

# **Tema 2.**

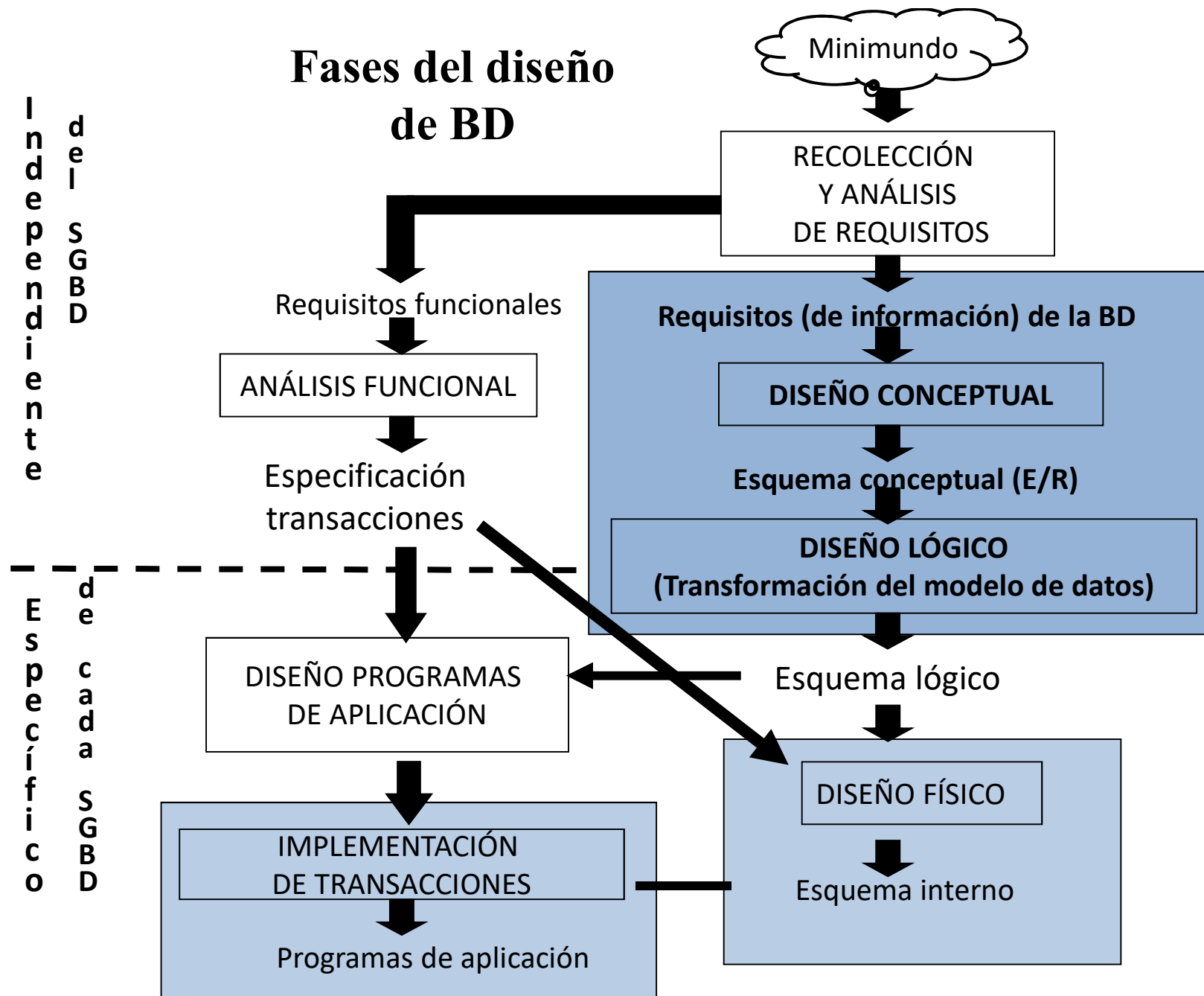
## **Modelo entidad – relación (ER)**

## **Tema 2. Modelo entidad-relación (ER)**

### ***Modelado de datos utilizando el modelo entidad-relación***

*Elmasri/Navathe 02*

- Modelos conceptuales de datos de alto nivel para el diseño de BD (3.1)
- Ejemplo (3.2)
- Conceptos del modelo ER (3.3, 3.4, 3.5, 3.6)
- Notación para los diagramas ER (3.7)
- Nombres apropiados (3.7)
- Tipos de vínculos con grado mayor que 2 (4.7)
- Ejemplos de diseño (Ejercicios libro + propios)



# Esquema conceptual

- Diagrama con descripción concisa de los requisitos de información de los usuarios.
- Contiene descripciones detalladas de:
  - Tipos de datos.
  - Vínculos (o relaciones).
  - Restricciones.
- No incluye detalles de implementación.
- Puede servir para comunicarse con usuarios no técnicos.



## Ejemplo: BD “Empresa”

Se ocupa de los empleados, departamentos y proyectos de una empresa.

### Requisitos de información:

- Organizada en **departamentos**. Cada uno con nombre y número único. Tiene un director y su fecha de inicio. Puede estar distribuido en varios lugares. Se necesita saber el número de empleados por departamento.
- Un departamento controla desde ninguno a varios **proyectos**. Cada uno con nombre y número únicos y se realiza en un solo lugar.
- De cada **empleado** se guarda su nombre (formado por nombre de pila, iniciales y apellido), número de la seguridad social (NSS único), dirección, salario, sexo y fecha de nacimiento. Está asignado a un departamento pero puede trabajar en varios proyectos (no tienen por qué ser del mismo departamento). Nº horas semanales dedicadas a cada proyecto y quién es su supervisor.

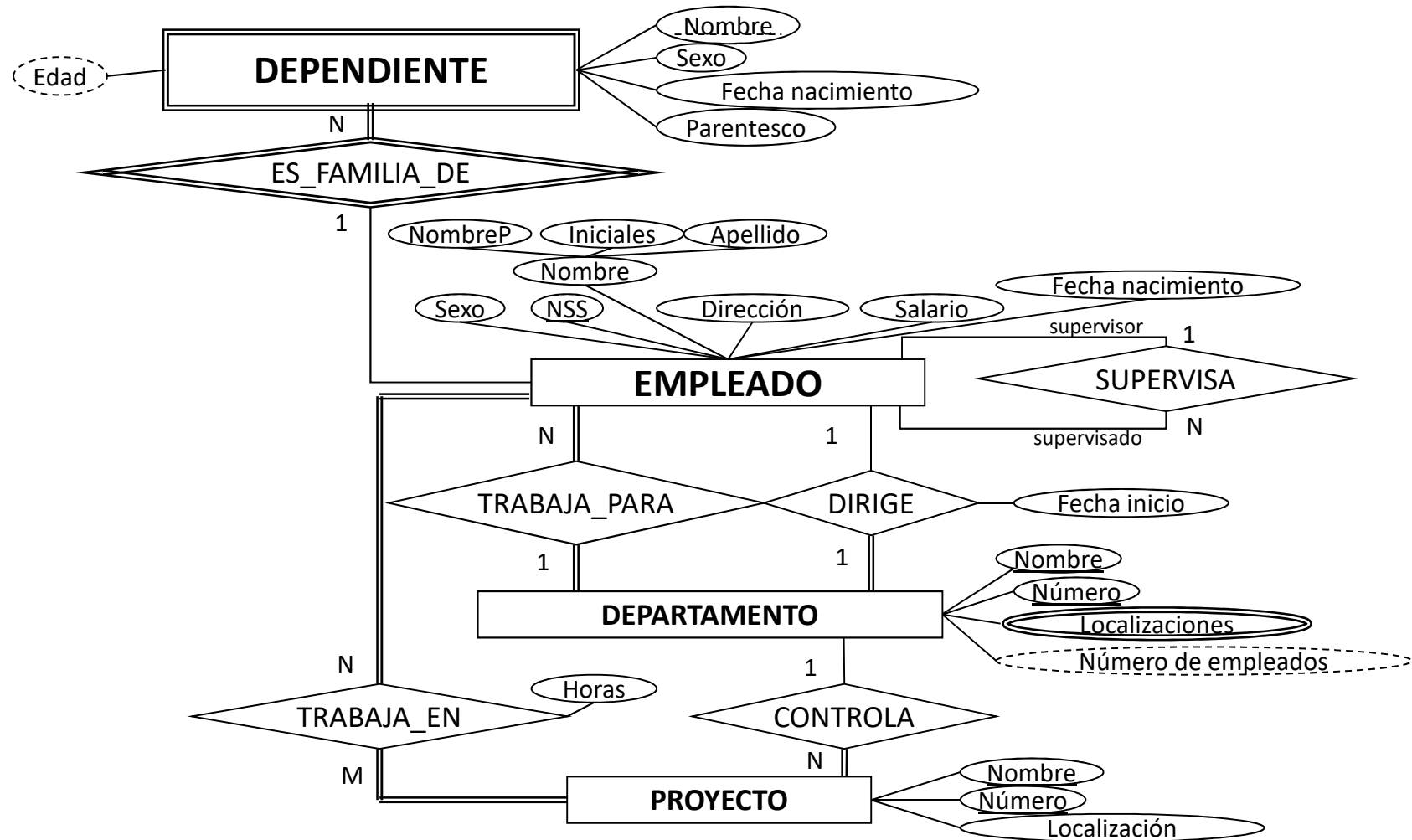


## Ejemplo: BD “Empresa” (2)

### Requisitos de información (cont.):

- De las personas **dependientes** de cada empleado (familiares del empleado y que dependen de él para la seguridad social) interesa su nombre, sexo, fecha de nacimiento , parentesco y edad. Se supone que un mismo empleado no tiene dos parientes con el mismo nombre, pero distintos empleados sí pueden tener familiares con el mismo nombre.

# Esquema ER para la BD “Empresa”



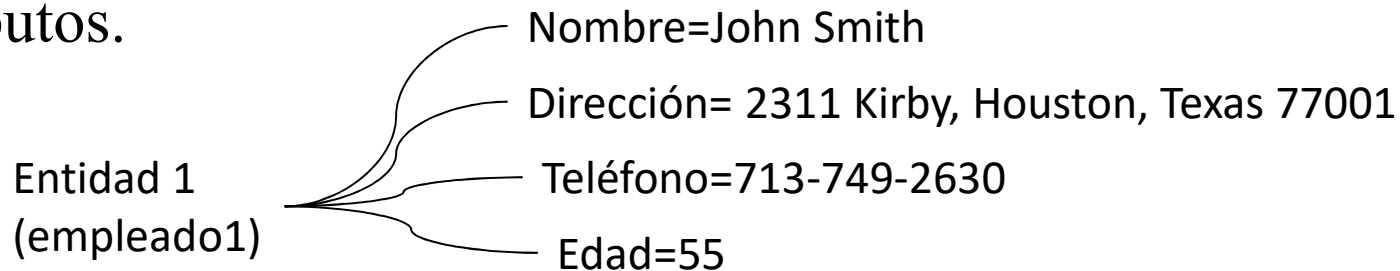
# Conceptos del modelo ER

- Los datos se describen como:
  - Entidades.
  - Atributos.
  - Vínculos (o relaciones).
- **Otros conceptos**
  - Atributo simple, compuesto, mono y multivaluado, almacenado y derivado.
  - Valor nulo.
  - Tipo de entidad.
  - Atributo clave.
  - Dominio.
  - Tipo de vínculo.
  - Grado.
  - Vínculo como atributo.
  - Rol (papel).
  - Restricciones de cardinalidad y de participación.
  - Atributos de tipos de vínculo.
  - Tipo de entidad débil.
  - Clave parcial.
  - Tipo de vínculo ternario.


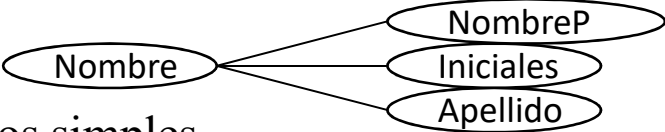
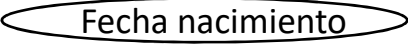

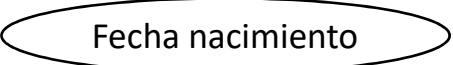



# Entidades y atributos

- **Entidad:** Cosa del mundo real con existencia independiente:
  - Algo **físico**: Una cierta persona (Aitor), una casa, un automóvil, un empleado, ...
  - Algo **conceptual**: Una compañía (ACME), un puesto de trabajo (secretario de centro), un curso universitario (2º A), ...
- **Atributo:** Es una propiedad específica de una entidad (atributos de ACME: el nombre, su dirección, su teléfono, ...).
- Cada entidad se describe mediante un conjunto de **atributos**.
- Una entidad concreta tendrá un **valor** para cada uno de sus atributos.



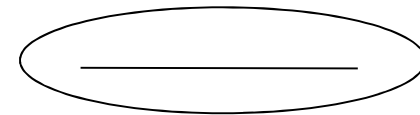
# Tipos de atributos

- **Simple** (o atómico): 
- **Compuesto:**
  - Pueden formar una jerarquía
  - Es la concatenación de sus atributos simples
- **Monovaluado:** 
- **Multivaluado:**  (Donostia, Tolosa, Bilbao)
  - Pueden tener límites inferior y superior de número de valores
- **Almacenado:** 
- **Derivado:**  (calculado a partir del campo anterior - Fecha nacimiento -)
- **Valor especial nulo**, se asigna a atributos:
  - **Sin valor aplicable** (la escalera, en viviendas sin esta división)
  - De valor **desconocido: Falta:** altura de una persona.  
No se sabe si existe: nº de teléfono.

# Tipo de entidad, atributo clave y conjunto de valores

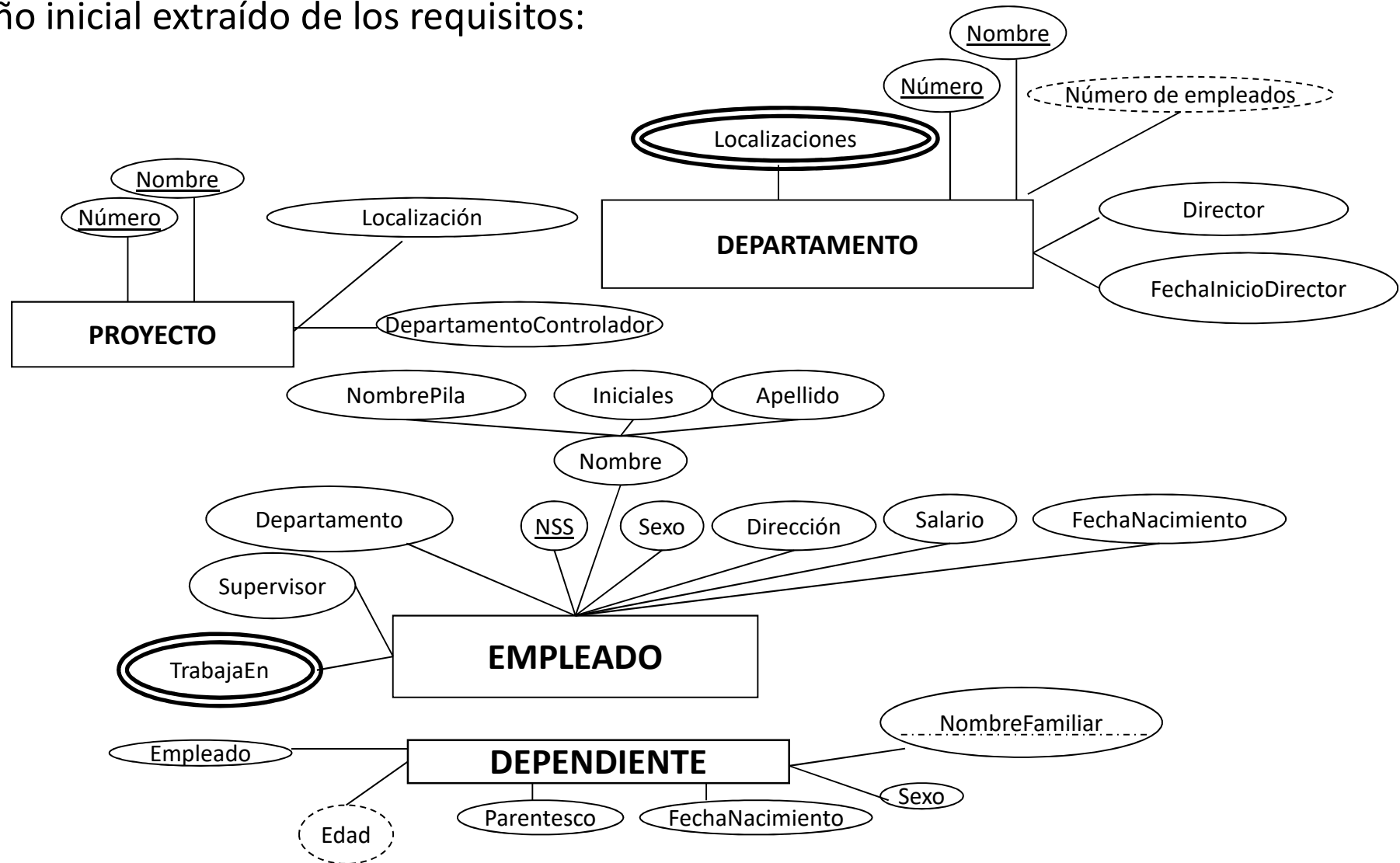


- **Tipo de entidad:** Conjunto de entidades que poseen los mismos atributos (ej. información de empleados de una compañía).
  - Se describe con su nombre y lista de atributos.
  - Las entidades de un tipo de entidad particular se denominan **extensión** del tipo de entidad.
  - El tipo de entidad se denomina **intensión** de su conjunto de entidades.
- **Atributo clave** de un tipo de entidad:
  - Tiene un **valor único** para cada entidad del t. de entidad.
  - Ejemplo: DNI para personas.
  - Puede ser un atributo compuesto.
  - Algunos t. de entidad pueden tener más de un atributo clave.
- **Dominio (o conjunto de valores)** es el conjunto de todos los posibles valores que puede tomar un atributo.



