

Modelo Entidad-Relación Extendido

Administración de Bases de Datos



Departamento de
electrónica e informática

Carlos Juan Martín Pérez

Es un **modelo conceptual de datos** de alto nivel:
Sirve para representar los conceptos del Mundo que nos interesan, con sus relaciones y características.

Es una **herramienta** muy utilizada directamente o a través de otras herramientas o programas (como Data-Architect de Sybase).

FASES en el DISEÑO de una BASE de DATOS:

Fases independientes del SGBD (Sistema Gestor de Bases de Datos, o DBMS, *DataBase Management System*), para obtener:

Esquema Conceptual: Definición de datos, relaciones...

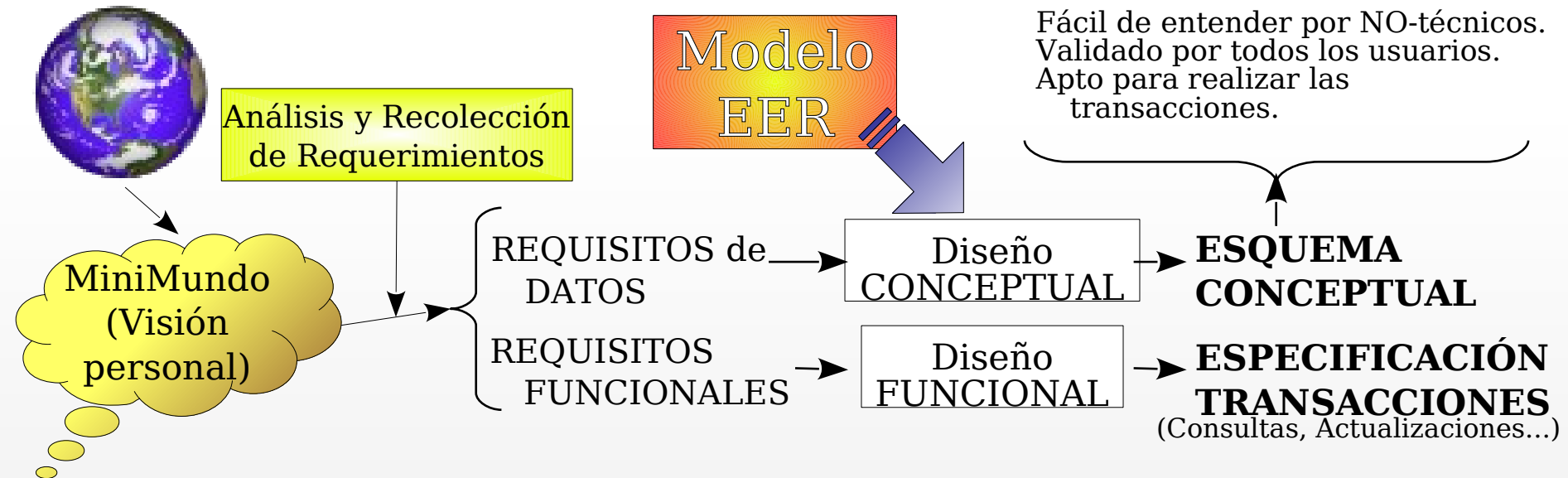
Especificación de funciones necesarias (transacciones).

Fases dependientes del SGBD, para obtener:

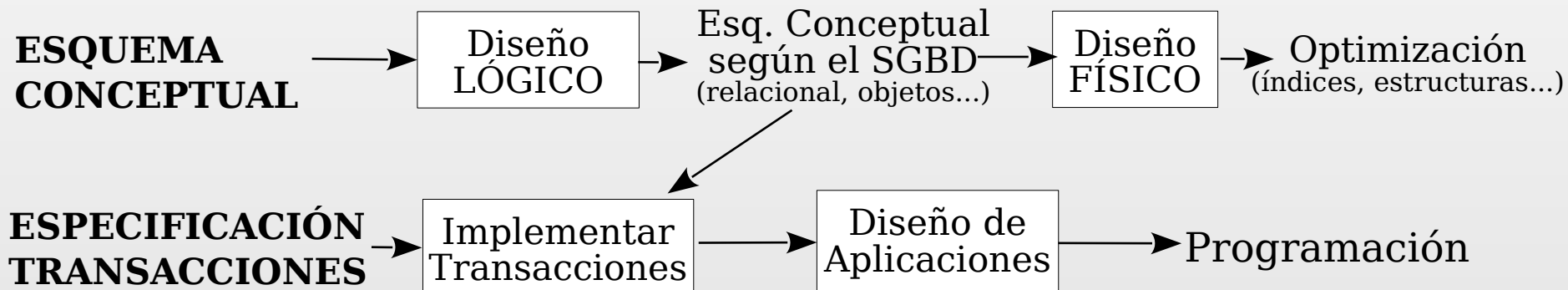
Esquema Interno: estructuras donde almacenar datos, mecanismos de visibilidad y métodos de acceso a ellos.

Programas/aplicaciones para efectuar las transacciones.

FASES del DISEÑO, independientes del SGBD:



FASES del DISEÑO, dependientes del SGBD:



ENTIDAD: Concepto, objeto o cosa que existe en el Mundo.

Físicamente: Juan Pérez 4/2/74, Toyota Hilux 2004 Diesel...

Lógicamente: Secretaria, Admin. de servidores, Debian...

ATRIBUTOS: Describen características de las ENTIDADES.

Tienen un **DOMINIO**: Conjunto de valores válidos (cadenas, números, fechas, etc.).

Valor **NULO**: Ignoramos el valor o el atributo no es aplicable.

Tipos:

Simples (indivisibles) y **Compuestos** (divisibles en simples). Ejemplo: Dirección=(Calle, Piso, Letra, CP, Ciudad, País).

