

SMART GRID

Progetto d'esame



Università di Trieste
Basi di dati

Esame di Basi di Dati

Presentazione progetto

Si vuole realizzare una base di dati che serva da supporto al progetto "GoGreen", volto alla realizzazione di un sistema *smart grid* in una città, ovvero l'insieme di una rete di informazione e di una rete di distribuzione elettrica, tale da consentire di gestire la rete elettrica in maniera "intelligente" sotto vari aspetti o funzionalità, ovvero gestendola in maniera efficiente per la distribuzione di energia elettrica.

Nell'ambito del progetto, viene definito il concetto di "*cluster*" che consiste in un raggruppamento di entità produttrici e/o utilizzatrici di energia. Il cluster è limitato geograficamente ad un isolato oppure ad un piccolo quartiere o una frazione della città.

Un elemento del cluster può essere una casa unifamiliare dotata di impianto fotovoltaico con sistema di accumulo a batterie. Tale casa è al tempo stesso un utilizzatore e un produttore di energia elettrica: utilizza energia attraverso elettrodomestici, pompa di calore, ecc.; al contrario, produce energia attraverso l'impianto fotovoltaico.

Anche una centralina mini-idroelettrica a coclea, installata sul greto di un corso d'acqua della città, è un elemento del cluster, così come una piccola pala eolica. Questi elementi, se separati da altre strutture, sono esclusivamente produttori di energia elettrica.

Invece un'abitazione priva di impianti di produzione energetica (fotovoltaico, mini-idroelettrico, mini-eolico, ecc.) è un elemento esclusivamente utilizzatore all'interno del cluster.

Ogni cluster ha una centrale di controllo, un edificio dotato di una centralina con lo scopo di smistare l'energia internamente al cluster tra produttori e utilizzatori, finché possibile, senza prelevare energia dalla rete di distribuzione. In caso di produzione insufficiente preleva energia da altri cluster. In caso contrario immette il surplus verso il sistema.

Ogni elemento del cluster è collegato direttamente alla centralina del cluster, sia elettricamente sia informaticamente. Ciascun elemento del cluster possiede un'unità di controllo in grado di rilevare in tempo reale la potenza utilizzata e quella eventualmente prodotta e di comunicarle alla centralina di cluster. Inoltre tale unità di controllo comunica altre informazioni utili alla gestione, ad esempio la quantità di energia stoccata in eventuali sistemi di accumulo.

La centralina, incrociando le informazioni ricevute dagli elementi del cluster, instrada l'energia dagli elementi che ne stanno producendo verso gli elementi che ne stanno utilizzando.

Il cluster svolge un monitoraggio continuo della potenza assorbita o prodotta in ogni istante da ciascun elemento del cluster e memorizza il quantitativo di energia trasferita in un certo intervallo di tempo tra un produttore ed un utilizzatore, applicando la relativa tariffa.

La tariffa da applicare dipende dalla fascia in cui avviene il trasferimento, le fasce orarie si suddividono in:

- F1 (lun-ven dalle ore 8.00 alle 19.00, la fascia più costosa)
- F2A (ore intermedie, lun-ven dalle 7.00 alle 8.00)
- F2B (ore intermedie, lun-ven dalle 19.00 alle 24.00)
- F2C (ore intermedie, sabato dalle 7.00 alle 24.00)
- F3A (ore più economiche, lun-sab dalle 00.00 alle 7.00)
- F3B (ore più economiche, domenica 24/24h)
- F0 se viene utilizzata l'energia prodotta dai propri elementi

Tutti i cluster sono collegati, elettricamente ed informaticamente, ad un sistema centrale di gestione.

Tale sistema è dotato di una sala di controllo dalla quale gli addetti al monitoraggio sovrintendono al corretto funzionamento del sistema e intervengono secondo necessità. La centrale operativa dispone di sistemi che provvedono alla raccolta dei dati provenienti dai cluster, alla loro elaborazione, al dispacciamento automatico dell'energia.

Esame di Basi di Dati

Oltre ad essere collegati direttamente al sistema centrale, i cluster sono collegati elettricamente anche ai cluster contigui, con una struttura "a maglia". In questo modo il sistema di controllo centrale può inviare ai cluster opportuni comandi per instradare l'energia direttamente tra cluster contigui senza passare attraverso il sistema centrale.

I dati raccolti vengono resi disponibili ai cittadini attraverso un sito, dal quale non solo sarà possibile visualizzare i dati relativi alla produzione e/o al consumo di energia delle entità pubbliche, ma dal quale inoltre potranno visualizzare i dati relativi al proprio elemento attraverso un'area riservata.

