

# Relazione Progetto Basi di Dati

**Autori:** Matteo Bollecchino (7115898)

Niccolò Cappini (7078620)

**Data Consegna:** 26/05/2024

**Anno Accademico:** 2023/2024

## Richiesta

Un ospedale richiede una base di dati per la gestione delle sue strutture e dei suoi reparti, oltre che ai ricoveri presenti e passati e alle visite effettuate per ogni medico. Per ciascun reparto sono indicati i medici generici e specialisti (caratterizzati dalla loro specializzazione medica) che vi afferiscono, tra cui uno specialista in qualità di primario, e i pazienti ricoverati, mantenendo l'informazione sul relativo numero per entrambe le categorie. Il reparto ha inoltre una certa capienza per i pazienti ricoverati che non può essere superata per motivi di legge.

Ogni medico si contraddistingue per un identificativo univoco, interno all'ospedale, ma viene comunque tenuta traccia dei relativi nomi e cognomi, insieme agli anni di lavoro nell'ospedale. Ogni medico mette a disposizione il suo tempo per effettuare visite ai pazienti che ne richiedono: le visite sono contrassegnate dalla data e dall'esito emesso dal medico.

Ogni reparto è collocato in una specifica struttura identificata dal suo nome; ad essa si associa inoltre un indirizzo composto dalla città in cui è collocata, dal CAP relativo alla zona in cui è situata, dalla via e dal numero civico. Ad ogni reparto sono inoltre assegnati dei pazienti, i quali si differenziano l'uno dall'altro tramite il loro codice fiscale ma che sono caratterizzati anche da nome e cognome.

I pazienti vengono ricoverati in un determinato reparto, in una certa data, per uno specifico motivo. Oltretutto, c'è la possibilità che i pazienti possano essere stati ricoverati anche in passato: in tal caso si tiene traccia del motivo del ricovero e delle date di inizio e di fine ricovero.

## Progettazione Concettuale

### Analisi Richiesta

Di seguito si analizza la richiesta evidenziando i termini chiave.

Un ospedale richiede una base di dati per la gestione delle sue **strutture** e dei suoi **reparti**, oltre che ai **ricoveri presenti** e **passati** e alle **visite** effettuate per ogni **medico**.

Per ciascun **reparto** sono indicati i **medici generici** e **specialisti** (caratterizzati dalla loro **specializzazione** medica) che vi **afferiscono**, tra cui uno **specialista** in qualità di **primario**, e i **pazienti** ricoverati, mantenendo l'informazione sul relativo **numero** per entrambe le categorie. Il **reparto** ha inoltre una certa **capienza** per i **pazienti** ricoverati che non può essere superata per motivi di legge.

Ogni **medico** si contraddistingue per un **identificativo** univoco, interno all'ospedale, ma viene comunque tenuta traccia dei relativi **nomi** e **cognomi**, insieme agli **anni di lavoro** nell'ospedale. Ogni **medico** mette a disposizione il suo tempo per effettuare **visite** ai pazienti che ne richiedono: le **visite** sono contrassegnate dalla **data** e dall'**esito** emesso dal **medico**.

Ogni **reparto** è collocato in una specifica **struttura** identificata dal suo **nome**; ad essa si associa inoltre un **indirizzo** composto dalla **città** in cui è collocata, dal **CAP** relativo alla zona in cui è situata, dalla **via** e dal **numero civico**. Ad ogni **reparto** sono inoltre assegnati dei **pazienti**, i quali si differenziano l'uno dall'altro tramite il loro **codice fiscale** ma che sono caratterizzati anche da **nome** e **cognome**.

I **pazienti** vengono ricoverati in un determinato **reparto**, in una certa **data**, per uno specifico **motivo**. Oltretutto, c'è la possibilità che i **pazienti** possano essere stati ricoverati anche in **passato**: in tal caso si tiene traccia del **motivo** del **ricovero** e delle **date** di **inizio** e di **fine ricovero**.

### Glossario dei Termini

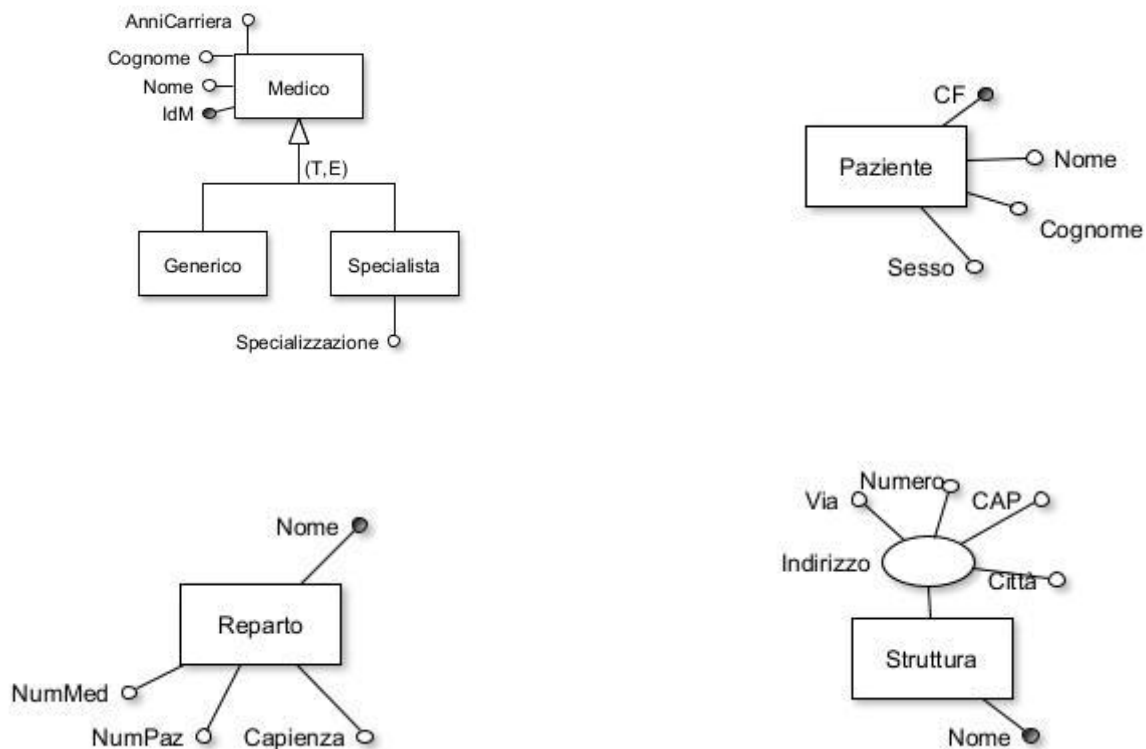
Nome	Descrizione	Termini correlati	Collegamenti
Struttura	Una delle sedi dell'ospedale. Al suo interno sono presenti uno o più reparti.	Nome, Indirizzo (Città, CAP, Numero, Via)	Reparto
Reparto	Area dell'ospedale in cui sono ricoverati pazienti con malattie correlate.	Nome, Capienza, Numero di Pazienti, Numero di Medici	Medico, Specialista, Paziente, Struttura

Ricovero	Ricovero del paziente in un reparto dell'ospedale.	Motivo del Ricovero, Data di Inizio Ricovero	Reparto, Paziente
Ricovero Passato	Ricovero avvenuto nel passato di cui si tiene traccia.	Motivo del Ricovero, Data di Inizio Ricovero, Data di Fine Ricovero	Reparto, Paziente
Medico	Persona che lavora all'interno dell'ospedale. Può essere un medico generico o uno specialista.	Identificativo Univoco, Nome, Cognome, Anni di Carriera	Specialista, Reparto, Paziente
Specialista	Medico che ha seguito un percorso di specializzazione e che può quindi diventare primario di un reparto.	Identificativo Univoco, Nome, Cognome, Anni di Carriera, Specializzazione	Medico, Reparto
Primario	Medico specialista che dirige uno specifico reparto dell'ospedale.		Specialista, Reparto
Paziente	Persona che è stata ricoverata in un reparto o che è stata visitata da un medico.	Codice Fiscale, Nome, Cognome, Sesso	Medico, Reparto
Visita	Esame effettuato da un medico, generico o specialista, su un paziente.	Data della Visita, Esito emesso dal Medico	Medico, Paziente

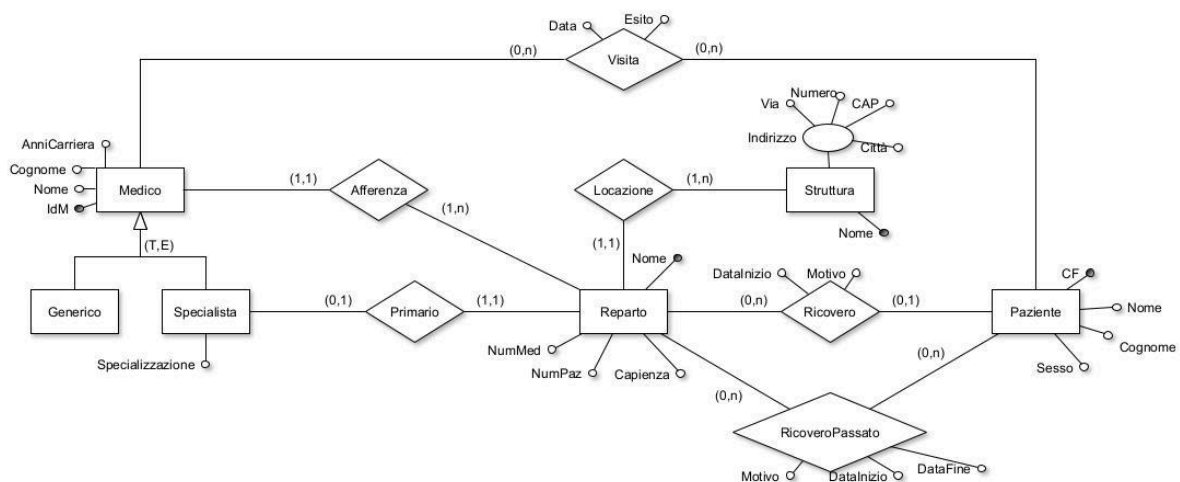
## Costruzione Schema Concettuale

Per la costruzione del modello E-R si è fatto uso di una tecnica mista. La progettazione concettuale è partita dallo sviluppo di quattro concetti fondamentali: medico, paziente, reparto, struttura. Tali elementi sono stati ampliati associando loro degli attributi che ne rappresentassero le caratteristiche principali e per ognuno è stato scelto un identificatore univoco.

Di seguito si mostrano le 4 entità sviluppate partendo dai termini chiave individuati nella richiesta.



Si mostra di seguito il modello E-R iniziale ottenuto dalla interconnessione dei concetti precedentemente illustrati tramite delle relazioni. Anche queste ultime rappresentano dei concetti chiave all'interno della richiesta.



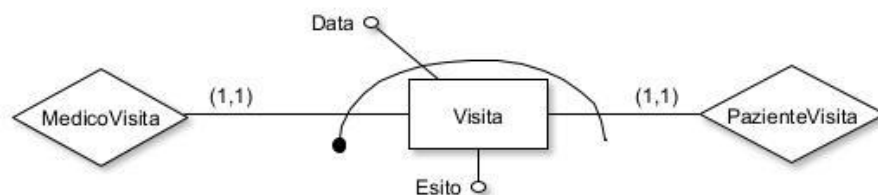
Le relationship che formano lo schema iniziale sono:

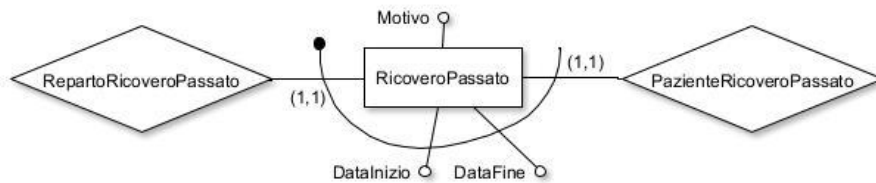
- **Visita**: relazione molti-a-molti in quanto un singolo medico può visitare vari pazienti, così come un paziente può avere visite con più dottori. Le cardinalità minime della relazione sono poste a 0 poiché medici e pazienti possono non aver partecipato a delle visite. Per come è strutturata tale relazione, al

*momento non si ha la possibilità di avere visite distinte che includano lo stesso medico e lo stesso paziente.*

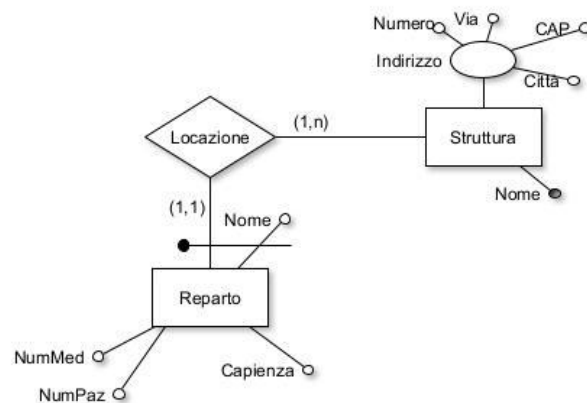
- **Afferenza:** relazione uno-a-molti in quanto un medico può appartenere ad uno ed un solo reparto, mentre ad un reparto possono afferire più medici. Entrambe le cardinalità minime sono poste ad 1 poiché supponiamo che un medico di un ospedale debba obbligatoriamente afferire ad un reparto e che un reparto debba avere almeno un medico assegnato.
- **Primario:** relazione uno-a-uno in quanto un medico specialista può essere primario di uno ed un solo reparto, così come un reparto può essere gestito da un unico primario. Dal lato dello specialista la cardinalità minima è posta a 0 perché quest'ultimo può essere o meno primario di un reparto. Dal lato del reparto invece, la cardinalità minima è 1 perché ogni reparto deve obbligatoriamente avere uno specialista nel ruolo di primario a gestirlo.
- **Ricovero:** relazione uno-a-molti in quanto, nel tempo presente, un paziente può essere ricoverato in un singolo reparto, mentre ad un reparto possono essere assegnati più pazienti. Le cardinalità minime vengono poste a 0 perché un paziente non deve obbligatoriamente essere ricoverato in un reparto e contemporaneamente per un reparto c'è la possibilità, seppur remota, di non avere pazienti assegnati.
- **Ricovero Passato:** relazione molti-a-molti in quanto, in passato, un singolo paziente può essere stato ricoverato in più reparti, così come uno stesso reparto può aver ospitato un gran numero di pazienti. Le cardinalità minime sono poste a 0 per gli stessi motivi spiegati nel caso di "Ricovero". Però, similmente alla relazione "Visita", al momento *non si ha la possibilità di avere più ricoveri passati che includano lo stesso reparto e lo stesso paziente.*

Partendo dal modello E-R sopra mostrato ci si accorge di tre problematiche che lo rendono non del tutto coerente con la realtà. Le prime due sono simili e riguardano le relazioni Visita e Ricovero Passato. La questione è quella sollevata nelle parti evidenziate precedentemente in corsivo e la soluzione consiste in una reificazione delle relazioni ad entità, individuando i relativi identificatori esterni.

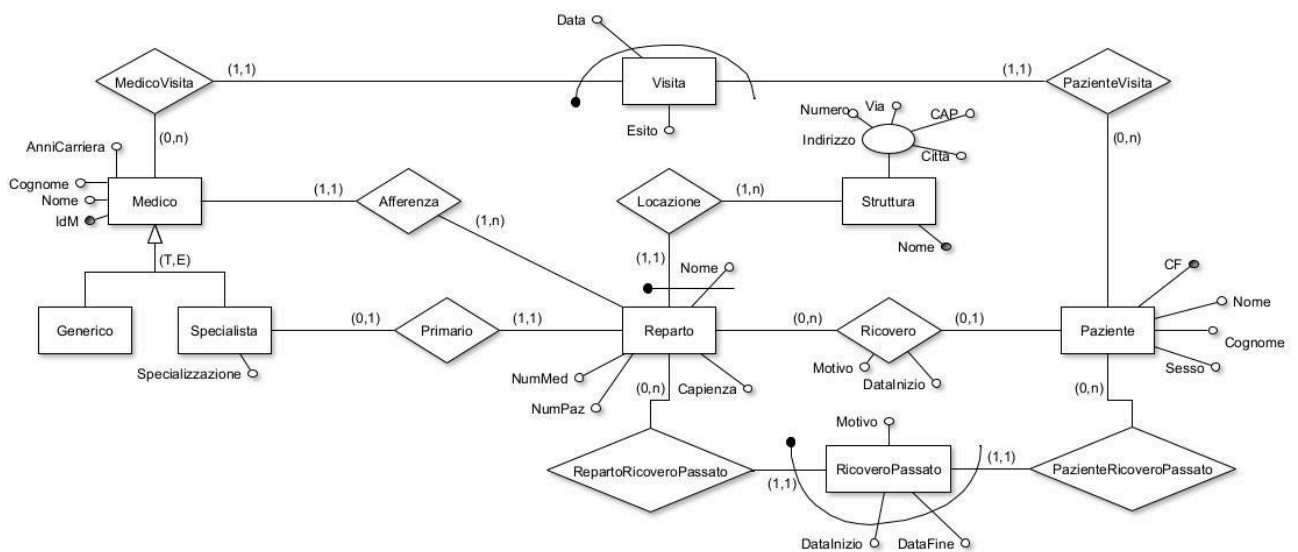




L'ultima incoerenza individuata nello schema iniziale è quella di considerare il reparto come un concetto a sé stante, quando invece questo può esistere solo in dipendenza di una struttura che lo possa contenere. Quindi si è preferito considerare l'entità Reparto come un *part-of* dell'entità Struttura.



Dopo aver apportato le modifiche sopra mostrate, si ottiene il modello E-R finale proposto di seguito.



