

RELAZIONE DEL PROGETTO DI BASI DI DATI

ANNO ACCADEMICO 2020/2021

MATTEO MILANESCHI
LORENZO MONACI



Corso di Laurea in Ingegneria
Informatica



UNIVERSITÀ
DI PISA

1 - Analisi del database e vista d'insieme	7
2 - Glossario	9
2.1 - Area Generale	9
2.2 - Area Dispositivi	11
2.3 - Area Energia	14
2.4 - Area Comfort	17
3 - Descrizione del diagramma ER	21
3.1 - Area Generale	21
3.1.1 - Descrizione registrazione utente	21
3.1.2 - Descrizione Privilegi Utente - Dispositivo	22
3.1.3 Topologia dell'edificio	23
3.2 - Area Dispositivi	26
3.2.1 - Descrizione collegamento Dispositivo - SmartPlug	26
3.2.2 - Descrizione Generalizzazione Dispositivi	27
3.2.3 - Descrizione Generalizzazione Livello	28
3.2.4 - LOG Dispositivi	30
3.2.4.1 - Spiegazione non inserimento relazione Utente - SmartPlug e SmartPlug - LOG DISPOSITIVI	32
3.2.4.2 - Eliminazione dispositivo/Livello	32
3.2.6 - Spiegazione Impostazione Partenza differita	33
3.2.6.1 - Controlli accensione e spegnimento dispositivi	34
3.2.6.2 - Uso di "IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO" e "LOG DISPOSITIVO"	34
3.3 - Area Energia	35
3.3.1 - Sorgenti di energia rinnovabile	35
3.3.2 - Ciclo di vita dell'energia nel sistema	36
3.3.3 - Gruppo Sorgenti	39
3.3.3.1 - Storico Produzione Energia	39
3.3.3.2 - Consumo Gruppo Sorgenti	40
3.3.4 - Batteria	40
3.3.4.1 - Batteria e Immissione corrente	41
3.3.4.2 - Consumo batteria	41

3.3.5 - Rete Statale	42
3.3.5.1 - Rete Statale e contatore bidirezionale	42
3.3.6 - Consumi fonti di energia	43
3.3.7 - Fasce orarie e utenti	44
3.3.8 - Suggerimenti e dispositivi	45
3.4 - AreaComfort	47
3.4.1 - Condizionatori e Smart Light	47
3.4.2 - Impostazione Smart Light	48
3.4.3 - Memorizzazione LOG SmartLight	49
3.4.4 - Impostazione Condizionatore	50
3.4.5 - Memorizzazione LOG Condizionatore	51
3.4.6 Stanza ed efficienza energetica	52
3.4.7 - Utilizzo LOG - IMPOSTAZIONE - PARTENZA DIFFERITA condizionatore e smart light	53
3.4.8 - Monitoraggio SmartLight	54
3.4.9 - Temperatura Stanza	55
4 - Ristrutturazione del diagramma ER	56
4.1 - Eliminazione delle generalizzazioni	56
4.2 - Analisi delle ridondanze	62
4.3 - Eliminazione attributi composti e multivalore	67
4.4 - Partizionamenti e accorpamenti	67
4.5 - Scelta identificatori	68
4.5.1 - Area Generale	68
4.5.2 - Area Dispositivi	70
4.5.3 - Area energia	72
4.5.3 - Area Comfort	75
5 - Analisi delle prestazioni e individuazione delle operazioni	78
5.1 - Tavola dei volumi	78
5.1.1 - Area Generale	78
5.1.2 - Area Dispositivi	80
5.1.3 - Area energia	82
5.1.4 - Area Comfort	85
5.2 - Individuazione delle operazioni significative e tavola degli accessi.	87
5.2.1 Storico energia prodotta, immessa e prelevata, costo e guadagno	87
5.2.1.1 - Operazione con intervalli temporali scelti dall'utente	89
5.2.1.2 - Operazione con intervalli temporali non scelti dall'utente	90
5.2.2 - Ranking dei dispositivi scelti in base ai suggerimenti	92
5.2.3 - Scrittura su logs	94

5.2.6 - KW Presenti in batteria	96
5.2.7 - Monitoraggio smart lighting	98
5.2.8 - Lettura Consumo medio livelli	101
5.2.9 - Scrittura Consumo medio livelli	103
5.2.9 - Flusso di energia	105
5.2.10 - Monitoraggio dispositivi spenti o accesi	108
5.3 - Introduzione Ridondanze	110
5.3.1 - KW Presenti in batteria	110
5.3.2 - Lettura “MediaKWConsumati” per livello	112
5.3.3 - Monitoraggio Smart light	114
5.4 - Operazione Suggerimento Dispositivi	116
5.5 - Operazione Stima consumo impostazione dispositivi	117
6 - Traduzione verso il modello relazionale	118
6.1 - Modello relazionale	118
6.1.1 - Area Generale	118
6.1.2 - Area Dispositivi	119
6.1.3 - Area Energia	120
6.1.4 - Area Comfort	121
6.2 - Vincoli di integrità referenziale	122
6.2.1 - Area Comfort	122
Oggetto	122
Referenza	122
6.2.2 - Area Dispositivi	122
6.2.3 - Area Energia	124
6.2.4 - Area Comfort	125
6.3 - Normalizzazione	126
6.3.1 - Area Generale	126
6.3.2 - Area Dispositivi	128
6.3.3 - Area Energia	130
6.3.4 - Area Comfort	132
6.4 - Dipendenze funzionali da decomporre	134
6.4.1 - Area Generale	134
6.4.2 - Area Dispositivo	135
6.4.3 - Area Energia	135
6.4.4 - Area Comfort	136
6.5 - BCNF	137
6.5.1 - Account	137
6.5.2 - Documento di Riconoscimento	137

6.5.3 - Sorgente di energia rinnovabile	138
6.5.4 - Temperatura	139
7 - Vincoli Generici	139
7.1 - Area Generale	139
7.2 - Area Dispositivi	140
7.3 - Area Energia	140
7.4 - Area Comfort	141
8 - Analytics (Apriori)	141
8.1 Terminologia	142
8.2 Apriori	142
1- Conteggio degli item	142
2 - Formare itemset da 2 articoli ($k = 2$)	142
3 - Iterazioni successive e condizioni di arresto	143
8.3 - Implementazione	143
8.3.1 - Individuazione delle transazioni	143
8.3.2 - Conteggio items frequenti	144
8.3.3 - Creazione regole di associazione	153
8.4 - Istruzioni uso Apriori	156
8.4 - Analytics (Ottimizzazione Efficienza Energetica)	157

1 - Analisi del database e vista d'insieme

L'obiettivo del progetto assegnato è quello di ideare un database che permetta la memorizzazione delle informazioni necessarie per la realizzazione di un'applicazione “**My Smart Home**” che permetta di controllare in modo smart la casa e tutti i suoi dispositivi.

L'utente, registrato, può accendere, spegnere con le varie impostazioni i vari dispositivi (sarà spiegato meglio successivamente), programmare partenze differite o impostazioni prestabiliti per vari specifici dispositivi.

La suddivisione delle aree è la seguente:

- *Area Generale*
- *Area Dispositivi*
- *Area Energia*
- *Area Comfort*

La documentazione si suddivide in più paragrafi:

- **Glossario:** vengono descritti i termini più usati in entità e relazioni
- **Descrizione del diagramma ER:** viene descritta ogni singola scelta effettuata
- **Ristrutturazione del diagramma ER:** Vengono descritte tutte le varie scelte di ristrutturazione dell'ER
- **Analisi del database:** Viene descritta la tavola dei volumi, analizzate 8 operazioni significative con descrizione, parte dell'ER interessata e tavola degli accessi. Infine viene descritto un ipotetico inserimento di una ridondanza, infine dovremo concludere se la ridondanza verrà mantenuta oppure no
- **Traduzione verso il modello relazionale:** in questo punto della documentazione avverrà la traduzione, normalizzazione, Vincoli generici e di integrità referenziale
- **Vincoli Generici:** Vengono descritti tutti i vincoli generici del database, verranno anche implementati in un file .sql dedicato: “*Trigger-vincoligenerici.sql*”.
- **Analytics:** l'ultimo paragrafo del progetto. Vengono descritte due “*Data Analytics*”, le abitudini degli utenti attraverso l'algoritmo “*Apriori*” e una o più procedure descritte in modo euristico al fine di trovare piani di efficienza energetica e/o comfort.

2 - Glossario

2.1 - Area Generale

Termino	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Account	Entità che descrive le caratteristiche relative a e-mail e password di uno specifico utente registrato al sistema.	Profilo	Privilegi, Utente, Impostazione Dispositivo, Orario Fasce, Log Dispositivi, Impostazione Smart Light, Impostazione totale Smart Light,
Privilegi	Relazione tra Dispositivo e Account che viene trasformata in Entità. In questo modo è possibile capire quali privilegi hanno i vari utenti.	Diritto, Possibilità, Permesso	Dispositivo, Account
Utente	Entità che memorizza tutte le varie informazioni riguardanti un utente relative a nome, cognome, data di nascita	Persona, Utilizzatore, Fruitore	Accont, Documento di Riconoscimento
Documento di riconoscimento	Entità che descrive le caratteristiche di un documento conoscitivo per gli utenti.	Carta d'identità, patente, Certificato di riconoscimento univoco, Cosicefiscale, Passaporto	Utente
Stanza	Describe le caratteristiche di una stanza	Sala, Camera, Cucina, salotto	PortaFinestra, Porta, Dispositivo

PortaFinestra	Relazione che viene trasformata in entità. La relazione viene creata solo per descrivere il collegamento tra una stanza e un terrazzo oppure un giardino, quindi un collegamento da una stanza interna con una stanza esterna	///	Stanza, Punto Cardinale
Finestra	Relazione che viene trasformata in entità. In questo modo una stanza ha n finestre in un determinato punto cardinale.	///	Punto Cardinale, Stanza
PuntoCardinale	Describe i punti cardinali, è un'entità prestabilita con tutti i punti cardinali.	///	Porta Finestra, finestra
Porta	Describe due stanze che sono separate da una porta. E' una relazione trasformata in entità, se due stanze si trovano in quella relazione significa che è presente una porta tra di loro. Describe quindi un collegamento tra una stanza interna con un'altra stanza interna	///	Stanza
Tipo	Describe la tipologia del documento di riconoscimento. Per esempio potrebbe essere: Carta D'Identità, Passaporto, Patente(come nel nostro caso)	Tipologia	Documento Di Riconoscimento
Domanda di Sicurezza	Come in ogni account per la sicurezza è obbligatorio inserire una domanda di sicurezza con la relativa risposta	///	Account

2.2 - Area Dispositivi

Termino	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Dispositivo	Describe le generalità delle varie classi di dispositivi. In particolare tutte le caratteristiche che sono comuni ai vari dispositivi.	Apparecchiatura, Strumento, Attrezzo	Privilegi, Smart Plug, Impostazione Dispositivo, Log Dispositivo, Condizionatore, Smart Light
Livello	Describe le generalità delle varie classi di livello. In particolare tutte le caratteristiche in comune dei vari livelli	Grado, Piano, Stadio	Livello di Consumo Energetico, Livello di Potenza, Livello di Umidità
Dispositivo a consumo fisso	Describe una classe di dispositivi. I dispositivi che rappresentano questa classe sono caratterizzati da kw fissi, da un' accensione e uno spegnimento dettato dall'utente.	///	///
Dispositivo a ciclo non interrompibile	Describe la classe di dispositivi riguardante quei dispositivi che una volta accesi con un determinato livello non possono essere spenti fino al compimento del livello	///	///
Dispositivo a ciclo variabile	Describe la classe di dispositivi riguardante quei dispositivi che una volta accessi possono essere spenti quando l'utente vuole. Essi	///	///

	possono essere avviati con livelli specifici		
Caratterizza	<p>Verrà usato nella relazione a volte per indicare i dispositivi a ciclo non interrompibile collegati con i vari livelli.</p> <p>La relazione è stata tolta per un motivo descritto successivamente nella documentazione.</p> <p>E' possibile nel file, trovare questo termine per indicare la relazione tra livello e TipoLivello..</p>	Possiede, ha,	///
Possiede	<p>E' una relazione che descrive il collegamento tra i dispositivi a consumo variabile e i livelli.</p> <p>Nella relazione è possibile che si presenti anche come relazione univoca tra dispositivo e livello.</p> <p>Verrà tutto chiarito bene al momento della descrizione della traduzione della generalizzazione con dispositivo.</p>	Caratterizza, ha	Dispositivo, Livello
Livello di Consumo energetico	<p>Describe i livelli per i dispositivi a ciclo non interrompibile.</p> <p>La relazione è stata tolta per un motivo descritto successivamente nella documentazione</p>	Livello per dispositivi a ciclo non interrompibile	///
Livello di Potenza	<p>Describe i livelli per i dispositivi a ciclo variabile.</p> <p>La relazione è stata tolta per un motivo descritto nel file</p>	Livello per dispositivi a ciclo variabile	///

LOG DISPOSITIVI	E' un'entità che permette di creare uno storico nel tempo descrivendo: <ul style="list-style-type: none">• Momento preciso• Dispositivo• Utente• E livello Più precisazioni saranno date in seguito	Storico Dispositivo	LOG Temp Condizionatore, LOG TempInt SmartLight, Dispositivo, Livello, Utente
Smart Plug	Entità che permette di descrivere tutte le varie smart plug all'interno dell'abitazione. ATTENZIONE, le smart plug sono collegate a dispositivo senza di esse le smart plug e i dispositivi non possono comunicare	///	Dispositivo
Impostazione Dispositivo	Entità che permette di inserirle varie partenze differente dei vari dispositivi. Il funzionamento è identico a quello dei blog solo che i timestamp sono nel futuro	///	LOG Temp Condizionatore, LOG TempInt SmartLight, Dispositivo, Livello, Utente
Tipo Dispositivo	Si usa per descrivere di quale classe fanno parte i vari dispositivi. Capiremo meglio successivamente.	///	Dispositivo
Proprietà Livello	Considerato il fatto che i livelli possono essere personalizzati oppure no(prestabiliti, quindi, al momento dell'acquisto del dispositivo), verrà usato il termine per descrivere l'entità che permette di capire quali caratteristiche può avere un livello	///	Dispositivo

TipoLivello	<p>Si usa per descrivere di quale classe fanno parte i vari Livelli.</p> <p>Capiremo meglio successivamente.</p>	///	Livello
-------------	--	-----	---------

2.3 - Area Energia

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Sorgente Energia Rinnovabile	Questa entità descrive tutti i pannelli o piccoli generatori eolici che permettono di produrre energia. Normalmente viene usata in generale per descrivere dispositivi fisici che producono energia	Pannelli Fotovoltaici, generatori eolici, Dispositivi di energia rinnovabile	Gruppo Sorgenti
Gruppo Sorgenti	Questa entità racchiude tutti i dispositivi di produzione di energia rinnovabile come se fosse un unico dispositivo	Insieme Pannelli, Insieme generatori eolici, Insieme sorgenti di energia rinnovabile	Storico Produzione, Sorgente di energia rinnovabile, Orario Fasce, Consumo gruppo sorgenti
Storico Produzione Energia	Questa entità permette di tenere uno storico della produzione(ogni 15 minuti) di tutti i pannelli. Viene usata per descrivere tutti i vari KW che vengono prodotti nella sua completezza	Produzione energia, LOG Produzione energia	Suggerimento, Gruppo Sorgenti, Condizione Atmosferica
Suggerimento	Questa entità permette di memorizzare tutti i suggerimenti nel tempo, essi comprendono il dispositivo il livello e il momento della creazione del suggerimento	Opinione, Scelte possibili	Livello, Dispositivo, Immissione Batteria

Condizione Atmosferica	Questa entità permette di capire ogni 15 minuti in quale condizione atmosferica sono stati prelevati tot kw dai pannelli. In questo modo è possibile fare una statistica per i vari anni.	Meteo, Situazione atmosferica	Storico produzione energia
Rete statale	Questa entità permette di memorizzare la rete elettrica statale che l'utente(capo famiglia), sta usando in quel momento	Elettricità, Compagnia elettrica	Bolletta, Prelievo, Immissione, Divisaln, Consumo Rete, Orario Fasce
Prelievo	Parte del contatore bidirezionale, permette di registrare tutti i prelievi effettuati in ogni parte della giornata, Prelievo è una parola usata sia per il contatore direzionale, sia per i vari prelievi dalla batteria.	Prelievo contatore bidirezionale, Prelievo energia	Rete Statale, Fascia Oraria
Immissione	Altra parte del contatore bidirezionale, permette di memorizzare ogni immissione effettuata in qualsiasi parte della giornata	Immissione Contatore bidirezionale, Immissione Energia	Fascia oraria, Rete Statale
Bolletta	Permette di memorizzare ogni tot tempo la bolletta relativa alla rete statale e il costo totale da pagare	///	Rete Statale
Divisaln	Permette di capire la rete statale che stiamo utilizzando in questo momento di quali fasce è suddivisa. Infatti non è detto che tutte le reti statali hanno la stessa suddivisione.	Separata, composta da	Rete Statale, Fascia Oraria
Fascia oraria	Describe le varie fasce in cui una rete statale è suddivisa	///	Prelievo, Immissione, Divisaln, Consumo Gruppo Sorgenti, Consumo Batteria, Consumo Rete, Orario Fasce

Orario fasce	Questa è una tabella fissa e permette sostanzialmente di dividere le varie fascia in sottofascie. Solo gli utenti autorizzati possono creare queste fasce.	Suddivisione fasce, fasce create dall'utente	Fascia Oraria, Utente
Batteria	La batteria permette di memorizzare tutti i kw prodotti dai pannelli che però non sono utilizzati. Permette oltre a memorizzare tutti i dati della batteria, memorizza anche l'energia immagazzinata in essa. Dato che viene costantemente aggiornato	///	Immissione Batteria, Consumo Batteria
Immissione Batteria	Permette di memorizzare tutte le varie immissioni nella batteria dell'energia non utilizzata e prodotta dai pannelli in un preciso istante.	Energia immessa in batteria, energia della batteria	Batteria, Suggerimento
Consumo Gruppo sorgenti	Entità che permette di registrare tutti i consumi in un preciso istante dei pannelli. Quando viene sfruttata un po' di energia Prodotta dai pannelli prima che arrivi in batteria, allora il consumo verrà registrato in questa entità	Consumo pannelli, Consumo derivante dalla produzione delle sorgenti	Fascia Oraria, Gruppo Sorgenti
Consumo Batteria	Entità che permette di registrare tutti i consumi in un preciso istante della batteria. Quando viene usata un po' di energia dalla batteria	Consumo derivante dalla produzione della batteria	Fascia Oraria, Batteria
Consumo Rete	Entità che permette di registrare tutti i consumi in un preciso istante della rete. In verità questa entità è superflua perché corrisponde all'entità Prelievo. Infatti nell'ER finale verrà eliminata, ma il termine	Consumo derivante dalla produzione della rete	Fasce Oraria, Rete Statale

	viene utilizzato nella relazione.		
Consumo Dispositivo	il termine viene indicato principalmente per indicare un'entità	Consumo derivante dalla produzione della batteria	Fascia Oraria, Batteria
Consumo Livello	La relazione descrive un legame tra il consumo dei dispositivo con quale livello e in quale condizione atmosferica	///	Livello, Dispositivo, CondizioneAtmosferica

2.4 - Area Comfort

Termino	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Condizionatore	Corrisponde ad una specializzazione dei dispositivi. Con i condizionatori l'utente può programmare avvi, spegnimenti, e impostazioni ricorrenti	///	Dispositivo, Offre, Imposta Cond
Smart Light	Corrisponde ad una specializzazione per dispositivo. Le smart light permettono una personalizzazione singola e totale(ovvero più smart light possono essere modificate e inserite in un'unica impostazione).	///	Dispositivo, Impostazione Smart Light
Livello di Umidità	Corrisponde a livelli specifici per i condizionatori.	///	Livello, Offre
Impostazione Condizionatore	Questa entità memorizza le impostazioni per una stanza. Più precisamente permette di indicare il livello di umidità e la	///	Imposta Cond, Livello, Periodo, Stanza, Account

	temperatura per una stanza		
Compone	Relazione che diventa un'entità e permette di capire un'impostazione da quali altre impostazioni di smart light è composto	Formato, Suddivisa In	Impostazione Smart Light, Impostazione Totale Smart Light
Impostazione Totale smart Light	Questa entità racchiude tutte le impostazioni delle singole smart light che vogliamo far attivare al momento che attiviamo un impostazione racchiusa in questa entità	///	Compone, Utente
Impostazione Smart Light	Si tratta delle singole impostazioni delle singole smart light	///	Utente, Compone, Smart Light
Imposta Cond	Relazione che diventa entità. Permette di capire quali condizionatori fanno parte di quali impostazioni le quali si trovano all'interno di Impostazione Condizionatore	Impostazione per condizionatore	Impostazione Condizionatore, Condizionatore
Periodo	Relazione ternaria che permette di descrivere i periodi per cui le varie impostazioni si devono attivare.	Periodo ricorrente, Periodo di attivazione delle impostazioni	Giorno, Mese, Impostazione Condizionatore
Giorno	Entità prefissata, con tutti i giorni da 1 - 31	///	Periodo
Mese	Entità prefissata con tutti i mesi dell'anni da gennaio a Dicembre	///	Periodo
Offre	Relazione che permette di capire tutti i livelli di umidità di un certo condizionatore e un livello di umidità per quali condizionatori è. Entità molti a molti che diventerà un'entità	Composto, livelliCondizionatori	Condizionatore, Livello di Umidità

Efficienza Energetica	Entità che descrive le caratteristiche di una stanza, serve per capire quanta energia è necessaria per riscaldare una stanza	///	Stanza
Log Temp Condizionatore	Entità che permette di creare uno storico in preciso momento delle temperature del condizionatore. In altre parole, se viene usato un condizionatore con una certa temperatura, verrà inserito all'interno di questa entità la temperatura usata e verrà fatto un collegamento con LOG DISPOSITIVO	///	LOG DISPOSITIVI
Log Temp/Int Condizionatore	Entità che permette di creare uno storico in preciso momento delle temperature e intensità delle smart light. In altre parole, se viene usata una smart light con una certa temperatura, verrà inserito all'interno di questa entità la temperatura e intensità usata e verrà fatto un collegamento con LOG DISPOSITIVO	///	LOG DISPOSITIVI
Monitoraggio Luci	Questo termine viene utilizzato per descrivere un'entità che permette di capire quando le luci sono accese e quando sono spente	///	Accensione, AccesoPer
Accensione	Il termine viene utilizzato per descrivere l'accensione delle varie smart light, in quale data e circostanza	///	SmartLight, MonitoraggioLuci

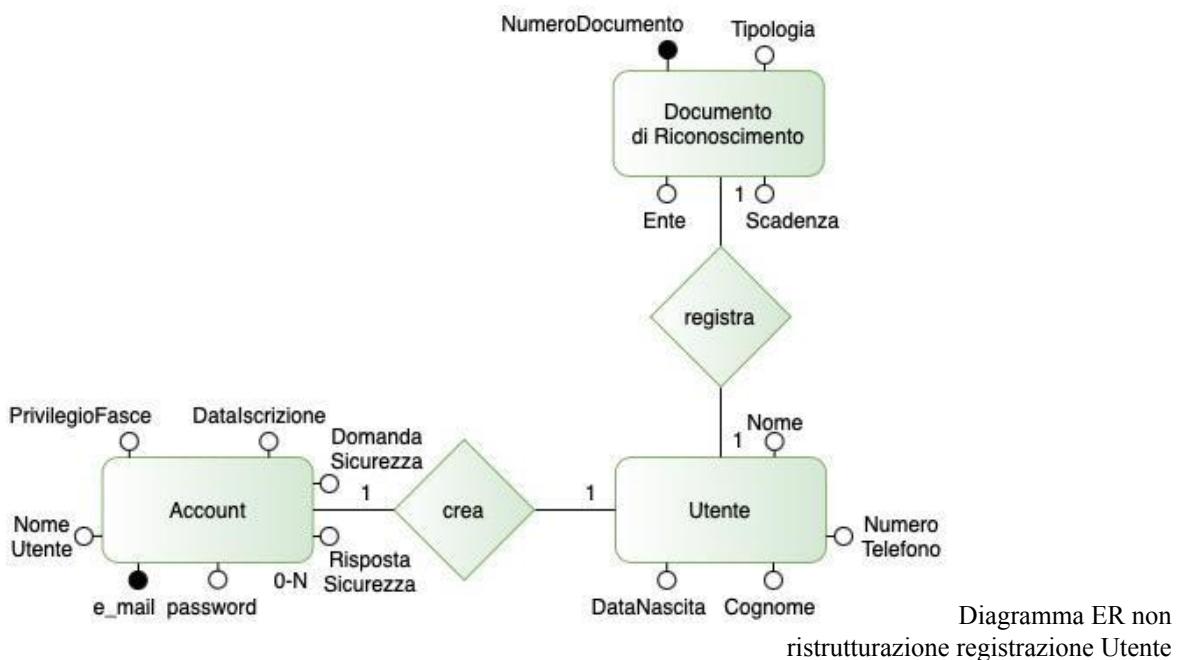
AccesaPer	<p>Questa relazione viene utilizzata per descrivere quanto una luce è stata accesa e quanto spenta.</p> <p>Si tratta come vedremo successivamente di una ridondanza</p>	///	SmartLight, MonitoraggioLuci
Temperatura	Il termine viene utilizzato molte volte per indicare la temperatura interna, esterna delle stanze.	Temperatura interna, temperatura esterna	Stanza

3 - Descrizione del diagramma ER

In questa sezione verrà spiegato il diagramma ER non ristrutturato. In modo da spiegare il significato di varie scelte e degli elementi presenti.

3.1 - Area Generale

3.1.1 - Descrizione registrazione utente



Questo concetto è semplicissimo. Un utente che si vuole registrare al database, deve registrare un **documento di riconoscimento univoco**. Non può registrare più di un documento e in caso in cui voglia cambiare un documento, la registrazione precedente verrà eliminata e quella nuova salvata. Al momento che l'utente, una volta inserite tutte le varie specifiche necessarie e un Documento di Riconoscimento, verrà **creato un account**.

Abbiamo scelto di inserire come **PK¹** per l'entità "Account", **l'email** in modo tale da poter registrare due nickname uguali. Se per esempio ci sono due omonimi in casa, si possono chiamare nello stesso modo ma l'account dovrà essere diverso.

¹ si tratta della chiave primaria. E' fondamentale in una tabella poichè permette di identificare univocamente le varie tuple

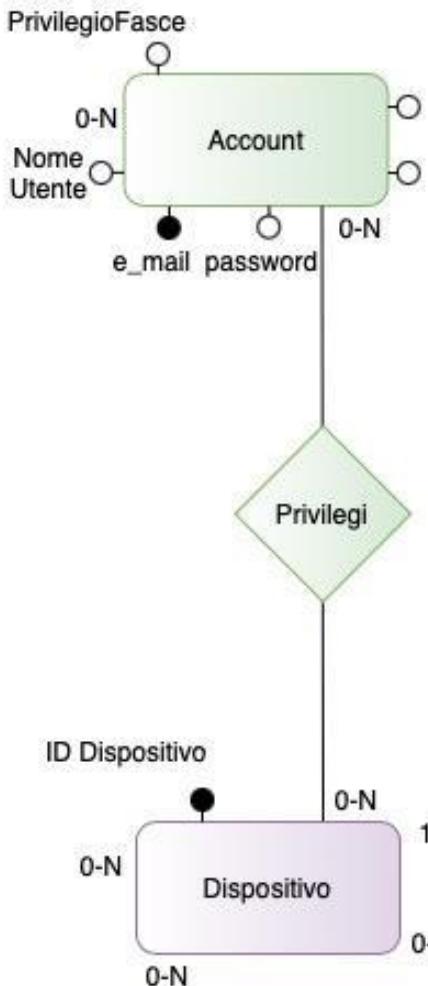
L'entità “Account” è fondamentale, infatti con essa è possibile comandare tutti(o quasi²) i dispositivi della casa.

Tutte le varie interazioni verranno monitorate grazie alla registrazione dell'*e_mail* (vedremo meglio in seguito).

Come verrà spiegato anche successivamente(Capitolo 4.4), sapendo che Tipologia ⇒ ente, abbiamo deciso di partizionare l'entità come verrà mostrato successivamente in figura(Capitolo 4.4).

Un'altro partizionamento che abbiamo ritenuto opportuno fare(spiegato anch'esso nel Capitolo 4.4), è il partizionamento dell'entità Account, abbiamo staccato “DomandaSicurezza” in una entità che permette di memorizzare le possibili domande nel DB.

3.1.2 - Descrizione Privilegi Utente - Dispositivo



Parte ER per la descrizione dei Privilegi degli utenti

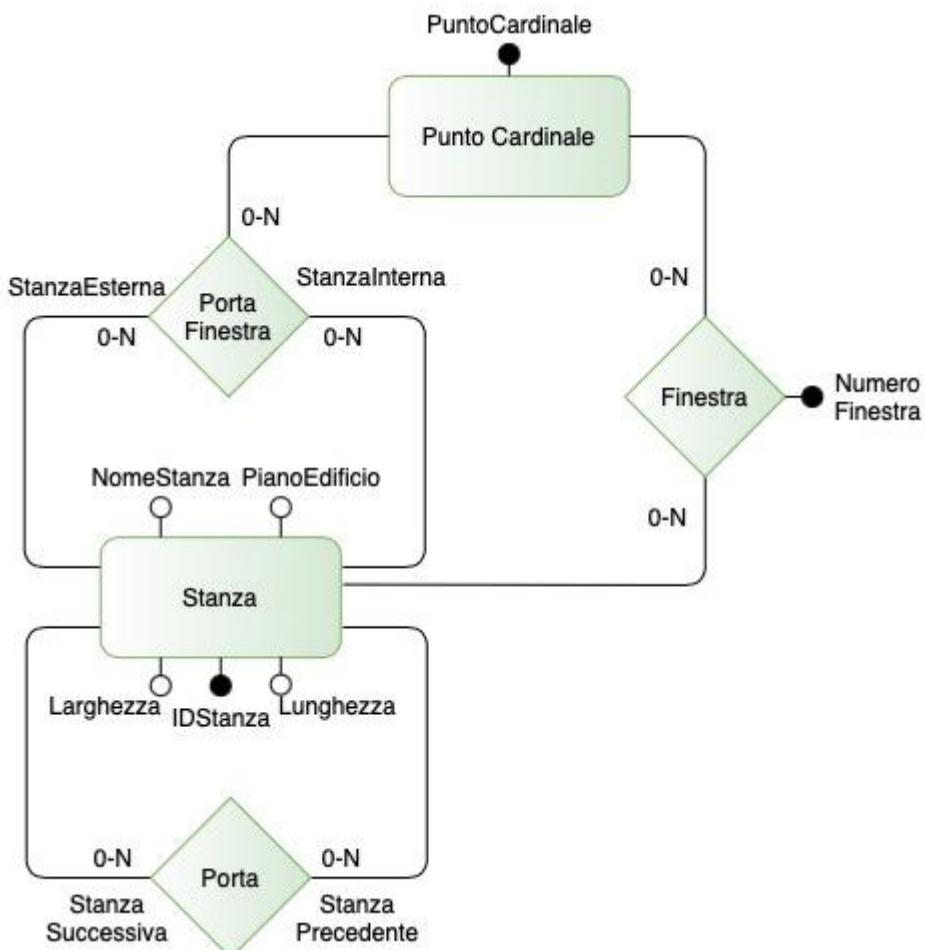
² Infatti sono presenti dei privilegi(spiegato successivamente), non tutti i membri della famiglia possono accedere a tutti i dispositivi della casa

Questa relazione molti a molti permette di definire **quali utenti possono usare quali dispositivi**. Più precisamente ipotizziamo un bambino di 10 anni che scarica l'applicazione "My Smart Home" sul proprio ipotetico smartphone, per evitare che faccia partire oppure spegnere dei dispositivi(lavatrice, frigorifero, forno...), creiamo la relazione "Privilegi" dove al suo interno ci saranno le coppie "**e_mail - IDDispositivo**". In questo modo, al momento che un utente prova ad accendere un dispositivo, verrà eseguita una query con la tabella "Privilegi" per capire quali dispositivi possono essere usati da quell'utente.

