Laurea in Informatica
A.A. 2021-2022

Corso "Base di Dati"

Progettazione Logica

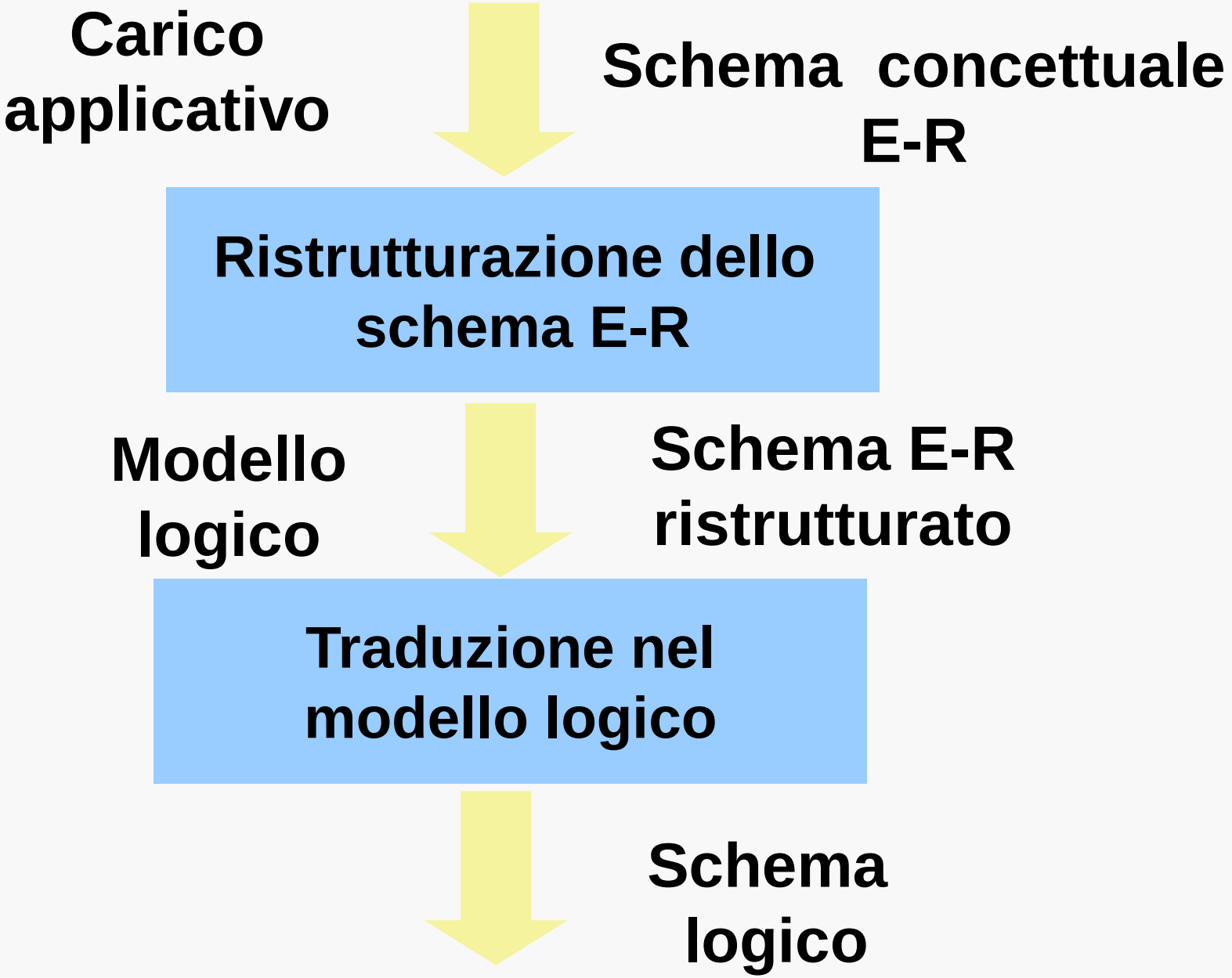
Prof. Massimiliano de Leoni

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA


Requisiti della base di dati
Progettazione concettuale
“CHE COSA”:
analisi
Schema concettuale
Progettazione logica
Schema logico
“COME”:
progettazione
Progettazione fisica
Schema fisico

Progettazione logica

- "Tradurre" lo schema concettuale in uno schema logico che rappresenti gli stessi dati in maniera corretta ed efficiente
- Osservazioni:
  - Alcuni aspetti non sono direttamente rappresentabili
  - È spesso necessario considerare le prestazioni


Carico applicativo
Schema concettuale E-R
Ristrutturazione dello schema E-R
Modello logico
Schema E-R ristrutturato
Traduzione nel modello logico
Schema logico

Ristrutturazione schema E-R

- Motivazioni:
  - Semplificare la traduzione
  - "Ottimizzare" le prestazioni
- Osservazione:
  - Uno schema E-R ristrutturato non è (più) uno schema concettuale nel senso stretto del termine

Attività della ristrutturazione

- Analisi delle ridondanze
- Eliminazione delle generalizzazioni
- Partizionamento/accorpamento di entità e relationship
- Scelta degli identificatori primari

Analisi delle ridondanze

- Una ridondanza in uno schema E-R è una informazione significativa ma derivabile da altre

- In questa fase si decide se eliminare le ridondanze eventualmente presenti o mantenerle (o anche di introdurne di nuove)

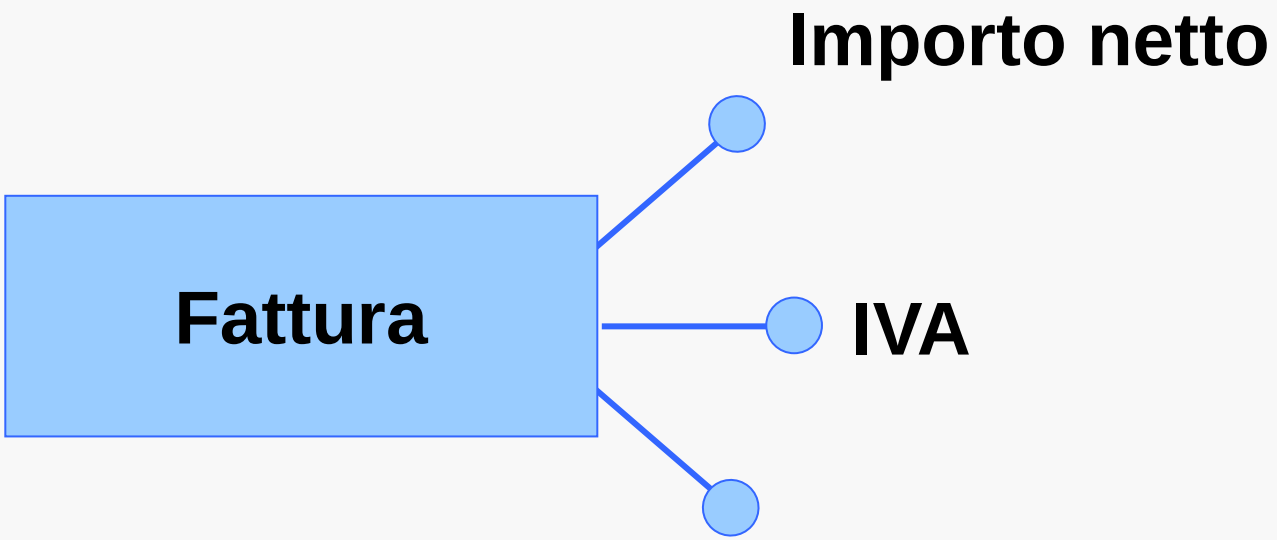
Ridondanze

- Vantaggi
  - semplificazione delle interrogazioni
- Svantaggi
  - appesantimento degli aggiornamenti
  - maggiore occupazione di spazio
  - rischi di inconsistenze

Forme di ridondanza in uno schema E-R

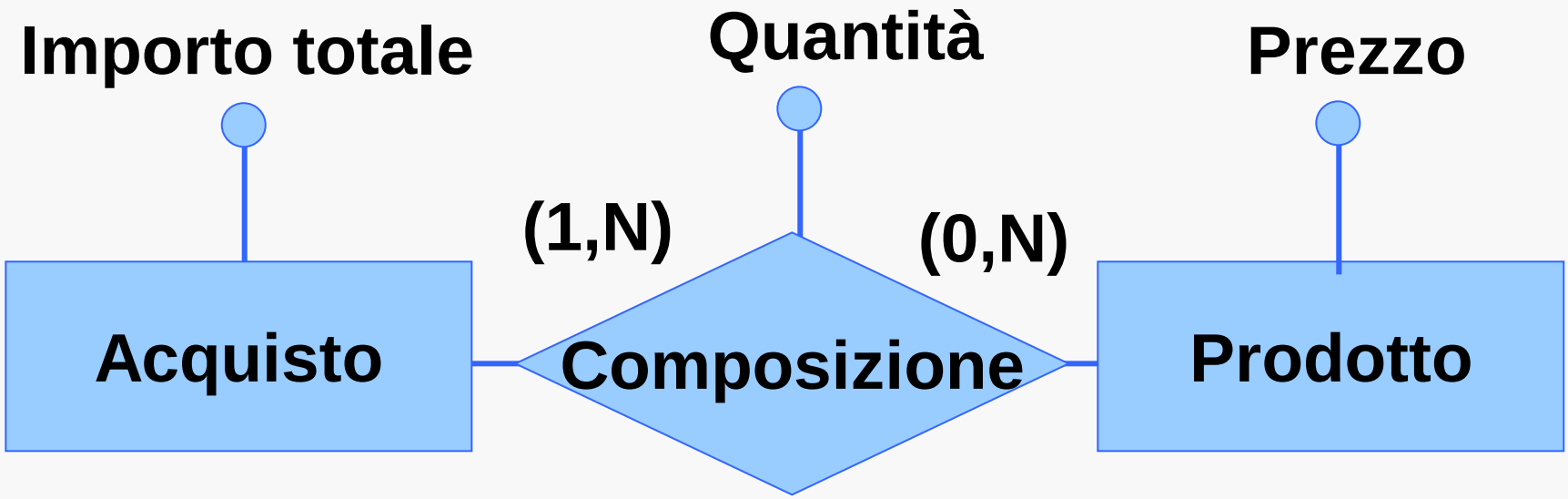
- Attributi derivabili:
  - Da altri attributi della stessa entità (o relationship)
  - Da attributi di altre entità (o relationship)
- «Relationship» derivabili dalla composizione di altre (più in generale: cicli di relationship)

Attributo derivabile

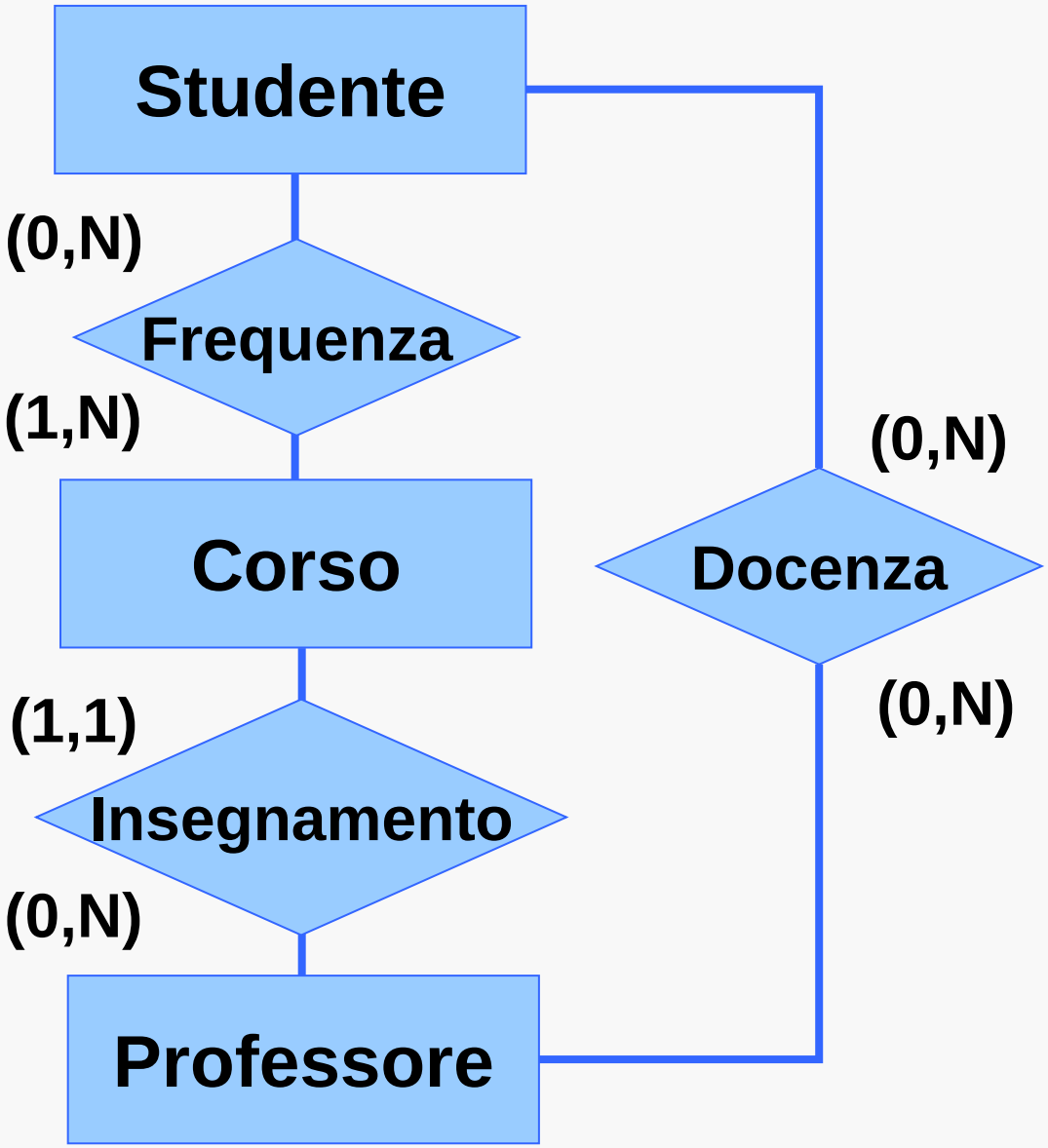


Importo netto + IVA. Importante avere la ridonanza se il loro è accaduto spesso

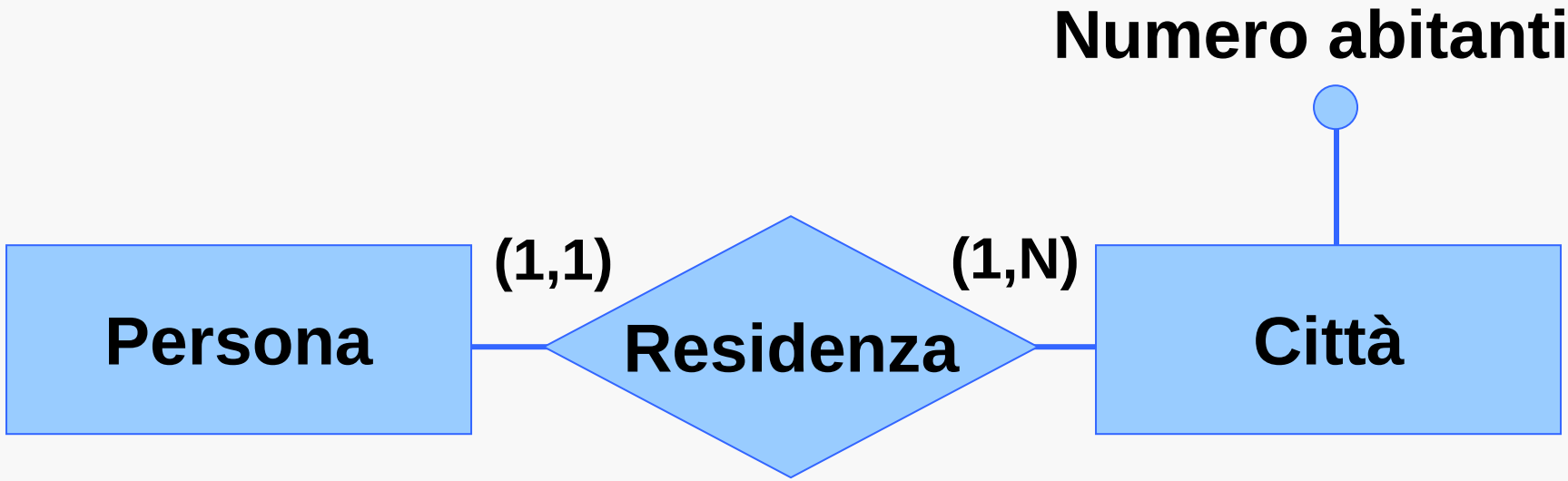
Attributo derivabile da altra entità



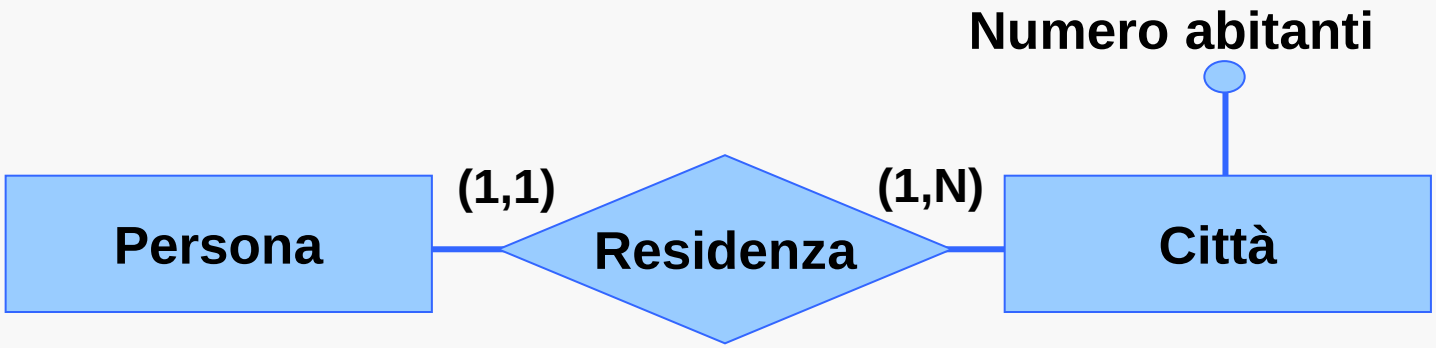
Ridondanza dovuta a ciclo



Analisi di una ridondanza: è utile aggiungere «Numero abitanti»?



