

Smart City - Mobilità Integrata

Relazione per il corso di Basi di Dati



Componenti del gruppo nr.2743:

Bartocetti Enrico, matr. 0001115097

Benedetti Nicholas, matr. 0001114021

Tazzieri Nicolas, matr. 0001114078

Indice

1	Analisi dei requisiti	2
1.1	Intervista iniziale	2
1.2	Prima fase di analisi	3
1.3	Concetti principali	4
2	Progettazione Concettuale	6
2.1	Schema Scheletro	6
2.2	Raffinamenti Proposti	6
2.3	Schema Concettuale Finale	6
3	Progettazione Logica	7
3.1	Stima del volume dei dati	7
3.2	Descrizione operazioni	8
3.3	Analisi delle operazioni	9
3.4	Analisi delle ridondanze	30
	3.4.1 Analisi attributo tempo percorrenza	30
	3.4.2 Analisi attributo attiva	30
3.5	Riepilogo operazioni	30
3.6	Raffinamento dello schema	31
	3.6.1 Rimozione attributi multivalore	31
	3.6.2 Rimozione gerarchie	32
	3.6.3 Reificazione associazioni molti a molti	34
	3.6.4 Scelta degli identificatori principali	34
3.7	Schema relazionale finale	35
4	Progettazione dell'Applicazione	36

Capitolo 1

Analisi dei requisiti

1.1 Intervista iniziale

Si vuole realizzare il software per la gestione del trasporto pubblico a lungo e corto raggio. A seguito dell'intervista è stata prodotta la seguente descrizione delle specifiche del sistema in linguaggio naturale:

Le città di Vergineto, Urbania e San Giovanni in Marignano si sono accordate per avviare il progetto “Smart mobility 2030”, e richiedono un software per la gestione Smart e integrata del trasporto pubblico urbano ed extraurbano.

Il sistema dovrà gestire diversi mezzi di TPL (Trasporto Pubblico Locale), quali bus, tram, metropolitana e treni ma in futuro potrebbe sorgere la necessità di aggiungerne di nuovi (ad esempio in seguito alla creazione di linee per i filobus). Ogni mezzo potrà percorrere diverse linee: ciò significa che un autobus utilizzato oggi per la linea 15, domani potrà percorrere la linea 21.

Per ogni linea verranno effettuate delle fermate a orari prestabiliti. Potranno essere create anche linee straordinarie, ad esempio delle navette per eventi cittadini, di cui dovranno essere specificati periodo di validità, orari e fermate.

Inoltre, per ridurre l'inquinamento nelle nostre città, verranno creati degli spazi riservati per lo sharing di biciclette, scooter e biciclette, e verranno aggiunte delle colonnine per la ricarica elettrica in modo da incentivare sia l'acquisto di auto elettriche sia l'utilizzo di monopattini o bici elettriche.

Sarà disponibile una piattaforma online, nella quale si potranno visualizzare le diverse linee e le fermate che i mezzi effettuano con i relativi orari, nonché la disponibilità di posti liberi nelle aree di bikesharing e nelle colonnine elettriche. È anche prevista la registrazione di utenti “cittadini”, che potranno acquistare biglietti e abbonamenti.

Un unico biglietto vale per tutti i mezzi di trasporto, e si vuole memorizzarne la durata, la data di convalida, la data di acquisto ed il titolare nel caso venga acquistato online: infatti un biglietto potrà anche essere acquistato da un fornitore fisico (ad esempio le tabaccherie della città). Sono presenti diverse tipologie di biglietti che differiscono in base alla durata dalla convalida e al prezzo. Gli abbonamenti sono biglietti che hanno una durata superiore ad un giorno.

Si richiede anche la gestione dei dipendenti. In particolare, dovranno essere gestiti diversi autisti a cui verranno assegnati diversi mezzi in diversi slot orari. Sono inoltre presenti i controllori: in certi orari dovranno controllare diverse linee e saranno in grado di emettere multe. Gli orari e le linee da controllare vengono stabilite dal gestore delle

linee di trasporto: ad esempio verranno prese in particolare considerazione quelle dove non ci sono molti incassi, ovvero dove è ipotizzabile una maggior evasione tariffaria, generando ingenti perdite economiche. Infine, l'amministratore del sistema potrà registrarsi in un portale specifico nel quale potrà gestire autisti, controllori e le linee. Inoltre, avrà la possibilità di visualizzare diverse statistiche riguardanti il sistema di trasporto, con enfasi particolare nei ricavi dei biglietti e nel tasso di evasione.

Dovranno essere gestiti i lavori di manutenzione relativi a linee e mezzi per cui saranno specificati gli eventuali enti privati che li svolgeranno. Per le manutenzioni sarà richiesto di specificare una data di inizio e fine lavori, ed eventuali variazioni di servizio dovranno essere visualizzate al pubblico.

1.2 Prima fase di analisi

Nell'analisi dell'intervista effettuata tempo addietro, abbiamo notato che il committente non è stato abbastanza esaustivo su alcuni argomenti. Si è quindi resa necessaria un'ulteriore intervista per comprendere meglio il funzionamento di:

- Sistema di acquisto e convalida di biglietti
- Gestione degli spazi speciali
- Gestione delle multe

Riportiamo le risposte R alle varie domande D.

D: “Come devono essere gestiti i biglietti, dal loro acquisto fino alla convalida?”

R: “I biglietti possono essere acquistati tramite il sito web, le biglietterie fisiche (sia dell'azienda sia da altri venditori autorizzati) e ticketmachine. Ogni mezzo sarà dotato di una obliteratrice che, comunicando con il sistema informativo, alla lettura di un biglietto (tramite codice a barre stampato sul biglietto fisico o letto dal proprio dispositivo) ne controlla la validità e in caso affermativo lo registra come convalidato.”

D: “Cosa deve essere mostrato riguardo agli spazi per la mobilità sostenibile?”

R: “L'idea è quella di far vedere giusto una panoramica riguardo agli spazi. In particolare, basta visualizzarne la posizione, l'indirizzo, un nome simbolico e quanti sono i posti rimanenti (quante biciclette rimanenti se si tratta di biciclette, quante colonnine se si tratta di colonnine elettriche, ecc.). Inoltre, uno spazio può essere legato ad una fermata per rendere agevole il collegamento con aree non raggiunte dalle linee del TPL (es. appena scendo dal bus mi trovo nei pressi di una zona per il bike sharing)”

D: “Come funziona il sistema delle multe?”

R: “Le multe possono essere emesse dal personale qualificato a seguito di controlli effettuati sulle linee. A ogni causale della multa corrisponde un certo importo base, a cui dovranno essere aggiunte eventuali penali per recidiva dell'utente o per ritardi nel pagamento.”

1.3 Concetti principali

Per rendere meglio fruibile la descrizione, abbiamo deciso di rimuovere eventuali ambiguità, seguendo la tabella qua sotto.

Termine	Nuovo Termine
Mezzi di TPL	Mezzi di trasporto
Spazi riservati per il carsharing, ...	Hub mobilità
Biglietti, Abbonamenti	Titolo di Viaggio
Gestore delle linee	Amministratore di Sistema

A seguito dell'intervista aggiuntiva è stata redatta la seguente descrizione del dominio in linguaggio naturale. Ambiguità e informazioni ridondanti sono state eliminate per garantire una miglior fruizione della descrizione:

Le città di Vergineto, Urbania e San Giovanni in Marignano si sono accordate per avviare il progetto “Smart mobility 2030”, e richiedono un software per la gestione Smart e integrata del trasporto pubblico urbano ed extraurbano.

Il sistema dovrà gestire diversi mezzi di trasporto, quali bus, tram, metropolitana e treni lasciando la possibilità di aggiungerne altri in futuro. Ogni mezzo di trasporto potrà percorrere diverse linee.

Una linea può essere ordinaria o straordinaria. Ogni linea effettua fermate ad orari prestabiliti. Per una linea straordinaria dovrà essere specificato il periodo di validità della linea.

Dovranno essere gestiti degli hub mobilità, riservati per la ricarica elettrica e lo sharing di bici, monopattini e scooter. In particolare, si devono memorizzare la posizione, l'indirizzo, un nome simbolico e quanti sono i posti rimanenti. Inoltre, ad un hub mobilità può essere associato ad una fermata.

Sarà disponibile una piattaforma online, nella quale si potranno visualizzare le diverse linee e le fermate che i mezzi effettuano con i relativi orari, nonché la disponibilità di posti liberi negli hub mobilità. È anche prevista la registrazione di utenti cittadini, che potranno acquistare titoli di viaggio, che si dividono in biglietti e abbonamenti.

Un unico titolo di viaggio vale per tutti i mezzi di trasporto e vuole memorizzarne la durata, la data di convalida, la data di acquisto e l'utente cittadino associato nel caso sia un biglietto digitale. Sono presenti diverse tipologie di titoli di viaggio che differiscono in base alla durata dalla convalida e al prezzo. Gli abbonamenti sono biglietti che hanno una durata superiore ad un giorno. I biglietti possono essere acquistati anche in biglietterie fisiche e ticketmachine. Ogni mezzo di trasporto sarà dotato di una obliteratrice che, comunicando con il sistema informativo, alla lettura di un biglietto ne controlla la validità, e in caso affermativo, lo registra come convalidato.

Si richiede anche la gestione dei dipendenti. Essi si dividono in Autisti, Controllori e Amministratori di sistema. Agli Autisti a verranno assegnati diversi mezzi di trasporto in slot orari diversi. I controllori dovranno controllare diverse linee negli slot orari assegnati, e saranno in grado di emettere multe. A ogni causale della multa corrisponde un certo importo base, a cui potranno essere aggiunte eventuali penali per recidiva dell'utente o per ritardi nel pagamento. Gli orari e le linee da controllare vengono stabilite dall'amministratore di sistema. Infine, l'amministratore del sistema potrà registrarsi in un portale specifico nel quale potrà gestire autisti, controllori e le linee.