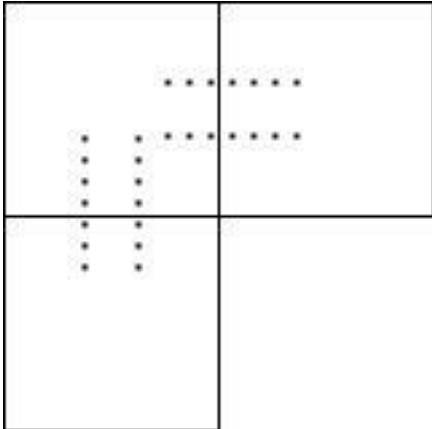
Da notare l'attributo "PrivilegioFasce" nell'entità "Account". Capiremo meglio in seguito qual'è il significato e il compito di tale attributo.

Accenniamo in questo capitolo che, l'attributo "PrivilegioFasce" serve per avere un privilegio specifico al fine di poter creare delle **fasce personalizzate**.

3.1.3 Topologia dell'edificio



Parte dell'ER per la descrizione della Topologia dell'edificio



Il testo del progetto afferma che il database deve **tenere traccia delle informazioni necessarie affinché si possa ricostruire la topologia della casa**. E' ovvio che con le informazioni che il progetto richiede e quelle memorizzate non è possibile ricostruire la casa perfettamente uguale³. Detto questo soffermiamoci sull'obiettivo del progetto: date le varie informazioni riguardanti la stanza, noi sappiamo che **tra una stanza ed un'altra è presente una porta**. La relazione circolare molti a molti permette di descrivere le varie stanze che sono comunicanti con le varie porte.

Questo esempio semplice ci permette di capire il ragionamento generale.

$$\begin{aligned} S1 &\Rightarrow S2 \\ S1 &\Rightarrow S3 \end{aligned}$$

Quindi nella relazione “porta” ci verranno le coppie:

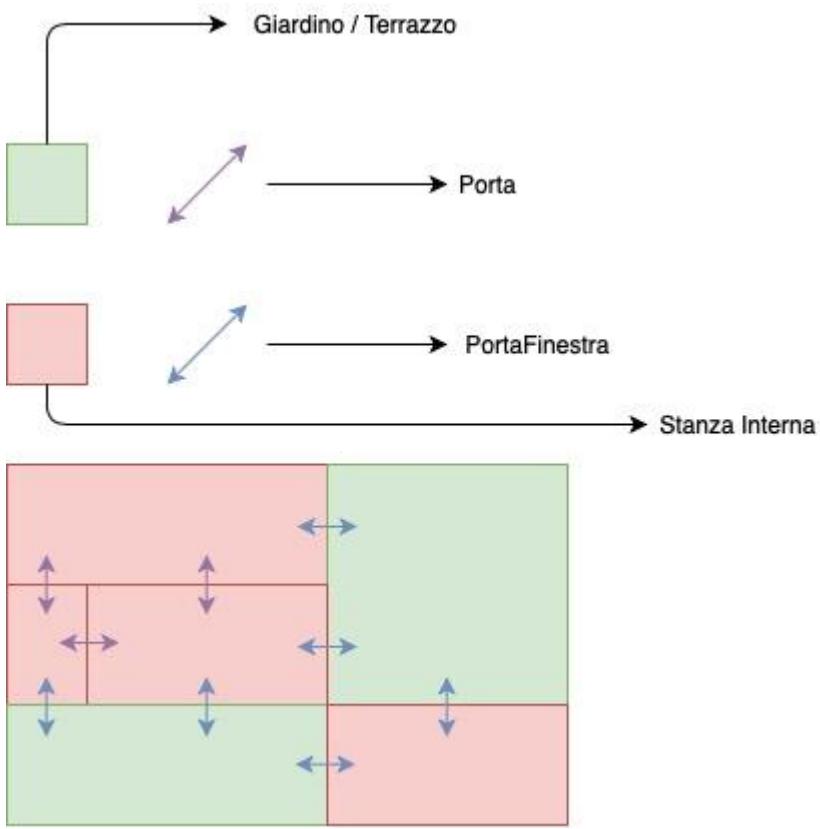
$$\begin{aligned} S1 | S2 \\ S1 | S3 \end{aligned}$$

Schema di 3 stanze per capire il funzionamento pratico

Ovviamente **la relazione deve essere molti a molti**, poiché è importante che la relazione sia la più generale possibile. E' possibile anche che una stanza abbia più porte.

“PortaFinestra”, invece, è un po' più delicata. Infatti se una stanza porta ad un giardino, veranda, terrazzo... non ci sarà una porta tra il fuori e la stanza ma una **Portafinestra**.

³ Per esempio le stanze non sono quadrate o rettangolari perfettamente. Mentre nel database è importante memorizzare solo la larghezza e lunghezza. Di conseguenza se una stanza non ha una forma perfettamente quadrata o rettangolare, non è possibile disegnarla (ma il progetto non richiede questo tipo di topologia).



Esempio di casa

L'idea è considerare come stanza anche un giardino oppure una terrazza. Però ovviamente la relazione tra la stanza interna e un giardino oppure una terrazza non si troverà nella relazione "porta" ma in "portafinestra". Per la precisione "PortaFinestra" è una relazione ternaria, infatti il testo dice che **bisognerà memorizzare anche il punto cardinale della porta finestra**⁴.

Abbiamo preferito separare porta da porta finestra per evitare il più possibile i valori NULL. Infatti in caso in cui ci trovassimo in un appartamento senza terrazzo con 20 porte avremo 20 valori NULL all'interno della relazione porta, cosa sconsigliabile.

Infine c'è "finestra". Essa rappresenta una relazione che permette di capire una stanza quante finestre ci sono e in che posizione, con posizione intendiamo il punto cardinale per l'orientamento spaziale della finestra.

Quindi, come si fa la topologia? Un'idea potrebbe essere riassunta in questa lista:

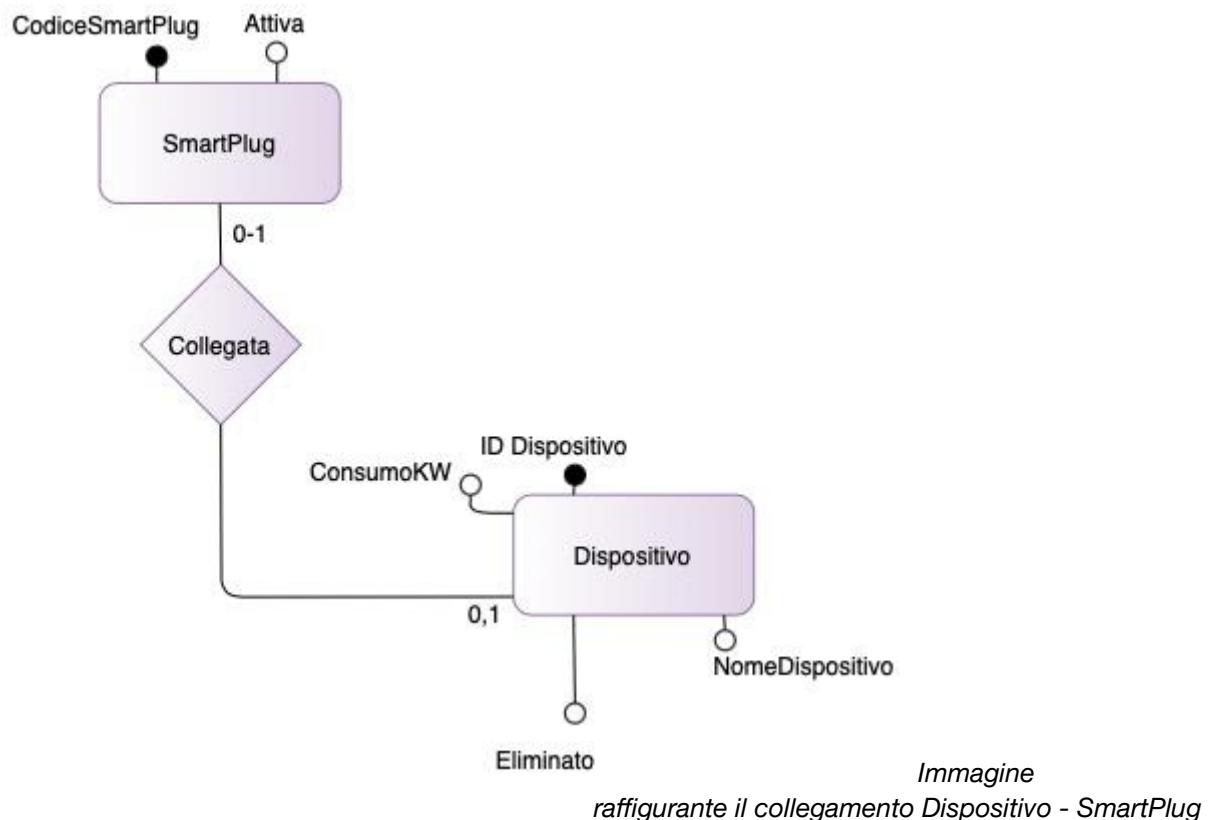
- CTE che salva in una tabella : IDStanza, il nome della stanza e con il GROUP_CONCAT⁵ tutti i punti cardinali delle varie finestre
- Facciamo due INNER JOIN con "porta", un JOIN con la stanza successiva e uno con la stanza precedente.
- Facciamo due LEFT JOIN con la tabella risultante dalle operazioni precedenti e "PortaFinestra". Un LEFT JOIN con "StanzaSuccessiva" e una con "StanzaPrecedente". In caso in cui non fa JOIN significa che quella stanza non ha comunicazioni con terrazzi o giardini

⁴ Con punto cardinale si intende l'orientamento spaziale della portafinestra N-S-O-E.

⁵ GROUP_CONCAT permette di scrivere in una stringa i valori inseriti all'interno della funzione. Lavora con il GROUP_BY

3.2 - Area Dispositivi

3.2.1 - Descrizione collegamento Dispositivo - SmartPlug



Questo primo paragrafo dell'Area Dispositivi riguarda i dispositivi e il collegamento con le varie **Smart Plug**.

Infatti per rendere la casa “smart”, questi dispositivi sono fondamentali, ma come si integrano nell'ER ? L'idea è quella di collegare le smart plug con i vari dispositivi, una smart plug sarà per un **singolo dispositivo**. Il collegamento con la **Smart Plug** esiste **SOLO** se la smart plug ad esso associato è **attiva**. Per esempio se ho un dispositivo collegato alla smart plug, ma essa è spenta oppure staccata, significherà che essa è **inattiva** e quindi, in caso in cui uno provasse ad accendere quel preciso dispositivo il sistema segnalerebbe errore.

Notare un dettaglio che permette la progettazione dell'ER.

Posso, senza problemi, scambiare il collegamento di due dispositivi con due smart-plug.

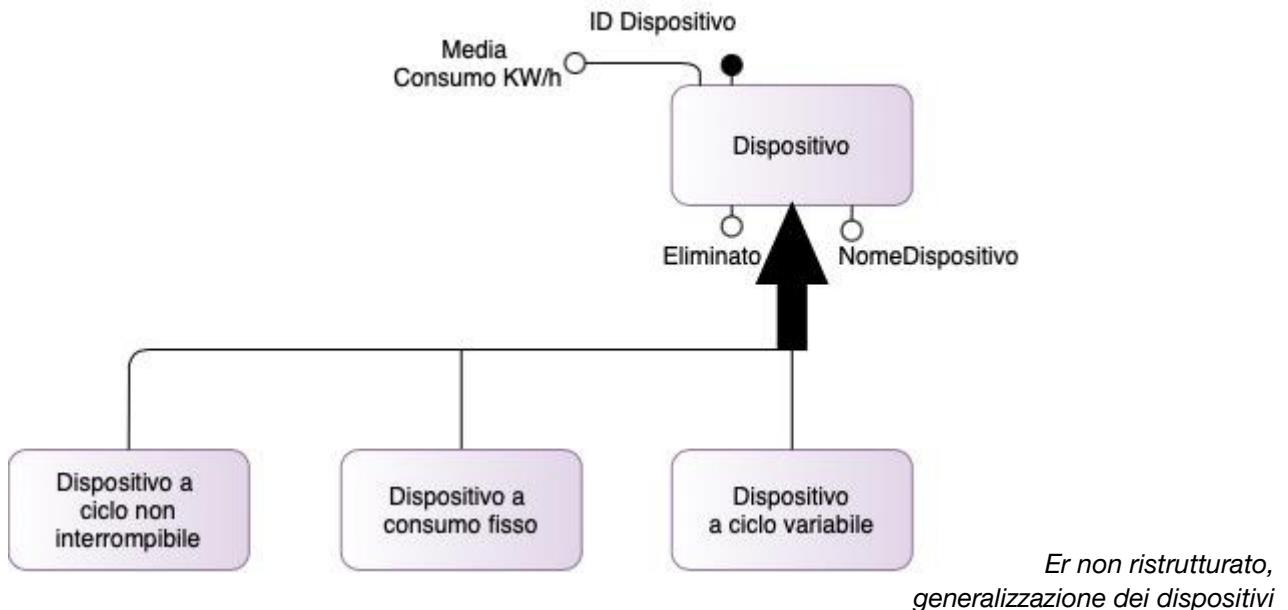
Quindi il dispositivo con codice “123” sarà collegato alla Smart Plug numero “3”. Basterà scambiare due codici di due dispositivi per cambiare quale dispositivo è collegata quella smart plug.

Si tratta di una relazione **UNO - UNO opzionale** da entrambe le parti.

Non possiamo mettere obbligatorio la parte di **Dispositivo** poiché esso può essere eliminato. Un dispositivo non più funzionante deve essere tolto fisicamente dalla casa ma non dal database, altrimenti perderemo le informazioni per i LOG e altre entità.

L'opzionalità è data dal fatto che, se il dispositivo viene eliminato, non sarà più collegato a nessuna smart light, ed essa verrà riassegnata. E' possibile, però, che la Smart Plug non venga subito riassegnata per esempio se il dispositivo non sia disponibile o non sia stato ancora comprato, acceso o collegato ecco perché l'opzionalità anche dalla parte della Smart Plug.

3.2.2 - Descrizione Generalizzazione Dispositivi



I dispositivi si dividono in **Dispositivo a consumo fisso, variabile o ciclo non interrompibile, condizionatori e smart light**⁶(che spiegheremo meglio successivamente).

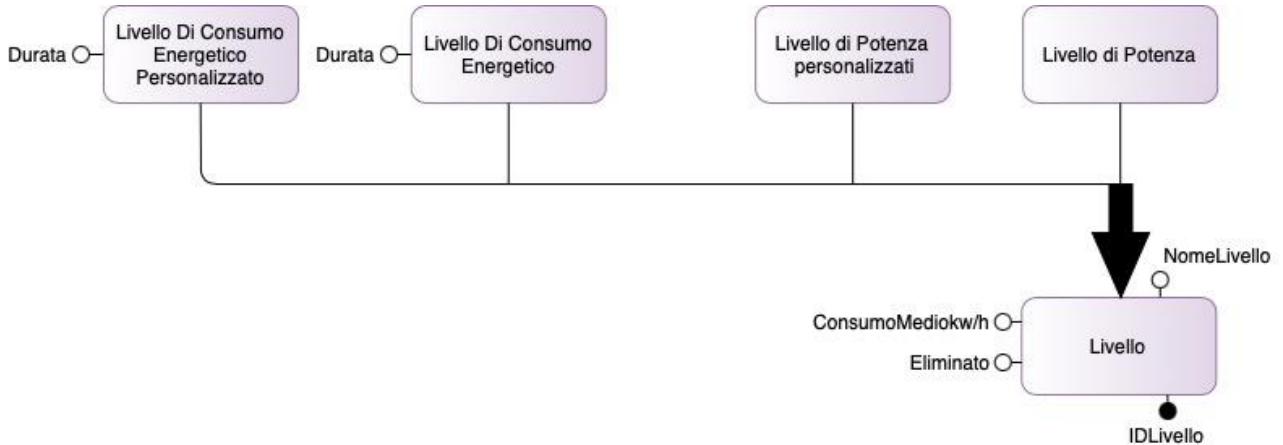
Soffermiamoci, in questo capitolo, alle tre classi di dispositivo che si vedono in figura. Abbiamo preferito separare i tre dispositivi perché si trattano di dispositivi completamente differenti.

- **Dispositivo a consumo fisso:** Questo tipo di dispositivi vengono accesi in un preciso istante e vengono spenti in un momento successivo. I KW consumati da questo tipo di dispositivo sono calcolati partendo da sempre gli stessi KW/h.
- **Dispositivo a ciclo variabile:** Questi dispositivi sono caratterizzata dai Livelli. Ogni dispositivo ha più livelli e ogni livello verrà acceso in un determinato momento e spento successivamente da un utente
- **Dispositivo a ciclo non interrompibile:** l'ultima classe di dispositivi hanno dei livelli che si differenziano dai dispositivi precedenti per una caratteristica. Una volta acceso un dispositivo con un livello, esso finirà dopo una durata prestabilita.

⁶ Specializzazione di dispositivo descritto anche nel progetto

La relazione è **totale** ed **esclusiva**, infatti ogni istanza dell'entità padre dovrà far parte di una e una sola entità figlia.

3.2.3 - Descrizione Generalizzazione Livello



Alcuni tipi di dispositivi sono caratterizzati da dei **livelli**. Come sopra in figura abbiamo diviso i livelli in **“Livello di Consumo Energetico”** e **“Livello di Potenza”** rispettivamente per i **dispositivi a ciclo non interrompibile** e i **dispositivi a ciclo variabile**. Per quanto riguarda i **dispositivi a consumo fisso**, essi non hanno livelli, infatti **vengono accesi in un determinato tempo e spenti successivamente** senza possibilità di personalizzazione.

La scelta di voler separare i vari livelli è dovuta anche dal fatto che, per quanto riguarda i Livelli di Potenza, essi avranno una descrizione, ma non hanno un tempo prefissato di durata. Mentre per quanto riguarda i Livello di consumo Energetico, essi avranno un consumo non orario ma considerando tutta la durata del livello che è prefissata. Infatti essi sono caratterizzati da un inizio e una fine, dopodiché il dispositivo avrà finito il suo ciclo di funzionamento.

Ovviamente due dispositivi uguali, della stessa marca, pur avendo ID diverso, avranno gli stessi livelli quindi **la relazione che lega i dispositivi ai vari livelli sarà N - N**, facendo sì di creare una nuova tabella nella relazione.

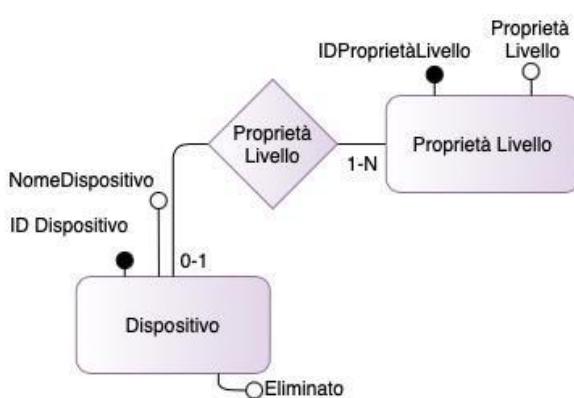
Attenzione il consumo di corrente(vedremo meglio successivamente) è dettato **parzialmente** dal livello. Infatti **lo stesso livello può consumare diversamente in momenti diversi**(inverno e estate). Ciò che ci fa capire quanto un dispositivo ha consumato con un determinato livello è un contatore in ogni singolo dispositivo che ci permette di monitorare ogni 15 minuti quanto hanno consumato(quanta energia è passata per alimentare il dispositivo e in caso ad arrivare a soddisfare il livello che abbiamo impostato).

Un'altra cosa su cui dobbiamo soffermarci sono i **livelli personalizzati**. Se vogliamo semplificarcici la vita, diremo che ogni Dispositivo ha dei livelli prestabiliti e chiudiamo la questione. Ma nella vita

reale questa cosa non può essere vera. Infatti molti dispositivi come la lavatrice è possibile decidere quanti giri fare a quale temperatura e per quanto tempo.

L'idea è quella di **creare una nuova entità che rappresenta i livelli personalizzati**(per distinguere i vari livelli). E' impossibile creare un attributo per ogni caratteristica dei livelli., in altre parole è possibile avere dei dispositivi con dei livelli che hanno solo 2 attributi e altri con 10. Non posso sapere a priori quale dispositivo vado a collegare e cosa ha di personalizzabile. Quindi l'unica soluzione plausibile è quella di inserire come attributo ai vari livelli "*Proprietà*" che è una stringa dove andremo ad inserire tutte le varie caratteristiche(magari una politica che aiuta il front-end a elaborare una schermata).

IDLivello	NomeLivello	Proprietà	KWMediaConsumati
1	Livello1	15; 180; Ventilato;	...



Ragioniamo sulla cella selezionata. Come facciamo a sapere che 15 è il tempo che il forno deve rimanere acceso, 180 sono i gradi e ventilato è la modalità⁷. Grazie a questa porzione dell'ER raffigurata a sinistra.

Un dispositivo ha, in caso non sia a consumo fisso, da 1 ad N Livelli. Prendiamo la lavatrice, essa avrà dei livello con Gradi, Giri, Programma, Tempo. Il forno invece avrà la temperatura, le modalità e il tempo e così via. Queste caratteristiche dei livelli sono memorizzati in nell'entità "*ProprietàLivello*".

Prendiamo l'esempio precedente, si tratta di un forno, Per come è fatta la tabella precedente capiamo che all'interno di questa entità la tupla riguardante la proprietà del livello dsel dispositivo è scritta in questo modo

IDLivello	Proprietà
1	Tempo; Temperatura; Modalità

Quindi lato front-end sapremo che ogni parola delimitata da ";" rappresenta **una proprietà del livello**. Inserite le varie personalizzazioni le salveremo come nuova tupla all'interno di Livello Personalizzato.

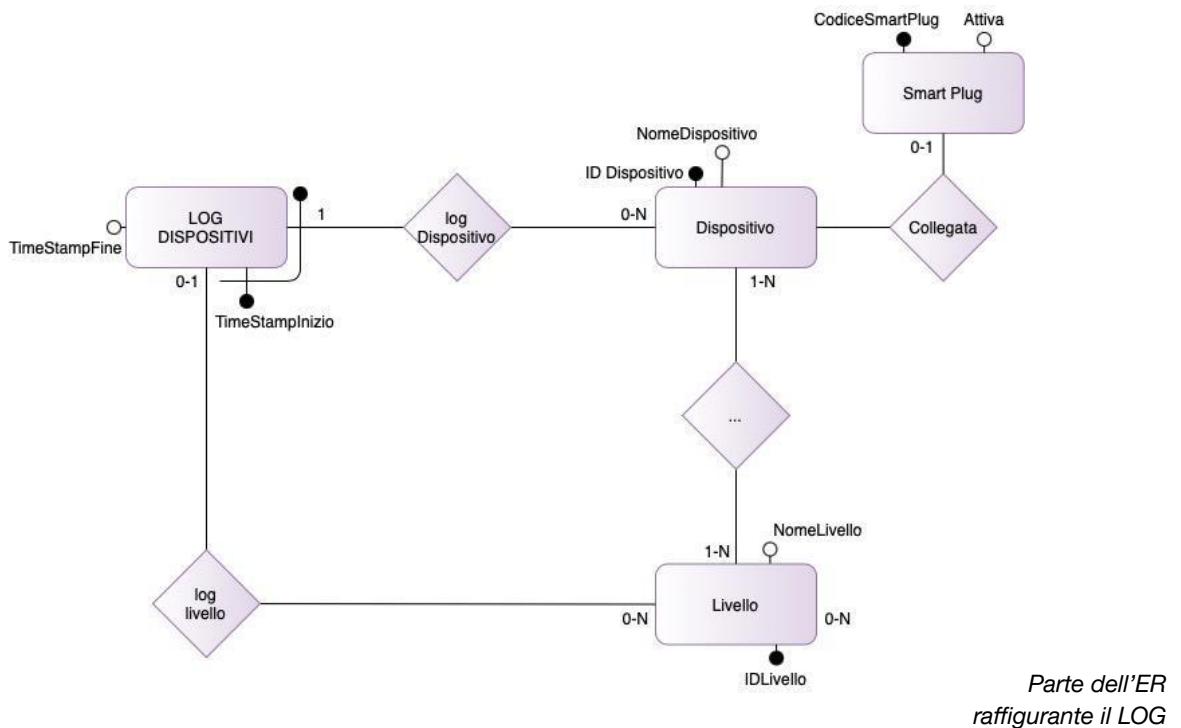
L'entità fondamentalmente si potrebbe togliere, anche perché basterà andare a vedere con quali livelli fa join il dispositivo che vogliamo personalizzare prendere un livello casuale prestabilita, capire quali proprietà ha e stampare a video le proprietà(molto più laborioso). Ovviamente la tupla all'interno di Livello dovrebbe essere scritta in questo modo.

⁷ magari nella stessa posizione su due tuple diverse abbiamo sia 15 che 1800, uno sono gradi e uno giri. L'importante è poterlo distinguere.

IDLivello	NomeLivello	Proprietà	KWMediaConsumati
1	Livello1	Tempo 15; Temperatura 180; Modalità Ventilato;	...

Notiamo un secondo “*KWMediaConsumati*”. Molto semplice, si tratta della media dei KW che consuma ogni livello. Ogni volta che si registra un consumo derivante da un dispositivo e un livello si ricalcola i kw consumati in media⁸.

3.2.4 - LOG Dispositivi



Il testo afferma che **ogni singola interazione con qualsiasi dispositivo della casa deve essere memorizzato all'interno del database**.

Ciò significa che dovremo tenere conto di:

- Quale dispositivo è stato acceso
- L'utente che ha eseguito l'azione
- Con quale livello, il dispositivo è stato avviato(se è disponibile)
- In caso in cui si tratti di Condizionatori o SmartLight anche delle caratteristiche di temperatura, intensità...

Per quanto riguarda i dispositivi che fanno parte dell' **“Area Dispositivi”**, dovremo tenere conto delle entità che si trovano nell'immagine sopra.

Ripercorriamo l'azione ipotetica di un utente:

⁸ Operazione descritta anche nel progetto, è stata scelta come operazione target e significativa nel capitolo 5.

L'utente “*utente1@prova.com*”, registrato e autorizzato ad accendere il dispositivo “*Televisione1*”, può accendere il dispositivo in due modi diversi; o lo accende con l'applicazione “*My smart home*” oppure fisicamente va al televisore e lo accende.

Nel primo caso al momento che l'utente clicca sul dispositivo da accendere, se la smart plug è attiva, si accende altrimenti segnaliamo l'errore di accensione(Ovviamente con l'applicazione non andremo ad accendere il televisore, ma la smart plug che a sua volta accende il televisore), quindi all'interno dell' entità **LOG DISPOSITIVI**, andremo ad inserire l'istante preciso di accensione con un **timestamp**, in questo caso non inseriamo il livello poiché si tratta di un dispositivo a consumo fisso.

Per quanto riguarda i restanti dispositivi, non cambia assolutamente niente, l'unica differenza è l'inserimento del livello scelto.

Per evitare il più possibile di valori NULL, ipotizzando (anche se improbabile) che in una casa ci siano solo o molti più dispositivi a consumo fisso rispetto al resto, potremo realizzare come entità la relazione “*log Livello*” dove, se è presente il livello si crea la relazione all'interno di “*log Livello*” altrimenti no, evitando così tutti i vari valori NULL.

L'utente, ovviamente, può decidere se accedere fisicamente il dispositivo. Anche in questo caso dovremo obbligatoriamente tenere conto dell'interazione con il dispositivo.

In caso in cui la **Smart Plug** sia spenta(sarà quindi messo a **false** l'attributo attiva in **smart plug**) il dispositivo ovviamente non si potrà accendere. In caso in cui sia accesa allora la Smart Plug, che è associata ad un solo dispositivo, ovvero a quello appena acceso dall'utente, quindi quella smart plug invierà al sistema quale dispositivo è stato acceso, verrà quindi memorizzato il livello(se è possibile) sempre inviato dalla smart plug(magari in un campo informazioni aggiuntive) e il preciso istante in cui viene acceso. Per quanto riguarda l'utente che ha acceso quel dispositivo, probabilmente o ci sono dei dispositivi dedicati con la possibilità di inserire un login(e quindi inviato dalla smart plug), oppure si aprirà un portale dell'applicazione sul telefono per fare l'accesso e scegliere il livello.

In definitiva le politiche fisiche di gestione dei dispositivi sono molteplici, ma non è compito nostro, l'importante è che ci siano le basi di memorizzazione necessarie.

Non ha senso collegare SmartPlug con Livello poiché **risulterebbe una ridondanza**. La relazione con dispositivo e smart plug è 1 - 1, quindi so esattamente a quale Smart Plug corrisponde quale dispositivo, detto questo so che quel dispositivo ha N livelli quindi, da smart plug arrivo comunque a Livello senza perdita di informazione.

Per avere lo storico dell'interazione dei vari dispositivi, basterà considerare la tabella dei **LOG DISPOSITIVI** ed eventualmente fare un **LEFT JOIN** con l'entità “*log livello*”.

La chiave primaria è fondamentale che sia il TimeStamp in aggiunta al dispositivo questo perché uno stesso dispositivo non può essere acceso nello stesso istante ma in istanti diversi MA nello stesso istante possono essere accesi dispositivi differenti. Quindi l'unicità della tupla è data proprio dal dispositivo e dal momento in cui avviene l'interazione.

Al momento che l'utente decide di spegnere un dispositivo, oppure ha finito il ciclo di lavoro, il timestamp di spegnimento verrà aggiornato al momento esatto di spegnimento del dispositivo.

Il tempo che un determinato dispositivo è rimasto acceso non importa segnarlo altrimenti sarebbe una ridondanza, basterà in fase di query sottrarre il timestamp di fine con il timestamp di inizio.

3.2.4.1 - Spiegazione non inserimento relazione Utente - SmartPlug e SmartPlug - LOG DISPOSITIVI

La relazione fra **Utente** e **Smart Plug** si potrebbe anche creare e intuitivamente tornerebbe, però secondo noi crea svantaggi e basta. Infatti pensiamo ad uno storico dove sono presenti 1000 tuple contenenti il codice della smart plug corrispondente ad un determinato dispositivo. Poi, quella smart plug viene cambiata con un altro dispositivo, dovremo quindi andare indietro nel tempo e cambiare per 1000 tuple il dispositivo. Allora abbiamo optato per una soluzione a parer nostro molto più semplice e conveniente. Infatti inserendo direttamente l'ID del dispositivo, anche se in un futuro la smart plug cambiasse il Log non andrà modificato.