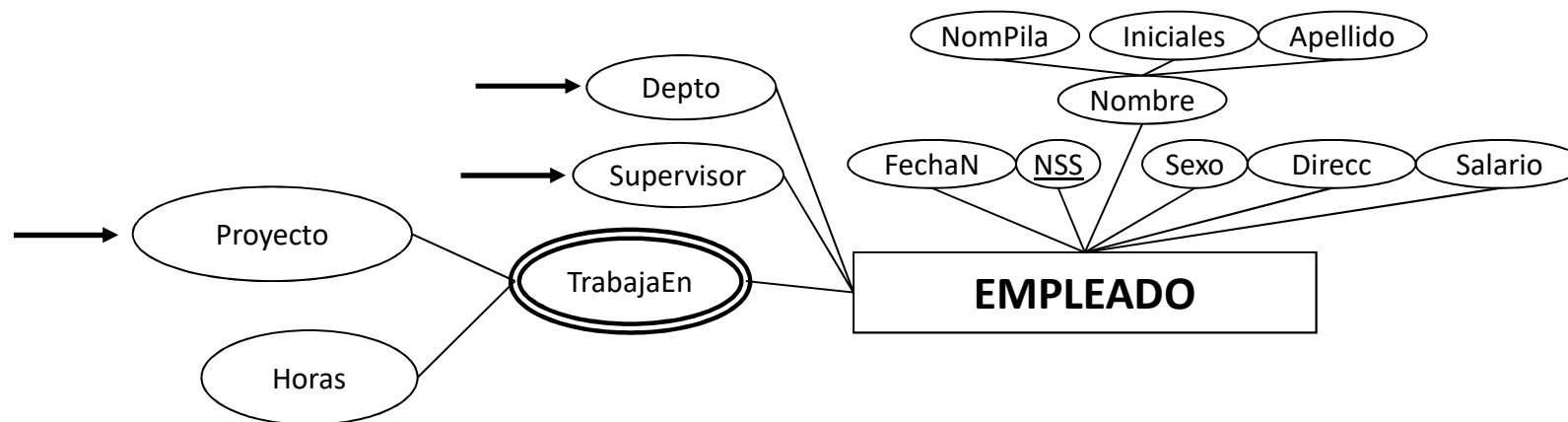
# Tipos de entidades en la BD “Empresa”

Diseño inicial extraído de los requisitos:

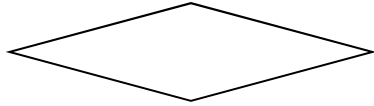


## Vínculos implícitos en el ejemplo

- **Vínculo implícito:** Un atributo hace referencia a otro tipo de entidades. —→
- En el ejemplo son vínculos implícitos: Localizaciones, Gerente, Departamento, Supervisor, TrabajaEn, ...
- En el modelo **ER** estas referencias hay que representarlas como **vínculos**.
- Durante el diseño inicial los vínculos se suelen capturar en forma de atributos.
- Además en el ejemplo no se ha representado el nº de horas semanales que trabaja un empleado en un proyecto.
  - Se puede resolver haciendo que TrabajaEn esté compuesto de Proyecto y Horas.



## Vínculos (o relaciones)



- Un **tipo de vínculo R** (como TRABAJA PARA) entre n tipos de entidades (EMPLEADO, DEPARTAMENTO) define un conjunto de asociaciones entre las entidades de los n tipos de entidades.



- Cada **ejemplar (o instancia) de un vínculo**  $r \in R$  es una asociación de entidades que incluye una única entidad de cada tipo de entidad participante.

(Juan, ATC), (Fernando, CCIA), (Itziar, CCIA)

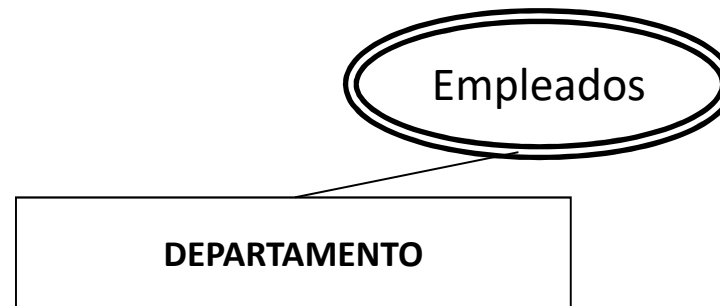
- **Grado** de un tipo de vínculo es el número de tipos de entidad que participan en él . (en el ejemplo grado=2)
- Grado 2 = tipo de vínculo binario, grado 3 ternario. Los más comunes son los binarios.

## Vínculos como atributos

- En ocasiones conviene considerar un tipo de vínculos en forma de atributo(s) multivaluado(s).
- A esto lo hemos llamado vínculo implícito.

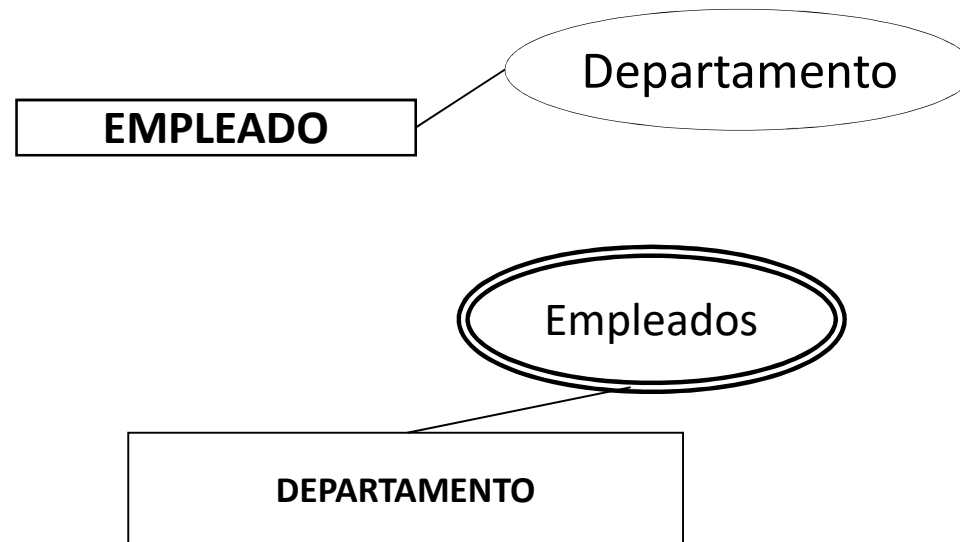


- En el ejemplo anterior (TRABAJA\_PARA): Atributo multivaluado Empleados en DEPARTAMENTO.  
( con todos los empleados del departamento)



## Vínculos como atributos (2)

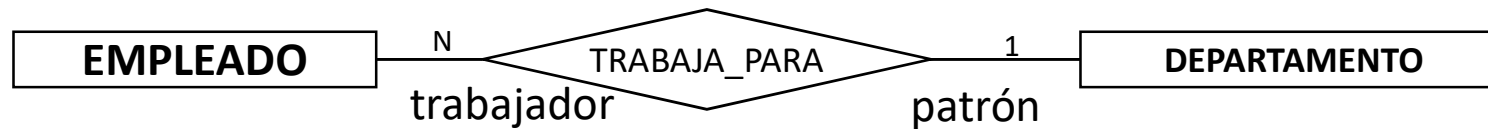
- También se puede incluir en EMPLEADO.
- Si se incluye en ambos sitios cada uno debería ser el inverso del otro.



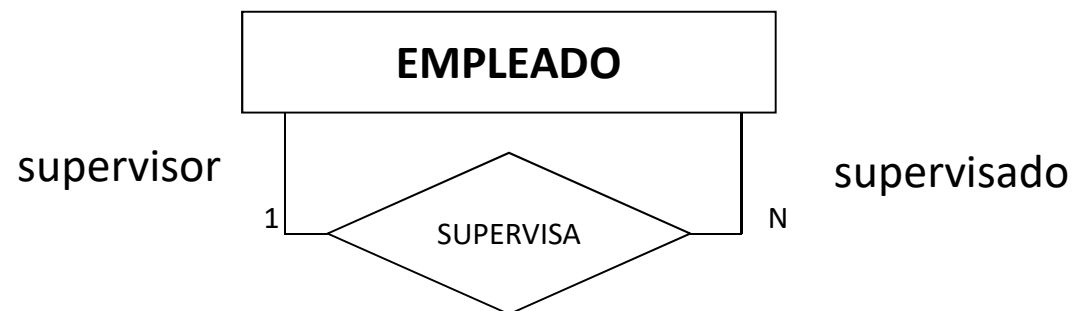


# Roles

- **Nombre de rol:** Indica qué papel desempeña una entidad participante.



- No son necesarios con tipos de entidades distintos (se usa el nombre del tipo de entidad).
- Si no, el nombre de rol es indispensable:



## Restricciones estructurales

- **Razón de cardinalidad:** N° de instancias de vínculo en los que puede participar una entidad.

Las más comunes son:

- 1:1          De uno a uno
- 1:N          De uno a varios
- M:N          De varios a varios

- **Restricción de participación:**
  - Total (dependencia de existencia)
  - Parcial

## Restricciones estructurales (2)

- **Restricción de participación:**

- **Total (dependencia de existencia):** Todo empleado debe pertenecer a un departamento.



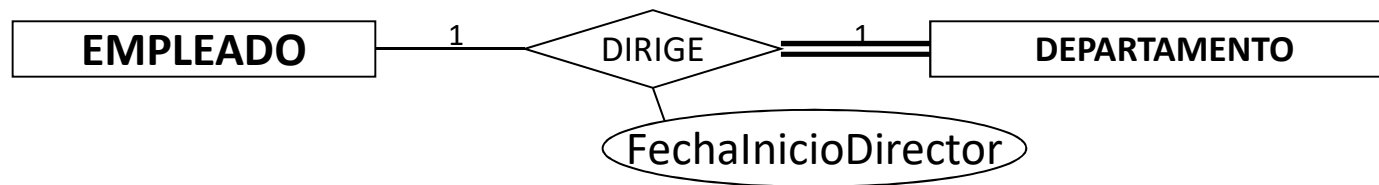
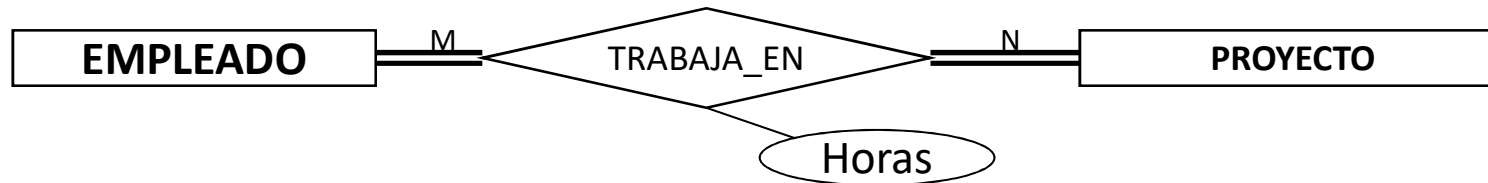
- **Parcial:** Algunos empleados dirigen un departamento (otros no) ...



... pero todo departamento es dirigido por un empleado (total).

## Atributos de los tipos de vínculo

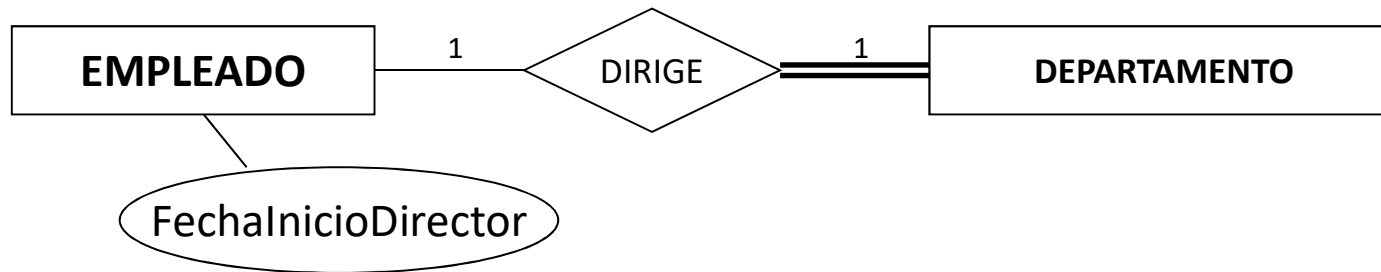
- Son atributos asociados al tipo de vínculo:



- ¿Dónde ponerlos? ¿Deben ir obligatoriamente en el vínculo?
  - A veces se pueden trasladar a alguna de las entidades participantes.

## Atributos de los tipos de vínculo (2)

- Con tipos de vínculos 1:1 y 1:N este atributo puede trasladarse a uno de los tipos de entidad participantes:

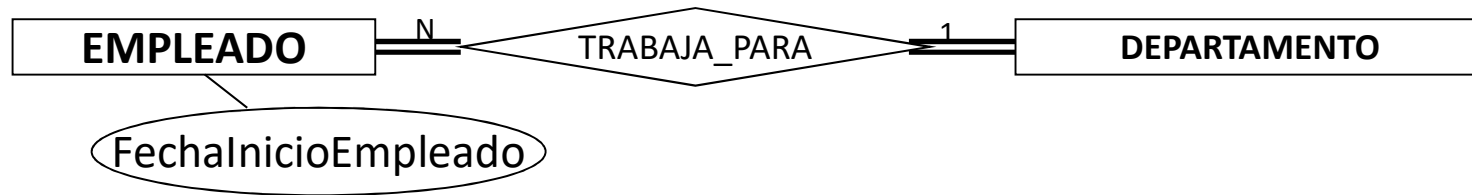


(se podía haber trasladado a DEPARTAMENTO en lugar de a EMPLEADO)

**Sería lo más conveniente**

## Atributos de los tipos de vínculo (3)

- Con tipos de vínculo 1:N sólo se pueden trasladar al tipo de entidad del lado N.

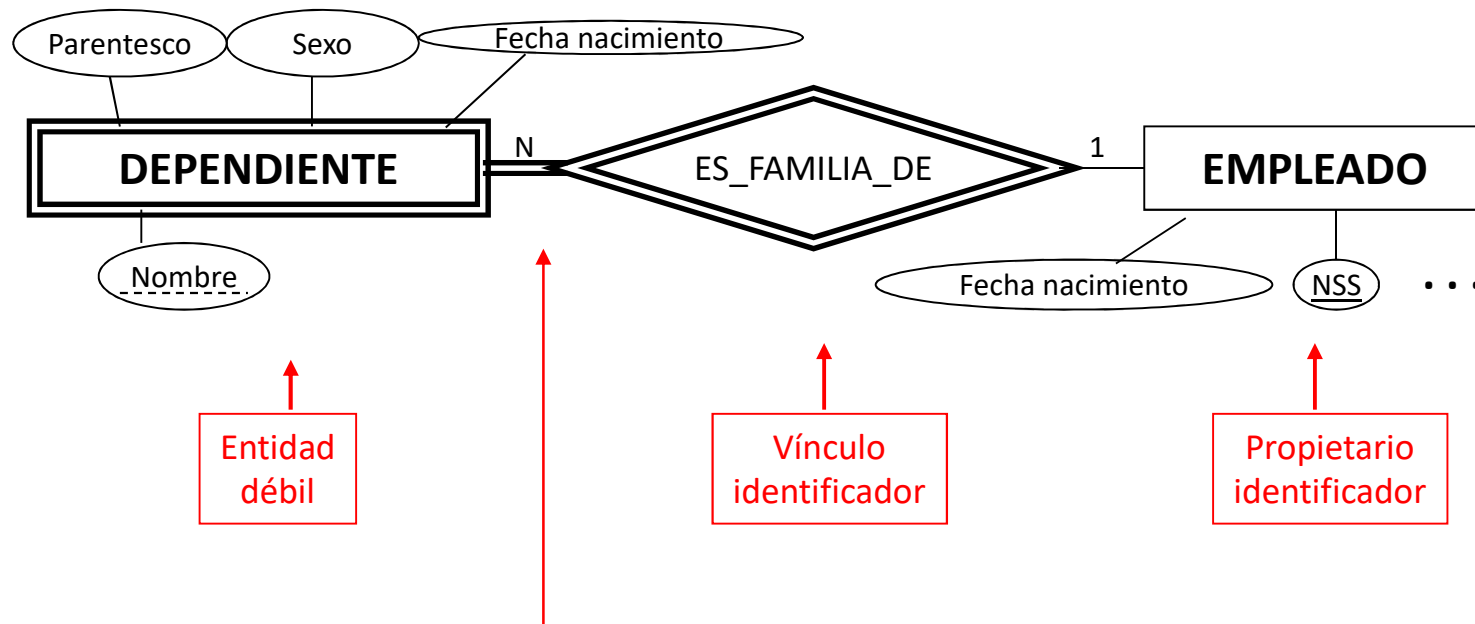


Cada empleado empieza en una fecha distinta, luego no podemos poner una fecha común en el departamento.

- Con tipos de vínculo M:N no se puede trasladar, ya que es un valor determinado por la combinación de entidades (no por una de ellas individualmente).

## Tipo de entidad débil

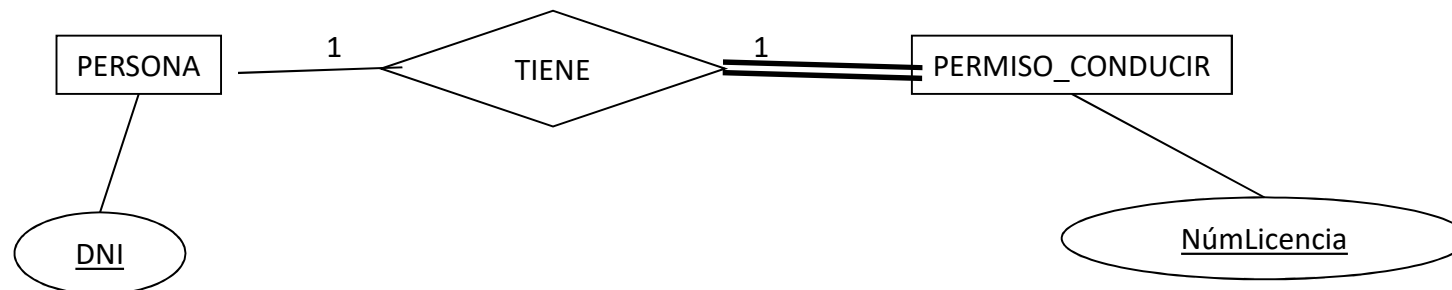
- Es la que **no tiene atributos para formar una clave propia**.
- Una entidad de un t. de entidad débil se identifica por su relación con otra entidad en combinación con alguno de sus atributos.



- El tipo de entidad débil siempre tiene una restricción de participación **total** respecto al vínculo.