Inoltre, avrà la possibilità di visualizzare diverse statistiche riguardanti il sistema di trasporto, con enfasi particolare nei ricavi dei titoli di viaggio e nel tasso di evasione.

Dovranno essere gestiti i lavori di manutenzione, che possono coinvolgere linee e mezzi di trasporto, per cui saranno specificati gli eventuali enti privati che li svolgeranno. Per le manutenzioni sarà richiesto di specificare una data di inizio e fine lavori, ed eventuali variazioni di servizio che coinvolgono linee dovranno essere visualizzate al pubblico.

Capitolo 2

Progettazione Concettuale

2.1 Schema Scheletro

2.2 Raffinamenti Proposti

2.3 Schema Concettuale Finale

Capitolo 3

Progettazione Logica

3.1 Stima del volume dei dati

Per poter gestire al meglio il carico di lavoro della base di dati, insieme al committente si è creata una stima del volume dei dati per entità e associazioni che il database dovrà gestire, di cui se ne riportano i numeri nella Tabella 3.1. La stima è valida per un carico di lavoro di circa 6 mesi.

Tabella 3.1: Stima del volume dei dati

NOME	VOLUME STIMATO	E/A
ABBONAMENTO	30.000	E
AMMINISTRATIVO	10	E
ATTUAZIONE CORSA	250.000	E
AUMENTO	10	E
AUTISTA	130	E
AZIENDA	15	E
BIGLIETTO DIGITALE	150.000	E
BIGLIETTO FISICO	150.000	E
CAUSALE MULTA	10	E
CONTENUTO HUB	4	E
CONTROLLORE	40	E
DIPENDENTE	180	E
FERMATA	450	E
HUB MOBILITÀ	225	E
LINEA	75	E
MANUTENZIONE	50	E
MANUTENZIONE LINEA	10	E
MANUTENZIONE MEZZO	40	E
MEZZO	160	E
MULTA	10.000	E
ORARIO LINEA	1500	E
ORDINARIA	65	E
PERSONA	20.000	E
STRAORDINARIA	10	E
TARIFFA ABBONAMENTO	5	E

Tabella 3.1: Stima del volume dei dati

NOME	VOLUME STIMATO	E/A
TARIFFA BIGLIETTO	10	E
TIPOLOGIA MEZZO	4	E
TITOLO DI VIAGGIO	750.000	E
TRATTA	1.000	E
UTENTE	10.000	E
ACQUISTO ABBONAMENTO	30.000	A
ACQUISTO BIGLIETTO	150.000	A
ARRIVO	1.000	A
ASSUNZIONE	160	A
CONDUCENTE	250.000	A
CONTENUTO	450	A
CONTROLLO	50.000	A
CONVALIDA	200.000	A
EFFETTUAZIONE	250.000	A
EMISSIONE	10.000	A
FASCIA ABBONAMENTO	30.000	A
FASCIA BIGLIETTO	300.000	A
IMPIEGO	250.000	A
INCARICO	25	A
INCREMENTO	10	A
INTESTAZIONE	10.000	A
MODIFICA	10	A
NECESSITA	40	A
PARTENZA	1.000	A
PRESENZA	165	A
RIFERIMENTO	10.000	A
SOSTITUZIONE	10	A
SPECIFICAZIONE	1.500	A
TIPO LINEA	75	A
TIPOLOGIA	10.000	A
TRAGITTO	1.500	A

3.2 Descrizione operazioni

Riportiamo in Tabella 3.2 le principali operazioni che saranno svolte sulla base di dati, marcando con un asterisco (*) le operazioni di cui è necessario calcolare i costi dati da attributi ridondanti.

Tabella 3.2: Numero stimato di operazioni per settimana, con tipo di utente che le effettua

#	Operazione	Op / 7gg	Tipo Utente
1*	Visualizzazione di tutte le linee attive	4.000	Tutti ****
2	Visualizzazione fermate e orari di una linea	3.500	Tutti ****

Tabella 3.2: Numero stimato di operazioni per settimana,
con tipo di utente che le effettua

#	Operazione	Op / 7gg	Tipo Utente
3	Visualizzazione degli hub mobilità	500	Tutti
4*	Visualizzazione orario e mezzo assegnato	150	Autista *****
5*	Visualizzazione orario e linee assegnate	100	Controllore *****
6	Estrazione delle linee con più convalide nell'ultimo mese	3	Amministratore *****
7	Estrazione delle manutenzioni che coinvolgono un determinato mezzo	5	Amministratore
8	Estrazione delle manutenzioni ed eventuali linee sostitutive che coinvolgono una linea	5	Amministratore *****
9	Visualizzazione incassi dati dalle convalide per una linea	10	Amministratore ****
10	Estrazione degli incassi per tipo di titolo in periodo definito	5	Amministratore
11	Estrazione delle linee con più multe negli ultimi 3 mesi	2	Amministratore *****
12	Estrazione delle 5 linee con manutenzioni più gravose (in termini linee sostitutive e durata)	2	Amministratore *****
13	Estrazione delle linee con >5 controlli/giorno e <= 10 multe/giorno	3	Amministratore
14*	Visualizzazione delle linee con il maggior tempo di percorrenza	2	Amministratore *****
15	Estrazione delle linee con più hub mobilità lungo il percorso	3	Amministratore *****
16	Media di soldi spesi in multe per persona	2	Amministratore
17	Visualizzazione delle aziende che non hanno effettuato nessuna manutenzione nell'ultimo mese	4	Amministratore
18	Visualizzazione delle fermate in cui è presente un hub mobilità contenente tutti i tipi di servizi green	1	Amministratore
19*	Inserimento di una variazione di servizio	1	Amministratore *****
20*	Aggiunta di una tratta a una linea esistente	1	Amministratore *****
21*	Creazione di una nuova linea	1	Amministratore *****

3.3 Analisi delle operazioni

Indichiamo con:

- C_{tot} il costo totale dell'operazione.
- $O_{settimana}$ il numero di volte che l'operazione verrà eseguita in una settimana
- $A_{scrittura}$ il numero di accessi in scrittura effettuato da un'operazione
- $A_{lettura}$ il numero di accessi in lettura effettuato da un'operazione

Di seguito eseguiamo l'analisi delle operazioni presenti in Tabella 3.2, riportando lo schema di navigazione, la tabella degli accessi e il calcolo del costo della specifica operazione per ogni settimana.

1) Visualizzazione di tutte le linee attive

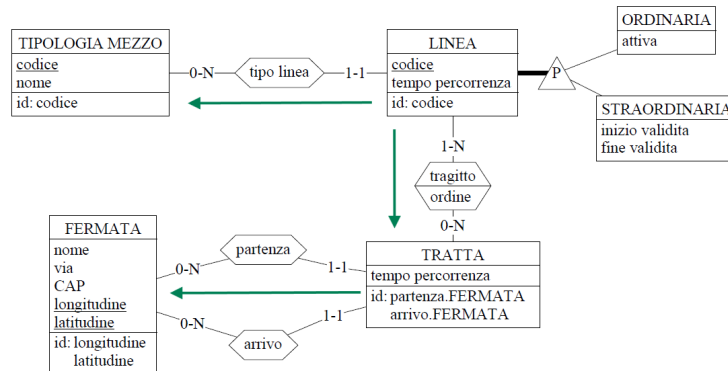
$$O_{settimana} = 4.000$$

Questa operazione serve per visualizzare tutte le linee che sono in funzione (ovvero non risultano in manutenzione) al momento attuale. Poiché è presente l'attributo ridondante **attiva** che potrebbe velocizzare lo svolgimento delle operazioni, viene eseguito il calcolo degli accessi sia tenendo conto della presenza dell'attributo, sia senza.

Si vuole quindi selezionare:

- Il codice della LINEA
- La prima e l'ultima FERMATA
- Il nome della TIPOLOGIA MEZZO utilizzato

• Analisi con attributo ridondante attiva su ORDINARIA



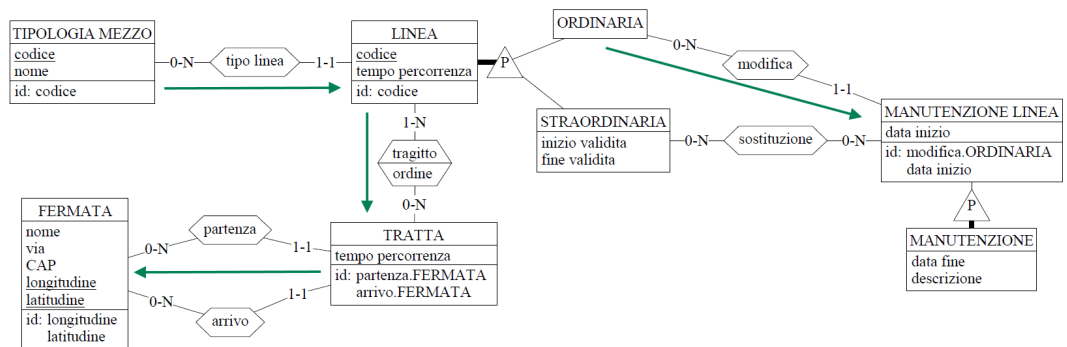
Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	75	L
TIPOLOGIA MEZZO	E	75	L
TRAGITTO	A	1.500	L
TRATTA	E	150	L
FERMATA (PARTENZA)	E	75	L
FERMATA (ARRIVO)	E	75	L

Totale

$$A_{lettura} = 1.950, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 7.800.000$$

• Analisi senza attributo ridondante attiva su ORDINARIA



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	75	L
MANUTENZIONE LINEA	E	10	L
TIPOLOGIA MEZZO	E	75	L
TRAGITTO	A	1.500	L
TRATTA	E	150	L
FERMATA (PARTENZA)	E	75	L
FERMATA (ARRIVO)	E	75	L

Totale

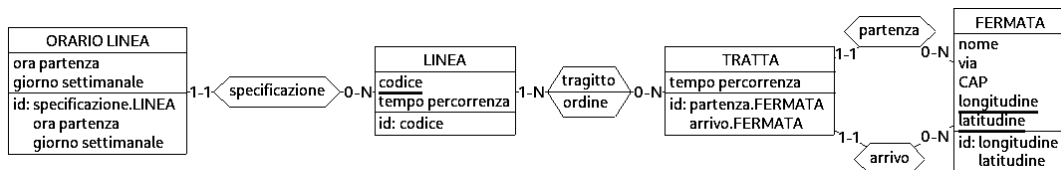
$$A_{lettura} = 1.960, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 7.840.000$$

2) Visualizzazione fermate e orari di una linea

$$O_{settimana} = 3.500$$

Dobbiamo visualizzare le linee, i suoi orari e le fermate fatte da essa per qualsiasi utente.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	1	L
ORARIO LINEA	E	20	L
TRAGITTO	A	20	L
TRATTA	E	20	L
FERMATA	E	40	L

Totale

$$A_{lettura} = 71, A_{scrittura} = 0$$

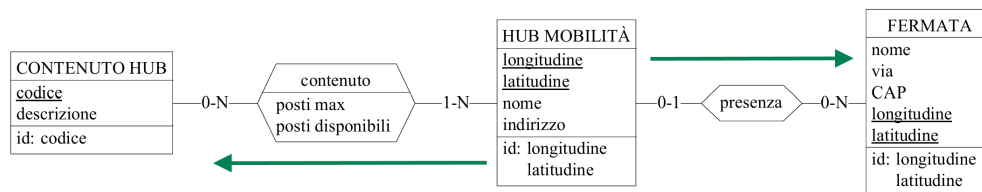
$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 248.500$$

3) Visualizzazione degli hub mobilità

$$O_{settimana} = 500$$

Questa operazione deve poter essere fatta da qualsiasi persona che accede all'applicativo. Si richiede per ogni HUB MOBILITA di visualizzare:

- Tutti gli attributi di HUB MOBILITA
- I tipi di CONTENUTO HUB per ogni HUB MOBILITA
- I posti rimanenti per ogni CONTENUTO HUB nell'HUB MOBILITA
- L'eventuale fermata a cui è collegato



Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
HUB MOBILITA	E	225	L
CONTENUTO	A	225×2	L
CONTENUTO HUB	E	225×2	L
FERMATA	E	165	L

Totale

$$A_{lettura} = 1290, A_{scrittura} = 0$$

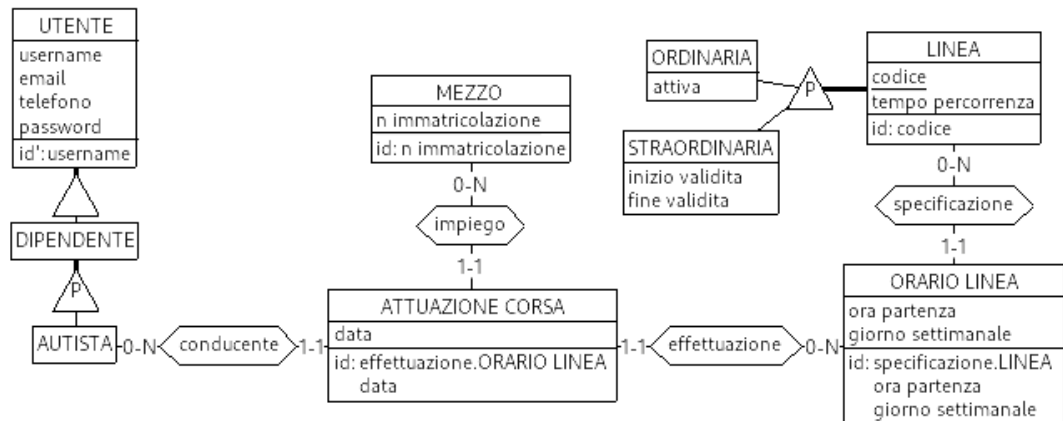
$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 645.000$$

4) Visualizzazione orario e linee assegnate agli autisti

$$O_{settimana} = 150$$

• Analisi con attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA

Dobbiamo visualizzare l'orario di lavoro di un autista, mostrando la linea l'orario e il mezzo assegnato. La lettura partirà da un autista; il numero di letture è stato calcolato dividendo il numero totale delle entità attuazione corsa (250.000) con il numero totale degli autisti (130), in modo da trovare la media di associazioni per ogni autista.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
AUTISTA	E	1	L
ATTUAZIONE CORSA	E	1923	L
ORARIO LINEA	E	1923	L
LINEA	E	1923	L
MEZZO	E	1923	L

Totale

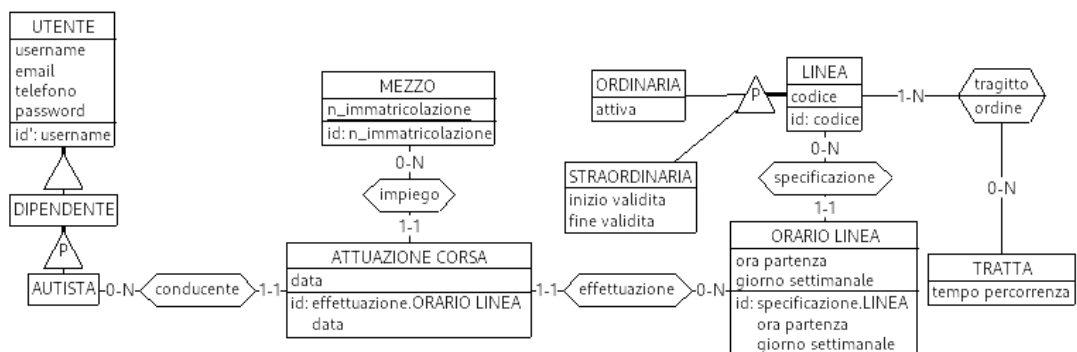
$$A_{lettura} = 7693, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 1.153.950$$

- **Analisi senza attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA**

Dobbiamo visualizzare l'orario di lavoro di un autista, mostrando la linea l'orario e il mezzo assegnato. La lettura partirà da un autista, le letture sono state calcolate nello stesso modo.

Visto che non abbiamo il tempo di percorrenza su LINEA, dobbiamo ricavarlo tramite le varie TRATTE che compongono la linea. Ogni LINEA ha in media 20 associazioni TRAGITTO.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
AUTISTA	E	1	L
ATTUAZIONE CORSA	E	1.923	L
ORARIO LINEA	E	1.923	L
MEZZO	E	1.923	L
LINEA	E	1.923	L
TRAGITTO	A	38.460	L
TRATTA	E	38.460	L

Totale

$$A_{lettura} = 84.613, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 12.691.950$$

5) Visualizzazione orario e linee assegnate ai controllori

$$O_{settimana} = 100$$

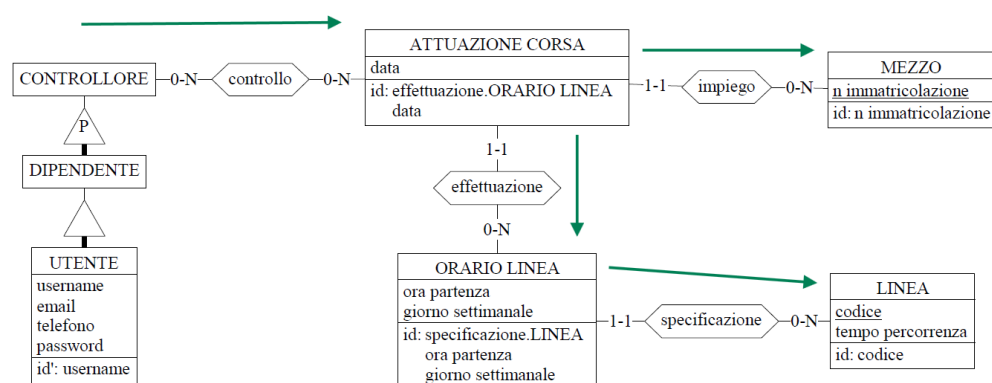
Questa operazione serve a un controllore per visualizzare il suo orario di lavoro e come dovrà essere svolto (ovvero le linee che dovrà controllare). Poiché è necessario calcolare l'orario di arrivo della linea, l'attributo **tempo percorrenza** su **LINEA** rende superfluo il calcolo del tempo tramite la somma dei tempi di tutte le **TRATTA**: è quindi necessario eseguire i calcoli dei costi con attributo ridondante e non.

Nei conti terremo conto del fatto che l'operazione è relativa a un solo giorno, ovvero sarà eseguito un filtro delle **ATTUAZIONE CORSA**.

Dati un controllore e una data, bisogna quindi visualizzare:

- L'orario di partenza, di arrivo e il codice della **LINEA** da controllare
- Il numero di immatricolazione del **MEZZO** che effettua la corsa

• Analisi con attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA



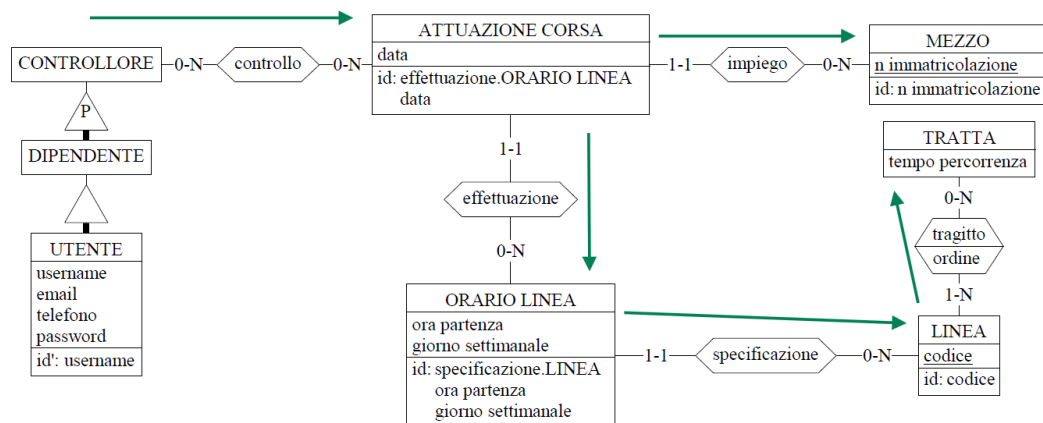
Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
CONTROLLORE	E	1	L
CONTROLLO	A	1.250	L
ATTUAZIONE CORSA	E	1.250	L
ORARIO LINEA	E	7	L
LINEA	E	7	L
MEZZO	E	7	L

Totale

$$A_{lettura} = 2.522, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 252.200$$

- Analisi senza attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
CONTROLLORE	E	1	L
CONTROLLO	A	1.250	L
ATTUAZIONE CORSA	E	1.250	L
ORARIO LINEA	E	7	L
LINEA	E	7	L
TRAGITTO	A	140	L
TRATTA	E	140	L
MEZZO	E	7	L

Totale

$$A_{lettura} = 2.802, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 280.200$$

6) Estrazione delle linee con più convalide nell'ultimo mese

$$O_{settimana} = 3$$

Dobbiamo estrarre le linee con più biglietti convalidati nell'ultimo mese. Il conteggio per la quantità di letture su **CONVALIDA** è stato fatto con una media tramite la tabella dei volumi.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
ATTUAZIONE CORSA	E	250.000	L
CONVALIDA	E	33.333	L
ORARIO LINEA	E	1	L
LINEA	E	1	L

Totale

$$A_{lettura} = 283.335, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 850.005$$

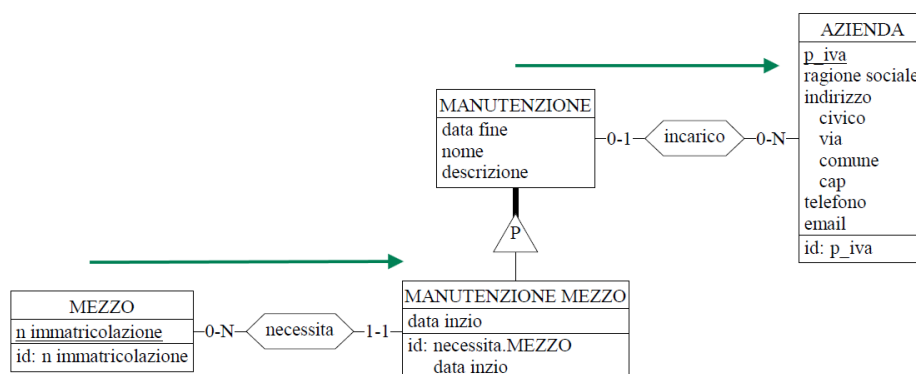
7) Estrazione delle manutenzioni che coinvolgono un determinato mezzo

$$O_{settimana} = 5$$

Questa operazione serve per visualizzare tutte le manutenzioni che sono state effettuate ad un mezzo.

Dato un mezzo bisogna quindi visualizzare:

- Tutti i dati della **MANUTENZIONE**
- La partita iva dell'eventuale **AZIENDA** esterna incaricata della manutenzione



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
MEZZO	E	1	L
MANUTENZIONE MEZZO	E	4	L
AZIENDA	E	2	L

Totale

$$A_{lettura} = 7, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 35$$

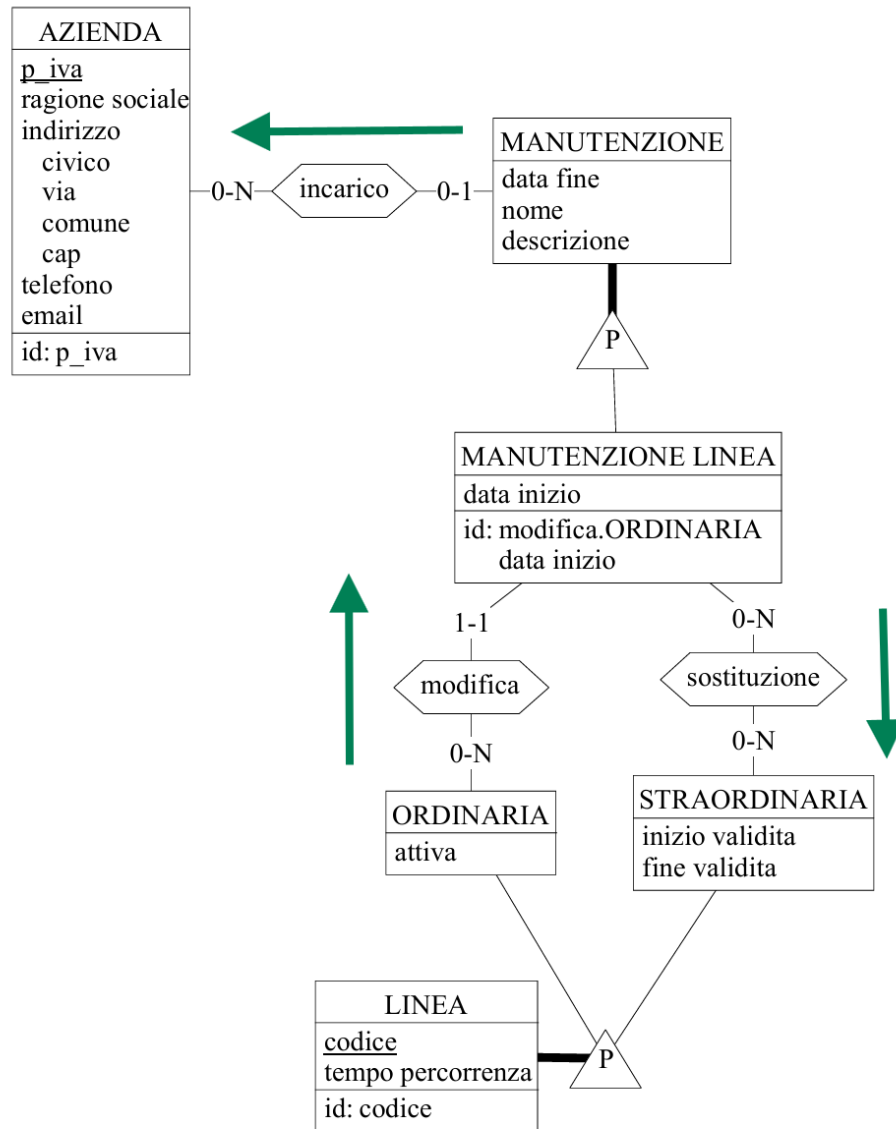
8) Estrazione delle manuntenzioni ed eventuali linee sostitutive che coinvolgono una linea (Variazioni di servizio)

$$O_{settimana} = 5$$

Questa operazione deve poter essere effettuata da qualsiasi utente. Consente di visualizzare le variazioni di servizio di una specifica linea.

Specificata una linea, va estratto:

- Tutti gli attributi di MANUNTENZIONE LINEA e MANUNTENZIONE
- L'azienda che effettua la manuntezione
- Tutte le linee straordinarie (codice, inizioValidita, fineValidita, partenza, arrivo) con cui viene sostituita la linea



Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
ORDINARIA	E	1	L
MANUNTENZIONE LINEA	E	10	L
AZIENDA	E	10	L
SOSTITUZIONE	A	1 × 10	L
STRAORDINARIA	E	1 × 10	L

Totale

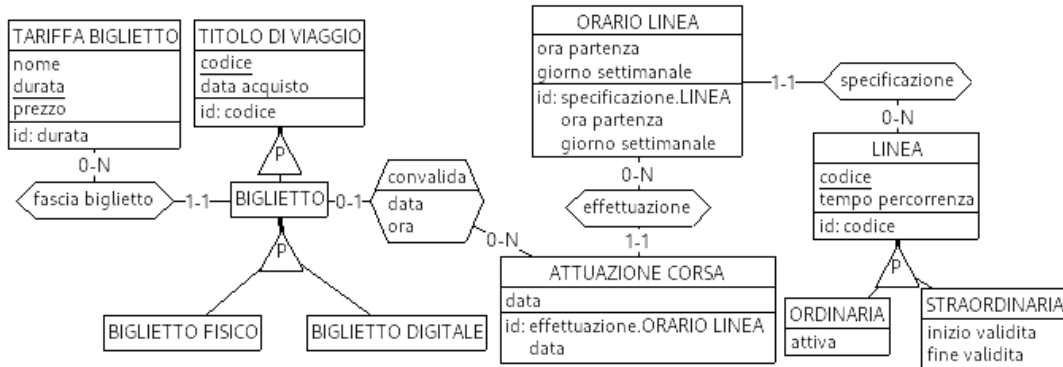
$$A_{lettura} = 41, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 205$$

9) Visualizzazione incassi dati dalle convalide per una linea

$$O_{settimana} = 10$$

Partendo da una linea dobbiamo visualizzare gli incassi fatti da essa tramite i biglietti convalidati.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	1	L
ORARIO LINEA	E	20	L
ATTUAZIONE CORSA	E	167	L
CONVALIDA	A	209	L
BIGLIETTO	E	209	L
TARIFFA BIGLIETTO	E	209	L

Totale

$$A_{lettura} = 815, A_{scrittura} = 0$$

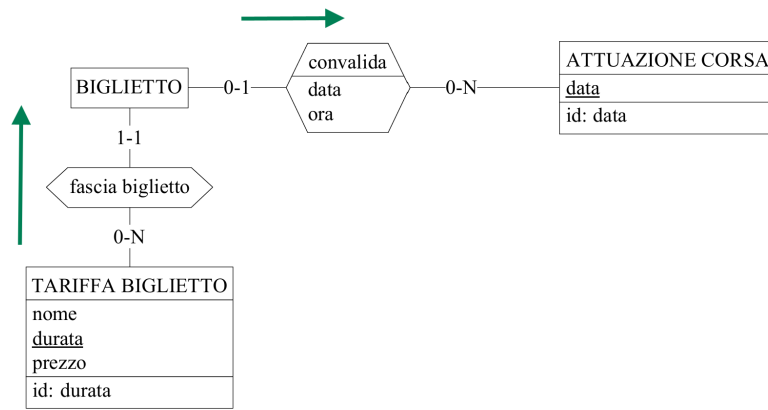
$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 8.150$$

10) Estrazione degli incassi per tipo di tariffa dei biglietti in periodo definito

$$O_{settimana} = 5$$

Vogliamo visualizzare gli incassi di una specifica tariffa dei biglietti in un certo periodo di tempo; per eseguire i calcoli considereremo come periodo una settimana. Per rendere la stima più realistica non terremo conto della data di acquisto dei biglietti, ma della data dell'effettiva convalida. Data una certa tariffa dei biglietti e l'intervallo di tempo vogliamo quindi visualizzare:

- Il numero di **CONVALIDA** nel dato periodo di tempo
- L'incasso totale, ovvero il prezzo della **TARIFFA BIGLIETTO** data per il numero di convalide



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
TARIFFA BIGLIETTO	E	1	L
BIGLIETTO	E	30.000	L
CONVALIDA	A	20.000	L

Totale

$$A_{lettura} = 50.001, A_{scrittura} = 0$$

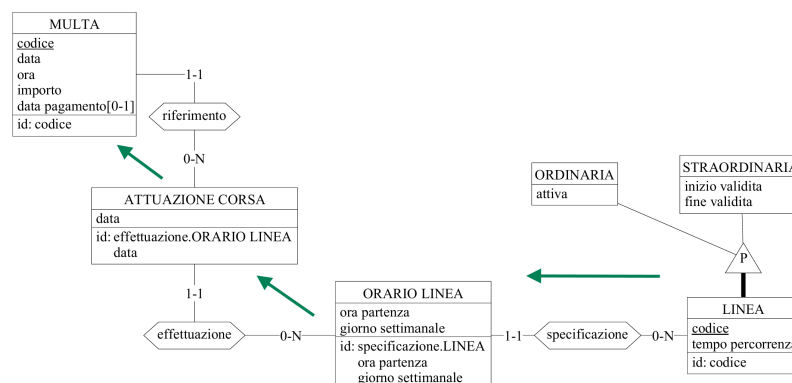
$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 250.005$$

11) Estrazione delle linee con più multe negli ultimi 3 mesi

$$O_{settimana} = 2$$

Questa operazione deve poter essere effettuata dall'amministratore di sistema.
Per ogni linea va estratto:

- Il codice della linea
- Il numero di multe ottenute negli ultimi 3 mesi



Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
LINEA	E	75	L
ORARIO LINEA	E	75×20	L
ATTUAZIONE CORSA	E	3333×75	L
MULTA	E	0.04×75	L

Totale

$$A_{lettura} = 251.850, A_{scrittura} = 0$$

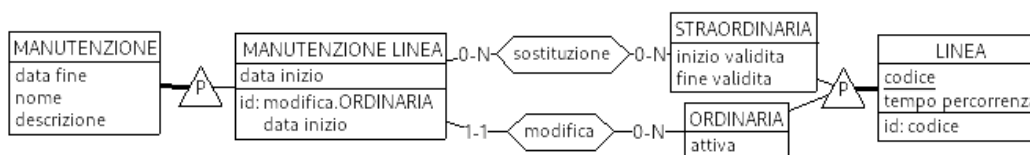
$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 503.700$$

12) Estrazione delle 5 linee con manutenzioni più gravose (in termini di linee sostitutive e durata)

$$O_{settimana} = 2$$

Dobbiamo visualizzare le linee con le manutenzioni più gravose, a livello applicativo verrà calcolato un "punteggio" che indicherà quanto sia gravosa una manutenzione:

- +5 pti ogni linea straordinaria dovuta alla manutenzione
- +1 pto ogni 3 giorni di lavoro sulla linea.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
MANUTENZIONE LINEA	E	10	L
SOSTITUZIONE	A	10	L
LINEA ORDINARIA	E	5	L

Totale

$$A_{lettura} = 25, A_{scrittura} = 0$$

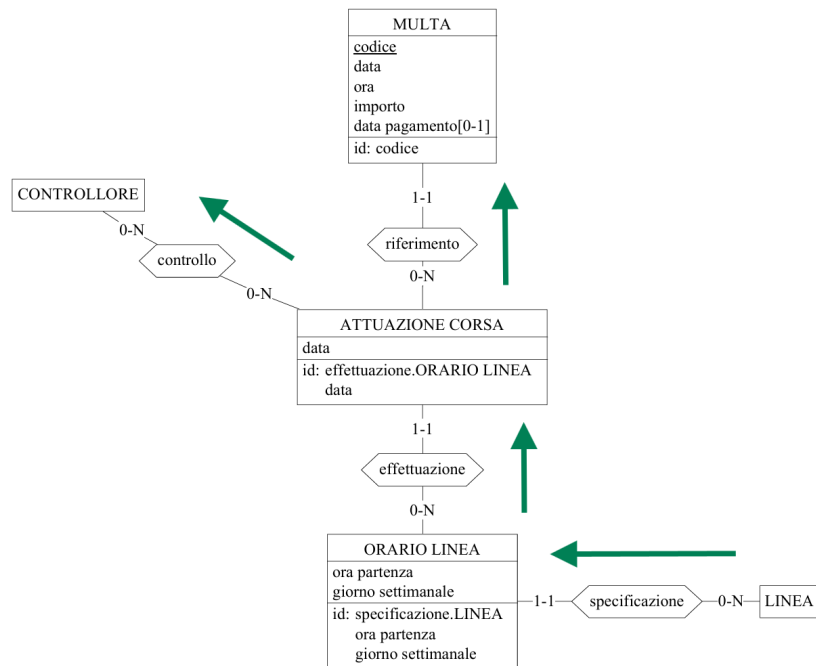
$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 100$$

13) Estrazione delle linee con > 5 controlli/giorno e ≤ 10 multe/giorno

$$O_{settimana} = 3$$

Questa operazione deve poter essere effettuata dall'amministratore di sistema. Devono essere estratti i codici delle linee che rispettano la seguente condizione:

$$\text{controllo} > 5/\text{giorno} \cap \text{multe} \leq 10/\text{giorno}$$



Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
LINEA	E	75	L
ORARIO LINEA	E	20×75	L
ATTUAZIONE CORSA	E	3333×75	L
CONTROLLO	A	0.2×75	L

Totale

$$A_{lettura} = 251.700, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 755.100$$

14) Visualizzazione delle linee con il maggior tempo di percorrenza

$$O_{settimana} = 2$$

- **Analisi con attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA**
In questo caso basterà leggere il dato del tempo di percorrenza dalla relativa linea.

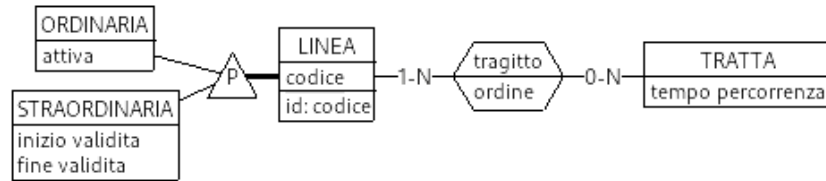
Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	75	L

Totale

$$A_{lettura} = 75, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 150$$

- **Analisi senza attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA**
In questo caso invece dovremmo calcolare il tempo di percorrenza leggendo tutte le **tratte** di cui è composta la relativa linea.



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	75	L
TRAGITTO	A	1.500	L
TRATTA	E	1.500	L

Totale

$$A_{lettura} = 3.075, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 6.150$$

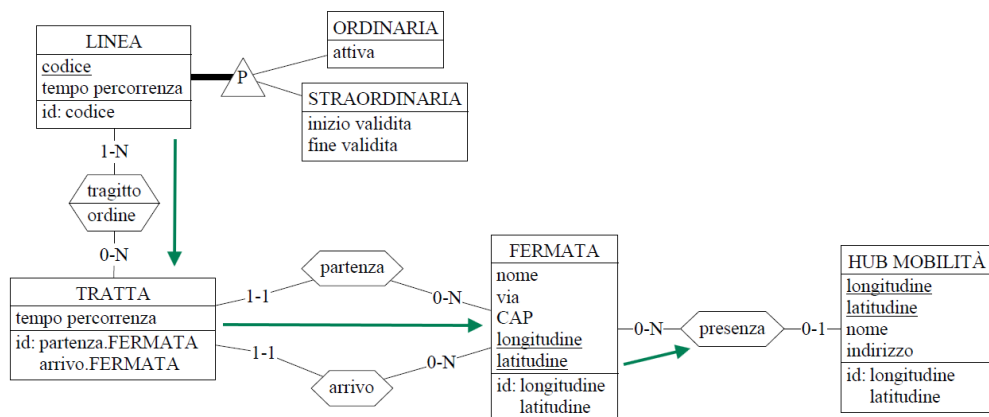
15) Estrazione delle linee con più hub mobilità lungo il percorso

$$O_{settimana} = 3$$

A fini statistici si vuole scoprire qual è la linea che contiene più Hub Mobilità, dati dalla somma di tutte gli Hub che stanno nelle varie fermate.

Si vuole quindi estrarre:

- Il codice della LINEA che contiene il maggior numero di hub



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
LINEA	E	75	L
TRAGITTO	A	1.500	L
TRATTA	E	1.000	L
FERMATA	E	450	L
PRESENZA	A	165	L

Totale

$$A_{lettura} = 3.190, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 9.570$$

16) Media di soldi spesi in multe per persona

$$O_{settimana} = 1$$

Questa operazione deve poter essere effettuata dall'amministratore di sistema. Deve essere estratto un unico numero, ovvero la media del prezzo totale pagato per persona.

Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
MULTA	E	10000	L
CAUSALE MULTA	E	10000	L

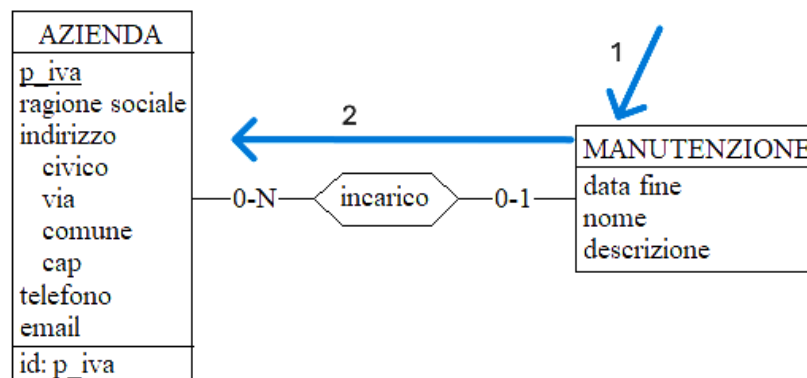
Totale

$$A_{lettura} = 20.000, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 20.000$$

17) Visualizzazione delle aziende che non hanno effettuato nessuna manutenzione nell'ultimo mese

$$O_{settimana} = 4$$



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
MANUTENZIONE	E	50	L
AZIENDA	E	x	L

Totale

$$A_{lettura} = 50 + x, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 200 + 4x$$

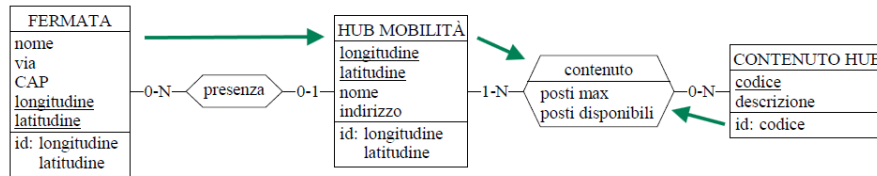
18) Visualizzazione delle fermate in cui è presente almeno un hub mobilità contenente tutti i tipi di servizi green

$$O_{settimana} = 1$$

Questa operazione punta a ricercare le fermate più eco-friendly, ovvero che fanno riferimento ad almeno un hub mobilità che contenga TUTTI i tipi di servizi possibili. Si tratta quindi di un'operazione di divisione.

Si vuole quindi visualizzare:

- L'elenco dei nomi di tutte le FERMATA che rispettano le specifiche



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
FERMATA	E	450	L
HUB MOBILITÀ	E	225	L
CONTENUTO	A	450	L
CONTENUTO HUB	E	4	L

Totale

$$A_{lettura} = 1.129, A_{scrittura} = 0$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot A_{lettura} = 1.129$$

19) Inserimento di una variazione di servizio

$$O_{settimana} = 1$$

Questa operazione deve poter essere effettuata dall'amministratore di sistema.

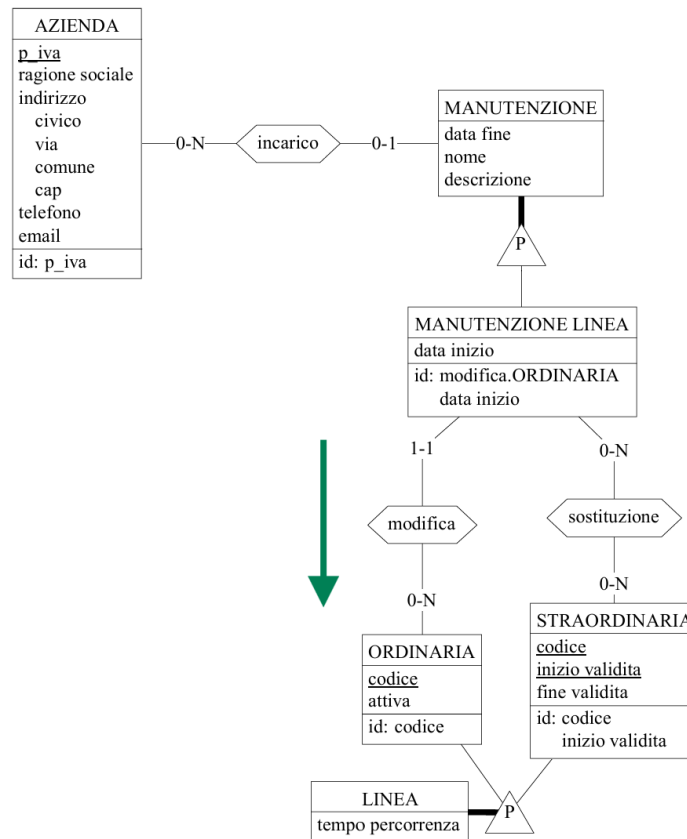
Supponendo che le linee straordinarie sostitutive siano già state inserite, si deve creare una nuova manutenzione.

Alla manutenzione va indicata la linea che viene modificata, e le eventuali linee che la sostituiscono.

Inoltre se l'inizio della manutenzione è immediato, allora la linea coinvolta va disattivata.

OSS: va calcolato l'impatto di avere o no l'attributo ridondante ATTIVA

- **Analisi con attributo ridondante attiva su LINEA**



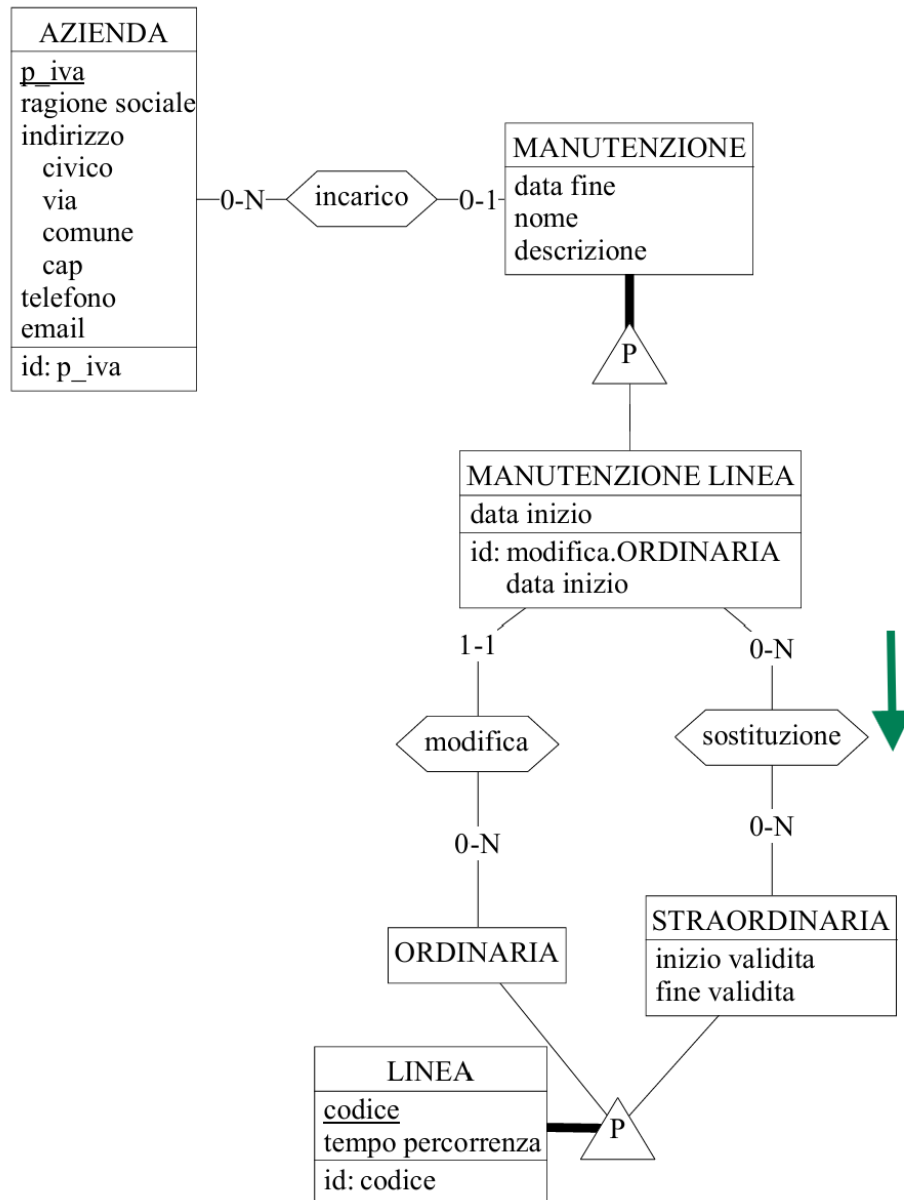
Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
MANUNTENZIONE LINEA	E	1	S
ORDINARIA	E	1	L
ORDINARIA	E	1	S
SOSTITUZIONE	A	1	S

Totale

$$A_{lettura} = 1, A_{scrittura} = 3$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot (A_{lettura} + 2A_{scrittura}) = 7$$

- Analisi senza attributo ridondante attiva su LINEA



Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
MANUNTENZIONE LINEA	E	1	S
SOSTITUZIONE	A	1	S

Totale

$$A_{lettura} = 0, A_{scrittura} = 2$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot (A_{lettura} + 2A_{scrittura}) = 4$$

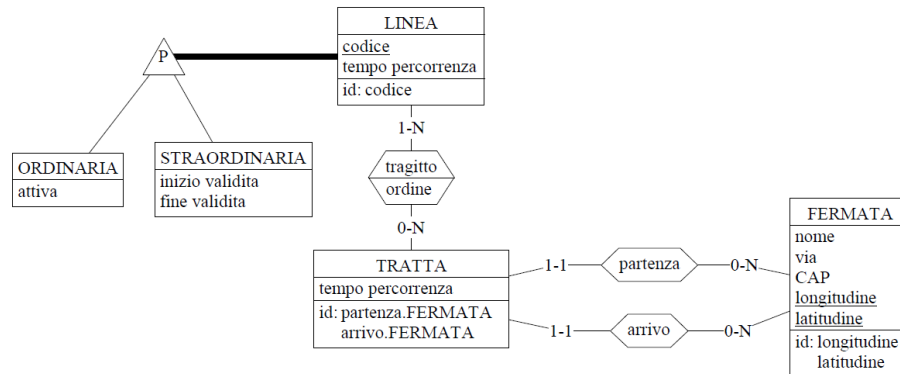
20) Aggiunta di una tratta a una linea esistente

$$O_{settimana} = 1$$

Questa operazione serve per aggiornare una linea, aggiungendo una fermata al suo tragitto. Nell'analisi terremo conto che la fermata va aggiunta dopo il capolinea, ovvero è necessario solo aggiungere la tratta per poi aggiungerla al tragitto. Visto

che il tempo di percorrenza di una linea è calcolabile anche come la somma dei tempi di percorrenza delle tratte, si rende necessaria l'analisi differenziata per la presenza dell'attributo **tempo percorrenza** su LINEA, poiché in caso di ridondanza sarà necessario rieseguire il calcolo del tempo totale per poi aggiornare l'attributo.

- **Analisi con attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA**



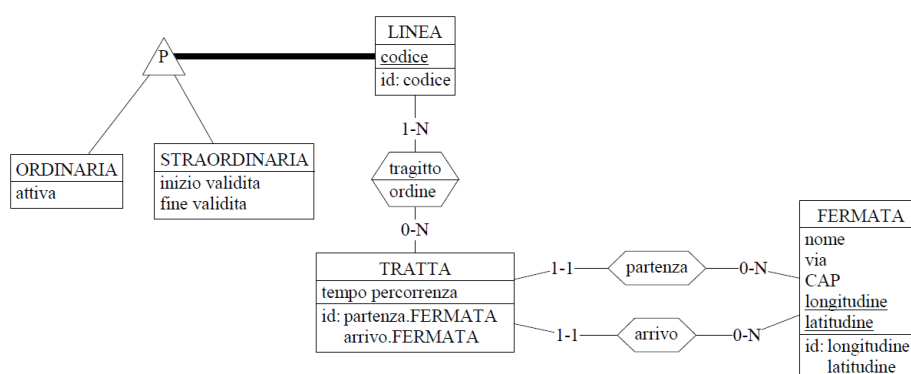
Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
TRATTA	E	1	S
TRAGITTO	A	1	S
TRATTA	A	21	L
LINEA	E	1	S + L

Totale

$$A_{lettura} = 22, A_{scrittura} = 3$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot (A_{lettura} + 2A_{scrittura}) = 28$$

- **Analisi senza attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA**



Nome	Tipo	Numero accessi	S/L
TRATTA	E	1	S
TRAGITTO	A	1	S

Totale

$$A_{lettura} = 0, A_{scrittura} = 2$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot 2A_{scrittura} = 4$$

21) Creazione di una nuova linea

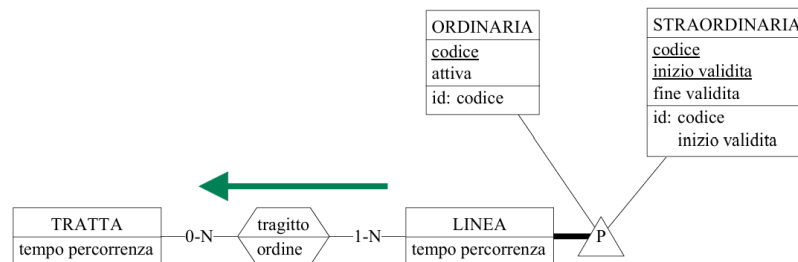
$$O_{settimana} = 1$$

Questa operazione deve poter essere fatta dall'amministratore di sistema.

Supponendo che le tratte siano già definite, per ogni linea va indicato l'insieme delle tratte che percorre e, per ogni tratta, specificare l'ordine con cui viene percorsa.

Inoltre vanno sommati i tempi di percorrenza di ogni tratta per calcolare il campo tempo percorrenza

• Analisi con attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA



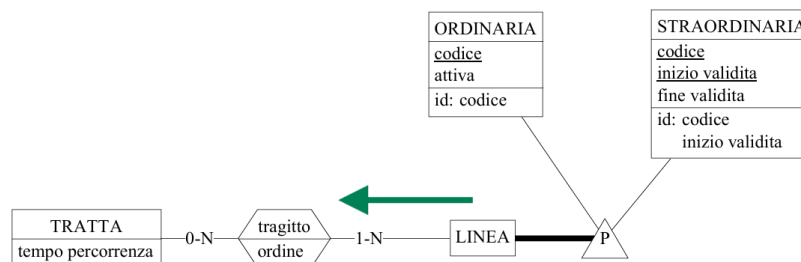
Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
LINEA	E	1	S
TRAGITTO	A	20	S
TRATTA	E	20	L

Totale

$$A_{lettura} = 21, A_{scrittura} = 20$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot 2A_{scrittura} = 61$$

• Analisi con attributo ridondante tempo percorrenza su LINEA



Nome	Tipo	Numero Accessi	S/L
LINEA	E	1	S
TRAGITTO	A	20	S

Totale

$$A_{lettura} = 1, A_{scrittura} = 20$$

$$C_{tot} = O_{settimana} \cdot 2A_{scrittura} = 41$$

3.4 Analisi delle ridondanze

In questa sezione andremo ad analizzare le due ridondanze presenti nel modello, ovvero:

- tempo percorrenza su LINEA
- attiva su LINEA

3.4.1 Analisi attributo tempo percorrenza

Num Op.	Con ridondanza	Senza ridondanza
4	1.153.950	12.691.950
5	252.200	280.200
14	150	6.150
20	28	4
21	61	41
TOTALE	1.406.389	12.978.345

A fronte di questa analisi, decidiamo di mantenere l'attributo **tempo percorrenza**.

3.4.2 Analisi attributo attiva

Num Op.	Con ridondanza	Senza ridondanza
1	1.950	7.800.000
19	7	4
TOTALE	1.957	7.800.004

A fronte di questa analisi, decidiamo di mantenere l'attributo **attiva**.

3.5 Riepilogo operazioni

Nella seguente tabella proponiamo un riepilogo delle operazioni analizzate, con il costo totale per ogni operazione.

Tabella 3.3: Costo totale delle operazioni stimato per 7 giorni

#	Operazione	Costo tot. / 7gg	Tipo Utente
1	Visualizzazione di tutte le linee attive	7.800.000	Tutti
2	Visualizzazione fermate e orari di una linea	248.500	Tutti
3	Visualizzazione degli hub mobilità	645.000	Tutti
4*	Visualizzazione orario e mezzo assegnato	1.153.950	Autista
5*	Visualizzazione orario e linee assegnate	252.200	Controllore
6	Estrazione delle linee con più convalide nell'ultimo mese	850.005	Amministratore

Tabella 3.3: Costo totale delle operazioni stimato per 7 giorni

#	Operazione	Costo tot. / 7gg	Tipo Utente
7	Estrazione delle manuntenzioni che coinvolgono un determinato mezzo	35	Amministratore
8	Estrazione delle manuntenzioni ed eventuali linee sostitutive che coinvolgono una linea	205	Amministratore
9	Visualizzazione incassi dati dalle convalide per una linea	8.150	Amministratore
10	Estrazione degli incassi per tipo di titolo in periodo definito	250.005	Amministratore
11	Estrazione delle linee con più multe negli ultimi 3 mesi	503.700	Amministratore
12	Estrazione delle 5 linee con manutenzioni più gravose (in termini linee sostitutive e durata)	100	Amministratore
13	Estrazione delle linee con >5 controlli/giorno e <= 10 multe/giorno	755.100	Amministratore
14*	Visualizzazione delle linee con il maggior tempo di percorrenza	150	Amministratore
15	Estrazione delle linee con più hub mobilità lungo il percorso	9.570	Amministratore
16	Media di soldi spesi in multe per persona	20.000	Amministratore
17	Visualizzazione delle aziende che non hanno effettuato nessuna manutenzione nell'ultimo mese	4XXX	Amministratore
18	Visualizzazione delle fermate in cui è presente un hub mobilità contenente tutti i tipi di servizi green	1.129	Amministratore
19*	Inserimento di una variazione di servizio	7	Amministratore
20*	Aggiunta di una tratta a una linea esistente	28	Amministratore
21*	Creazione di una nuova linea	61	Amministratore

3.6 Raffinamento dello schema

Ora che abbiamo deciso quali attributi dovranno rimanere nella base di dati, non ci resta che apportare dei raffinamenti allo schema ER in modo da rielaborare i concetti non direttamente rappresentabili tramite il modello relazionale. Procediamo quindi per step successivi fino ad arrivare a uno schema logico equivalente allo schema ER.

3.6.1 Rimozione attributi multivalore

L'unico attributo multivalore nel nostro schema è presente nell'entità **AZIENDA**, nello specifico l'**indirizzo**. Aggiungiamo quindi il prefisso **indirizzo_** a ogni suo componente per poi decomporlo in attributi singoli.

3.6.2 Rimozione gerarchie

Biglietto

La gerarchia su biglietto è di tipo Totale ed Esclusiva. Poiché non ci sono attributi diversi nelle due entità figlie e BIGLIETTO DIGITALE ha l'associazione **acquisto** di cardinalità (1,1), scegliamo di effettuare un **collasso vero l'alto**. L'associazione acquisto diventa quindi a cardinalità (0, 1).

Sarà possibile riconoscere i biglietti digitali dai fisici perché questi ultimi non avranno l'associazione acquisto con l'entità UTENTE.

Titolo di Viaggio

Anche in questo caso la gerarchia è di tipo Totale ed Esclusiva. Dal momento che le entità figlie hanno associazioni e attributi diversi, scegliamo di effettuare un **collasso vero il basso** che ci permette di mantenere questi vincoli inalterati.

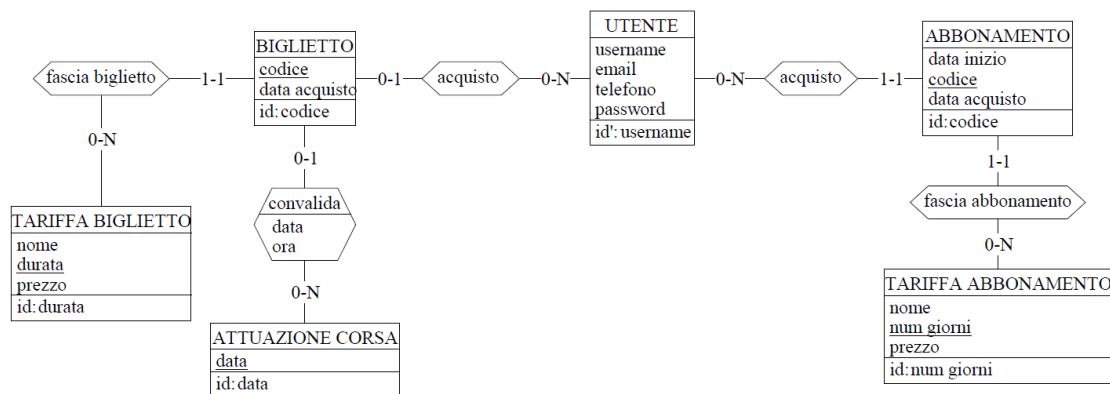


Figura 3.1: Entità Biglietto e Abbonamento dopo la rimozione delle gerarchie

Persona - Utente

Abbiamo che **UTENTE** è un subset di **PERSONA**. Se venisse effettuato un collasso avremmo vari attributi opzionali da gestire: scegliamo quindi di sostituire la gerarchia con un'associazione. Così facendo a una persona fisica può essere connessa un'utenza, e a un'utenza deve per forza essere connessa una persona.

Utente - Dipendente

Come per Persona e Utente il subset è stato sostituito dall'associazione **dipendenza**, visto che le entità **UTENTE** e **DIPENDENTE** hanno associazioni diverse.

Dipendente

La gerarchia sui vari tipi di dipendente (**AMMINISTRATIVO**, **AUTISTA**, **CONTROLLORE**) è di tipo Totale ed Esclusiva. Visto che le sottoentità non hanno attributi diversificati, scegliamo di fare un **collasso verso l'alto**. Introduciamo un selettore di tipo chiamato **ruolo** che potrà assumere solo i valori di Amministrativo, Autista o Controllore. Visto

che le associazioni specifiche per ogni ruolo ora fanno riferimento al generico dipendente sarà necessario porre attenzione ad eseguire dei controlli per verificare che si possano aggiungere delle associazioni solo se coerenti con il ruolo del dipendente coinvolto.

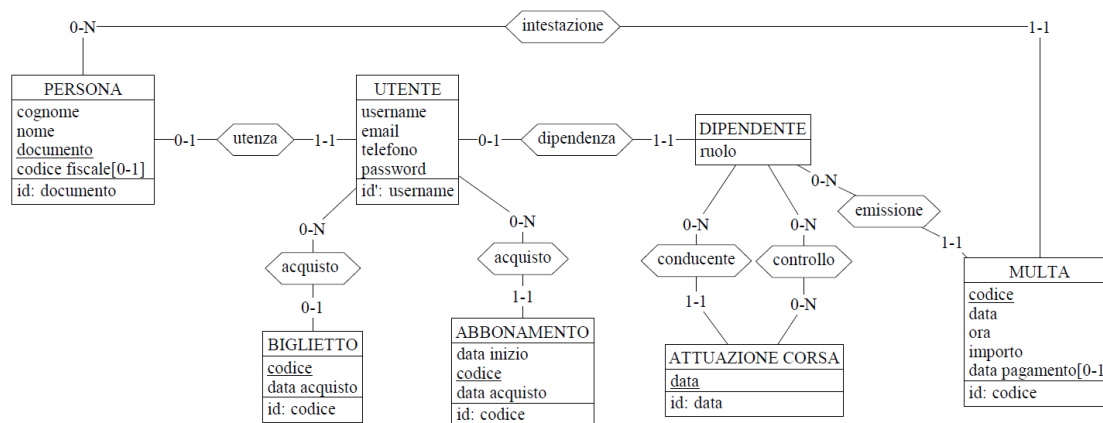


Figura 3.2: Entità Persona, Utente e Dipendente dopo la rimozione delle gerarchie

Manutenzione

La gerarchia su **MANUTENZIONE** è di tipo Totale ed Esclusiva. Poiché le due entità figlie si riferiscono a due concetti differenti, quindi hanno anche associazioni diverse, scegliamo di effettuare un **collasso verso il basso** per mantenere i vincoli sulle associazioni. Importiamo quindi sui due figli gli attributi comuni e l'associazione comune **incarico**.

Linea

Le linee di tipo ordinario e straordinario compongono una gerarchia Totale ed Esclusiva. Scegliamo di eseguire un **collasso verso l'alto**, così da avere tutte le linee in un'unica entità visto che sono oggetto di molte richieste comuni. Dal momento che hanno alcuni attributi diversi, questi diventeranno degli opzionali e ci serviranno per capire di che tipo è la linea.

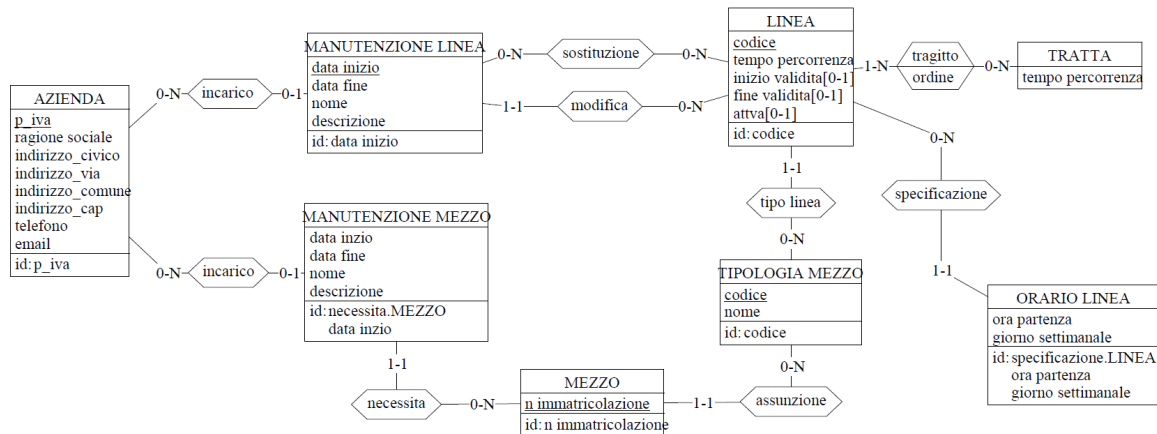


Figura 3.3: Entità Manutenzione e Linea dopo la rimozione delle gerarchie

3.6.3 Reificazione associazioni molti a molti

Le associazioni N-N non sono direttamente rappresentabili nei database relazionali, quindi per ovviare a questo problema, le associazioni subiscono un processo di **reificazione** che comporta la trasformazione dell'associazione N-N in un'entità che sarà connessa con due associazioni 1-1 alle entità che prima collegava.

Qui elencate troviamo le associazioni che sono state reificate:

- Contenuto
- Tragitto
- Sostituzione
- Controllo

3.6.4 Scelta degli identificatori principali

Tutte le entità del nostro dominio sono già dotate dei loro identificatori principali naturali. Per comodità ne sostituiamo alcuni con un semplice codice (lasciando comunque il vincolo di unicità su quelli esistenti) per rendere più semplici le query.

Riportiamo l'elenco delle entità in cui è stata effettuata quest'aggiunta:

- Fermata
- Hub mobilità
- Orario linea
- Causale multa
- Attuazione Corsa

3.7 Schema relazionale finale

A questo punto tutti i problemi sono stati risolti, e il nostro schema ristrutturato è direttamente traducibile in delle relazioni.

Capitolo 4

Progettazione dell'Applicazione