3.2.4.2 - Eliminazione dispositivo/Livello

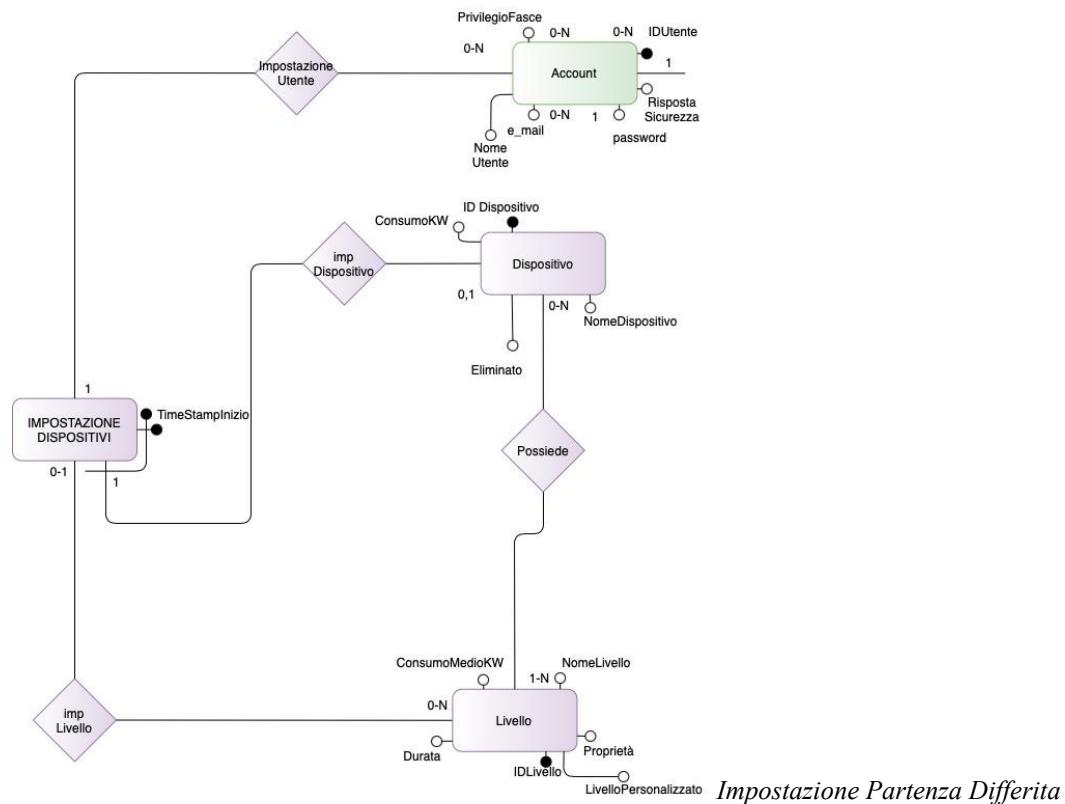
Mai eliminare il dispositivo non più in uso.

Il Log è uno storico dove vengono memorizzati tutti i dispositivi che sono stati utilizzati più volte nel tempo, in caso in cui si eliminasse un dispositivo dovremo:

- Eliminiamo anche le tuple a cascata nel LOG, ma a questo punto perderebbe di significato
- Mettiamo NULL, ma di nuovo perderebbe di significato
- Mettiamo un valore di default, ovvero lo stesso ID del dispositivo
- Oppure inseriamo un nuovo attributo in Dispositivo “eliminato” che sarà false se il dispositivo è in uso mentre sarà eliminato se il dispositivo non è più in uso (ATTENZIONE, la cardinalità tra smart plug e dispositivo dovrà essere opzionale). In questo modo non dovremo cambiare nulla, semplicemente il dispositivo se “eliminato” è contrassegnato a true non sarà più disponibile.

Come visto nel *paragrafo 3.2.3* I livelli possono essere personalizzati ed essi saranno memorizzati nel database e quindi possono essere riproposti. L'utente però volendo li potrebbe anche eliminare. Anche in questo caso non si potrà eliminare il dispositivo ma inseriremo un flag “eliminato” a true.

3.2.6 - Spiegazione Impostazione Partenza differita



Analizziamo sempre le impostazioni per quanto riguarda i dispositivi che si trovano nell'area dispositivi. Il testo dice che i dispositivi possono essere programmati. Ciò significa che un utente può decidere di far partire il dispositivo “*Televisione1*” in un determinato giorno ad una determinata ora.

Dobbiamo immaginare quindi l'utente “*utente1*” che decide di accendere il dispositivo “*Dispositivo1*” con un determinato livello con un timestamp ben preciso che, ovviamente, si trova temporalmente nel futuro.

Il timestamp sappiamo avere un formato del tipo “YYYY-MM-DD HH:MM:SS”, quindi creata un'interfaccia *front-end* dove poter scegliere l'anno, il mese, il giorno l'ora, basterà scrivere il timestamp con le varie informazioni raccolte secondo il formato sopra descritto.

In verità, l'entità impostazioni è identica all'entità LOG DISPOSITIVI, l'unica cosa che cambia è la memorizzazione del timestamp, ovvero che in impostazioni sarà sicuramente un timestamp futuro, mentre nel log saranno tutti timestamp passati.

Inoltre impostazioni è una tabella volatile, ogni volta che un'impostazione è eseguita, viene copiata all'interno del log cancellata dall'entità “*Impostazione*”.

Notare che all'interno di “*Impostazione*” c'è solo il timestamp di inizio, questo perchè al momento che scatta l'accensione dovremo traslare la tupla dall'entità “*Impostazione*” all'entità “LOG DISPOSITIVO” magari con un event⁹. In questo modo è molto semplice fare i controlli che descriveremo dopo in questo stesso paragrafo.

⁹Permettono in un dato momento del futuro di eseguire il corpo. Esse possono essere anche ricorrenti.

L'entità sarà fondamentale in caso in cui vogliamo memorizzare un impostazione per riproporre in futuro (con un altro timestamp¹⁰) le stesse caratteristiche di interazione, che probabilmente è una soluzione valida. per risparmiare memoria e operazioni elementari.

3.2.6.1 - Controlli accensione e spegnimento dispositivi

Infine dovremo stare attenti ai controlli. Infatti se un dispositivo è acceso non potremo accenderlo di nuovo ma solo spegnerlo. Quindi se all'interno del LOG è presente quello stesso dispositivo, con un timestamp di accensione ma senza timestamp di spegnimento, significa che quel dispositivo è acceso e non può essere riacceso ma solo spento, magari dallo stesso utente che ha eseguito l'accensione.

Per quanto riguarda i dispositivi a ciclo non interrompibile non cambia nulla, non possiamo mettere subito il timestamp di spegnimento altrimenti i controlli sarebbero più complessi, ma lo metteremo dopo il CURRENT_TIMESTAMP + durataLivello¹¹.

I controlli dovranno essere fatti sia nelle impostazioni che nei LOG:

- Se un dispositivo a ciclo variabile o a consumo fisso viene acceso dall'utente, lo stesso dispositivo non può essere riacceso fino a che non viene spento e quindi che il timestamp di spegnimento non è presente
- Se per un dispositivo a ciclo variabile o a consumo fisso viene programmata una partenza differita in un determinato momento non può essere impostata un'altra partenza in un momento futuro perché non so di preciso quando l'utente vuole spegnerlo
- Se invece viene acceso un dispositivo a ciclo non interrompibile, io so perfettamente quando quel dispositivo verrà spento, poiché i suoi livelli hanno una durata prestabilita
- Se imposto una partenza differita per un dispositivo a ciclo non interrompibile posso impostare un'altra partenza differita a patto che il timestamp sia maggiore del timestampInizio + durataLivello dell'impostazione precedente. Il timestamp di fine non importa scriverlo, per questi tipi di dispositivi si tratta di calcolare, come scritto prima, quando si spengono e accettare o rifiutare, quindi, la nuova impostazione.
- Se il dispositivo è un condizionatore dovremo controllare le varie partenze differite. Ovvero “ImpostazioneCondizionatore”¹²

3.2.6.2 - Uso di “IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO” e “LOG DISPOSITIVO”

Capiamo adesso quanto usare l'entità “IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI” e quando “LOG DISPOSITIVI”.

Le due entità sono molto simili, ma vengono utilizzate in momenti diversi. Questo paragrafo si arricchirà ancora di più quando tratteremo l'area comfort.

¹⁰ Sarà possibile visualizzare le impostazioni cambiando(update...) il TimestampInizio

¹¹ La funzione CURRENT_TIMESTAMP in mysql serve per restituire il timestamp corrente quindi anno, mese, giorno, ora, minuti e secondi all'istante cui viene chiamata la funzione

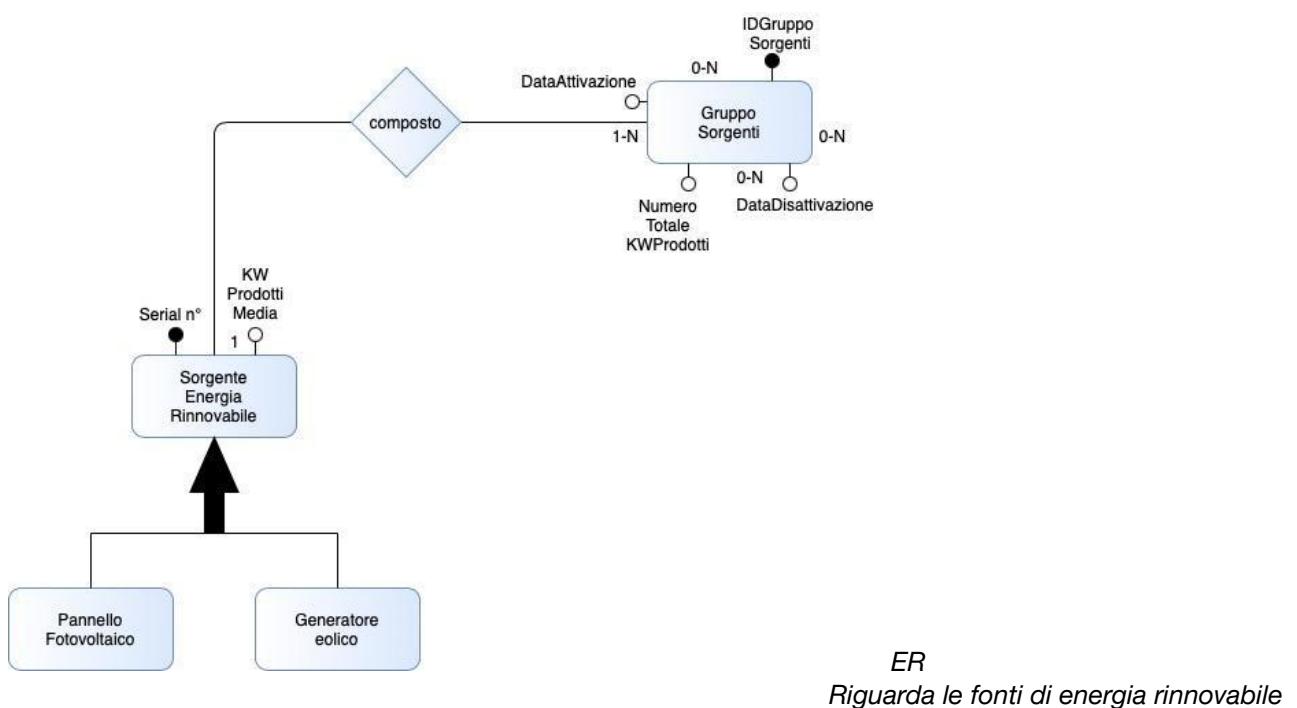
¹² Entità che verrà analizzata successivamente

Possiamo sintetizzare in questo elenco:

- Se l'utente accende un dispositivo allora si inserirà una tupla direttamente all'interno del LOG
- Se l'utente crea una partenza differita, allora viene usata l'impostazione

3.3 - Area Energia

3.3.1 - Sorgenti di energia rinnovabile



Le sorgenti di energia rinnovabile possono essere molteplici. Il testo cita **i pannelli fotovoltaici e piccoli generatori eolici** quindi, ipotizzando che esistano solo questi due tipi di sorgenti, facciamo una generalizzazione totale(vedremo successivamente come si traduce). Ogni singola sorgente produce un tot di KW, l'idea di base è creare una singola entità “gruppo sorgenti”che racchiude **tutti i singoli generatori e pannelli**. Ogni qualvolta che viene calcolata l'energia prodotta l'attributo “Numero totale kw prodotti” viene aggiornato. Rappresenta la somma algebrica dei kw che vengono prodotti da ogni singolo pannello/generatorere¹³. Gli attributi “DataAttivazione” e “DataDisattivazione” riferiscono all'inizio della creazione di quel gruppo di sorgenti e alla fine del gruppo. Per esempio se ogni tot anni dovremmo cambiare i “PannelliFotovoltaici”, sarà un gruppo nuovo. In questo modo sarà possibile tenere uno storico dei consumi e dei suggerimenti come dice il testo.

¹³ Vedremo che si tratta di una ridondanza, nel capitolo 4 verrà analizzata. Capiremo che è superflua

Quindi se cambiamo il gruppo sorgenti non dovremo cancellare il precedente ma solo inserire una data di disattivazione, in questo modo non avremo problematiche per gli storici di suggerimento e consumi(che spiegheremo dopo).

3.3.2 - Ciclo di vita dell'energia nel sistema

L'energia e la corrente sono continue. Questo significa che ogni millesimo di secondo dovremo calcolare quanta energia abbiamo misurato, situazione impensabile.

Immaginiamo ogni 15 minuti di calcolare quanta energia è stata prodotta, noi sappiamo che da un preciso istante a 15 minuti avanti nel tempo, sono stati prodotti dai pannelli determinati KW. Poiché non sappiamo a priori quanta energia verrà consumata dai dispositivi, l'idea è **di far prima passare corrente e poi calcolare il consumo**.

Prendiamo come riferimento per il ciclo di vita 15 minuti, ovvero ogni quarto d'ora calcoliamo il consumo dei dispositivi che sono accesi¹⁴.

Quindi dal **CURRENT_TIMESTAMP** al **CURRENT_TIMESTAMP - 15 MINUTE** tutti i dispositivi che erano accesi/vengono accesi nel lasso di tempo contribuiscono al totale dei KW consumati nei 15 minuti.

L'idea è far scattare un Event¹⁵ il quale ogni 15 minuti calcola:

- il consumo totale di tutti i dispositivi che sono stati accesi nei 15 minuti, oppure che sono rimasti accesi oppure spenti nei 15 minuti
- la produzione totale di energia nei 15 minuti
- Operazioni fondamentali per il flusso energetico, ovvero consideriamo quanti KW vengono consumati dal gruppo sorgenti, quanti KW inserire in batteria(se rimangono), prelevare i KW della batteria(se necessario), Ipotetica immissione o prelievo della rete

¹⁴ I KW consumati si calcolano facendo il consumo in KW/h diviso il tempo, 15 minuti o meno

¹⁵ Operazione scelta tra le 8 target e significative nel capitolo 5

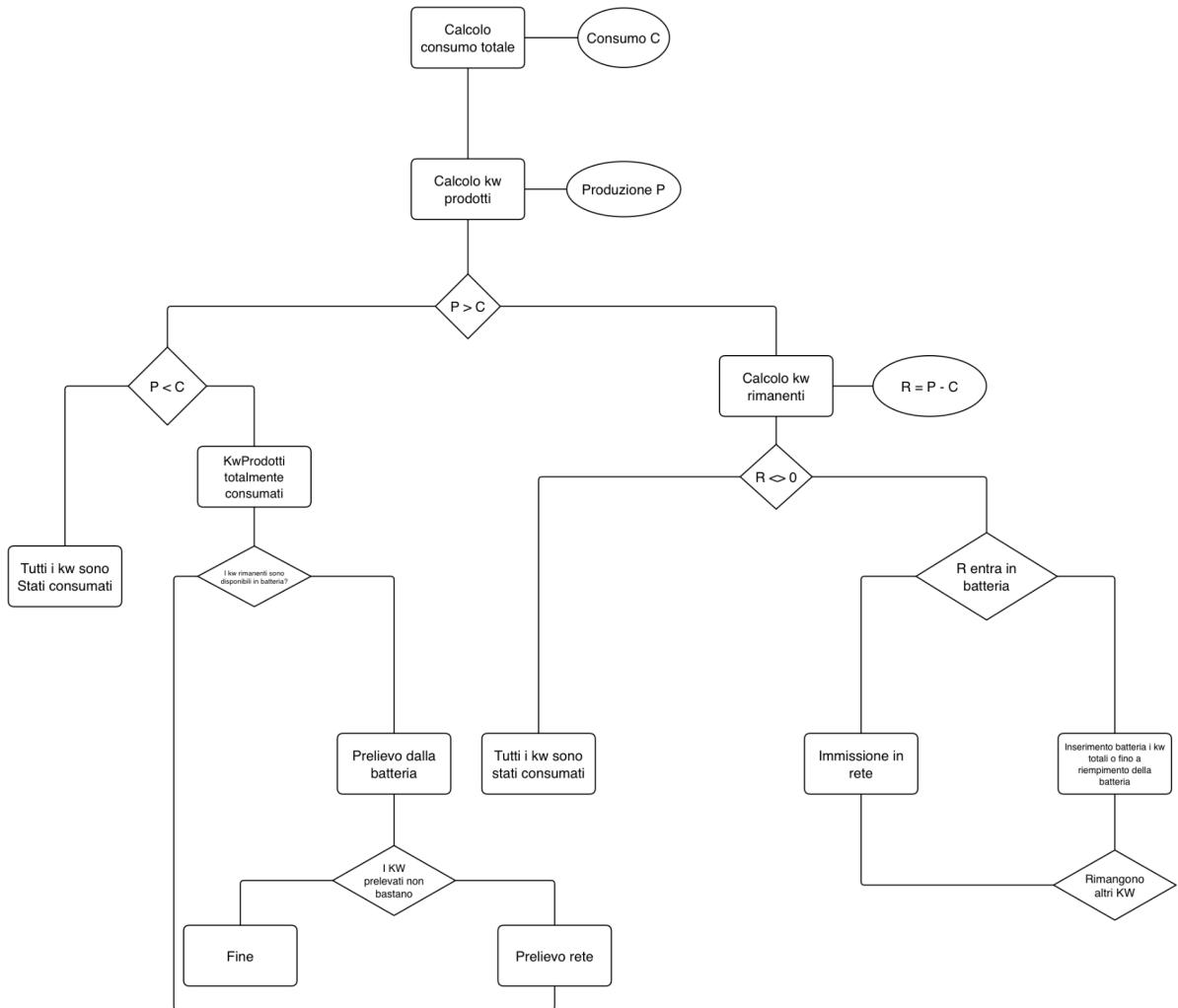


diagramma di flusso del percorso della corrente

Nei prossimi paragrafi descriviamo ogni parte nel dettaglio.

Dividiamo i prossimi paragrafi considerando tre fonti di energia:

- Gruppo Sorgenti
- Batteria
- Rete Statale

Soffermiamoci prima sul consumo dei dispositivi. Ripetiamo che non possiamo essere certi di quanto effettivamente consuma un dispositivo, poiché non sappiamo quanto resta acceso, però sappiamo quanto consuma ogni ora di conseguenza il consumo totale del dispositivo sarà il **consumo in KW diviso il tempo** che è rimasto acceso. In verità come già detto ogni 15 minuti viene calcolato quanto un dispositivo ha consumato. Quindi tra un calcolo e l'altro passano al massimo 15 minuti.

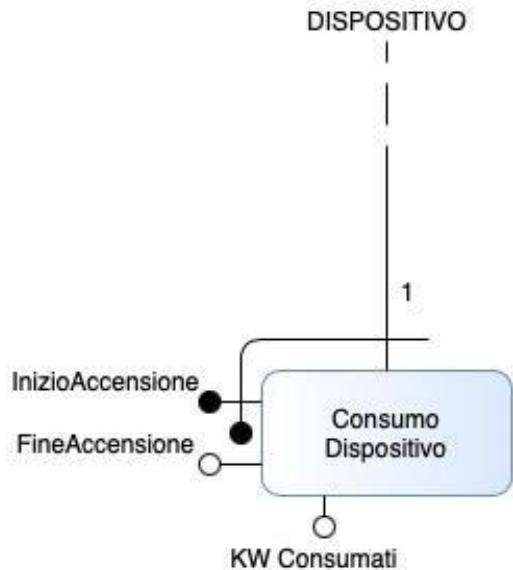


Immagine raffigurante il consumo dei dispositivi

Pensando ancora a questo concetto, è fondamentale quindi tenere conto del dispositivo e dei suoi livelli, per capire quanto consuma all'ora e del momento di accensione.

Questa entità permette di memorizzare ogni 15 minuti il consumo dei dispositivi che sono stati accesi.

Il concetto viene mostrato di seguito:

In questa entità, ogni volta che un dispositivo viene acceso, dovremo inserire all'interno di “*ConsumoDispositivo*” l’ “*inizioaccensione*” di quel dispositivo (la combinazione dei due attributi da la chiave), al momento che viene spento, aggiorneremo “*FineAccensione*”.

La particolarità è che il ciclo di accensione di un dispositivo non sempre costituisce una singola tupla, infatti, verrà creato un event che ogni 15 minuti indipendentemente dall'inizio accensione dei dispositivi, controllerà tutti i dispositivi accesi (*FineAccensione IS NULL*) inserirà come “*FineAccensione*” la fine dei 15 minuti e li farà ripartire con “*InizioAccensione*” il momento della partenza dei 15 minuti successivi.

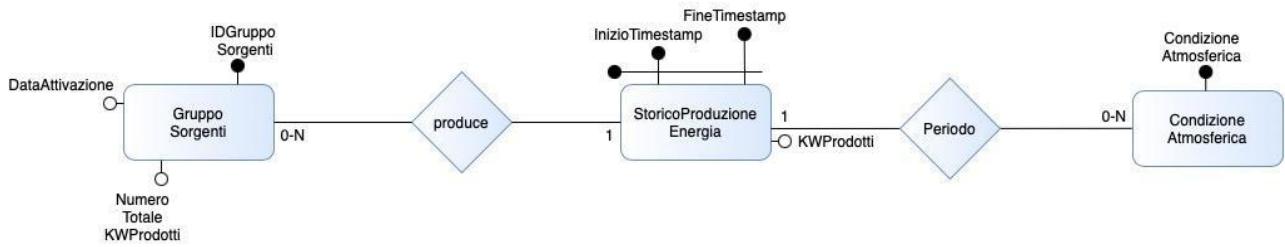
I contatori sui dispositivi accesi ci diranno quanta energia è passata in un tempo \leq a 15 minuti

Il consumo dipende sicuramente dal livello/dispositivo, ma per essere precisi, come già detto, sarà presente un contatore in ogni dispositivo che monitora quanta energia è dovuta passare per accendere quel dispositivo, ogni 15 minuti dovremo sommare tutti i vari KW.

3.3.3 - Gruppo Sorgenti

In questi paragrafi descriviamo il ciclo di vita della corrente per quanto riguarda i pannelli e/o generatori eolici

3.3.3.1 - Storico Produzione Energia



Raffigurazione della produzione di energia

“*StoricoProduzioneEnergia*” è un’entità che ci permette di soddisfare una richiesta del progetto. Infatti dovremo **tenere conto dell’energia prodotta dalle sorgenti di energia rinnovabili presenti, creando uno storico dell’energia prodotta**. Quindi è fondamentale tenere conto dell’esatto momento in cui controlliamo l’energia prodotta¹⁶ e ovviamente della totalità dell’energia prodotta da ogni singolo pannello e generatore.

La differenza tra le due entità rappresentate qui sopra è che il “*Numeros Totale KWPProdotti*”¹⁷ in “*Gruppo Sorgenti*” è un attributo calcolato che diminuisce al momento del bisogno da parte di un elettrodomestico di determinati KW(che verranno inseriti all’interno di consumo, spiegheremo meglio successivamente), mentre lo “*StoricoProduzioneEnergia*” registra in un preciso istante il numero totale di KW e quello rimane nel tempo.

La chiave di “*StoricoProduzioneEnergia*” è fondamentale per il progetto. Infatti permette di memorizzare ogni 15 minuti quanta energia è stata prodotta. Vedremo dopo che questo concetto è fondamentale.

L’entità “*condizioneAtmosferica*” è importante per una parte del progetto che vedremo successivamente. A questo punto della documentazione basti pensare che è fondamentale per capire e avere una stima di quanta energia(circa) viene prodotta con una determinata condizione atmosferica.

¹⁶ L’energia prodotta viene controllata ogni 15 minuti, modalità asincrona

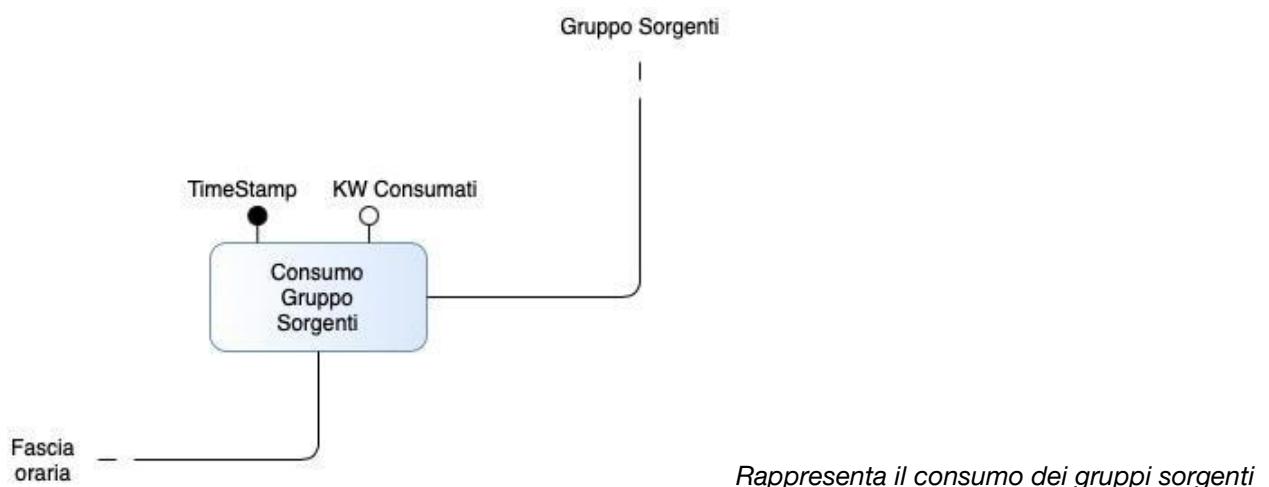
¹⁷ Attributo, come già detto, analizzato in seguito. Vedremo che l’attributo è inutile

3.3.3.2 - Consumo Gruppo Sorgenti

Come descritto anche nello schema sopra, tutti i dispositivi accesi nei 15 minuti usano l'energia direttamente dai pannelli, per i restanti KW(Produzione - consumo) avverrà **un'immissione in batteria**. Questo perché, come viene descritto anche nel progetto, **l'energia rinnovabile deve essere usata**, quando viene prodotta, altrimenti immessa in rete, oppure immagazzinata in batteria(come nel caso nostro).

Nei 15 minuti, la somma dei KW consumati dovranno essere memorizzati in questa entità che tiene conto di tutti i consumi nel tempo dei pannelli.

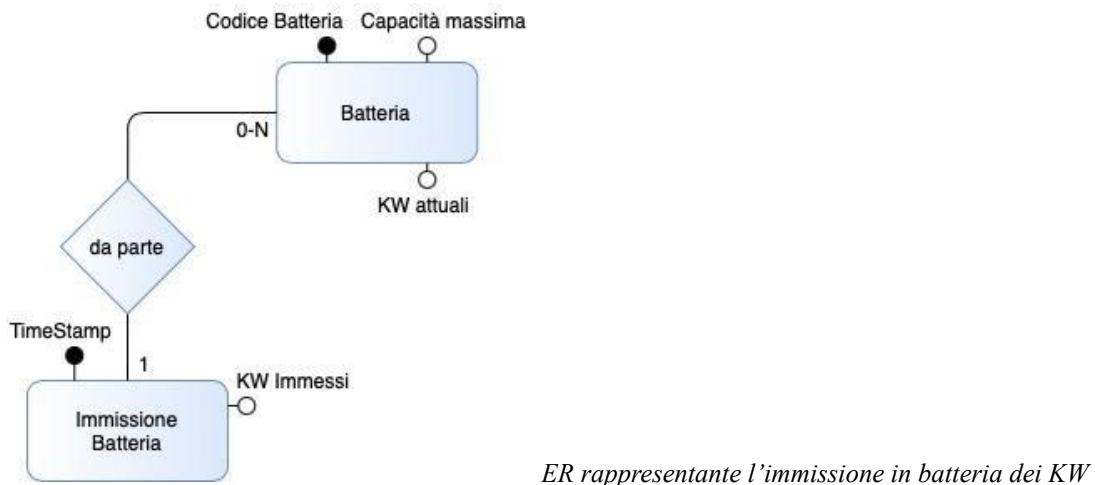
La relazione con "Fascia Oraria" serve in caso di statistiche. Ovvero capire in ogni fascia oraria quanti KW abbiamo consumato(in questo caso) per i pannelli.



3.3.4 - Batteria

In questi paragrafi spiegheremo come la batteria si comporta nel ciclo di vita della corrente. Prima di cominciare facciamo una premessa. La batteria è costituita da una capacità massima e un attributo che viene aggiornato per capire quanta energia è presente nella batteria in ogni momento. Se la batteria è piena, l'energia dai pannelli non utilizzata andrà nella rete statale con un'immissione(spiegheremo successivamente).

3.3.4.1 - Batteria e Immissione corrente

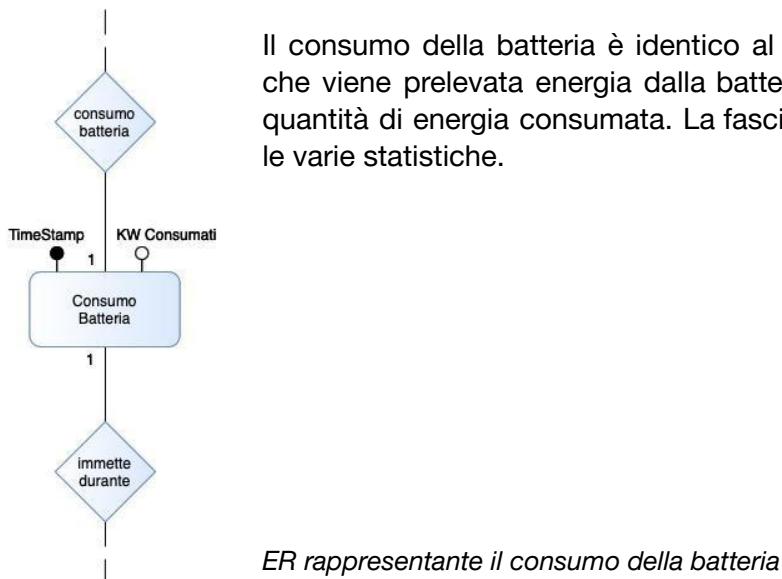


Riprendiamo il discorso precedentemente cominciato. **Se la produzione è maggiore del consumo i KW rimanenti dovranno essere immessi in batteria.**

E di conseguenza la differenza tra l'energia consumata e l'energia prodotta si inserisce in "Immissione Batteria". Questo ci permette anche di fare i suggerimenti¹⁸ che capiremo meglio dopo.