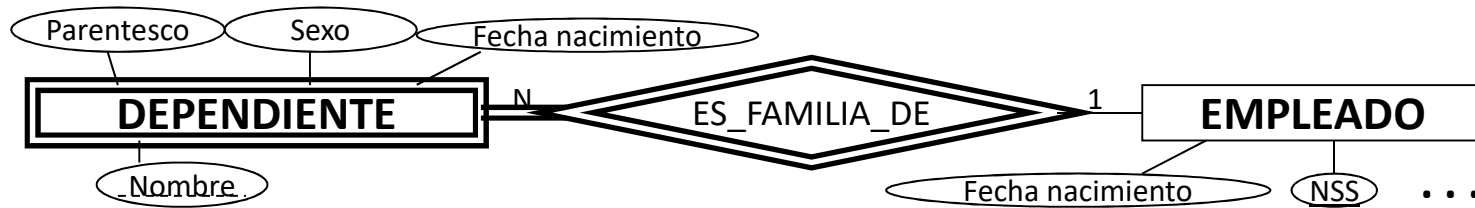
## Tipo de entidad débil (2)

- Sin embargo, no toda dependencia de existencia (participación total) resulta en una entidad débil.
- Por ejemplo, un permiso de conducir no puede existir sin una persona, pero cada uno tiene su clave:





## Tipo de entidad débil (3)



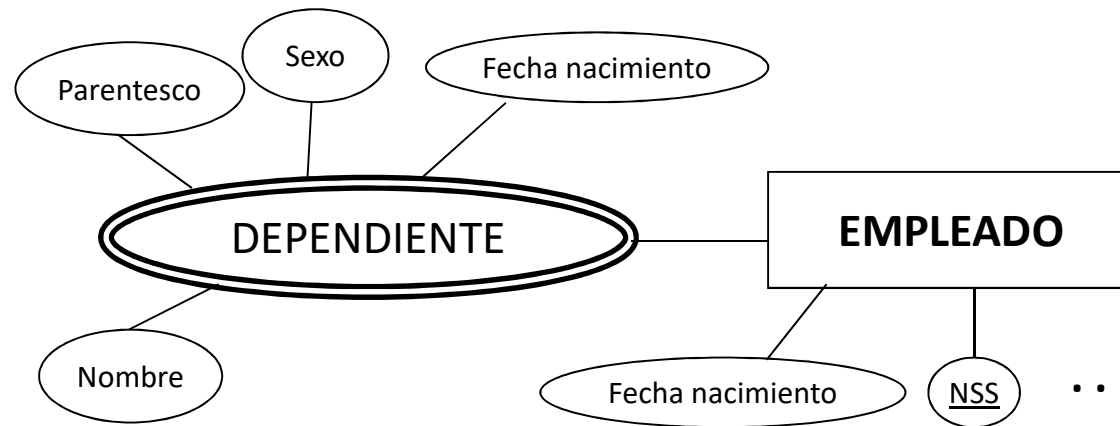
- Puede ser que haya 2 empleados cuyo hijo (familiar dependiente) se llame Eduardo y hayan nacido el mismo día (los hijos).
- Se trata de 2 Eduardos distintos.
- Sólo se puede distinguir a los 2 Eduardos por ser hijos de distinto empleado.
- Se dice que la entidad **EMPLEADO** **posee** a sus entidades **DEPENDIENTE** (las relacionadas).



- **Clave parcial:** Atributo(s) que puede(n) distinguir a las entidades débiles relacionadas con la misma entidad propietaria.  
(distinguir a los familiares de un cierto empleado)

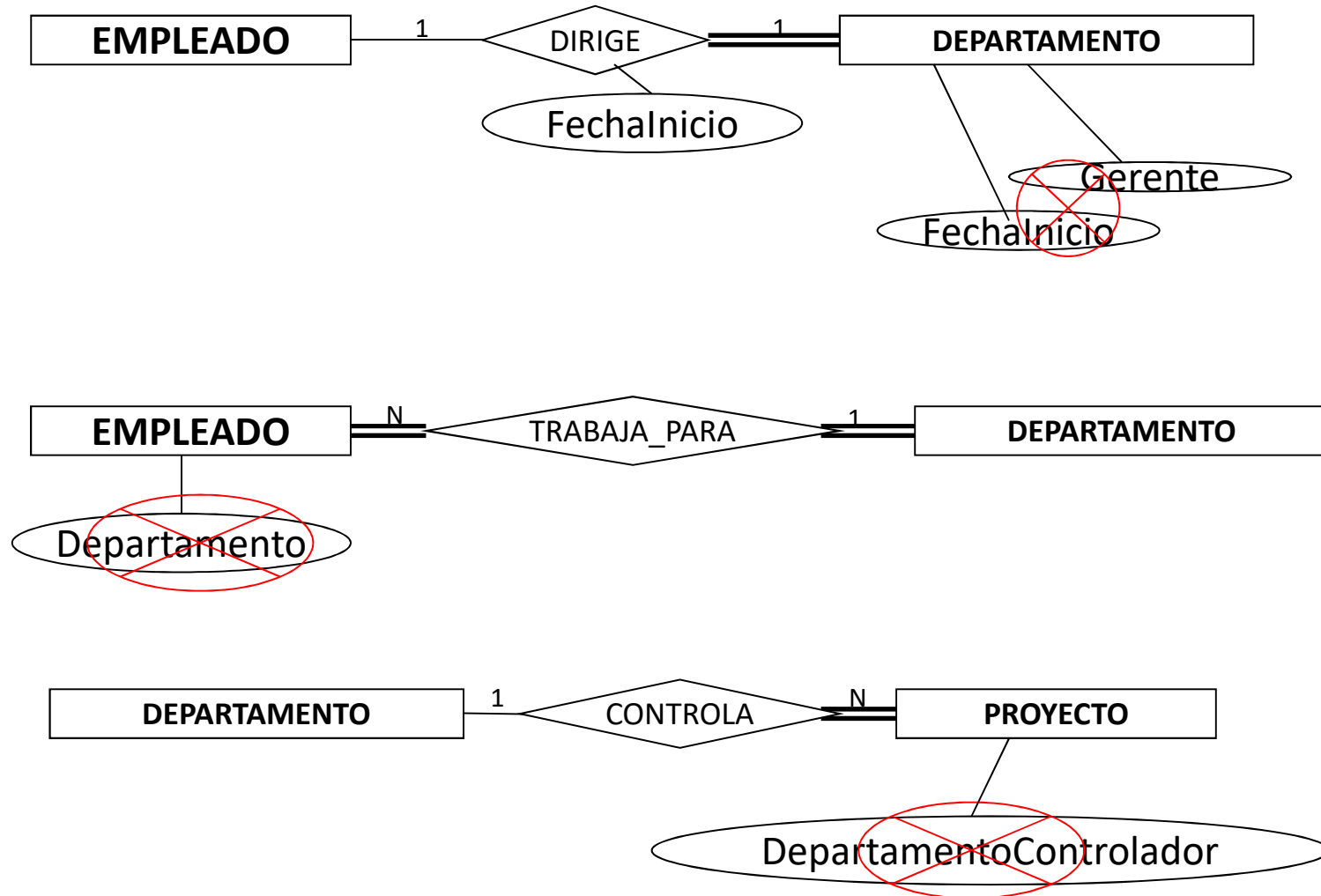
## Tipo de entidad débil (4)

- Un tipo de entidad débil también se puede representar en forma de atributo multivaluado compuesto:

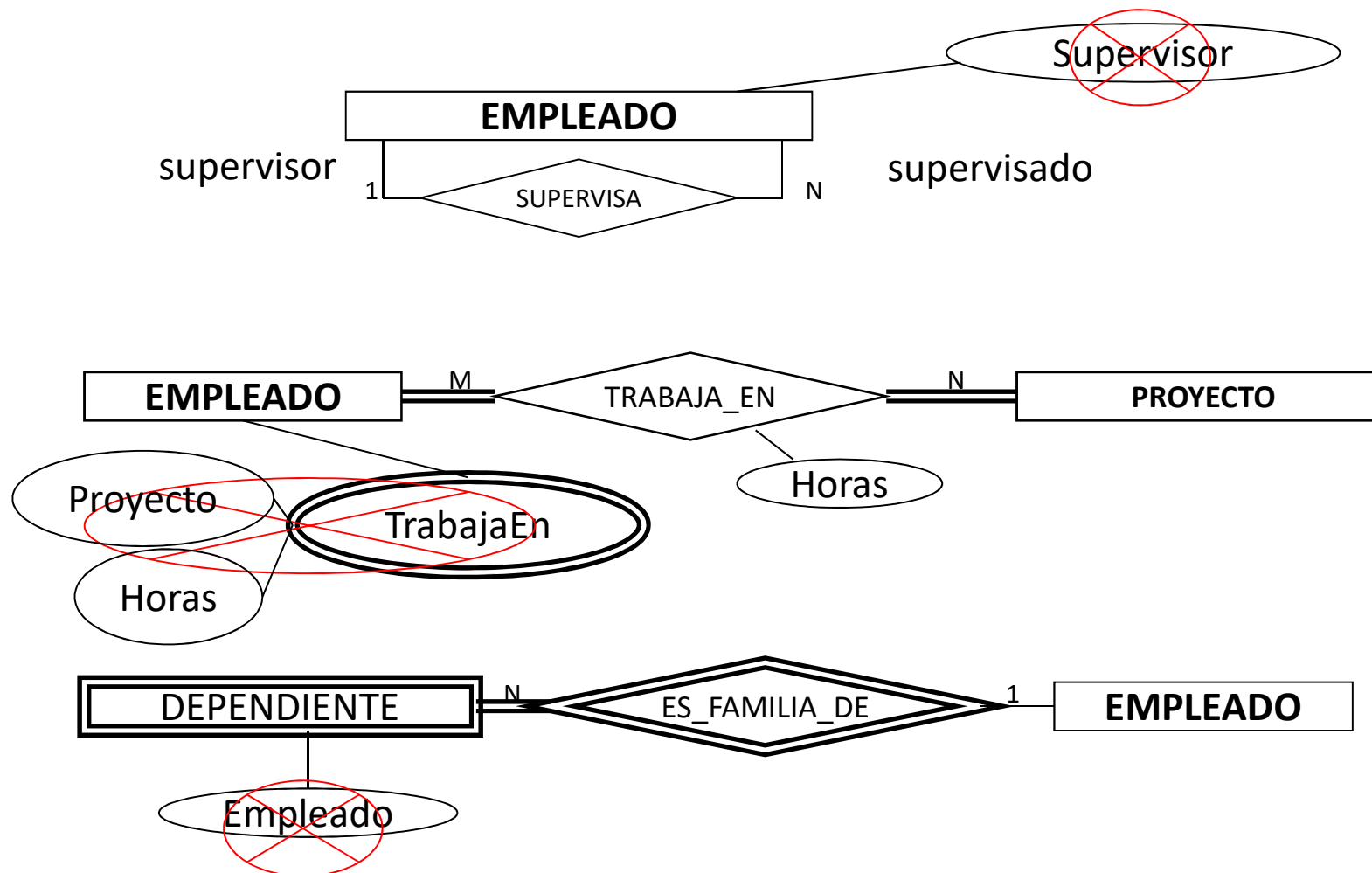


- Se elige como representación el tipo de entidad débil si:
  - Tiene muchos atributos.
  - Participa de manera independiente en otros tipos de vínculos.
- Se pueden definir varios niveles de tipos de entidad débil.

# Refinamiento del diseño ER para la BD “Empresa”



## Refinamiento del diseño ER para la BD “Empresa” (2)



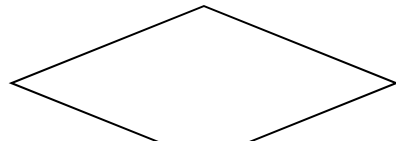
# Notación para diagramas ER



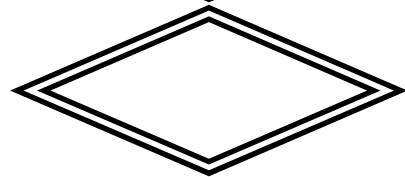
TIPO DE ENTIDAD



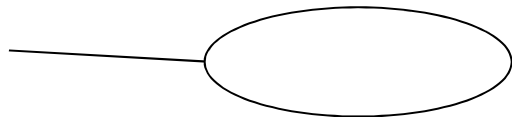
TIPO DE ENTIDAD DÉBIL



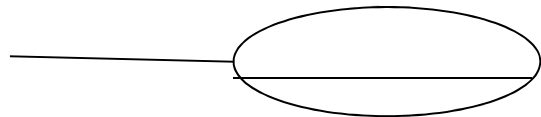
TIPO DE VÍNCULO



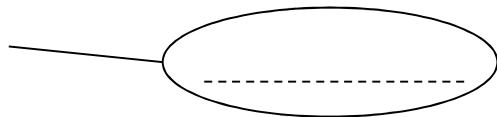
TIPO DE VÍNCULO IDENTIFICADOR



ATRIBUTO

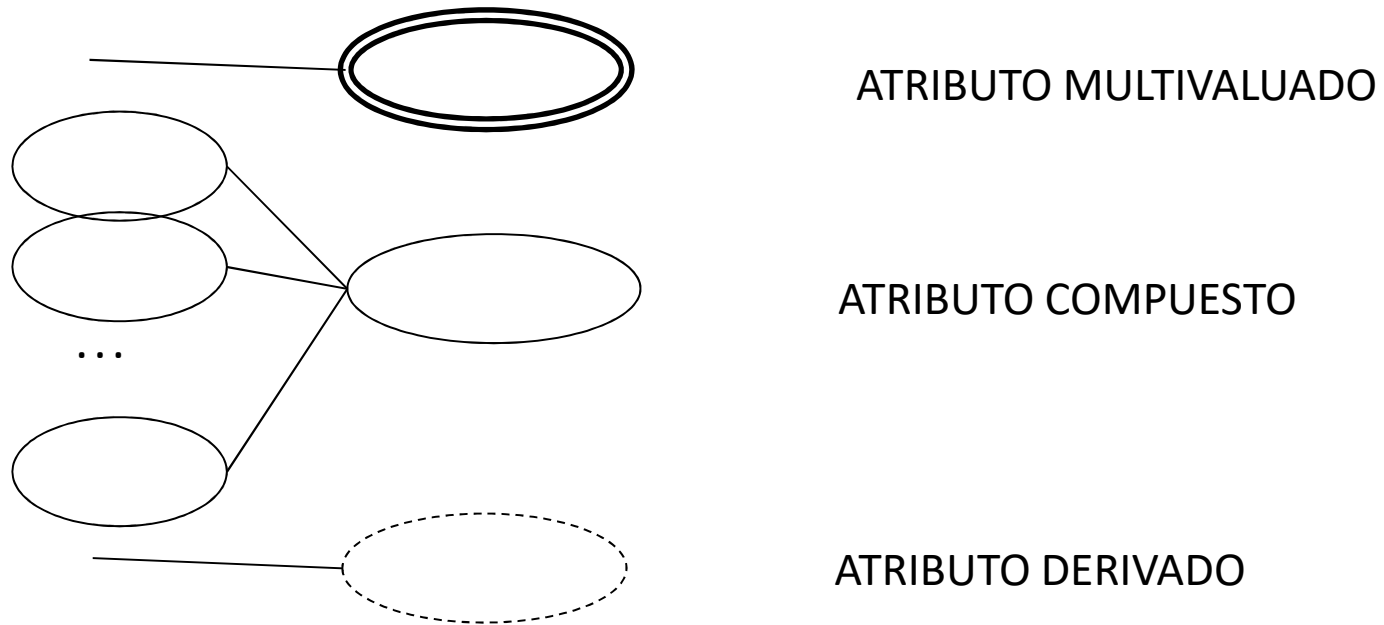


ATRIBUTO CLAVE

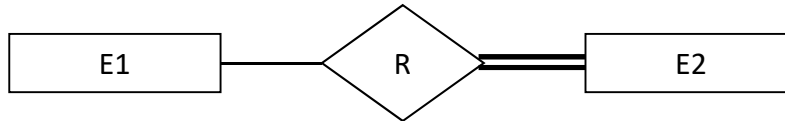


ATRIBUTO CLAVE PARCIAL

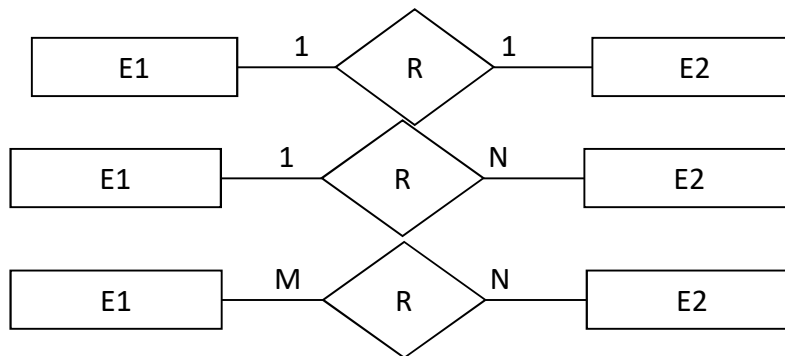
## Notación para diagramas ER (2)



## Notación para diagramas ER (3)



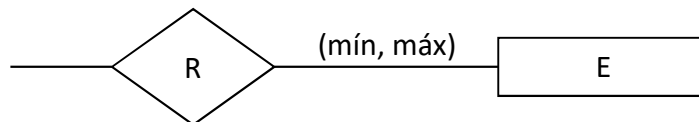
PARTICIPACIÓN PARCIAL DE E1 EN R  
PARTICIPACIÓN TOTAL DE E2 EN R



CARDINALIDAD 1:1

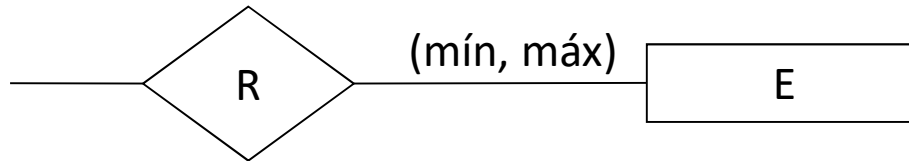
CARDINALIDAD 1:N

CARDINALIDAD M:N



RESTRICCIÓN ESTRUCTURAL  
(mín, máx)

## Restricciones estructurales. Notación alternativa



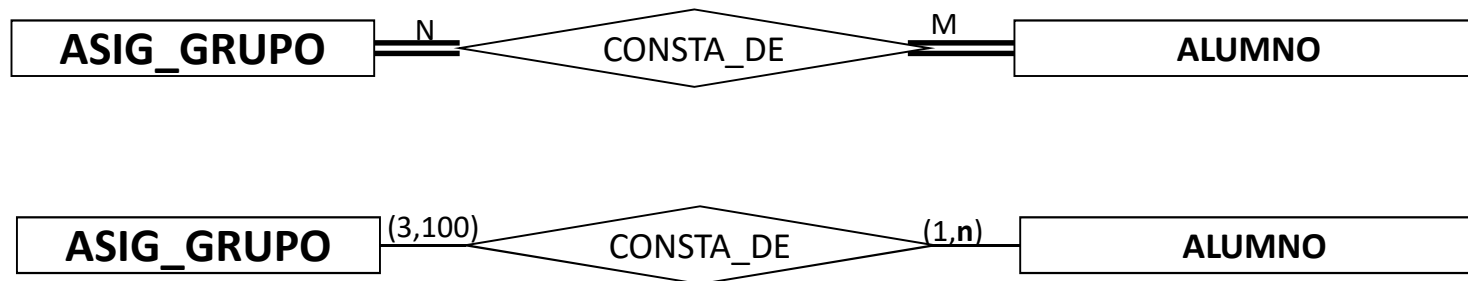
- *mín* indica que para cada entidad *e* de E, *e* debe participar en al menos *mín* instancias de vínculo de R en todo momento.
- *máx* indica que para cada entidad *e* de E, *e* debe participar en como mucho *máx* instancias de vínculo de R en todo momento.
- $0 \leq mín \leq máx$  y  $máx \geq 1$ .
- $mín=0$  indica participación parcial.
- $mín>0$  indica participación total.