Univaluados (Ej: cédula) y **Multivaluados** (Ej: Teléfonos, si admitimos que una persona puede fijo y celular).

Almacenados (Ej: Fecha de Nacimiento) y **Derivados o Calculados** (Ej: Edad).

Complejos: Son los Compuestos y Multivaluados.

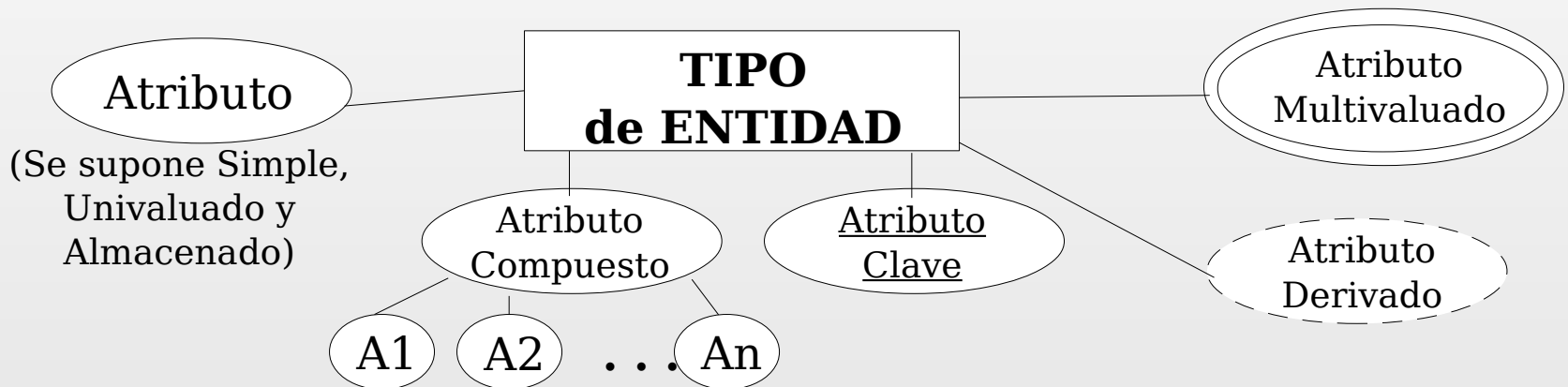
Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Tipos de entidades

TIPO de ENTIDAD: Conjunto de ENTIDADES con iguales atributos (Ej: Cliente). Al conjunto físico de todas esas entidades (todos los clientes) se le llama **EXTENSIÓN**.

ATRIBUTOS CLAVE o LLAVE (key): Aquellos que toman valores únicos y distintos para cada ENTIDAD del mismo tipo. Pueden ser **SIMPLES** o **COMPUESTOS** por varios atributos simples. Si son Compuestos deben ser *mínimos* (sin atributos superfluos). Ej: Atributo Cédula será Clave en un tipo de entidad Persona.

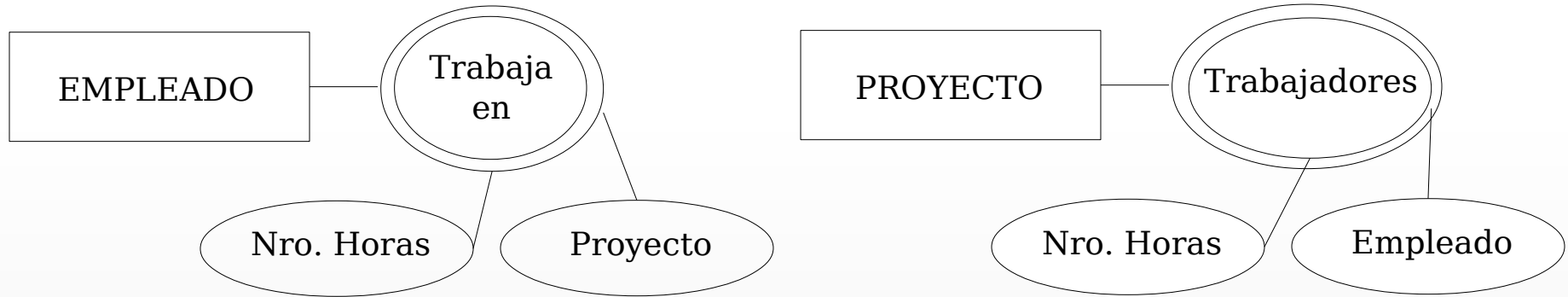
INTENSIÓN o ESQUEMA: Representación de los tipos de entidades, sus atributos (claves...), relaciones entre ellos...



Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Relaciones

A veces, existen **distintas formas de representación**:



Sin embargo, cuando un atributo sirve para relacionar dos entidades, en el **modelo ER** es preferible no representarlo como atributo, sino como **RELACIÓN**.

RELACIÓN: Relaciona varias entidades ($E_1, E_2 \dots E_n$). Es un subconjunto del producto cartesiano ($E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$). Ej. de Relación Binaria:

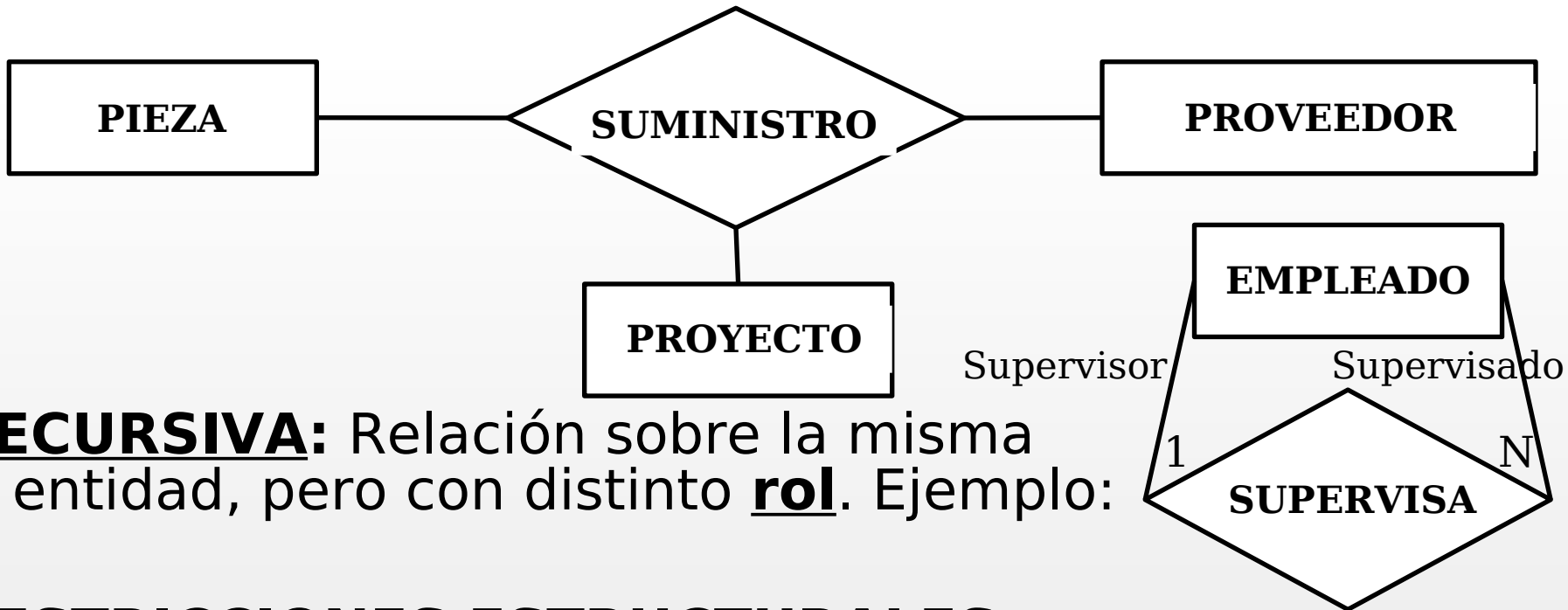


Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Relaciones

GRADO: Número de ENTIDADES de la RELACIÓN.

Pueden ser Binarias, Ternarias... Ej.: Relación Ternaria:



RECURSIVA: Relación sobre la misma entidad, pero con distinto rol. Ejemplo:

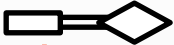
RESTRICCIONES ESTRUCTURALES:

De **Cardinalidad** y de **Participación**.

De Cardinalidad: Número de Entidades que pueden participar en una relación. En Relaciones Binarias pueden ser de 3 Tipos: **1:1**, **1:N** y **N:M**. Se ponen en los arcos de la Relación.

RESTRICCIONES ESTRUCTURALES:

De Participación: Especifica dada la existencia de una entidad implica que esté relacionada con otra o no.

TOTAL (dependencia de existencia): Todas las entidades deben relacionarse. Representación: **Doble línea en la Relación.**  Ej: Si todo empleado pertenece a un Dpto., no existe ningún empleado sin relacionar con un Dpto. También, todo Dpto. debe tener empleados que trabajen en él: \forall

empleado e , \exists Dpto. $d / e \in d \quad \forall$ Dpto. d , \exists Empleado $e / e \in d$



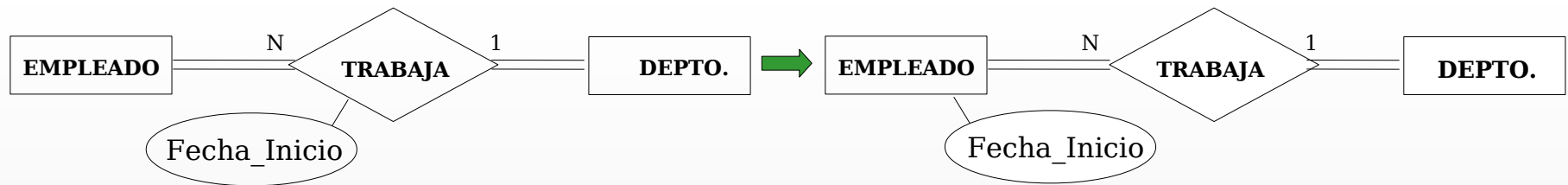
PARCIAL: Si NO todas las entidades tienen que relacionarse. Ej: No todo Empleado DIRIGE un Dpto.:



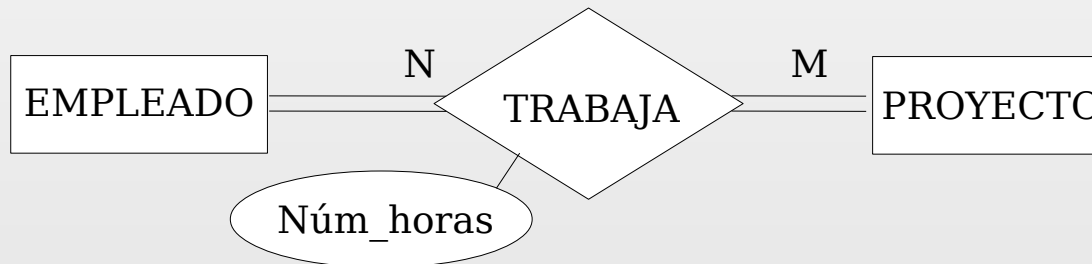
Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Atributos en las Relaciones

En Relaciones **1:1** y **1:N**, los Atributos de las Relaciones pueden ponerse también en una entidad. Ejemplo:



En Relaciones **N:M** los Atributos dependen de las Entidades que participan en la relación y, por tanto, son forzosamente atributos de la relación y NO pueden ponerse en ninguna de las entidades participantes. Ejemplo:



Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Entidades débiles

Son entidades que dependen de otras entidades que las “poseen” (**ENTIDAD PROPIETARIA**).

LLAVE PARCIAL: Distingue a los elementos de una Entidad Débil de otros elementos pertenecientes a la misma **Entidad Propietaria**.

Dentro de una **ENTIDAD DÉBIL** pueden existir elementos repetidos, pero no podrán relacionarse con el mismo elemento de la **Entidad Propietaria**.

Así, la **LLAVE** de una **ENTIDAD DÉBIL** estará formada por su propia **LLAVE PARCIAL** y la **LLAVE** de la **ENTIDAD PROPIETARIA**.

Se representan con **líneas dobles** la Entidad débil, la Relación con su Entidad Propietaria y la participación de la E. Débil en dicha relación:



Ejemplo: Hijos de un Empleado:

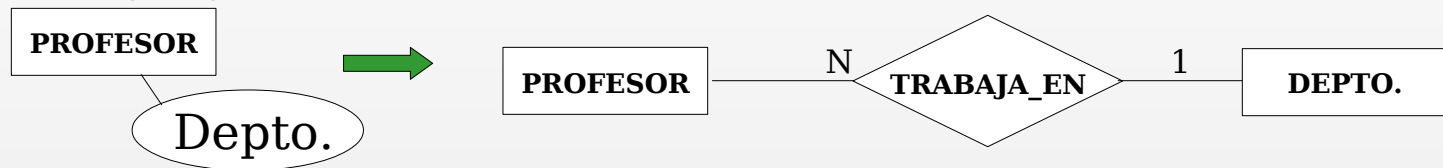


También pueden representarse como **ATRIBUTOS COMPLEJOS**.

A veces es **difícil decidir** si un concepto del MiniMundo debe ser una **Entidad**, una **Relación** o un **Atributo**.

El Esquema debe ser **refinado** en sucesivos pasos, como los siguientes (posteriormente se verán más cuestiones a tener en cuenta):

Un concepto puede ponerse como ATRIBUTO y luego descubrirse que es una RELACIÓN, porque es una referencia a otra ENTIDAD:



Un ATRIBUTO de varias ENTIDADES, puede convertirse en una ENTIDAD:



Una ENTIDAD con pocos atributos y relacionada SÓLO con otra ENTIDAD, puede convertirse en un ATRIBUTO. Ej: Inverso del Ej. anterior: Si Dpto. sólo interesa de PROFESOR y no tiene muchos atributos.

UML (*Universal Modeling Language*): Modelado Conceptual de Objetos. Cada **PARTICIPACIÓN** de una Entidad **E** en una Relación **R** tiene dos valores: **(min,max)**

min: Número mínimo de instancias de **E** que participan en **R**.

Min = 0: Participación Parcial.

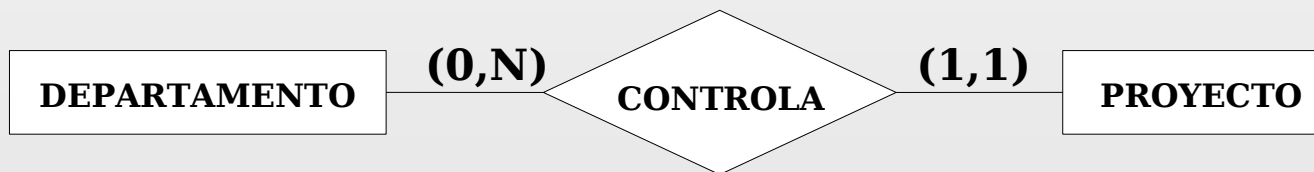
min > 0: Participación Total.

max: Número máximo de instancias de **E** que participan en **R**.

max = 1: Es una Relación 1:1 o 1:N.

max = N: Es una Relación 1:N o N:M.

Ejemplo: Relación 1:N (observar como se cambia el orden de **1:N** en los valores max, con esta notación):



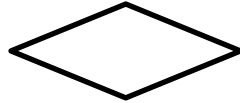
Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Resumen de simbología E-R

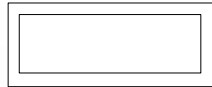
Entidad



Relación

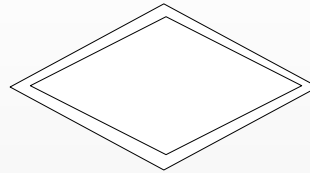


Entidad Débil



Relación identificativa

(de una Entidad Débil)



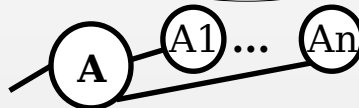
Atributo



Atributo Multivaluado



Atributo Compuesto



Atributo Derivado



Atributo Llave



Atributo Llave Parcial



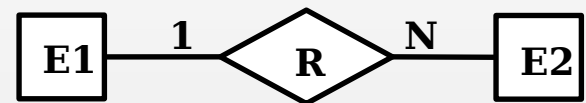
Participación:

Parcial de E1 en R
Total de E2 en R



Cardinalidad 1:N

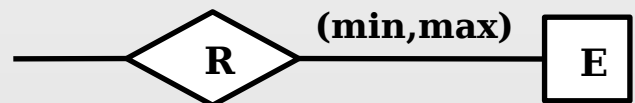
para E1:E2 en R:



Participación

(min,max) de E en R

(Restricción Estructural):



SUBCLASE: Grupo de elementos con algo en común, que pertenecen a una ENTIDAD. Ejemplo: Pertenecientes a EMPLEADO, tenemos las subclases INGENIERO, SECRETARIO, SUPERVISOR...

SUPERCLASE: Entidad de la que procede una SUBCLASE.

RELACIÓN Clase/Subclase (o Superclase/Subclase): Es una relación 1:1 en la que ambos elementos son el mismo. Se suele representar por **ES_UN**. Ejemplo: Ingeniero **ES_UN** Empleado.

CARACTERÍSTICAS:

Una Entidad no puede ser sólo miembro de una **SUBCLASE**. Debe ser también miembro de la **SUPERCLASE**.

Una Entidad puede ser miembro de **varias SUBCLASES**. Ejemplo: Un Empleado puede ser Ingeniero y Supervisor.

Una Entidad se define por sus **atributos** y sus **relaciones**, los cuales son **HEREDADOS** por sus **SUBCLASES**.

Atributos y Relaciones **LOCALES** o **ESPECÍFICAS**: Son aquellas que son propias de una **SUBCLASE** (no de la SUPERCLASE a la que pertenece).

Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Especialización y Generalización

ESPECIALIZACIÓN: Proceso para definir un conjunto de subclases de un tipo de Entidad (llamada SUPERCLASE).

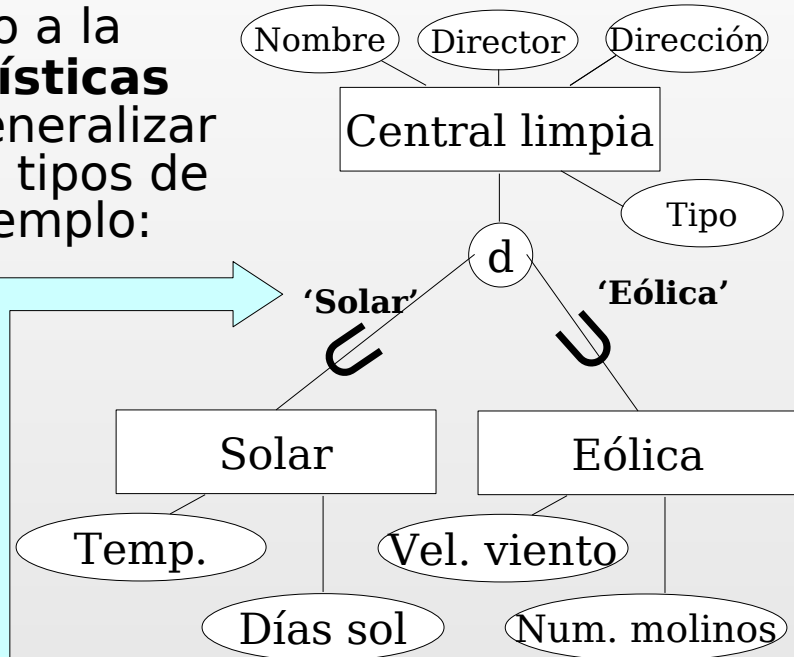
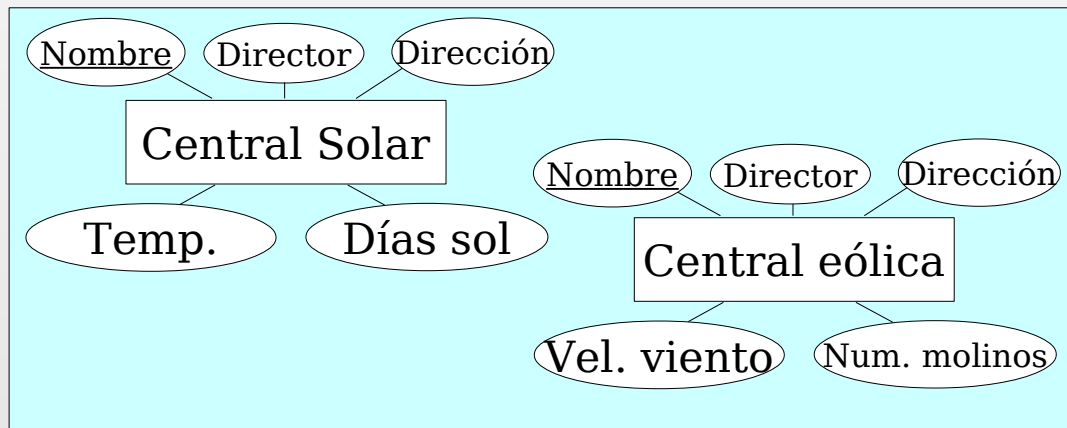
Pueden definirse varias subclases según distintos criterios. Ejemplo: Empleado

Tipo de Trabajo: Ingeniero, Técnico...

Tipo de Contrato: Fijo, Por Horas...

Deben definirse los atributos y relaciones específicas (si existen).

GENERALIZACIÓN: Proceso inverso a la Especialización. Identificar las **características comunes** a varios tipos de Entidad y generalizar todas ellas en una SUPERCLASE, con los tipos de Entidad originales como SUBCLASES. Ejemplo:



En general, una **especialización** tiene **VARIAS** subclases y se representan con la notación del **círculo de especialización**:

d

Pueden también existir especializaciones con **una ÚNICA** subclase a la que **pueden pertenecer o no**, las instancias (o elementos) de la superclase. Ahí, **NO** se usa el círculo.

Subclases DEFINIDAS por PREDICADO o por CONDICIÓN:

Para determinar si una instancia (o entidad) pertenece a una determinada subclase puede usarse una condición (o predicado) sobre uno o varios atributos de la superclase.

Ejemplo: La entidad CENTRAL LIMPIA puede tener el atributo Tipo con dos valores válidos: {'Solar', 'Eólica'}.

RESTRICCIÓN: Todos los miembros de una subclase **deben** satisfacer la condición establecida en su caso.

Ejemplo: Los miembros de la subclase CENTRAL SOLAR, cumplen el predicado o condición Tipo='Solar'.

Estos predicados se representan escribiendo los valores junto a las líneas de conexión entre superclases y subclases, como en el ejemplo anterior.

ESPECIALIZACIÓN DEFINIDA por ATRIBUTO: Si **TODAS** las subclases de una especialización tienen la condición de pertenencia, **sobre el mismo** atributo discriminador (como Tipo de central).

ESPECIALIZACIÓN DEFINIDA por el USUARIO: Si no existe condición para determinar la pertenencia a una subclase y la clasificación se hará individualmente cuando se inserta la entidad (a nivel de aplicación de usuario).

RESTRICCIÓN de Conjunción:

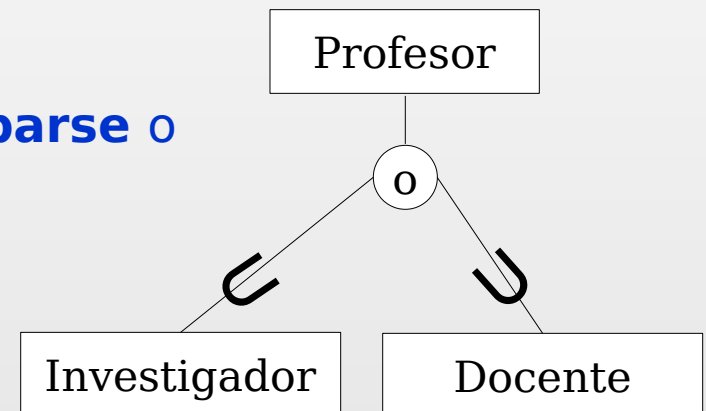
Espec. DISJUNTA: Si una entidad puede ser miembro de **una única** subclase en la especialización o son Conjs. disjuntos.

Especificación Definida por Atributo (univaluado) Espec. Disjunta.
Se representa con:



Esp. SOLAPADA (o coincidente): Si no **DISJUNTOS**, las subclases pueden **solaparse** o **coincidir** (*overlap*) parcial o totalmente: Si una entidad puede pertenecer a varias subclases.

Se representa con:



RESTRICCIÓN de COMPLETITUD:

Espec. TOTAL: Cada entidad de la superclase debe ser miembro de alguna/s subclase/s. Se representa con una doble línea uniendo la superclase con el círculo. Ejemplo: CENTRAL LIMPIA.

Las superclases que proceden de una generalización suelen ser de este tipo porque la superclase contiene todas las entidades de todas las subclases.

Espec. PARCIAL: Una entidad puede no pertenecer a ninguna de sus subclases. Se representa con una línea simple. Ejemplo: Un Empleado de la Escuela puede ser Investigador, Docente, ambas cosas o ninguna.

RESUMEN de TIPOS de RESTRICCIONES: Las restricciones de disjunción y de completitud son **independientes**, por lo que existen **4** tipos de posibles restricciones sobre Especialización:

Disjunta, total.

Disjunta, parcial.

Solapada, total.

Solapada, parcial.

Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Especialización y Generalización

REGLAS de INSERCIÓN y BORRADO: (E = Entidad)

Borrar entidad E en Superclase :

Borrar E de las subclases de S.

Borrar E en subclase:

Borrar E de la superclase si procede.

Insertar E en una Superclase :

Insertar E en las subclases de Superclase definidas por predicado que cumplan dicho predicado.

Insertar E en Superclase de Esp. **Disjunta-Total:**

Insertar E en una única subclase.

Insertar E en Superclase de Esp. **Disjunta-Parcial:**

Insertar E en una o ninguna subclase.

Insertar E en Superclase de Esp. **Solapada-Total:**

Insertar E en una o más subclases.

Insertar E en Superclase de Esp. **Solapada-Parcial:**

Insertar E en cero, una o más subclases.

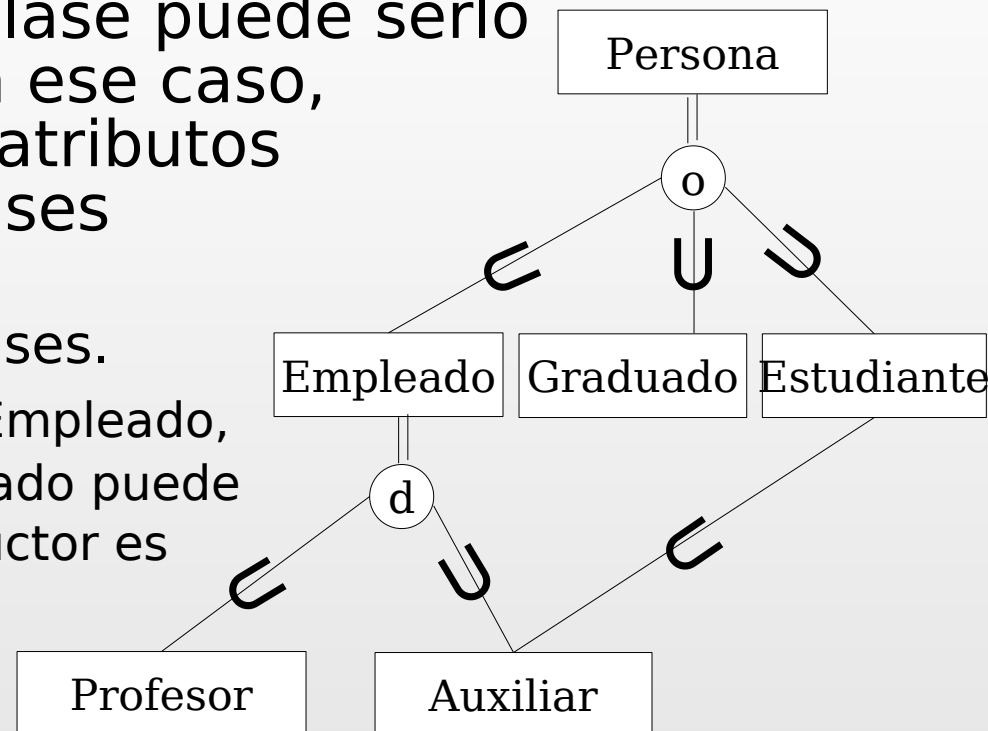
Una subclase puede tener, a su vez, otras subclases formando así una **Jerarquía** o un **Retículo**.

Espec./Generalización JERÁRQUICA: Tiene la restricción de que todas las subclases pertenecen sólo a una superclase.

Espec./Generalización en RETÍCULO (malla o red): Una subclase puede serlo de varias superclases. En ese caso, la subclase **HEREDA** los atributos de **TODAS** sus superclases (por todos los caminos).

NODO HOJA: Entidad **sin** subclases.

Ejemplo: Una persona puede ser Empleado, Graduado **y/o** Estudiante. Un Empleado puede ser Profesor o Instructor, y un Instructor es **forzosamente** un Estudiante.



SUBCLASE COMPARTIDA: Subclase con **más de una** superclase. Si existe al menos una subclase compartida, tenemos un RETÍCULO y si no existe ninguna tenemos una JERARQUÍA.

HERENCIA MÚLTIPLE: Las subclases compartidas heredan atributos y relaciones de varias clases. Si una subclase compartida hereda características de una superclase por varias vías distintas (en un retículo), dichas características se considerarán sólo una vez.

A veces, no se permite herencia múltiple (ni clases compartidas): Crear subclases para cubrir todas las combinaciones posibles de las subclases de una Esp. Solapada. Ej.: Subclase Becario (o Empleado_Alumno) de la superclase Persona.

MODELADO de DATOS CONCEPTUAL:

Proceso de Refinamiento Conceptual DESCENDENTE (*top-down*): Sistema de Diseño Conceptual que parte de las entidades básicas y aplica la especialización para ir consiguiendo sucesivamente subclases más específicas. Se obtienen primero diseños Jerárquicos que pueden posteriormente convertirse en Retículos.

Síntesis Conceptual ASCENDENTE (*bottom-up*): Aplica más la generalización que la especialización, partiendo inicialmente de las entidades más especializadas.

En la práctica suele usarse un **Sistema de Diseño Mixto**.

Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

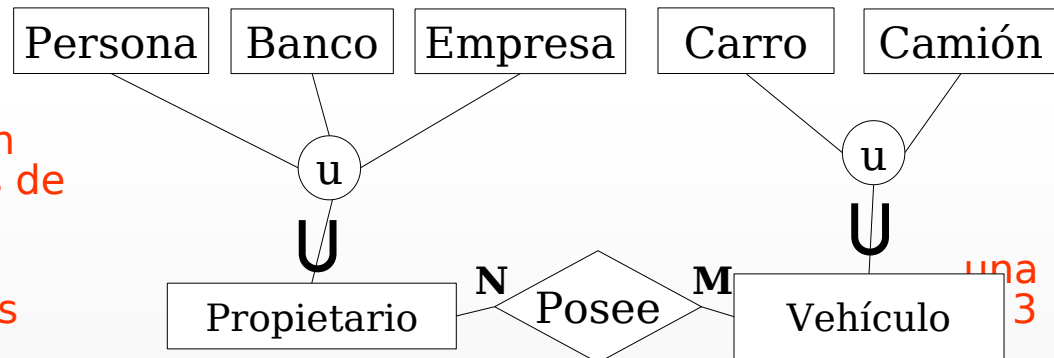
Unión o Categorías

TIPO UNIÓN o CATEGORIA: Subclase que representa una colección de objetos, que son un subconjunto de la **UNION** de distintos tipos de entidad.

Ejemplo: 3 entidades
Persona, Banco y Empresa.

La categoría Propietario de un vehículo incluirá elementos de esos 3 tipos.

La categoría Propietario es subclase de la UNIÓN de los tipos.



También hemos creado la categoría Vehículo a la que **no** tienen que pertenecer **todos** los vehículos (puede haber vehículos no registrados). Eso no ocurriría si se modela siendo {Carro,Camión} una especialización disjunta de Vehículo. Si esa especialización disjunta es PARCIAL indicaría que un Vehículo puede ser de una subclase distinta a {Carro,Camión}. Sin embargo, como Categoría eso no es posible.

Una CATEGORÍA siempre tiene **dos o más superclases** (que son **distintos tipos de entidad**). Una Relación superclase/subclase sólo tiene una única superclase.

Una CATEGORÍA es similar a una subclase compartida pero:

Una subclase compartida debe pertenecer a **TODAS** sus superclases y **hereda** los atributos de **TODAS** ellas: Es un subconjunto de la **INTERSECCIÓN** de las superclases.

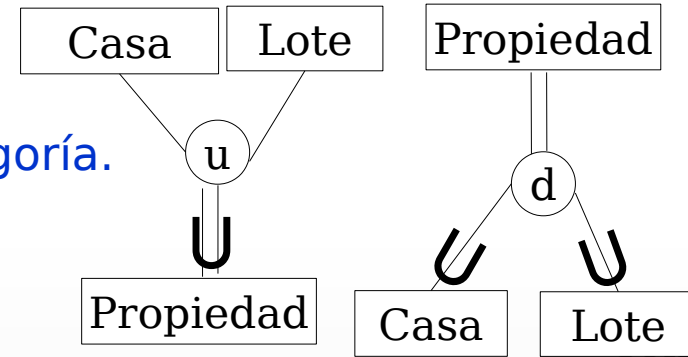
Una CATEGORÍA es un subconjunto de la **UNIÓN disjunta de varias superclases**: Los miembros de una Categoría deben pertenecer **A UNA** de las superclases (no a todas) y **heredan sólo** los atributos de la superclase a la que pertenezcan.

PARTICIPACIÓN en una CATEGORÍA:

TOTAL: Si todas las superclases de la Categoría deben ser miembros de la Categoría. Una Categoría TOTAL también puede modelarse como Generalización Disjunta, lo cual es preferible si las entidades tienen muchos atributos/relaciones comunes.

Ej.: Un Edificio o Solar siempre debe ser una Propiedad.

PARCIAL: Si no todas las superclases deben ser miembros de la Categoría. Ej.: No toda Persona tiene que ser Propietaria de un Vehículo. Puede ser representado como una Generalización Parcial.



Así pues, una **categorización** puede tener una representación equivalente mediante una generalización: en realidad la decisión de modelar mediante categorías o especializaciones dependerá de la mejor forma de representar las relaciones de herencia entre entidades según el contexto o la importancia que tengan unas sobre otras.

Clase: Conjunto de Entidades.

Subclase: Clase cuyas entidades miembros deben siempre ser un subconjunto de otra clase, la Superclase: **subclase ES_UN/A superclase**.

Definida por predicado, si existe una condición para determinar los miembros de la superclase que pertenecen a la subclase. Si la condición usa un único atributo con el comparador de igualdad se llama **definida por atributo** (que normalmente será disjunta porque las condiciones serán distintas para cada subclase). Será **definida por usuario**, si no ocurre lo anterior.

Especialización/Generalización: Conjunto de subclases que tienen la misma superclase.

Restricción de COMPLETITUD: **TOTAL**, si la unión de todas las subclases genera la superclase. O, lo que es lo mismo, si cada miembro de la superclase debe pertenecer al menos a una subclase. **PARCIAL**, si no ocurre lo anterior.

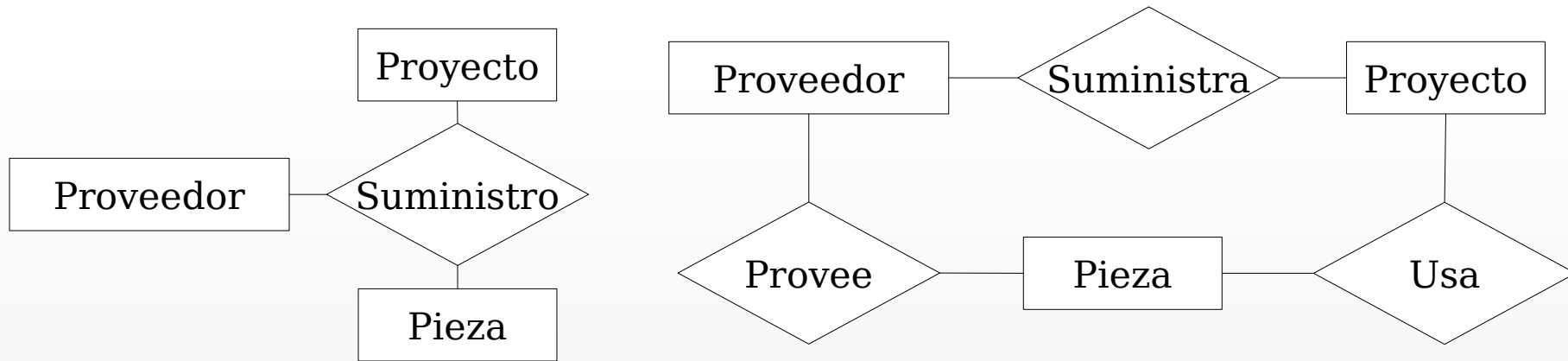
Restricción de DISJUNCIÓN: **DISJUNTA**, si la intersección de dos subclases siempre genera el conjunto vacío. O, lo que es lo mismo, una superclase no puede pertenecer a varias subclases. **SOLAPADA**, si no ocurre lo anterior.

Categoría: Clase, subconjunto de la UNIÓN de n (con $n > 1$) superclases disjuntas: Cada miembro de una categoría debe pertenecer a sólo una de las superclases.

Modelo ENTIDAD-RELACIÓN extendido

Relaciones de grado > 2

Ej.: Relación ternaria y su representación usando 3 relaciones binarias:



En general, **una relación ternaria representa más información** que 3 binarias. Ejemplo: El suministrador S provee la pieza P y además suministra al proyecto J. Si además, la pieza P es usada por el proyecto J, eso no significa que la pieza P que usa J sea suministrada por S.

Solución general: Incluir la relación ternaria y alguna o algunas de las binarias, según las necesidades. Ésto implica algunas restricciones: La existencia de una tupla en la relación ternaria implica tuplas en las binarias, pero no a la inversa.

CARDINALIDAD:

Con $\{1, M, N\}$: Se pone **1**, **M** o **N** en cada arco según la participación de la entidad a la que corresponda.

Ejemplo: Si para cada par de valores (proyecto, pieza) sólo puede haber un suministrador, se pone un **1** en el arco de la entidad Suministrador y los otros dos arcos **M** y **N**. Esto hace que (proyecto, pieza) sea llave de la relación.

Las participaciones que tienen un **1** no serán parte de la llave de la relación.

(min,max): Significa que una entidad está relacionada con al menos **min** y como mucho **max** instancias en la relación.

Aunque en relaciones binarias las restricciones **(min,max)** pueden determinar la llave de la relación, en relaciones con grado > 2 ello no es posible.

Sin embargo, especifica un tipo de restricción distinta sobre como muchas instancias de la relación pueden participar en la misma.