Immissione Batteria è un'Eccedenza dell'energia dei pannelli ed è fondamentale tenere traccia nel tempo dell'energia immessa in batteria poiché ci permette di tenere uno storico dei Suggerimenti. C'è una differenza tra "KW attuali" e "KW Immessi". Il primo è un attributo che viene aggiornato ogni volta che avviene un immissione oppure un consumo, mentre il secondo è un'attributo che descrive quanti KW sono stati immessi in un preciso istante(il primo si aggiorna, il secondo no).

3.3.4.2 - Consumo batteria



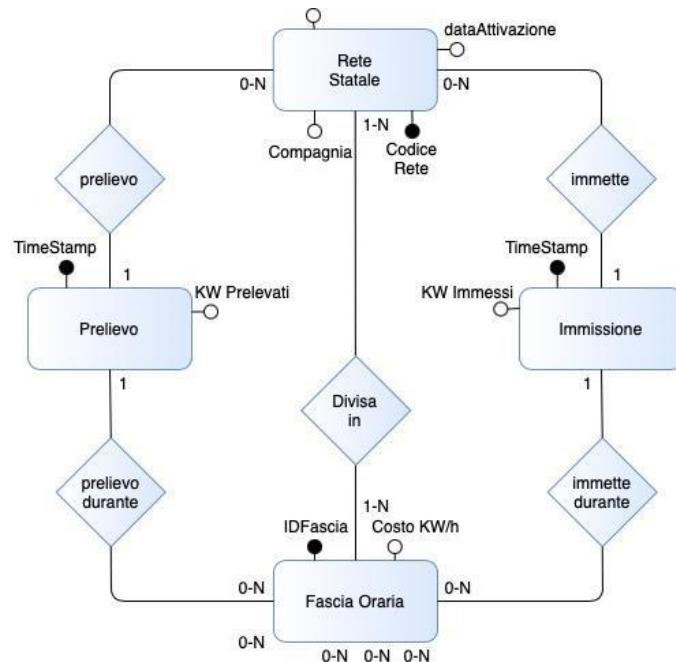
Il consumo della batteria è identico al consumo dei pannelli. Infatti ogni volta che viene prelevata energia dalla batteria, dovremo inserire in questa entità la quantità di energia consumata. La fascia oraria serve anche in questo caso per le varie statistiche.

¹⁸ Operazione richiesta anche nel progetto

3.3.5 - Rete Statale

Con Rete Statale si intende l'energia che si preleva dalla rete o immette nella rete statale o enti pubblici (Eni).

3.3.5.1 - Rete Statale e contatore bidirezionale



Rappresentazione sotto forma di ER del contatore bidirezionale

La parte fondamentale di questo ER è il **contatore bidirezionale**.

Ricordiamo che il contatore bidirezionale permette di **registrare ogni singola immissione, prelievo nelle varie fasce orarie**. Infatti, l'unione dell'entità "Prelievo", "Immissione" e "Fascia oraria" permette di registrare i flussi di corrente in entrata e uscita dal sistema.

Ogni volta che ho un eccedenza di corrente eseguo un' **immissione** altrimenti un **prelievo**.

In fondo ai 2 mesi, il costo totale che bisogna spendere per la bolletta sarà la somma dei KW prelevati moltiplicati per il costo dei KW nelle diverse fasce orarie¹⁹, sottratto alla somma dei KW Immessi moltiplicati per il costo dei Kw per ogni fascia oraria.

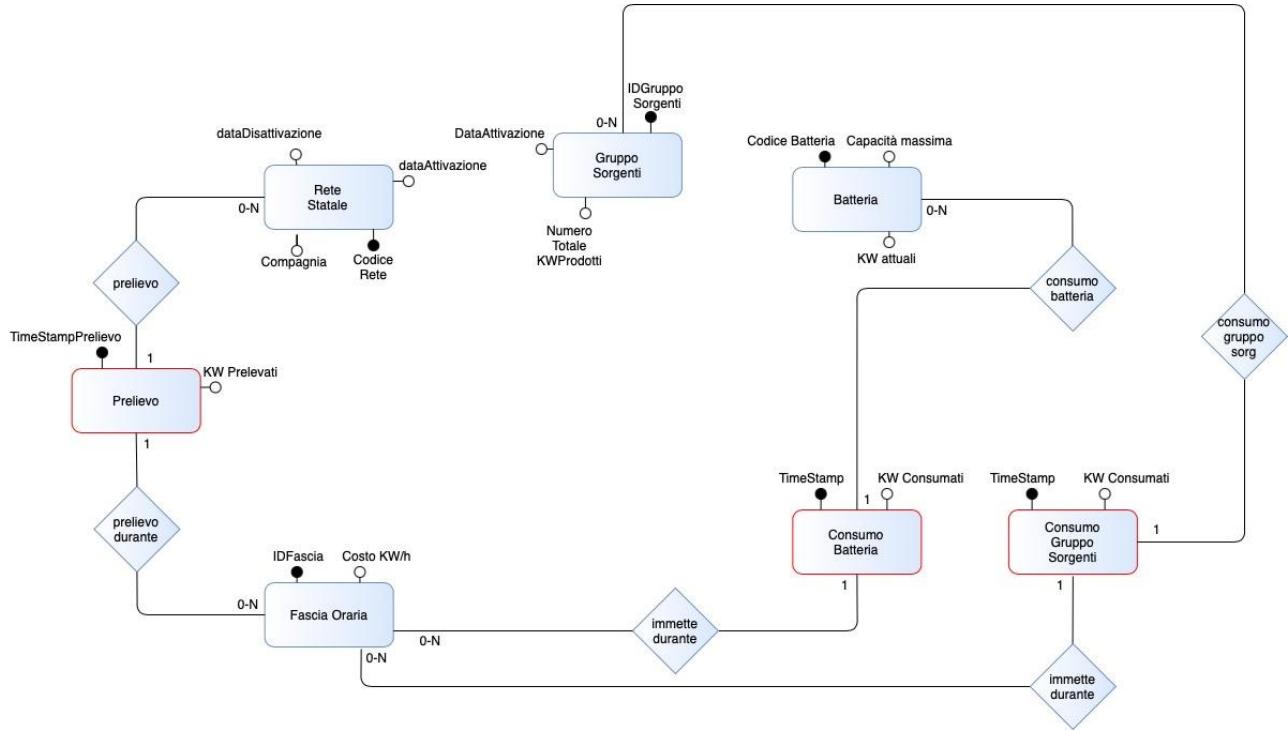
Inserita la tupla in bolletta, entità che si può aggiungere al sistema, le due entità possono essere troncate²⁰ e ricominciare a segnare i prelievi e le immissioni per la nuova bolletta oppure mantenute:

il fatto che venga eliminato, significa che è fondamentale una nuova entità "Consumo Rete" che permette di tenere traccia di tutti i consumi dettati dalla rete statale, se invece la tabella "Prelievo" rimane inalterata l'ipotetica entità citata precedentemente è superflua, ridondante e una copia di "Prelievo".

¹⁹ Una fascia oraria indica un intervallo di tempo nel quale i KW hanno un determinato costo.

²⁰ Comando Truncate, permette di svuotare la tabella

3.3.6 - Consumi fonti di energia



Consumi fonti di energia

Notiamo le tre entità rosse (La linea che le delimita), l'insieme delle tre entità permette di avere i consumi da tutte le varie fonti di energia:

- Gruppo Sorgenti
- Rete Statale
- Batteria

L'idea iniziale è stata quella di inserire oltre a “*ConsumoBatteria*” e “*ConsumoGruppoSorgenti*” “*ConsumoReteStatale*”, ma come si nota le proprietà di questa entità è uguale identica a quella di “*Prelievo*”. In seguito a questa riflessione, per non creare una copia esatta di un' entità e quindi il doppio delle operazioni elementari, abbiamo deciso di eliminare l'entità e usarne solo una ovvero “*Prelievo*”.

In questo caso se volessimo stampare il consumo di una singola fonte energetica, dovremo fare semplicemente una “*Select * FROM <NomeTabella>*”.

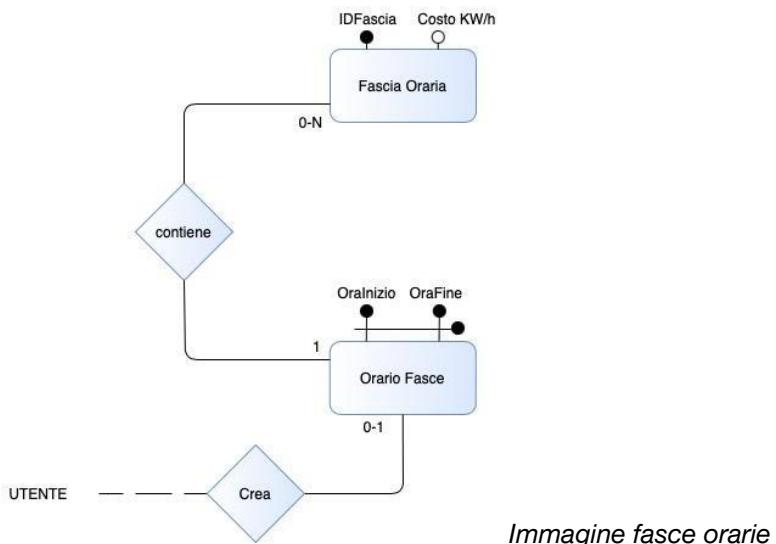
Se invece volessimo sapere uno storico completo di tutte le varie entità dei consumi in ogni istante, non dovremo fare altro che una *UNION* delle 3 entità.

Notiamo che le tre entità hanno lo stesso numero di campi, quindi grazie alla UNION²¹ sarà possibile mettere in colonna le varie tabelle, infine basterà un ORDER BY²² per ordinare in modo cronologico lo storico.

Una domanda potrebbe essere: Se nelle tre entità ci fossero due TimeStamp uguali ? Non è un problema. Infatti in un lasso di tempo di 15 minuti i KW Consumati sono dati dalla somma di tutti i KW Consumati di ogni singolo dispositivo. Se tutti i KW che sono stati consumati sono prelevati solo da un'entità il timestamp sarà univoco nelle tre entità. Nel caso in cui un po' di KW siano prelevati dalla batteria e un po' dalla Rete allora avremo nello stesso istante due consumi registrati in due entità diverse.

Seguendo la strada dell' UNION / ORDER BY, il risultato sarà il medesimo, se vogliamo poi essere precisi potremmo fare un GROUP BY²³ con il TimeStamp e cun GROUP_CONCAT()²⁴

3.3.7 - Fasce orarie e utenti



Come scritto nel progetto **ogni rete statale ha diverse fasce orarie**, per esempio mattina, pomeriggio e sera dove il costo della corrente varia. Allo stesso tempo però **l'utente può dividere le fasce in altre fasce più piccole** dove può scegliere se far usare l'energia rinnovabile oppure la rete statale²⁵. Ovviamente con energia rinnovabile si intende sia la corrente prodotta dai pannelli che quella immessa nella batteria.

Orario fasce è un entità prestabilita, fissata a priori. Ogni tupla contiene un'ora e la sua successiva. 00:00 - 01:00, 01:00 - 02:00 e così via. In caso in cui un utente voglia creare una

²¹ la funzione UNION permette di “elencare” tabelle con lo stesso grado e stesso nome di attributi(possibile AS, ridenominazione prima della UNION)

²² La funzione ORDER BY permette di Ordinare valori in modo DESC(descente) o crescente. All'interno delle parentesi, in questo caso, daremo il nome dell'attributo TimeStamp per ordinare in modo cronologico

²³ Si tratta di una funzione SQL che permette di “Raggruppare” i valori uguali

²⁴ E' una funzione che viene utilizzata con un GROUP BY, Per ogni valore raggruppato concatena in formato stringa tutti i valori che vengono inseriti tra parentesi

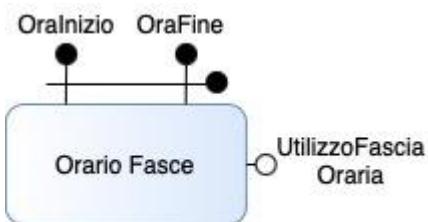
²⁵ Operazione dettata dal progetto

fascia, ovviamente se può²⁶, si inserisce la chiave primaria di utente all'interno di “Orario Fasce”, altrimenti rimarrà NULL e noi sappiamo che quella fascia non è stata ancora creata.

Per quanto riguarda l'uso nelle varie fasce o mettiamo un attributo “tipo” nell'entità “Orario Fasce” oppure inseriamo due relazione opzionali uno a molti che collegano “OrarioFasce” a “GruppoSorgenti” o “ReteStatale”. L'opzionalità è fondamentale poiché in una determinata fascia o viene usata l'energia rinnovabile oppure la rete statale.

Quindi al momento che un dispositivo ha bisogno di energia, andremo a controllare in quale fascia ci troviamo e vediamo cosa dobbiamo usare, dopodiché se dobbiamo usare la rete, faremo un prelievo classico, se invece dovremo usare l'energia rinnovabile, controlleremo se è disponibile in batteria i KW necessari altrimenti preleveremo dalla rete.

Poiché abbiamo due entità tutte e due opzionali, avremo per forza almeno un valore NULL in una tupla, quindi è conveniente inserire un attributo “UtilizzoFasciaOraria” dove si inserirà **ReteStatale** se vogliamo usare un ente pubblico mentre si inserirà **SorgenteEnergiaRinnovabile**, se vogliamo usare i pannelli o la batteria.



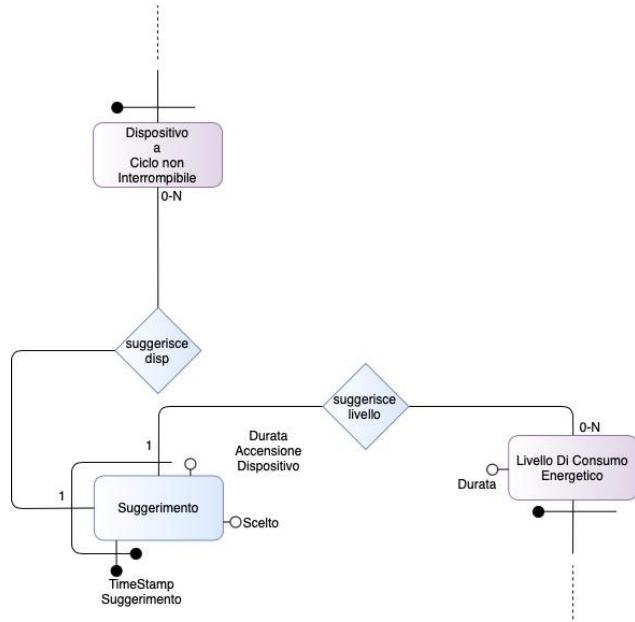
Entità OrarioFasce Con UtilizzoFasce come attributo

3.3.8 - Suggerimenti e dispositivi

Ogni volta che il gruppo sorgenti produce un tot di KW, quelli non usati(quindi una quantità minore o uguale a quella prodotta) viene inserita all'interno dell'entità “Immissione batteria” e quindi l'attributo “KW attuali” nell'entità “Batteria” verranno aggiornati, aggiungendo i KW appena immessi. Anche in caso di consumo della batteria avviene un cambiamento nel totale dei KW inseriti in batteria e di conseguenza, anche in questo caso, “KW attuali” verranno aggiornati.

Il suggerimento **si tratta di una funzionalità di Back-end** che permette di capire quali dispositivi possono sostenere i KW attualmente disponibili. Ovvero verranno controllati tutti i dispositivi che nell'arco di 15 minuti consumano meno o uguale ai KW che sono disponibili o oppure tutti quei dispositivi che consumano meno o uguale ai KW disponibili e per quanto tempo essi possono rimanere accesi. Per quanto riguarda i dispositivi a ciclo variabile, il suggerimento sarà fatto con i vari livelli e per quanto tempo possono essere accesi con tali livelli. Mentre per quanto riguarda i dispositivi a ciclo non interrompibile basterà suggerire i dispositivi con i livelli che consumano una quantità di KW minore o uguale a quella disponibile.

²⁶ Infatti all'interno dell'entità utente è presente un'attributo “PrivilegioFasce”



Raffigurazione di suggerimento

Questo schema ER ci permette di capire che un suggerimento è costituito da un *Timestamp*, un istante esatto di erogazione del suggerimento, la durata massima per la quale i dispositivi possono rimanere accesi e un attributo scelto per memorizzare le scelte dell'utente, infine l'*IDLivello* per determinare con quale livello è stato suggerito un determinato dispositivo.

Attenzione però. **Il consumo non dipende dai livelli.** Ricordiamo che ogni livello può consumare diversamente in situazioni differenti. Questo significa che per capire quali livelli con quali dispositivi dovremo far suggerire, dovremo **stimare** quanto possa consumare quel dispositivo. Semplicemente vedremo una media per ogni dispositivo e per ogni livello che è stato usato e vediamo quanto in media ha consumato²⁷. Se il consumo è inferiore o uguale a quello prodotto, faremo il suggerimento.

Come vedremo meglio in seguito, il suggerimento è stabilito da una stima nel futuro di quanta produzione avremo e quanto consumo, la sottrazione tra esse da l'effettiva produzione che si stima avere, quindi controlleremo quali dispositivi con quali livello possono essere accesi.

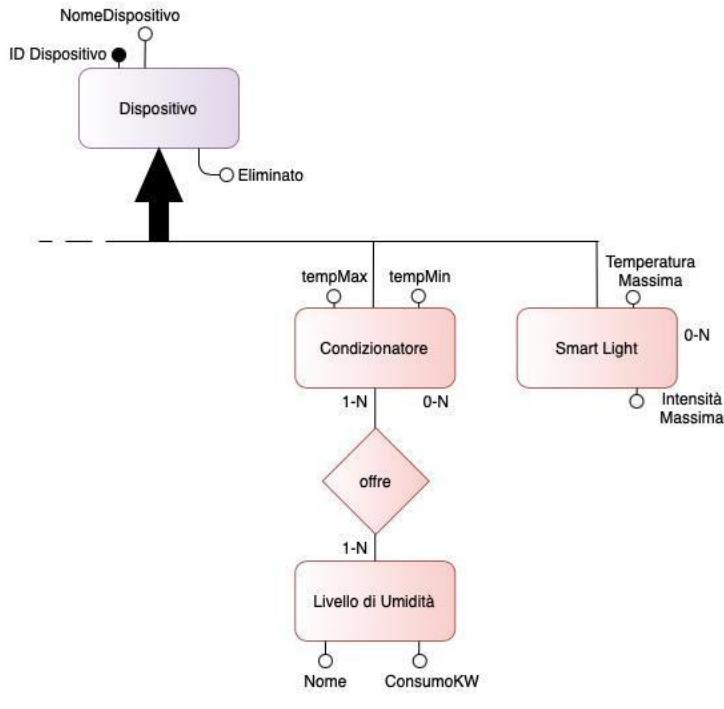
Teoricamente la produzione di suggerimenti avviene ogni 15 minuti, ovvero ogni volta che viene rilevata la produzione di energia elettrica.

²⁷ La media dei KW consumati per ogni livello è un operazione suggerita dal progetto e scelta tra le operazioni target

3.4 - AreaComfort

L'area comfort è l'ultima area del database. Quest'area racchiude due altri tipi di dispositivi, i condizionatori e le smart light con i quali possiamo interagirci in diversi modi che vedremo successivamente.

3.4.1 - Condizionatori e Smart Light



generalizzazione di dispositivo con “Condizionatore” o “SmartLight”

Condizionatore e Smart Light sono due entità che fanno parte della generalizzazione Dispositivo. Abbiamo scelto di inserire queste due entità come **generalizzazione di Dispositivo** per semplificare la traduzione del diagramma²⁸, inoltre perché si trattano di dispositivi totalmente autonomi rispetto alle altre classi di dispositivo.

Un condizionatore può essere regolato con un **livello di umidità prestabilito** dalla marca produttrice e con una temperatura compresa tra “tempMax” e “tempMin”²⁹.

Invece per quanto riguarda le Smart Light, esse possono essere regolate con due modalità: una temperatura in Kelvin, per la luce più calda o fredda, e un'intensità che può variare da 0 a “IntensitàMassima”.

Ovviamente la relazione “offre” dovrà essere molti a molti perché un condizionatore ha n livelli di umidità ma se due condizionatori sono della stessa marca e hanno gli stessi livelli di umidità, significa che un livello di umidità è per più condizionatori.

²⁸ Teoricamente possono essere considerati come specializzazioni di dispositivi a consumo variabile

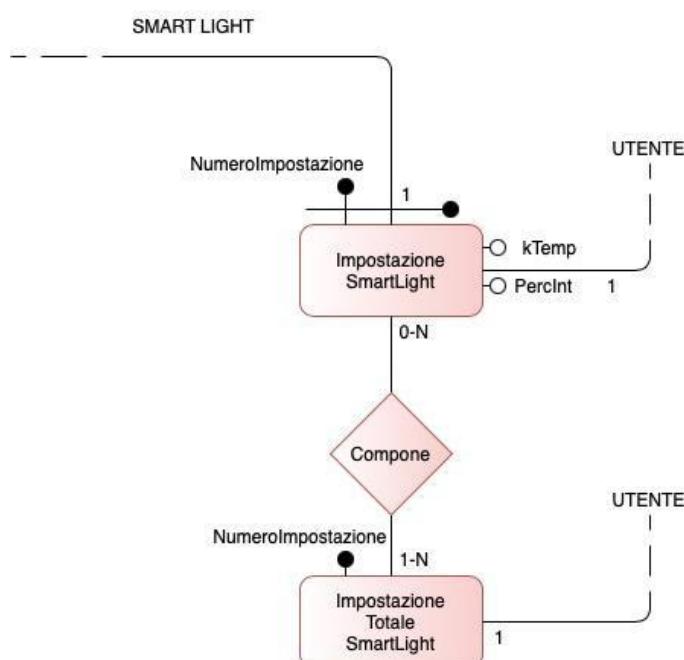
²⁹ Vincolo generico da trattare con trigger

3.4.2 - Impostazione Smart Light

Il progetto afferma che è possibile creare delle impostazioni con le smart light in modo tale da poter creare delle combinazioni personalizzate di luci.

L'impostazione totale per le "SmartLight" consiste nel creare un insieme di impostazioni (per ogni singola smart light), in modo tale da creare un'illuminazione personalizzata.

L'idea è quella di poter scegliere un'impostazione e far partire in background più mini-impostazioni per ogni smart light.



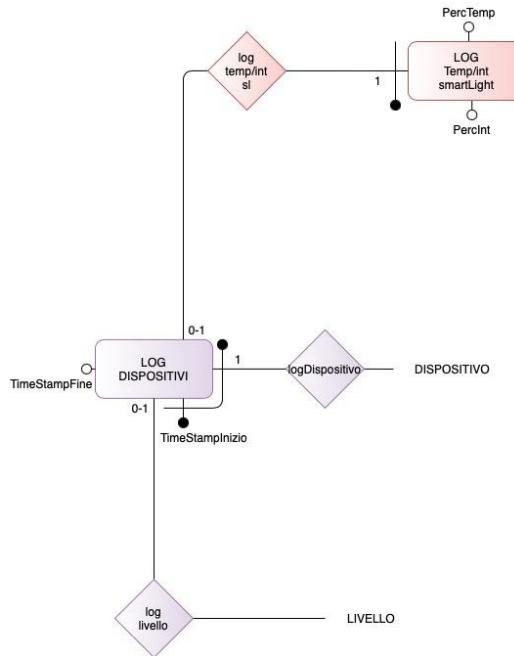
*Impostazione singole smart light e totale,
collegamento fra essi*

Precisiamo meglio questo concetto, come si vede anche dall'immagine il concetto è quello di creare N “impostazioni SmartLight”, ogni singola SmartLight sarà impostata con una certa temperatura in K e una certa percentuale di intensità. Per creare un’ “impostazione totale SmartLight”, basterà inserire N impostazioni delle singole Smart Light, così, cliccata un'impostazione totale si attiveranno tutte le sotto impostazioni e le stanze si illumineranno in modo personalizzato. Le impostazioni non vengono eliminate una volta attivate, ma verranno disattivate successivamente dagli utenti per far partire un'altra impostazione oppure spegnere direttamente.

Attenzione, l'utente può anche creare un'impostazione singola che non fa parte di una totale(notare la relazione Opzionale) e far partire quella quando un utente vuole.

3.4.3 - Memorizzazione LOG SmartLight

Anche le interazioni con le smart light **devono essere memorizzate**. La scelta però di una singola entità per i LOG di tutti i dispositivi comporta la possibilità di avere tanti valori NULL riguardanti la percentuale di intensità e i Kelvin per la temperatura. Allora abbiamo optato per un ER di questo tipo:

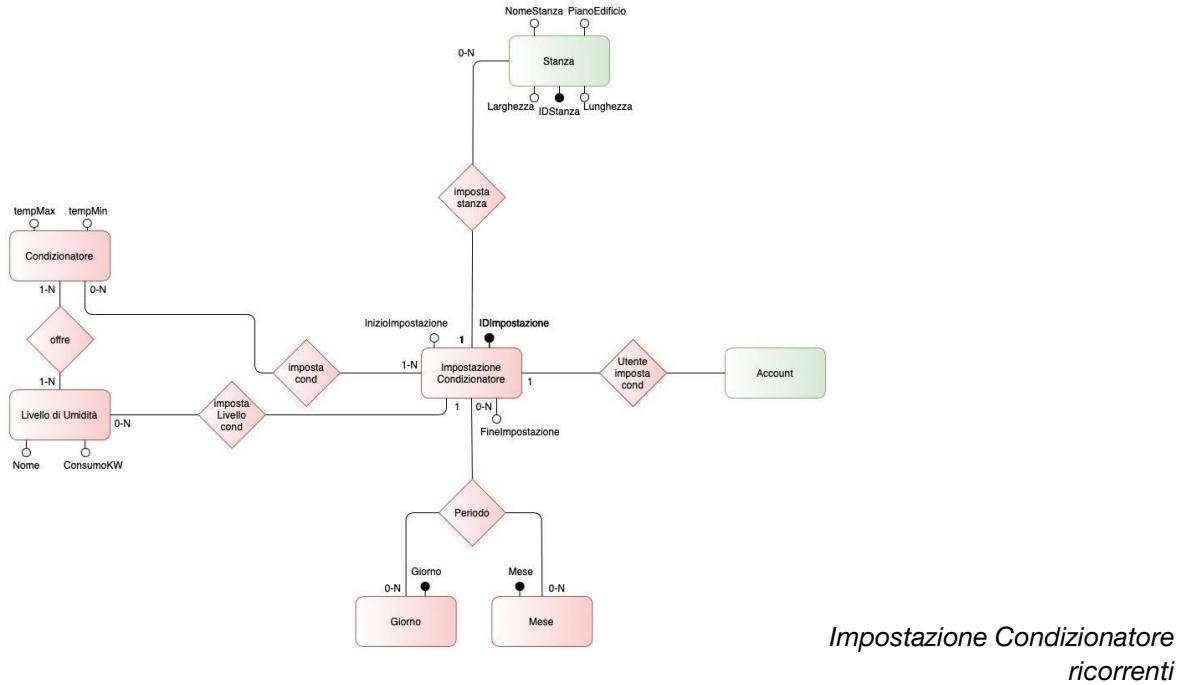


LOGDispositivi riguardante le smart light

In questo modo i valori NULL sono inesistenti. Infatti ipotizziamo di accendere un dispositivo come la televisione che si tratta di un dispositivo a consumo fisso, che non ha livelli né la percentuale di intensità o la temperatura in k, e quindi se fossero stati due attributi dell'entità “*LOG DISPOSITIVI*”, sarebbero stati messi a NULL. Ipotizzando che in una casa si eseguono tante interazioni con dispositivi diversi da Smart Light e poche con esse avremmo troppi valori NULL. Con l'idea riportata sopra, avendo una chiave esterna l'entità “*LOG TEMP/INT smartLight*” in caso in cui avessimo bisogno di inserire la temperatura e l'intensità per l'interazione con una smart light, viene creata una tupla all'interno di “*LogTempIntsmartLight*” e come PK avremo la PK di LOG ovvero il TimeStamp dell'interazione e il dispositivo, altrimenti la relazione non viene creata e non avremo valori NULL.

3.4.4 - Impostazione Condizionatore

L'utente può decidere che temperatura e che livello di umidità deve avere una stanza, quindi l'impostazione **non è propriamente di un condizionatore ma di una stanza**. I condizionatori che sono situati all'interno di quella stanza(Normalmente uno ma non è assolutamente detto), dovranno accendersi con il livello di umidità desiderato e la temperatura dell'impostazione.



Come si vede dalla figura, l'impostazione **è per una sola stanza**. Data l'impostazione, tutti i condizionatori situati all'interno della stanza **dovranno essere accesi con il livello di Umidità scelto e la temperatura selezionata**. Detto questo l'impostazione può essere **ricorrente**.

La relazione “*Periodo*” ci permette di stabilire quando l'impostazione verrà eseguita(memorizzando, ogni volta che viene attivata, all'interno del LOG l'interazione).