(Como Ejercicio pasar el esquema de la PÁGINA 7 a esta nueva notación)



## Restricciones estructurales. Notación alternativa (2)

- En vínculos binarios las dos notaciones tienen el mismo significado. Sin embargo, en los vínculos de grado mayor que dos las dos notaciones significan cosas diferentes.
- $N, M$  : Nunca toman valores concretos, solamente significan varios
- $(min, max)$  : Pueden tomar valores concretos. Si ponemos  $n$  significa varios sin concretar.
- Por ejemplo: Un GRUPO DE UNA ASIGNATURA (Por ejemplo BD 16, BD 46, ISO 16) tiene que tener un mínimo de 3 ALUMNOS y un máximo de 100. Todo alumno pertenece a algún grupo.



# Nomenclatura para ER

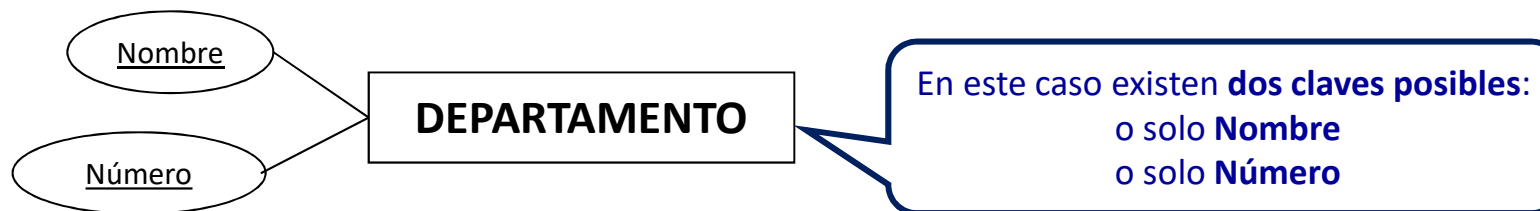
- **Tipos de entidad:** Nombres en singular.
  - **Tipos de vínculo:** Verbos.
  - **Atributos:** También son sustantivos.
- 
- **Tipos de entidad:** En mayúscula.
  - **Tipos de vínculo:** En mayúscula.
  - **Atributos :** Primera letra en mayúscula.
  - **Roles :** En minúscula.
- 
- **Tipos de vínculo:** Ordenado de izda a dcha (o de arriba hacia abajo) de manera que se pueda leer.  
(Por ejemplo DEPENDIENTE – ES\_FAMILIA\_DE – EMPLEADO).

## Opciones de diseño

- Cada ENTIDAD ha de tener al menos una CLAVE.
- A veces es difícil decidir si un concepto del “MiniMundo” debe ser una ENTIDAD, un VÍNCULO o un ATRIBUTO. El esquema inicial debe ser **refinado** en sucesivos pasos, como los siguientes:
  - Un concepto puesto como inicialmente como **ATRIBUTO** , debe convertirse en un vínculo si es una referencia a otra entidad:
    - **Ejemplo:** Dpto. es inicialmente un atributo de EMPLEADO pero hace referencia a la entidad DEPARTAMENTO (vínculo implícito).
  - Un **ATRIBUTO** de varias entidades, puede convertirse en una entidad:
    - **Ejemplo:** Si Dpto. es un atributo de EMPLEADO y también de PROYECTO, puede dar lugar a la entidad DEPARTAMENTO.
  - Una **ENTIDAD** con pocos atributos y relacionada SÓLO con otra entidad, puede convertirse en un atributo.
    - **Ejemplo:** Lo inverso del Ej. Anterior, si Dpto. sólo interesa de EMPLEADO y no tiene muchos atributos.

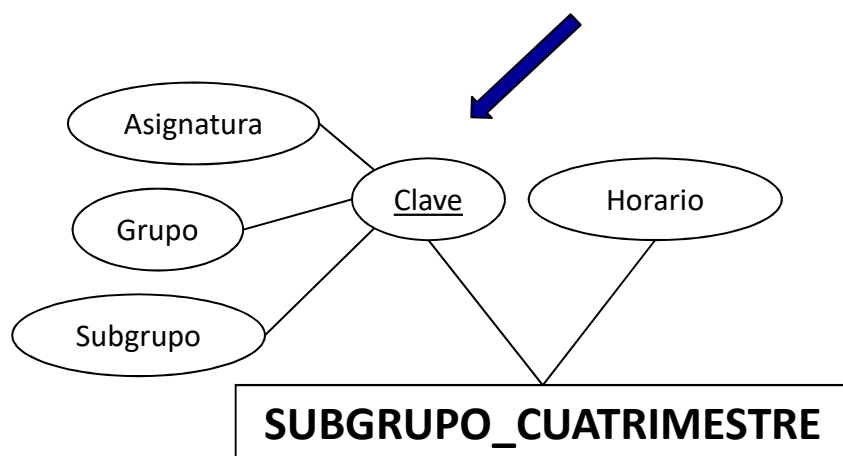
# Opciones de diseño (1): sobre las claves de un tipo de entidad

**1.1) Varias claves posibles:** Después habrá que elegir una de ellas.



**1.2) Una sola clave formada por la combinación de varios atributos:**

Horarios de cada SUBGRUPO\_CUATRIMESTRE, una sola clave formada por la combinación de 3 atributos.



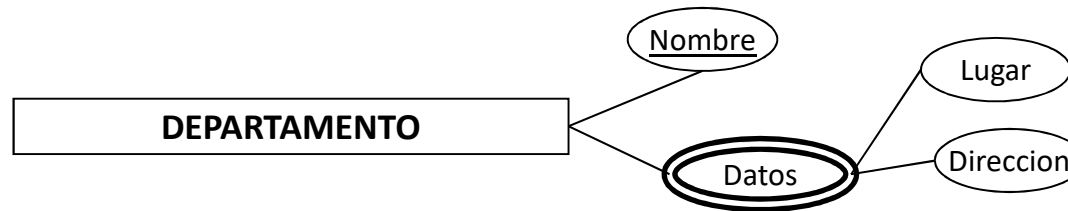
<u>Asign</u>	<u>Grupo</u>	<u>Subgrupo</u>	Horario
BD	16	M	L-12:00 A 14:00
ISO	16	M	V-10:00 A 12:00
BD	46	M	M-10:00 A 12:00
BD	16	GO-1	M-8:00 A 10:00
BD	16	GO-2	V-12:00 A 14:00
ISO	16	GO-2	M-8:00 A 10:00

## Opciones de diseño (2): ¿atributo o entidad?

2.1) Para cada departamento queremos guardar los lugares en los que está



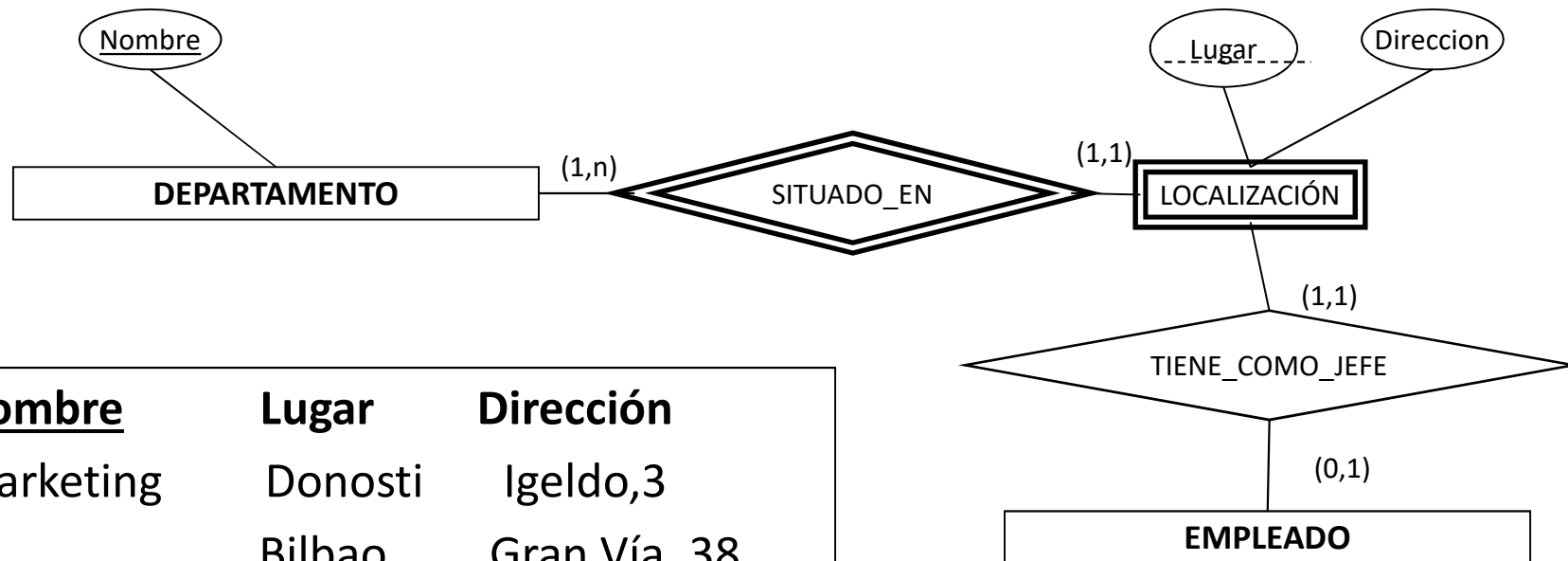
2.2) Si además queremos guardar la dirección de cada lugar



	<u>Nombre</u>	Lugar	Dirección	
2.1	Marketing	Donosti	Igeldo,3	Añadido en 2.2
		Bilbao	Gran Vía, 38	
		Madrid	Serrano, 105	
	Producción	Bilbao	Gran Vía, 38	

## Opciones de diseño (2): ¿atributo o entidad?

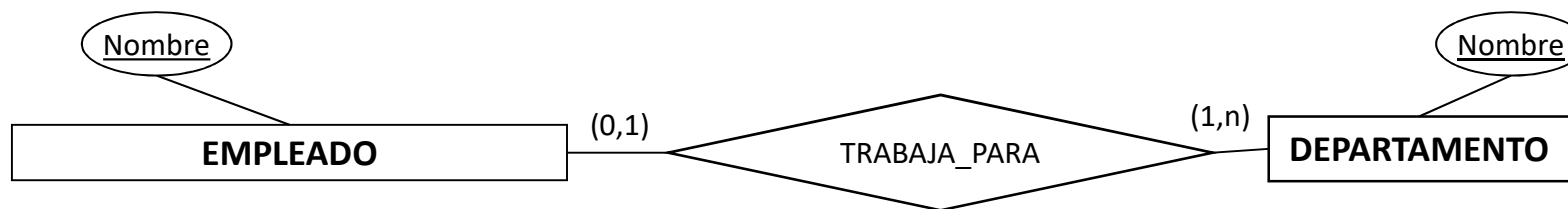
**2.3)** Si además queremos guardar todos los datos del jefe de cada lugar. En este caso, tendríamos un vínculo con EMPLEADO, lo que implica que no se puede poner como atributo. El atributo Datos del ejemplo anterior, ahora sería una nueva entidad: LOCALIZACIÓN.



<u>Nombre</u>	Lugar	Dirección
Marketing	Donosti	Igeldo,3
	Bilbao	Gran Vía, 38
	Madrid	Serrano, 105
Producción	Bilbao	Gran Vía, 38

## Opciones de Diseño (3): restricciones de los vínculos

**3.1)** Tomemos como ejemplo el vínculo de uno a varios TRABAJA\_PARA de la figura, definido entre EMPLEADO y DEPARTAMENTO.



El vínculo aquí definido es de uno a varios e implica que:

- Cada empleado puede aparecer como máximo una sola vez.
- La combinación (Nombre Empleado, Nombre Departamento ) no se puede repetir.

Ejemplos de instancias del vínculo:

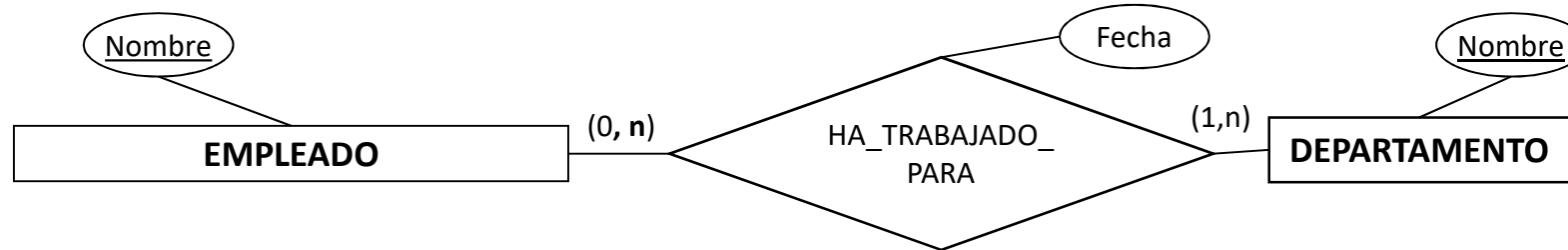
Pepe TRABAJA\_PARA Marketing

Juan TRABAJA\_PARA Marketing

Miren TRABAJA\_PARA Producción

## Opciones de Diseño (3): restricciones de los vínculos

3.2) Supongamos que necesitamos guardar además para qué departamentos han trabajado los empleados a lo largo de su trabajo en la empresa.



El vínculo aquí definido , ahora es de varios a varios, e implica que:

- Cada empleado se puede repetir.
- La combinación (Nombre Empleado, Nombre Departamento ) no se puede repetir.

Ejemplos de instancias del vínculo:

Pepe HA\_TRABAJADO\_PARA Marketing desde 1/1/1998

Juan HA\_TRABAJADO\_PARA Marketing desde 1/1/2001

Miren HA\_TRABAJADO\_PARA Producción desde 1/1/2015

Pepe HA\_TRABAJADO\_PARA Producción desde 1/9/ 2014

**Pepe HA\_TRABAJADO\_PARA Marketing desde 1/9/ 2015**

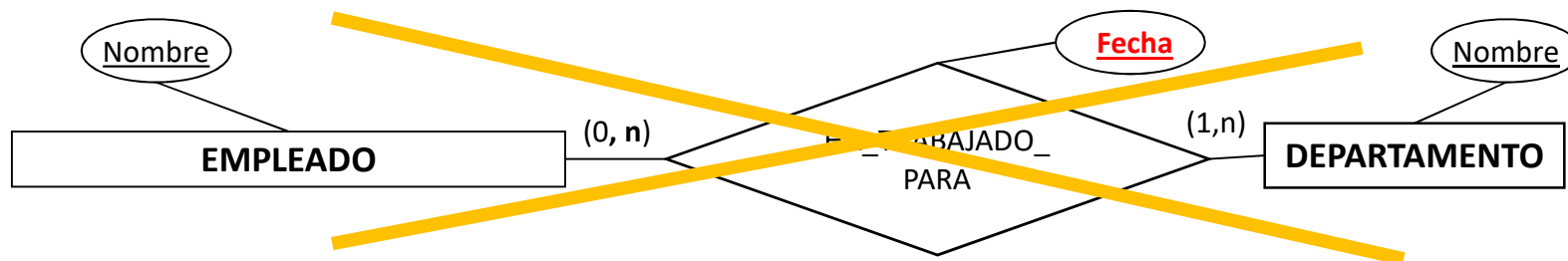
No se podría poner  
con el vínculo  
definido  
en la figura



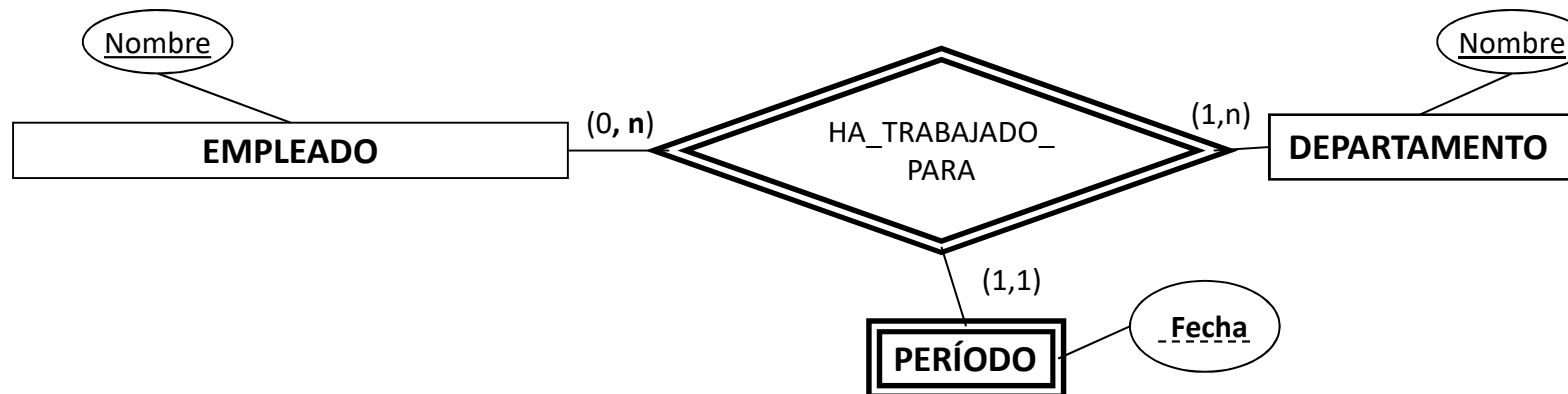
## Opciones de Diseño (3): restricciones de los vínculos

**3.2 cont.)** Para poder guardar la última fila de los ejemplos deberíamos tener un diseño en el que se indique que la clave es la combinación de EMPLEADO , DEPARTAMENTO y FECHA si suponemos que en una misma fecha un empleado no ha podido trabajar para dos departamentos.