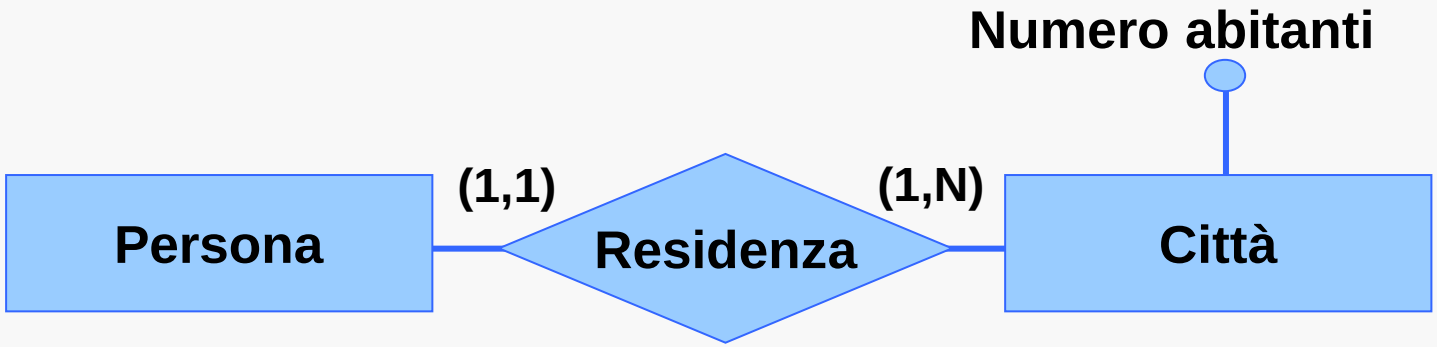
Concetto	Tipo	Volume
Città	E	200
Persona	E	1000000
Residenza	R	1000000



Concetto	Tipo	Volume
Città	E	200
Persona	E	1000000
Residenza	R	1000000

- Operazione 1 (500 volte al giorno): memorizza una nuova persona con la relativa città di residenza
- Operazione 2 (2 volte al giorno): stampa tutti i dati di una città (incluso il numero di abitanti, ca. 1M / 200 = 5000 per città)

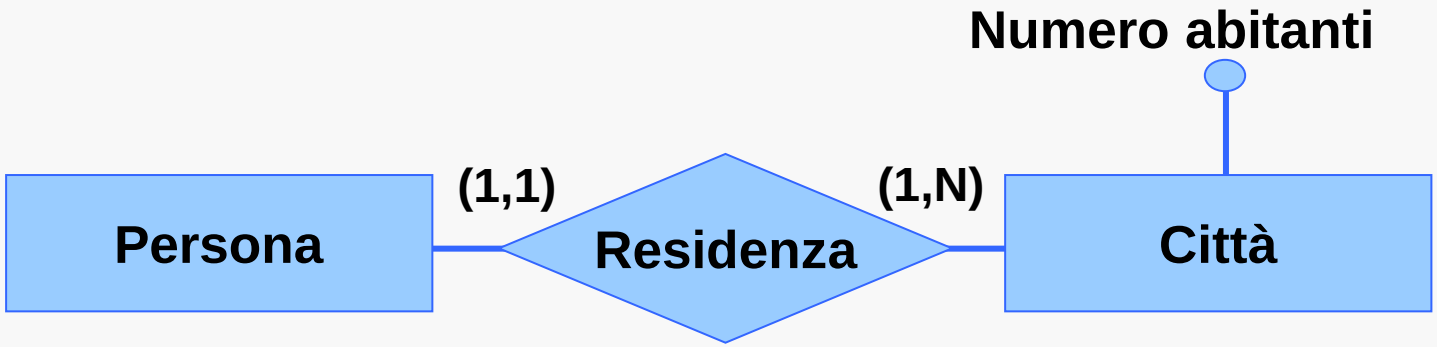
Presenza di ridondanza



- Operazione 1 (500 volte al giorno): memorizza una nuova persona con la relativa città di residenza

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	
Persona	Entità	1	S	**x 500 volte/giorno**
Residenza	Relazione	1	S	**x 500 volte/giorno**
Città	Entità	1	L	**x 500 volte/giorno**
Città	Entità	1	S	**x 500 volte/giorno**

Presenza di ridondanza



- Operazione 2 (2 volte al giorno): stampa tutti i dati di una città (incluso il numero di abitanti, ca. 1M / 200 = 5000 per città)

Operazione 2

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Città	Entità	1	L

x 2 volte/giorno

Presenza di ridondanza

- Costi:
  - Operazione 1: 1500 accessi in scrittura e 500 accessi in lettura al giorno
  - Operazione 2: 2 accessi in lettura.
- Assumendo costo doppio per gli accessi in scrittura

  Il costo giornaliero è 1500x2+500+2=3502

Assenza di ridondanza

- Operazione 1 (500 volte al giorno): memorizza una nuova persona con la relativa città di residenza

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	
Persona	Entità	1	S	**x 500 volte/giorno**
Residenza	Relazione	1	S	**x 500 volte/giorno**

Assenza di ridondanza

- Operazione 2 (2 volte al giorno): stampa tutti i dati di una città (incluso il numero di abitanti, ca. 1M / 200 = 5000 per città)

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	
Città	Entità	1	L	**x 2 volte/giorno**
Residenza	Relazione	5000	L	**x 2 volte/giorno**

Assenza di ridondanza

- Costi:
  - Operazione 1: 1000 accessi in scrittura
  - Operazione 2: 10002 accessi in lettura al giorno
- Assumendo costo doppio per gli accessi in scrittura

  Il costo giornaliero è 1000x2+10002=12002

Attività della ristrutturazione

- Analisi delle ridondanze
- Eliminazione delle generalizzazioni
- Partizionamento/accorpamento di entità e relationship
- Scelta degli identificatori primari

Eliminazione delle generalizzazioni / 1

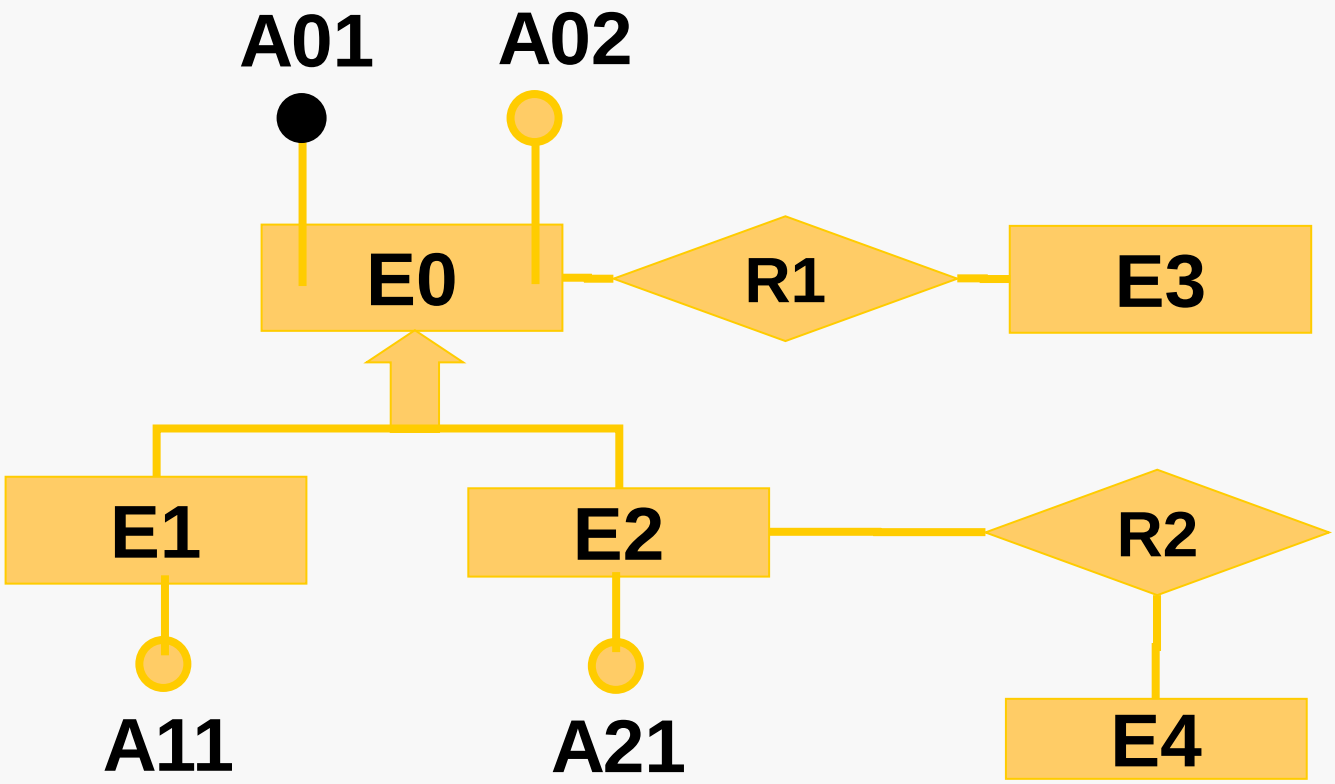
- Il modello relazionale non può rappresentare direttamente le generalizzazioni
- Entità e relationship sono invece direttamente rappresentabili

- Conclusione: le generalizzazione vanno sostituite con entità e relationship

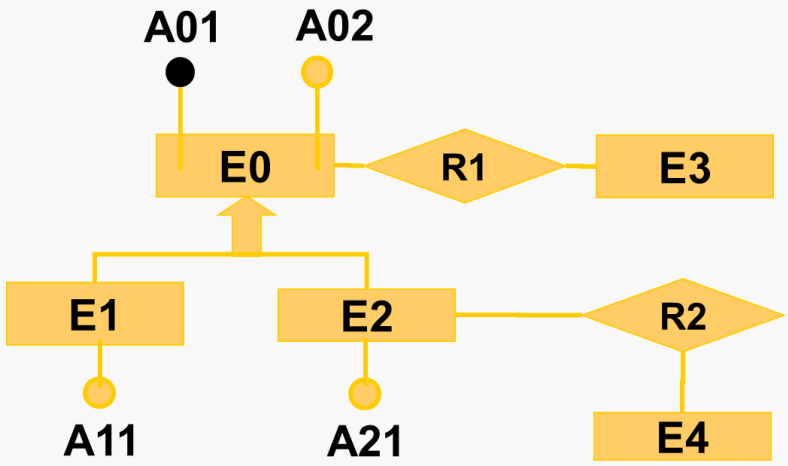
Tre Possibilità

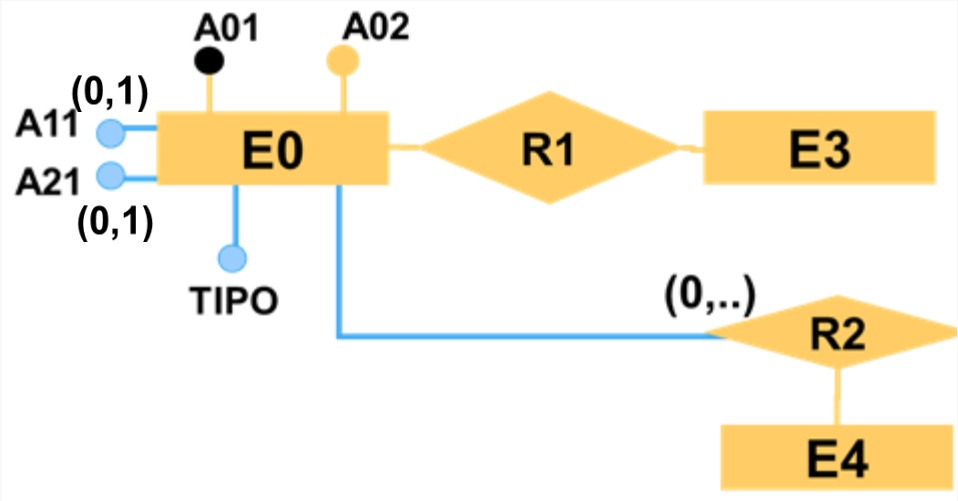
1. accorpamento delle figlie della generalizzazione nel genitore
2. accorpamento del genitore della generalizzazione nelle figlie
3. sostituzione della generalizzazione con relationship

Eliminazione delle generalizzazioni: Un esempio per le tre possibilità



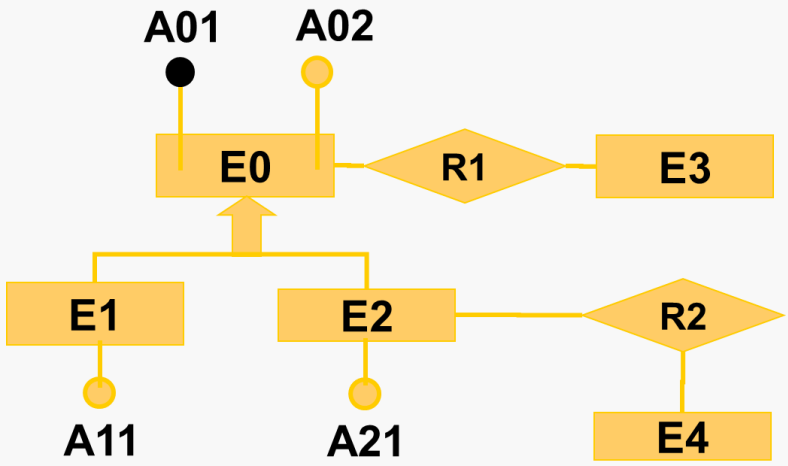
Eliminazione delle generalizzazioni:
1. Accorpare le figlie nel padre

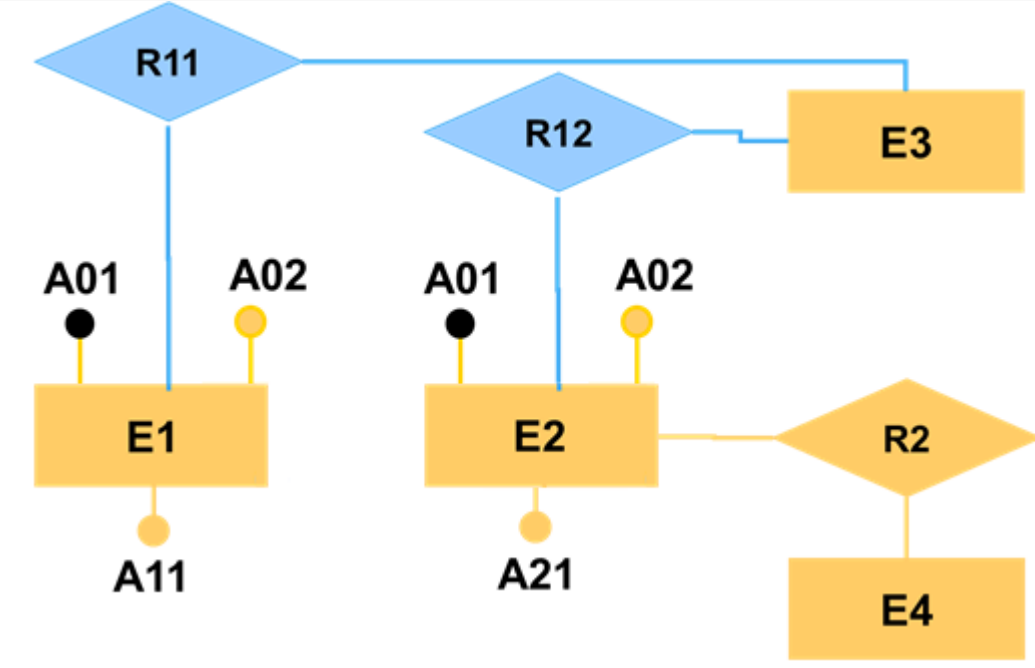




- Preferibile se gli accessi al padre e alle figlie sono contestuali
- Tabelle (es. E0) conterrà valori nulli.