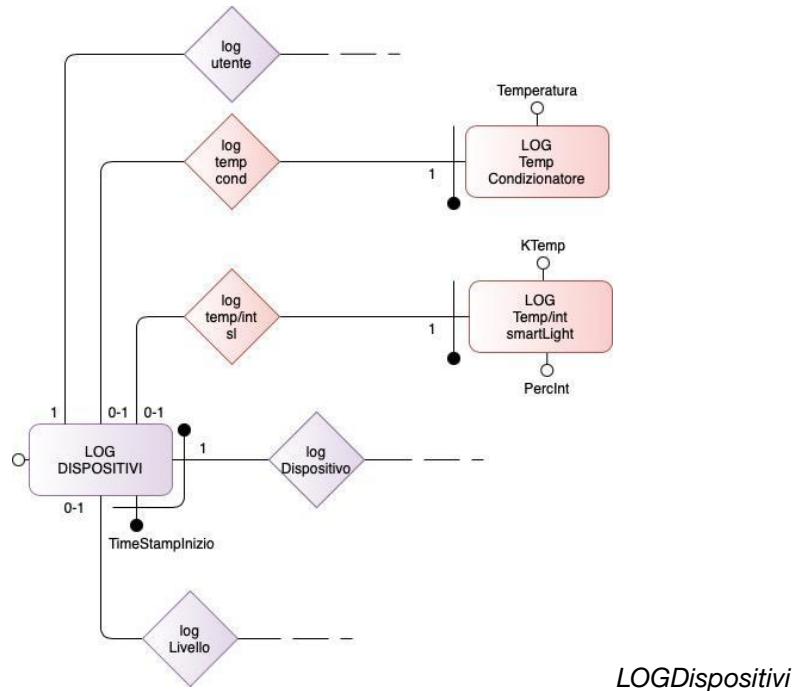
Soffermiamoci sulla relazione “*Periodo*”, essa permette di far scegliere quando l'impostazione deve essere eseguita. Per esempio se l'impostazione “*impostazione1*” deve essere eseguita ogni lunedì, martedì e mercoledì del mese di giugno, luglio e agosto, all'interno della relazione sarà presente la seguente tabella:

“ <i>impostazione1</i> ”	Lunedì	Giugno
“ <i>impostazione1</i> ”	martedì	Giugno
“ <i>impostazione1</i> ”	mercoledì	Giugno
“ <i>impostazione1</i> ”	Lunedì	Luglio
“ <i>impostazione1</i> ”	martedì	Luglio
“ <i>impostazione1</i> ”	mercoledì	Luglio
“ <i>impostazione1</i> ”	Lunedì	Agosto
“ <i>impostazione1</i> ”	martedì	Agosto

"impostazione1"	mercoledì	Agosto
-----------------	-----------	--------

Dal punto di vista pratico conviene creare un event per ogni impostazione che scatta ogni giorno a partire all'ora di partenza dell'impostazione, l'Event chiamerà una Stored procedure per verificare se il mese e il giorno corrente equivalgono al mese e al giorno in cui si deve attivare l'impostazione, in caso affermativo faremo partire l'impostazione. In questo modo **sarà possibile creare solo un event invece di crearne tanti per ogni giorno.**

3.4.5 - Memorizzazione LOG Condizionatore

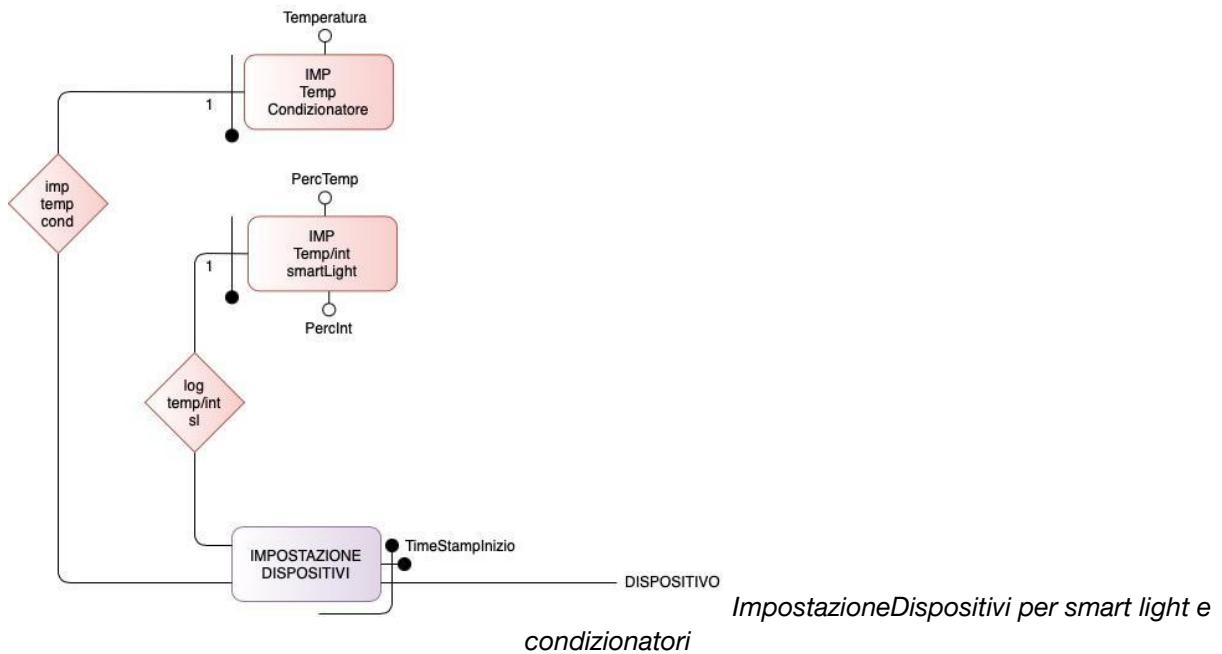


riguardanti i condizionatori

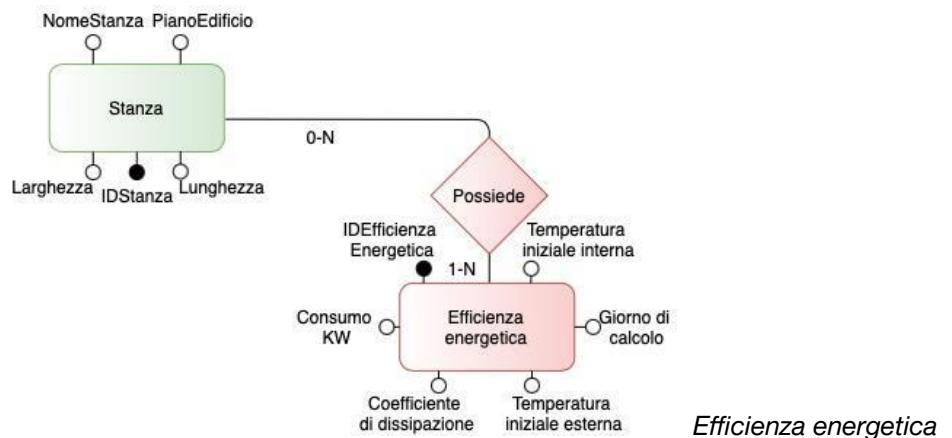
Per quanto riguarda i condizionatori, il funzionamento è lo stesso identico, l'unica cosa che cambia è il livello di umidità. Infatti in caso in cui venga usato il condizionatore dovremo memorizzare il dispositivo, l'utente che ha attivato il dispositivo e il livello di umidità.

Il funzionamento della relazione opzionale con chiave esterna, permette la creazione di collegamenti evitando valori NULL.

Stessa cosa per le impostazioni e le partenze differite



3.4.6 Stanza ed efficienza energetica



Cos'è l'efficienza energetica ? Si tratta in poche parole di alcune caratteristiche che ha la stanza e ci permettono di calcolare il consumo energetico di un'impostazione, l'aumento o il diminuire di un grado dipende dall'efficienza energetica e quindi dipenderà anche il consumo.
La relazione è molti a molti poiché ogni volta che un impostazione dei condizionatori verrà attivata verrà calcolato di nuovo il consumo energetico che ovviamente sarà diverso tra l'estate e l'inverno per esempio.

Come dice il progetto, **la stima del consumo di una determinata impostazione di un condizionatore in un giorno si farà vedendo i KW che servono per aumentare o diminuire di un grado la stanza in tutti i giorni uguali a quello che voglio stimare**. Considerando anche il consumo medio per mantenere il livello di umidità scelto (operazione da implementare, la vedremo meglio nei paragrafi successivi).

3.4.7 - Utilizzo LOG - IMPOSTAZIONE - PARTENZA DIFFERITA condizionatore e smart light

I condizionatori come le smart light sono dispositivi programmabili. Questo significa che gli utenti possono programmare una partenza differita per un giorno ad una certa ora o, comunque, possono accenderli senza obbligatoriamente selezionare un'impostazione.

E' fondamentale distinguere bene i vari casi.

Prendiamo prima di tutto le Smart Plug:

- L'impostazione viene utilizzata in caso in cui la personalizzazione di una smart plug o deve essere inserita in una impostazione totale oppure deve rimanere per essere utilizzata più volte
- In caso in cui, invece, si accende una Smart light dal cellulare senza usare impostazioni allora l'accensione va nel LOG per poi spegnerla successivamente
- Se, invece, vogliamo programmare un accensione differita, per esempio la luce "123" si deve accendere domani alle 08:00, allora va inserito in "**IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO**".

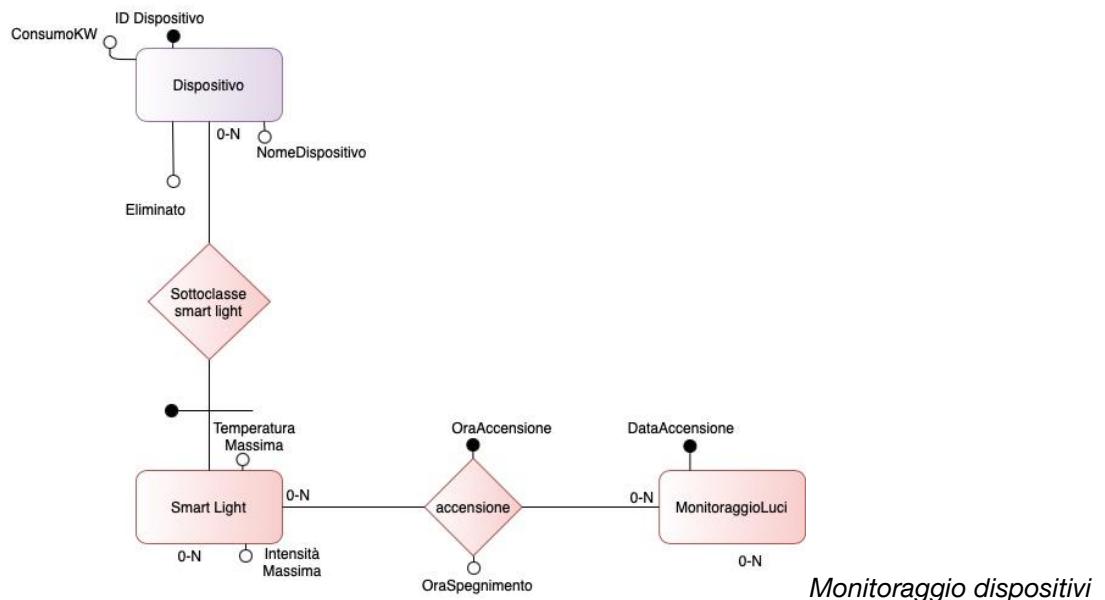
Per quanto riguarda i condizionatori, il funzionamento è molto simile:

- L'impostazione viene utilizzata in caso in cui vogliamo creare delle impostazioni ricorrenti oppure delle personalizzazioni che possono essere richiamate nel tempo e non eliminate una volta eseguita
- In caso in cui si voglia accendere un condizionatore con un determinato livello di umidità allora si inserisce direttamente nel LOG
- Infine in caso in cui si voglia eseguire una partenza differita e accendere il condizionatore con un livello di umidità un giorno ad una determinata ora, allora dovremo utilizzare le impostazioni.

3.4.8 - Monitoraggio SmartLight

Il progetto afferma che **il database deve poter memorizzare quanto una determinata luce rimane accesa e quanto spenta in un determinato giorno.**

Questa operazione è **possibile anche esegirla dal LOG** ma le operazioni risulterebbero molto dispendiose. Infatti una luce può rimanere accesa anche per 3 giorni di fila, di conseguenza questo porta a dover separare i 3 giorni e per ogni giorno le ore che è rimasta accesa. L'idea, quindi, è quella di aggiungere un entità(come mostrato in figura):

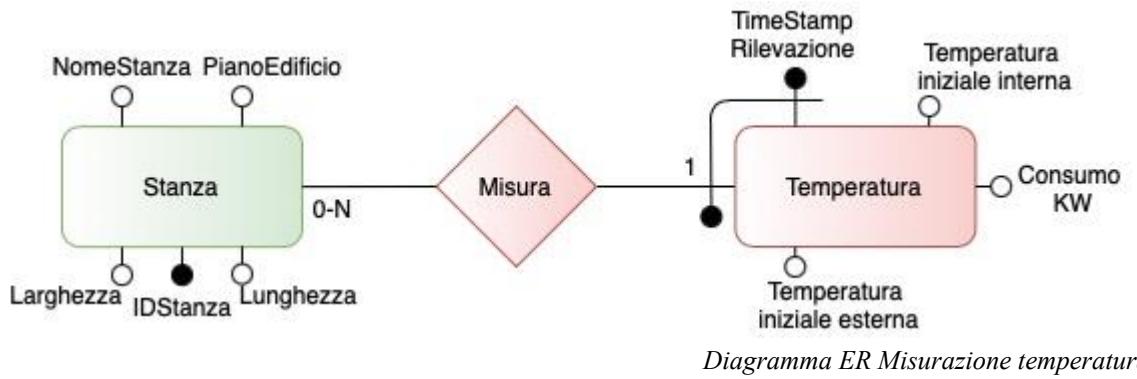


La differenza sostanziale con il LOG, tralasciando la non memorizzazione delle caratteristiche come temperatura e intensità, è la creazione di un Event che ogni giorno a mezzanotte controllerà tutti i vari dispositivi(SmartLight) che sono accesi, inserirà come "OraSpegnimento" a "00:00", e ripartirà con "OraAccensione" a "00:00" ma del giorno dopo. In questo modo avremo tutti i giorni l' "OraAccensione" e "OraSpegnimento" dei vari dispositivi.

In questo modo le operazioni saranno molto più semplici³⁰; basterà in un giorno sommare tutte le ore che è stato acceso e tutte le ore che è stato spento.

³⁰ Operazione scelta tra le identificative del capitolo 5.2

3.4.9 - Temperatura Stanza



L'entità “*Temperatura*”, è fondamentale per una operazione che vedremo nel capitolo 5.5. **L'idea è misurare la temperatura interna ed esterna ogni giorno più volte al giorno.**

Questo ci permette di creare una **stima** più o meno accurata di un'ipotetica temperatura nel futuro³¹.

L'attributo “*ConsumoKW*” (anch'esso spiegato successivamente) **rappresenta quanti KW servono per aumentare/diminuire di un grado la temperatura di quella stanza**. Esso infatti dipende infatti dalla temperatura misurata.

In verità il “*ConsumoKW*” dipende da molti altri fattori:

- il livello di dissipazione dell'edificio
- il livello di efficienza energetica dell'edificio
- Temperatura iniziale interna ed esterna

La documentazione non ci offre una formula pratica per calcolare il consumo, di conseguenza si ipotizza di sapere questa formula, di calcolare il consumo in KW.

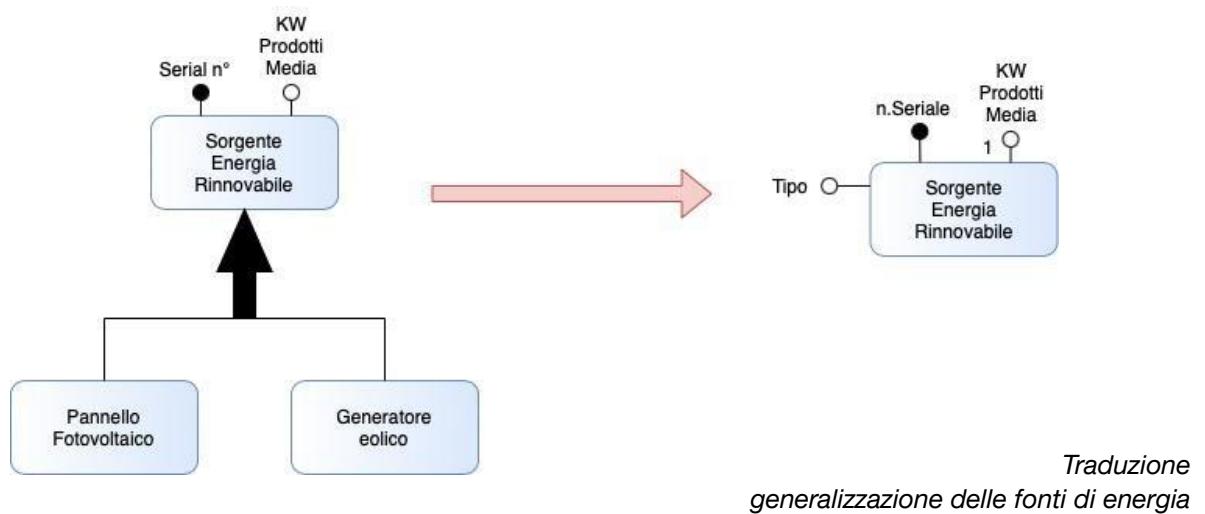
³¹ Anche questa operazione è descritta nel paragrafo 5.5

4 - Ristrutturazione del diagramma ER

In questi paragrafi tratteremo la ristrutturazione del diagramma ER ovvero la modifica, eliminazione, accorpamento di entità e attributi al fine di rendere l'ER leggibile ad un calcolatore con un modello relazionale e quindi di poter scrivere tutte le varie informazioni in SQL.

4.1 - Eliminazione delle generalizzazioni

- Generalizzazione Sorgenti di energia rinnovabile

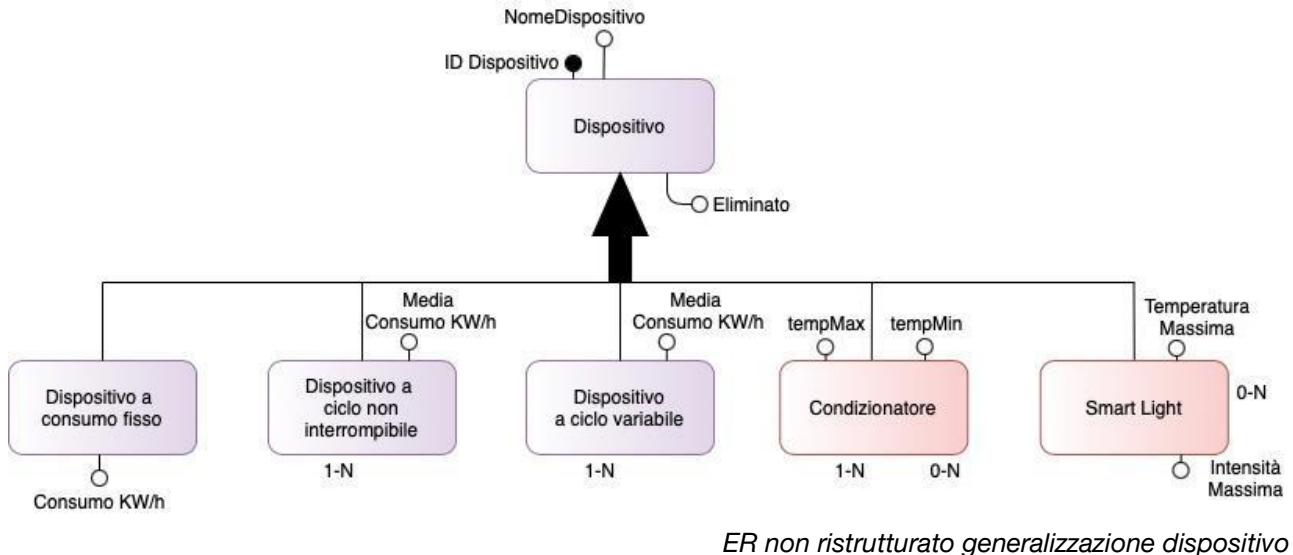


Questo tipo di generalizzazione può essere tradotta come mostrato in figura.

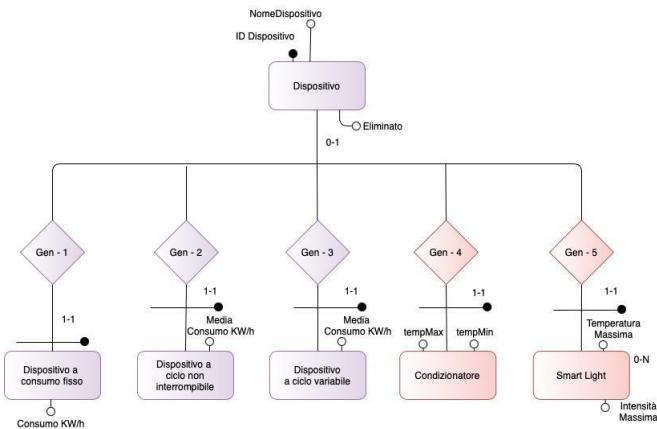
Avviene un **accorpamento** di entità con l'aggiunta di un attributo "tipo", che identifica se una sorgente è **un generatore eolico** oppure **un pannello fotovoltaico**. E' stata fatta questa scelta poiché non ci sono relazioni collegate solo a "PannelloFotovoltaico" o "GeneratoreEolico", ed eccetto il tipo e ovviamente il numero seriale poiché è chiave, gli attributi hanno la stessa funzione.

La generalizzazione totale distingue le due possibili sorgenti di energia rinnovabile che ci possono essere in una casa. La totalità della generalizzazione è data dal testo. Probabilmente ci possono essere anche più di due sorgenti di energia nella realtà ma il testo si limita a citare i pannelli fotovoltaici e i generatori eolici, di conseguenza si tratta di una generalizzazione totale ed esclusiva.

- Generalizzazione dispositivi



La seconda generalizzazione, riguarda i dispositivi.



chiave di dispositivo.

Come si vede dalla figura anche questa generalizzazione è totale ed esclusiva. Infatti un dispositivo può trovarsi solo in una delle classi di dispositivi sopra citati, in aggiunta alle Smart Light e Condizionatori.
La prima idea di traduzione di questa generalizzazione è quella mostrata in figura.

Come si può vedere anche dalla figura, una delle possibili traduzioni, potrebbe consistere nel dividere le varie classi di dispositivo in tante relazioni quante sono le entità e inserire una chiave esterna per poter attingere alla chiave di dispositivo.

La scelta di questa traduzione è data dal fatto che dovremo secondo il testo:

1. Creare un log per tutti i dispositivi e quindi per 5 classi di dispositivi
2. Creare dei suggerimenti per 5 classi di dispositivi
3. Creare delle partenze differite per 5 classi di dispositivi

Già solo con questi 3 punti si capisce quanto è complicato avere una traduzione di sole entità figlie³².

La traduzione è fattibile ma rende l'ER illeggibile e le operazioni diventano più complesse e pesanti.

³² più precisamente togliere l'entità padre e replicare tutte le relazioni sulla sola entità padre nelle entità figlie.

L'idea sarebbe quella di togliere l'entità dispositivo e **quintuplicare** le relazioni che sono associate a dispositivo con ogni singola classe di dispositivi.

Vien da se che per fare solo le operazioni scritte nell'elenco precedente dovremo fare 5 log differenti uno per ogni singola classe di dispositivi e quindi per avere lo storico completo dovremo fare 5 JOIN(Più precisamente LEFT e RIGHT JOIN altrimenti se in una delle due tabelle non è presente un timestamp la tupla viene persa). Per quanto riguarda suggerimenti, dovremo creare 5 entità suggerimenti e così anche per le partenze differite(a meno che non vogliamo inserire tutto in LOG).

Il fatto di quintuplicare le varie entità **ci permette di eliminare completamente i valori NULL** e inoltre **è fondamentale al fine di rendere il LOG perfettamente funzionante**. Perché se associamo al LOG tutte le varie classi di dispositivi, significa che una sarà ad 1 mentre le restanti saranno a 0 ma noi sappiamo che il dispositivo deve fare parte obbligatoriamente della chiave(e la chiave non può assumere valori NULL) altrimenti significherebbe che in un timestamp si può accendere solo un dispositivo e non due contemporaneamente. Stessa cosa per Suggerimento.

Inoltre pensiamo alla relazione tra stanza e dispositivo oppure tra "Account" e "Dispositivo", tutte le relazioni che si hanno tra "Dispositivo" e un'altra entità dovranno essere quintuplicate.

Nella traduzione scelta(imagine riportata successivamente), invece, in caso in cui un'operazione sia comune a tutti i dispositivi basterà associare "Dispositivo" all'altra entità. Per capire "IDDispositivo" in "Dispositivo" a quale classe di dispositivo appartiene basterà cercare nelle varie classi di dispositivi se è presente l' "IDDispositivo" uguale.

Un'altra possibilità di traduzione è quella di accorpare tutto nell'entità Dispositivo. Dovremo inserire l' attributo tipo oppure un'entità prestabilita con tutti i tipi dei dispositivi. Prima di continuare però precisiamo delle cose. Notiamo che nella totalità delle varie classi di dispositivi:

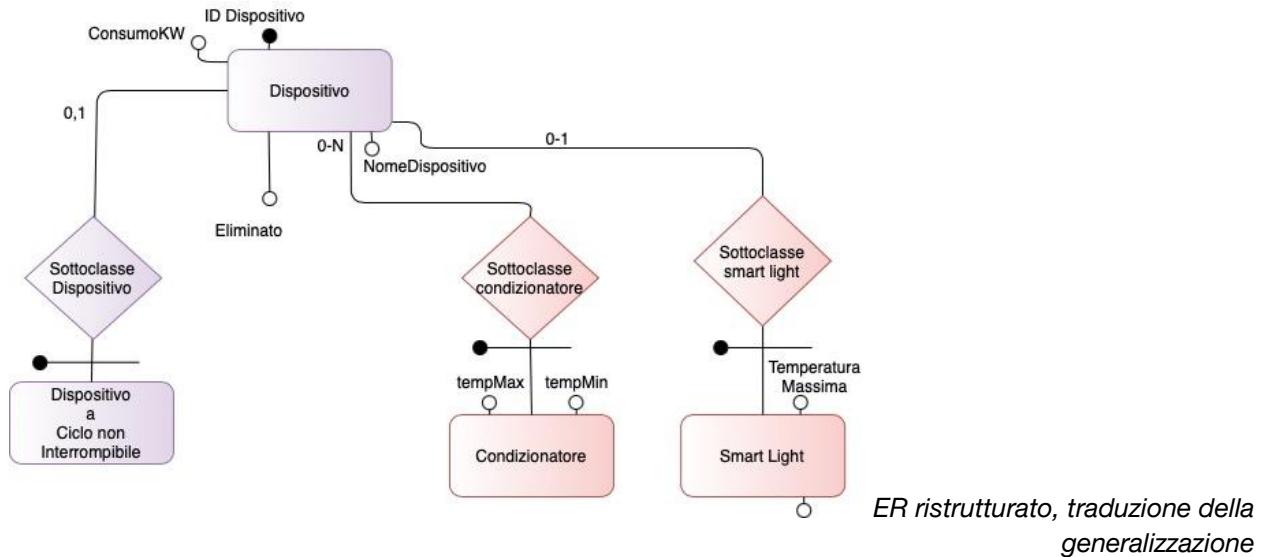
- Dispositivo a consumo fisso
- Dispositivo a consumo variabile
- Dispositivo a ciclo non interrompibile
- Smart Light
- Condizionatore

di queste 5 classi le prime tre sono molto simili:

Entità	Attributi
Dispositivo a consumo fisso	IDDispositivo, ConsumoKW
Dispositivo a ciclo variabile	IDDispositivo, ConsumoKW
Dispositivo a ciclo non interrompibile	IDDispositivo, ConsumoKW
Smart Light	TempMax, TempMin, IDDispositivo, ConsumoKW
Condizionatore	TemperaturaMassima, IntensitàMassima, IDDispositivo, ConsumoKW

Come si nota i primi 3 dispositivi hanno gli stessi attributi mentre gli ultimi due, hanno attributi diversi che in caso in cui vengono accorpati in un'unica entità **dovranno essere NULL** per tutti i dispositivi che non siano SmartLight o condizionatori.

Quindi, in conclusione, conviene tradurre la generalizzazione **in due diversi modi**; faremo un accorpamento delle entità in **una sola entità padre** per le prime tre classi di dispositivo (aggiungendo un'entità tipo) mentre divideremo smart light e Condizionatori in altre due entità distaccate dall'entità padre.

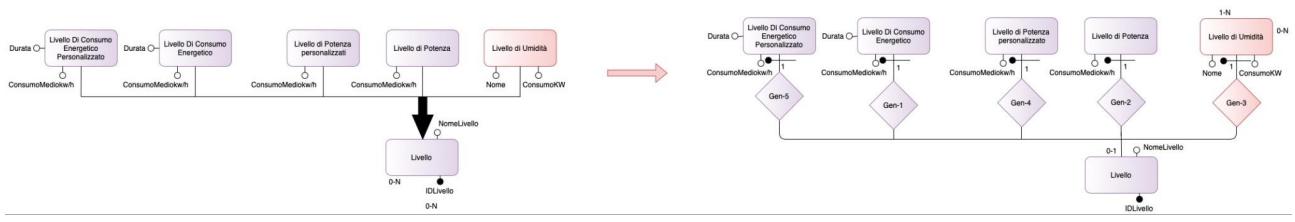


Come si può vedere in figura, le due entità (Condizionatore e Smart Light) hanno una chiave esterna e sono collegate direttamente all'entità padre. In questo caso l'entità "TipoDispositivo" è considerabile ridondanza poiché basterebbe fare un join oppure capire dove si trova lo stesso ID se in "Condizionatore" o in "Smart Light". Ridondanza che conviene tenere.

Stessa questione vale per l'entità "DispositivoACicloNonInterrompibile".

Infatti la decisione di separare questa entità senza accorpamento sarà più chiara quando descriveremo l'operazione che riguarda i suggerimenti.

- Generalizzazione Livelli



Traduzione generalizzazione livelli

Anche in questo caso una possibilità potrebbe essere quella di tradurre la generalizzazione con la stessa tecnica di traduzione eseguita con dispositivo per lo stesso identico motivo di prima.

Infatti con la tabella del LOG per esempio uno dovrebbe creare tre relazioni differenti una per ogni classe di livello così anche per suggerimento.

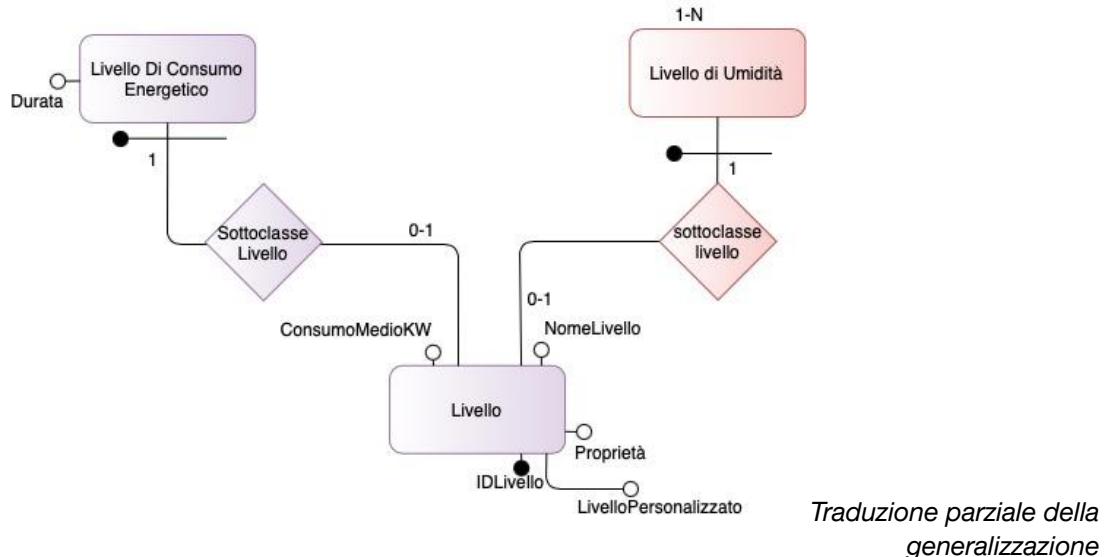
Un'altro tipo di traduzione è quello di accorpare tutte e 5 entità in una sola entità "Livello". In questo modo la traduzione sarà molto semplice ma notiamo una cosa:

Entità	Attributi
Livello di consumo energetico	ConsumoMedioKW, Durata
Livello di consumo energetico Personalizzato	ConsumoMedioKW, Durata
Livello di potenza	ConsumoMedioKW
Livello di potenza Personalizzato	ConsumoMedioKW
Livello di umidità	ConsumoMedioKW

Come possiamo vedere **le varie entità non sono omogenee**. Solo le prime due classi dei livelli sono leggermente diversi infatti essendo livelli per i dispositivi a ciclo non interrompibile essi avranno una durata, mentre per quanto riguarda il "ConsumoMedioKW"³³ consiste nel **calcolare in media quanto si è consumato ogni volta che viene attivato un dispositivo** con un determinato livello.

Notiamo un'altra caratteristica. I condizionatori sono caratterizzati dai "Livelli di umidità" che **sono fondamentali per le impostazioni dei condizionatori**. La scelta di separarli dagli altri livelli e invece di accorpare gli altri, nonostante siano uguali, è data dal fatto che le impostazioni possono avere solo i livelli di umidità.