**En un vínculo no se pueden poner atributos clave.** Lo siguiente estaría MAL

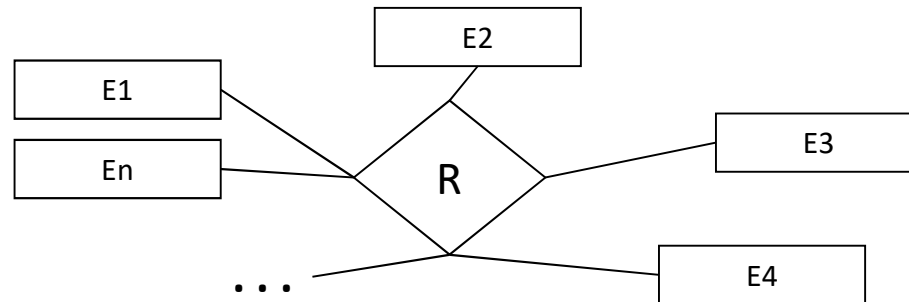


**Solución:** Nuevo tipo de entidad en el vínculo, que contenga a ese atributo clave.

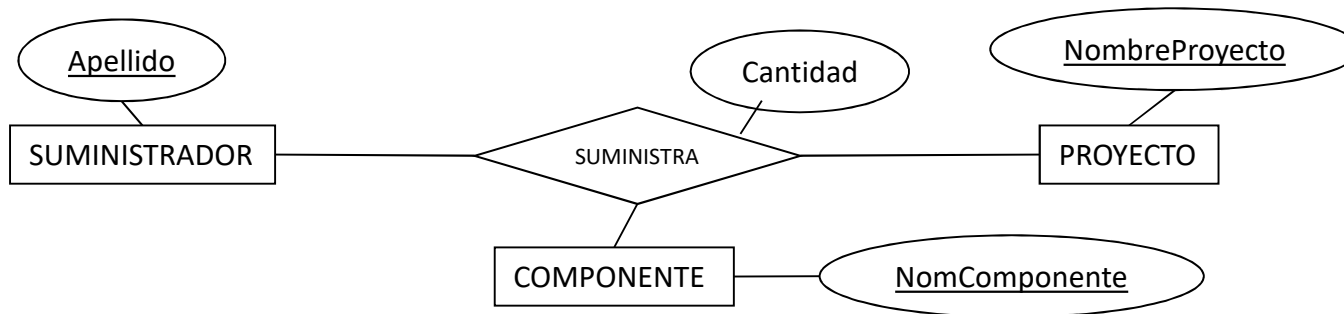


## Tipos de vínculos con grado mayor que 2

- En general, el grado de un tipo de vínculo puede ser cualquiera:



- Ejemplo de tipo de vínculo ternario: **SUMINISTRA**. Relaciona tríos de entidades: El suministrador **s** SUMINISTRA el componente **c** al proyecto **p**. Por ejemplo (Lopetegi, tuerca , proy1) y (Lopetegi, tornillo, proy2)



## Tipo de vínculo ternario: características

- Un vínculo ternario **representa más información** que 3 binarios:
  - la existencia de una tupla en el vínculo ternario implica tuplas en los binarios, pero no a la inversa.

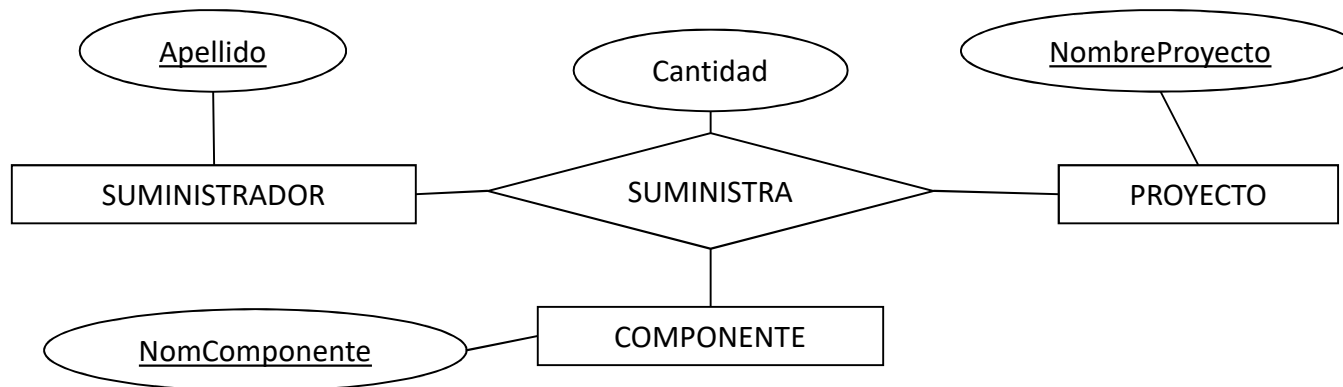
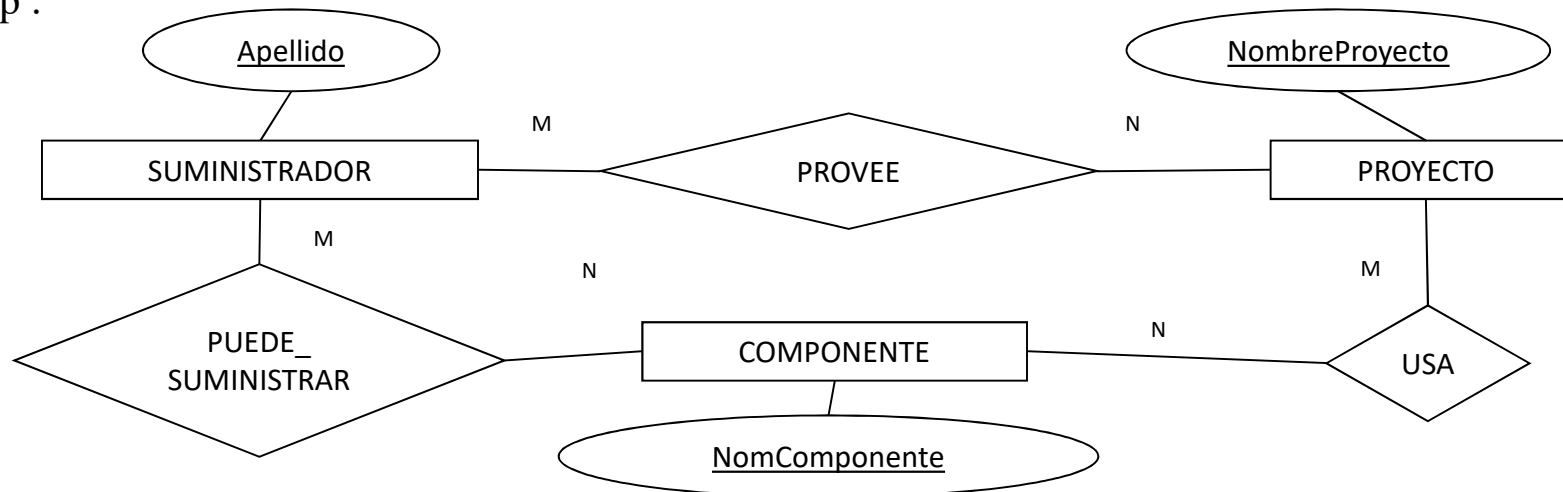
**Solución general:** incluir el vínculo ternario y alguno o algunos de los binarios, según las necesidades. Esto implica algunas restricciones en los vínculos.

- Ejemplos con los vínculos SUMINISTRA, JUEGA y OFRECE.
- **Si no se permite modelar vínculos ternarios**, la relación ternaria puede ponerse como entidad débil sin clave parcial y con tres vínculos binarios que la identifiquen.
  - Ejemplo con el vínculo SUMINISTRA.
- También es posible tener una **entidad débil con un vínculo ternario** que la identifique. En este caso la entidad débil tiene varias entidades propietarias.
  - Ejemplos en SUMINISTRA y con el tipo de entidad débil ENTREVISTA.

*(Vemos a continuación los ejemplos de todo ello)*

## Tipo de vínculo ternario: características (2)

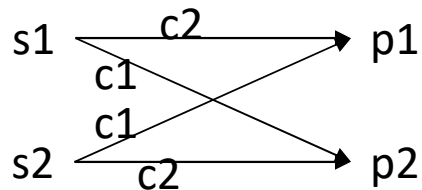
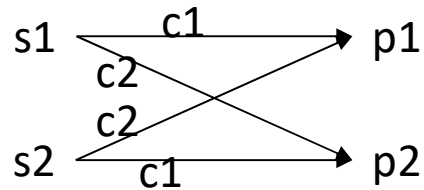
- Un tipo de vínculo ternario no representa lo mismo que tres binarios.
- El suministrador s PUEDE SUMINISTRAR el componente c y además PROVEER al proyecto p. Si además, el proyecto p USA el componente c, eso no implica que s SUMINISTRE el componente c que usa p .



## Tipo de vínculo ternario: características (3)

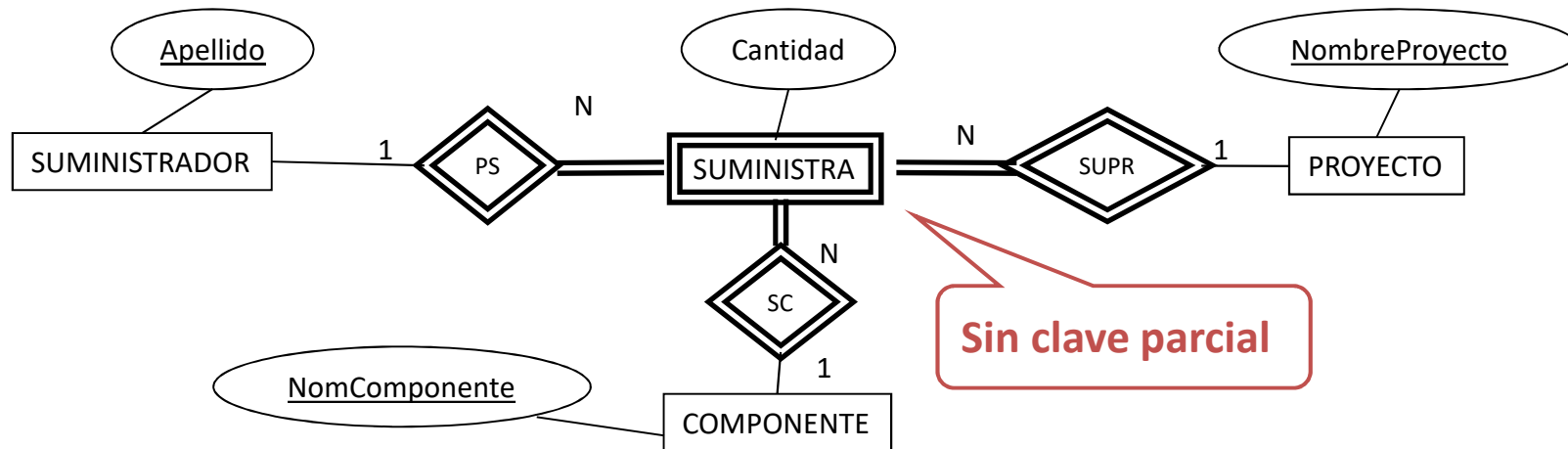
- Ejercicio: Para los suministradores s1 y s2, los componentes c1 y c2 y los proyectos p1 y p2, obtener los tríos de SUMINISTRA y los pares de los vínculos binarios en los dos casos siguientes, donde  $s \xrightarrow{c} p$

representa que el suministrador s suministra el componente c al proyecto p.



## Tipo de vínculo ternario: características (4)

- Si sólo se pueden modelar vínculos binarios, la representación del tipo de vínculo ternario SUMINISTRA se haría del siguiente modo:



*(Algunas herramientas de diseño de BD sólo admiten tipos de vínculo binarios)*

- Se crea el tipo de entidad débil SUMINISTRA, que no tiene clave parcial.
- Una entidad de SUMINISTRA se identifica mediante la combinación de las claves de las 3 entidades propietarias : SUMINISTRADOR, COMPONENTE y PROYECTO.

## Tipo de vínculo ternario: restricciones del vínculo

- Como ya se ha visto, las restricciones de un vínculo indican la participación y la cardinalidad de los tipos de entidades involucradas. Para especificar estas restricciones existen dos notaciones:  $\{1,M,N\}$  y  $(\min,\max)$ .
- En los vínculos binarios ambas notaciones son equivalentes. En cambio, en vínculos de grado  $> 2$  las dos notaciones estudiadas especifican diferentes restricciones.
- A nivel práctico, en vínculos de grado  $> 2$  **se utilizan las dos notaciones** cuando sea importante especificar completamente las restricciones.

## Tipo de vínculo ternario: restricciones del vínculo (2)

### Notación {1, M , N} para vínculos de grado > 2

- Se pone 1, M ó N en cada arco según la participación de la entidad a la que corresponda. En un vínculo ternario con tres tipos de entidad E1, E2 y E3, siendo e1,e2 y e3 *tres valores concretos* de cada uno de esos tipos de entidad:
  - Si para cada par de valores (e1, e2) sólo puede haber un e3: se pone un 1 en el arco del tipo de entidad E3.
  - Si para cada par de valores (e1, e2) puede haber varios valores de E3: se pone una N en el arco del tipo de entidad E3.
  - Los tipos de entidades que tienen un 1 no serán parte de la “clave” del vínculo.

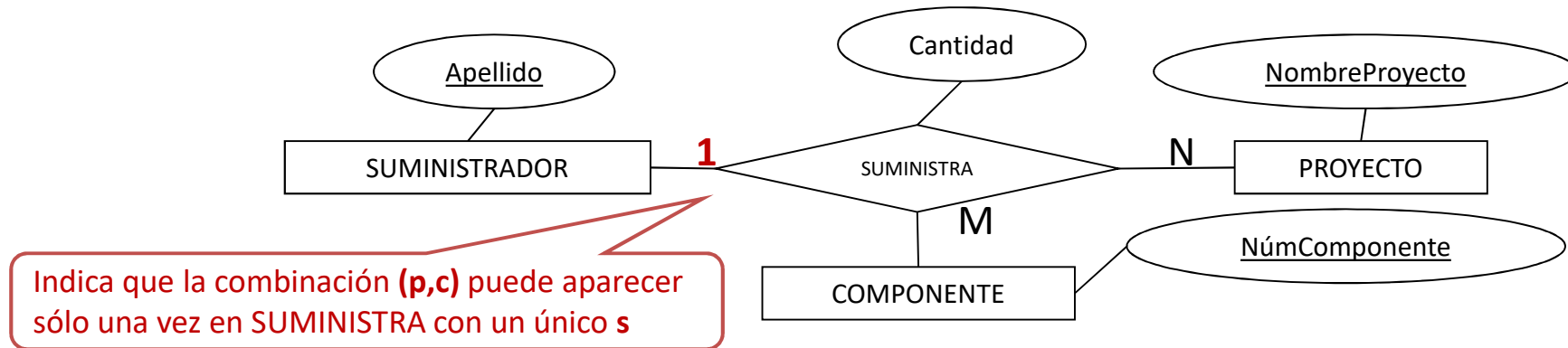
### Notación (min, max) para vínculos de grado > 2

- Significa que cada entidad está relacionada con al menos *min* y como mucho *max* instancias (ternas concretas) en el vínculo.
  - Aunque en vínculos binarios las restricciones (min, max) pueden determinar la “clave” del vínculo, en relaciones con grado >2 ello no es posible.
  - Sin embargo, especifica un tipo de restricción distinta sobre como muchas instancias de la entidad pueden participar en el vínculo.



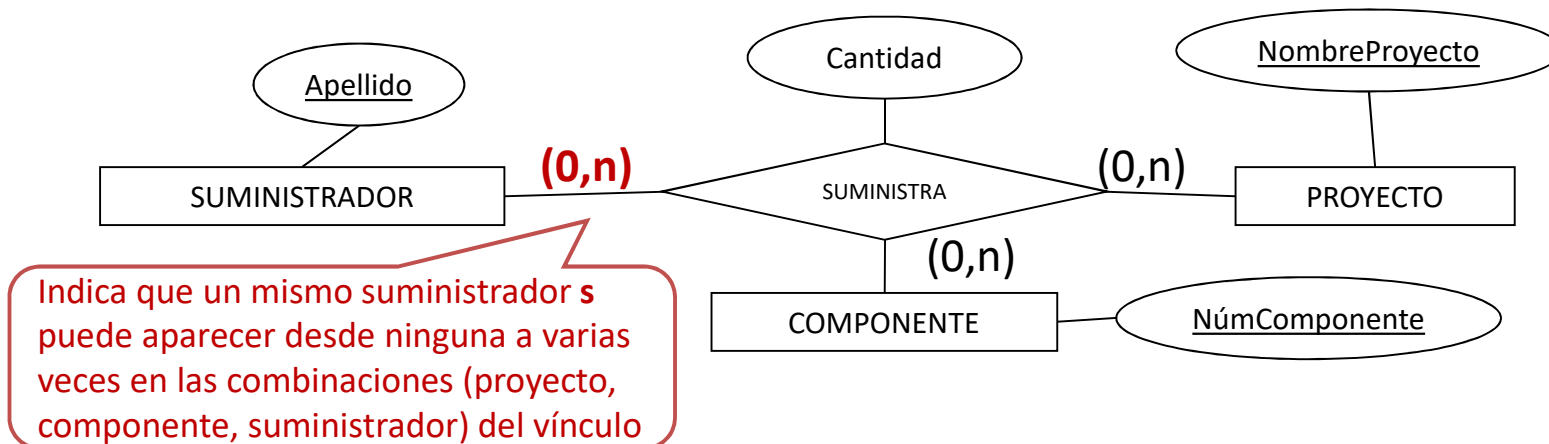
## Tipo de vínculo ternario: restricciones del vínculo (3)

- Ejemplo de las diferencias entre ambas notaciones:

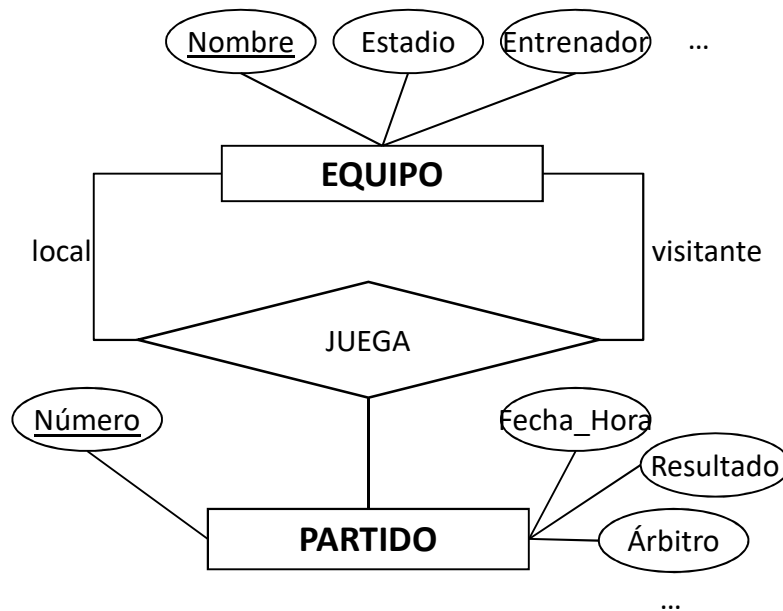


- En este caso (p,c) sería una “clave” del tipo de vínculo SUMINISTRA.