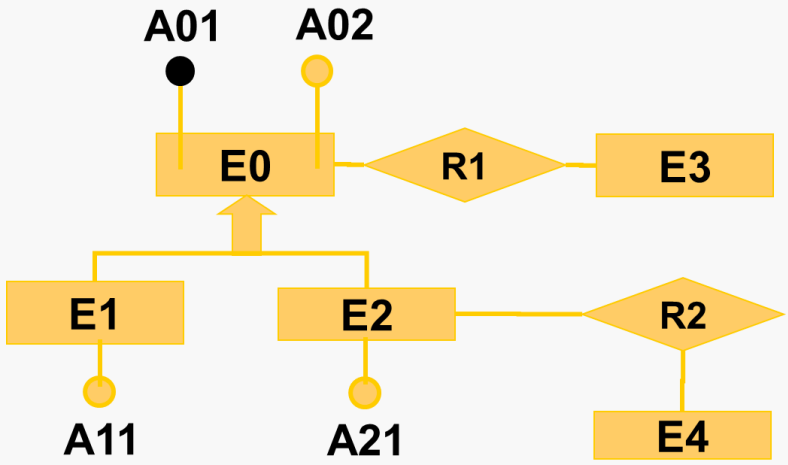
Eliminazione delle generalizzazioni: 2. Accorpare il padre nelle figlie

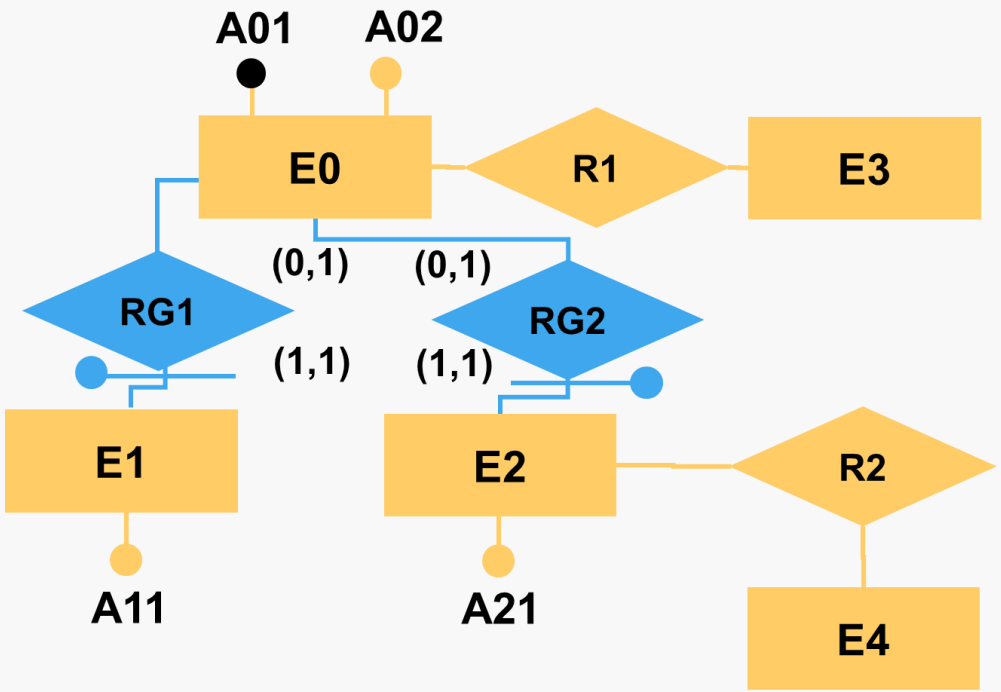




- Preferibile se gli accessi al padre e alle figlie sono separati
- Possibile solamente se la generalizzazione è totale

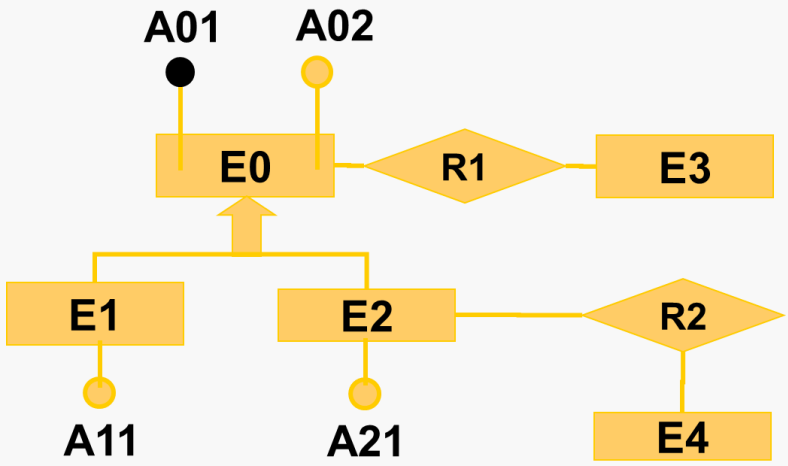
Eliminazione delle generalizzazioni: 3. Sostituire le generaliz. con relationships

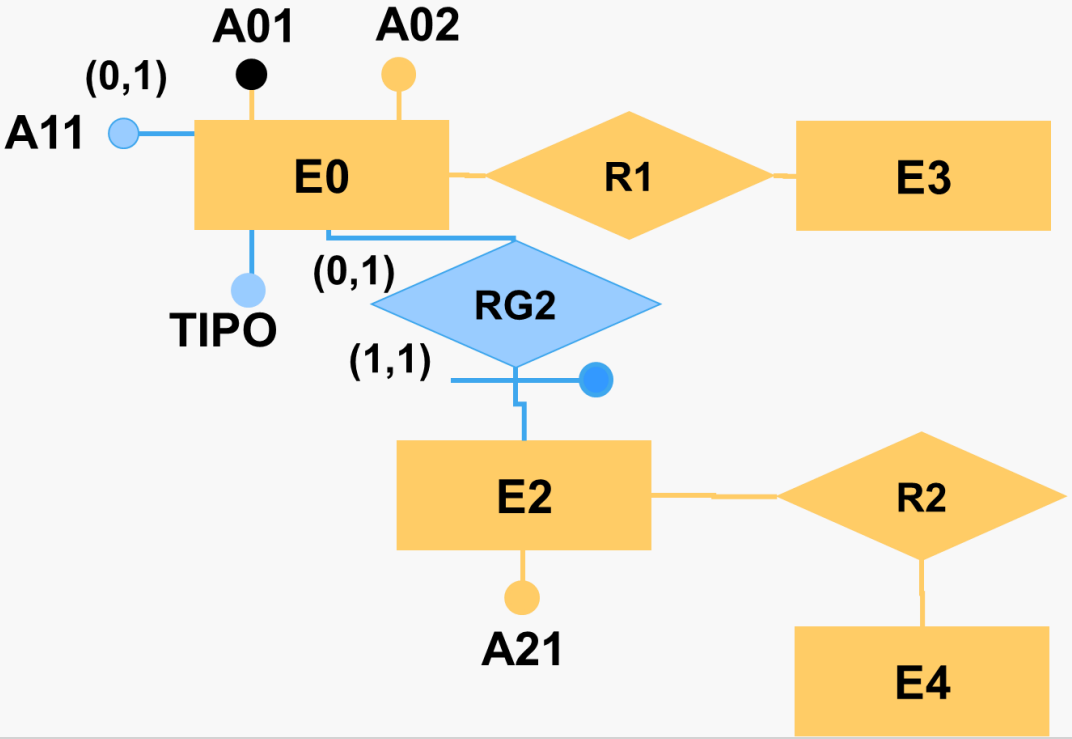




- Preferibile se gli accessi al padre e alle figlie sono separati
- Va bene anche se la generalizzazione non è totale

Possibili soluzioni ibride!





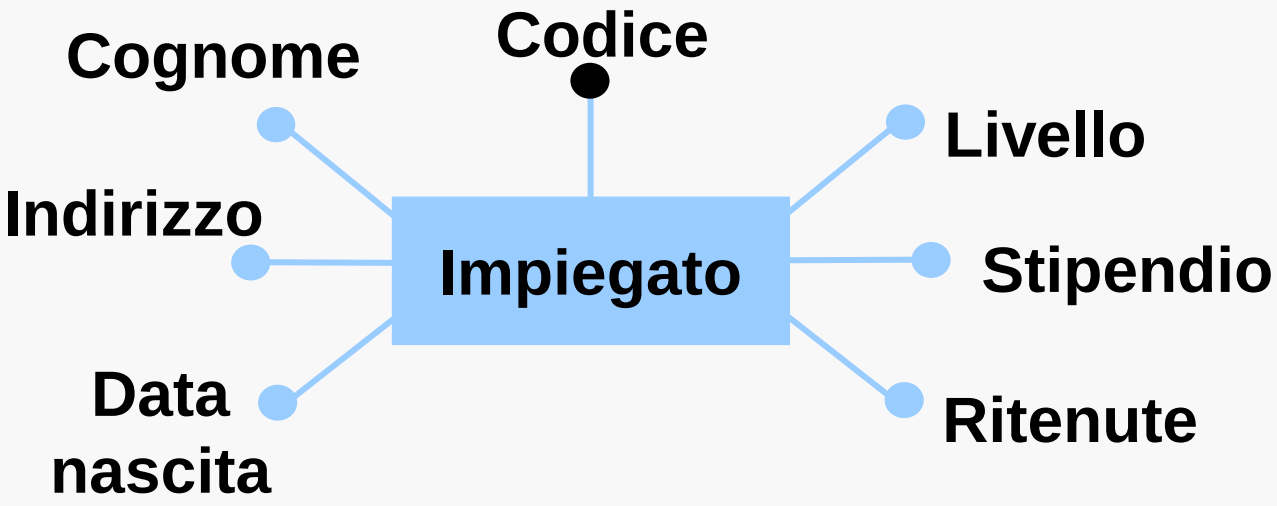
Attività della ristrutturazione

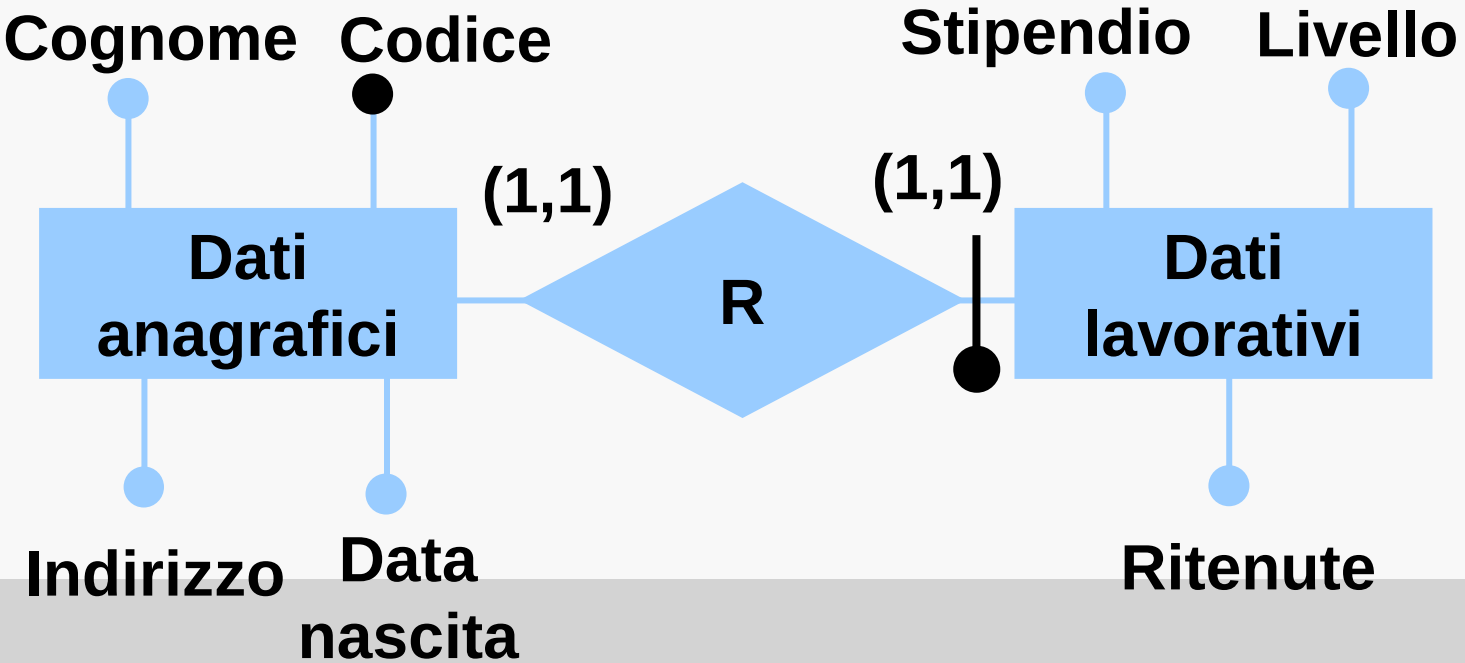
- Analisi delle ridondanze
- Eliminazione delle generalizzazioni
- Partizionamento/accorpamento di entità e relationship
- Scelta degli identificatori primari

Attività di ristrutturazione

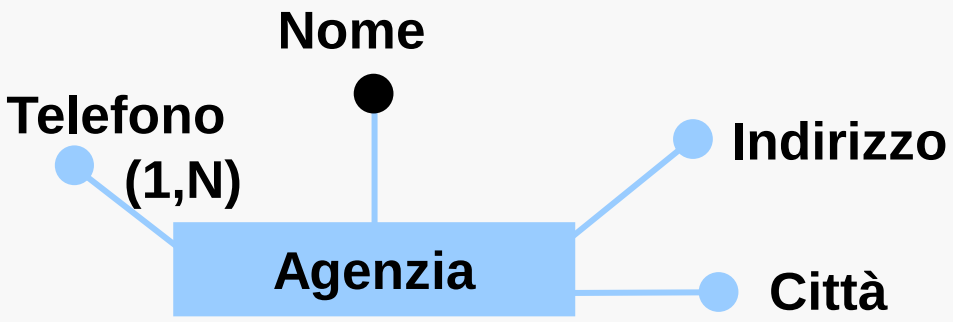
- Ristrutturazioni effettuate per rendere più efficienti le operazioni in base a un semplice principio
- Gli accessi si riducono:
  - separando attributi di un concetto che vengono acceduti separatamente
  - raggruppando attributi di concetti diversi acceduti insieme

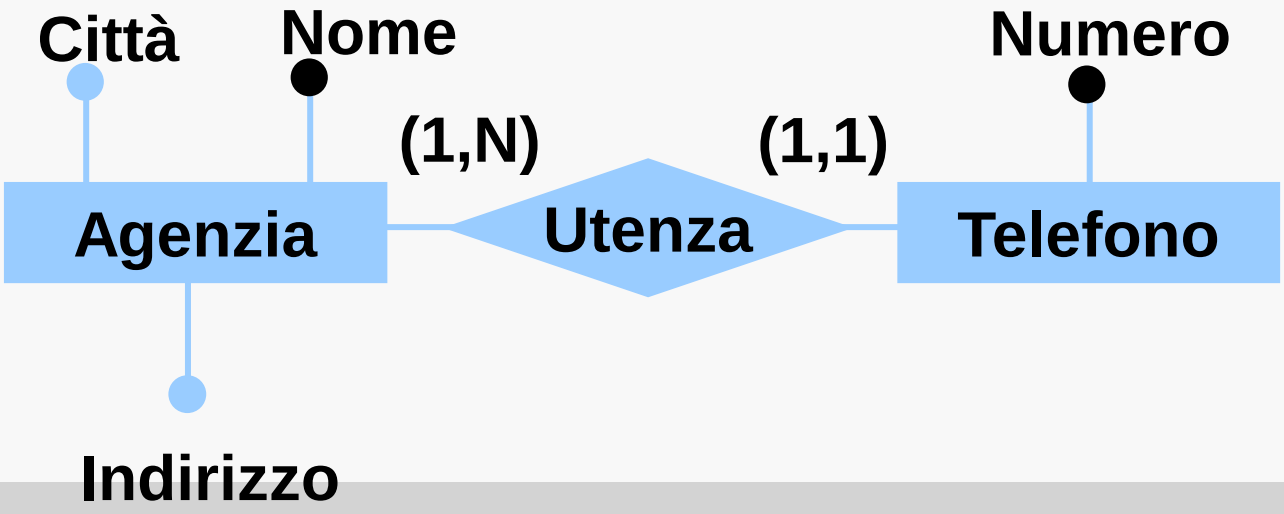
Partizionamento Verticale di Entità



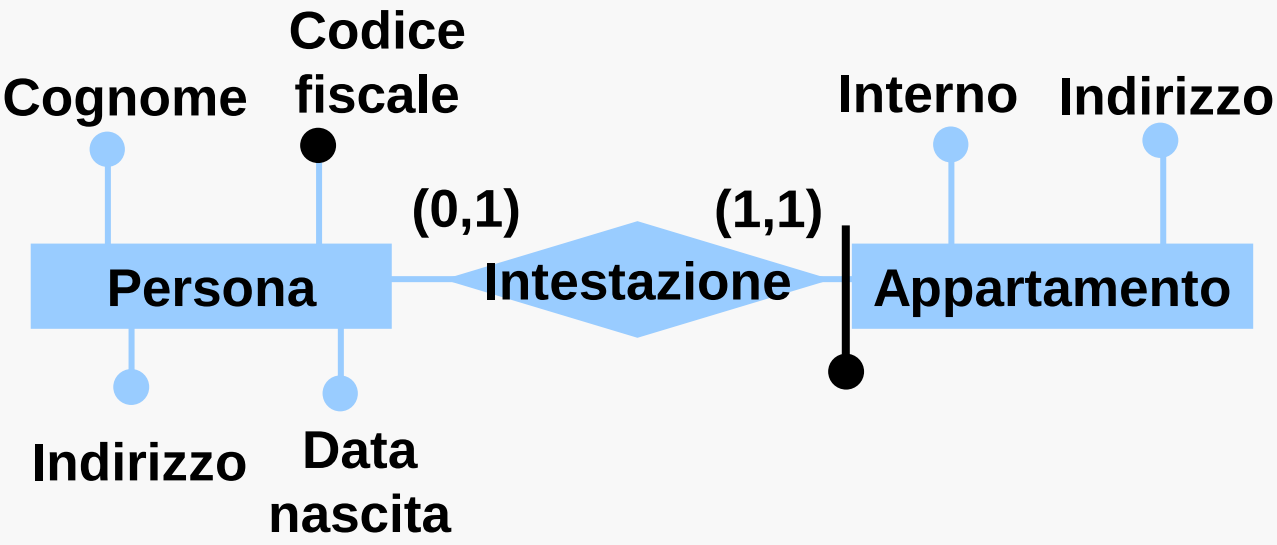


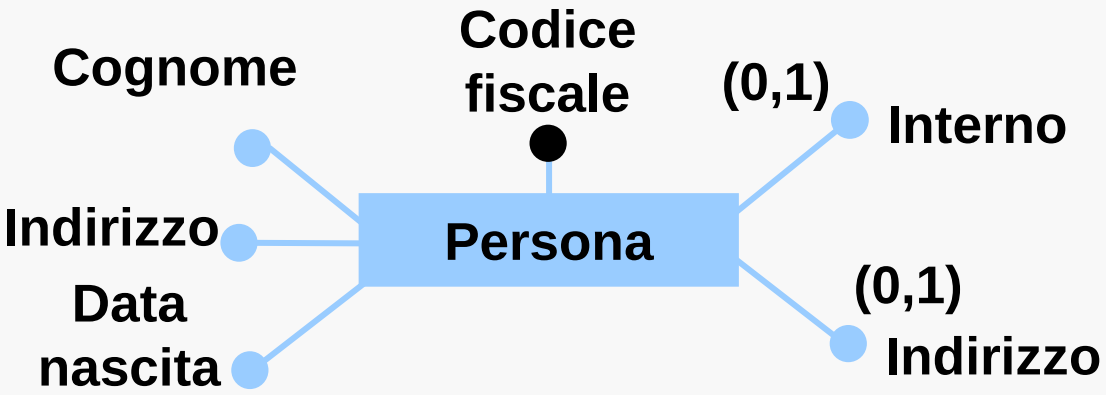
Eliminazione di Attributi Multivalore





Accorpamento di entità/ relationship





Attività della ristrutturazione

- Analisi delle ridondanze
- Eliminazione delle generalizzazioni
- Partizionamento/accorpamento di entità e relationship
- Scelta degli identificatori principali

Scelta degli Identificatori Principali

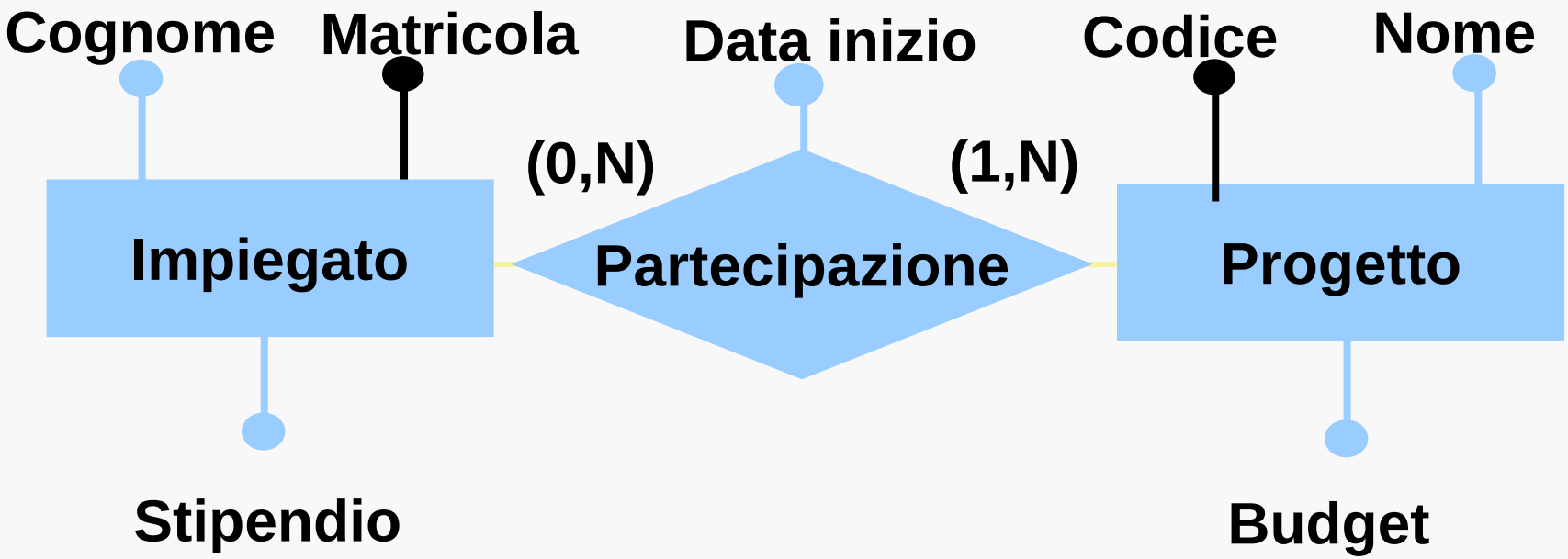
- Operazione indispensabile per la traduzione nel modello relazionale
- Criteri
  - Assenza di Opzionalità
  - Semplicità
  - Utilizzo nelle operazioni più frequenti o importanti

Se non esistono identificatori per certe entità, si aggiungono attributi con codici

Traduzione Verso il Modello relazionale

- Entità diventano relazioni sugli stessi attributi, usando gli identificatori come chiavi primarie
- Una relationship tra entità E_1, …, E_n diventa una relazione con attributi:
  - Identificatori di E_1, …, E_n (che diventano insieme chiave)
  - Attributi propri della relationship

Entità e Relationship molti a molti



Impiegato(<u>Matricola</u>, Cognome, Stipendio)
Progetto(<u>Codice</u>, Nome, Budget)
Partecipazione(<u>Matricola</u>, <u>Codice</u>, DataInizio)

Chiavi Esterne

Impiegato(Matricola, Cognome, Stipendio)
Progetto(Codice, Nome, Budget)
Partecipazione(Matricola, Codice, DataInizio)

Si aggiungono poi i vincoli di integrità referenziale
(Attributo_Rel_Esterna → Attibuto_Rel_Referenziata)

Partecipazione.Matricola → Impiegato.Matricola
Partecipazione.Codice → Progetto.Codice

Meglio nomi più espressivi nelle relazioni derivate da relationships

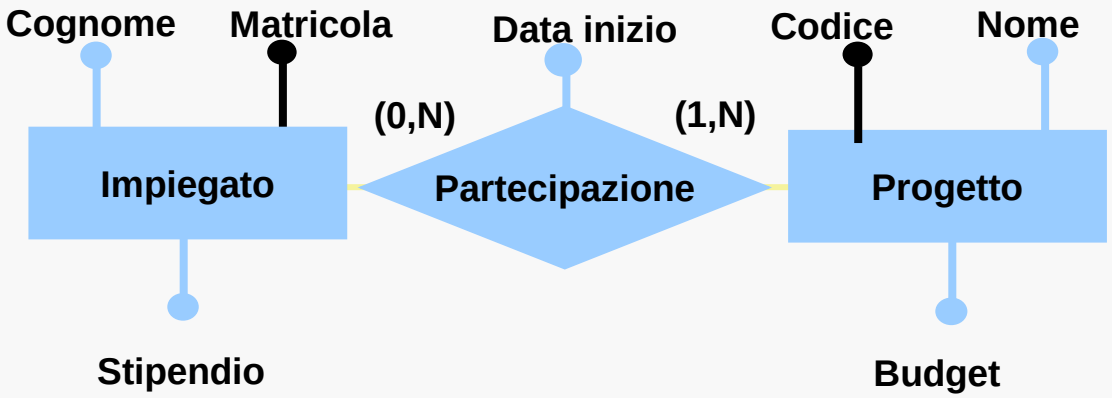
Impiegato(Matricola, Cognome, Stipendio)

Progetto(Codice, Nome, Budget)

Partecipazione(Matricola, Codice, DataInizio)

Partecipazione(Impiegato, Progetto, DataInizio)

Traduzione non garantisce i vincoli di cardinalità minima in relationship N-a-N!



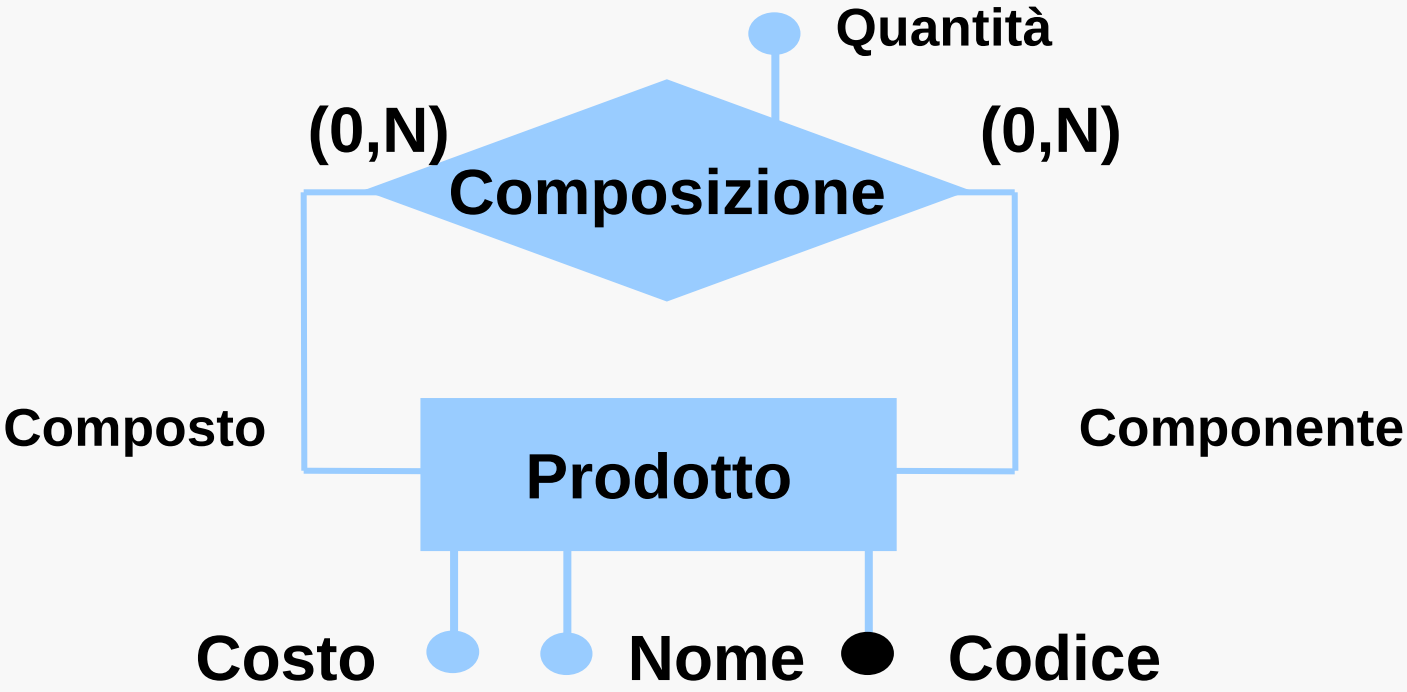
Impiegato
(Matricola, Cognome, Stipendio)

Progetto(Codice, Nome, Budget)

Partecipazione
(Matricola, Codice, DataInizio)

- Esempio: Possibile tupla (C, … , …) ∈ Progetto e nessuna tupla (…, C, …) ∈ Partecipazione
- Occorre vincoli di CHECK non supportati da quasi tutti DBMS.

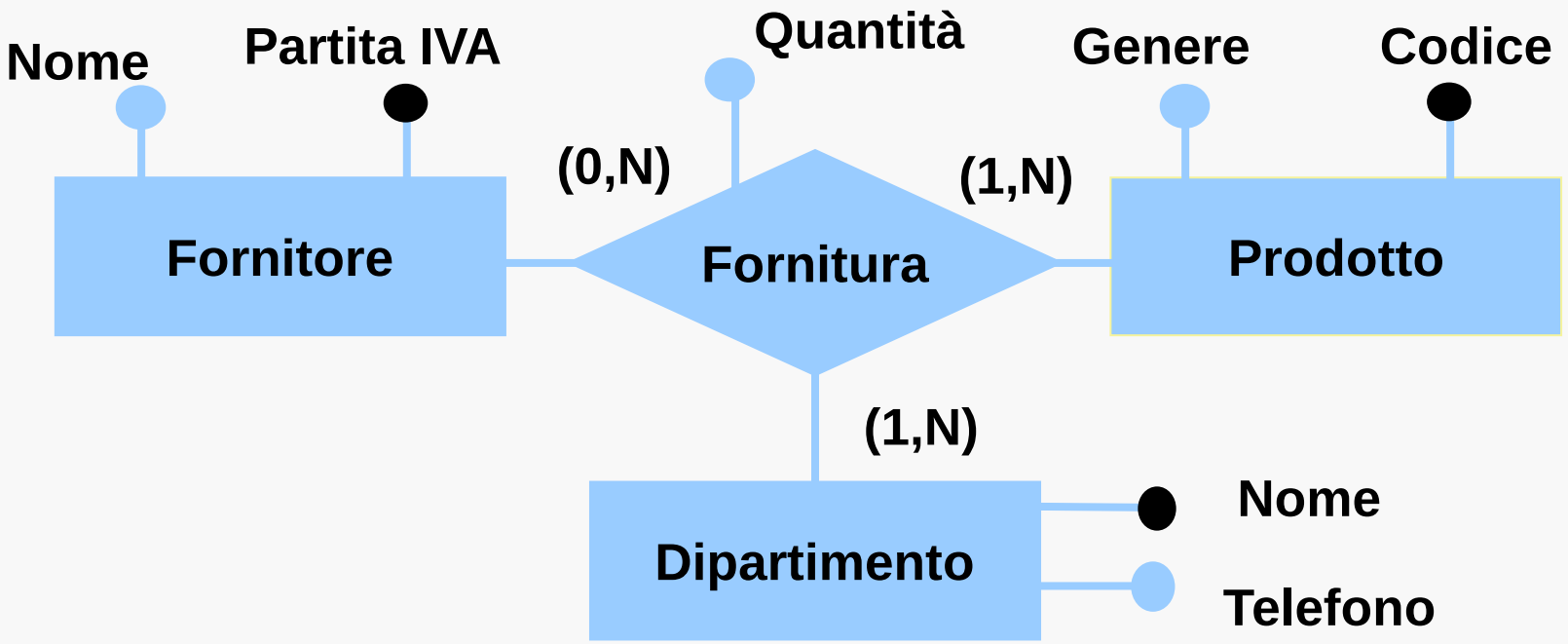
Esempio: Relationship ricorsive



Prodotto(Codice, Nome, Costo)
Composizione(Composto, Componente, Quantità)

Composizione.Composto → Prodotto.Codice
Composizione.Componente → Prodotto.Codice

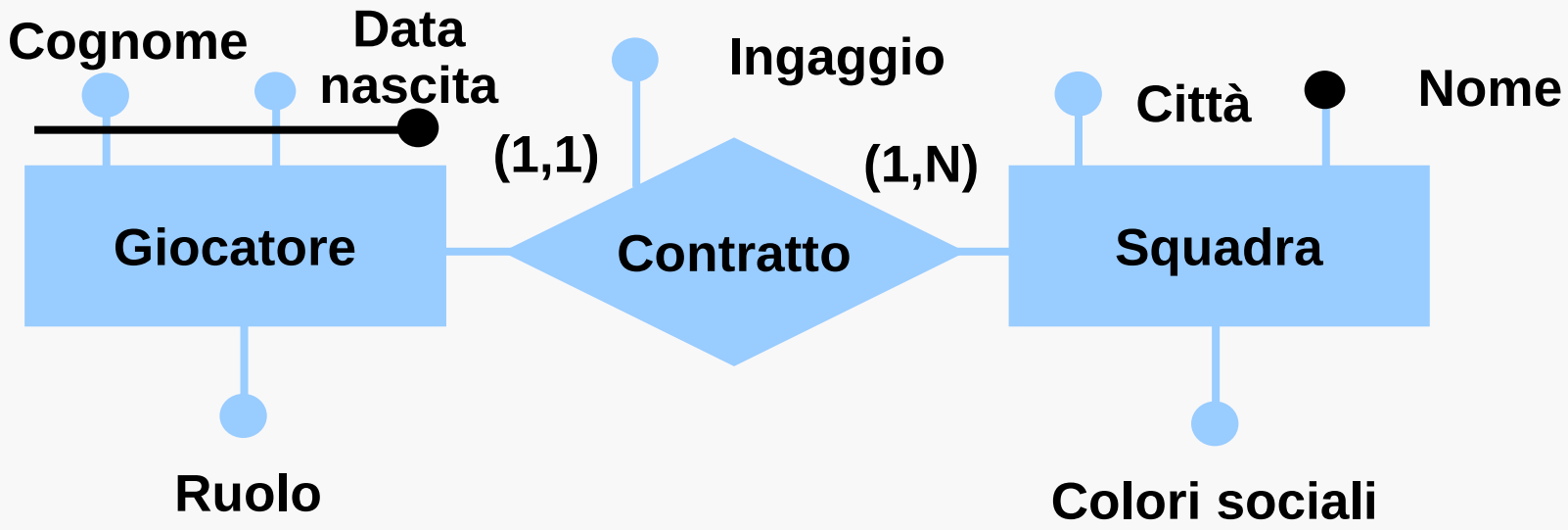
Esempio: Relationship n-arie



Fornitore (PartitaIVA, Nome)
Prodotto (Codice, Genere)
Dipartimento (Nome, Telefono)
Fornitura (Fornitore, Prodotto, Dipartimento, Quantità)

Fornitura.Fornitore → Fornitore.PartitaIVA
Fornitura.Prodotto → Prodotto.Codice
Fornitura.Dipartimento → Dipartimento.Nome

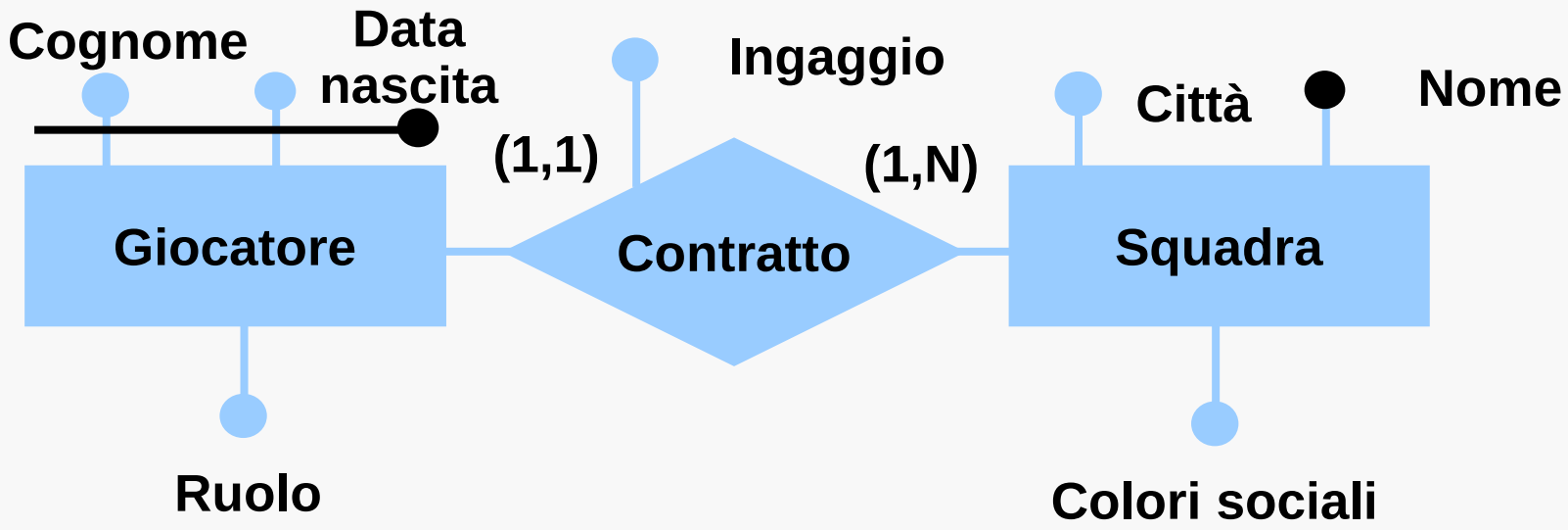
Relationship 1 a N: Soluzione Scorretta



Giocatore(Cognome, DataNascita, Ruolo)
Contratto(CognGiocatore, DataNascG, Squadra, Ingaggio)
Squadra(Nome, Città, ColoriSociali)

- Possibile aggiungere le seguenti tuple a Contratto: (CG,DN,SQ1,3000) e (CG,DN,SQ2,4000)
- Violato il vincolo (1,1)

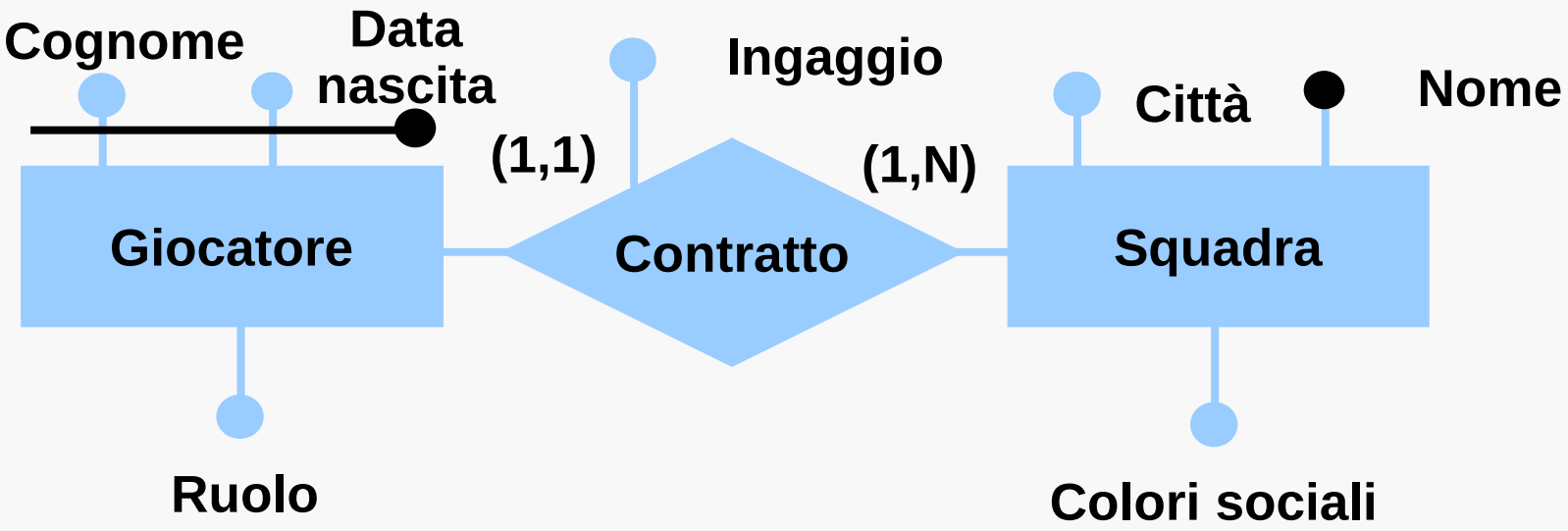
Relationship 1 a N: Soluzione Corretta



Giocatore(Cognome, DataNascita, Ruolo)
Contratto(CognGiocatore, DataNascG, Squadra, Ingaggio)
Squadra(Nome, Città, ColoriSociali)

Tuttavia, **Contratto** ha stessa Chiave di **Giocatore**: Ridondanza Non Necessaria

Relationship 1 a N: Soluzione Migliore



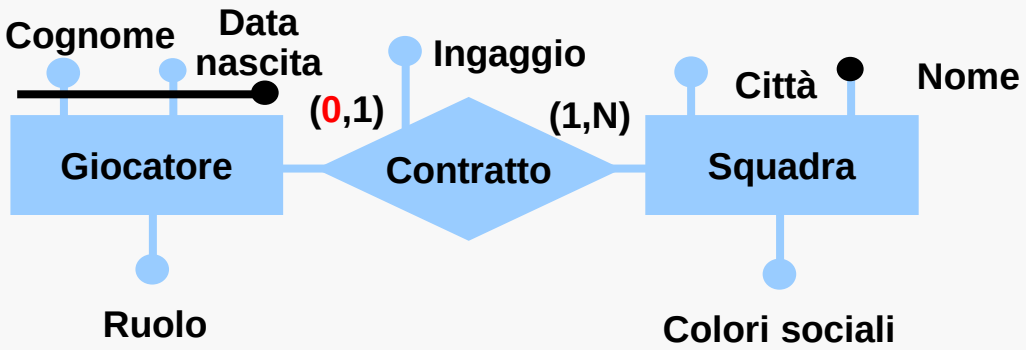
Giocatore(Cognome, DataNascita, Ruolo, Squadra, Ingaggio)

C[redacted]

Squadra(Nome, Città, ColoriSociali)

Cardinalità Minima Rappresentabile con partecipazione (x,1)

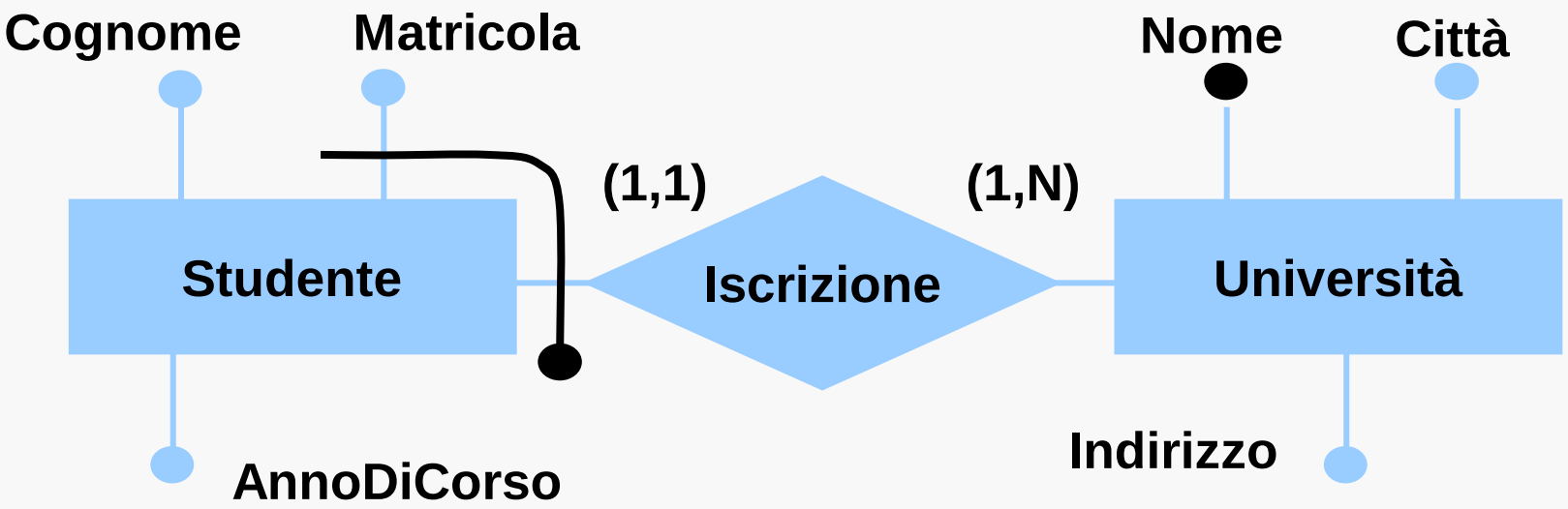
- La traduzione riesce a rappresentare efficacemente la cardinalità minima della partecipazione che ha 1 come cardinalità massima:
  - 0 : valore nullo ammesso
  - 1 : valore nullo non ammesso



Se cardinalità (0,1), allora **Squadra** e **Ingaggio** ammettono valori NULL

Giocatore(<u>CognGiocatore, DataNascG</u>, Ruolo, Squadra, Ingaggio)
Squadra(Nome, Città, ColoriSociali)

Entità con identificazione esterna

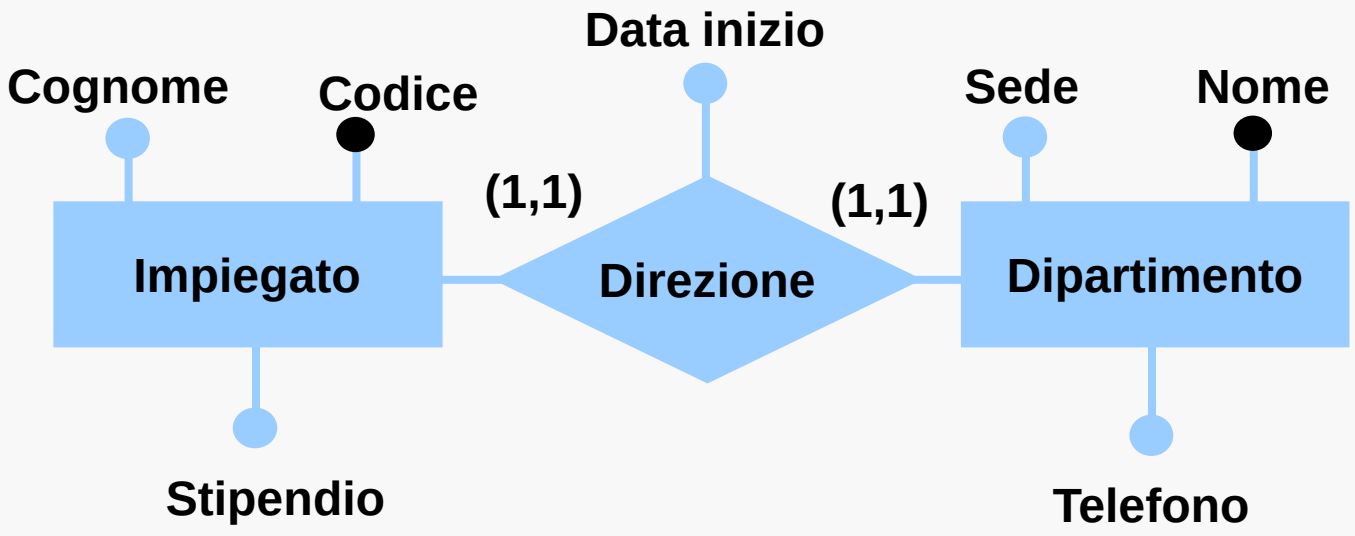


Studente(Matricola, Università, Cognome, AnnoDiCorso)

Università(Nome, Città, Indirizzo)

con vincolo di identità referenziale (chiave esterna):
Università → Nome

Relationship uno a uno / 1



Possibilità di fondere su Impiegato:

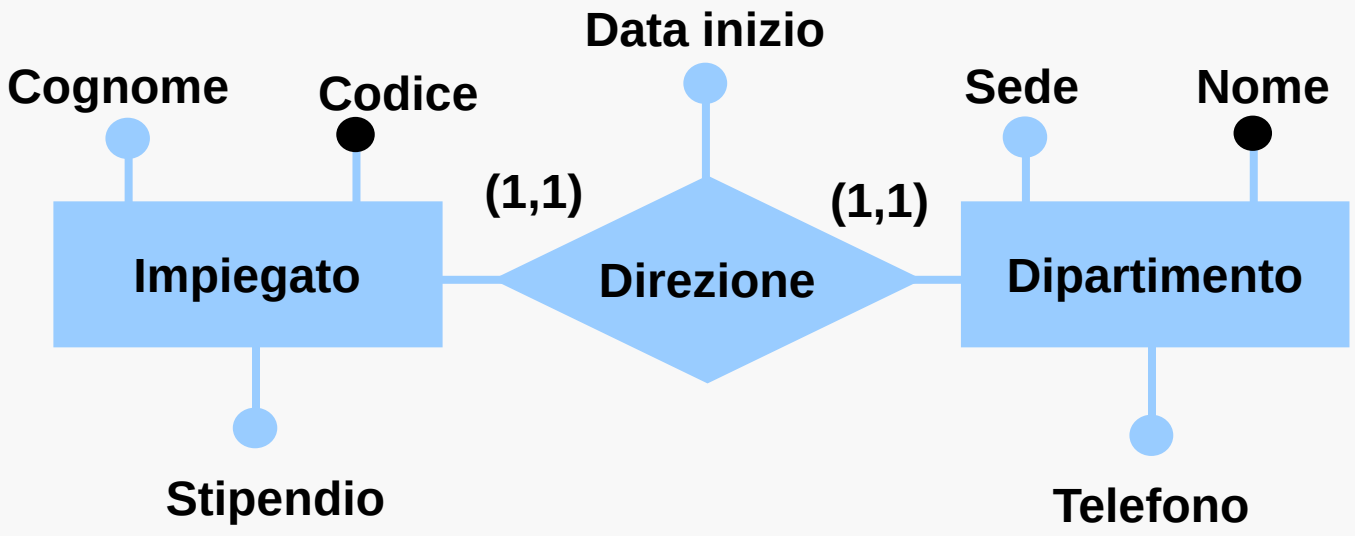
Impiegato (Codice, Cognome, Stipendio, NomeDip, InizioD)

Dipartimento (Nome, Sede, Telefono)

con vincoli:

1. **NomeDip e InizioD non possono essere NULL**
2. **di chiave esterna: NomeDip -> Nome**

Relationship uno a uno / 2



Possibilità di fondere su Dipartimento:

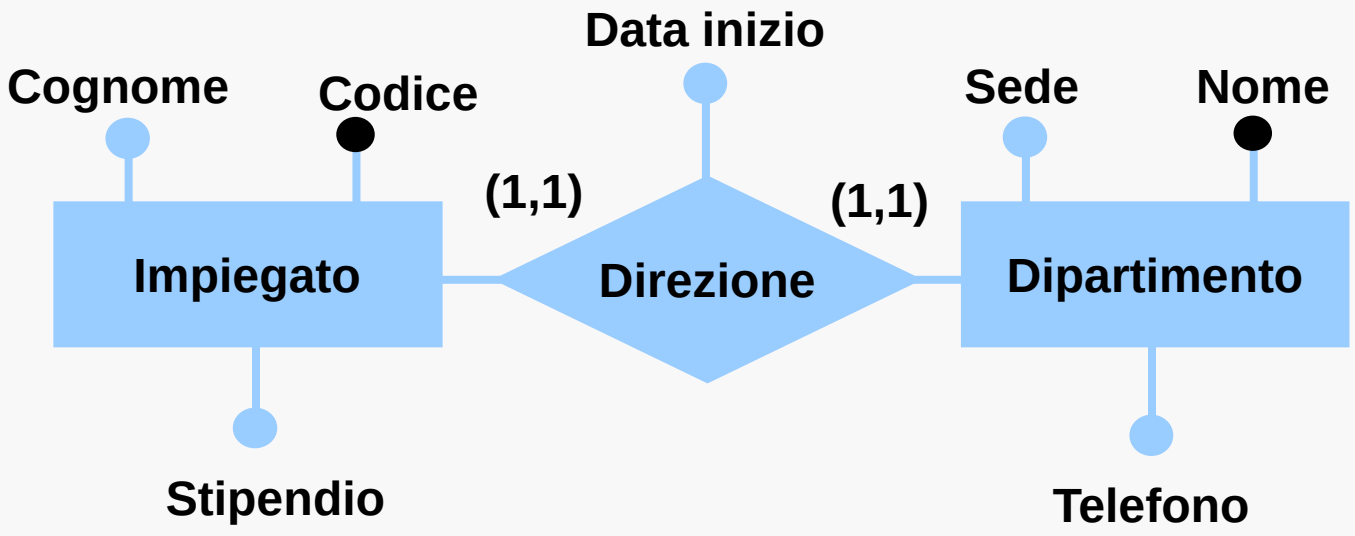
Impiegato (Codice, Cognome, Stipendio)

Dipartimento (Nome, Sede, Telefono, InizioD, CodDirettore)

con vincoli:

1. **CodDirettore e InizioD non possono essere NULL**
2. **di chiave esterna: CodDirettore -> Codice**

Relationship uno a uno / 3



Possibilità di fondere su Dipartimento e Impiegato:

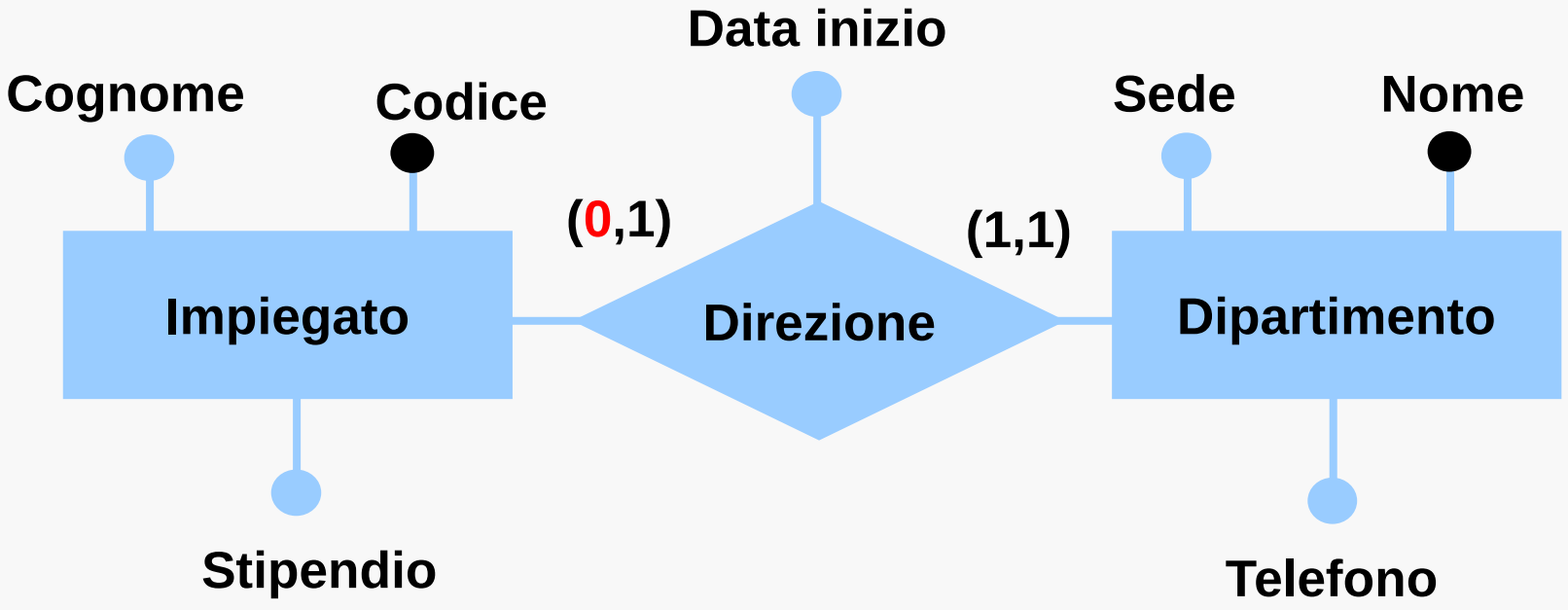
Impiegato (Codice, Cognome, Stipendio, NomeDip)

Dipartimento (Nome, Sede, Telefono, InizioD, CodDirettore)

con vincoli:

1. **CodDirettore e NomeDip non possono essere NULL**
2. **di chiave esterna: CodDirettore -> Codice; NomeDip -> CodDirettore**

Una possibilità privilegiata



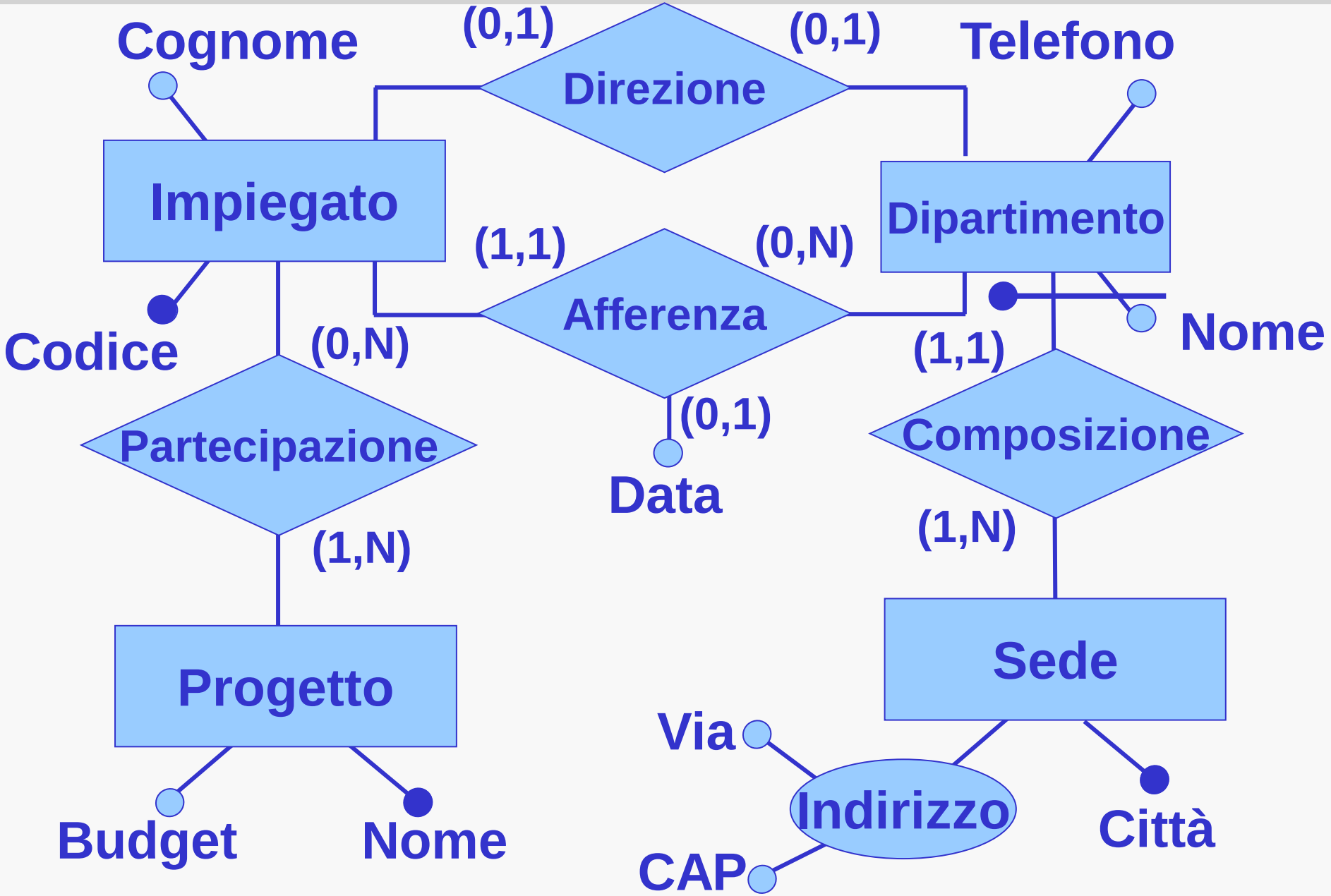
Impiegato (Codice, Cognome, Stipendio)

Dipartimento (Nome, Sede, Telefono, InizioD, CodDirettore)

con vincoli:

1. **CodDirettore non può essere NULL**
2. **di chiave esterna: CodDirettore -> Codice**

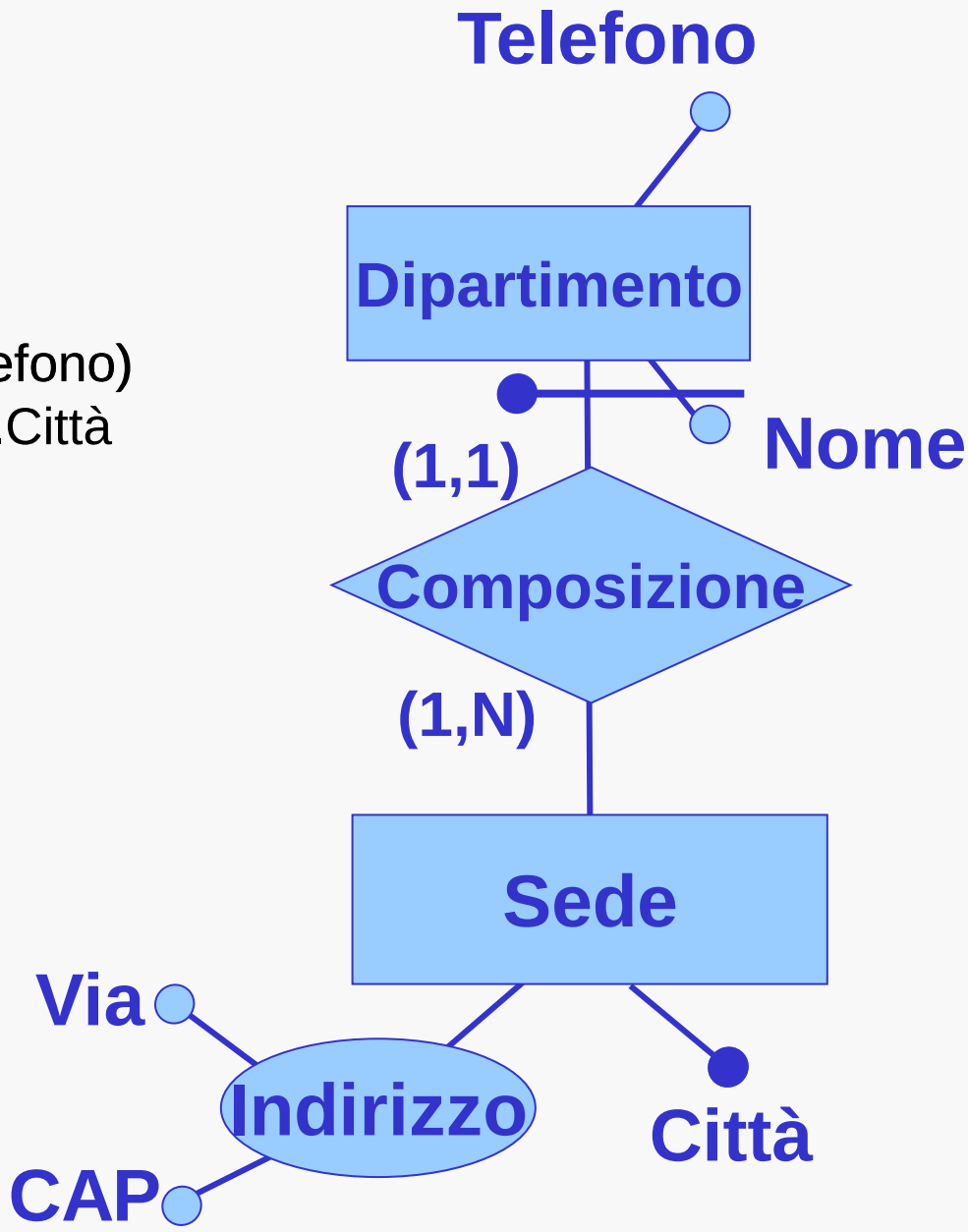
ESERCIZIO 1
DI PROGETTAZIONE LOGICA

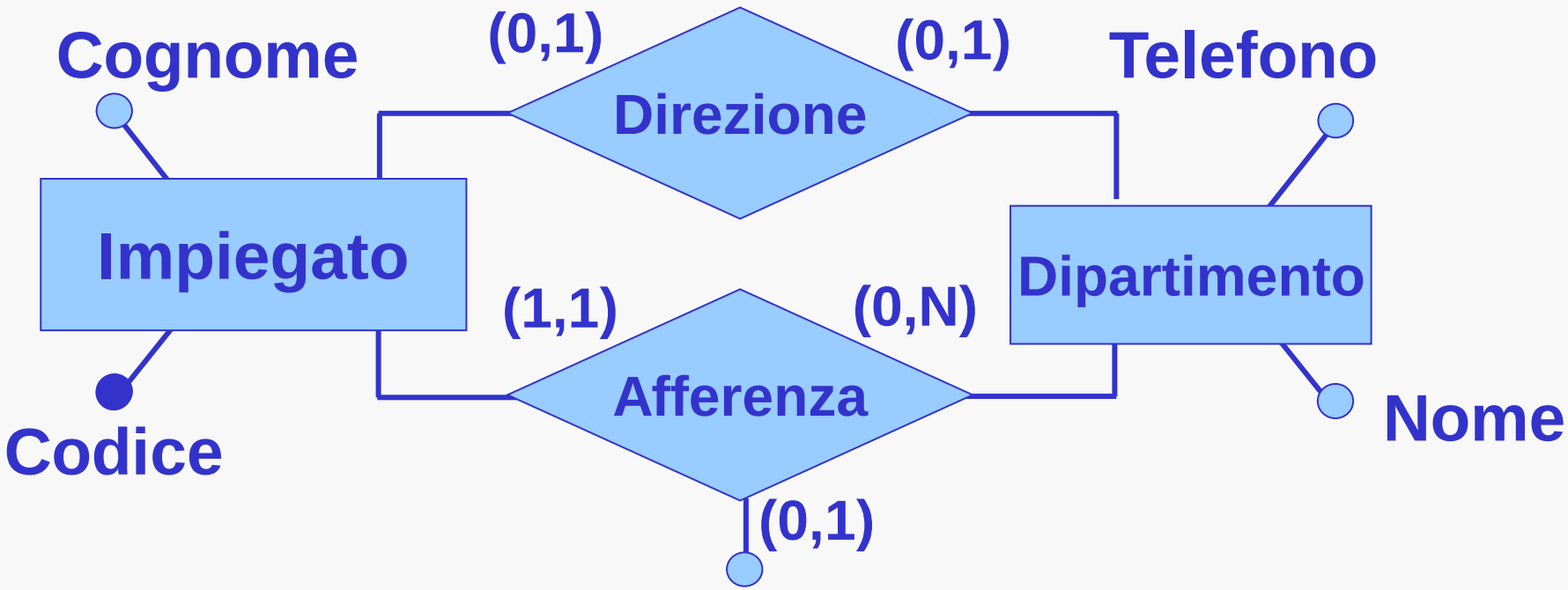

Cognome
(0,1)
Direzione
(0,1)
Telefono
Impiegato
Dipartimento
(1,1)
Afferenza
(0,N)
Codice
(0,N)
Partecipazione
(0,1)
Data
(1,1)
Composizione
Nome
(1,N)
(1,N)
Progetto
Sede
Via
Indirizzo
Città
Budget
Nome
CAP

Sede(Città, Via, CAP)

Dipartimento(Nome, Città-Sede, Telefono)

- Dipartimento.Città-Sede → Sede.Città



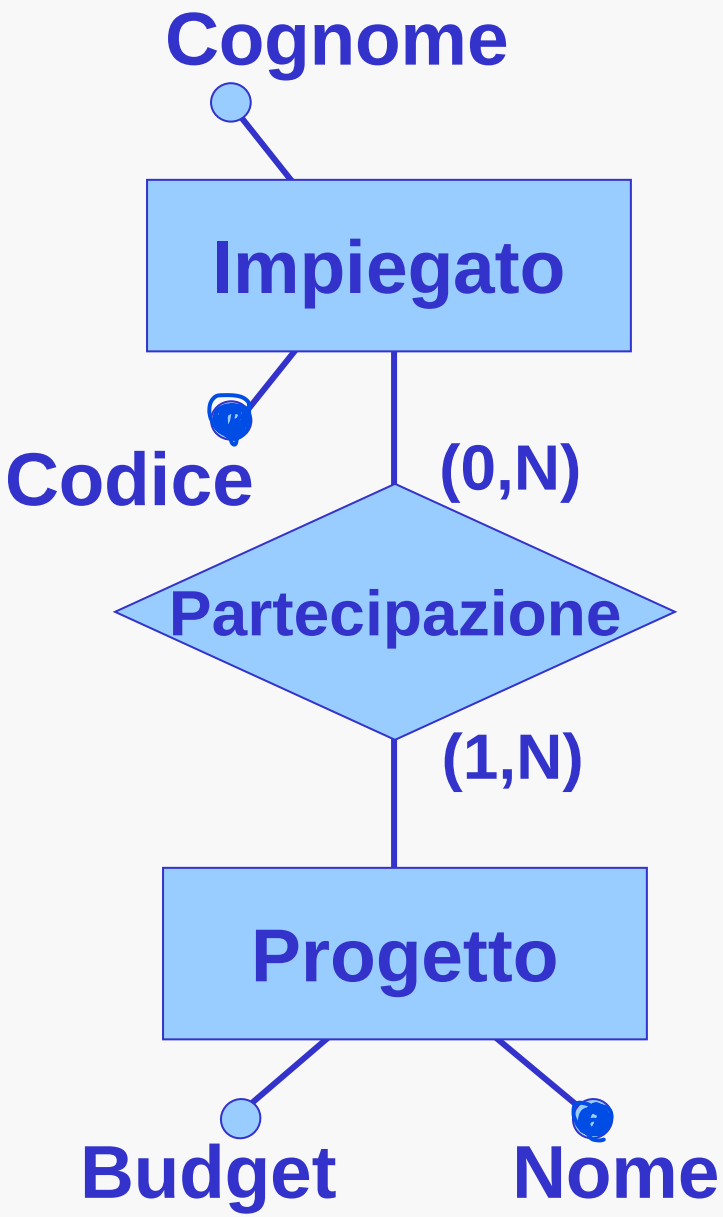


Dipartimento(<u>Nome</u>, <u>Città_Sede</u>, Telefono, Direttore)

- Dipartimento.Direttore → Impiegato.Codice
- Direttore può essere NULL.

Impiegato(<u>Codice</u>, Cognome, DipartAffer, Sede, Data)

- Impiegato.DipartAffer, Impiegato.Sede → Dipartimento.Nome,Dipartimento.Citta_Sede
- Data può essere NULL



Impiegato(<u>Codice</u>, Cognome, DipartAffer, Sede, Data)

Progetto(<u>Nome</u>, Budget)

Partecipazione(<u>Impiegato</u>, <u>Progetto</u>)

- Partecipazione.Impiegato → Impiegato.Codice
- Partecipazione.Progetto → Progetto.Nome

Schema finale

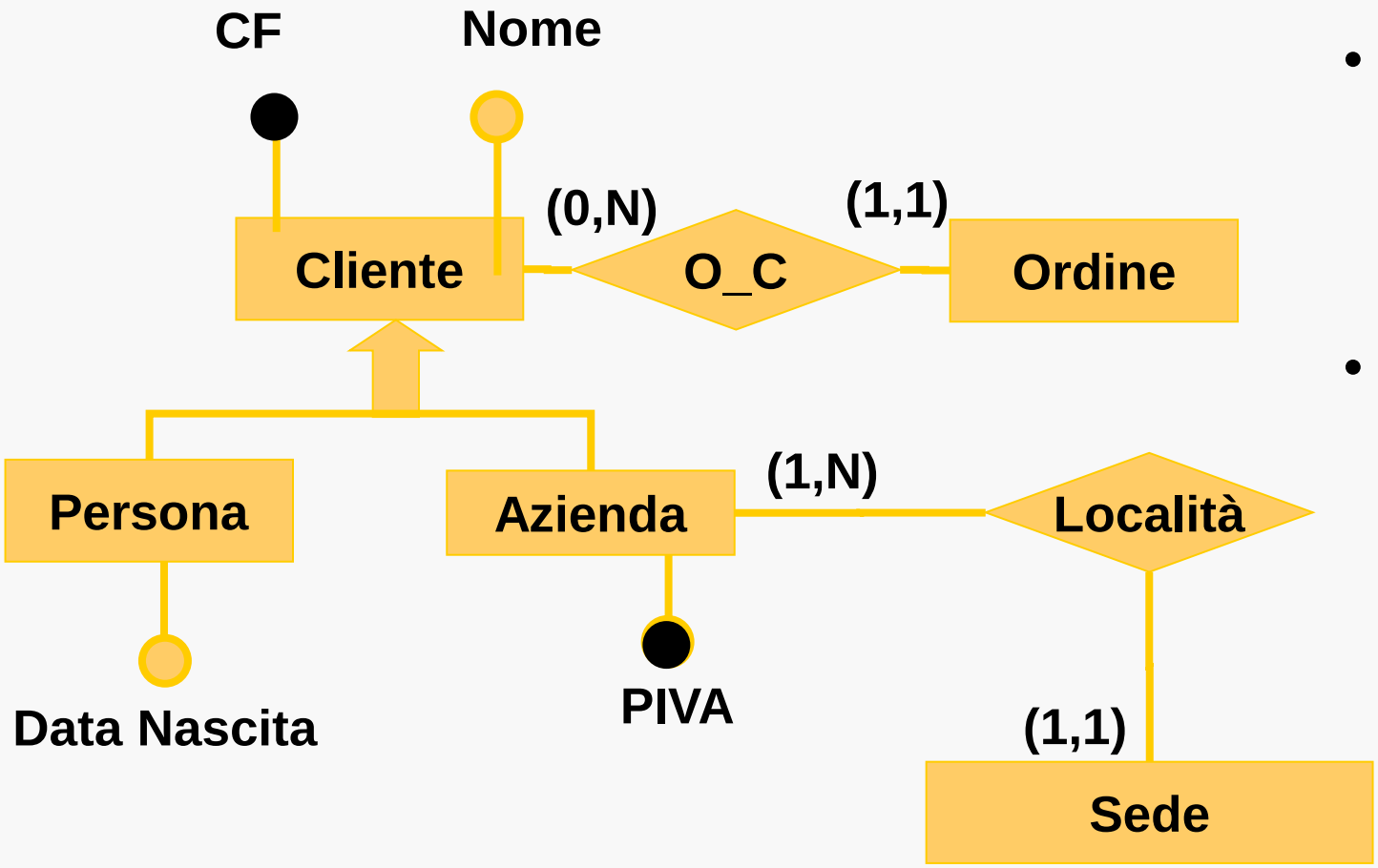
- Impiegato(Codice, Cognome, DipartAffer, Sede, Data)
  - Impiegato.DipartAffer, Impiegato.Sede → Dipartimento.Nome,Dipartimento.Citta_Sede
  - Data può essere NULL
- Dipartimento(Nome, Città_Sede, Telefono, Direttore)
  - Dipartimento.Direttore → Impiegato.Codice
  - Direttore può essere NULL.
- Sede(Città, Via, CAP)

- Progetto(Nome, Budget)

- Partecipazione(Impiegato, Progetto)
  - Partecipazione.Impiegato → Impiegato.Codice
  - Partecipazione.Progetto → Progetto.Nome

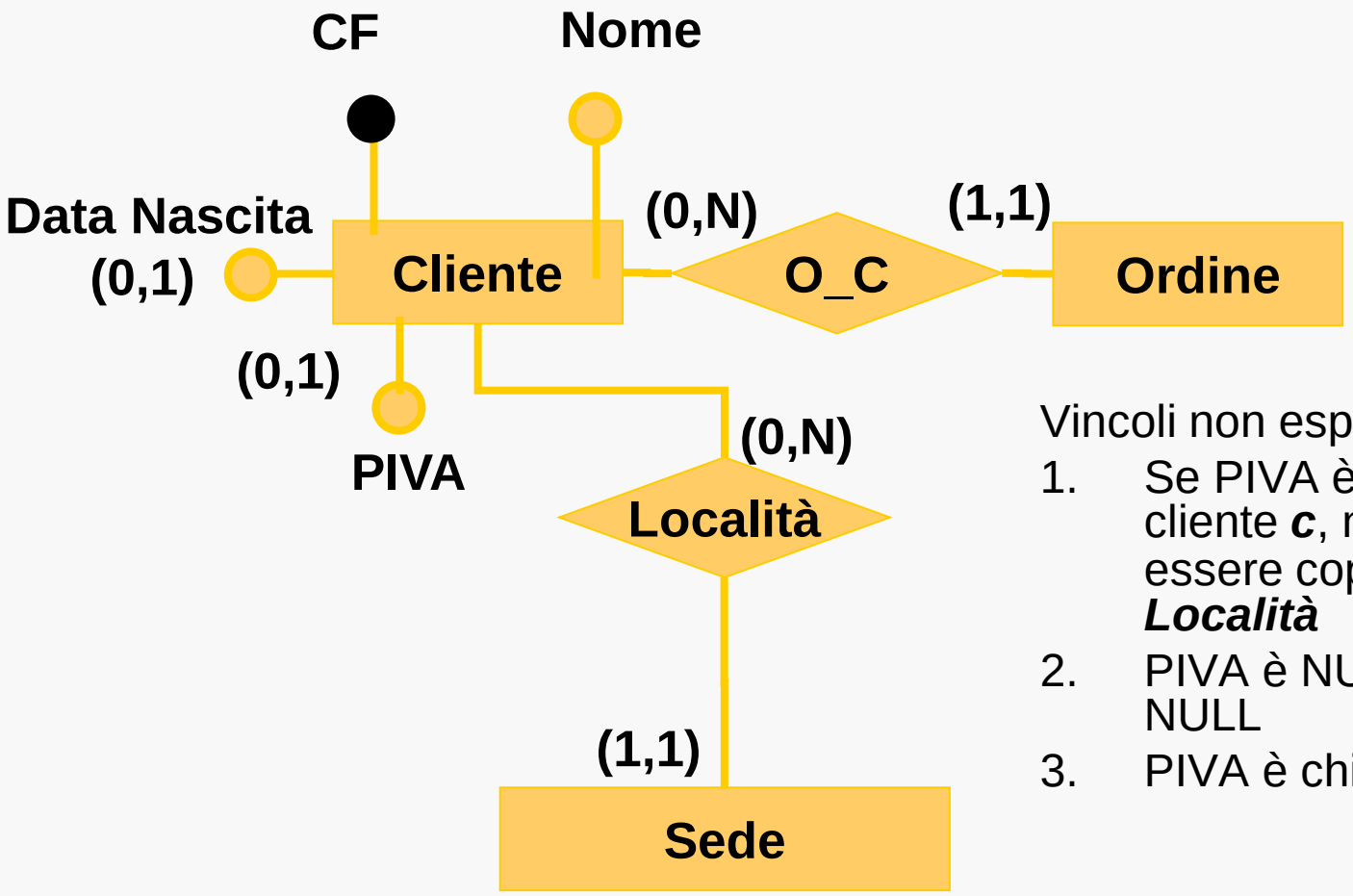
GENERALIZZAZIONE CON IDENTIFICATORI DIVERSI: UN ESEMPIO

Un figlio ha identificatore diverse dal padre



- *Azienda* ha un identificatore diverso da *Cliente* (sovrascrive)
- Comunque non ci possono essere due aziende con lo stesso CF

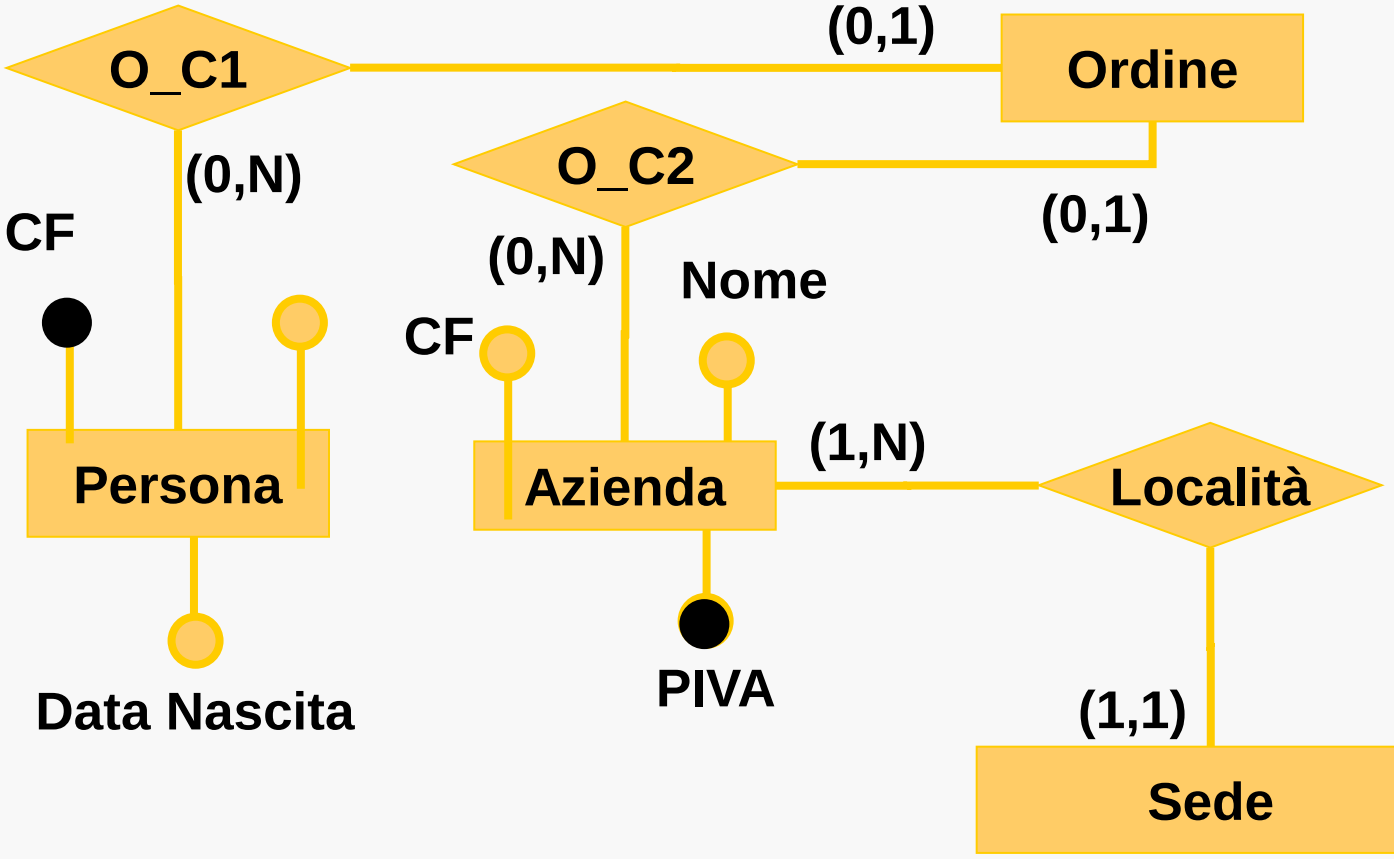
Possibilità di ristrutturazione 1: Accorpamento dei figli nel padre



Vincoli non esprimibili in ER:

1. Se PIVA è NULL per un cliente ***c***, non ci possono essere coppie ***(c,s) ∈ Località***
2. PIVA è NULL ⇔ ~~PIVA~~ Data è NULL
3. PIVA è chiave (non primaria)

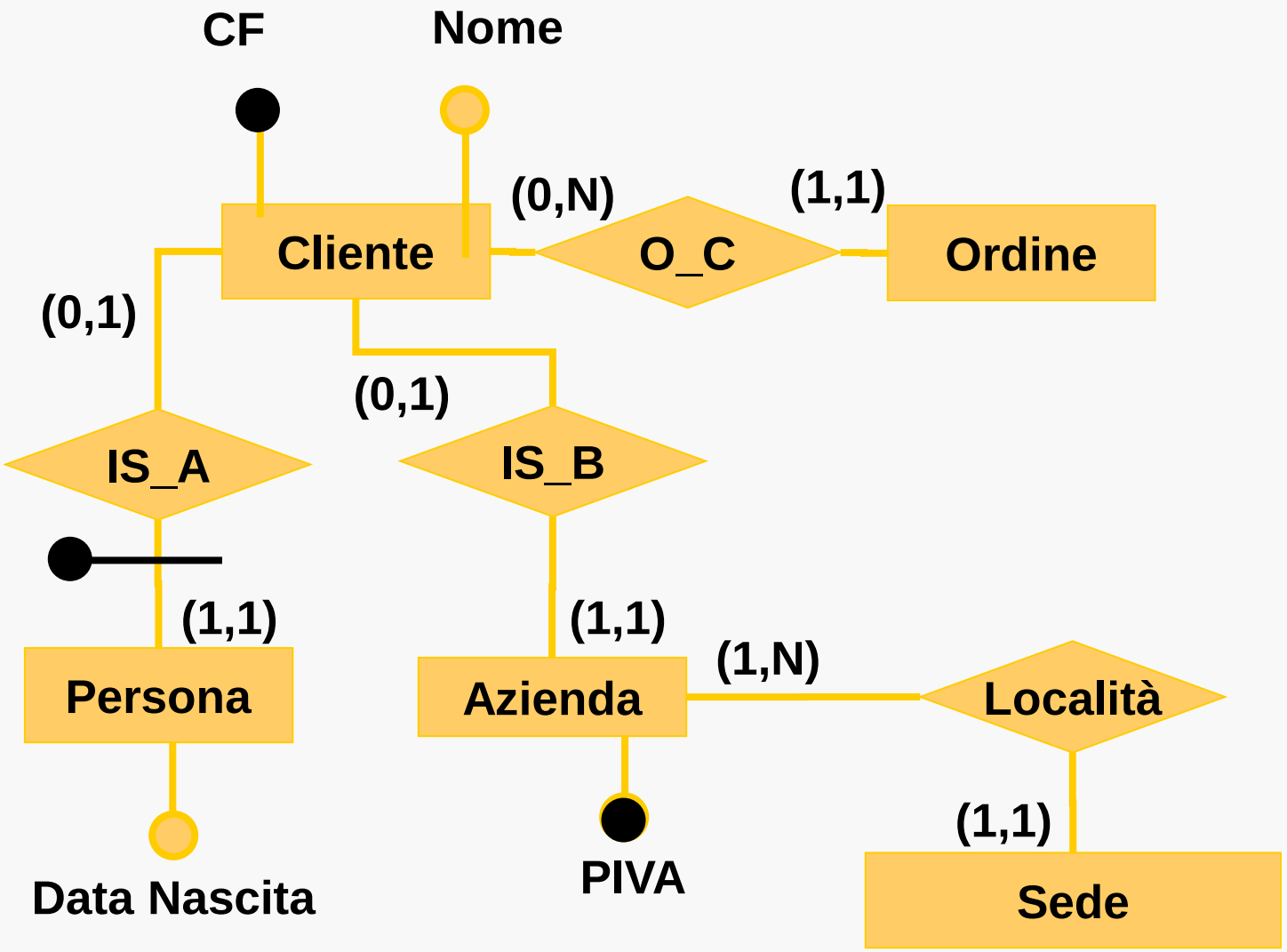
Possibilità di ristrutturazione 2: Accorpamento del padre nei figli



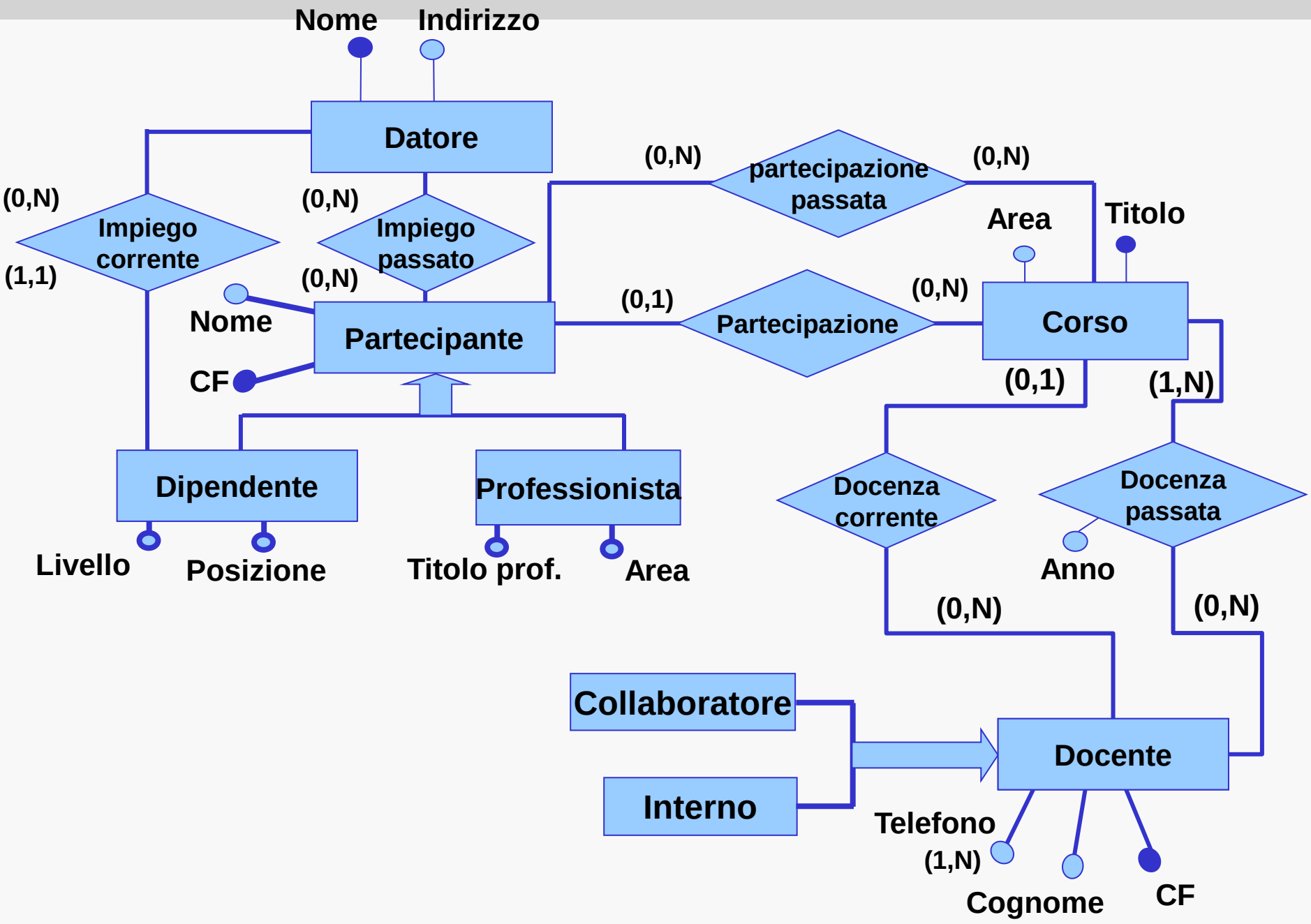
Vincoli non esprimibili in ER:

1. CF è chiave (non primaria) di Azienda
2. Un ordine deve "coinvolgere" una tra *Persona* e *Azienda*

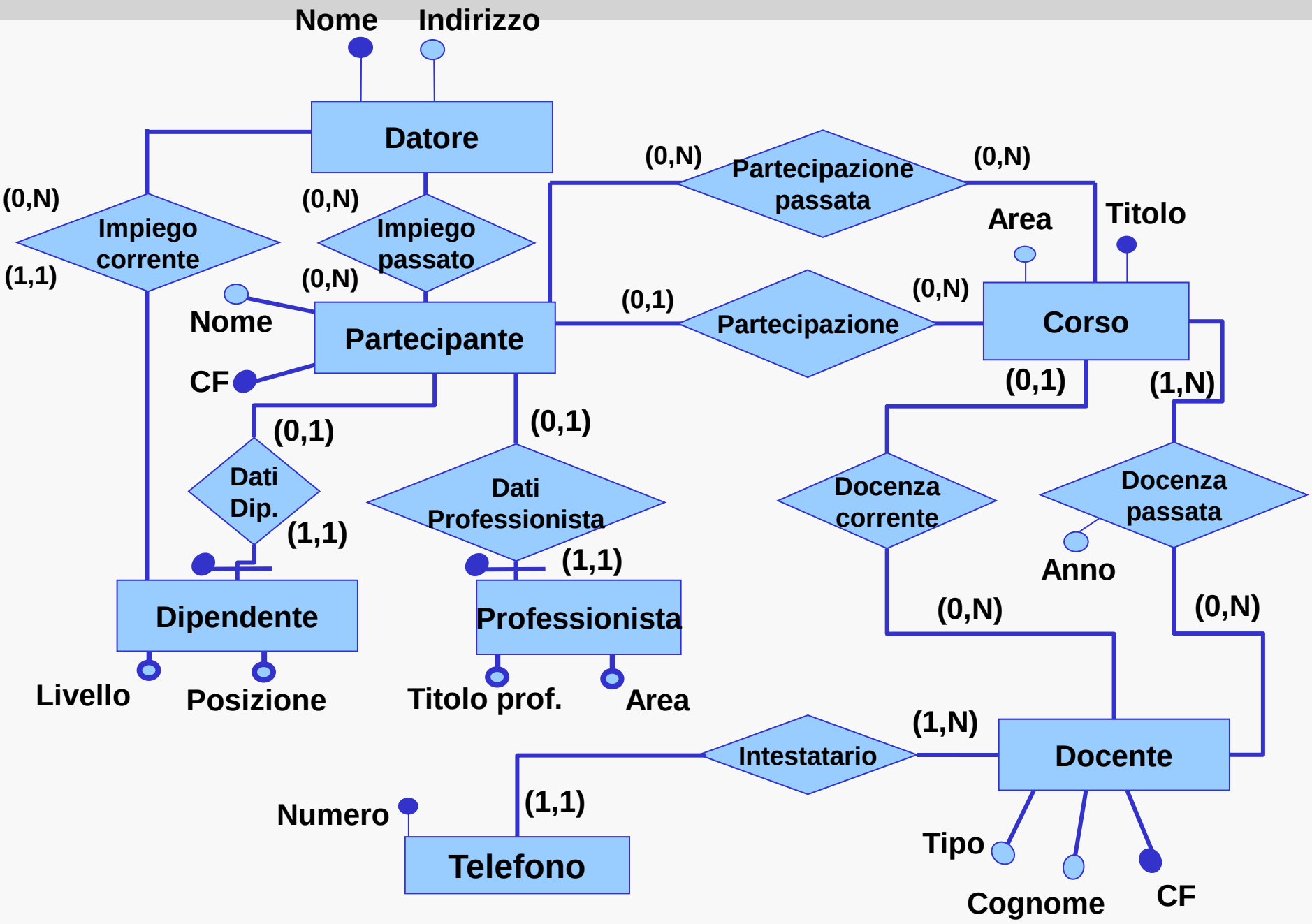
Possibilità di ristrutturazione 3



ESERCIZIO 2
DI PROGETTAZIONE LOGICA


Nome
Indirizzo
Datore
(0,N)
Impiego corrente
(1,1)
(0,N)
Impiego passato
(0,N)
partecipazione passata
(0,N)
Area
Titolo
Nome
(0,N)
Partecipante
(0,1)
Partecipazione
(0,N)
Corso
CF
(0,1)
(1,N)
Dipendente
Professionista
Docenza corrente
Docenza passata
Livello
Posizione
Titolo prof.
Area
Anno
(0,N)
(0,N)
Collaboratore
Docente
Interno
Telefono
(1,N)
Cognome
CF

SOLUZIONE CHE MINIMIZZA I VALORI NULLI


Nome
Indirizzo
Datore
(0,N)
Impiego corrente
(1,1)
(0,N)
Impiego passato
(0,N)
Partecipazione passata
(0,N)
Area
Titolo
Nome
(0,N)
Partecipante
(0,1)
Partecipazione
(0,N)
Corso
CF
(0,1)
(1,N)
(0,1)
Dati Dip.
(1,1)
(0,1)
Dati Professionista
(1,1)
Docenza corrente
Docenza passata
Anno
Dipendente
Professionista
(0,N)
(0,N)
Livello
Posizione
Titolo prof.
Area
(1,N)
Intestatario
Docente
(1,1)
Numero
Telefono
Tipo
Cognome
CF

Schema finale / 1

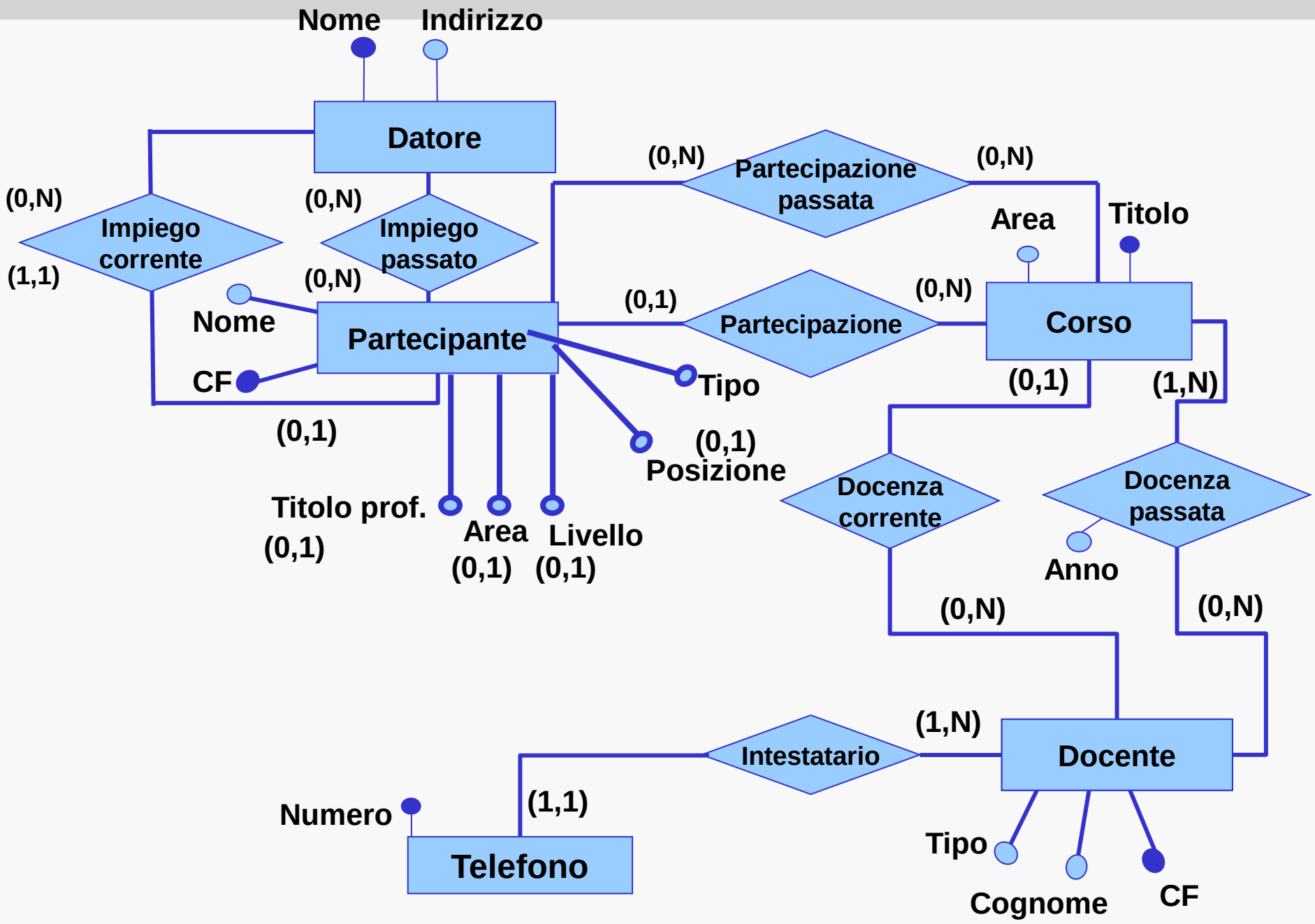
- Partecipante(CF, Nome, Corso-Attuale)
  - Partecipante.Corso-Attuale → Corso.Titolo
- Datore(Nome, Indirizzo)
- Corso(Titolo, Area, CF-Docente-Corrente)
  - Corso.CF-Docente-Corrente → Docente.CF
- Docente(CF, Cognome,Tipo)
  - Docente.Tipo ∈ { Collaboratore, Interno }
- Telefono(Numero, CF-Docente)
  - Telefono.CF-Docente → Docente.CF
- Dipendente(CF, Livello, Posizione, Datore)
  - Dipendente.CF → Partecipante.CF
  - Dipendente.Datore → Datore.Nome
- Professionista(CF,Titolo-Prof, Area)
  - Professionista.CF → Partecipante.CF

Gli attributi contrassegnati in rosso possono avere valori nulli

Schema finale / 2

- ImpiegoPassato(CF-Partecipante,Nome-Datore)
  - ImpiegoPassato.CF-Partecipante → Partecipante.CF
  - ImpiegoPassato.Nome-Datore → Datore.Nome
- PartecipazionePassata(CF-Partecipante,Titolo-Corso)
  - PartecipazionePassata.CF-Partecipante → Partecipante.CF
  - PartecipazionePassata.Titolo-Corso → Corso.Titolo
- DocenzaPassata(CF-Docente,Titolo)
  - DocenzaPassata.CF-Docente → CF.Docente
  - DocenzaPassata.Titolo → Corso.Titolo

SOLUZIONE CHE RIDUCE IL NUMERO DI TABELLE


Nome
Indirizzo
Datore
(0,N)
Impiego corrente
(1,1)
(0,N)
Impiego passato
(0,N)
(0,N)
Partecipazione passata
(0,N)
Area
Titolo
Nome
Partecipante
(0,1)
Partecipazione
(0,N)
Corso
CF
Tipo
(0,1)
(0,1)
(1,N)
(0,1)
Posizione
Titolo prof.
(0,1)
Area
(0,1)
Livello
(0,1)
Docenza corrente
Docenza passata
Anno
(0,N)
(0,N)
(1,N)
Intestatario
Docente
(1,1)
Numero
Telefono
Tipo
Cognome
CF

Schema finale / 1

Tipo {"Dip", "Ref"}

- Partecipante(CF, Nome, Tipo,
  Corso-Attuale, Titolo-Prof, Area, Posizione, Datore)
  - Tipo="Dipendente" ⇔
    Livello IS NOT NULL ∧ Posizione IS NOT NULL
  - Tipo="Professionista" ⇔
    Area IS NOT NULL ∧ Titolo-Prof IS NOT NULL
  - Partecipante.Corso-Attuale → Corso.Titolo
  - Dipendente.Datore → Datore.Nome
- Datore(Nome, Indirizzo)
- Corso(Titolo, Area, CF-Docente-Corrente)
  - Corso.CF-Docente-Corrente → Docente.CF
- Docente(CF, Cognome,Tipo)
  - Docente.Tipo ∈ { Collaboratore, Interno }
- Telefono(Numero, CF-Docente)
  - Telefono.CF-Docente → Docente.CF

Gli attributi contrassegnati in rosso possono avere valori nulli

- I vincoli seguenti possono essere implementati con dei CHECK
  - Tipo="Dipendente" ⇔
    Livello IS NOT NULL ∧ Posizione IS NOT NULL ∧ Area IS NULL ∧ Titolo−Prof IS NULL
  - Tipo="Professionista" ⇔
    Area IS NOT NULL ∧ Titolo−Prof IS NOT NULL ∧ Livello IS NULL ∧ Posizione IS NULL

- In questo caso:

```
CHECK(
(Tipo="Dipendente" AND Livello IS NOT NULL AND Posizione IS
NOT NULL AND Area IS NULL AND Titolo-Prof IS NULL) OR
(Tipo="Professionista" AND Area IS NOT NULL AND Titolo-Prof IS
NOT NULL AND Livello IS NULL AND Posizione IS NULL))
```

Schema finale / 2

- ImpiegoPassato(CF-Partecipante,Nome-Datore)
  - ImpiegoPassato.CF-Partecipante → Partecipante.CF
  - ImpiegoPassato.Nome-Datore → Datore.Nome
- PartecipazionePassata(CF-Partecipante,Titolo-Corso)
  - PartecipazionePassata.CF-Partecipante → Partecipante.CF
  - PartecipazionePassata.Titolo-Corso → Corso.Titolo
- DocenzaPassata(CF-Docente,Titolo)
  - DocenzaPassata.CF-Docente → CF.Docente
  - DocenzaPassata.Titolo → Corso.Titolo

Riferimenti

- Capitolo 8, escluso 8.6