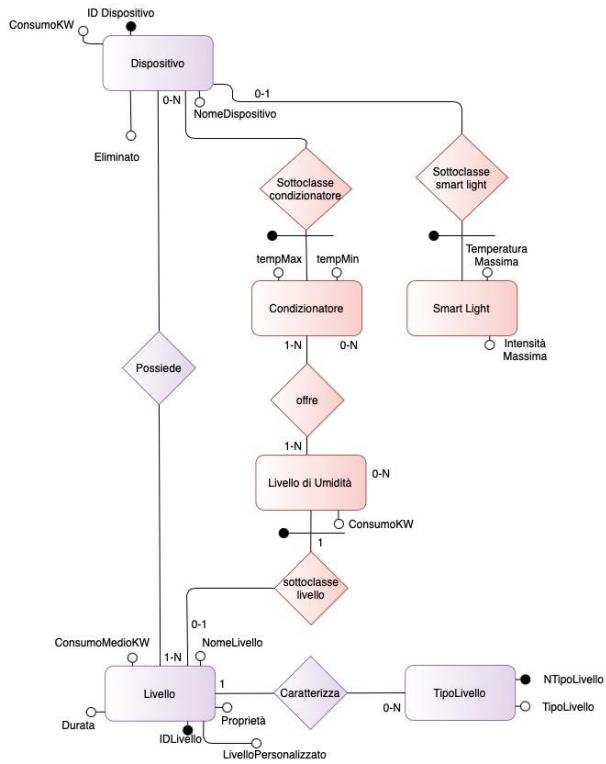
I restanti livelli è possibile accorpare in una singola entità a patto di essere consapevoli del fatto che avremo dei valori NULL per i livelli che non hanno bisogno di memorizzare la durata.



³³ Si ricorda che il consumo di un dispositivo è dato da quanta corrente passa da un ipotetico contatore ogni 15 minuti. Il consumo energia in "Dispositivo" è il massimo consumo che si può avere da quel dispositivo

Anche in questo caso la separazione di “*LivelloDiConsumoenergetico*” sarà più chiara successivamente.

La traduzione nel suo complesso risulterà:



Notiamo che in questo modo vengono semplificate un sacco di operazioni:

- **LOG** ⇒ è possibile inserire tutto in un'unica entità senza valori NULL
- **Suggerimento** ⇒ Anche in questo caso si inserisce tutto in un'unica entità potendo suggerire tutti i livelli e dispositivi
- E' possibile avere la lista di tutti i dispositivi con i relativi livelli(se ci sono)
- Con opportuni JOIN è possibile avere anche informazioni dettagliate dei Condizionatori e smart light, ovviamente in questo caso avremo dei valori NULL(Tutti i dispositivi che non sono ne Condizionatori ne smart Light), useremo una funziona “`CONCAT_WS`³⁴”.

³⁴ Anch'essa concatena le stringhe come la concat o GROUP_CONCAT, unica differenza in caso in cui sia presente un valore NULL, esso verrà ignorato

```
• SELECT D.IDDispositivo, CONCAT_WS(' ', 'CONSUMO = ', IFNULL(ConsumoKW, 'noPresente'), ' ',  
        'Temperatura Massima Condizionatore = ', IFNULL(TempMax, 'noPresente'), ' ',  
        'Temperatura Minima Condizionatore = ', IFNULL(TempMin, 'noPresente'), ' ',  
        'Temperatura Smart Light = ', IFNULL(TemperaturaMassima, 'noPresente'), ' ',  
        'Intensità Smart Light = ', IFNULL(IntensitaMassima, 'noPresente'))  
FROM DISPOSITIVO D  
    NATURAL LEFT JOIN  
    CONDIZIONATORE C  
    NATURAL LEFT JOIN  
    SMARTLIGHT SL
```

Esempio di CONCAT_WS

Altre possibili generalizzazioni(Consumo Batteria, Prelievo, Consumo Gruppo Sorgenti) sono già state risolte nell'ER non ristrutturato.

4.2 - Analisi delle ridondanze

Le ridondanze in uno schema ER sono dei valori/associazione che memorizzano delle informazioni ricavabili anche in altro modo, **con l'obiettivo di semplificare molto i calcoli**.



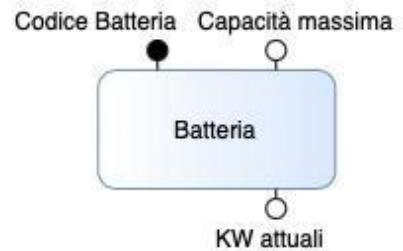
Come prima cosa, consideriamo questa entità:

“Numero Totale KWProdotti” è un attributo ridondante poiché l’energia prodotta la possiamo ricavare dallo storico sapendo che, finito i 15 minuti, i pannelli hanno prodotto un tot di KW. Qual’è la differenza nel tenere l’attributo oppure no ?

In caso in cui si tenga l'attributo, basterà considerare tale attributo. Nel secondo caso, invece, ogni 15 minuti verrà registrato quanta energia è stata prodotta e quindi salvando

anche i KW prodotti avremo ciò che ci serve. Non cambia niente. L'attributo è praticamente superfluo.

Anche in questa entità l'attributo “*KWAttuali*” è considerabile una ridondanza. Infatti basterebbe considerare i KW Immessi e sottrarci i KW consumati. Questa operazione però è veramente costosa poiché, non sapendo quanto indietro nel tempo delle immissioni devo andare, dovrò considerare tutta la tabella sommare tutte le Immissioni e sottrarre tutti i consumi della tabella Consumi.

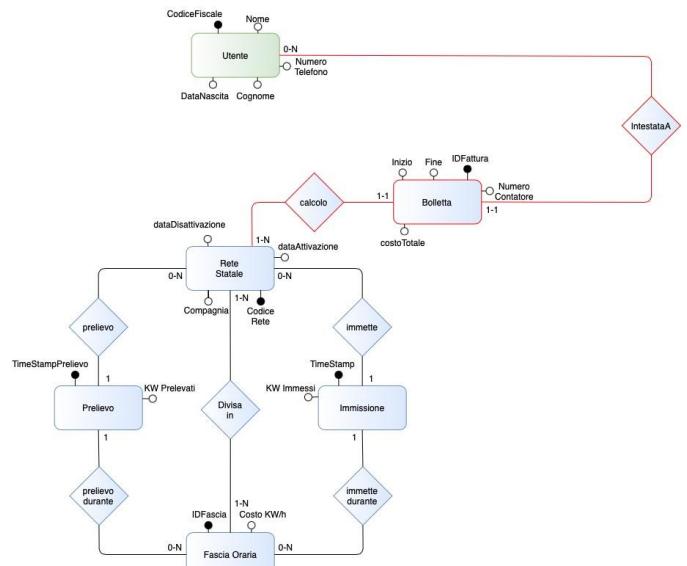


Considerando senza Ridondanza dovremo quindi sommare tutti i “*KWProdotti*” e sottrarci la somma di tutti i “*KWConsumati*”, invece con la ridondanza basterà fare una lettura con “*KWAttuali*”³⁵.

L'entità evidenziata in rosso si tratta di una ridondanza.

Analizziamola un secondo; All'interno dell'entità è presente un “*IDFattura*” univoco, un intestatario che normalmente è sempre la stessa persona anche non abitante della casa, il periodo della bolletta, il numero contatore e il costo totale da pagare.

- **IDFattura** ⇒ si tratta della chiave primaria, identifica univocamente la tupla della tabella
- **NumerContatore** ⇒ identifica univocamente in Italia il contatore che permette il conteggio dell'elettricità in entrata e in uscita³⁶
- **CostoTotale** ⇒ è un attributo calcolato. Si tratta della somma dall'ultima bolletta al CURRENT_TIMESTAMP, di tutti i “*KWPrelevati*” sottraendo la somma di tutti i “*KWImmessi*”.
- I collegamenti con “*ReteStatale*” e “*Utente*”, permettono di avere maggiori informazioni senza creare duplicati di attributi.

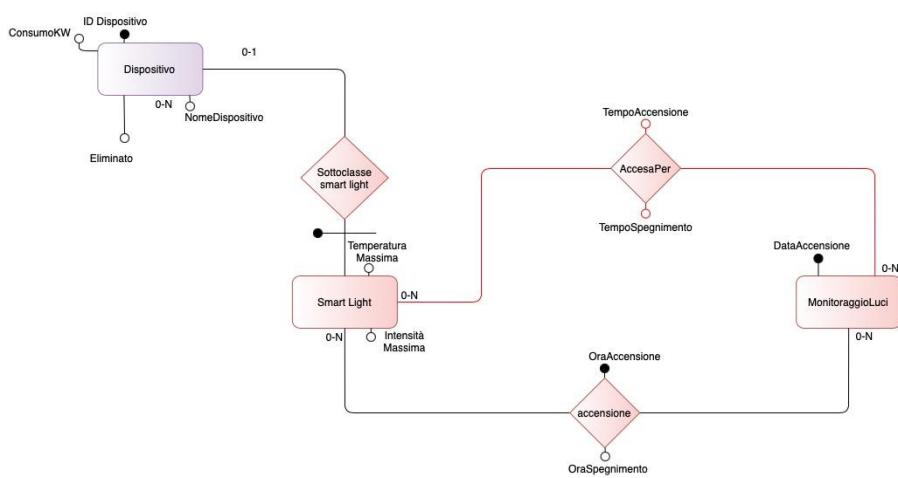


³⁵ Nel paragrafo 5.2 considereremo un'operazione che si avvale di questo attributo, vedremo che la scelta della ridondanza permette di semplificare le operazioni elementari.

³⁶ si tratta del contatore bidirezionale, registra i flussi di elettricità in entrata e uscita dalla casa.

E' Possibile in effetti evitare questa ridondanza. Infatti basterà interrogare le entità, "Prelievo" e "Immissione", sommare tutti i "KWPRelevati" e sottrarci la somma di tutti i "KWImmessi". Per quanto riguarda il NumeroContare, il costo totale, l'intestatario, basterà memorizzarli in delle variabili.

Quindi in caso in cui volessimo visualizzare tutte le bollette oppure sapere una bolletta di un determinato mese, in caso di ridondanza dovremo semplicemente andare a visualizzare una tupla e nel secondo caso invece dovremo "calcolare la tupla" come precedentemente descritto³⁷.



L'entità "MonitoraggioLuci" si tratta di una ridondanza. Essa permette di monitorare quando le "SmartLight" sono accese e quando sono spente. Considerando "MonitoraggioLuci" e "Accensione", viene memorizzato in quale data quale smartlight è stata accesa da quale ora a quale ora. La differenza con il LOG sta nel fatto che

a mezzanotte, di ogni notte tutte le luci accese vengono "spente e riaccese". In questo modo le operazioni sono molto semplici.

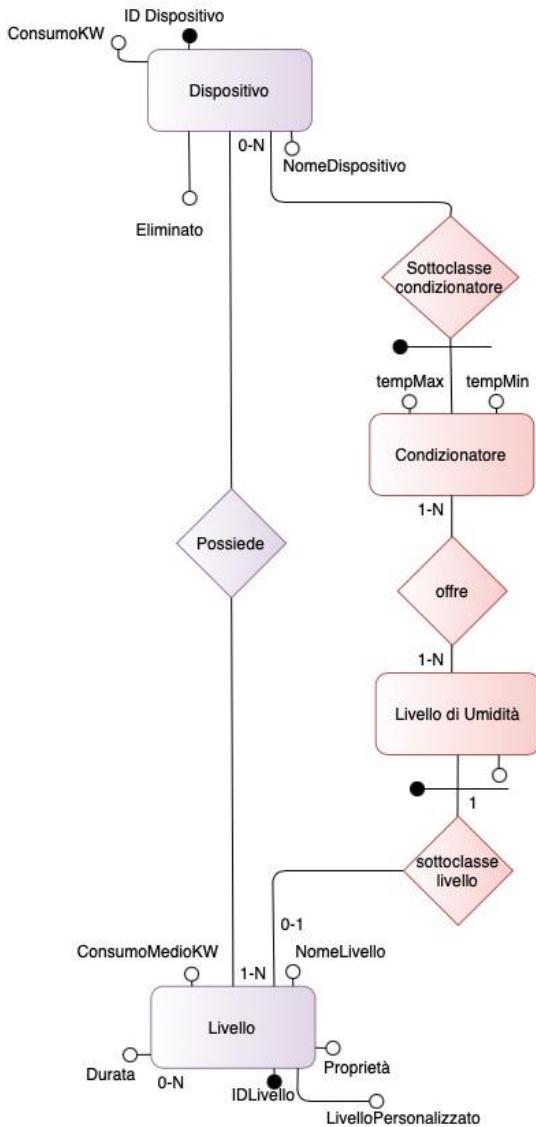
Si tratta di una ridondanza perché i momenti di accensione e spegnimento delle varie smart light sono reperibili nell'entità "LOGDispositivo" ma con operazioni molto costose.

La relazione "AccesaPer" invece si tratta di una ridondanza che semplifica il calcolo per il totale del "TempoAccensione" e "TempoSpegnimento" (questa ridondanza verrà spiegata nel paragrafo 5.3.3. Ridondanza aggiunta per semplificare un'operazione).

³⁷ E' bene però sottolineare che in caso di storico delle bollette, l'entità è fondamentale

Ricordiamo che :

“Se è presente una ridondanza è presente un ciclo, ma se è presente un ciclo non è detto che sia presente una ridondanza”.



In questo caso siamo di fronte ad una ridondanza, buona parte delle coppie IDDispositivo - IDLivello che si trovano in “Possiede”, si trovano anche in “offre”, ovvero tutte quelle coppie che corrispondono alla coppia Condizionatore - LivelloDiUmidità.

In definitiva la relazione “Offre” è superflua. La decisione di mettere la relazione è data dal fatto che, come dice il progetto, interagire con un condizionatore significa eseguire una “Impostazione”, e con i condizionatori è possibile usare solo i “Livelli di Umidità”.

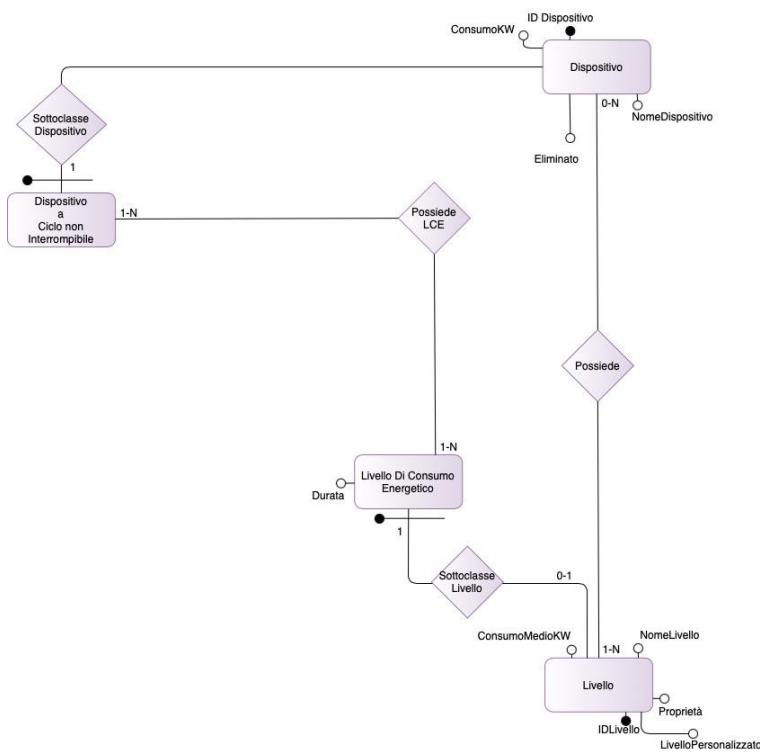
La relazione Offre permette di rendere più immediate le ricerche dei vari livelli corrispondenti a determinati condizionatori.

Ovviamente la separazione dei Condizionatori e Livello di Umidità è dato dal fatto che ci sono operazioni(*Impostazioni*) che si riferiscono ad una sottoclasse di dispositivi(*Condizionatore*) e Livello(*Livello di Umidità*).

In definitiva avendo una serie di operazioni possibili SOLO su “Condizionatore” e Livello di Umidità, conviene inserire una ridondanza “Offre”(non indispensabile) tra Condizionatore e LivelloDiUmidità.

Come possiamo vedere dalla figura qui sotto, la relazione “PossiedeLCE” è considerabile come ridondanza. Infatti è possibile comunque risalire a quale livello corrisponde quale dispositivo a ciclo non interrompibile.

La relazione però ci permette di rendere alcune operazioni più veloci e con conseguente riduzione delle operazioni elementari³⁸.



Quindi per concludere la relazione è totalmente superflua e ridondante infatti alcune coppie **DISPOSITIVO_LIVELLO** in possiede si troveranno anche in

DispositivoACicloNonInterrompibile-LivelloDiConsumoEnergetico. Operazioni come “Suggerimento” però coinvolgono come entità solo “**DispositivoACicloNonInterrompibile**” e “**LivelloDiConsumoenergetico**”.

La domanda è: Come faccio a risalire quale dispositivo a ciclo non interrompibile ha quali livelli ? Senza la relazione dovrei risalire a “**Dispositivo**” e “**Livello**” e infine un join con “**Possiede**”. Con la relazione basterà eseguire il join con “**PossiedeLCE**”.

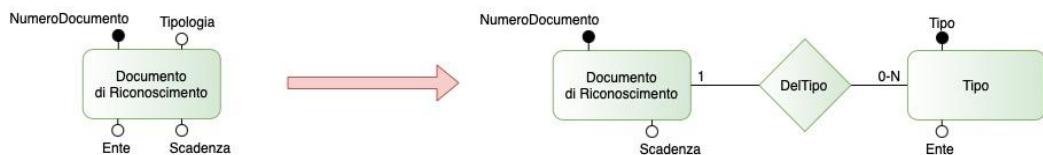
³⁸ Un esempio è l’operazione dei suggerimenti come vedremo in seguito

4.3 - Eliminazione attributi composti e multivalore

Nel nostro caso non abbiamo utilizzato né attributi multivalore né attributi composti.

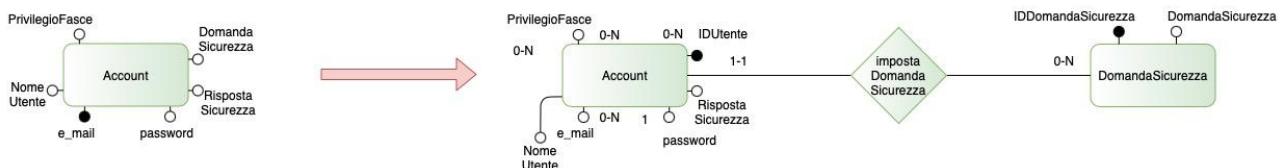
Il possibile Attributo già risolto poteva riguardare le informazioni dell'utente(Nome, Cognome, CodiceFiscale...)

4.4 - Partizionamenti e accorpamenti



Un primo Partizionamento è raffigurato nell'immagine sopra.

Documento di riconoscimento è stato partizionato in due entità per soddisfare la normalizzazione in BCNF.



Un altro partizionamento si può vedere nella figura sopra, “*DomandaSicurezza*”, che normalmente sono prefissate vengano divise in un'altra entità.

4.5 - Scelta identificatori

4.5.1 - Area Generale

Entità

Entità	Attributi	Identificatori
Documento di riconoscimento	NumeroDocumento, Scadenza	NumeroDocumento
Utente	CodiceFiscale, Nome, DataNascita, Cognome, NumeroTelefono	CodiceFiscale
Account	e_mail, PrivilegioFasce, Domanda Sicurezza, Risposta Sicurezza, Password, Username	e_mail
Stanza	IDStanza, Larghezza, Lunghezza, NomeStanza, PianoEdificio	IDStanza
Punto Cardinale	PuntoCardinale	PuntoCardinale
Tipo	Tipo, Ente	Tipo
DomandaSicurezza	IDDomandaSicurezza, DomandaSicurezza	PuntoCardinale

Relazioni

Relazione	Descrizione	Entità Coinvolte	Attributi
Porta	Associa una stanza ad un'altra stanza comicamente attraverso una porta.	Stanza(0,N) Stanza(0,N)	IDStanza, IDStanza
PortaFinestra	Associa una stanza ad un'altra stanza stanza che rappresenta un terrazzo, giardino, con l'aggiunta di un punto cardinale	Stanza(0, N), Stanza(0, N), PuntoCardinale(0, N)	IDStanza, IDStanza, PuntoCardinale
Finestra	Associa ad una stanza un punto cardinale, Se ad una stanza viene associato un punto cardinale in questa relazione significa che in quella direzione è presente una finestra	PuntoCardinale(0,N), Stanza(0,N)	IDStanza, PuntoCardinale
Privilegi	Associa account a dispositivo. Rappresenta i privilegi che un account possiede. Tutte le associazioni che ci sono tra un determinato account con vari dispositivi, significa che quel account può usare quei dispositivi	Account(0,N), Dispositivo(0,N)	e_mail, IDDispositivo
Crea	Associa Account ad Utente.	Account(1, 1), Utente(1, 1)	
Resitra	Associa Utente a Documento di Riconoscimento	Utente(1, 1), Documento di Riconoscimento(1, 1)	
Situato	Asscoia dispositivo a stanza. Per indicare i vari dispositivi che sono situati nelle varie stanze	Stanza(0, N), Dispositivo(0, 1)	

4.5.2 - Area Dispositivi

Entità

Entità	Attributi	Identifieri
Smart Plug	CodiceSmartPlug, Attiva	CodiceSmartPlug
Dispositivo	IDDispositivo, NomeDispositivo, Eliminato, ConsumoKW	IDDispositivo
LOG DISPOSITIVI	IDDispositivo, TimeStampInizio,TimeStampFine	IDDispositivo, TimeStampInizio
Livello	IDLivello, NomeLivello, ConsumoMedioKW, Durata, LivelloPersonalizzato, Proprietà	IDLivello
IMPOSTAZIONE SPOSITIVI	IDDispositivo, TimeStampInizio,TimeStampFine	IDDispositivo
Tipo livello	IDTipoLivello, descrizione	IDTipoLivello
Tipo dispositivo	IDTipoDispositivo, descrizione	IDTipoLivello
Proprietà livello	IDProprietàLivello, proprietàLivello	IDProprietàLivello
DispositivoACicloNonInterrompibile	IDDispositivo	IDDispositivo
LivelloConsumoEnergetico	IDLivello, Durata	IDLivello

Relazioni

Relazione	Descrizione	Entità Coinvolte	Attributi
Log Livello	Associa l'entità LOG DISPOSITIVI a il livello	LOG DISPOSITIVI(0,1), Livello(0,N)	IDDispositivo, timeStamp, IDLivello
Imp Livello	Associa l'entità IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO a livello	IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO(0, 1), Livello(0, N)	IDDispositivo, TimeStampInizio, IDLivello
Collegata	Associa una smart light ad un dispositivo. Abbiamo preferito inserire in una relazione per evitare il più possibile valori NULL sia quando il dispositivo non è ancora operativo ma memorizzato, sia in caso in cui il dispositivo venga eliminato	Smart Plug(0, 1), Dispositivo(0, 1)	CodiceSmartPlug, IDDispositivo
Possiede	Associa i dispositivi ai vari livelli personalizzati e non	Dispositivo(0, N), Livello(1, N)	IDLivello, IDDispositivo
Log Dispositivo	Associa l'entità LOG DISPOSITIVI(che permette lo storico delle interazioni) all'entità dispositivo	Dispositivo(0, N), LOG DISPOSITIVI(1, 1) - chiave esterna	
Log Utente	Associa l'entità LOG DISPOSITIVI con l'utente	Utente(0, N), LOG DISPOSITIVI(1, 1)	
Imp Dispositivo	Associa l'entità IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO(per memorizzare le impostazioni che uno volesse fare in futuro) con dispositivo	Dispositivo(0, N) Impostazione(1, 1)	
Imp Utente	Associa l'entità utente a IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO	Utente(0, N), IMPOSTAZIONE DISPOSITIVO(1, 1)	
Proprietà livello	Associa il dispositivo alla proprietà del livello	Dispositivo(0, 1), Proprietà Livello(1,N)	
Proprietà dispositivo	Associa il dispositivo al tipo del dispositivo	Dispositivo(1, 1), Tipo Dispositivo(0,N)	
Proprietà livello	Associa il dispositivo al tipo del dispositivo	Dispositivo(1, 1), ProprietàLivello(1,N)	
Caratterizza	Associa l'entità Livello con l'entità TipoLivello	Livello(1, 1), TipoLivello(0, N)	

4.5.3 - Area energia

Entità

Entità	Attributi	Identifieri
Suggerimento	IDLivello, IDDispositivo, timestamp, DurataAccensioneDispositivo, Scelto	IDDispositivo, timestamp, IDLivello
Gruppo Sorgenti	IDGruppoSorgenti, NumeroTotaliKWPProdotti, DataAttivazione, DataDisattivazione	IDGruppoSorgenti
Sorgente Energia Rinnovabile	n.Seriale, Tipo, KWProdottiMedia	n.Seriale
Batteria	CodiceBatteria, CapacitàMassima, KWAttuali	CodiceBatteria
Storico Produzione Energia	Timestamp, KWProdotti	Timestamp
Condizione Atmosferica	CondizioneAtmosferica	CondizioneAtmosferica
Rete Statale	CodiceRete, Compagnia, dataAttivazione, dataDisattivazione	CodiceRete
Fascia Oraria	IDFascia, costo KW	IDFascia
Orario Fasce	OraInizio, OraFine	OraInizio, OraFine
Prelievo	Timestamp, KWPrelevati	Timestamp
Immissione	Timestamp, KWImmessi	Timestamp
Consumo Gruppo Sorgenti	Timestamp, KWConsumati	Timestamp
Consumo Batteria	Timestamp, KWConsumati	Timestamp
Consumo Rete Statale	Timestamp, KWConsumati	Timestamp
Immissione Batteria	Timestamp, KWImmessi	Timestamp
Bolletta	IDFattura, InizioBolletta, FineBolletta, CostoTotale	IDFattura

Relazioni

Relazione	Descrizione	Entità Coinvolte	Attributi
Divisaln	Associa Rete Statale a Fascia Oraria. Permette di descrivere per quella rete statale quante fasce di "Default" sono memorizzate	ReteStatale(1, N), FasciaOraria(1, N)	CodiceRete, IDFascia
Composto	Associa Sorgente energia rinnovabile con gruppo sorgenti	Sorgente energia rinnovabile(1, 1), GruppoSorgenti(1, N)	
Produce	Associa l'entità Gruppo Sorgenti con Storico Produzione Energia	GruppoSorgenti(0-N), StoricoEnergiaRinnovabile(1, 1)	
Periodo	Associa Storico Produzione Energia con Condizione Atmosferica	StoricoProduzioneEnergia(1, 1), CondizioneAtmosferica(0, N)	
Suggerisce Livello	Associa il livello a Suggerimento. Permette di capire quali livelli possono far parte dei suggerimenti	Suggerimento(1, 1) - Chiave Esterna, Livello(0-N)	
Suggerisce dispositivo	Associa il Dispositivo a Suggerimento. Permette di capire quali Dispositivi possono far parte dei suggerimenti	Dispositivo(0-N), Suggerimento(1, 1)	
Consumo rete	Associa L'entità consumo rete con batteria	Consumo Rete(1, 1), Rete Statale(0, N)	
Consumo Batteria	Associa L'entità Consumo Batteria con batteria	Consumo Batteria(1, 1), Batteria(0, N)	
Consumo Gruppo Sorgenti	Associa L'entità consumo gruppo sorgenti con Gruppo Sorgenti	Consumo gruppo Sorgenti(1, 1), Gruppo Sorgenti(0, N)	
Immette durante - 1	Associa Fascia oraria a Consumo Gruppo sorgenti	Consumo Gruppo Sorgenti(1, 1), Fascia Oraria(0-N)	
Immette durante - 2	Associa Fascia oraria a Consumo Batteria	Consumo Batteria(1, 1), Fascia Oraria(0-N)	

Immette durante - 3	Associa Fascia oraria a Consumo Rete Statale	Consumo Rete Statale(1, 1), Fascia Oraria(0-N)	
Prelievo	Associa l'entità Rete Statale con Prelievo	Rete Statale(0,N), Prelievo(1, 1)	
Immette	Associa l'entità Rete Statale con Immissione	Rete Statale(0,N), Immissione(1, 1)	
Prelievo Durante	Associa Prelievo con Fascia oraria. Dice in che fascia oraria sono stati fatti i vari prelievi	Prelievo(1, 1), Fascia Oraria(0, N)	
Immette Durante	Associa Immissione con Fascia oraria. Dice in che fascia oraria sono stati fatti le varie immissioni	Prelievo(1, 1), Fascia Oraria(0, N)	
Calcolo	Associa Bolletta a Rete Statale	Rete Statale(0, N), Bolletta(1, 1)	
Contiene	Associa Fascia araria a orario Fasce, Ovvero le fasce che i vari utenti possono creare	Fascia Oraria(0,N), OrarioFasce(1, 1)	
Crea	Associa L'entità orario fasce a Utente per capire chi ha creato determinate fasce	Orario Fasce(0, 1), Utente(0-N)	
Utilizzo SE	Associa Orario Fasce al gruppo sorgenti. Serve a capire in quale fasce dovremo utilizzare il gruppo sorgenti.	Orario Fasce(0,1), Gruppo Sorgenti(0,N)	
Utiizzo Rete	Associa Orario Fasce alla rete. Serve a capire in quale fasce dovremo utilizzare la rete.	Orario Fasce(0,1), Gruppo Sorgenti(0,N)	
Da parte	Associa Immissione batteria con batteria	Batteria(0, N), Immissione Batteria(1, 1)	
IntestataA	Associa le bollette ai vari utenti a cui sono intestate. Normalmente l'intestatario non cambia mai.	Bolletta(1, 1), Utente(0, N)	

4.5.3 - Area Comfort

Entità

Entità	Attributi	Identifieri
Condizionatore	IDDispositivo, TempMax, TempMin	IDDispositivo
Smart Light	IDDispositivo, Temperatura Massima, Intensità Massima	IDDispositivo
Livello di Umidità	IDLivello, ConsumoKW	IDLivello
Efficienza Energetica	IDEfficienzaEnergetica, Temperatura iniziale Interna, temperatura iniziale esterna, consumo KW, coefficiente di dissipazione, Giorno di Calcolo	IDEfficienzaEnergetica
Impostazione Smart Light	IDSmartLight, NumerolImpostazione, KTemp, PercInt	IDSmartLight, NumerolImpostazione
Impostazione Totale Smart Light	NumerolImpostazione	NumerolImpostazione
Impostazione Condizionatore	IDImpostazione,	IDImpostazione
Giorno	Giorno	Giorno
Mese	Mese	Mese
Livello di Umidità	IDLivello, ConsumoKW	IDLivello
LOG Temp Condizionatore	IDDispositivo, TimeStampInizio, Temperatura	IDDispositivo, TimeStampInizio
LOG Temp/int SmartLight	IDDispositivo, TimeStampInizio, KTemp, PercInt	IDDispositivo, TimeStampInizio
IMP Temp Condizionatore	IDDispositivo, TimeStampInizio, Temperatura	IDDispositivo, TimeStampInizio
IMP Temp/int SmartLight	IDDispositivo, TimeStampInizio, KTemp, PercInt	IDDispositivo, TimeStampInizio
MonitoraggioSmartLight	DataAccensione	DataAccensione

