

Progetto di Basi di Dati e Sistemi Informativi

Anno Accademico 2025/2026



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Autori:

Edoardo Stefanacci (7160537)
Silvio Santoriello (7158636)

Dicembre 2025

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Progettazione Concettuale | 2 |
| 1.1 | Analisi dei requisiti e raggruppamento in insiemi omogenei | 2 |
| 1.2 | Raffinazione dei concetti, costruzione dello schema concettuale | 4 |
| 1.3 | Entità coinvolte | 7 |
| 1.4 | Relazioni e regole di vincolo | 7 |
| 2 | Progettazione Logica | 10 |
| 2.1 | Analisi delle prestazioni | 10 |
| 2.1.1 | Tavola dei volumi | 10 |
| 2.1.2 | Descrizione del carico applicativo | 10 |
| 2.1.3 | Analisi delle ridondanze | 10 |
| 2.2 | Ristrutturazione dello schema E-R | 12 |
| 2.2.1 | Eliminazione delle generalizzazioni | 12 |
| 2.2.2 | Partizionamento ed eliminazione attributi multivalore | 12 |
| 2.2.3 | Scelta degli identificatori primari | 12 |

1 Progettazione Concettuale

1.1 Analisi dei requisiti e raggruppamento in insiemi omogenei

| Specifiche |
|--|
| <p>Il Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco ha richiesto la progettazione di una base di dati relativa alla gestione operativa e amministrativa delle varie caserme dislocate nelle varie province e città italiane. Si vuole che ogni caserma sia identificata da un <i>codice numerico univoco</i> e siano specificati il suo <i>indirizzo</i> e un <i>numero telefonico</i> tramite il quale essa è raggiungibile. In primo luogo si rende necessario rappresentare i dipendenti rilevanti per il contesto: vigili, centralinisti e personale amministrativo. Per ognuno di essi, si desidera memorizzare <i>nome</i>, <i>cognome</i>, <i>stipendio</i> percepito e <i>caserma di riferimento</i>. Per quanto concerne i vigili, ognuno di essi possiederà uno specifico <i>grado</i>; i centralinisti, oltre ai dati comuni, devono avere registrati <i>l'anno di assunzione</i> e <i>l'orario del turno lavorativo</i>, in quanto considerati lavoratori part-time. Il loro compito primario è <u>ricevere</u> le chiamate di emergenza. Ogni chiamata è identificata in modo univoco da un <i>codice</i> e deve includere <i>orario di inizio e fine</i>, il <i>numero telefonico del chiamante</i> e la <i>descrizione</i> sintetica dell'emergenza. Ogni chiamata può risolversi in due modi differenti: <u>generare</u> un singolo intervento o meno, che sarà <i>assegnato</i> ad almeno una squadra. Di ogni intervento si vuole tener traccia del suo <i>tipo</i> e della sua <i>priorità</i> nonché dell'<i>orario di inizio</i> (a partire dalla fine della chiamata) e di <i>fine</i>, con eventuale <i>esito</i> dell'operazione. A supporto dell'operazione, possono essere <u>impiegati</u>, se a norma (revisionati entro 1 anno) uno o più mezzi, descritti per <i>classe</i> (ad esempio: terrestre, aereo e marino), <i>modello</i>, <i>anno di fabbricazione</i> e <i>data dell'ultima manutenzione</i> effettuata. Queste ultime, <u>richieste</u> in una certa <i>data</i> dal personale amministrativo (che si caratterizza per <i>livello funzionale</i>, <i>ruolo</i> e può avere o meno l'<i>abilitazione alla firma</i> necessaria per la richiesta di manutenzioni) e <u>realizzate</u> da officine convenzionate in una determinata <i>data</i>, riguardano uno specifico mezzo, possono essere richieste in via <i>ordinaria</i> (dopo un certo tempo dall'ultima revisione) o <i>straordinaria</i> (in caso di guasti) e comportano una determinata <i>spesa</i>. Ci interessa anche avere una breve <i>descrizione</i> dell'intervento. Ogni vigile può <u>entrare</u> a far parte di una squadra (gruppo di almeno 3 vigili), la quale <u>afferisce</u> ad un particolare amministrativo che la supervisiona. Essa inoltre è caratterizzata da un <i>codice</i> che la identifica, una <i>denominazione operativa</i>, <i>l'area di competenza</i> e la <i>data di costituzione del gruppo</i>, per determinarne l'anzianità.</p> |