## Progettazione Logica

### Analisi delle Prestazioni dello Schema Concettuale

#### Tabella dei volumi

Si riporta di seguito la tabella dei volumi riferita all'ambito di interesse:

Concetto	Tipo	Volume
Struttura	E	5
Locazione	R	30 ( <i>1 per reparto</i> )
Reparto	E	30
Ricovero	R	500
Ricovero Passato	E	10000
Paziente	E	7500
Medico	E	1500 ( <i>50 medici per reparto</i> )
Medico generico	E	1200 ( <i>4 medici generici ogni 5 medici</i> )
Specialista	E	300 ( <i>1 specialista ogni 5 medici</i> )
Afferenza	R	1500 ( <i>1 per medico</i> )
Primario	R	30 ( <i>1 per reparto</i> )
Visita	E	25000

Si noti che il numero di ricoveri passati è molto superiore al numero di ricoveri presenti perché i ricoveri di cui si tiene traccia possono essere stati effettuati anche in anni precedenti. Allo stesso modo, il numero di visite è molto alto perché un medico può aver fatto molte visite con ciascuno dei suoi pazienti.

#### Insieme delle operazioni

Di seguito vengono riportate le operazioni più frequenti che possono avere costi diversi in base alla presenza o assenza di ridondanze all'interno dello schema E-R:

- Operazione 1: inserimento di un nuovo Specialista che comporta l'aggiunta di un'occorrenza alla relazione Afferenza, e potenzialmente l'aggiunta di un'altra alla relazione Primario (circa 2 volte all'anno).
- Operazione 2: ricerca per una specifica struttura delle sue informazioni, inclusi il numero di reparti ospitati, il numero di pazienti attualmente ricoverati e il numero di medici che ci lavorano (circa 60 volte all'anno, cioè una al mese per ogni struttura).

Si propongono di seguito le problematiche riscontrate relative alle operazioni descritte.

Relativamente all'operazione 1 si possono avere costi diversi in base alla scelta di mantenere la relazione Primario o accorparla nella relazione Afferenza, di cui è sottoinsieme per definizione. Inoltre l'inserimento di un medico implica l'incremento dell'attributo "NumMed" del Reparto a cui è stato assegnato.

Invece, l'operazione 2 può avere costi diversi in base alla scelta di mantenere o rimuovere gli attributi relativi al numero di pazienti e di medici dell'entità Reparto: entrambi gli attributi rappresentano una ridondanza all'interno dello schema, ma prima di rimuoverli è necessario calcolare il costo di tale scelta.

### **Tabelle degli accessi**

Di seguito vengono riportate le tabelle degli accessi relative a ciascuna operazione.

*Operazione 1 (con ridondanza, considerando il caso pessimo):*

<b>Concetto</b>	<b>Costrutto</b>	<b>Accessi</b>	<b>Tipo</b>
Specialista	E	1	Scrittura
Afferenza	R	1	Scrittura
Primario	R	1	Scrittura
Reparto	E	1	Lettura/Scrittura

*Operazione 1 (senza ridondanza, considerando il caso pessimo):*

<b>Concetto</b>	<b>Costrutto</b>	<b>Accessi</b>	<b>Tipo</b>
Specialista	E	1	Scrittura
Afferenza	R	1	Scrittura



Reparto	E	1	Lettura/Scrittura
---------	---	---	-------------------

*Operazione 2 (con ridondanza, considerando il caso medio):*

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Struttura	E	1	Lettura
Locazione	R	6	Lettura
Reparto	E	6	Lettura

*Operazione 2 (senza ridondanza, considerando il caso medio):*

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Struttura	E	1	Lettura
Locazione	R	6	Lettura
Reparto	E	6	Lettura
Afferenza	R	300	Lettura
Ricovero	R	100	Lettura

Si assume che l'operazione di lettura abbia costo fisso pari a L, e che l'operazione di scrittura, S, equivalga in costo a 2 letture ( $1S = 2L$ ).

Operazione 1:

- con ridondanza:  $8S + 2L = 18L$
- senza ridondanza:  $6S + 2L = 14L$

Assumendo che ciascuna occorrenza di Primario occupi 8 byte (4 per Medico e 4 per Reparto), con la ridondanza avremo  $8 \cdot 30 = 240$  byte di spazio occupato; mentre senza la ridondanza avremo l'aggiunta di un attributo in Afferenza (1 byte rappresentante l'essere primario o meno di un medico), con costo finale di  $1 \cdot 1500 = 1500$  byte occupati.

In conclusione, si sceglie di mantenere la ridondanza perché, a discapito di un leggero incremento del costo dell'operazione, si ha un guadagno notevole in termini di spazio occupato in memoria.

Operazione 2:

- con ridondanza:  $60L + 360L + 360L = 780L$
- senza ridondanza:  $60L + 360L + 360L + 18000L + 6000L = 24780L$

Assumendo che gli attributi “NumMed” e “NumPaz” occupino 4 byte ciascuno, con la ridondanza avremo  $8 \cdot 30 = 240$  byte di spazio occupato; invece, senza la ridondanza non avremo spreco di memoria.

In conclusione, si sceglie di mantenere la ridondanza perché, a discapito di un leggero incremento dell’occupazione di memoria, si ha un guadagno considerevole in termini di costo delle operazioni.

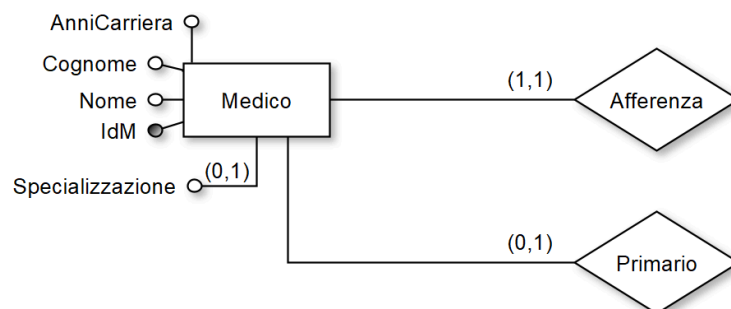
## Ristrutturazione Modello E-R

### Eliminazione delle ridondanze

Dall’analisi delle ridondanze effettuata in precedenza si evince che non conviene eliminare nessuna delle ridondanze presenti nello schema per non avere cali nelle prestazioni, né dal punto di vista delle operazioni né da quello della memoria.

### Eliminazione delle generalizzazioni

Nello schema E-R è presente una sola generalizzazione che coinvolge le entità Medico, Generico e Specialista. Dato che l’entità Generico non ha attributi aggiuntivi rispetto a Medico e l’entità Specialista presenta un solo attributo aggiuntivo, oltre alla partecipazione alla relazione Primario, si preferisce accorpate le entità figlie nel genitore, ottenendo il seguente risultato:

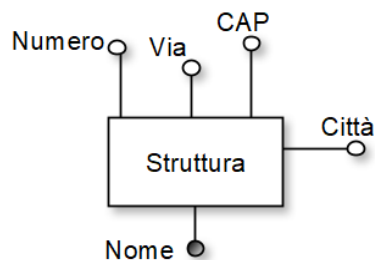


Si noti come l’attributo Specializzazione guadagnato dall’entità Medico ha cardinalità minima nulla, a indicare il fatto che non tutte le occorrenze dell’entità sono necessariamente medici specialisti. Allo stesso modo, l’entità Medico partecipa alla relazione Primario con cardinalità minima nulla.

## Rimozione degli attributi composti

In questo caso è presente un solo attributo composto, Indirizzo, appartenente all'entità Struttura. Per poter passare al modello relazionale tale attributo deve essere scorporato nelle sue componenti che devono essere utilizzate come attributi di Struttura oppure si deve reificare l'attributo a entità.

Come soluzione si preferisce non introdurre una nuova entità Indirizzo all'interno dello schema. Perciò si assegnano gli attributi di cui è composto Indirizzo all'entità Struttura, ottenendo il seguente risultato:

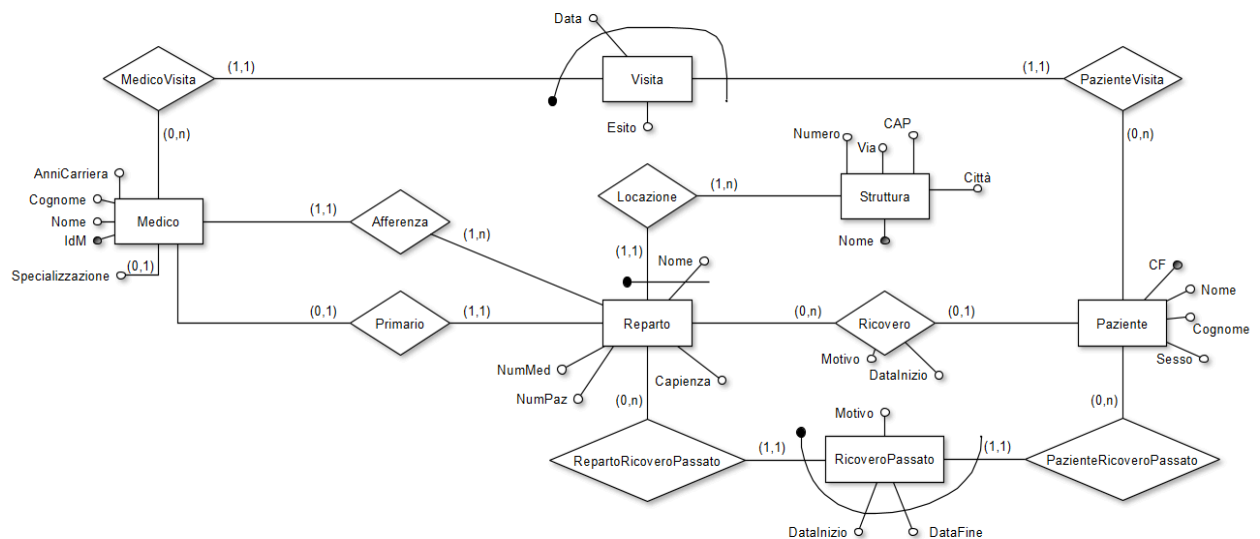


## Scelta degli identificatori principali

Dato che non si sono riscontrate criticità relative agli identificatori individuati nella fase di progettazione concettuale, risulta naturale la loro adozione come identificatori principali nella fase di progettazione logica.

## Risultato finale della ristrutturazione

Di seguito si riporta lo schema E-R ristrutturato:



## Traduzione verso il Modello Relazionale

In seguito alla ristrutturazione dello schema E-R realizzata nei passi precedenti, è possibile, seguendo passaggi meccanici, la traduzione dello schema precedente nel seguente risultato:

**Struttura**(Nome, Città, CAP, Via, Numero)

**Reparto**(Nome, Struttura, NumMed, NumPaz, Capienza, Primario)

Reparto.Struttura → Struttura.Nome

Reparto.Primario → Medico.IdM

**Paziente**(CF, Nome, Cognome, Sesso)

**Ricovero**(Paziente, NomeReparto, StrutturaReparto, DataInizio, Motivo)

Ricovero.Paziente → Paziente.CF

Ricovero.NomeReparto, Ricovero.StrutturaReparto →  
Reparto.Nome, Reparto.Struttura

**RicoveroPassato**(Paziente, NomeReparto, StrutturaReparto, DataInizio, DataFine, Motivo)

RicoveroPassato.Paziente → Paziente.CF

RicoveroPassato.NomeReparto, RicoveroPassato.StrutturaReparto →  
Reparto.Nome, Reparto.Struttura

**Medico**(IdM, Nome, Cognome, AnniCarriera, Specializzazione\*, NomeReparto, StrutturaReparto)

Medico.NomeReparto, Medico.StrutturaReparto →  
Reparto.Nome, Reparto.Struttura

**Visita**(Medico, Paziente, Data, Esito)

Visita.Medico → Medico.IdM

Visita.Paziente → Paziente.CF

Con il simbolo \* si contrassegnano gli attributi che possono assumere valore nullo.

# Implementazione MySQL

## Creazione e Popolamento Tabelle

Nel processo di creazione delle tabelle è stata riscontrata un'unica criticità. Infatti, per la tabella Reparto sarebbe risultato necessario aver già generato la tabella Medico affinché venisse rispettato il vincolo d'integrità referenziale *Reparto.Primario* → *Medico.IdM*; ma il ragionamento inverso deve essere applicato anche alla tabella Medico per il suo unico vincolo.

Quindi il problema è stato risolto creando inizialmente la tabella Reparto senza specificare il vincolo d'integrità sopra citato, e solo successivamente alla lecita generazione della tabella Medico aggiungerlo alla tabella Reparto tramite un comando *ALTER TABLE*.

Nel processo di popolamento delle tabelle vengono usate 2 modalità: inserimento diretto e caricamento da file di testo. Nel caso della tabella Reparto inizialmente tutti i campi Primario sono stati settati a NULL a causa di una interdipendenza con la tabella Medico. Infatti, è solo successivamente al popolamento di quest'ultima che si è proceduto al cambiamento del relativo campo.

## Trigger

I trigger realizzati hanno lo scopo di generare un errore in caso fossero rilevate delle inconsistenze tra i dati che si vogliono inserire/modificare all'interno di una tabella e ciò che quest'ultima dovrà effettivamente contenere per essere valida.

I dati che vengono inseriti nello script sono stati ideati di modo che rispettassero già i vincoli imposti dai trigger. Proprio questi infatti sono stati creati per mantenere valida la base di dati in caso di sviluppi futuri.

I trigger creati eseguono i seguenti controlli:

- Controllare nella tabella Ricovero, nel caso di inserimenti per il reparto di Ostetricia, che il paziente abbia sesso femminile;
- Controllare nella tabella RicoveroPassato, nel caso di inserimenti per il reparto di Ostetricia, che il paziente abbia sesso femminile;
- Controllare, prima di inserire in RicoveroPassato, che DataInizio sia antecedente a DataFine;
- Controllare, per cambiamenti successivi nella tabella Reparto, che il nuovo primario sia un medico con specializzazione, che non sia già primario di un altro reparto e che afferisca a quel reparto;
- Controllare, prima di fare un inserimento in Reparto, che il numero di pazienti ospitati sia minore (o uguale) della capienza massima.

I trigger per generare un errore usufruiscono del SQL VALUE '45000' per indicare l'insorgenza di un'eccezione.

Si fornisce di seguito un esempio di inserimento che porta il trigger RicoveroOstetricia a generare un errore a causa di un inserimento nel reparto di 'Ostetricia' di un paziente di sesso maschile.

```
INSERT INTO Ricovero (Paziente, NomeReparto, StrutturaReparto, DataInizio, Motivo)
VALUES
('VRDCPP85C01F205R', 'Ostetricia', 'Dipartimento Materno-infantile', '2024-08-01',
'Assistenza');
```

Si fornisce di seguito un esempio di inserimento che porta il trigger RicoveroPassatoOstetricia a generare un errore a causa di un inserimento nel reparto di 'Ostetricia' di un paziente di sesso maschile.

```
INSERT INTO RicoveroPassato (Paziente, NomeReparto, StrutturaReparto, DataInizio,
DataFine, Motivo) VALUES
('RSSLMR90M01H501H', 'Ostetricia', 'Dipartimento Materno-infantile', '2023-11-11',
'2023-11-20', 'Consultazione');
```

Si fornisce di seguito un esempio di inserimento che porta il trigger RicoveroPassatoControlloDate a generare un errore.

```
INSERT INTO RicoveroPassato (Paziente, NomeReparto, StrutturaReparto, DataInizio,
DataFine, Motivo) VALUES
('RSSLMR90M01H501H', 'Oncologia', 'Dipartimento Oncologico e di chirurgia', '2024-11-20',
'2023-01-11', 'Consultazione');
```

Si fornisce di seguito un esempio di modifica che porta il trigger ControlloNuovoPrimarioReparto a generare un errore.

- Caso in cui il nuovo primario è un medico senza specializzazione:

```
UPDATE Reparto SET Primario = 2 WHERE Nome = 'Chirurgia Generale' AND
Struttura = 'Dipartimento Oncologico e di chirurgia';
```

- Caso in cui il medico è già primario di un altro reparto:

```
UPDATE Reparto SET Primario = 1 WHERE Nome = 'Neurologia' AND Struttura =
'Dipartimento Neuromuscoloscheletrico';
```

- Caso in cui il nuovo primario non afferisce al reparto che deve dirigere:

*UPDATE Reparto SET Primario = 1 where nome='Oncologia' AND struttura  
='Dipartimento Oncologico e di chirurgia';*

Si fornisce di seguito un esempio di inserimento che porta il trigger  
RepartoControlloNumPaz a generare un errore.

*INSERT INTO Reparto (Nome, Struttura, NumMed, NumPaz, Capienza, Primario) VALUES  
('Cardiologia', 'Dipartimento Oncologico e di chirurgia', 8, 70, 60, NULL);*

## Interrogazioni

Sono state realizzate 5 interrogazioni, con l'obiettivo di mostrare informazioni  
interessanti in relazione alla natura della base di dati. Le query realizzate sono le  
seguenti:

- Trovare informazioni relative a tutti i primari;
- Trovare i pazienti che hanno effettuato più ricoveri in passato;
- Trovare i medici che hanno fatto più visite;
- Trovare i pazienti che hanno effettuato più visite;
- Trovare i pazienti che hanno una visita fissata ma non sono ricoverati in alcun reparto.

A seconda dell'interrogazione gli attributi risultanti possono variare (es: nome e  
cognome del paziente, CF del paziente, ecc.)

## Procedure e Funzioni

Nello script sono presenti le seguenti 4 procedure e 3 funzioni:

- Una procedura, che dato un CF, stampa tutte e sole le informazioni relative a quel paziente;
- Una funzione, che dato l'ID di un medico in input, calcola e restituisce per quanti pazienti ha fatto delle visite;
- Una funzione, che dato il CF di un paziente in input, ne calcola e restituisce il numero di ricoveri, presente e passati;
- Una procedura per trovare tutti i pazienti ricoverati ad oggi in una struttura;
- Una funzione, che dati in input il CF di un paziente, ne calcola il numero totale di giorni in cui è stato ricoverato;
- Una procedura, che dato il CF di un paziente, ne calcola la durata media dei suoi ricoveri passati;

- Una procedura che per un paziente, dato il suo CF, elenca le sue visite con esito negativo.

## **Viste**

Le viste create hanno lo scopo di incrementare la leggibilità delle relative interrogazioni.