Relazione

Relazione	Descrizione	Entità Coinvolte	Attributi
LOG temp Cond	Associa il LOG Temp Condizionatore con LOG DISPOSITIVI	LOG Temp Condizionatore(1, 1) - chiave esterna, LOG DISPOSITIVI(0, 1)	
LOG temp/int sl	Associa il LOG Temp/int Smart Light con IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI	LOG Temp/Int Smart Light(1, 1) - chiave esterna, LOG DISPOSITIVI(0, 1)	
IMP temp Cond	Associa il IMP Temp Condizionatore con LOG DISPOSITIVI	IMP Temp Condizionatore(1, 1) - chiave esterna, IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI(0, 1)	
IMP temp/int sl	Associa il IMP Temp/int Smart Light con IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI	IMP Temp/INT SMART LIGHT(1, 1) - chiave esterna, IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI(0, 1)	
Gen - 4	Associa la classe di dispositivi Condizionatore all'entità padre Dispositivi	Condizionatore(1, 1) - chiave esterna, Dispositivo(0, 1)	
Gen - 5	Associa la classe di dispositivi Smart Light all'entità padre Dispositivi	Smart Light(1, 1) - chiave esterna, Dispositivo(0, 1)	
Gen - 3	Associa il livello di umidità, all'entità padre Livello	Livello di Umidità(1, 1) - chiave esterna, Livello(0, 1)	
Offre	Associa i condizionatori ai vari livelli di umidità	Condizionatore(1, N), Livello di Umidità(1, N)	IDDispositivo, IDLivello
Periodo	Associa Giorno giorno con mese e con impostazione. Serve per capire in quali giorni e mesi l'impostazione deve essere attiva.	Giorno(1, N), Mese(1, N), Impostazione Condizionatore(1, N)	Giorno, Mese, IDImpostazione

Imposta Livello Cond	Associa l'impostazione del condizionatore al livello che è stato scelto per quella impostazione	Impostazione Condizionatore(1, 1), Livello(0, N)	
Imposta cond	Associa Impostazione condizionatore con i vari condizionatori. E' possibile che in una stanza ci siano più condizionatori, quindi la relazione è N-N	Impostazione Condizionatore(1, N), Condizionatore(0, N)	IDDispositivo, IDImpostazione
Imposta Stanza	Associa impostazione condizionatore con la stanza. Infatti è la stanza ad avere una determinata impostazione	Stanza(0, N), Impostazione condizionatore(1, 1)	
Imposta SL	Associa Smart Light a impostazione Smart Light	Impostazione SmartLight(1, 1), Smart Light(0, N)	
Utente Imposta SL	Associa utente a impostazione smartLight. Poiché ogni singola impostazione verrà creata da un utente	Impostazione SmartLight(1, 1), Utentet(0, N)	
Compone	Associa le singole impostazioni delle singole smart light con l'impostazione totale che racchiude N impostazioni piccole	Impostazione SmartLight(1, N), Impostazione Totale Smart Light(1, N)	NumerolImpostazione, SmartLight, NumerolImpostazioneTot
Utente Imposta Impostazione Totale SL	Associa utente a impostazione smartLight. Poiché ogni Impostazione totale verrà creata da un utente	Impostazione totale SmartLight(1, 1), Utentet(0, N)	
Possiede	Associa l'efficienza energetica alla stanza. Relazione molti a molti per tenere uno storico e fare le varie stime in fase di scrittura back end	Efficienza energetica(1, N), Stanza(0, N)	IDEfficienzaEnergetica, IDStanza
Accensione	Associa MonitoraggioLuci con smartLight. Permette di capire in quale data, quale smartlight da che ora a che ora è stata accesa	SmartLight(0, N), MonitoraggioLuci(0, N)	IDDispositivo, DataAccensione, OraAccensione, OraSpegnimento

5 - Analisi delle prestazioni e individuazione delle operazioni

5.1 - Tavola dei volumi

Attenzione, la tavola dei volumi è calcolata considerando un mese di attività del sistema “MySmartHome”

5.1.1 - Area Generale

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Account	Entità	4	Ipotesi. Una famiglia in media è formata da 4 persone
Utente	Entità	4	Ipotesi, in media una famiglia è formata da 4 persone
Documento di Riconoscimento	Entità	4	Avremo un documento per ogni membro della famiglia
Crea	Relazione	4	Relazione (1, 1) da entrambi i lati, eredita il suo volume
Registra	Relazione	4	Relazione (1, 1) da entrambi i lati, eredita il volume di entrare le relazioni che sono uguali
Privilegi	Relazione	200	Ipotizzando che ogni singolo utente ha in media privilegi per 50 dispositivi. Dovremo fare $4*50 = 200$.
Stanza	Entità	10	Ipotesi di casa medio-grande

Punto Cardinale	Entità	^{8³⁹}	Entità prestabilita. Sappiamo a priori quante tuple abbiamo
Situato	Relazione	50	Ipotizzando che tutti i dispositivi sono stati allocati, essendo la relazione (0,1), totale per ipotesi il volume sarà ereditato da Dispositivo
Porta	Relazione	11	Ipotizziamo in una casa medio grande ogni stanza abbia in media 1,1 porte. Quindi avremo $10 * 1,1 = 11$ porte
PortaFinestra	Relazione	4	Ipotizziamo che in media ogni stanza abbia 0,4 porte finestre. Il conto sarà $10 * 0,4^{40} = 4$ porte finestre. In definitiva 4 stanze hanno una sola porta finestra.
Finestra	Relazione	20	Ipotizzando in media che ci siano 2^{41} finestre per stanza, avremo $10 * 2 = 20$ finestre
Tipo	Entità	3	Ipotizzando che nel nostro caso è possibile registrare: <ul style="list-style-type: none"> • Patente • Carta D'Identità • Passaporto
DelTipo	Relazione	4	Relazione (1, 1) con Documento Di Riconoscimento, eredità il suo volume
DomandaSicurezza	Entità	4	Ipotizzando che siano Disponibili 4 domande di sicurezza
ImpostaDomandaSicurezza	Relazione	4	Relazione (1, 1) con ACCOUNT.

³⁹ N - S - E - O - NE - NO - SE - SO

⁴⁰ $0,4 \Rightarrow$ ipotizzando di avere 4 porte finestre e avendo 10 stanze, avremo $4/10 = 0,4$ porte finestre per ogni stanza in media

⁴¹ $2 \Rightarrow$ Ipotizzando che ci siano 2 finestre per 6 stanze, 1 finestra per 2 bagni, 2 stanze con 3 finestre. Il totale fa $20/10(\text{stanze}) = 2$ finestre per stanza

			Ogni account registrato è obbligato ad avere una domanda di sicurezza.
--	--	--	--

5.1.2 - Area Dispositivi

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Smart Plug	Entità	50	Poiché ogni smart plug deve essere collegata ad un dispositivo. Ipotizzando che ogni dispositivo sia attivo e nessuno eliminato.
Collegata	relazione	50	Le relazioni sono opzionali, ipotizzando che ogni singola SmartPlug sia collegata ad un dispositivo la cardinalità sarà uguale al volume di Smart plug.
Dispositivo	Entità	50 ⁴²	Ipotesi per casa medio-grande
Possiede	Relazione	150	Ipotizzando che ogni Livello è per 2 dispositivi. Considerandola in un altro verso ogni dispositivo ha in media 10 livelli. Non considerando le “SmartLight” e i “Dispositivi a consumo fisso” rimangono 15 dispositivi, di conseguenza $150/15 = 10$ Livelli per ogni dispositivo.
Livello	Entità	28	ipotizzando di avere 10 condizionatori con 5 livelli di umidità in comune(Quindi nell'entità Livello avremo solo 5 livelli), 5 livelli per l'asciugatrice, 5 per la lavastoviglie e 5 per la lavatrice. Aggiungendo, inoltre, 2 dispositivi personalizzati per ogni dispositivo con dei livelli, avremo $20+(2*4) = 28$
Log dispositivo	Relazione	3000	Poiché è una relazione (1, 1) obbligatoria, quindi eredita il volume dell'entità LOG DISPOSITIVI

⁴² 3 luci per stanza($3*10 = 30$), 1 condizionatore per stanza($10*1 = 10$), 3 televisioni, una lavastoviglie, asciugatrice, lavatrice, 4 accessori vari

LOG DISPOSITIVI	Entità	3000 ⁴³	Ipotesi. Non possiamo sapere con sicurezza nel momento in cui creiamo questa tavola dei volumi quanti record sono presenti. Ipotizziamo di partire con 3000 tuple
Log livello	Relazione	1500	Ipotizzando di avere 100 interazioni giornaliere di cui la metà sono dispositivi con dei livelli, avremo 50 interazioni per un mese $50*30 = 1500$ tuple
Log Utente	Relazione	3000	Poiché è una relazione (1, 1) obbligatoria, quindi eredita il volume dell'entità LOG DISPOSITIVI
IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI	Entità	20^{44}	Ipotesi. Si ipotizza di partire con una base di 20 tuple
Imp utente	Relazione	20	Poiché è una relazione (1, 1) obbligatoria, quindi eredita il volume dell'entità IMPOSTAZIONE
Imp dispositivo	Relazione	20	Poiché è una relazione (1, 1) obbligatoria, quindi eredita il volume dell'entità IMPOSTAZIONE
Imp livello	Relazione	10^{45}	Si ipotizza 0,5 livelli per ogni impostazione. $20*0,5 = 10$ Livelli
Tipo dispositivo	Entità	5	Questa entità serve per descrivere in che classe si trova il dispositivo. Quindi ci sarà una tupla per ogni classe.
Tipo livello	Entità	3	Poichè serve per capire a quale classe di livello corrisponde un determinato IDLivello ed essendo le specializzazioni 3, il volume di questa entità sarà proprio 3
Proprietà livello	Entità	5	Ipotesi. Si presume che la totalità dei livelli non si scosti da 5 diverse configurazioni
Proprietà livello	Relazione	5	Ipotizzando che ogni 10 dispositivi(considerano che ci sono tante Smart light) è presente un dispositivo con una proprietà il conto sarà $50/10 = 5$
Caratterizza	Relazione	28	Si tratta di una relazione (1, 1) quindi viene ereditato il volume di "Livello"

⁴³ Contando circa 100 interazioni al giorno ipotizzando che il sistema di "MySmartHome" sia attivo da un mese

⁴⁴ Le Impostazione dei dispositivi, ovvero le partenze differite, non possono essere tante.

⁴⁵ ipotizzando di avere 20 Impostazioni e per ogni impostazione abbiamo in media 0,5 Livelli per ogni impostazione

Possiede	Relazione	65^{46}	Ipotizziamo che in media ogni dispositivo (Dispositivo a consumo variabile, dispositivo a ciclo non interrompibile). Quindi avremo 13 dispositivi Target e ogni dispositivo ha in media 5 livelli, quindi $13 \cdot 5 = 65$ tuple
DispositivoACicloNonInterrompibile	Entità	4	Si ipotizza che in una casa di media grandezza ci siano in media
LivelloDiConsumoEnergetico	Entità	12	Ipotizzando che ogni livello abbia 3 livelli
SottoclasseLivello	Relazione	12	Abbiamo una relazione (1, 1) di conseguenza eredità il volume di LivelloDiConsumoEnergetico
Sottoclassedispositivo	Relazione	4	Abbiamo una relazione (1, 1) di conseguenza eredità il volume di DispositivoACicloNonInterrompibile

5.1.3 - Area energia

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Sorgente energia rinnovabile	Entità	15	Ipotesi
composto	Relazione	15	Poiché è presente una relazione (1, 1) quindi viene ereditato il volume di "Sorgente energia rinnovabile"
Gruppo Sorgenti	Entità	1^{47}	Ipotesi. Poiché il gruppo sorgenti, o almeno all'inizio avremo un solo gruppo sorgenti. Nel futuro è possibile cambiare gruppo sorgenti

⁴⁶ 13 dispositivi sono dati da 10 condizionatori, 1 lavatrice, lavastoviglie e asciugatrice. 5 livelli per ogni dispositivo è dato da 5 livelli per ogni condizionatore, $10 \cdot 5 = 50$, $5 \cdot 1$ (lavatrice) = 5, $5 \cdot 1$ (lavastoviglie) = 5, $5 \cdot 1$ (asciugatrice) = 5. In definitiva avremo $50 + 5 + 5 + 5 = 65$. $65 / 13 = 5$ livelli in media per ogni dispositivo

⁴⁷ Il gruppo corrisponde all'insieme di ogni sorgente energia rinnovabile

Produce	Relazione	2880	Poiché è presente una relazione (1, 1) quindi viene ereditato il volume di "Storico Produzione energia"
Storico Produzione energia	Entità	2880 ⁴⁸	Ipotesi.
Periodo	Relazione	2880	Poiché è presente una relazione (1, 1) quindi viene ereditato il volume di "Storico Produzione energia"
Condizione Atmosferica	Entità	4 ⁴⁹	Si tratta di una entità bloccata con 4 valori ipotetici: Nuvoloso, sereno, temporale, pioggia
Consumo Gruppo Sorg	Relazione	1200	Poiché è una relazione (1, 1)
Consumo gruppo sorgenti	Entità	1200 ⁵⁰	Ipotizziamo di avere 1200 tuple di consumi per partire
Consumo Batteria	Relazione	400	Si tratta di una relazione (1, 1) quindi eredita il volume di Consumo Batteria
Consumo Batteria	Entità	400 ⁵¹	Ipotesi (solo ore giornaliere).
Immette Durante	Relazione	1040	Poiché è una relazione (1, 1) con immissione
Prelievo Durante	Relazione	1440	Poiché è una relazione (1, 1) con prelievo
Fascia Oraria	Entità	3	Ipotizziamo di avere 3 fascia orarie. Mattina, pomeriggio e sera
Orario Fasce	Entità	24	Poiché è un'entità fissa e rappresenta ogni singola ora possibile
Contiene	Relazione	24	Poiché da parte di "Orario Fasce" è presente una relazione (1, 1)
Utilizzo rete	Realizzazione	6	Ipotizziamo delle 12 fasce create, in 6 si utilizza la rete. Ovvero per ogni fascia oraria si utilizza 0,5 volte la rete. $12 \cdot 0,5 = 6$
Crea	Relazione	12	Ipotizziamo che ogni Utente abbia creato in media 3 fasce orarie. avremo $4 \cdot 3 = 12$.

⁴⁸ ogni 15 minuti viene calcolato quanta energia è stata prodotta. In un'ora avremo 4 registrazioni che verrà moltiplicato per 24 ore al giorno per 30 giorni = 2880 registrazioni in un mese

⁴⁹ Sono 4 tuple, ovvero: Sereno, Nuvoloso, temporale, Pioggia

⁵⁰ Ipotizziamo di avere per le 12 ore di giorno consumi direttamente dai pannelli, $4 \cdot 24 \cdot 30 = 1440$. Togliamo 240 consumi della batteria o prelievi dalla rete statale per ipotesi

⁵¹ Il consumo della batteria minore del consumo direttamente dei pannelli. Infatti normalmente se i pannelli producono energia, i dispositivi che vengono accesi, attingono all'energia direttamente dei pannelli.

Utilizzo SE	Relazione	6	Se delle 12 fasce orarie, in 6 viene utilizzata la rete, nelle restanti verrà usata l'energia rinnovabile.
Rete Statale	Entità	1	Ipotizziamo di avere avuto solo una rete statale
Divisa In	Relazione	3	Questo perché ogni rete statale ha in media $3/1 = 3$ fasce orarie. Oppure $1*3 = 3$
Prelievo	Entità	1440	Si ipotizza di aver fatto 1440 prelievi. Durante le 12 ore di notte, se viene acceso un dispositivo, avviene un prelievo
Immette	Relazione	520	Poiché si tratta di una relazione (1, 1)
Prelievo	Relazione	1440	Poiché si tratta di una relazione (1, 1)
Immissione	Entità	520^{52}	Si ipotizza di aver fatto 520 immissioni
Prelievo durante	Relazione	1440	Poiché si tratta di una relazione (1, 1)
Immette durante	Relazione	520	Poiché si tratta di una relazione (1, 1)
Calcolo	Relazione	1	Poiché si tratta di una relazione (1, 1)
Bolletta	Entità	1^{53}	Ipotizziamo di avere 3 bollette registrate
IntestataA	Relazione	1	Si tratta di una relazione (1, 1) con bolletta quindi eredita il volume
Batteria	Entità	1	Ipotizziamo che per cominciare sia stata usata solo una batteria
Da parte	Relazione	1040	Si tratta di una relazione (1, 1), quindi eredita la cardinalità della relazione "Immissione Batteria"
Immissione Batteria	Entità	600^{54}	Si ipotizza di aver fatto 1040 immissioni
Suggerimento	Entità	11520^{55}	Ipotizzando un mese di attività del sistema
SuggerisceDisp	Relazione	28800	relazione (1, 1), ogni suggerimento deve essere per un dispositivo

⁵² Non è semplice ipotizzare il numero di immissioni. In generale avviene un'immissione solo in caso in cui la batteria è piena.

⁵³ Se ipotizziamo che il sistema è attivo da un mese, avremo una sola bolletta

⁵⁴ Ogni volta che non viene presa energia direttamente dai pannelli, viene fatta un'immissione in batteria. Ipotizzando di avere 12 ore di giorno e quindi per 4 volte all'ora per 12 ore per 30 giorni avremo 1440 immissioni. Come ipotesi però abbiamo inserito 1200 tuple per consumo direttamente dai pannelli, per un totale di 240 immissioni, ipotizziamo di avere qualche altra immissione dovuta ad un prelievo > consumo avremo 600

⁵⁵ Si ipotizza di fare una media di 4 suggerimenti ogni 15 minuti per un totale di $(4*4)*24*30$ giorni

ConsumoDispositivi	Entità	28800 ⁵⁶	Ipotesi.
ConsumoDispositivo	Relazione	28800	Relazione (1, 1) viene ereditato il volume di "ConsumoDispositivi"
ConsumoLivello	Relazione	936 ⁵⁷	Ipotizzando che ogni dispositivo abbia 0,0325 livelli per ogni consumo avremo $28800 * 0,0325 = 936$
SuggerisceLivello	Relazione	28800	relazione (1, 1), ogni suggerimento deve essere per un Livello

5.1.4 - Area Comfort

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Condizionatore	Entità	10	Si ipotizza che ci sia un condizionatore in ogni stanza
SmartLight	Entità	30	Si ipotizza che ci siano 3 smart light per stanza $3 * 10 = 30$ SL
Offre	Relazione	50	Avendo 10 condizionatori e sapendo che ogni condizionatore ha 5 livelli sarà $10 * 5 = 50$
Efficienza energetica	Entità	5	Ipotizziamo di avere rilevato 5 efficienze energetiche
Possiede	Relazione	10	Si tratta di una relazione (1, 1), quindi riceve il volume di Stanza
Imposta SL	Relazione	10	Relazione (1, 1) eredita il volume di "Impostazione Smart Light"

⁵⁶ Si ipotizza di avere 10 dispositivi accesi per ogni 15 minuti, quindi $10 * 4$ (un'ora è formata da 4 15 minuti)*24(in un giorno ci sono 24 ore)*30(in un mese ci sono 30 giorni).

⁵⁷ Ipotizziamo di fare 3 asciugatrici a settimana($1.30h = 6$ da 15 min), una lavastoviglie al giorno($2h = 8$ da 15 min) e 5 lavatrici($1h = 4$ da 15min) a settimana avremo $6 * 3 + 8 * 7 + 4 * 5 = 94 * 4$ (settimane) = 376 Livelli per i dispositivi a ciclo non interrompibile e variabile. Andranno aggiunti i livelli per i condizionatori, ipotizziamo di 5 livelli contemporanei per ogni 15 minuti. Totale = $376 + 5 * 4 * 7 * 4 = 936$. $28800 / 936 = 0,0325$.

Imposta stanza	Relazione	10	Relazione (1, 1) eredita il volume di "Impostazione Smart Light"
Imposta Cond	Relazione	11	Ipotizziamo che un impostazione sia per 1,1 condizionatore in media. quindi avremo $10 * 1,1 =$
Imposta livello cond	Relazione	10	Relazione (1, 1)
Impostazione Condizionatore	Entità	10	Ipotizziamo di avere inserito 10 impostazioni
Periodo	Relazione	20	Ipotizziamo di avere 2 periodi per ogni impostazione di Smart Light.
Giorno	Entità	7	Entità fissa per i giorni
Mese	Entità	12	Entità fissa per tutti i mesi possibili
Impostazione Smart Light	Entità	10^{58}	Ipotizziamo di avere 10 impostazioni per le smart light
Compone	Relazione	10	Ipotizzando di avere 5 impostazioni delle singole smart light per ogni impostazione totale quindi avendo $2 * 5 = 10$
Impostazione Totale Smart Light	Entità	2	Ipotizziamo di avere 2 Impostazioni Totali
Utente imposta SL	Relazione	10	Relazione (1, 1) eredità la carnalità di "Impostazione Smart Light"
Utente imposta IMT SL	Relazione	2	Relazione (1, 1) eredita la carnalità di "Impostazione Totale Smart Light"
Log temp cord	Relazione	600	Relazione (1,1)
Log temp/int SL	Relazione	1500	Relazione (1,1)
LOG Temp Condizionatore	Entità	600	Ipotizzo di fare 600 interazioni al mese con condizionatori
LOG Temp/int SmartLight	Entità	1500	Ipotizzo di fare 1500 interazioni al mese con condizionatori
Imp temp cord	Relazione	5^{59}	Relazione (1,1)
Imp temp/int SL	Relazione	5^{60}	Relazione (1,1)
IMP Temp Condizionatore	Entità	5	Ipotesi di inserire 5 tuple per le varie impostazioni

⁵⁸ Questo valore dipende molto dalle abitudini della gente.

⁵⁹ si ipotizza che di 20 impostazioni 5 si riferiscono ai condizionatori

⁶⁰ si ipotizza che di 20 impostazioni 5 si riferiscono alle Smart Light

IMP Temp/int SmartLight	Entità	5	Ipotesi di inserire 5 tuple per le varie impostazioni
Livello Di Umidità	Entità	5	Ipotizziamo di avere in media 5 Livelli di Umidità
MonitoraggioLuci	Entità	30 ⁶¹	Ipotesi.
Accesa	Relazione	1600 ⁶²	Ipotizzando che in media per ogni data sono state fatte 50 interazioni e quindi accensioni di luci

5.2 - Individuazione delle operazioni significative e tavola degli accessi.

Operazioni scelte:

1. Storico della produzione, costo e guadagno in un certo periodo
2. Trovare il tipo di dispositivo più presente nei dispositivi accettati
3. Processo di scrittura sulle tabelle di log
4. Lettura carica batteria
5. Monitoraggio Smart Light
6. Lettura del consumo medio dei livelli
7. Flusso di energia
8. Monitoraggio dei dispositivi (spenti o accesi)

Operazioni Descritte nella documentazione consegnata:

1. Creazione di suggerimenti in base alla stima di energia prodotta
2. Stima del consumo di una determinata impostazione

5.2.1 - Storico energia prodotta, immessa e prelevata, costo e guadagno

Dato un periodo di tempo **di almeno un'ora**, viene mostrato all'utente **quanta energia elettrica è stata prodotta, immessa e prelevata dalla rete statale**.

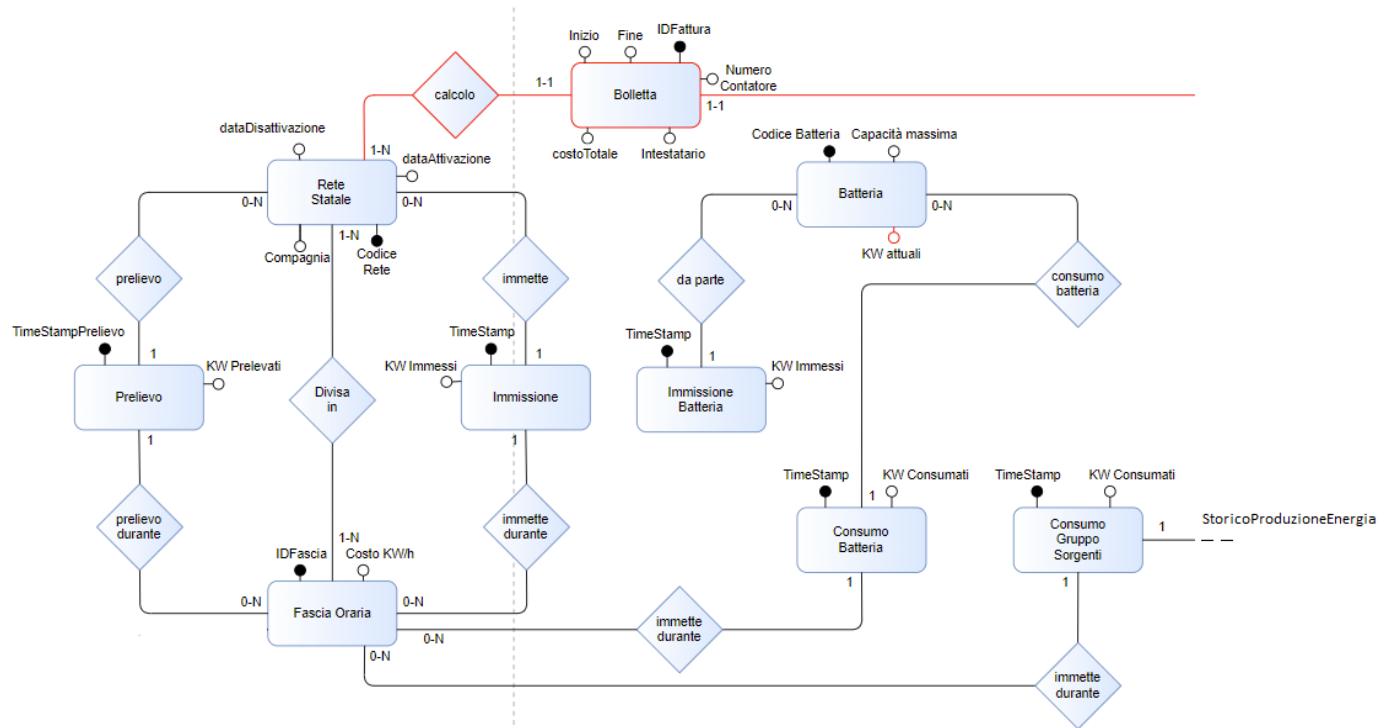
In aggiunta viene anche fornito il costo dell'energia prelevata e il guadagno generato da quella immessa in rete.

Essendo la stessa operazione ma in due ambiti diversi, abbiamo deciso di creare, in aggiunta allo storico in due date scelte dall'utente, **un resoconto mensile implementato con un event**.

⁶¹ Sapendo che ogni giorno avremo 50 interazioni, significa che ogni giorno avviene un'interazione e quindi ogni giorno avremo una registrazione di una data, per un totale di 30 record.

⁶² Ipotesi di 1600 tuple perché avremo 50 interazioni giornaliere per 30 giorni sono 1500 interazioni mensili. Ricordiamo però che a mezzanotte per tutte le luci accese viene inserita una tupla, quindi ipotizziamo un'aggiunta di 100 righe.

Abbiamo preferito separare e considerare le due parti dell'operazione(Resoconto con intervalli temporali scelti dall'utente e resoconto mensile dettato dal mese precedente) in modo diviso.



parte ER interessata

- Input:** Intervallo di tempo (Inizio, Fine) <yy-mm-dd hh:mm:ss>. Inseriamo un vincolo: sarà possibile inserire solo TimeStamp che vanno di 15 minuti in 15 minuti. Esempio 09:00:00, 09:15:00. Non sarà permesso 09:13:00
- Output:** Energia prodotta, energia immessa, energia prelevata, costo, guadagno
- Frequenza Supposta⁶³:** 1/mese

Nome	Tipo	Volume
StoricoProduzioneEnergia	Entità	2880 ⁶⁴
Immissione	Entità	520
Prelievo	Entità	1440
ConsumoDispositivo	Entità	28800
ConsumoGruppoSorgenti	Entità	1200
ConsumoBatteria	Entità	400

⁶³ Ipotizzando che l'utente voglia vedere quanto ha consumato il mese passato, per risparmiare il prossimo sulla bolletta.

⁶⁴ ipotizzando un mese avremo 4 salvataggi in un'ora * 24 ore *30 giorni = 2880

FasciaOraria	Entità	3
--------------	--------	---

5.2.1.1 - Operazione con intervalli temporali scelti dall'utente

Si ipotizza che l'utente consideri come intervallo di tempo il mese di attività del servizio “My Smart Home”

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
StoricoProduzioneEnergia	Entità	2880 ⁶⁵	Lettura	Dovremo andare a considerare i KW prodotti
Immissione	Entità	520	Lettura	Andiamo a considerare i KW immessi
Prelievo	Entità	1440	Lettura	Consideriamo anche i Prelievi dalla rete
ConsumoDispositivo	Entità	28800	Lettura	Consideriamo quanto abbiamo consumato
ConsumoGruppoSorgenti	Entità	1200	Lettura	Consideriamo quanto abbiamo consumato con il solo Gruppo Sorgente
ConsumoBatteria	Entità	400	Lettura	Consideriamo quanto abbiamo consumato con la sola batteria
FasciaOraria	Entità	3	Lettura	Consideriamo le varie fasce orarie standart

“Notare che gli accessi sono uguali alla tavola dei volumi per l’ipotesi fatta in precedenza”

⁶⁵ Ipotizziamo il caso peggiore. Sappiamo per ipotesi che il sistema “MySmartHome” è attivo da un mese , ipotizziamo di voler controllare dalla CURRENT_TIMESTAMP indietro di tutto il mese. Così è uguale per le restanti entità

- Costo totale operazione: $(2880+520+1440+28800+1200+400+3)*1 = 35243$
operazioni elementari al mese

5.2.1.2 - Operazione con intervalli temporali non scelti dall'utente

Attenzione, in questo caso dovremo fare una precisazione, come descritto nel paragrafo 5.1 abbiamo ipotizzato per tutta la documentazione un mese di vita del sistema informatico (Per dare omogeneità alla documentazione), **in questo caso dovremo svincolarsi da questa regola.**
Infatti ipotizziamo che il sistema sia attivo dal mese 03 al mese 09.

Precisiamo il ruolo di MV_Storico:

MV_Storico si tratta di una “*materialized view*”, una vera e propria tabella che **permette di memorizzare dei dati ridondanti**. In questo caso memorizza il resoconto target dei mesi precedenti. Ogni mese vengono calcolate le varie informazioni importanti e memorizzate in “MV_Storico”, in questo modo il mese successivo dovremo andare a vedere le informazioni del mese precedente nella tabella stessa. Permette di fare anche accessi più semplici e immediati nei vari mesi di vita del sistema stesso.

