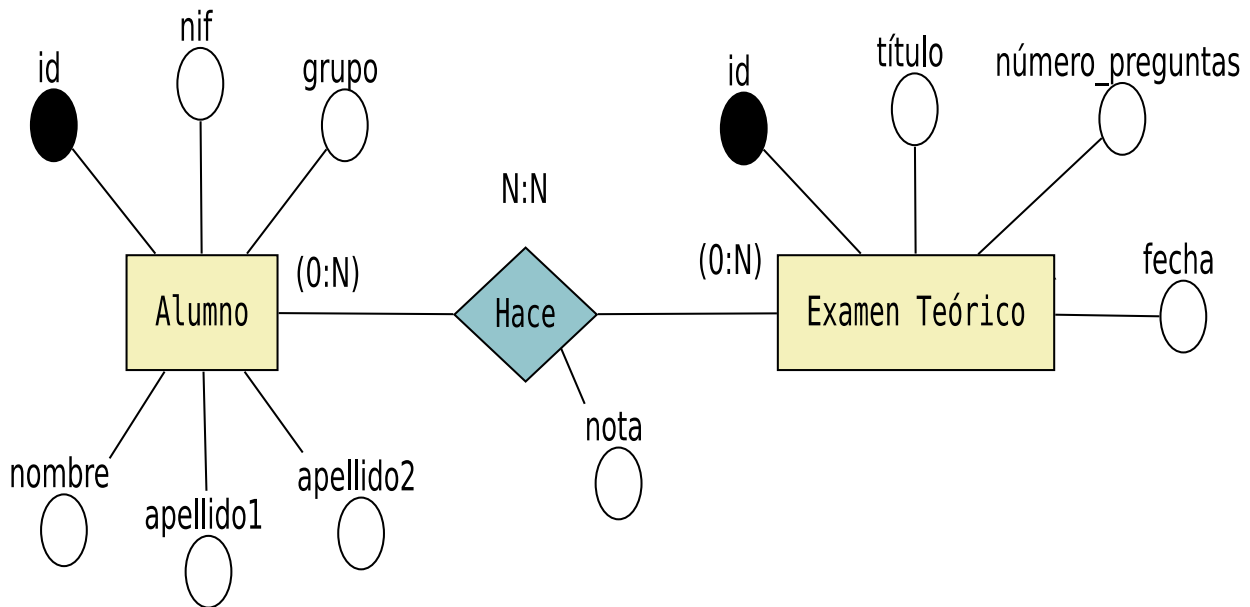


Del modelo conceptual al modelo relacional

1.1 Entidades (Fuertes y Débiles)

Cada una de las entidades (fuertes y débiles) del diagrama E/R genera una tabla, donde cada uno de los atributos de la entidad pasa a ser una columna de la tabla.

Ejemplo:



En este ejemplo las entidades fuertes **Alumno** y **Examen Teórico** generan una tabla en el modelo relacional con las siguientes columnas.

- ALUMNO(**id**, nombre, apellido1, apellido2, nif, grupo)
- EXAMEN_TEÓRICO(**id**, título, número_preguntas, fecha)

1.2 Relaciones con cardinalidad 1:1

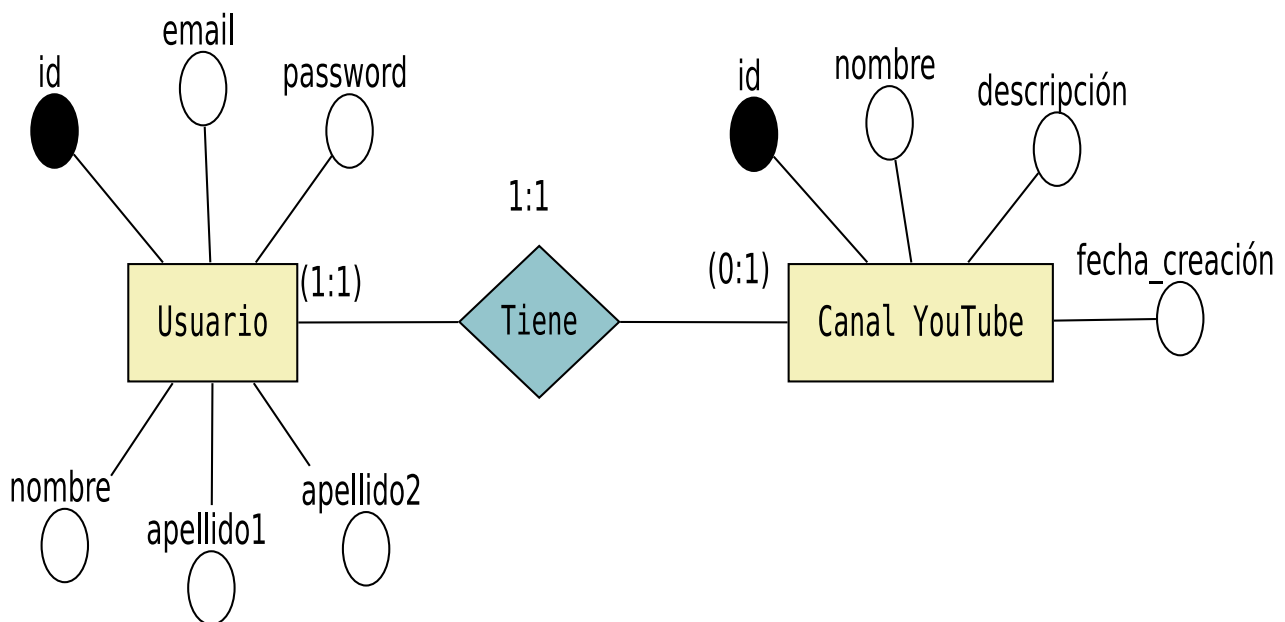
Como norma general, las relaciones con cardinalidad 1:1 no generan una tabla, lo que haremos será que la clave primaria de una entidad pasará a formar parte de la tabla de la otra entidad, y pasará como un atributo.

La participación de cada una de las entidades será lo que nos ayude a decidir cuál será la entidad que pasará su clave primaria a la otra entidad.

Sólo existe un caso donde una relación con cardinalidad 1:1 genera una nueva tabla, y será cuando la participación de las dos entidades sea de tipo (0,1)..(0..1).

Veamos los casos que pueden existir.

1.2.1 Participación (1,1)..(0,1)

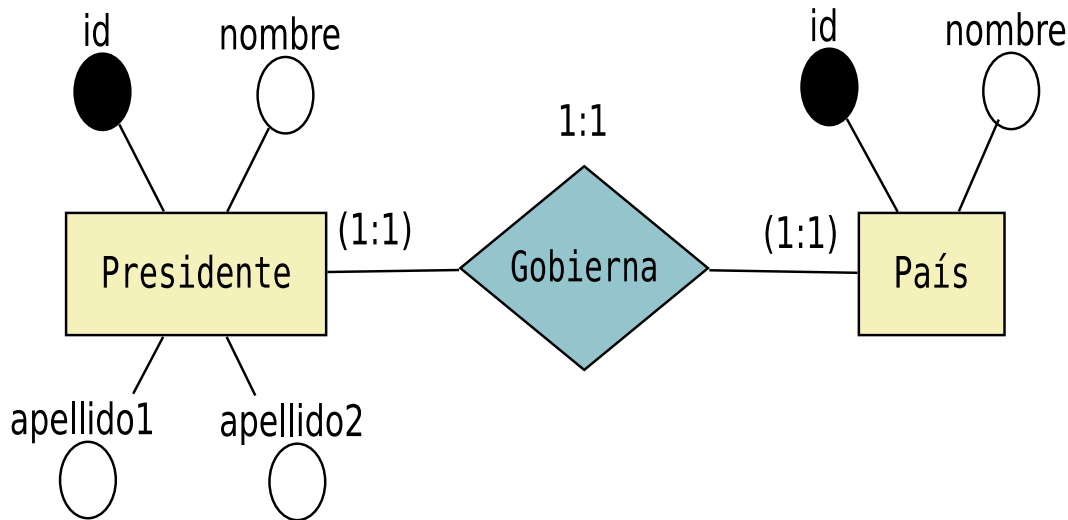


Como la participación de **Usuario** es de **(1,1)** y la de **Canal YouTube** es de **(0,1)**, la clave primaria de **Usuario** se almacena en la tabla de **Canal YouTube** como un atributo. Se dice que el atributo *id_usuario* que se añade en la tabla **Canal YouTube** es una **clave ajena** o **foreign key (FK)** de la tabla **Usuario**.

Las tablas del modelo relacional quedarían así:

- USUARIO(**id**, email, password, nombre, apellido1, apellido2)
- CANAL_YOUTUBE(**id**, nombre, descripción, fecha_creación, *id_usuario*)
 - *id_usuario*: FOREIGN KEY de USUARIO(**id**)

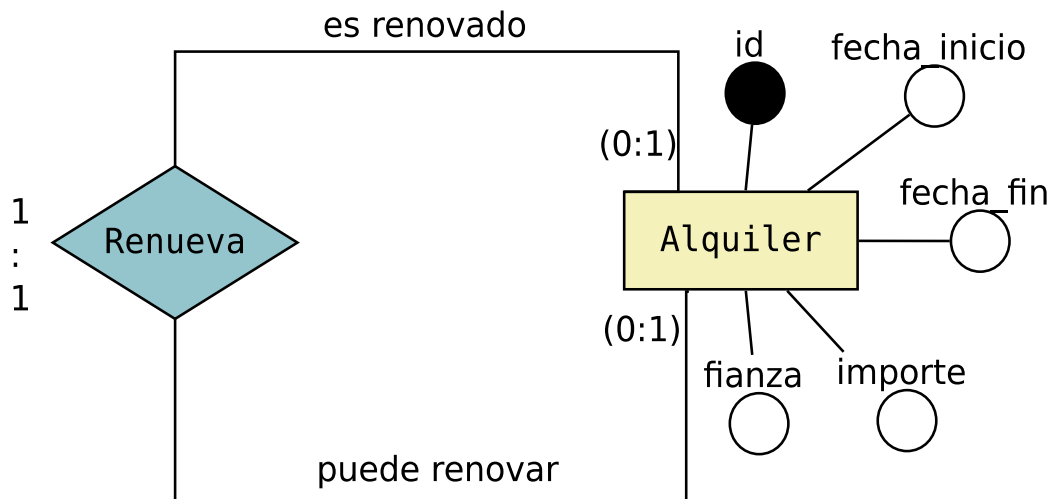
1.2.2 Participación (1,1)..(1,1)



En este caso, como la participación de las dos entidades es de **(1,1)** podemos resolverlo de tres formas.

1. La clave primaria de **Presidente** se almacena en la tabla **País** como un atributo (*id_presidente*). Se dice que *id_presidente* es una **clave ajena** o **foreign key (FK)** de la tabla **Presidente**.
 - PRESIDENTE(**id**, nombre, apellido1, apellido2)
 - PAÍS(**id**, nombre, *id_presidente*)
 - *id_presidente*: FOREIGN KEY de PRESIDENTE(id)
1. La clave primaria de **País** se almacena en la tabla **Presidente** como un atributo (*id_país*). Se dice que *id_país* es una **clave ajena** o **foreign key (FK)** de la tabla **País**.
 - PAÍS(**id**, nombre)
 - PRESIDENTE(**id**, nombre, apellido1, apellido2, *id_país*)
 - *id_país*: FOREIGN KEY de PAÍS(id)
1. Las claves primarias de ambas entidades se guardan en la tabla de la otra entidad. Es decir, la tabla **Presidente** guardaría la clave primaria de **País** y la tabla **País** guardaría también la clave primaria de **Presidente**. Esta solución puede presentar redundancia, pero puede ser interesante en algunas ocasiones, dependiendo de las consultas que se vayan a realizar sobre estas tablas a nivel de aplicación. En este caso los atributos *id_país* y *id_presidente* serían **claves_ajenas** o **foreign key (FK)**.
 - PRESIDENTE(**id**, nombre, apellido1, apellido2, *id_país*)
 - *id_país*: FOREIGN KEY de PAÍS(id)
 - PAÍS(**id**, nombre, *id_presidente*)
 - *id_presidente*: FOREIGN KEY de PRESIDENTE(id)

1.2.3 Participación (0,1)..(0,1)



Cuando la participación de las dos entidades es de **(0,1)**, se puede crear una nueva tabla donde se almacenan las claves primarias de las dos entidades que participan en la relación. La clave primaria de la nueva tabla será una de las dos claves ajenas que se reciben.

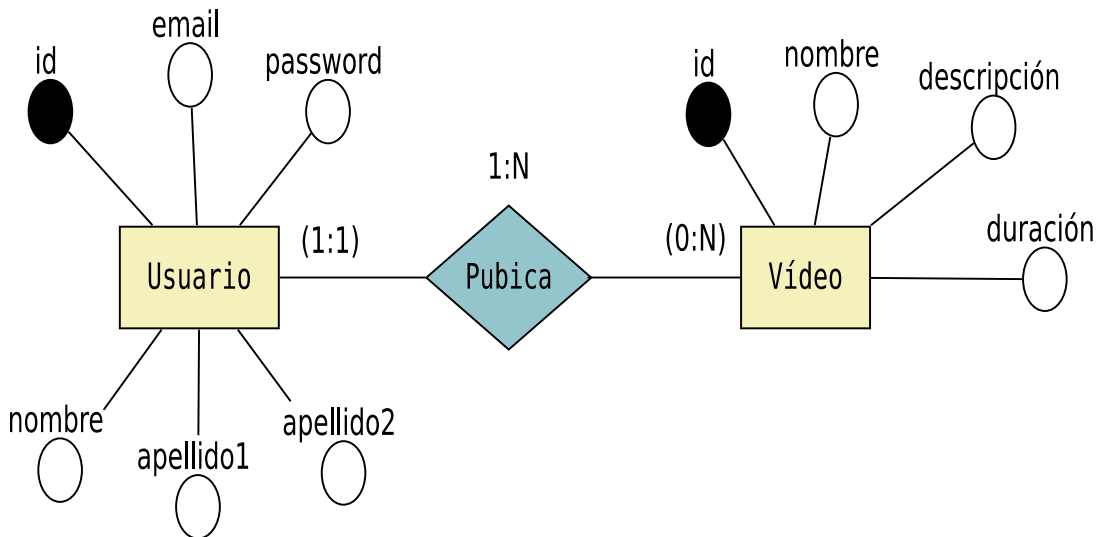
En este ejemplo tendríamos:

- ALQUILER(**id**, fecha_inicio, fecha_fin, importe, fianza)
- ALQUILER_RENUEVA_ALQUILER(**id_alquiler**, id_alquiler_anterior)
 - *id_alquiler*: FOREIGN KEY de ALQUILER(id)
 - *id_alquiler_anterior*: FOREIGN KEY de ALQUILER(id)

1.3 Relaciones con cardinalidad 1:N

Las relaciones con cardinalidad 1:N no generan una tabla, lo que haremos será que la clave primaria de la entidad que participa con cardinalidad 1 pasará a formar parte de la tabla de entidad que participa con cardinalidad N, y además pasará como un atributo.

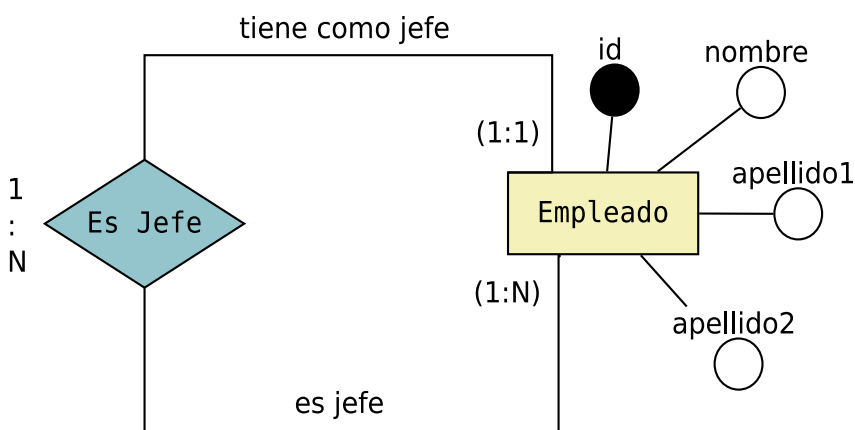
Ejemplo:



En este caso la clave primaria de la entidad que participa en la relación con cardinalidad **1** se guarda en la tabla de la entidad que participa con cardinalidad **N**.

- USUARIO(**id**, email, password, nombre, apellido1, apellido2)
- VÍDEO(**id**, nombre, descripción, duración, *id_usuario*)
 - *id_usuario*: FOREIGN KEY de USUARIO(id)

1.3.1 Relaciones reflexivas con cardinalidad 1:N



En este caso la clave primaria se almacena en la misma tabla como atributo.

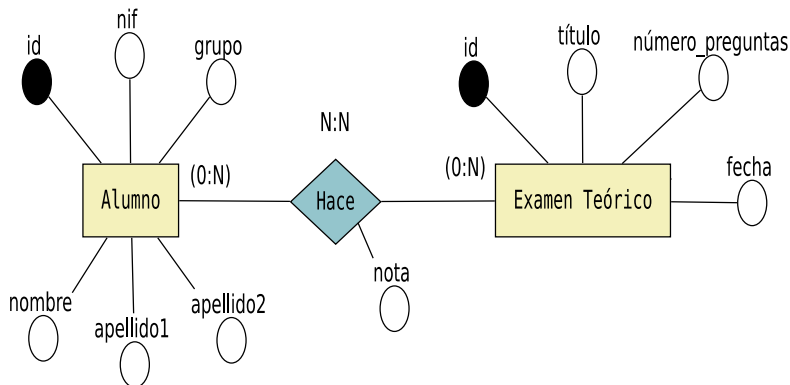
La tabla **Empleado** vuelve a guardar su clave primaria como atributo haciendo referencia al **id** del jefe, le llamaremos **id_jefe**.

- EMPLEADO(**id**, nombre, apellido1, apellido2, *id_jefe*)
 - *id_jefe*: FOREIGN KEY de EMPLEADO(id)

1.4 Relaciones con cardinalidad N:N

Las relaciones con cardinalidad N:N son las únicas que van a generar una nueva tabla.

Ejemplo:

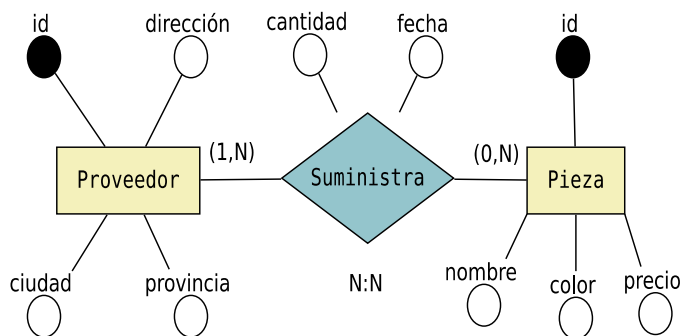


En este caso se crea una nueva tabla donde se almacenan las claves primarias de las dos entidades que participan en la relación. Las claves primarias de las entidades también serán claves primarias de la nueva tabla. Si la relación contiene algún atributo, se deberán añadir a la nueva tabla.

- ALUMNO(**id**, nombre, apellido1, apellido2, nif, grupo)
- EXAMEN_TEÓRICO(**id**, título, número_preguntas, fecha)
- ALUMNO_HACE_EXAMEN_TEÓRICO(**id_alumno**, **id_examen**, nota)
 - *id_alumno*: FOREIGN KEY de ALUMNO(id)
 - *id_examen*: FOREIGN KEY de EXAMEN(id)

NOTA: Habrá casos donde los atributos de la relación también formarán parte de la clave primaria de la nueva tabla. Estos casos aparecerán cuando en la relación existan atributos de tipo fecha y sea necesario almacenar un histórico de las relaciones entre las dos entidades en función de las fechas. Estos casos también pueden resolverse añadiendo un nuevo identificador de tipo entero con autoincremento en lugar de utilizar una clave primaria compuesta por varias columnas.

Ejemplo:



Las reglas de transformación de E/R al modelo relacional nos dicen que la relación **Suministra** genera una nueva tabla porque es una relación de **cardinalidad N:N**. Esta nueva tabla recibe las claves primarias de las dos entidades que participan en la relación y además participan como clave primaria. La solución teórica sería la siguiente:

- PROVEEDOR(**id**, dirección, ciudad, provincia)
- PIEZA(**id**, nombre, color, precio)

- PROVEEDOR_SUMINISTRA_PIEZA(**id_proveedor**, **id_pieza**, fecha, cantidad)
 - *id_proveedor*: FOREIGN KEY de PROVEEDOR(id)
 - *id_pieza*: FOREIGN KEY de PIEZA(id)

Con esta solución podemos tener un problema en el caso de que un proveedor nos suministre piezas con el mismo id en fechas diferentes. En este caso no podríamos almacenar esta información en la tabla porque se produciría un error de claves primarias duplicadas.

#id_proveedor	#id_pieza	fecha	cantidad
1	1	01/01/2018	100
1	1	20/01/2018	100

Para solucionarlo podemos incluir el atributo *fecha* como parte de la clave primaria de la tabla, de modo que la clave primaria estaría compuesta por **id_proveedor**, **id_pieza** y **fecha**. La solución sería la siguiente:

- PROVEEDOR_SUMINISTRA_PIEZA(**id_proveedor**, **id_pieza**, **fecha**, cantidad)
 - *id_proveedor*: FOREIGN KEY de PROVEEDOR(id)
 - *id_pieza*: FOREIGN KEY de PIEZA(id)

En este caso ya no habría ningún problema para almacenar que un proveedor nos suministra piezas con el mismo id en fechas diferentes.

#id_proveedor	#id_pieza	#fecha	cantidad
1	1	01/01/2018	100
1	1	20/01/2018	100

Si fuese necesario registrar que el mismo proveedor puede suministrar piezas con el mismo código en diferentes horas del mismo día, habría que reemplazar la columna fecha por fecha_hora.

#id_proveedor	#id_pieza	#fecha_hora	cantidad
1	1	01/01/2018 08:00:00	100
1	1	20/01/2018 10:00:00	100
1	1	20/01/2018 17:00:00	100

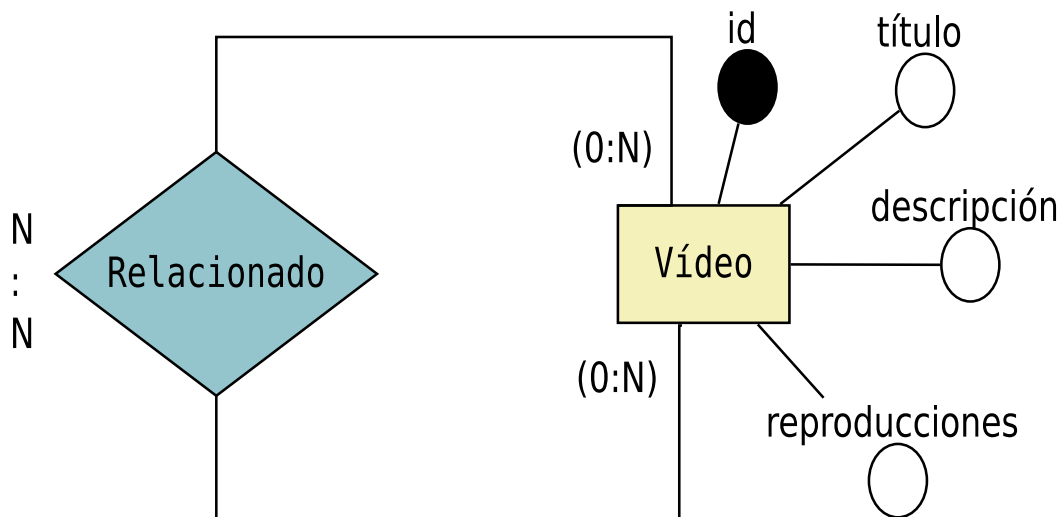
Otra forma de resolver este problema puede ser creando un nuevo atributo **id** que sea un valor numérico con autoincremento y que éste sea la única clave primaria de la tabla. La solución sería la siguiente:

- PROVEEDOR_SUMINISTRA_PIEZA(**id**, , , fecha_hora, cantidad)
 - *id_proveedor*: FOREIGN KEY de PROVEEDOR(id)
 - *id_pieza*: FOREIGN KEY de PIEZA(id)

En este caso tampoco habría ningún problema para almacenar que un proveedor nos suministra piezas con el mismo id en fechas diferentes.

#id	id_proveedor	id_pieza	fecha_hora	cantidad
1	1	1	1/01/2018 08:00:00	100
2	1	1	20/01/2018 10:00:00	100
3	1	1	20/01/2018 17:00:00	100

1.4.1 Relaciones reflexivas con cardinalidad N:N



En este caso tendremos dos tablas en el modelo relacional:

- VÍDEO(**id**, título, descripción, reproducciones)
- VÍDEOS_RELACIONADOS(**id_video**, **id_video_relacionado**)
 - *id_video*: FOREIGN KEY de VÍDEO(id)
 - *id_video_relacionado*: FOREIGN KEY de VÍDEO(id)

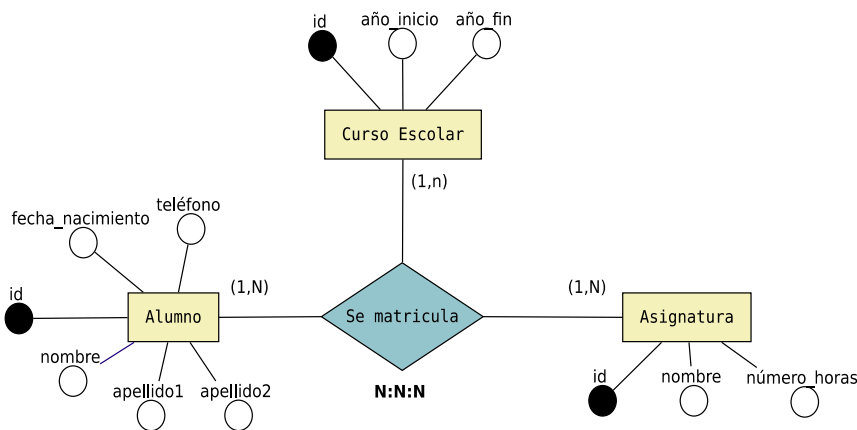
1.5 Relaciones grado 3

Siempre que sea posible se recomienda convertir las relaciones de grado 3 en dos relaciones de grado 2.

Las relaciones de grado 3 pueden generar una nueva tabla dependiendo de la cardinalidad de la relación.

1.5.1 Cardinalidad N:N:N

En este caso creamos una tabla. La clave primaria de la nueva tabla estará formada por las **tres** claves de las entidades que participan en la relación.



1.5.2 Cardinalidad 1:N:N

En este caso creamos una tabla. La clave primaria de la nueva tabla estará formada por las **dos** claves de las entidades que participan como N en la relación.

1.5.3 Cardinalidad 1:1:N

En este caso **no es necesario crear una tabla**. La entidad que participa como N recibe las claves de las dos entidades que participan como 1.

1.6 Generalización y Especialización (Relaciones ISA)

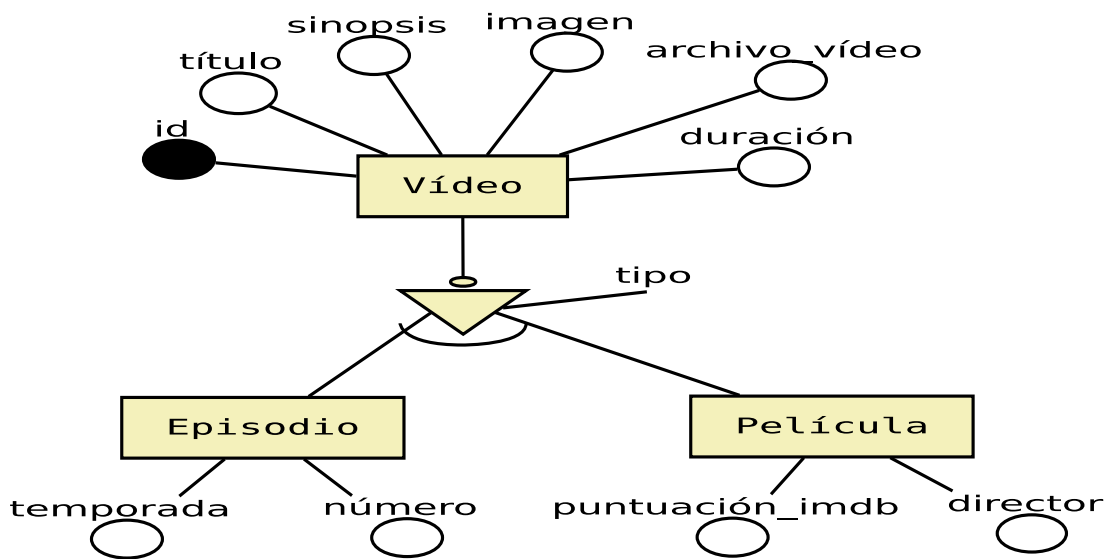
Existen varias soluciones para realizar el el paso a tablas de una especialización. La solución que se elija en cada caso dependerá del tipo de especialización que estemos resolviendo: total, parcial, inclusiva o exclusiva.

Las 3 soluciones posibles que podemos aplicar son las siguientes:

1. Crear una única tabla para la superclase. En este caso todos los atributos de las subclases se guardarían en la superclase.
2. Crear una tabla sólo para las subclases. En este caso los atributos de la superclase habría que guardarlos en cada una de las subclases.
3. Crear una tabla para cada una de las entidades, tanto para la superclase como las subclases. En este caso las subclases tendrían que guardar la clave de la primaria de la superclase.

Ejemplo de especialización exclusiva/total

En este caso sería adecuado utilizar la solución 2 o 3. También sería posible utilizar la solución 1, pero al tratarse de una especialización exclusiva, tendríamos muchas columnas con valores NULL.



Solución 2: Crear una tabla sólo para las subclases.

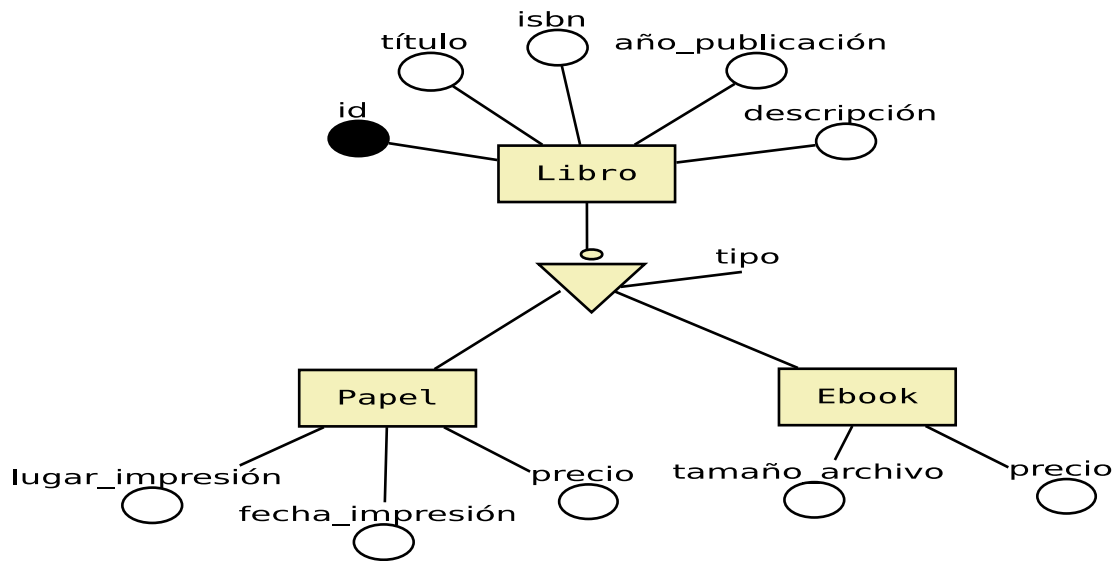
- EPISODIO(**id**, título, sinopsis, imagen, archivo_vídeo, duración, temporada, número)
- PELÍCULA(**id**, título, sinopsis, imagen, archivo_vídeo, duración, puntuación_imdb, director)

Solución 3: Crear una tabla para cada una de las entidades.

- VÍDEO(**id**, título, sinopsis, imagen, archivo_vídeo, duración,)
- EPISODIO(**id**, temporada, número)
 - **id**: FK de VÍDEO(id)
- PELÍCULA(**id**, puntuación_imdb, director)
 - **id**: FK de VÍDEO(id)

Ejemplo de especialización inclusiva/total

En este caso podríamos utilizar cualquiera de las tres soluciones, dependerá del contexto del ejercicio y de cómo se relacionen estas entidades con el resto de entidades del diagrama.



Solución 1. Crear una única tabla para la superclase.

- LIBRO(**id**, título, isbn, año_publicación, descripción, , lugar_impresión, fecha_impresión, precio_papel, tamaño_archivo, precio_ebook)

Solución 2: Crear una tabla sólo para las subclases.

- LIBRO_PAPEL(**id**, título, isbn, año_publicación, descripción, lugar_impresión, fecha_impresión, precio)
- LIBRO_EBOOK(**id**, título, isbn, año_publicación, descripción, tamaño_archivo, precio)

Solución 3: Crear una tabla para cada una de las entidades.

- LIBRO(**id**, título, isbn, año_publicación, descripción,)
- LIBRO_PAPEL(**id**, fecha_impresión, precio)
 - id**: FK de LIBRO(id)
- LIBRO_EBOOK(**id**, tamaño_archivo, precio)
 - id**: FK de LIBRO(id)