Dopo aver letto il testo comprensivo delle richieste e aver **evidenziato** le varie entità coinvolte, sottolineato le relazioni che le coinvolgono e *osservato gli attributi che possiedono*, procediamo con una prima strutturazione dei requisiti in gruppi di frasi omogenee, per rendere la progettazione più semplice:

| Frasi di carattere generale |
|--|
| Il Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco ha richiesto la progettazione di una base di dati relativa alla gestione operativa e amministrativa delle varie caserme dislocate nelle varie province e città italiane. |

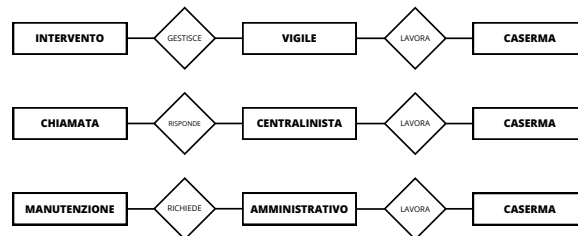
| Frasi relative alla caserma |
|---|
| Si vuole che ogni caserma sia identificata da un codice numerico univoco e siano specificati il suo indirizzo e un numero telefonico tramite il quale essa è raggiungibile. |

| |
|--|
| Frase relative ai dipendenti |
| In primo luogo si rende necessario rappresentare i dipendenti rilevanti per il contesto: vigili, centralinisti e personale amministrativo. Per ognuno di essi, si desidera memorizzare nome, cognome, stipendio percepito e caserma di riferimento. |
| Frase relative ai vigili |
| Per quanto concerne i vigili, ognuno di essi possiederà uno specifico grado. Ogni vigile può entrare a far parte di una squadra. |
| Frase relative ai centralinisti |
| I centralinisti, oltre ai dati comuni, devono avere registrati l'anno di assunzione e l'orario del turno lavorativo, in quanto considerati lavoratori part-time. Il loro compito primario è ricevere le chiamate di emergenza. |
| Frase relative alle chiamate |
| Ogni chiamata è identificata in modo univoco da un codice e deve includere orario di inizio e fine, il numero telefonico del chiamante e la descrizione sintetica dell'emergenza. Ogni chiamata può risolversi in due modi differenti: generare un singolo intervento o meno. |
| Frase relative agli interventi |
| L'intervento sarà assegnato ad almeno una squadra. Di ogni intervento si vuole tener traccia del suo tipo e della sua priorità nonché dell'orario di inizio (a partire dalla fine della chiamata) e di fine, con eventuale esito dell'operazione. Ci interessa anche avere una breve descrizione dell'intervento. A supporto dell'operazione, possono essere impiegati, se a norma (revisionati entro 1 anno) uno o più mezzi. |
| Frase relative ai mezzi |
| I mezzi sono descritti per classe (ad esempio: terrestre, aereo e marino), modello, anno di fabbricazione e data dell'ultima manutenzione effettuata. |
| Frase relative alla manutenzione, alle officine e all'amministrativo |
| Le manutenzioni sono richieste in una certa data dal personale amministrativo (che si caratterizza per livello funzionale, ruolo e può avere o meno l'abilitazione alla firma necessaria per la richiesta di manutenzioni). Le manutenzioni sono realizzate da officine convenzionate in una determinata data. Le manutenzioni riguardano uno specifico mezzo, possono essere richieste in via ordinaria (dopo un certo tempo dall'ultima revisione) o straordinaria (in caso di guasti) e comportano una determinata spesa. |
| Frase relative alla squadra |
| Ogni vigile può entrare a far parte di una squadra (gruppo di almeno 3 vigili). La squadra affinisce ad un particolare amministrativo che la supervisiona. Essa inoltre è caratterizzata da un codice che la identifica, una denominazione operativa, l'area di competenza e la data di costituzione del gruppo, per determinarne l'anzianità. |

1.2 Raffinazione dei concetti, costruzione dello schema concettuale

Iniziamo con la progettazione concettuale dei vari dati, seguendo un approccio *top-down* e partendo da semplici pattern, aggiungendo mano mano quanto necessario...

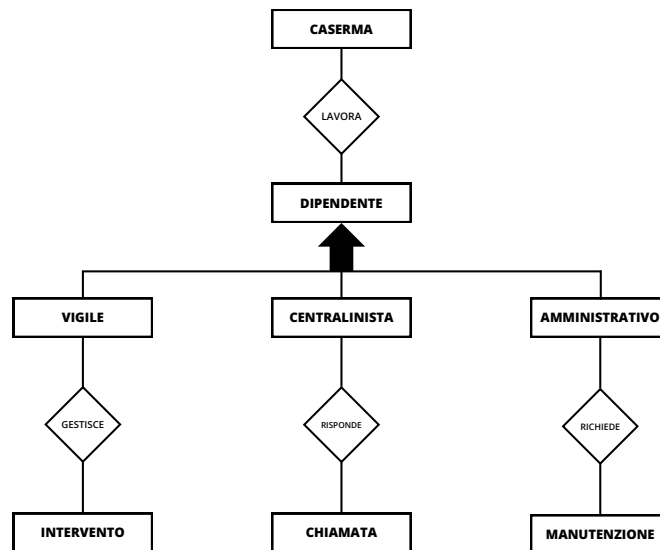
In primo luogo siamo partiti da 3 differenti micro-schemi di questo tipo:



Schemi 1, 2, 3

in cui abbiamo preso in considerazione un sottoinsieme delle varie entità individuando le relazioni fondamentali che le legano. In particolare si noti come la base dovrebbe occuparsi della gestione di 3 ambiti diversi: gestione chiamate, interventi e richiesta di manutenzione.

Osserviamo come i **vigili**, i **centralinisti** e il **personale amministrativo** possano essere accorpati all'interno della generalizzazione (dalle specifiche totale e sovrapposta) **Dipendente** che riunisce le caratteristiche (attributi) comuni, come il *nome*, il *cognome*, lo *stipendio* percepito e la **caserma** in cui lavorano. Risulta il seguente:



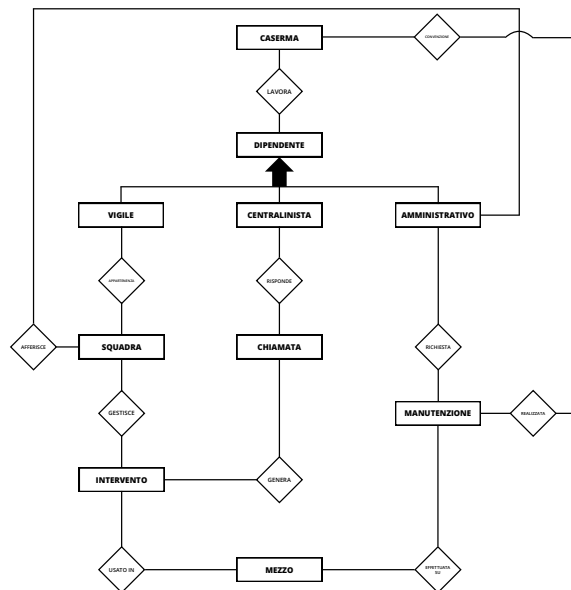
Schema 4

A questo punto ci concentriamo sulla parte relativa a tutti gli aspetti di un intervento, notando in primo luogo come una chiamata possa generare o meno un intervento (relazione che quindi lega queste entità) e come quest'ultimo venga gestito da una squadra, ossia da un insieme di vigili che modelliamo come entità ulteriore.

Infine, la parte amministrativa. Il personale amministrativo come già detto ha due ruoli:

- *Richiede* le manutenzioni che verranno *effettuate* da un'**officina** (che le realizza) su dei **mezzi** (modellati come entità), *impiegati* nell'ambito degli interventi
- È responsabile della squadra, a cui essa *afferisce*

A seguito di integrazione e della naturale modellazione di queste ultime tre relazioni e dell'aggiunta dell'entità **officina** che effettua la manutenzione (nonché convenzionata con la caserma) otteniamo il seguente:



Schema 5

Una volta terminato lo scheletro di base, aggiungiamo gli attributi alle varie entità, già e determiniamo le cardinalità delle partecipazioni. Lo schema risultante è il seguente:

Alcune osservazioni da fare:

- Abbiamo preferito aggiungere un *CodDip* in quanto abbiamo bisogno di un modo per identificare univocamente un dipendente e le specifiche non fornivano alcuna richiesta esplicita.
- Abbiamo preferito aggiungere alcuni attributi relativi all'officina in quanto di potenziale interesse (*IndOff*, *TelOff*, *NomeOff*)
- Sebbene in prima battuta ci sembrasse ragionevole un'identificazione esterna della manutenzione tramite il mezzo, essa risulterebbe problematica nella gestione dello storico delle manutenzioni.

Aggiungiamo quindi un attributo *CodManut* per facilitare il tutto.

1.3 Entità coinvolte

Passiamo ora in rassegna quelle che sono le entità coinvolte, già **evidenziate** nelle specifiche.

| Entità | Descrizione | Attributi |
|---------------------------------|---|--|
| Caserma | Struttura operativa dei vigili del fuoco dislocata sul territorio | CodCaserma , IndCaserma, NumTelCaserma |
| Dipendente | Generalizzazione del personale che lavora nella caserma | CodDip , NomeDip, CognomeDip, Stipendio |
| Vigile | Personale operativo che interviene nelle emergenze | GradoVigile, RepartoVigile |
| Centralinista | Personale che riceve le chiamate di emergenza | AnnoAssunzione, OrarioTurno |
| Personale Amministrativo | Personale che gestisce gli aspetti burocratici e amministrativi, come supervisione di interventi e ordine di revisioni su mezzi | MansioneAmm, LivFunzionale, AbilitFirma |
| Chiamata | Potenziata richiesta di intervento ricevuta dalla centrale operativa | CodChiam , OraInizioChiam, OraFineChiam, NumChiamante, DescrChiamata |
| Intervento | Operazione di soccorso effettuata a seguito di una chiamata valida | CodIntervento , TipoInt, PrioritàInt, OraInizioInt, OraFineInt, EsitoInt |
| Squadra | Gruppo di vigili che opera congiuntamente negli interventi | CodSquad , DenomOper, AreaComp, DataCostit |
| Mezzo | Veicolo o attrezzatura utilizzata negli interventi | CodMezzo , Classe, Modello, AnnoFabb, DataUltimaManut |
| Manutenzione | Attività di controllo e riparazione effettuata sui mezzi | CodManut , DataRichiestaManut, DataSvolg, TipoManut (ordinaria/straordinaria), SpesaManut, DescrManut |
| Officina | Struttura convenzionata che effettua le manutenzioni | NomeOff , IndOff, TelOff |

In **grassetto** abbiamo riportato gli attributi identificanti le varie entità, mentre l'unica identificazione esterna come già detto è stata rimossa.

1.4 Relazioni e regole di vincolo

Di seguito riportiamo le associazioni individuate tra le entità, con le relative cardinalità derivate dall'analisi delle specifiche e i vari vincoli di integrità individuati.

| Relazione | Entità e Cardinalità | Descrizione breve |
|----------------------|--|---|
| APPARTENENZA | Vigile (1,1) Squadra (3,N) | Un vigile appartiene ad una singola squadra, una squadra deve essere fatta da almeno 3 vigili |
| ASSEGNATO A | Squadra (1,1) Intervento (1,N) | Una squadra può essere assegnata a solo un intervento, ma un intervento può essere assegnato a più squadre |
| IMPIEGATO IN | Intervento (1,N) Mezzo (1,1) | In un intervento possono essere impiegati più mezzi, mentre un mezzo sarà sicuramente impiegato in un intervento |
| EFFETTUATA SU | Manutenzione (1,1) Mezzo (1,1) | La manutenzione riguarda un singolo mezzo e sul mezzo viene effettuata una singola manutenzione |
| REALIZZATE DA | Manutenzione (1,1) Officina (0,N) | Una manutenzione è realizzata da una sola officina, un'officina può effettuare più manutenzioni o nessuna |
| RICHIEDE | Manutenzione (1,1) Amministrativo (0,N) | Un amministrativo può eventualmente (se autorizzato) richiedere una o più manutenzioni. Una manutenzione può essere richiesta da un solo amministrativo |
| AFFERENZA | Squadra (1,1) Amministrativo (0,N) | Una squadra deve per forza avere un solo amministrativo che ne è responsabile. Un amministrativo può gestire anche più squadre |
| RICEVE | Centralinista (0,N) Chiamata (1,1) | Ogni chiamata è ricevuta da uno e un solo centralinista, un centralinista può ricevere zero o molte chiamate |
| GENERA | Chiamata (0,1) Intervento (1,1) | Una chiamata può eventualmente generare un intervento. Un intervento è necessariamente generato da una singola chiamata |
| LAVORARE | Dipendenti (1,1) Caserma (1,N) | In una caserma lavora almeno 1 dipendente, un dipendente lavora in una sola caserma. |
| CONVENZIONATA | Caserma (1,N) Officina (1,N) | Una caserma è convenzionata con almeno 1 officina, un officina è convenzionata con almeno una caserma |

Durante la fase di progettazione sono stati individuati dei vincoli non esprimibili direttamente tramite il diagramma E-R. Tali vincoli, che dovranno essere garantiti probabilmente tramite trigger sono riportati nella seguente tabella:

| ID | Descrizione del Vincolo |
|----|--|
| V1 | L'orario di fine (chiamata o intervento) deve essere sempre successivo all'orario di inizio. Inoltre, <i>OraInizioInt</i> deve essere successiva all' <i>OraFineChiam</i> della chiamata che lo ha generato. |
| V2 | La <i>DataSvolg</i> di una manutenzione deve essere uguale o successiva alla <i>DataRichiestaManut</i> . |
| V3 | Le date di nascita, assunzione, costituzione squadra, fabbricazione mezzo e ultima manutenzione non possono essere successive alla data corrente. |
| V4 | Gli importi monetari (stipendi, <i>SpesaManut</i>) e le priorità degli interventi devono assumere valori positivi e coerenti con il dominio (es. priorità 1-5). |

| ID | Descrizione del Vincolo (continua) |
|----|--|
| V5 | Una squadra deve essere composta da almeno 3 vigili attivi (vincolo di cardinalità minima complesso). |
| V6 | Un mezzo non può essere impiegato contemporaneamente in due interventi che si sovrappongono temporalmente. |
| V7 | Solo il personale amministrativo con l'attributo <i>AbilitFirma</i> impostato a <i>true</i> può effettuare richieste di manutenzione. |
| V8 | Un mezzo può essere impiegato in un intervento solo se risulta "a norma", ovvero se la <i>DataUltimaManut</i> non è antecedente di oltre un anno rispetto alla data dell'intervento. |

2 Progettazione Logica

In questa fase si effettua la riorganizzazione dello schema concettuale per derivare il modello logico. Si procede analizzando le prestazioni per valutare l'opportunità di introdurre o mantenere ridondanze, per poi passare alla ristrutturazione dello schema e alla traduzione finale verso il modello relazionale.

2.1 Analisi delle prestazioni

L'analisi delle prestazioni ha l'obiettivo di verificare se lo schema concettuale è in grado di supportare il carico applicativo previsto in modo efficiente. Questo studio si basa sulla stima dei volumi dei dati e sulla frequenza delle operazioni principali.

2.1.1 Tavola dei volumi

Si ipotizza uno scenario operativo relativo a un comando provinciale o regionale di medie dimensioni. I volumi stimati per le entità (E) e le associazioni (R) sono riportati nella tabella seguente:

| Concetto | Tipo | Volume stimato |
|---------------|------|-------------------|
| Caserma | E | 20 |
| Dipendente | E | 1.000 |
| Squadra | E | 150 |
| Mezzo | E | 200 |
| Chiamata | E | 50.000 (annui) |
| Intervento | E | 40.000 (annui) |
| Manutenzione | E | 2.000 (storico) |
| Lavorare | R | 1.000 |
| Appartenenza | R | 800 |
| Effettuata Su | R | 2.000 |
| Impiegato In | R | 100.000 (storico) |

2.1.2 Descrizione del carico applicativo

Sulla base dei requisiti, sono state individuate alcune operazioni importanti che il sistema deve effettuare in maniera veloce. Le riportiamo di seguito:

| Op. | Descrizione | Tipo | Freq. (giorno) |
|-----|---|-----------|----------------|
| O1 | Ricezione chiamata: Inserimento dei dati di una nuova chiamata di emergenza da parte del centralinista. | Scrittura | 150 |
| O2 | Apertura di un intervento: Creazione di un nuovo intervento e assegnazione della squadra operativa. | Scrittura | 120 |
| O3 | Verifica idoneità di un mezzo: Verifica della data dell'ultima revisione per confermare che un mezzo sia a norma e impiegabile in sicurezza. | Lettura | 500 |
| O4 | Registrazione Manutenzione: Inserimento dei dati relativi a una manutenzione appena conclusa per un mezzo. | Scrittura | 5 |

2.1.3 Analisi delle ridondanze

Dall'analisi dello schema concettuale sono emerse alcune potenziali ridondanze, che dopo una veloce analisi valuteremo se lasciare o meno.

Ridondanza 1: DataUltimaManut (su Mezzo)

L'attributo *DataUltimaManut* nell'entità *Mezzo* è derivabile, in quanto corrisponde al valore massimo della *DataSvolg* tra tutte le istanze di *Manutenzione* collegate a quel mezzo tramite la relazione *Effettuata Su*.

Confrontiamo i costi delle operazioni coinvolte (O3 e O4) assumendo che il costo di una scrittura (*S*) sia doppio rispetto a una lettura (*L*), ovvero $1S = 2L$. Si assume inoltre che ogni mezzo abbia uno storico medio di 10 manutenzioni passate.

Scenario A: Presenza della ridondanza

L'attributo è memorizzato direttamente nel *Mezzo*.

- **Op. O3 (Lettura):** Accesso diretto all'entità *Mezzo*.
- **Op. O4 (Scrittura):** Richiede l'inserimento della manutenzione, della relazione e l'aggiornamento dell'attributo nel mezzo.

| Operazione | Accessi | Costo unitario | Costo Totale |
|------------------------|---------|----------------|------------------------|
| O3 (Verifica Mezzo) | 1 L | $1L$ | $500 \times 1L = 500L$ |
| O4 (Reg. Manutenzione) | 3 S | $6L$ | $5 \times 6L = 30L$ |
| Totale giornaliero | | | 530 L |

Scenario B: Assenza della ridondanza

Il dato deve essere calcolato leggendo lo storico.

- **Op. O3 (Lettura):** Accesso al mezzo, alla relazione (ricordiamo che c'è una media di 10 manutenzioni per mezzo) e scansione delle manutenzioni per trovare la data massima. Accessi stimati: 1 (Mezzo) + 10 (Relazione) + 10 (Manutenzione) = 21 accessi in lettura.
- **Op. O4 (Scrittura):** Inserimento della manutenzione e della relazione (2 accessi in scrittura).

| Operazione | Accessi | Costo unitario | Costo Totale |
|------------------------|---------|----------------|----------------------------|
| O3 (Verifica Mezzo) | 21 L | $21L$ | $500 \times 21L = 10.500L$ |
| O4 (Reg. Manutenzione) | 2 S | $4L$ | $5 \times 4L = 20L$ |
| Totale giornaliero | | | 10.520 L |

Il mantenimento della ridondanza garantisce un risparmio di circa 10.000 accessi giornalieri e, soprattutto, assicura tempi di risposta immediati durante le fasi critiche di emergenza. Si decide di **mantenere l'attributo ridondante**.

Altre ridondanze mantenute

Oltre al caso analizzato, si decide di mantenere le seguenti ridondanze per motivi di efficienza e stabilità del dato:

- **Stipendio (su Dipendente):** Potremmo rendere il calcolo più intelligente, calcolando eventuali bonus legati a grado e anzianità ma non essendoci specifiche al riguardo **si mantiene come attributo**.
- **OraInizioInt (su Intervento):** Coincide con *OraFineChiam* della chiamata che lo ha generato. Non è particolarmente oneroso ottenere la fine della chiamata, pertanto **rimuoviamo l'attributo**.

2.2 Ristrutturazione dello schema E-R

In questa fase si apportano modifiche allo schema concettuale al fine di ottimizzarlo per il modello relazionale, basandosi sulle valutazioni prestazionali e sui volumi di dati stimati.

2.2.1 Eliminazione delle generalizzazioni

Lo schema presenta una generalizzazione **totale e sovrapposta** nell'entità *Dipendente*, che si specializza in *Vigile*, *Centralinista* e *Personale Amministrativo*. La decisione che prendiamo è quella di creare un'unica entità *Dipendente* che conterrà, oltre agli attributi comuni, anche quelli specifici (*GradoVigile*, *RepartoVigile*, *AnnoAssunzione*, *OrarioTurno*, *MansioneAmm*, *LivFunzionale*, *AbilitFirma*) che assumeranno valore NULL qualora il dipendente non ricopra quel ruolo specifico. Vengono introdotti degli attributi booleani per indicare i ruoli ricoperti. Le relazioni specifiche (*Appartenenza*, *Riceve*, *Richiede*, *Afferenza*) verranno collegate direttamente all'entità *Dipendente*.

2.2.2 Partizionamento ed eliminazione attributi multivalore

Nello schema sono presenti degli attributi multivalore usati per rappresentare gli indirizzi (delle caserme e delle officine); li scorporiamo in attributi semplici. Per quanto concerne il partizionamento di associazioni, non abbiamo avuto necessità di modifiche ulteriori.

2.2.3 Scelta degli identificatori primari

Per ogni entità dello schema ristrutturato, definiamo l'identificatore principale che verrà utilizzato nel modello relazionale. Dove possibile, si preferisce l'utilizzo di codici univoci o identificatori surrogati (ID) rispetto a chiavi composte da stringhe, per migliorare l'efficienza degli indici.

| Entità | Identificatore scelto | Motivazione |
|--------------|-----------------------|---|
| Caserma | <i>CodCaserma</i> | Identificatore numerico univoco già presente nelle specifiche. |
| Dipendente | <i>CodDip</i> | Introdotta per gestire univocamente il personale. |
| Chiamata | <i>CodChiam</i> | Identificatore univoco della chiamata. |
| Intervento | <i>CodIntervento</i> | Identificatore univoco dell'intervento (indipendente dalla chiamata). |
| Squadra | <i>CodSquad</i> | Identificatore univoco della squadra. |
| Mezzo | <i>CodMezzo</i> | Identificatore univoco del mezzo. |
| Manutenzione | <i>CodManut</i> | Lo avevamo già preferito rispetto all'identificazione esterna per semplicità. |
| Officina | <i>CodOfficina</i> | Nuovo identificatore. Nello schema concettuale l'officina era identificata da attributi anagrafici (NomeOff, IndOff). Si introduce un ID numerico per efficienza nelle chiavi esterne. |