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
StoricoProduzione Energia	Entità	2880 ⁶⁶	Lettura	Andiamo a considerare quanti KW sono stati prodotti
Immissione	Entità	520	Lettura	Consideriamo quanti KW sono stati immessi
Prelievo	Entità	1440	Lettura	Consideriamo quanti KW sono stati prelevati
ConsumoDispositivo	Entità	28800	Lettura	Consideriamo il consumo totale dei vari dispositivi
ConsumoGruppoSorgenti	Entità	1200	Lettura	Consideriamo solo il consumo

⁶⁶Ipotizzando sia scattato il nuovo mese dovremo andare a recuperare le informazioni del mese precedente e noi sappiamo che in un mese le tuple che si vanno a creare sono quelle descritte in tabella per ipotesi della tavola dei volumi

				dei Gruppi Sorgenti
ConsumoBatteria	Entità	400	Lettura	Consideriamo solo il consumo della batteria
FasciaOraria	Entità	3	Lettura	Consideriamo le fasce orarie standart
MV_Storico	Entità	¹ ⁶⁷	Lettura	Andiamo a creare una MV, dovremo andare a leggere i valori dei mesi precedenti
MV_Storico	Entità	¹ ⁶⁸	Scrittura	In questo caso invece sempre nella stessa MV andremo a scrivere il nuovo dato in una nuova tupla

- Costo operazione: **(2880+520+1440+28800+1200+400+3+1+2)*1 = 35246**

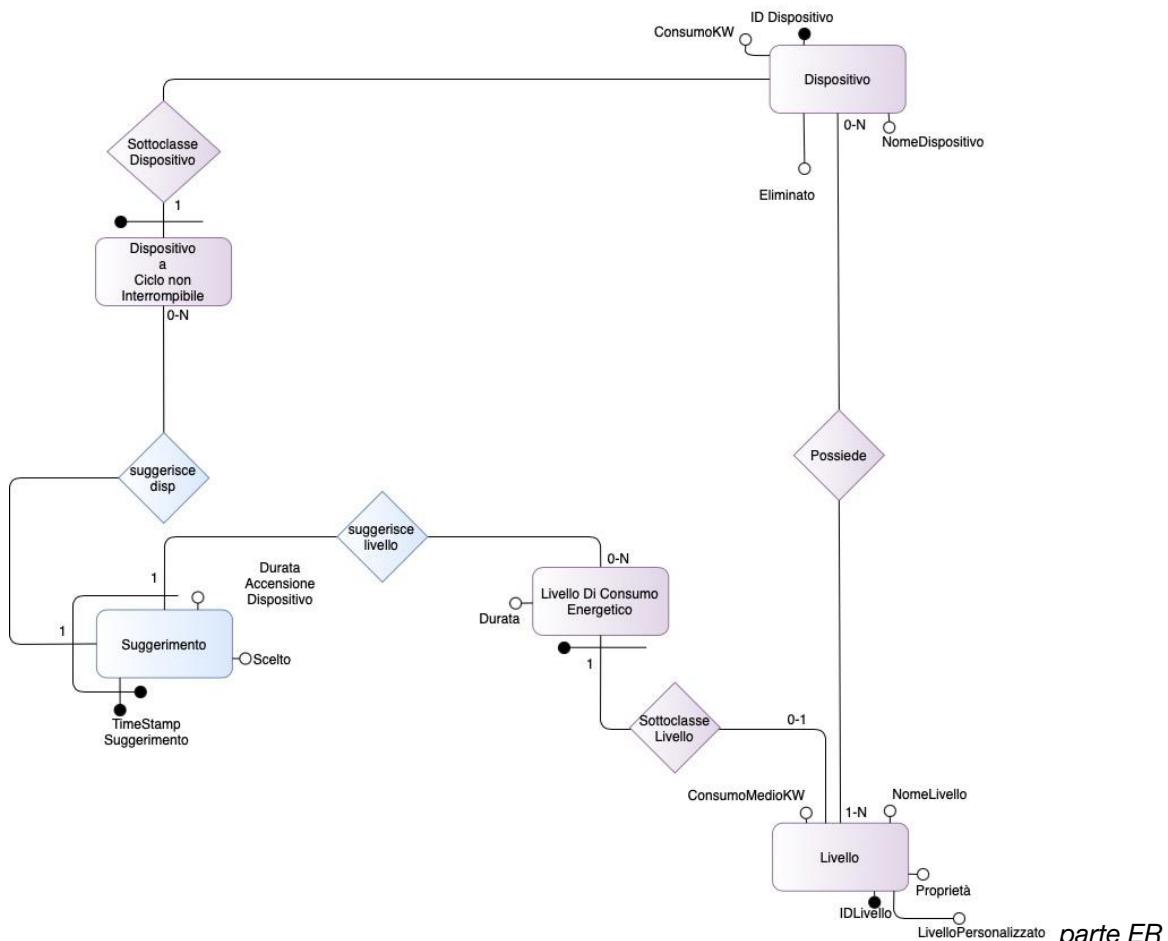
Facile intuire che senza la MV così descritta il conto sarebbe praticamente raddoppiato. Infatti per vedere le “Statistiche” del mese precedente dovremo ricalcolare le stesse cose di due mesi precedenti e quindi si ripeterebbe la tavola dei volumi.

⁶⁷ Si andrà a controllare il resoconto calcolato in due mesi precedenti(Scattato il mese 10, dovremo calcolare il resoconto del mese 09 e confrontarlo con quello del mese 08)

⁶⁸ Scattato il mese 10 il resoconto del mese 09 dovrà essere inserito all'interno della tabella MV_Resoconto

5.2.2 - Ranking dei dispositivi scelti in base ai suggerimenti

L'operazione si tratta di **elencare i dispositivi che sono stati scelti maggiormente**. Sostanzialmente **dovremo fare una classifica**, dai dispositivi più scelti ai meno scelti. Potrebbe servire, per esempio, per migliorare l'algoritmo di creazione dei suggerimenti, mettendo come scelta principale i dispositivi in classifica più alta.



interessata

- **Input:** nessuno
- **Output:** Classifica dei dispositivi più scelti(posizione 1) ai meno scelti(posizione n)
- **Frequenza Supposta:** 2/gg

Nome	Tipo	Volume
DispositivoACicloNonInterrompibile	Entità	4
Suggerimento	Entità	11520

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
DispositivoACicloNonInterrompibile	Entità	2880	Lettura	Al fine di ottenere le informazioni essenziali dei dispositivi coinvolti
Suggerimento	Entità	2880^{69}	Lettura	Considereremo quante volte i suggerimenti sono stati scelti rispetto a quei dispositivi

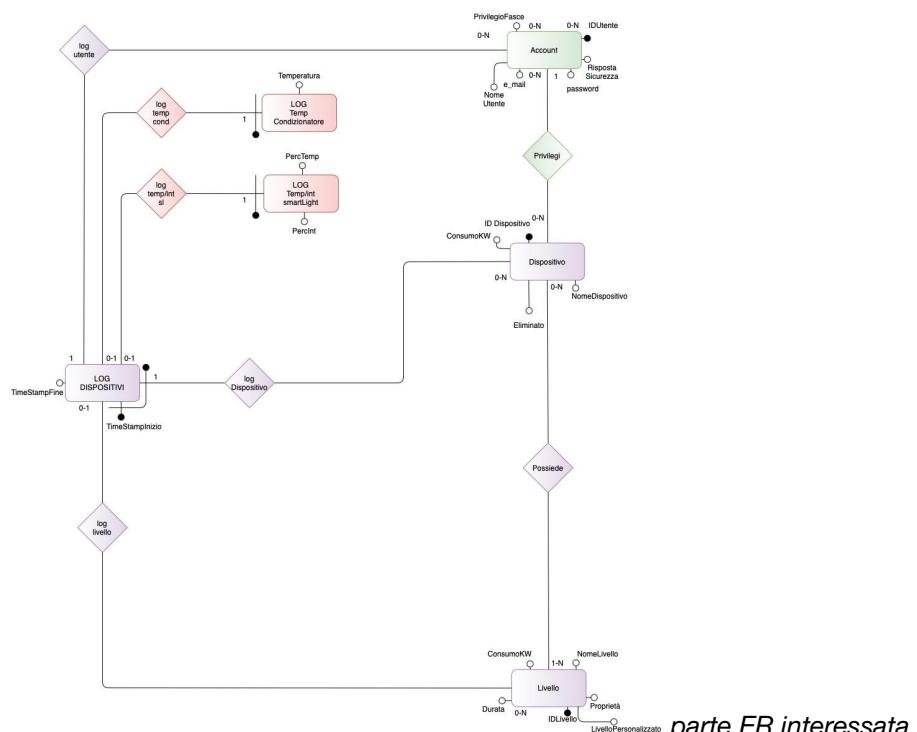
- Costo Operazione: $(2880+2880)*2 = 11520$

⁶⁹ Si ipotizza che ad ogni produzione di suggerimenti uno di essi venga sempre scelto, quindi $1*4*24*30 = 2880$

5.2.3 - Scrittura su logs

Il log è un'entità che permette di memorizzare ogni interazione con i dispositivi. Più precisamente si memorizza il dispositivo, il livello, e l'utente che ha interagito con il dispositivo.

Operazione: Inserimento di un interazione nel LOG.



- **Input:** IDUtente, IDDispositivo, Temperatura, Ktemp, PerctInt, IDLivello
- **Output:** Nessuno
- **Frequenza giornaliera:** 100/gg⁷⁰

Nome	Tipo	Volume
------	------	--------

⁷⁰ Si ipotizza 100 interazioni al giorno con vari dispositivi

LOGDispositivo	Entità	3000
LOGLivello	Relazione	1500
LOGTempCondizionatore	Entità	600
LOGTempIntSmartLight	Entità	1500

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
LOGDISPOSITIVI	Entità	1	Scrittura	Inserimento caratteristica interazione
LOGTEMPCOND	Entità	1	Scrittura	Ipotizzando sia un condizionatore, inserimento caratteristiche dell'interazione con il condizionatore
LOGTEMPINTSL	Entità	1	Scrittura	Ipotizzando sia una Smart Light ⁷¹ , inserimento caratteristiche dell'interazione con la SmartLight
LogLivello	Relazione	1	Scrittura	Ipotizzando di inserire un dispositivo che si avvale di un livello, dovrò inserire all'interno della relazione la coppia LOGDISPOSITIVO - Livello

- Costo dell'operazione: $100*(2+2+2+2^{72}) = 800$ operazioni elementari

Considerando sia l'inserimento di una smart light che un condizionatore il costo è il medesimo, infatti o andiamo a scrivere all'interno dell'entità "LOGTempIntCondizionatore" oppure "LOGTempCondizionatore" ma non contemporaneamente in entrambe.

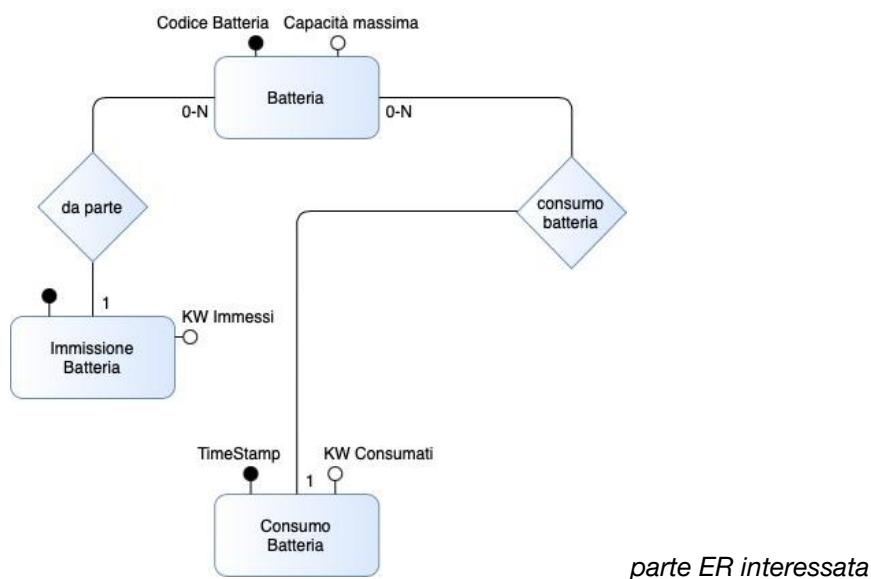
In questo caso non è necessaria una ridondanza.

⁷¹ E' ovvio che se è un condizionatore non sarà una smart light, ma in questo caso dovremo considerare il caso peggiore, considerando anche una cosa surreale, ovvero inserimento di specifiche sia del condizionatore che della smart light.

⁷² viene considerato 2 perché si tratta di una scrittura.

5.2.6 - KW Presenti in batteria

- **Descrizione:** L'operazione consiste nel calcolare quanti KW sono presenti in batteria attualmente in uso.
Si ipotizza che, ogni 15 minuti⁷³, viene visualizzato il totale dei KW presenti in batteria.
- **Input:** Nessuno
- **Output:** KW attualmente all'interno della batteria
- **Frequenza Supposta:** 74/gg⁷⁴
- Porzione del diagramma interessata:



Nome	Tipo	Volume
Batteria	Entità	1
ImmissioneBatteria	Entità	1040 ⁷⁵
ConsumoBatteria	Entità	1200 ⁷⁶

⁷³ Si ipotizza ogni 15 minuti poiché è il caso peggiore, se ogni 15 minuti è possibile che avvenga un'immissione in batteria, ipotizziamo di visualizzare i KW presenti tutte le volte e ipotizziamo che ogni volta avvenga un'immissione

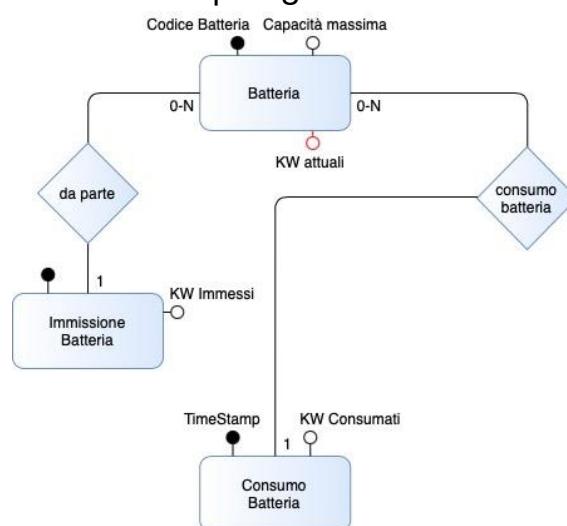
⁷⁴ Ipotizzando di calcolare i KW ad ogni immissione e ad ogni consumo e sapendo che al in un mese di attività abbiamo fatto 1040 immissioni e 1200 consumi avremo una media di $34+40 = 74$ visualizzazioni giornaliere

⁷⁵ poichè dovremo considerare tutte le immissioni e consumi quindi prendere tutte le tuple presenti nel DB

⁷⁶ Stessa considerazione di “*ImmissioneBatteria*”

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Batteria	Entità	1	Lettura	Leggo le informazioni della batteria
Immissione Batteria	Entità	1040	Lettura	Per poter capire quanti KW ho immesso devo scansionare tutta la tabella
Consumo Batteria	Entità	1200	Lettura	per capire quanto ho consumato devo scansionare l'intera tabella

- Costo totale operazione: **$74*(1+1040+1200) = 165834$ operazioni elementari al giorno**
- Ridondanza: L'ipotetica ridondanza inserita all'interno dell'entità "Batteria" verrà analizzata nel paragrafo successivo



5.2.7 - Monitoraggio smart lighting

- Descrizione: Il monitoraggio delle smart light consiste nel registrare ogni giorno **il periodo per cui le smart light sono accese e il periodo in cui sono spente.**

Per semplificare l'operazione abbiamo deciso di inserire una nuova entità “MonitoraggioLuci” che permette ogni giorno di monitorare i dispositivi che sono stati accesi da che ora a che ora e(di conseguenza) quando sono stati spenti.

Questa entità, tutto sommato, è considerabile anche ridondante, infatti “LOGDispositivi”, permette di memorizzare il dispositivo(anche le smart light))e il periodo di accensione.

Il nostro obiettivo, però, è quello di restituire il dispositivo, la data, quanto tempo è rimasto acceso e quanto tempo è rimasto spento, eseguire questa query con l'entità “LOGDispositivo” si può fare ma è complicato. Infatti dovremo considerare il tempo di accensione e spegnimento giornalmente e non nel complesso.

Questo significa che se una luce è accesa dalla sera prima fino alla mattina dopo dovremo considerare la sera fino alle 24:00 e poi dalle 00:00 fino alla mattina dopo.

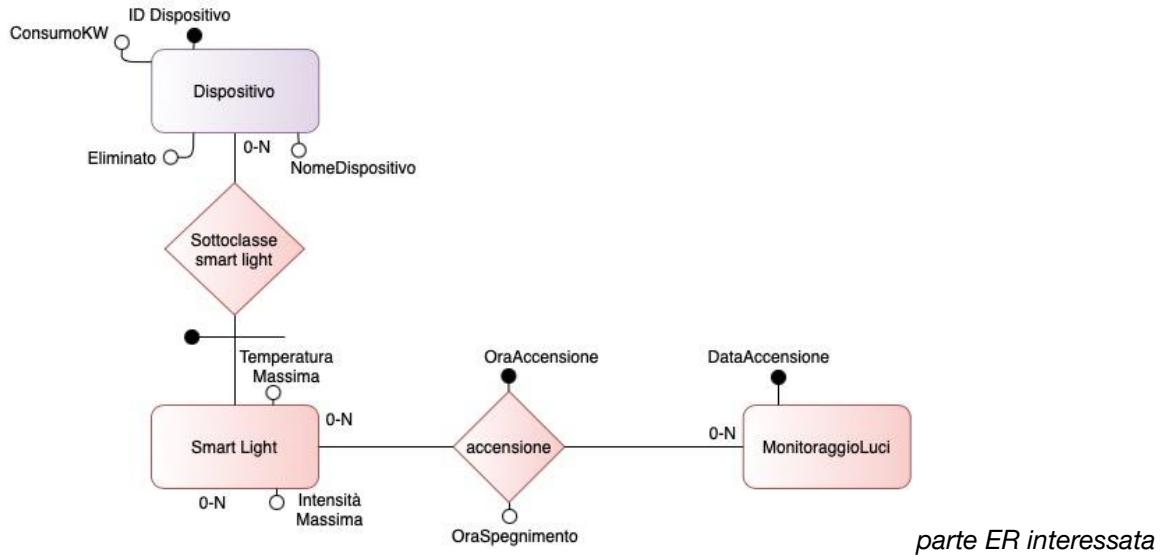
Con la nuova entità l'operazione diventa molto semplice. L'importante è rispettare un vincolo, ovvero ogni giorno a mezzanotte dovrà scattare un event che permette di considerare tutte le luci accese in quel momento, spegnerle(ovvero nel DB verrà inserita una data di spegnimento del dispositivo SmartLight), e accenderle subito dopo. Per vedere quale luci sono accese in quel momento dovremo, o controllare il log e guardare quale luci hanno un timestamp di accensione ma non di spegnimento(significa che sono ancora accese) oppure dovrà essere la smart plug a comunicare il continuo passaggio di corrente(e quindi la luce significa che è accesa).

Operazione: Resoconto giornaliero delle luci⁷⁷

- **Input:** Nessuno
- **Output:** IDDispositivo, giorno, Tempo di accensione e spegnimento

⁷⁷ Secondo quanto scritto anche nel progetto abbiamo deciso di calcolare quanto le luci sono state accese e spente. Questo tutti i giorni per tutti i restanti giorni indietro. In modo date da poter creare un grafico di quanto le luci sono state spente o accese nel corso dei giorni.

- **Frequenza giornaliera:** 1/gg
- Parte del diagramma interessata



- Tavola dei volumi

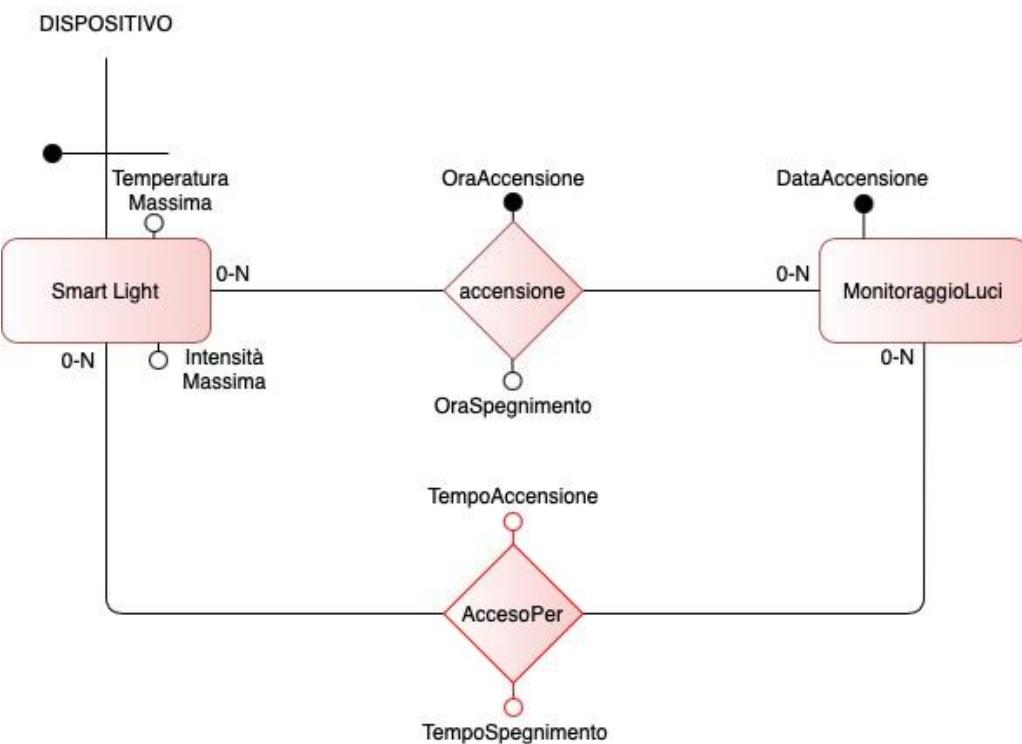
Nome	Tipo	Volume
Smart Light	Entità	30
MonitoraggioLuci	Entità	30
Accensione	Relazione	1600

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Smart Light	Entità	30	Lettura	Leggo le varie informazioni sull'entità Smart Light
Dispositivo	Entità	30	Lettura	Leggo le informazioni sull'entità Dispositivo

Accesa	relazione	1600 ⁷⁸	Lettura	Leggo le accensione della smart light
--------	-----------	--------------------	---------	---------------------------------------

- Costo totale dell'operazione **$1*(1600+30+30) = 1660$ volte al giorno.**
- Ridondanza: Notiamo che l'ipotetico inserimento di una ridondanza porterebbe pochi vantaggi all'operazione che dobbiamo svolgere noi. Se inserissimo "TempoAccensione"⁷⁹ all'interno di Smart light non avremo il risultato desiderato, poiché si potrebbe stampare solo la totalità del tempo che è acceso e la totalità del tempo che è spento, senza considerare i giorni, se invece inserissimo l'attributo ridondante all'interno dell'entità "MonitoraggioLuci" non cambierebbe nulla, poiché, essendo l'attributo aggiornato per ogni tupla dell'entità, dovremo comunque eseguire tanti accessi quanti sono le tuple relative ad un IDDispositivo della smart light e poi prendere un valore di queste tuple, il più aggiornato.

Un'ipotesi ridondante potrebbe essere questa:



⁷⁸ Poichè ipotizzando che ogni smart light è stata accesa 30 volte nel corso di un giorni $1*30 = 30$. Inoltre ricordiamo che il conto è eseguito nel passato dal CURRENT_TIMESTAMP fino alla creazione del DB stesso in modo tale da fare una stima anche con un grafico

⁷⁹ TempoSpegnimento si ricava da "24:00:00 - TempoAccensione"

L'aggiunta del ciclo con la relazione “Ridondanza”, permette di avere a portata di mano la lettura del tempo totale di accensione delle varie smartPlug nelle varie date.

Nel paragrafo successivo analizzeremo meglio questa ridondanza e, in caso sia conveniente, aggiorneremo il diagramma ER

5.2.8 - Lettura Consumo medio livelli

- Descrizione: **Questa operazione permette di leggere il consumo medio dei livelli ogni volta che è necessario.**

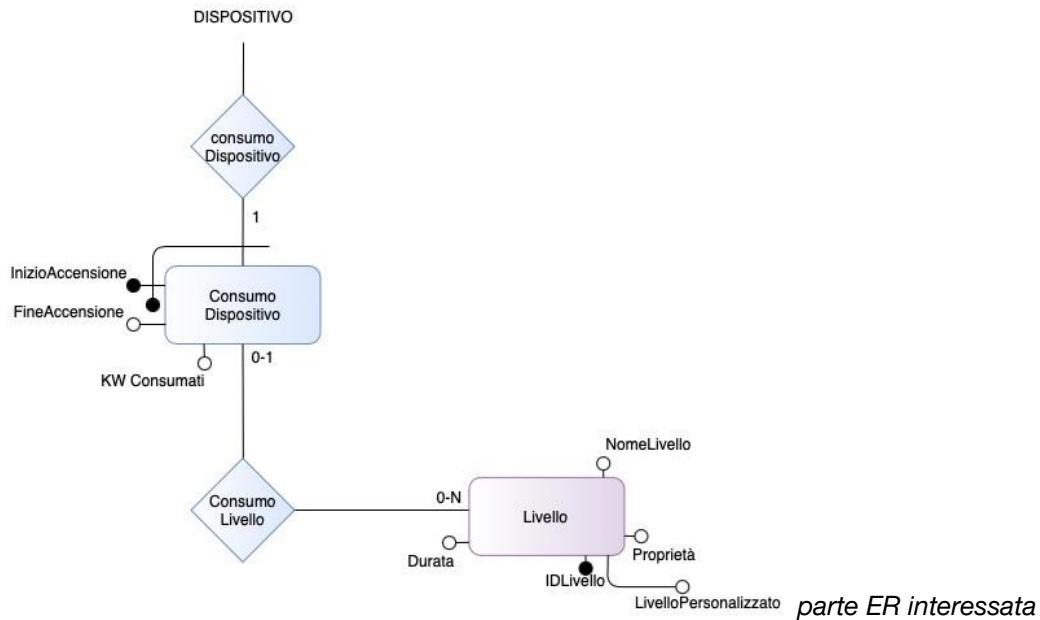
Il consumo medio consiste nel calcolare le volte in cui i livelli sono stati utilizzati e quanto hanno consumato ogni volta. La somma dei consumi diviso il conteggio delle volte che sono state utilizzati restituisce il risultato.

Operazione: Ipotizziamo che, ogni volta che viene visualizzata la lista dei dispositivi, viene visualizzato anche quant'è il consumo medio di un livello per un dispositivo⁸⁰

- **Input:** Nessuno
- **Output:** MediaConsumoKW dall'inizio della creazione del sistema informatico fino al CURRENT_TIMESTAMP
- **Frequenza giornaliera:** 26/gg⁸¹
- Parte del diagramma interessata

⁸⁰ Si tratta di un'operazione citata nel progetto, motivo per cui l'abbiamo scelta

⁸¹ Sapendo di avere in un mese 3000 interazioni di cui 780 divisi per i dispositivi a ciclo non interrompibile e a consumo variabile. In un giorno avremo $780/30 = 26$ interazioni giornaliere di dispositivi che hanno un livello.



- Tavola dei Volumi

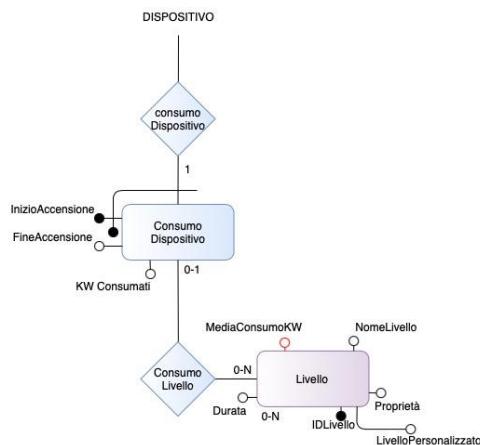
Nome	Tipo	Volume
Consumo Dispositivo	Entità	28800
ConsumoLivello	Relazione	936
Livello	Entità	28

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Livello	Entità	28	Lettura	Leggo tutti i livelli
ConsumoDispositivo	Entità	936 ⁸²	Lettura	Leggo i dispositivi che hanno dei livelli per capire il consumo

⁸² Poiché per ipotesi all'interno di “Consumo Livello” sono presenti 936 tuple, significa che ci saranno 936 dispositivi associati in “consumoDispositivo”

ConsumoLivello	Relazione	936	Lettura	per leggere i vari livelli a quali dispositivi sono stati associati
----------------	-----------	-----	---------	---

- Ipotizzando che la visualizzazione dei livelli sia di una frequenza di 26/gg avremo un costo dell'ordine di **26*(28+936+936) = 49400**.
- Ridondanza: Ipotizziamo di inserire la ridondanza “*MediaConsumoKW*” come indicato in rosso. La lettura del consumo medio di KW è praticamente immediata. Spiegheremo meglio nel paragrafo successivo.

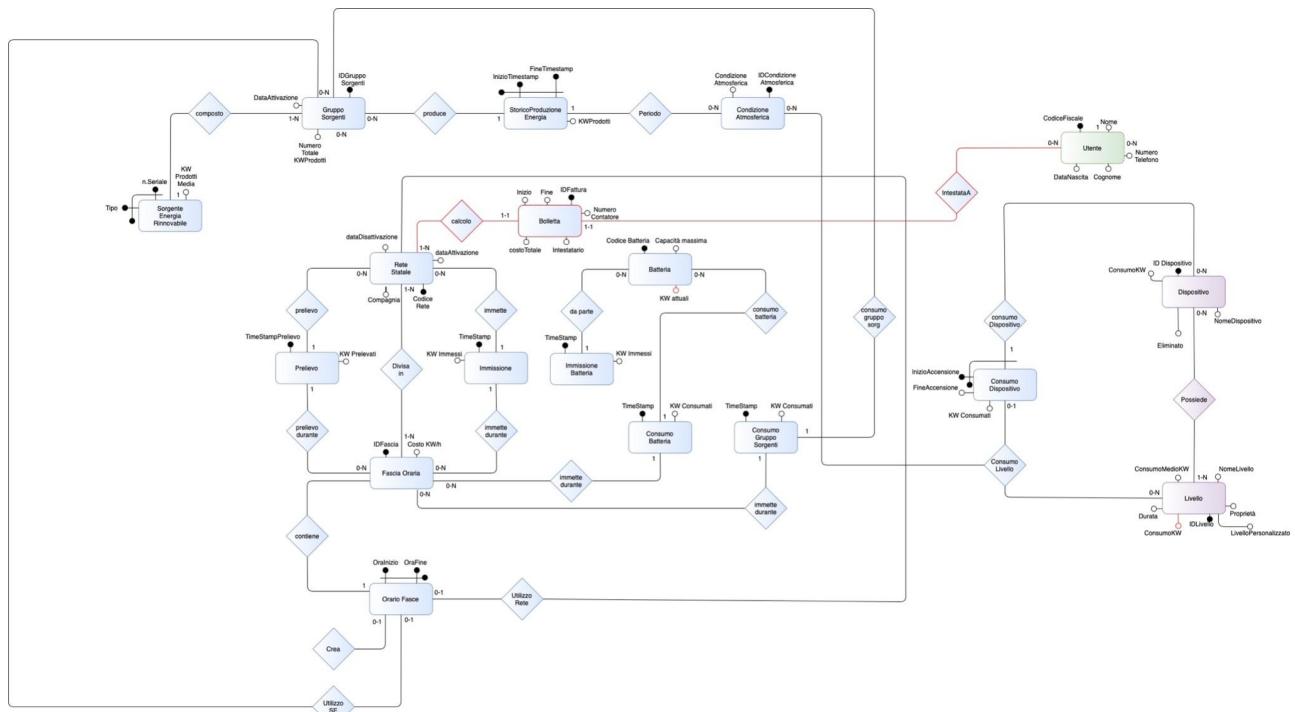


5.2.9 - Flusso di energia

- Descrizione: Questa operazione permette di aggiornare il flusso di energia del sistema secondo questi passaggi:
 - Controllo se i timestamp di “*ConsumoDispositivo*” e “*StoricoProduzioneEnergia*” sono uguali.
 - La differenza tra i KW consumati e quelli prodotti devono essere inseriti nella batteria
 - Se la batteria è piena si fa una immissione
 - