADO

<u>DniEmpleado</u>	<u>NombreSubordinado</u>	Sexo	FechaNac	Relacion
--------------------	--------------------------	------	----------	----------

CE:  
EMPLEADO

#### PROYECTO

NombreProyecto	<u>NumProyecto</u>	UbicacionProyecto	NumDptoProyecto
----------------	--------------------	-------------------	-----------------

CE:  
DEPARTAMENTO

#### TRABAJA\_EN

<u>DniEmpleado</u>	<u>NumProy</u>	Horas
--------------------	----------------	-------

CE: EMPLEADO  
CE: PROYECTO

Las Claves Primarias están subrayadas.

Se indican las Claves Extranjeras (CE) y la tabla a la que hacen referencia; es decir, la **Integridad Referencial**.

# Tema 3. El modelo Relacional

## Ejemplo: Estado de BBDD relacional EMPRESA

### Tablas: "Representación" de las relaciones

#### EMPLEADO

Nombre	Apellido1	Apellido2	Dni	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	SuperDni	Dno
José	Pérez	Pérez	123456789	01/09/1965	Eloy I, 98	H	30000	333444555	5
Alberto	Campos	Sastre	333444555	08/12/1955	Avda. Rios, 9	H	40000	888665555	5
Alicia	Jiménez	Celaya	999887777	12/05/1968	Gran Via, 38	M	25000	987654321	4
Juana	Sainz	Oreja	987654321	20/06/1941	Cerquillas, 37	M	43000	888665555	1

#### DEPARTAMENTO

NombreDpto	NumeroDpto	DniDirector	FechaIngresoDirector
Investigación	5	333444555	22/05/1988
Administración	4	987654321	01/01/1995
Sede Central	1	888665555	19/06/1981

#### LOCALIZACIONES\_DPTO

NumeroDpto	UbicacionDpto
1	Madrid
4	Gijón
5	Valencia
5	Sevilla
5	Madrid

#### SUBORDINADO

DniEmpleado	NombreSubordinado	Sexo	FechaNac	Relacion
333444555	Alicia	M	05/04/1986	Hija
333444555	Luisa	M	03/05/1958	Esposa
123456789	Alicia	M	30/12/1988	Hija
123456789	Elisa	M	05/05/1967	Esposa

#### PROYECTO

NombreProyecto	NumProyecto	UbicacionProyecto	NumDptoProyecto
ProductoX	1	Valencia	5
ProductoY	2	Sevilla	5
ProductoZ	3	Madrid	5
Computación	10	Gijón	4
Reorganización	20	Madrid	1
Comunicaciones	30	Gijón	4

#### TRABAJA\_EN

DniEmpleado	NumProy	Horas
123456789	1	32,5
123456789	2	7,5
333444555	2	10,0
333444555	3	10,0
333444555	10	10,0
333444555	20	10,0
999887777	30	30,0
999887777	10	10,0
987654321	30	20,0
987654321	20	15,0

## Tema 3. El modelo Relacional

### Restricciones: Integridad de Entidad (IE) e Integridad Referencial (IR)

- **Integridad de entidad (IE):** ningún valor de atributo de una *clave primaria* puede ser nulo.
- **Integridad referencial (IR): consistencia** entre tuplas relacionadas de 2 relaciones (distintas o de la misma relación).
  - Un atributo (o atributos) de una tupla de una relación, llamado **Clave Extranjera**, hace referencia a una tupla de otra relación (a su **Clave Primaria**).
  - La clave extranjera debe referirse a una tupla **existente (IR)** o tener valor **null** (si está permitido).

#### EMPLEADO

Nombre	Apellido1	Apellido2	Dni	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	SuperDni	Dno
José	Pérez	Pérez	123456789	01/09/1965	Eloy I, 98	H	30000	333444555	5
Alberto	Campos	Sastre	333444555	08/12/1955	Avda. Rios, 9	H	40000	888665555	5
Alicia	Jiménez	Celaya	999887777	12/05/1968	Gran Via, 38	M	25000	987654321	4
Juana	Sainz	Oreja	987654321	20/06/1941	Cerquillas, 37	M	43000	888665555	4
Fernando	Ojeda	Ordóñez	666884444	15/09/1962	Portillo, s/n	H	38000	333444555	5
Aurora	Oliva	Avezuela	453453453	31/07/1972	Antón, 6	M	25000	333444555	5
Luis	Pajares	Morera	987987987	29/03/1969	Enebro, 90	H	25000	987654321	4
Eduardo	Ochoa	Paredes	888665555	10/11/1937	Las Peñas, 1	H	55000	NULL	1

#### DEPARTAMENTO

NombreDpto	NumeroDpto	DniDirector	FechaIngresoDirector
Investigación	5	333444555	22/05/1988
Administración	4	987654321	01/01/1995
Sede Central	1	888665555	19/06/1981

- EMPLEADO.SuperDni hace referencia a EMPLEADO.Dni
- EMPLEADO.Dno hace referencia a DEPARTAMENTO.NumeroDpto



## Tema 3. El modelo Relacional

### Restricciones: Integridad de Entidad (IE) e Integridad Referencial (IR)

- Sea **CE** un conjunto no vacío de atributos de la relación  $R_1$
- Sea **CP** clave primaria de la relación  $R_2$
- **CE** es clave extranjera si:
  - Los dominios de **CE** coinciden con los de **CP**
  - $N^{\circ}$  atributos de (**CE**) =  $N^{\circ}$  atributos de (**CP**)
  - **CE** hace referencia a **CP**:
    - ✓  $\forall t_i \in R_1 \exists t_j \in R_2 / t_i[\text{CE}] = t_j[\text{CP}]$
    - ✓ o bien  $t_i[\text{CE}] = \text{nulo}$

#### EMPLEADO

Nombre	Apellido1	Apellido2	Dni	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	SuperDni	Dno
José	Pérez	Pérez	123456789	01/09/1965	Eloy I, 98	H	30000	333444555	5
Alberto	Campos	Sastre	333444555	08/12/1955	Avda. Rios, 9	H	40000	888665555	5
Alicia	Jiménez	Celaya	999887777	12/05/1968	Gran Vía, 38	M	25000	987654321	4
Juana	Sainz	Oreja	987654321	20/06/1941	Cerquillas, 37	M	43000	888665555	4
Fernando	Ojeda	Ordóñez	666884444	15/09/1962	Portillo, s/n	H	38000	333444555	5
Aurora	Oliva	Avezuela	453453453	31/07/1972	Antón, 6	M	25000	333444555	5
Luis	Pajares	Morera	987987987	29/03/1969	Enebro, 90	H	25000	987654321	4
Eduardo	Ochoa	Paredes	888665555	10/11/1937	Las Peñas, 1	H	55000	NULL	1

#### DEPARTAMENTO

NombreDpto	NumeroDpto	DniDirector	FechaIngresoDirector
Investigación	5	333444555	22/05/1988
Administración	4	987654321	01/01/1995
Sede Central	1	888665555	19/06/1981

## Tema 3. El modelo Relacional

### Reglas de integridad semánticas

- Ejemplos de RI semánticas:
  - *El salario de un empleado no debe ser superior al de su jefe.*
  - *Dedicación semanal de un empleado a un proyecto debe ser menor que 45h.*
  - *El salario de un empleado no debe disminuir.*
- Lenguaje de Definición de Datos (LDD o DDL) tiene mecanismos para especificar RI.
- El SGBD puede imponerlas automáticamente.
- Las RI semánticas se pueden especificar utilizando un lenguaje de especificación de restricciones:
  - Disparadores (*triggers*)
  - Asertos (ASSERTION en SQL2)

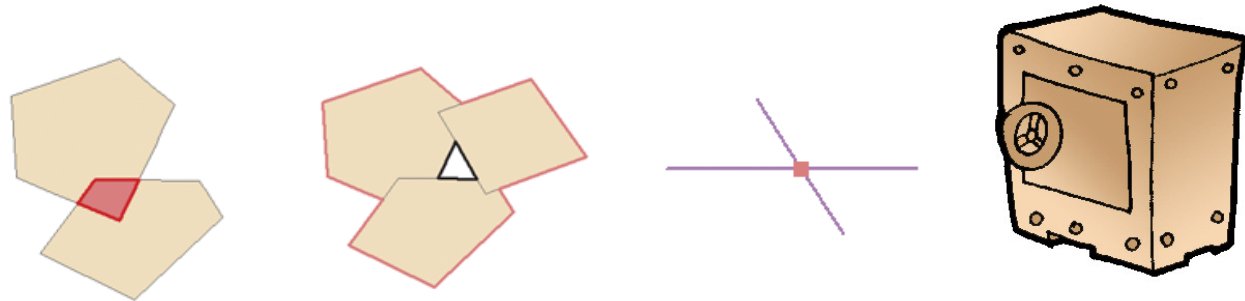
## Tema 3. El modelo Relacional

### Reglas de integridad semánticas

Existirán reglas de negocio que no puedan ser especificadas formalmente en el esquema (pero que deben ser contempladas igualmente).

En estos casos se deberá recurrir a especificaciones informales (literales), pseudo formales (notaciones particulares locales a una organización) o utilizando otros modelos formales complementarios.

Un ejemplo de este tipo de reglas serían las **reglas de topología** que encontraremos en mucho sistemas de información geográfica: conectividad, inclusión, superposición, etc.



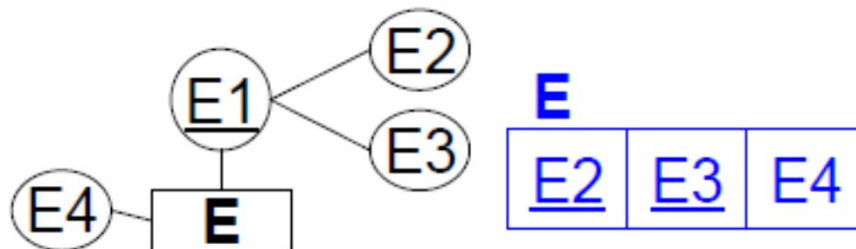
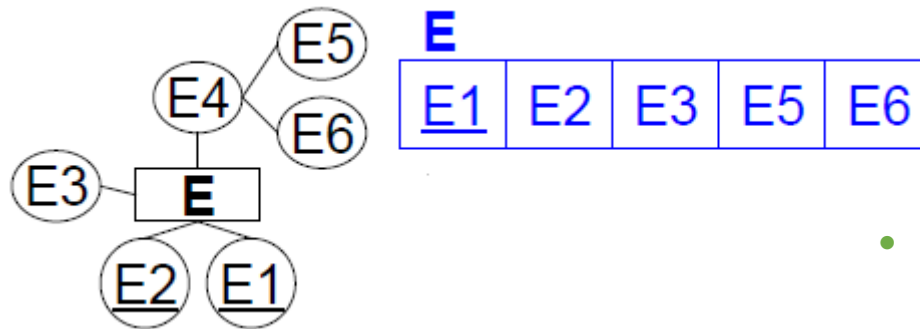
**Nota sobre la implementación de Reglas de Negocio en una BD:** muchas de las reglas descritas podrán implementarse en la creación de un esquema lógico utilizando el LDD concreto del motor de BD que estemos utilizando, no obstante, habrá otras cuyo cumplimiento quedará delegado a las aplicaciones que utilicen la BD (es decir, fuera de la caja fuerte).


- ✓ Conceptos
- ✓ Características
- ✓ Restricciones
- ✓ **Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional**

## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 1: Tipos de entidad normales (fuertes)

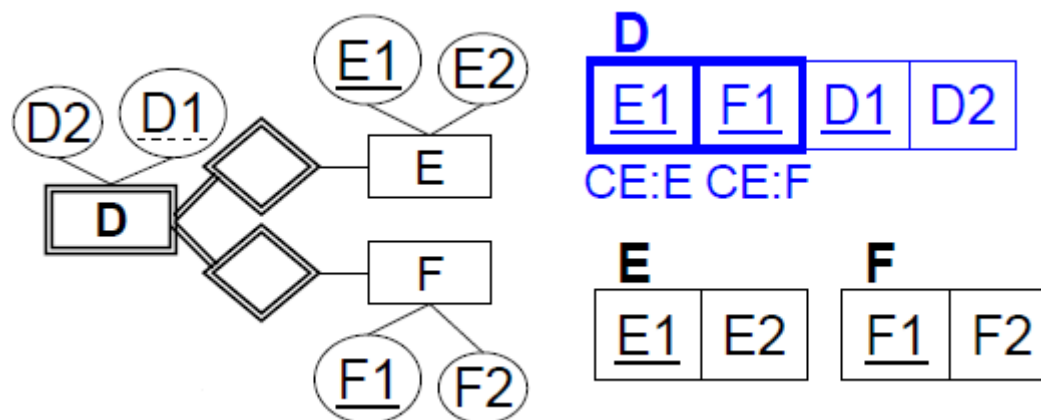
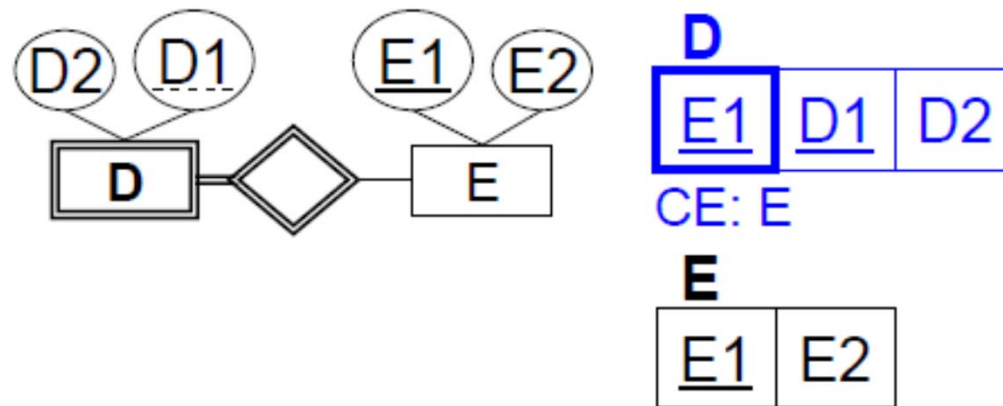


- **Atributos compuestos:** se guardan los atributos atómicos!
- Si existen varios atributos subrayados, indica que son varias claves candidatas.
- Si varios atributos forman la clave primaria se indica como atributo compuesto.
- Los atributos derivados  no se guardan en el modelo relacional, solo en casos de alto coste computacional.

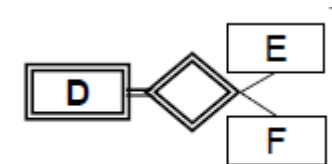
## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 2: Tipos de entidad débil



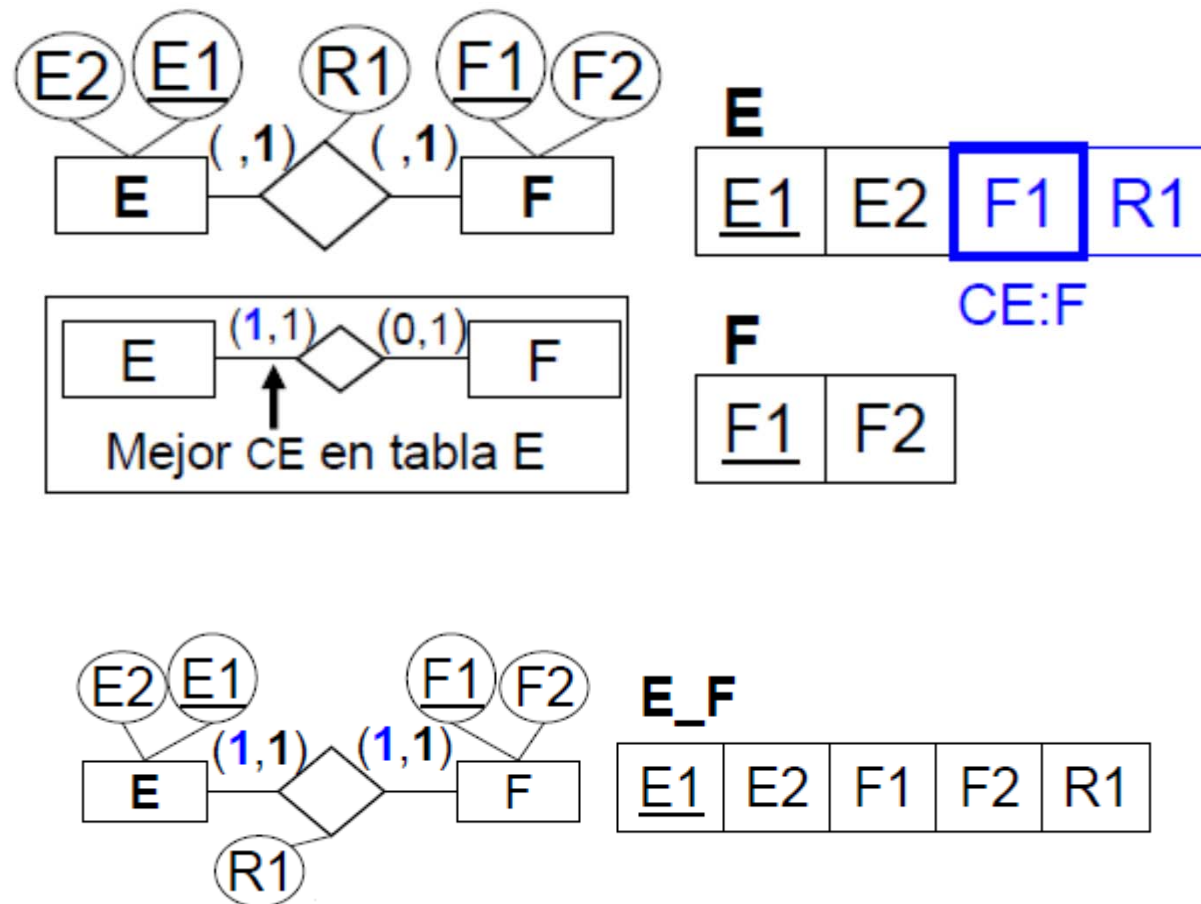
Notación  
equivalente  
(faltan los  
atributos)



## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

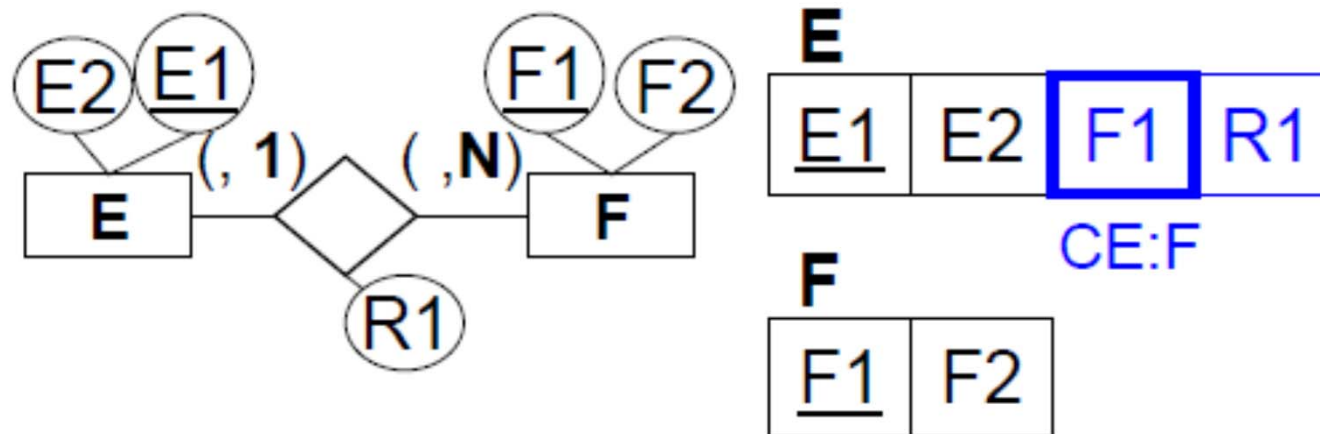
#### Paso 3: Tipos de vínculo 1:1



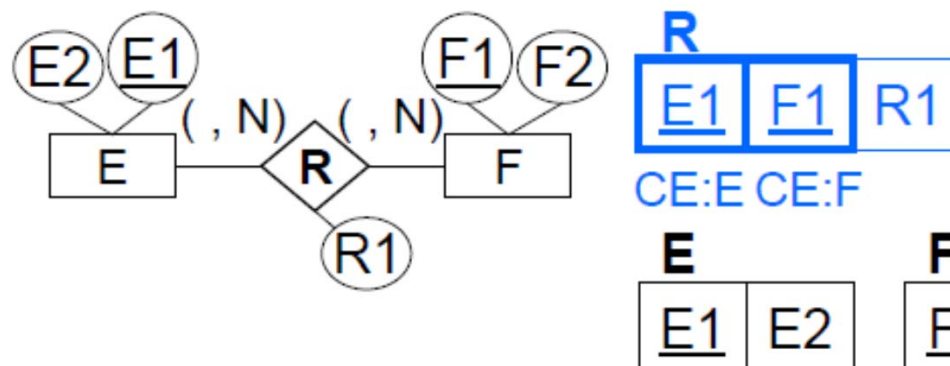
## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 4: Tipos de vínculo 1:N



#### Paso 5: Tipos de vínculo N:M



Dependiendo de la semántica los atributos de la relación **R** también forman parte de la clave primaria.

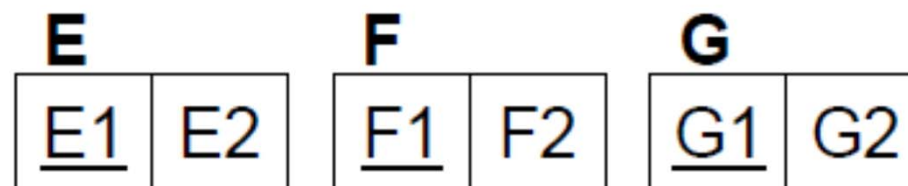
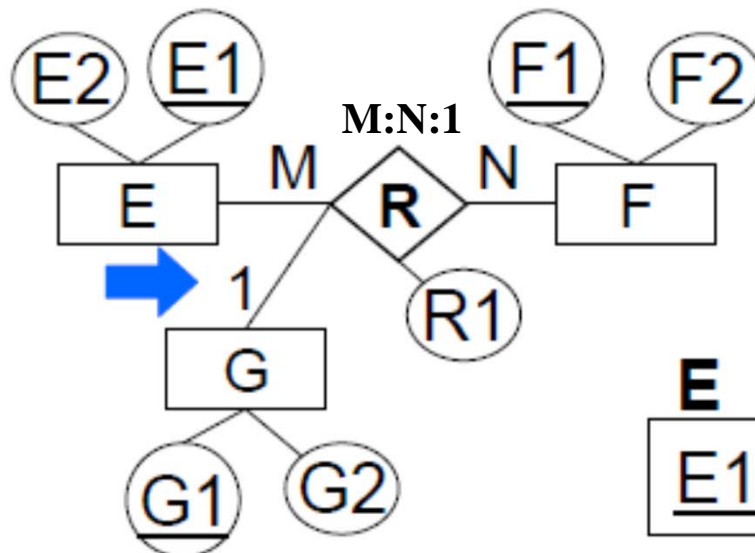
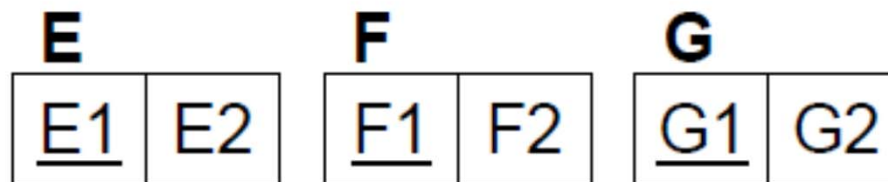
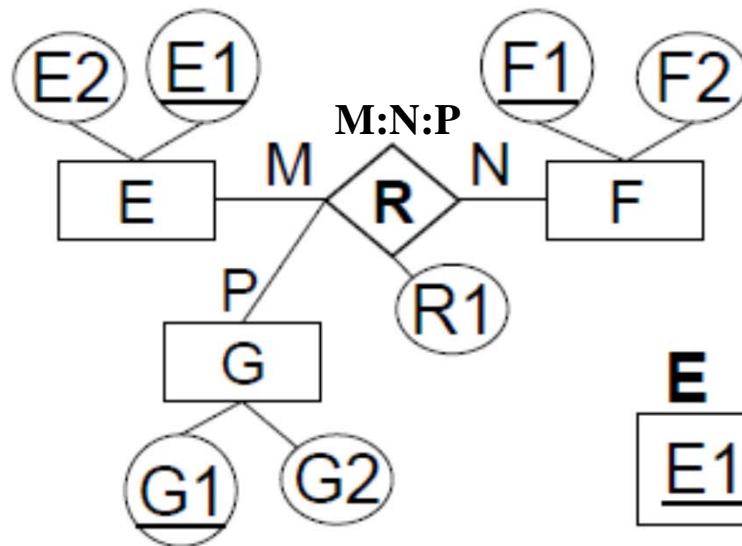


## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 6: Tipos de vínculo n-arios

Dependiendo de la semántica los atributos de la relación **R** también forman parte de la clave primaria.



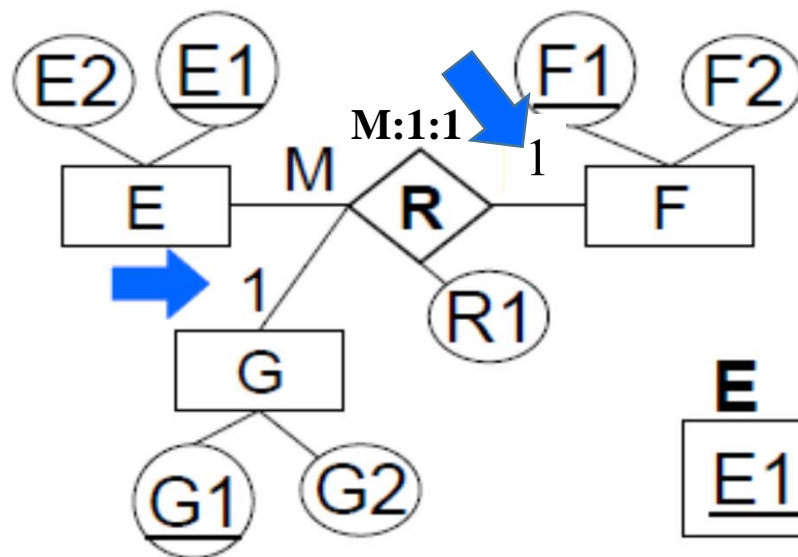
## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 6: Tipos de vínculo n-arios

**Depende de la semántica: opciones!!**

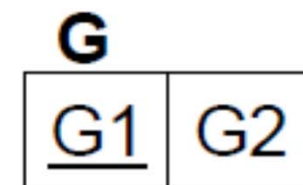
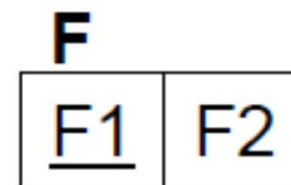
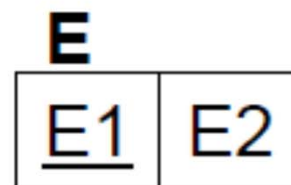
CC: Clave Candidata.



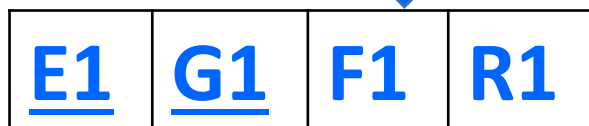
**Opción3:**



CE:E CE:F CE:  
CC: {E1,G1} , i.e., UNIQUE

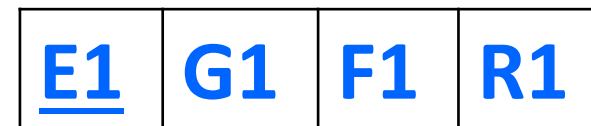


**Opción2:**



CE:E CE:G CE:F  
CC: {E1,F1}, i.e., UNIQUE

**Opción1:**



CE:E CE:G CE:F

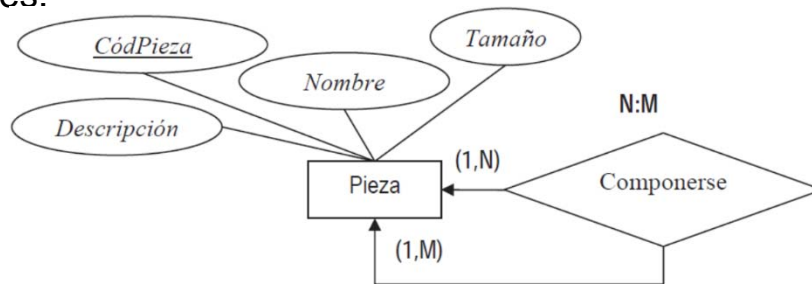
**También según la semántica los atributos de la relación R puede formar parte de la clave primaria.**

## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 7: Relaciones Reflexivas

**Pieza:** Una pieza se compone de muchas piezas, que a su vez están compuestas de otras piezas. Es decir, una pieza se compone de una o varias piezas más pequeñas. Una pieza forma parte de una o varias piezas más grandes.



PIEZAS

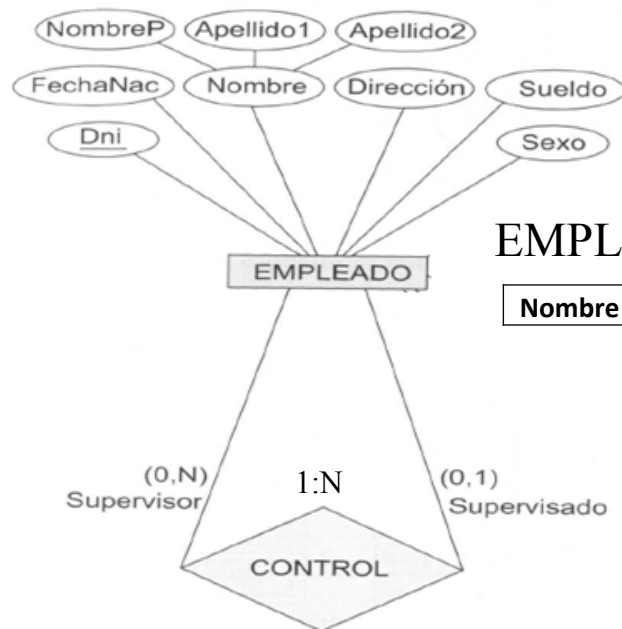
<u>CódPieza</u>	Descripción	Tamaño	Nombre
-----------------	-------------	--------	--------

COMPONENTES

<u>CódPieza</u>	<u>CódPiezaComponente</u>
-----------------	---------------------------

CE:  
PIEZAS

CE:  
PIEZAS



EMPLEADO

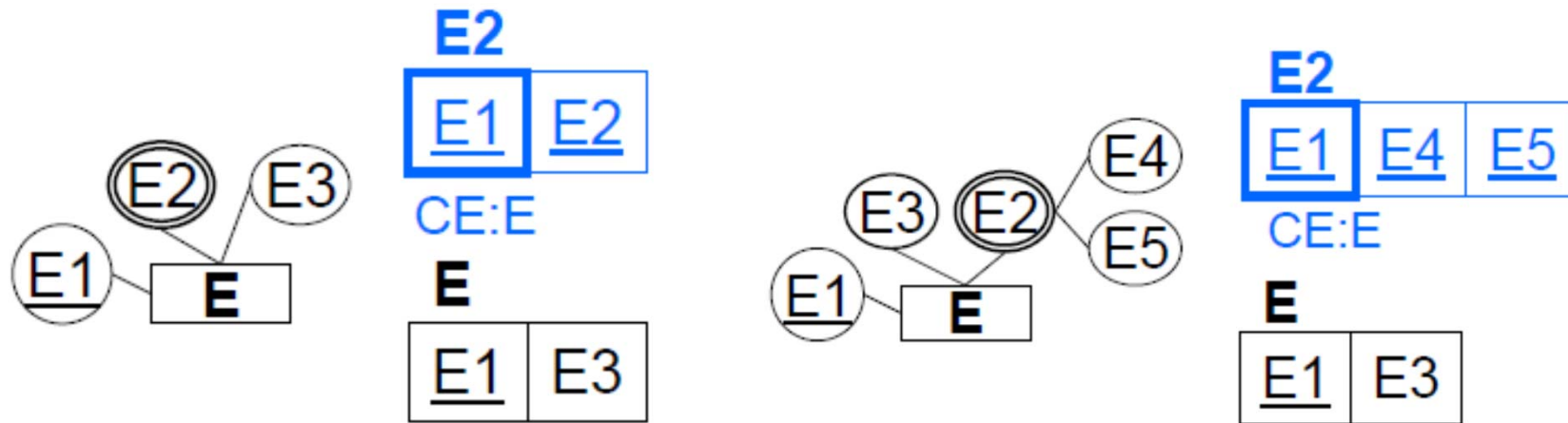
Nombre	Apellido1	Apellido2	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	SuperDni
--------	-----------	-----------	------------	----------	-----------	------	--------	----------

CE:  
EMPLEADO

## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 8: Atributos multivaluados



#### Paso 9: Generalizaciones/Especializaciones

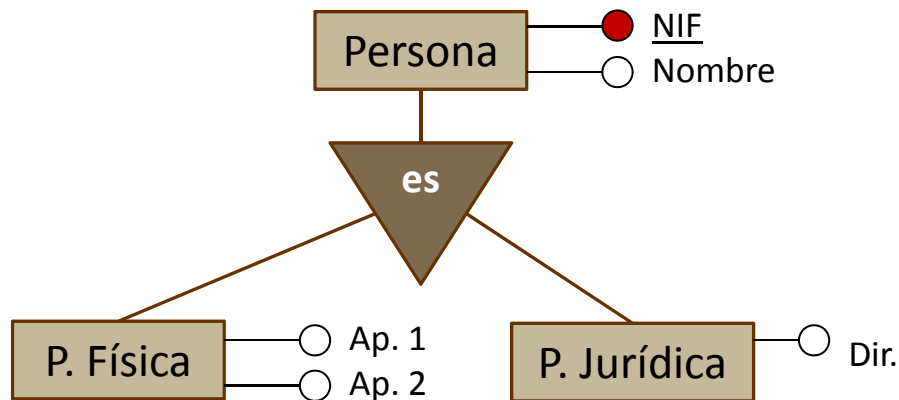
Existen diferentes opciones:

- 1. Integrar todas las entidades en una única tabla absorbiendo los subtipos:** Se crea una tabla que contiene todos los atributos del supertipo, todos los de los subtipos, y el atributo discriminatorio para distinguir a qué subtipo pertenece cada registro de la tabla. Esta regla puede aplicarse a cualquier tipo de jerarquía, es muy simple de realizar, pero **genera demasiados valores nulos en los atributos opcionales propios de cada subtipo.**
- 2. Eliminación del supertipo en jerarquías totales y exclusivas:** Transfiriendo los atributos del supertipo a cada uno de los subtipos, creándose una tabla por cada subtipo, el supertipo no tendrá tabla, y se elimina el atributo que distingue entre subtipos. **Se puede crear redundancia en la información si los atributos del supertipo se repiten en cada uno de los subtipos. El número de relaciones aumenta, pues las relaciones del supertipo pasan a cada uno de los subtipos.**
- 3. Insertar una relación 1:1 entre el supertipo y los subtipos:** Los atributos se mantienen y cada subtipo se identificará con una clave ajena referenciando a la clave primaria del supertipo. El supertipo mantendrá una relación 1:1 con cada subtipo.

## Tema 3. El modelo Relacional

### Transformación del Modelo E/R al Modelo Relacional

#### Paso 9: Generalizaciones/Especializaciones



##### Alt. 1: tabla única

**Personas**(NIF, **Tipo**, Nombre, Ap1, Ap2, Dir)

La tabla **Personas** sirve tanto para personas físicas como para personas jurídicas. Necesitamos un campo **Tipo** que nos permita discriminar de qué Tipo de persona se trata.

Solución muy simple pero genera muchos **valores nulos**.

##### Alt. 2: tabla por entidad específica

**PersonasFísicas**(NIF, Nombre, Ap1, Ap2), **PersonasJurídicas**(NIF, Nombre, Dir)

No hay nulos pero el esquema no puede impedir que haya personas duplicadas ya que el mismo NIF podría insertarse en ambas tablas. Hay redundancia en campos (**Nombre**). Además las relaciones que existan entre personas y otras entidades deberán aplicarse en cada tabla (duplicarse). No se requiere campo **Tipo**.

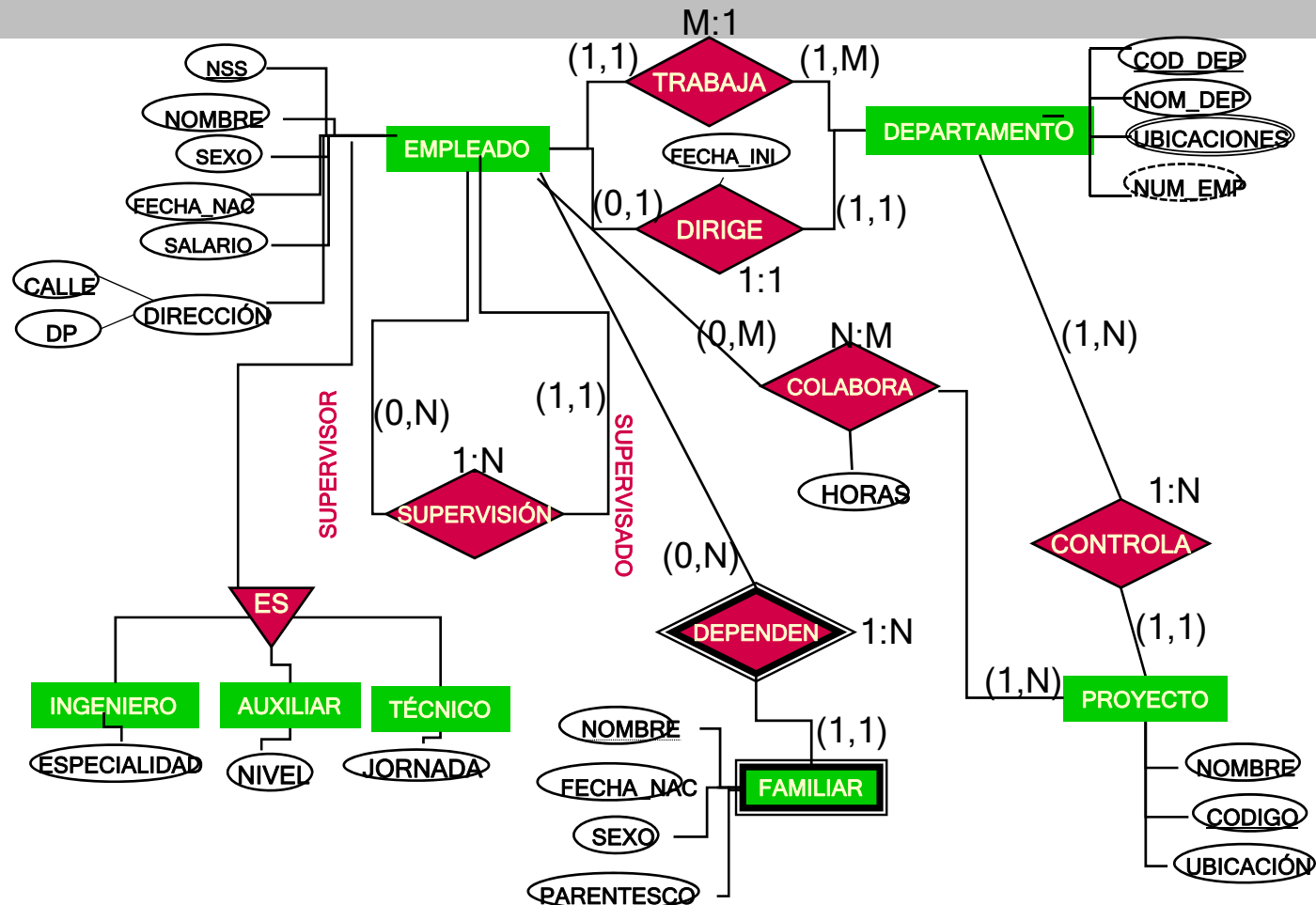
##### Alt. 3: tabla general y específicas

**Personas**(NIF, Nombre), **PersonasFísicas**(NIF, Ap1, Ap2), **PersonasJurídicas**(NIF, Dir)

Sin nulos, ni redundancias, sin duplicados en personas. **Personas** almacena atributos comunes y las tablas específicas los atributos específicos. NIF es CP en **Personas** y **NIF** en **PersonasFísicas** y **PersonasJurídicas** es su CP y también CE de **Personas**. No se requiere campo **Tipo** pero puede interesar en **Personas**. Pueden darse inconsistencias si se insertan datos en ambas subtablas (pe: depuraciones, paso de jurídica a física).

# Tema 3. El modelo Relacional

## Ejercicios



CP: subrayadas

CE: cursivas y azul

**EMPLEADO**(NSS, COD\_DEP, NOMBRE, EDAD, SEXO, FECHA\_NAC, SALARIO, CALLE, DP, NSS\_SUPER, TIPO\_EMP) CE: DEPARTAMENTO y CE: EMPLEADO

**FAMILIAR**(NSS, NOMBRE, FECHA\_NAC, SEXO, PARENTESCO) CE: EMPLEADO

**DEPARTAMENTO**(COD\_DEP, NOM\_DEP, FECHA\_INICIO, NSS\_DIRECTOR) CE: EMPLEADO

**DEPART\_UBIC**(COD\_DEP, NOMBRE\_UBIC) CE: DEPARTAMENTO

**PROYECTO**(COD\_PROY, NOMBRE\_PROY, NOMBRE\_UBIC, COD\_DEP) CE: DEPARTAMENTO

**FAMILIAR**(NSS, NOMBRE, FECHA\_NAC, SEXO, PARENTESCO) CE: EMPLEADO

**COLABORA**(NSS, COD\_PROY, HORAS) CE: EMPLEADO y CE: PROYECTO

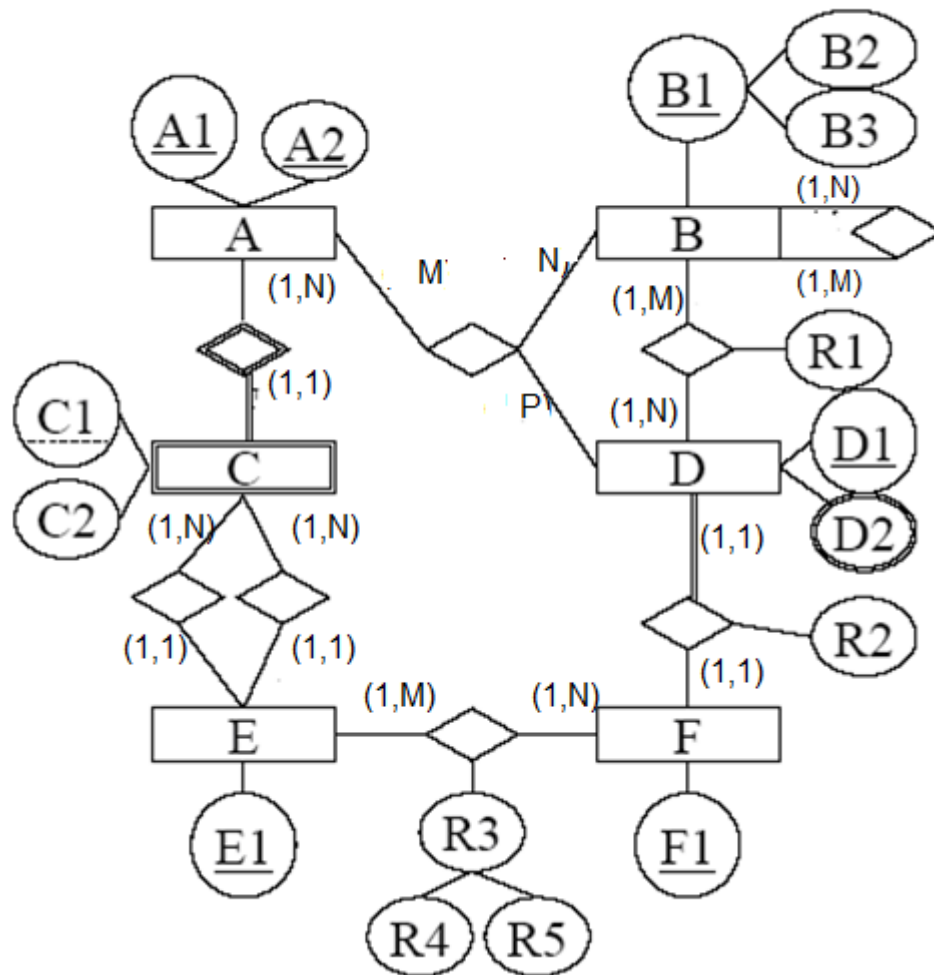
**INGENIERO**(NSS, ESPECIALIDAD) CE: EMPLEADO

**TÉCNICO**(NSS, JORNADA) CE: EMPLEADO

**AUXILIAR**(NSS, NIVEL) CE: EMPLEADO

# Tema 3. El modelo Relacional

## Ejercicios





## Tema 3. El modelo Relacional

### Ejercicios