Glossario dei termini

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Smart grid	Insieme di una rete di informazione e di una rete di distribuzione elettrica, tale da consentire di gestire la rete elettrica in maniera intelligente.		
Cluster	Raggruppamento di entità produttrici e/o utilizzatrici di energia.		Smart grid, Entità
Entità	Elemento del cluster può essere una casa, un impianto fotovoltaico, un centrale mini-idroelettrica o un impianto mini-eolico.	Elemento, Produttore, Utilizzatore	Cluster
Batteria	Unità di stoccaggio elettrico.	Sistema di accumulo	Entità
Energia	L'energia (kWh) è la somma dell'elettricità generata nel tempo		Cluster, Entità
Potenza	La potenza (kW) è la velocità con cui l'impianto genera elettricità.		Cluster, Entità
Centralina	Insieme di componenti elettrotecnici che gestiscono il dispacciamento dell'energia elettrica.		Cluster
Unità di controllo	Insieme di componenti elettrotecnici per la rilevazione di dati.		Entità
Tariffa	Prezzo da applicare al trasferimento, in base alla fascia		Cluster, Entità
Fascia	Intervallo di tempo della giornata		Tariffa
Sistema centrale	Sistemi che provvedono alla raccolta dei dati provenienti dai cluster, alla loro elaborazione, al dispacciamento automatico dell'energia.	Sistema di controllo	Cluster
Cittadini	Possessori di uno o più elementi.		Sito
Sito	Pagina web dove verranno visualizzati i dati		Privato, Entità

Esame di Basi di Dati

Obbiettivi

Dopo una prima analisi del progetto, sono stati individuati i seguenti obbiettivi per la base di dati:

- Registrare i rilevamenti della potenza assorbita o prodotta dalle entità
- Visualizzare lo stato dei sistemi di accumulo
- Memorizzare i trasferimenti di energia tra elementi
- Memorizzare i trasferimenti di energia tra cluster
- Calcolare il costo di un trasferimento con la relativa tariffa
- Registrare i rilevamenti della potenza prelevata o ceduta da ciascun cluster
- Mettere a disposizione i dati ad un cittadino relativi ai suoi elementi

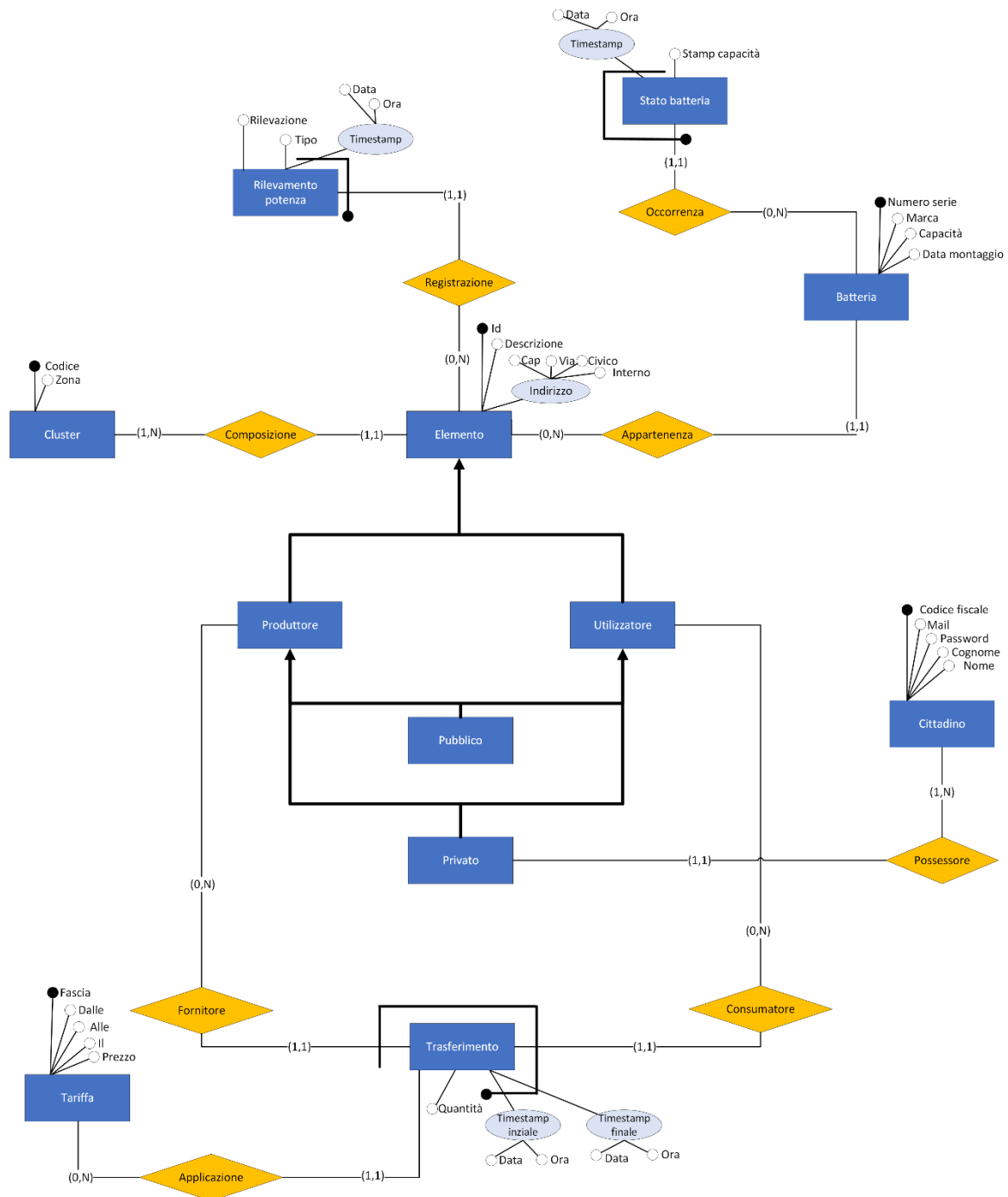
Progettazione dello schema E-R

I concetti chiave del progetto che rappresentano una entità nello schema concettuale sono:

- Cluster
- Elemento (Design pattern PART-OF)
- Produttore (specializzazione dell'entità elemento)
- Utilizzatore (specializzazione dell'entità elemento)
- Privato (specializzazione, **sottoclasse intersezione di Produttori e Utilizzatori**)
- Pubblico (specializzazione, **sottoclasse intersezione di Produttori e Utilizzatori**)
- Rilevamento potenza
- Batteria
- Stato batteria (Design pattern INSTANCE-OF)
- Cittadino
- Trasferimento
- Tariffa

Esame di Basi di Dati

Diagramma Entity - Relationship



Esame di Basi di Dati

Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Cluster	Insieme di elementi	Codice, Zona	Codice
Elemento	Elemento produttore o utilizzatore del cluster	Id, Descrizione, Indirizzo	Id
Produttore	Specializzazione di elemento	Id, Descrizione, Indirizzo	Id
Utilizzatore	Specializzazione di elemento	Id, Descrizione, Indirizzo	Id
Pubblico	Sottoclasse intersezione di Produttori e Utilizzatori	Id, Descrizione, Indirizzo	Id
Privati	Sottoclasse intersezione di Produttori e Utilizzatori	Id, Descrizione, Indirizzo	Id
Rilevamento potenza	Rilevamento della potenza di assorbita o generata in un istante	Timestamp, Tipo, Rilevazione	Timestamp, Registrazione (R)
Batteria	Unità di accumulo di un elemento	Numero serie, Marca, Capacità, Data montaggio	Numero serie
Stato batteria	Istanza che rappresentato la carica di una batteria in un istante	Timestamp, Stamp capacità	Timestamp, Occorrenza (R)
Cittadino	Possessore di uno o più elementi	Codice fiscale, Mail, Password, Cognome, Nome	Codice fiscale
Trasferimento	Trasferimento energetico tra produttore ed utilizzatore	Timestamp iniziale, Timestamp finale, Quantità	Timestamp iniziale, Timestamp finale, Fornitore (R), Consumatore (R)
Tariffa	Tariffa da applicare ad un trasferimento	Fascia, Dalle, Alle, Il, Prezzo	Fascia

Dizionario dei dati (Relazioni)

Relazioni	Descrizione	Componenti	Attributi
Composizione	Un cluster è composto da degli elementi	Cluster, Elemento	
Registrazione	Registrazione di un rilevamento relativa ad un elemento	Elemento, Rilevamento potenza	
Appartenenza	Appartenenza di una batteria ad un elemento	Elemento, Batteria	
Occorrenza	Occorrenza della quantità di energia stoccata in una batteria in un istante	Batteria, Stato batteria	
Possessore	Un cittadino è possessore di uno o più elementi privati	Privato, Cittadino	
Fornitore	Produttore con il ruolo di fornitore all'interno di un trasferimento	Produttore, Trasferimento	
Consumatore	Utilizzatore con il ruolo di consumatore all'interno di un trasferimento	Utilizzatore, Trasferimento	
Applicazione	Applicazione della tariffa al trasferimento	Trasferimento, Tariffa	

Esame di Basi di Dati

Vincoli non esprimibili

- La data dell'attributo *Timestamp finale* non può essere precedente rispetto alla data dell'attributo *Timestamp iniziale*
- Se la data dell'attributo *Timestamp iniziale* e *finale* coincidono l'ora dell'attributo *Timestamp finale* non può essere maggiore rispetto a quella iniziale
- Il valore dell'attributo *Stamp capacità* non può essere maggiore dell'attributo *Capacità* della batteria
- Un trasferimento tra *Elementi* di cluster diversi può avvenire solo se i cluster sono conitgui
- Lo scambio di energia tra *Produttore* e *Utilizzatore* deve avere *Tariffa* F0 se hanno lo stesso proprietario
- Quando viene registrato un *Trasferimento* verificare che effettivamente il fornitore sia un elemento produttore e il consumatore sia un elemento utilizzatore
- La *Mail* deve essere univoca
- L'*Indirizzo* deve essere univoco

Considerazioni generali

Nella presentazione del progetto una casa con un impianto fotovoltaico è vista come un singolo elemento, nella base di dati risulta più conveniente vedere la casa e l'impianto come degli elementi assestanti.

Dato che la cardinalità dei cittadini è 1 a molti con partecipazione obbligatoria da parte dei cittadini, nella tabella saranno presenti solo i cittadini a cui è associato un elemento privato

La tariffa non ha partecipazione obbligatoria, dato che esiste l'eventualità che non venga effettuato nessun trasferimento in quella fascia; tuttavia, anche se è un'ipotesi poco probabile se ne tiene conto

Si ipotizza che tutti gli elementi siano localizzabili attraverso un indirizzo.

La generalizzazione dell'entità *Elemento* è di tipo **totale ed esclusiva**:

- **totale** perché ogni occorrenza dell'entità genitore è occorrenza di almeno una delle entità figlie
- **esclusiva** perché ogni occorrenza dell'entità genitore è occorrenza di al più una delle entità figlie

La generalizzazione dell'entità *Produttore* e *Utilizzatore* è di tipo **totale ed esclusiva**:

- **totale** perché ogni occorrenza dell'entità genitore è occorrenza di almeno una delle entità figlie
- **esclusiva** perché ogni occorrenza dell'entità genitore è occorrenza di al più una delle entità figlie

La specializzazione *Pubblico* è una sottoclasse intersezione di *Produttori* e *Utilizzatori*, allo stesso modo la specializzazione *Privato* è una sottoclasse intersezione di *Produttori* e *Utilizzatori*.

Notare che la base di dati non tiene conto della potenza assorbita o prodotta da un cluster in quanto può essere calcolata dai dati relativi ai propri elementi.

Durante la creazione del diagramma E-R sono stati usati dei design-pattern, come PART-OF per esprimere la composizione del Cluster da parte degli elementi, e INSTANCE-OF per esprimere l'occorrenza dello stato di una batteria in un istante.

Tavola dei volumi

- Suppongo all'incirca che la città abbia 6 cluster e ogni cluster in media abbia 1.500 elementi tra produttori e utilizzatori (Si suppone 1.000 produttori e 500 utilizzatori)
- Il rilevamento delle potenze viene effettuata ad un intervallo regolare di un'ora; quindi, nell'arco di una giornata vengono effettuati 24 rilevamenti
- In media il 50% degli elementi è dotato di un'unità di stoccaggio, quindi 4.500 batterie
- Si stima che un elemento nell'arco di una giornata effettua in media 3 trasferimenti
- Si stima che lo stato di una batteria venga registrato due volte al giorno

Esame di Basi di Dati

- Dato che un cittadino potrebbe avere più elementi e viene tenuto conto solo dei cittadini possessori di un elemento si stimano 500 cittadini per cluster

Concetto	Tipo	Volume
Cluster	E	6
Elemento	E	9.000
Produttore	E	6.000
Utilizzatore	E	3.000
Privato	E	6.000
Pubblico	E	3.000
Rilevamento potenza	E	52.560.000 (=24x6.000x365)
Batteria	E	4.500 (50% di 9.000)
Stato batteria	E	3.285.000 (=4.500x2x365)
Cittadino	E	3.000
Tariffa	E	5
Trasferimento	E	3.285.000 (3.000x3x365)
Composizione	R	9.000
Registrazione	R	52.560.000
Appartenenza	R	4.500
Occorrenza	R	3.285.000
Possessore	R	3.000
Fornitore	R	3.285.000
Consumatore	R	3.285.000
Applicazione	R	3.285.000

Operazioni di interesse

Operazione	Tipo	Frequenza
Visualizzare in ordine decrescente i cluster in base alla potenza generata in un intervallo di tempo o in un mese	Interattiva	1/mese
Visualizzare l'energia consumata dagli elementi di un cittadino ed il costo di tale consumo in un intervallo di tempo	Interattiva	1/giorno
Visualizzare quanta energia viene utilizzata nelle varie fasce orarie	Interattiva	1/giorno
Visualizzare da quali produttori è stata presa l'energia e il quantitativo	Interattiva	1/giorno

Esame di Basi di Dati

Visualizzare l'energia ceduta dagli elementi di un cittadino a elementi che non sono suoi ed il guadagno relativo in un intervallo di tempo	Interattiva	1/giorno
Aggiungere rilevamento dello stato di una batteria	Batch	2/giorno
Inserimento rilevazione potenza	Batch	24/giorno

Analisi ridondanza

L'entità *Rilevamento potenza* con i suoi attributi risulta essere un campo calcolabile dall'entità *Trasferimento*, questo approccio oltre a dare un valore meno accurato potrebbe risultare più lento, in quanto si avrà una query più complessa, quindi probabilmente un'esecuzione più lenta.

Tuttavia, risulta un approccio migliore dato che la mole di dati da salvare per un periodo relativamente breve come un anno ammonta a 50 milioni, implicando circa 140 mila inserimenti di dati al giorno nella base di dati.

Per questo motivo si è deciso di calcolare la potenza attraverso l'entità *Trasferimento*, mantenendo comunque però l'entità *Rilevamento potenza* nella quale verranno memorizzati dei dataset contenenti i dati delle registrazioni delle potenze degli elementi in un periodo di un mese, nell'eventualità si voglia effettuare uno studio statistico in futuro.

In questo modo si riduce la frequenza di interazioni in scrittura con il database da 140mila al giorno ad 1 al mese.

Eliminazione delle generalizzazioni

È presente una generalizzazione di *Elemento* in *Produttore* e *Utilizzatore*, e successivamente una generalizzazione di *Produttore* e *Utilizzatore* in *Pubblico* o *Privato*.

Si è scelto di accorpare i figli al genitore dato che gli accessi al padre e ai figli sono contestuali.

Ciò implica l'aggiunta di un attributo tipo, con il quale sarà possibile distinguere se l'elemento è un Produttore o un Utilizzatore.

Per quanto riguarda la specializzazione degli elementi in Pubblici o Privati, non sarà necessario aggiungere nessun attributo dato che l'associazione con l'entità *Cittadino* permette di sapere quali elementi sono di proprietà di un cittadino, e dà ciò si può dedurre che i restanti saranno elementi pubblici.

Eliminazione attributi multivalore

Nelle entità in cui è presente l'attributo composto *Timestamp* si è deciso di mantenere tale attributo, quindi non verrà scomposto.

Nell'entità *Elemento* l'attributo composto *Indirizzo* verrà scomposto in attributi semplice.

Partizionamento di relationship o entità

L'entità *cittadino* presenta dei concetti come *mail* e *password* che si riferiscono ad un concetto diverso rispetto a quello del *cittadino*, in particolar modo si riferiscono al concetto di *utente*; tuttavia, partizionare l'entità sarebbe svantaggioso poiché renderebbe l'operazione meno efficiente. Inoltre, tali concetti anche se distinti, hanno senso anche accorpati in un'unica entità in quanto vengono acceduti assieme.

Accorpamento di entità

Non è necessario accorpare nessuna entità.

Esame di Basi di Dati

Scelta identificatori primari

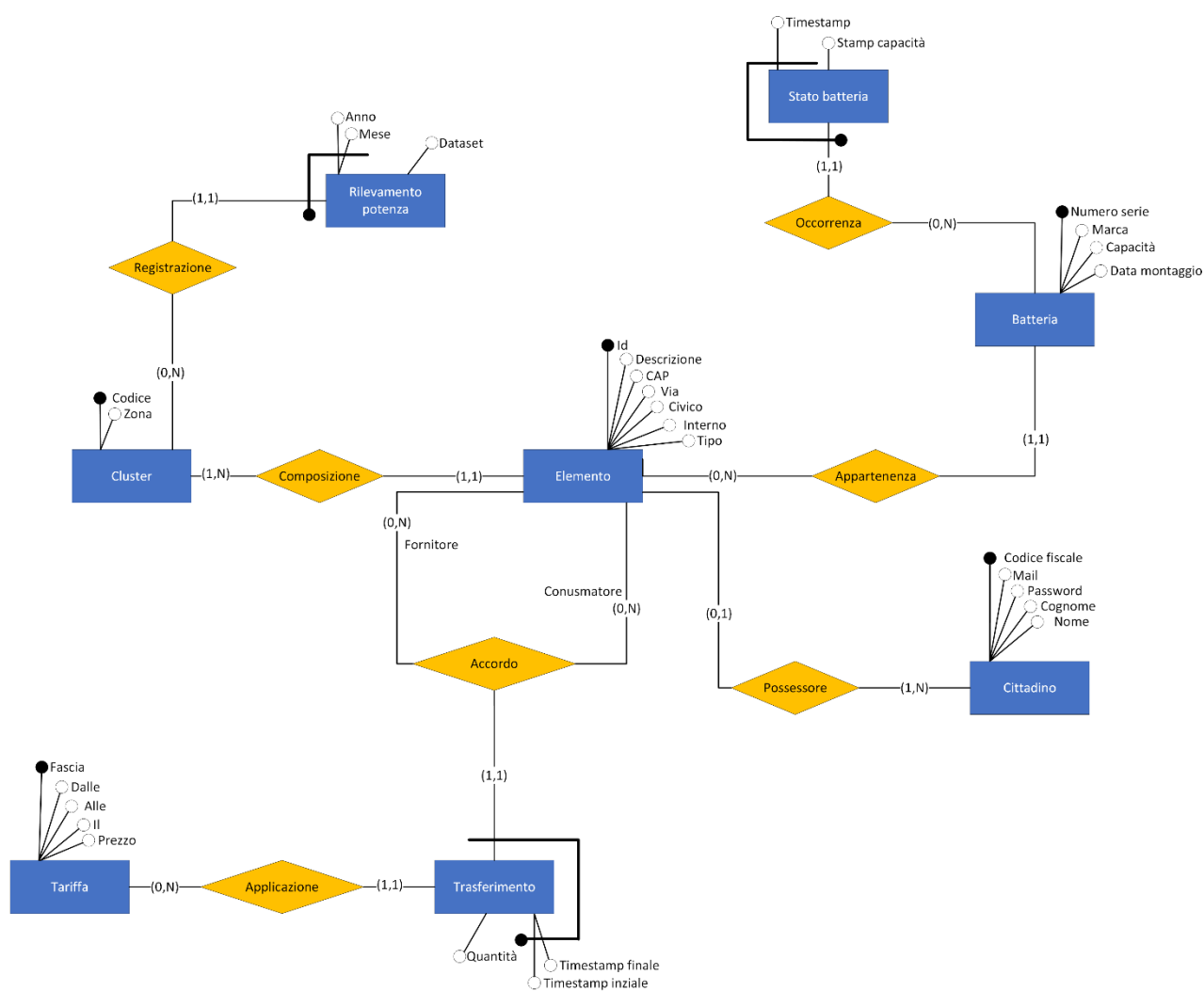
Per ogni entità è stato evidenziato con un pallino nero un identificatore primario. Rispettivamente, sono stati scelti:

Entità	Chiave scelta
Cluster	Codice
Elemento	Id (numero di serie dell'unità di controllo)
Batteria	Numero di serie
Stato batteria	Numero serie (FK → Batteria), Timestamp
Cittadino	Codice fiscale
Trasferimento	Id produttore (FK → Elemento), Id utilizzatore (FK → Elemento), Timestamp iniziale, Timestamp finale
Tariffa	Fascia
Rilevamento potenza	Codice (FK → Cluster), Anno, Mese

Notazione "FK → X": chiave esterna verso l'entità X

Esame di Basi di Dati

Diagramma Entity – Relationship ristrutturato



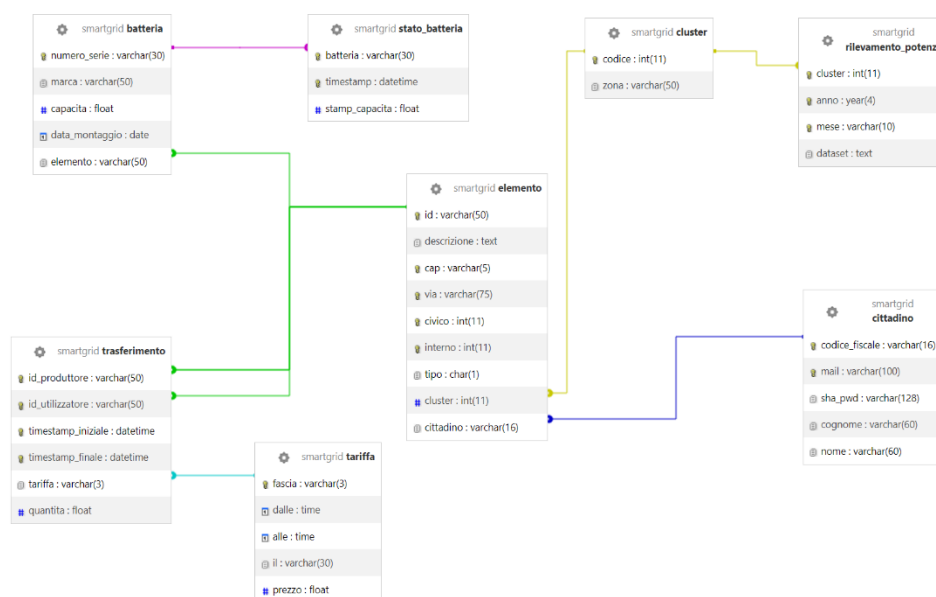
Esame di Basi di Dati

Passaggio al modello relazionale

Si individuano le seguenti relazioni, identificatori e attributi per lo schema logico con il modello relazionale:

- cluster (codice, zona)
- elemento (id, descrizione, cap, via, civico, interno, tipo, cluster, cittadino)
- rilevamento_potenza (cluster, anno, mese, dataset)
- batteria (numero_serie, marca, capacita, data_montaggio, elemento)
- stato_batteria (batteria, timestamp, stamp_capacita)
- cittadino (codice_fiscale, mail, sha_pwd, cognome, nome)
- trasferimento (id_prodotto, id_utilizzatore, timestamp_iniziale, timestamp_finale, tariffa, quantita)
- tariffa (fascia, dalle, alle, il, prezzo)

Schema logico



Legenda

	Chiave primaria		Attributo di tipo numerico		Attributo di tipo testo		Attributo di tipo data
--	-----------------	--	----------------------------	--	-------------------------	--	------------------------

Le linee colorate rappresentano le relazioni tra le tabelle ovvero i vincoli di integrità referenziali (chiavi esterne), l'estremo della linea con il pallino rappresenta la colonna che è chiave esterna, l'altro estremo della linea rappresenta il riferimento alla colonna della tabella esterna.

Normalizzazione

FN1 - La base di dati è già in prima forma normale, tutte le colonne sono atomiche.

FN2 - La base di dati è già in seconda forma normale, ciascuna colonna dipende dalla primary key.

FN3 - La base di dati è già in terza forma normale, non ci sono attributi calcolati e ogni attributo dipende solo dalla primary key.

Esame di Basi di Dati

Creazione del database

Nel link seguente è possibile trovare il file sql per la creazione del database:

[github link](#)

Per quanto riguarda la progettazione fisica si vogliono evidenziare le seguenti query per la gestione dei vincoli

Trigger per controllare che il produttore inserito sia effettivamente un produttore e l'utilizzatore sia effettivamente un utilizzatore

```
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER trg_beforeInsertProdUtil BEFORE INSERT ON trasferimento
FOR EACH ROW BEGIN
    DECLARE tP CHAR(1);
    DECLARE tU CHAR(1);
    SET tP = (SELECT tipo FROM elemento WHERE id = NEW.id_prodotto);
    SET tU = (SELECT tipo FROM elemento WHERE id = NEW.id_utilizzatore);
    IF (tP = 'U' AND tU = 'P') THEN
        SIGNAL sqlstate '45001' SET message_text = "Elemento produttore ed
                                                    elemento utilizzatore errati";
    ELSEIF (tP = 'U') THEN
        SIGNAL sqlstate '45001' SET message_text = "Stai cercando di inserire un
                                                    elemento utilizzatore come produttore";
    ELSEIF (tU = 'P') THEN
        SIGNAL sqlstate '45001' SET message_text = "Stai cercando di inserire un
                                                    elemento produttore come utilizzatore";
    END IF;
END
$$
DELIMITER ;
```

Trigger per controllare che la tariffa utilizzato per un trasferimento energetico tra elementi aventi lo stesso proprietario sia F0, se la tariffa è sbagliata viene corretta

```
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER trg_fascia_F0 BEFORE INSERT ON trasferimento
FOR EACH ROW BEGIN
    DECLARE t VARCHAR(3);
    DECLARE tP VARCHAR(16);
    DECLARE tU VARCHAR(16);
    SET t = "F0";
    SET tP = (SELECT cittadino FROM elemento WHERE id = NEW.id_prodotto);
    SET tU = (SELECT cittadino FROM elemento WHERE id = NEW.id_utilizzatore);
    IF (tP = tU) THEN
        IF (t <> NEW.tariffa) THEN
            INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F0";
        END IF;
    END IF;
END
$$
DELIMITER ;
```

Esame di Basi di Dati

Trigger per controllare se l'energia accumulata in una batteria è minore della capacità effettiva della batteria

```
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER trg_beforeInsertStatoBatteria BEFORE INSERT ON stato_batteria
FOR EACH ROW BEGIN
    DECLARE tmp_capacita FLOAT;
    SET tmp_capacita = (SELECT capacita FROM batteria WHERE numero_serie =
                        NEW.batteria);
    IF tmp_capacita < NEW.stamp_capacita THEN
        SIGNAL sqlstate '45001' SET message_text = "Stamp capacità superiore alla
                                                capacità massima!";
    END IF;
END
$$
DELIMITER ;
```

Trigger per verificare che la tariffa assegnata al trasferimento sia quella corretta

```
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER trg_fascia_F BEFORE INSERT ON trasferimento
FOR EACH ROW BEGIN
    DECLARE giorno VARCHAR(10);
    DECLARE ora_s TIME;
    DECLARE ora_f TIME;
    SET giorno = (SELECT DAYNAME(NEW.timestamp_iniziale));
    SET ora_s = (SELECT TIME(NEW.timestamp_iniziale));
    SET ora_f = (SELECT TIME(NEW.timestamp_finale));
    IF giorno = "sunday" AND NEW.tariffa <> "F3B"
        THEN INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F3B";
    ELSEIF ora_s >= (SELECT dalle FROM tariffa WHERE fascia = "F3A")
        AND ora_f > (SELECT alle FROM tariffa WHERE fascia = "F3A")
        AND NEW.tariffa <> "F3A"
        THEN INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F3A";
    ELSEIF giorno = "saturday"
        AND ora_f > (SELECT alle FROM tariffa WHERE fascia = "F2C")
        AND NEW.tariffa <> "F2C"
        THEN INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F2C";
    ELSEIF ora_s >= (SELECT dalle FROM tariffa WHERE fascia = "F2A")
        AND ora_f > (SELECT alle FROM tariffa WHERE fascia = "F2A")
        AND NEW.tariffa <> "F2A"
        THEN INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F2A";
    ELSEIF ora_s >= (SELECT dalle FROM tariffa WHERE fascia = "F2B")
        AND ora_f > (SELECT alle FROM tariffa WHERE fascia = "F2B")
        AND NEW.tariffa <> "F2B"
        THEN INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F2B";
    ELSE
        INSERT INTO trasferimento SET tariffa = "F1";
    END IF;END
$$
DELIMITER ;
```

Esame di Basi di Dati

Operazioni d'interesse

Stored Procedure per ottenere la classifica dei cluster in un mese

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_cluster_1(IN mese VARCHAR(2))
BEGIN
    SELECT e.cluster, sum(t.quantita)/sum(timestampdiff(hour, t.timestamp_iniziale,
t.timestamp_finale)) AS potenza_generata
    FROM trasferimento t INNER JOIN elemento e on t.id_prodotto=e.id
    WHERE month(t.timestamp_iniziale) = mese
    GROUP BY e.cluster
    ORDER BY potenza_generata DESC;
END
$$
DELIMITER ;
```

Stored Procedure per ottenere la classifica dei cluster in un intervallo di tempo

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_cluster_2(IN d1 DATETIME, IN d2 DATETIME)
BEGIN
    SELECT e.cluster, sum(t.quantita)/sum(timestampdiff(hour, t.timestamp_iniziale,
t.timestamp_finale)) AS potenza_generata
    FROM trasferimento t INNER JOIN elemento e on t.id_prodotto=e.id
    WHERE t.timestamp_iniziale >= d1 AND t.timestamp_finale <= d2
    GROUP BY e.cluster
    ORDER BY potenza_generata DESC;
END
$$
DELIMITER ;
```

Stored Procedure per ottenere il consumo degli elementi di una persona

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_consumo_1(IN cit VARCHAR(100),IN d1 DATETIME, IN d2 DATETIME)
BEGIN
    SELECT c.cognome, c.nome, t.id_utilizzatore, e.cap, e.via, e.civico, e.interno,
SUM(t.quantita) AS quantita_consumata,
SUM(t.quantita*f.prezzo) AS costo_consumo_totale
    FROM trasferimento t
    INNER JOIN elemento e ON t.id_utilizzatore = e.id
    INNER JOIN cittadino c ON e.cittadino = c.codice_fiscale
    INNER JOIN tariffa f ON t.tariffa = f.fascia
    WHERE c.mail = cit AND t.timestamp_iniziale >= d1 AND t.timestamp_finale <= d2
    GROUP BY t.id_utilizzatore;
END
$$
DELIMITER ;
```

Esame di Basi di Dati

Stored Procedure per ottenere il consumo degli elementi di una persona, suddivisi per fascia

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_consumo_2(IN cit VARCHAR(100),IN d1 DATETIME, IN d2 DATETIME)
BEGIN
    SELECT c.cognome, c.nome, t.id_utilizzatore, e.cap, e.via, e.civico, e.interno,
    t.tariffa, f.prezzo,
    SUM(t.quantita) AS quantita_consumata, SUM(t.quantita)*f.prezzo AS
    costo_consumo_totale
    FROM trasferimento t
    INNER JOIN elemento e ON t.id_utilizzatore = e.id
    INNER JOIN cittadino c ON e.cittadino = c.codice_fiscale
    INNER JOIN tariffa f ON t.tariffa = f.fascia
    WHERE c.mail = cit AND t.timestamp_iniziale >= d1 AND t.timestamp_finale <= d2
    GROUP BY t.tariffa;
END
$$
DELIMITER ;
```

Stored Procedure per ottenere i dati relativi agli elementi da cui è stata prelevata l'energia consumata degli elementi di una persona

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_info_consumo_1(IN cit VARCHAR(100),IN d1 DATETIME, IN d2 DATETIME)
BEGIN
    SELECT x.prod, x.util, x.qc, el.cap, el.via, el.civico, el.interno FROM
    (SELECT t.id_prodotto AS prod,
    t.id_utilizzatore AS util, SUM(t.quantita) AS qc
    FROM trasferimento t
    INNER JOIN elemento e ON t.id_utilizzatore = e.id
    INNER JOIN cittadino c ON e.cittadino = c.codice_fiscale
    WHERE c.mail = cit AND t.timestamp_iniziale >= d1 AND t.timestamp_finale <= d2
    GROUP BY t.id_prodotto) x
    INNER JOIN elemento el ON el.id = x.prod;
END
$$
DELIMITER ;
```

Stored Procedure per ottenere i ricavi dai vari elementi di una persona

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_ricavo_1(IN cit VARCHAR(100),IN d1 DATETIME, IN d2 DATETIME)
BEGIN
    SELECT c.cognome, c.nome, t.id_prodotto, e.cap, e.via, e.civico, e.interno,
    SUM(t.quantita) AS quantita_prodotta, SUM(t.quantita*f.prezzo) AS ricavo
    FROM trasferimento t
    INNER JOIN elemento e ON t.id_prodotto = e.id
    INNER JOIN cittadino c ON e.cittadino = c.codice_fiscale
    INNER JOIN tariffa f ON t.tariffa = f.fascia
    WHERE c.mail = cit AND t.timestamp_iniziale >= d1 AND t.timestamp_finale <= d2 AND
    t.tariffa <> 'F0'
    GROUP BY t.id_prodotto;
END
$$
DELIMITER ;
```


Esame di Basi di Dati

Stored Procedure per inserire lo stato di una batteria

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_insert_stato_batteria (IN batteria VARCHAR(30), IN timestamp
DATETIME, IN stamp_capacita FLOAT)
BEGIN
    INSERT INTO stato_batteria (batteria, timestamp, stamp_capacita)
    VALUES (batteria, timestamp, stamp_capacita);
END
$$
DELIMITER ;
```

Stored Procedure per inserire i dataset dei rilevamenti delle potenze

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_insert_rilevazione (IN elemento VARCHAR(50), IN anno YEAR, IN mese
VARCHAR(10), IN dataset TEXT)
BEGIN
    INSERT INTO rilevamento_potenza (elemento, anno, mese, dataset)
    VALUES (elemento, anno, mese, dataset);
END
$$
DELIMITER ;
```