- Con la notación (mín, máx) se especifica un tipo diferente de restricción:



## Ejemplo JUEGA: Cómo establecer las restricciones



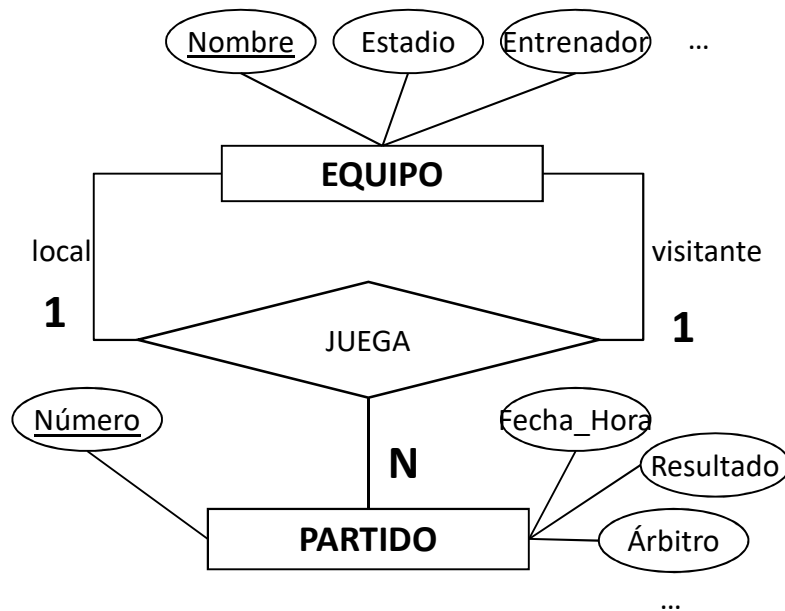
**Cada equipo se identifica mediante su nombre y cada partido disputado tiene un número distinto.**

Dos equipos pueden compartir estadio y/o entrenador.

Puede haber equipos que no jueguen.

<u>Local</u>	<u>Visitante</u>	<u>Partido</u>
La Real	JUEGA contra el Athletic	el partido nº 15
El Athletic	JUEGA contra la Real	el partido nº 22
El Athletic	JUEGA contra el Real Madrid	el partido nº 28
La Real	JUEGA contra el Athletic	el partido nº 67

## Ejemplo JUEGA (2) : Cómo establecer las restricciones



### Notación 1,M,N,P

Consideramos todo constante menos lo que vamos a poner.

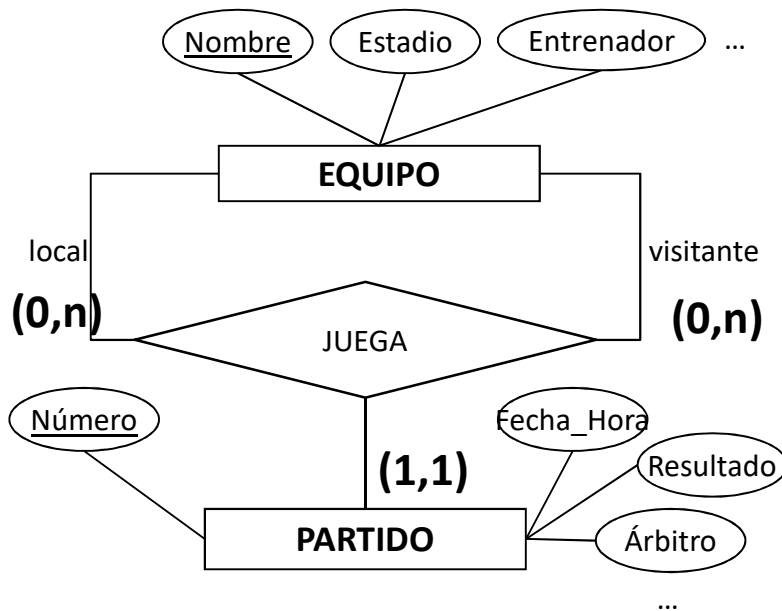
Ocurre:

¿Una vez como máximo? 1

¿Puede ocurrir varias veces? N, M, P...

<u>Local</u>	<u>Visitante</u>	<u>Partido</u>
La Real	JUEGA contra el Athletic	el partido nº 15
El Athletic	JUEGA contra la Real	el partido nº 22
El Athletic	JUEGA contra el Real Madrid	el partido nº 28
La Real	JUEGA contra el Athletic	el partido nº 67

## Ejemplo JUEGA (3) : Cómo establecer las restricciones



### Notación (mín , máx)

Se mira cuántas veces puede aparecer cada ejemplar en este vínculo.

Puede aparecer varias veces: máximo n

Solo puede aparecer una vez: máximo 1

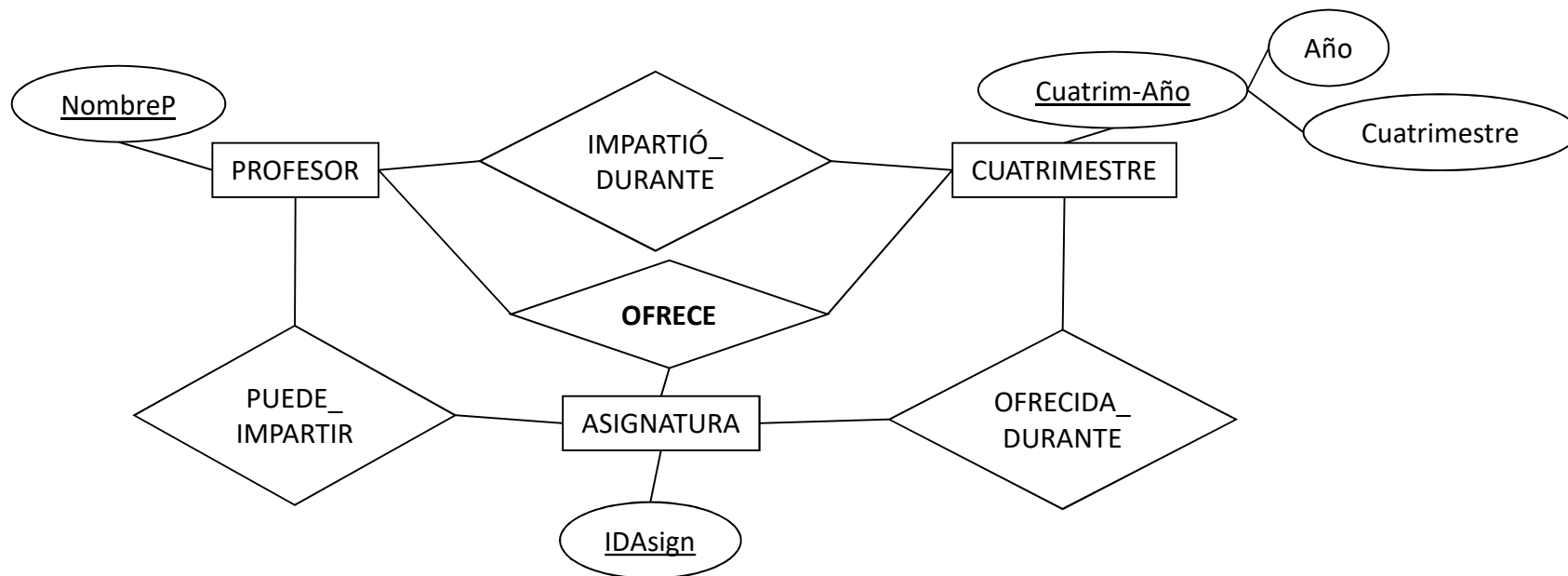
¿Puede que alguno no aparezca?

Sí → mínimo 0

No → mínimo 1

<u>Local</u>	<u>Visitante</u>	<u>Partido</u>
La Real	JUEGA contra el Athletic	el partido nº 15
El Athletic	JUEGA contra la Real	el partido nº 22
El Athletic	JUEGA contra el Real Madrid	el partido nº 28
La Real	JUEGA contra el Athletic	el partido nº 67

## Ejemplo OFRECE: relación con los tipos de vínculos binarios



- **OFRECE** (grado 3): El profesor **p** ofrece la asignatura **a** durante el cuatrimestre **c**.

**Tipos de vínculos binarios entre los tres tipos de entidad:**

- **PUEDE\_IMPARTIR**: La asignatura **a** pueden impartirla los profesores **p1, p3, p4, ...**
- **IMPARTIÓ\_DURANTE**: Durante el cuatrimestre **c** impartieron clase los profesores **p1, p2, p4, ...**
- **OFRECIDA\_DURANTE**: En el cuatrimestre **c** se ofrecieron las asignaturas **a1, a2, a3, ...**

## Ejemplo OFRECE (2): relación con los tipos de vínculos binarios

- **Restricciones binarias necesarias:**

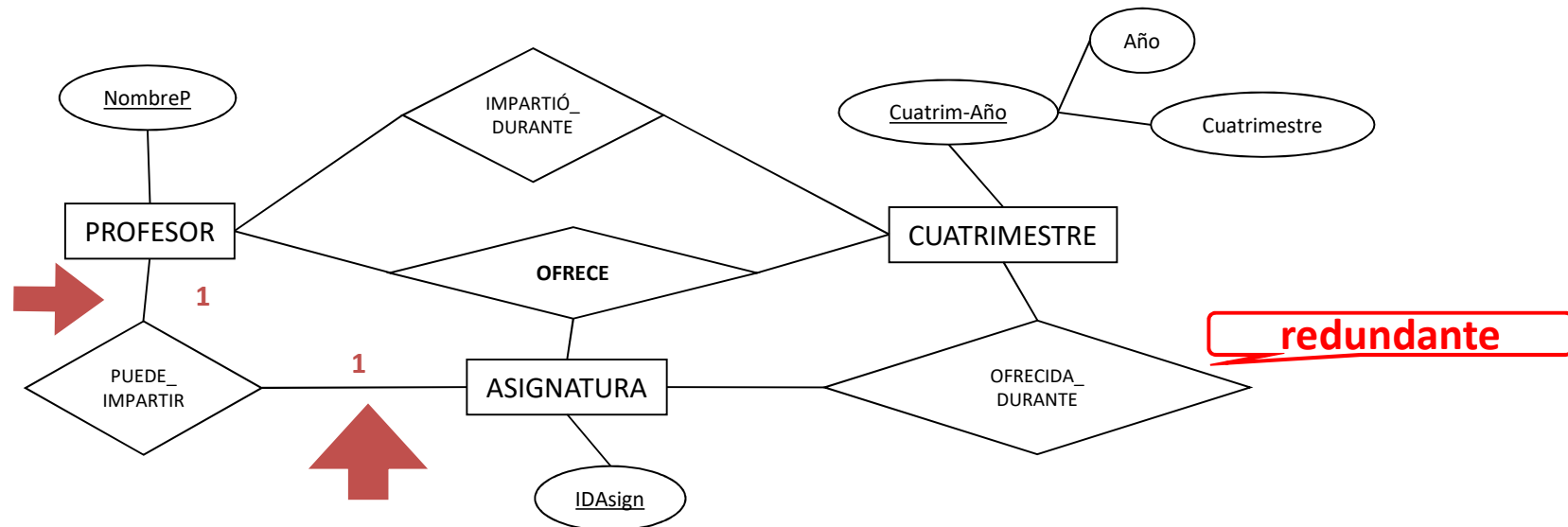
Ej. si existe (Conchi, BD, 2º de 2015) en OFRECE, deben existir:

- (Conchi, BD) en PUEDE\_IMPARTIR.
- (Conchi, 2º de 2015) en IMPARTIÓ\_DURANTE.
- (BD, 2º de 2015) en OFRECIDA\_DURANTE.

- Sin embargo, aunque existan (Conchi, BD), (Conchi, 2º de 2015) y (BD, 2º de 2015) no tiene por qué existir la correspondiente ternaria (Conchi, BD, 2º de 2015) en OFRECE.
  - Por ejemplo, cuando sucede (Conchi, BD, 2º de 2000), (Conchi, EDA, 2º de 2015), (Josu, BD, 2º de 2015) y no sucede (Conchi, BD, 2º de 2015)

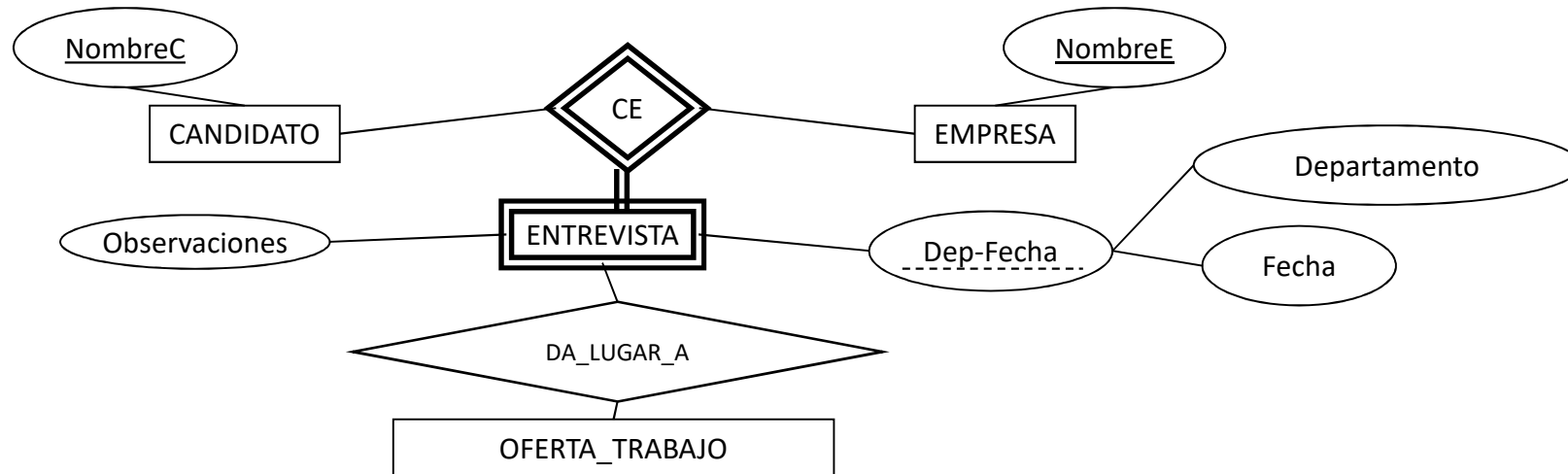
## Ejemplo OFRECE (3): relación con los tipos de vínculos binarios

Ahora incorporamos restricciones adicionales:



- Cuando un profesor puede impartir una única asignatura y una asignatura puede ser impartida por un único profesor, las dos relaciones binarias (IMPARTIÓ\_DURANTE y PUEDE\_IMPARTIR) son equivalentes a la ternaria (OFRECE).
- En ese caso es preferible quedarse con las relaciones binarias y olvidarse de la ternaria.

## Ejemplo ENTREVISTA: entidad débil con vínculo ternario



- El tipo de vínculo ternario CE modela entrevistas de candidatos en diferentes empresas. Para cada entrevista realizada interesa guardar, además de los datos del candidato y la empresa, el departamento y la fecha en que se realizó la entrevista, así como las observaciones que se pudieron deducir de la misma. Se supone que *un candidato puede hacer varias entrevistas en la misma fecha pero no en el mismo departamento de la misma empresa el mismo día*.
- Por otro lado, de alguna de esas entrevistas se escogerá el candidato más idóneo para el puesto de trabajo: representado por el vínculo binario DA\_LUGAR\_A
- Así, ENTREVISTA será un tipo de entidad débil, pues una posible clave para ella sería la combinación de NombreC, NombreE, Fecha y Departamento
- En este caso el tipo de entidad débil ENTREVISTA tiene dos propietarios: CANDIDATO Y EMPRESA.





## Ejemplo de diseño: CAMIONES

- Partiendo de los requisitos de datos siguientes diseña el diagrama ER. Haz las suposiciones que creas convenientes, dejando constancia escrita de ellas.

La compañía de transportes CAMIONES recoge pedidos de los almacenes de la cadena VELÁZQUEZ Hnos. y los entrega a las tiendas de la misma cadena. De momento hay 6 almacenes y 45 tiendas. Cada **tienda** tiene su propio nombre, y conocemos también su dirección y teléfono. Cada **almacén** tiene un número diferente además de la dirección y teléfono. Un camión puede *transportar* varios pedidos en el mismo viaje y *entregar* cada pedido a la tienda que lo solicitó. Cada **viaje** se identifica por un número. Cada **pedido** se identifica por un número e incluye datos sobre peso, volumen y tienda de destino. Cada **camión** tiene el número de matrícula y su propio límite máximo de volumen y peso transportado. La flota de la compañía CAMIONES consta de 150 vehículos y cada uno *realiza* entre 3 y 4 viajes semanales.



## Ejemplo de diseño: CAMIONES

Deseamos contar con una BD para uso común entre las dos empresas, que sirva para:

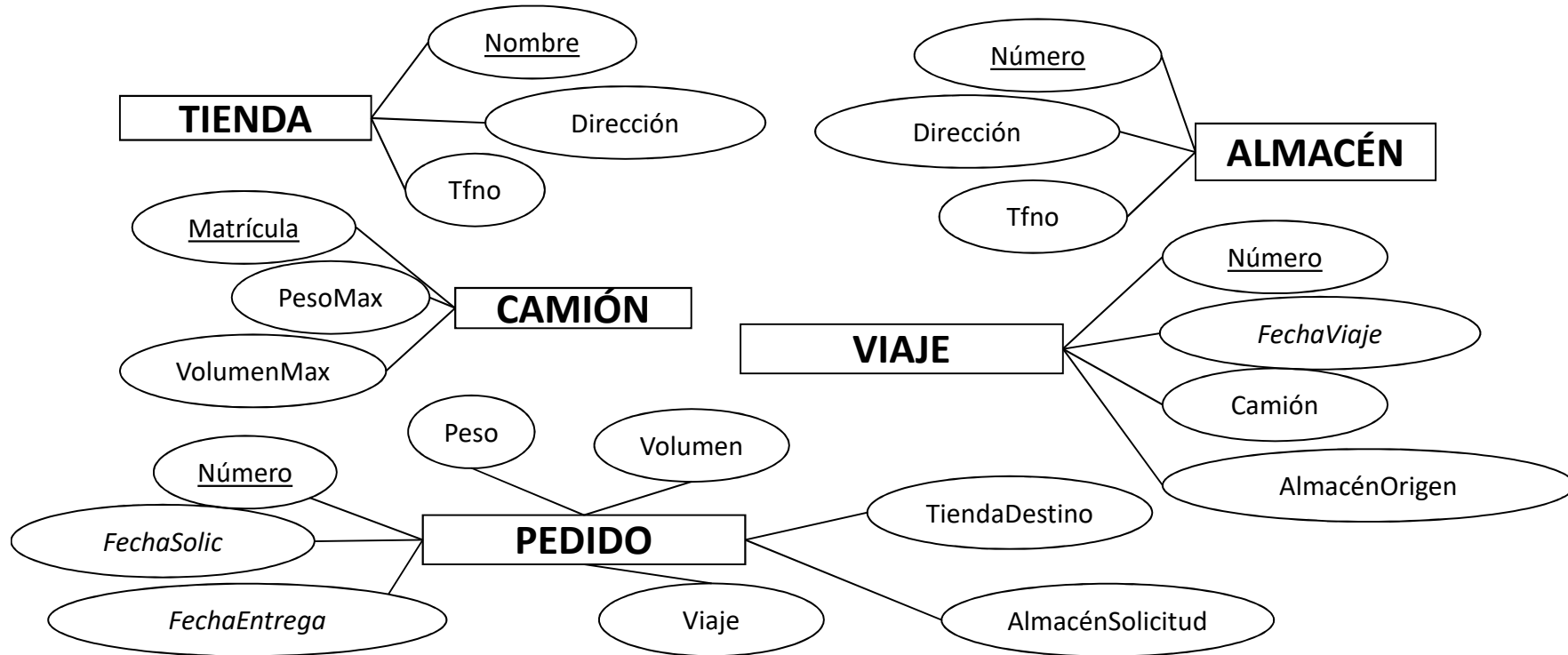
- Controlar el uso de los camiones (fechas).
- Controlar las entregas (pedidos entregados).
- Que ayude a programar los viajes (conocer los pedidos solicitados, de qué almacén a qué tiendas y los viajes asignados a camiones).

Es un ejemplo resuelto, para:

- Entender los pasos como guía de diseño.
- Los pasos no son estrictos ni hay por qué darlos en ese orden

# Ejemplo de diseño: CAMIONES (paso 1)

## 1) Identificar tipos de entidad, atributos y claves:

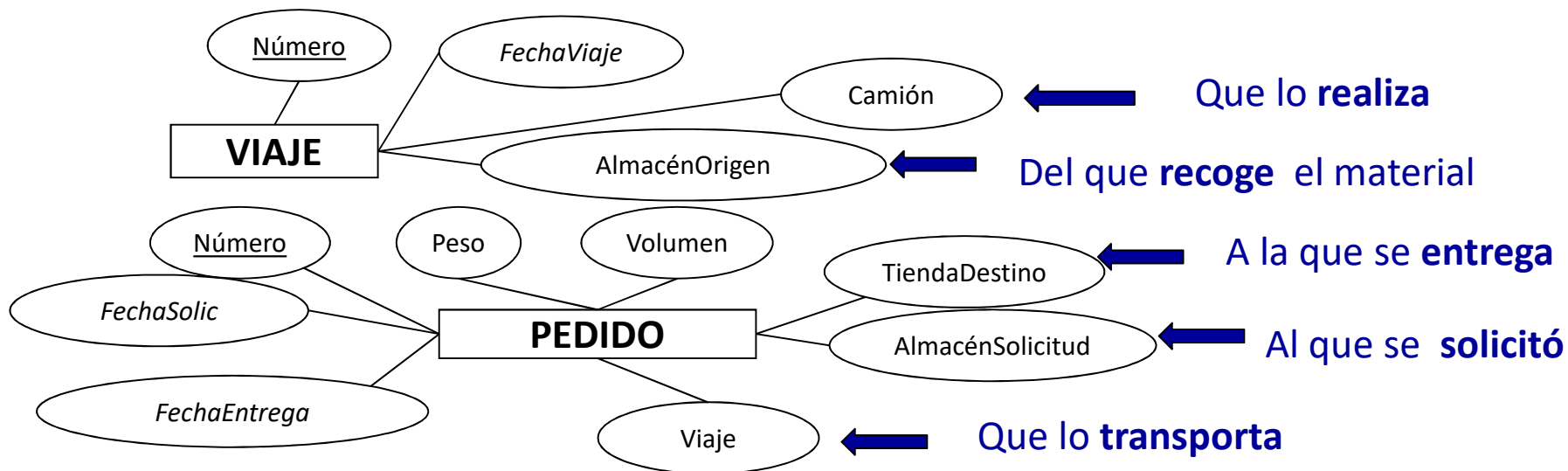


### Suposiciones:

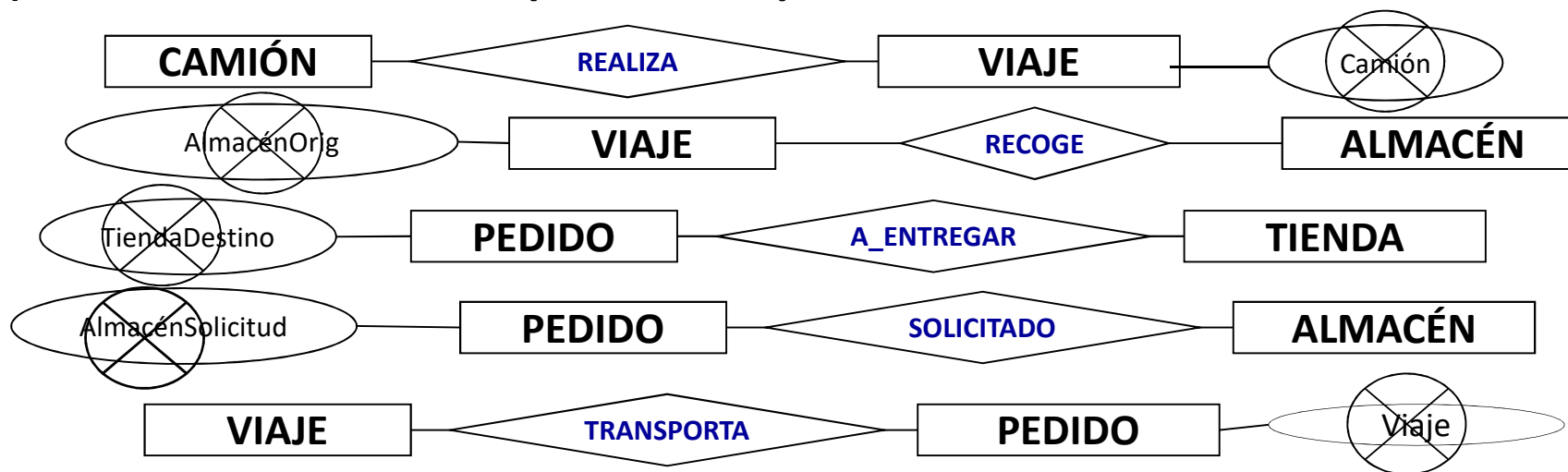
- Un pedido se toma completo de un almacén y se entrega también completo a una sola tienda.
- En un viaje interviene solo un camión, toma varios pedidos de un almacén y los entrega a una o varias tiendas.

## Ejemplo de diseño: CAMIONES (pasos 2 y 3)

### 2) Identificar vínculos implícitos:

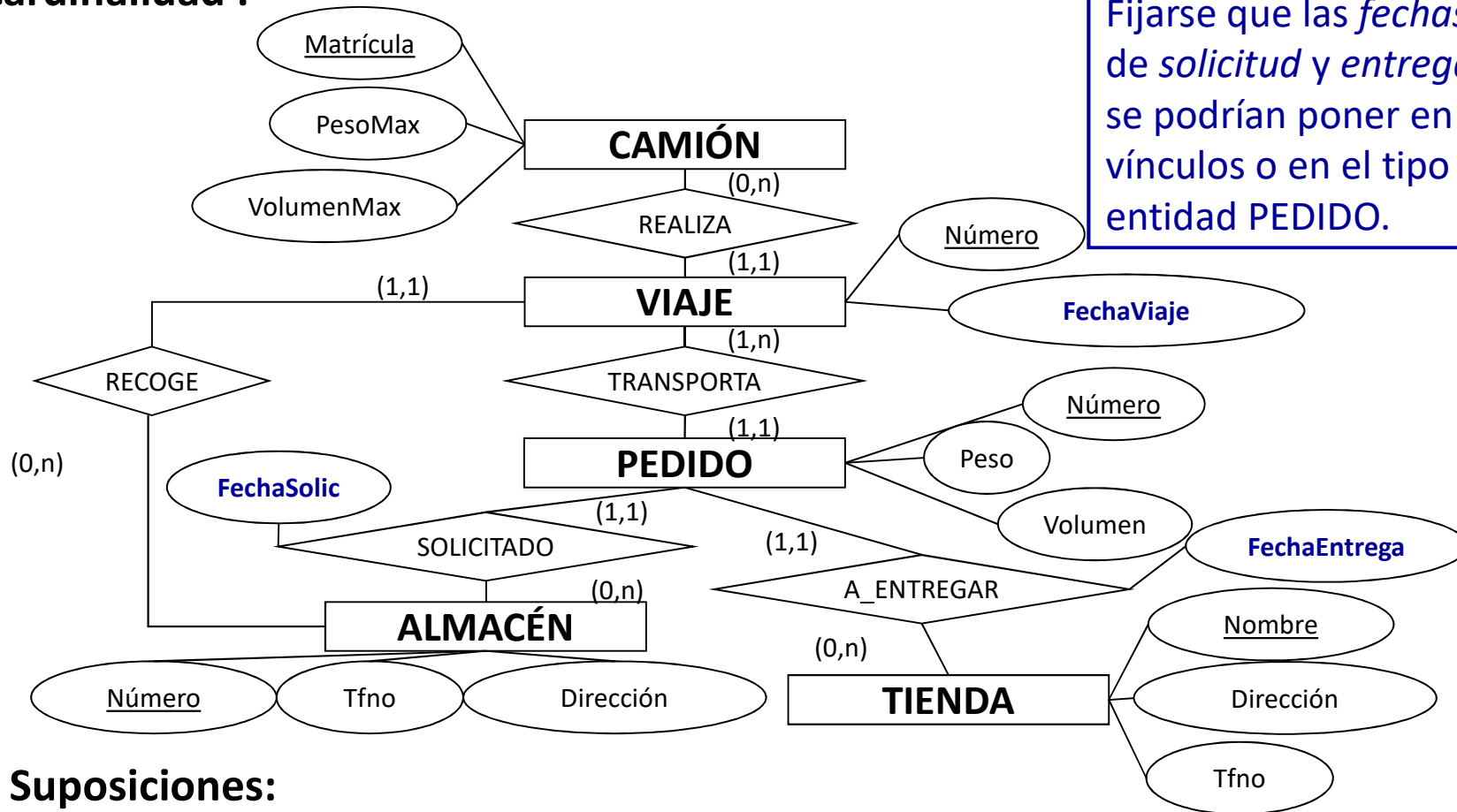


### 3) Transformar vínculos implícitos en tipos de vínculos:



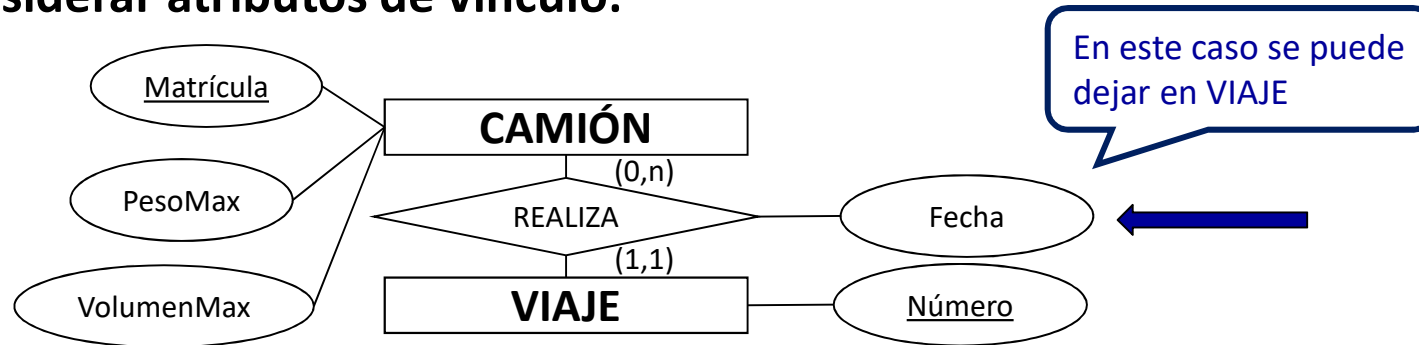
## Ejemplo de diseño: CAMIONES (paso 4)

### 4) Establecer a los tipos de vínculos las restricciones de participación y cardinalidad :



## Ejemplo de diseño: CAMIONES (pasos de 5 a 8)

### 5) Considerar atributos de vínculo:



### 6) Considerar tipos de entidades débiles, su vínculo identificador y su clave parcial.

### 7) Considerar el interés de convertir algún tipo de entidad en tipo de vínculo y hacer que sus atributos sean los del t. de vínculo.

(como pasa con INFORME\_NOTA en el ejercicio 3.16 – BD UNIVERSITARIA).

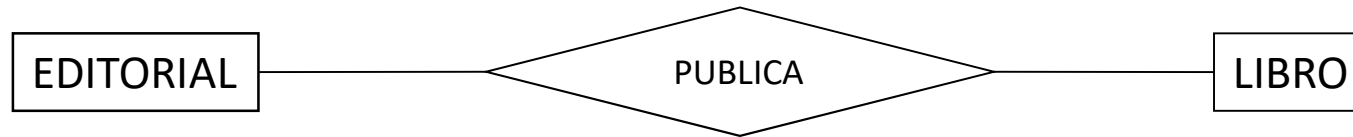
### 8) Considerar el interés de tipos de vínculos de grado mayor que 2.

# Ejercicios Tema 2

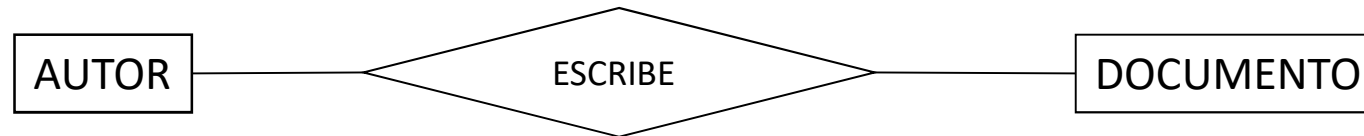
# Ejercicio 1

Completa los esquemas ER:

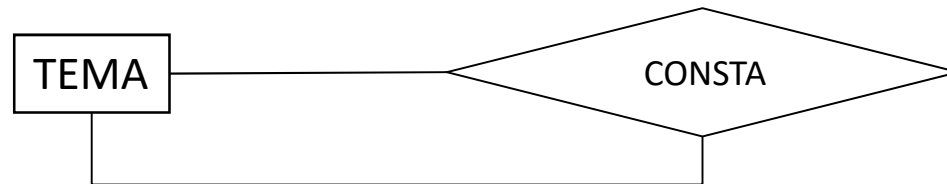
- Una editorial publica varios libros o ninguno. Un libro es publicado por una sola editorial.



- Un autor puede escribir varios documentos. Un documento puede tener varios autores.



- Un tema puede estar dividido en subtemas. Un subtema puede dividirse en subsubtemas, etc...

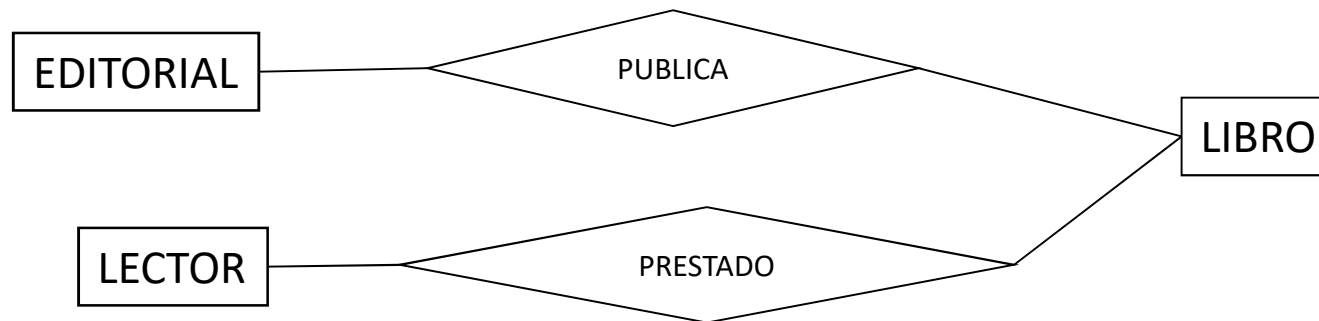




## Ejercicio 2

Completa los esquemas ER:

- A. Una editorial publica varios libros o ninguno. Un libro es publicado por una sola editorial. Un lector puede tomar prestados varios libros. Cada entidad libro representa a todos los ejemplares del mismo.

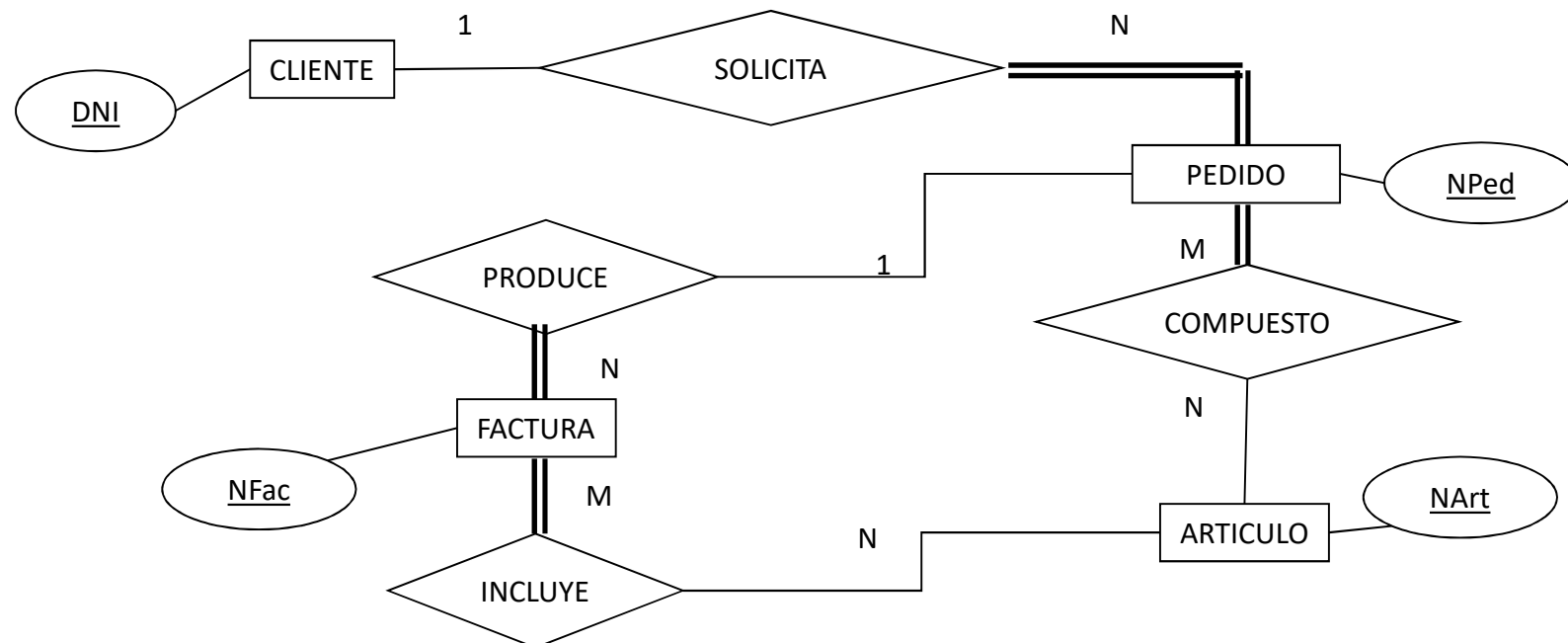


- B. Qué cambia si un mismo libro es publicado por varias editoriales. Se desea saber la editorial de cualquier libro prestado a un lector.

## Ejercicio 3

Completa el esquema ER:

- En un pedido se pueden solicitar varios artículos. Interesa conocer la cantidad solicitada (CantSolicitada) de cada **artículo** en un **pedido**.
- Cada **artículo** tiene un precio unitario (PrecioU). Un **artículo** de un **pedido** se cobra de forma diferente en base a la información almacenada del cliente (PrecioC).
- Un pedido se puede entregar en varios envíos parciales. Esto produce varias facturas por pedido. Se desea guardar el nº de unidades de un **artículo** (UnidadesEnv) recogidas en cada **factura**. También se desea conservar la cantidad de cada **artículo** que falta por enviar en cada **pedido** (UnidadesPend). Hay que tener en cuenta que tanto un pedido como una factura pueden incluir diferentes artículos.



## Ejercicio 4

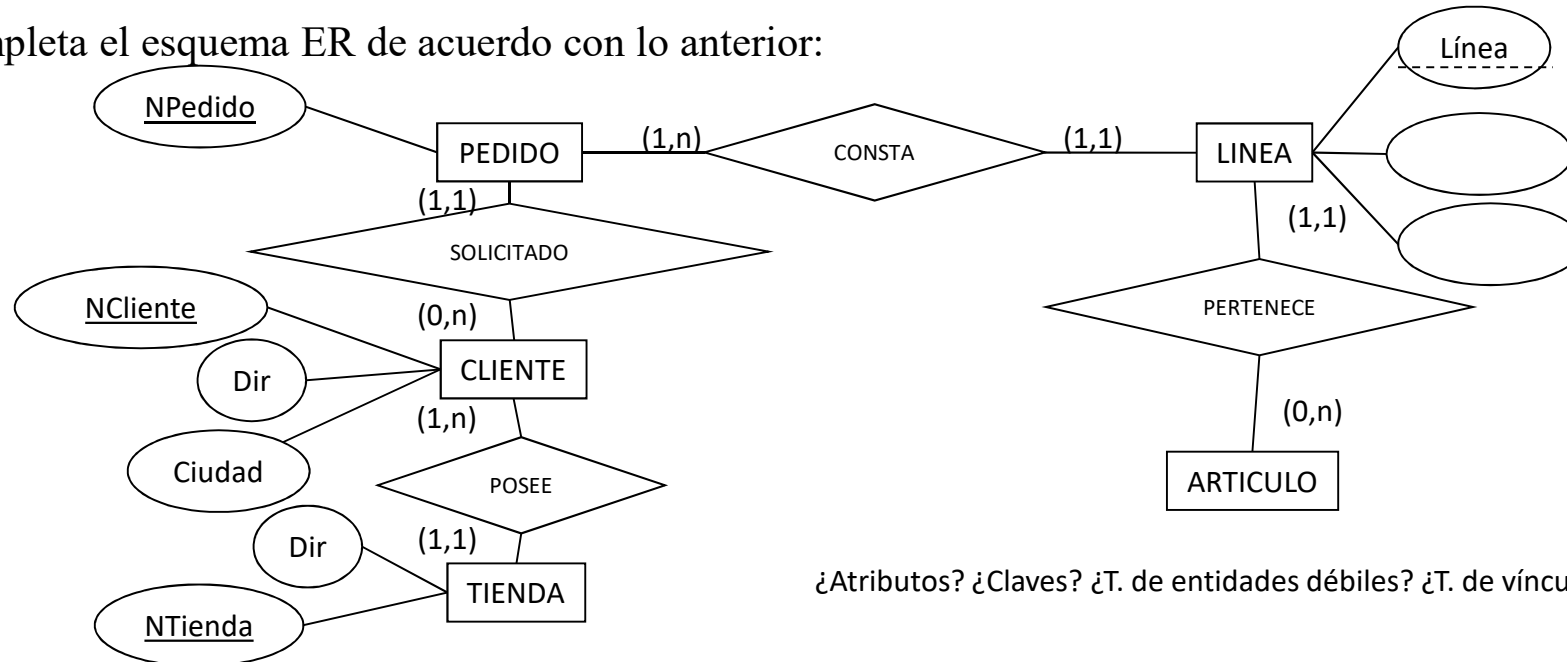
PEDIDO	<b>Npedido</b>	<b>Cliente</b>	<b>Dirección</b>	<b>Ciudad</b>
	25	P. Gotera	C/Percebe 13	Pamplona

LINEA	<b>Línea</b>	<b>Cod</b>	<b>Artículo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tienda</b>	<b>Formato</b>
	1	25	B 5	100	1	Lujo
	2	25	B 5	100	1	Normal
	1	33	B 3	4	1	Normal

- Un **pedido** puede tener varias **líneas**. Además un pedido puede incluir líneas del mismo **artículo** pero con diferente formato (ej. lujo o normal).
- Un cliente puede tener en propiedad más de una tienda, pero cada tienda posee un único propietario titular. Se trabaja con una cartera de clientes fijos (sin pretensión de ampliarla).

Completa el esquema ER de acuerdo con lo anterior:



¿Atributos? ¿Claves? ¿T. de entidades débiles? ¿T. de vínculos?



## Ejercicio: Variantes de CAMIONES

- Se trata de modificar el esquema obtenido en la página **61**. En concreto, partiendo de los requisitos de datos presentados anteriormente, considera las siguientes variantes al problema:
  - A)** Un pedido se compone de varios artículos. Cada artículo se identifica por su número y contiene su descripción. Un mismo artículo puede figurar en varios pedidos. Interesa guardar las unidades de un artículo en un pedido. Todos los artículos de un pedido provienen de un almacén y se entregan a una tienda.
  - B)** Considera el mismo caso del apartado anterior, pero donde los artículos de un pedido pueden ir a distintas tiendas.
  - C)** Considera la misma situación del apartado B, pero donde un pedido puede no entrar en el mismo camión y entonces sus artículos se reparten en distintos viajes. Por ejemplo para el artículo 1 del pedido 1, dos unidades pueden entrar en un viaje y otras 3 unidades deben ir en otro.



## Ejercicio: Variantes de CAMIONES (2)

- D)** Considera la misma situación del apartado A, pero ahora se desea guardar la información de las líneas de detalle de cada pedido. Una línea de detalle consta de un número (distinto por cada línea de un mismo pedido), código de artículo y unidades. Una línea de detalle corresponde a un único pedido.
- E)** Un artículo puede ser de diferentes colores. Así en un pedido queremos incluir la información del color de los artículos. Plantea las modificaciones pertinentes sobre la solución al apartado D.
- F)** Considera la misma situación del apartado B (los artículos pueden ir a varias tiendas) pero incluyendo la información de líneas de detalle del apartado E.
- G)** Reconsidera la situación inicial (previa al apartado A) si un viaje se identifica en lugar de con un número, por camión, la fecha y un número de orden en esa fecha (1 significa el primer viaje de ese día, 2 el segundo viaje, ...).

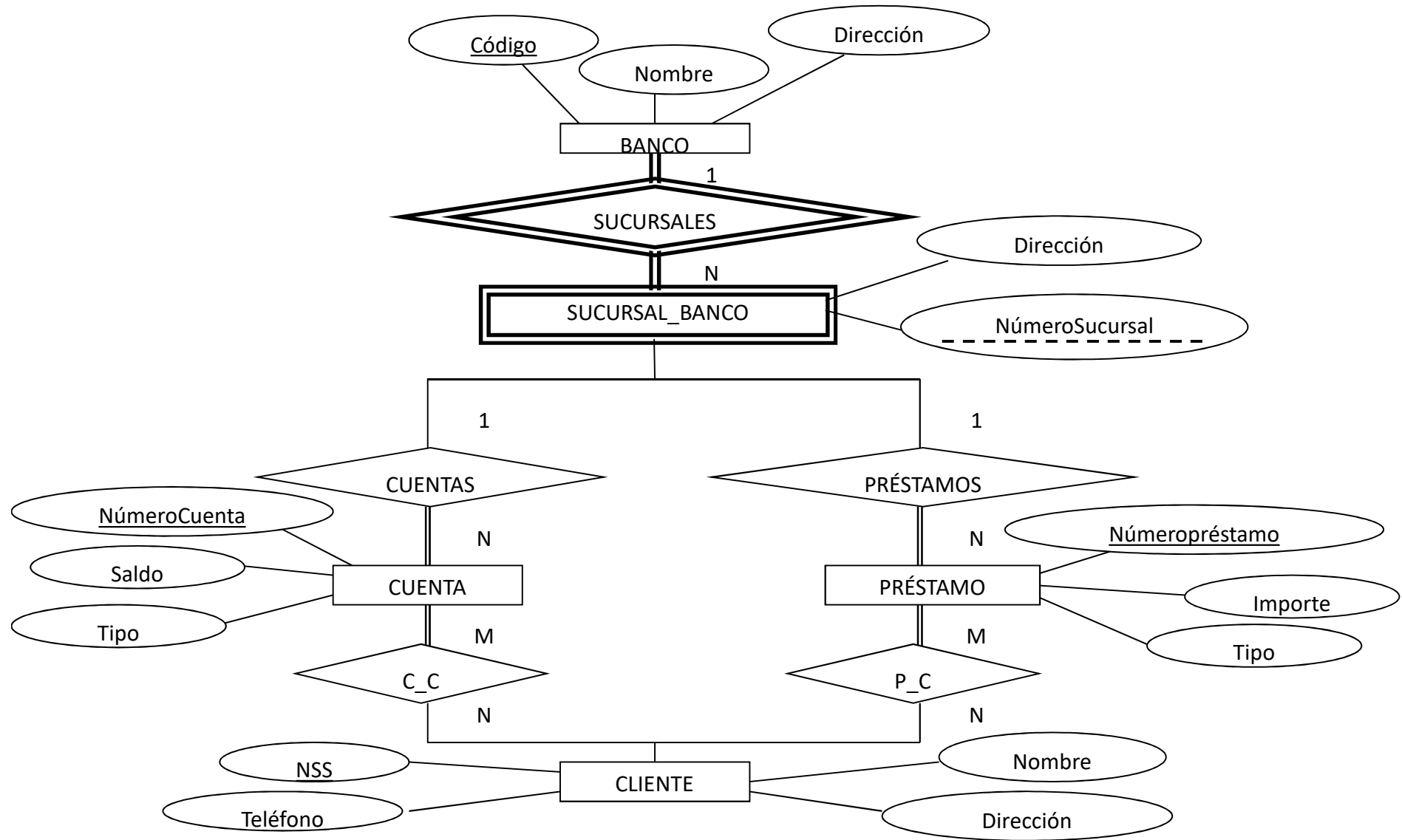
### ELMASRI 3.23 – BD BANCO

**3.23.** Considere el diagrama ER de la figura 3.17 para una parte de una BD llamada BANCO.

Cada banco puede tener múltiples sucursales, y cada sucursal puede tener varias cuentas y préstamos.

- a) Haga una lista con todos los tipos de entidad (no débil) del diagrama ER.
- b) ¿Hay algún tipo de entidad débil? Si es así, indique su nombre, clave parcial y vínculo identificador. Indique también el propietario identificador y la clave de ese propietario.
- c) ¿Qué restricciones especifican en este diagrama la clave parcial y el vínculo identificador del tipo de entidad débil?
- d) Haga una lista con todos los tipos de vínculo y especifique la restricción (mín, máx) de cada participación de un tipo de entidad en un tipo de vínculo. Justifique sus elecciones.
- e) Haga una lista concisa con los requisitos de usuario que llevaron a este diseño de esquema ER.
- f) Suponga que todo cliente debe tener al menos una cuenta pero no puede tener más de 2 préstamos simultáneos, y que una sucursal bancaria no puede tener más de 1000 préstamos. ¿Cómo se indica esto en las restricciones (mín, máx) ?

### Elmasri 3.23 – BD BANCO (Fig. 3.17)



### ELMASRI 3.16 – BD UNIVERSITARIA

**3.16.** Considere el siguiente conjunto de requisitos para una BD universitaria que sirve para gestionar los boletines de notas de los alumnos. Esto es similar, a la BD UNIVERSIDAD de la figura 1.2:

- a) Para cada alumno, la universidad mantiene información sobre su nombre, número de alumno, número de la seguridad social, dirección y número telefónico actuales, dirección y número telefónico permanentes, fecha de nacimiento, sexo, curso (primero, segundo, ... postulado), departamento de la titulación, departamento de la especialidad (si lo hay) y nivel de estudios (bachillerato en ciencias, bachillerato en humanidades, ..., doctorado). Algunas aplicaciones de los usuarios tendrán que hacer referencia a la ciudad, estado y código postal de la dirección permanente del alumno, y al apellido de este último. Tanto el número de la seguridad social como el número de alumno tienen valores únicos para cada alumno.
- b) Cada departamento se describe mediante un nombre, código de departamento, número de oficina, teléfono de oficina y facultad. Tanto el nombre como el código tienen valores únicos para cada departamento.
- c) Cada curso tiene un nombre de curso, descripción, número de curso, número de horas por semestre, nivel y departamento que lo ofrece. El valor del número de curso es único para cada curso.
- d) Cada sección tiene un profesor, semestre, año, curso y número de sección. El número de sección distingue las diferentes secciones de un mismo curso que se imparten durante el mismo semestre/año; sus valores son 1, 2, 3,... hasta el número de secciones del curso impartidas durante cada semestre.
- e) Un informe de notas tiene un alumno, sección, nota en letras y nota numérica (0, 1, 2, 3, ó 4).

Diseñe el esquema E-R para esta aplicación. Especifique los atributos clave de cada tipo de entidad y las restricciones estructurales de cada tipo de vínculo. Tome nota de cualquier requisito que no se haya especificado, y haga suposiciones apropiadas para que la especificación sea completa.





## Ejercicio: BUQUES

Se quieren registrar las visitas a puertos realizadas por los buques. Partiendo de los requisitos de datos siguientes, diseña el diagrama ER:

- Cada buque se identifica con su nombre. Además interesa almacenar el nombre del dueño, qué tipo de buque es y la historia de movimientos realizados.
- Cada tipo de buque consta de un código único. Se desea guardar también el tonelaje y el material del casco. Puede haber varios buques del mismo tipo.
- Por cada movimiento realizado por un buque se guarda la longitud y latitud, y una marca temporal formada por una fecha y una hora.
- Cada buque está adscrito a un puerto, desde el que inicia todas sus visitas. Cada puerto tiene un nombre, una descripción, el país al que pertenece y el mar donde se ubica. En ningún país puede haber 2 puertos de igual nombre. Sin embargo hay puertos con el mismo nombre correspondientes a países distintos.
- Se guarda el nombre y continente de cada país y el nombre y profundidad media de cada mar. En ambos casos, el nombre identifica unívocamente al país y mar respectivamente.
- Por cada visita de un buque a un puerto interesa guardar la fecha en la que arribó al puerto (fecha de inicio) y la fecha de partida (fecha fin). Un buque puede visitar muchas veces el mismo puerto. Si un buque entra al mismo puerto varias veces el mismo día sólo se almacena la última visita del día.

## Ejercicio: BIBLIOTECA

Una biblioteca almacena información de los libros que toman en préstamo sus lectores. Por cada libro se guarda un identificador único (*IdLibro*), el *título* del libro y el *nombre* (único), *dirección* y *teléfono* de su editorial.

- La biblioteca dispone de varios locales a los que llama sucursales. La BD que debemos diseñar contiene información a compartir por todas ellas.
- Se dispone de una o varias copias de cada libro, que se encuentran distribuidas por las sucursales. Les interesa saber por cada libro el número de copias (*NúmCopias*) asignadas a cada sucursal, y el identificador (*IdSucursal*) y nombre (*NombreSucursal*) únicos de la sucursal junto a la *dirección* de la sucursal.
- Un ejemplar de un libro se puede encontrar en un momento determinado físicamente en la sucursal a la que está asignado o bien puede estar prestado a un lector. De éste último sabemos cuál es el número de su tarjeta – *NúmTarjeta* – (no hay dos lectores con el mismo número de tarjeta), sabemos su *nombre*, *dirección* y *teléfono*.
- Van guardando qué libros ha tomado prestado cada lector, de qué sucursal lo ha tomado y la fecha de préstamo (*FechaSale*) y devolución (*FechaDevol*) de la última vez que tomó prestado el libro de la sucursal.
- Como también suelen hacer consultas por autores, quieren almacenar los autores de cada libro. Ocurre que hay autores diferentes que se llaman igual, así que han decidido distinguir a dos autores con el mismo nombre (*NombreAutor*) por el libro del que son autores, de manera que no puede haber dos autores con el mismo nombre que hayan escrito el mismo libro (distinguiendo a los libros por su identificador único).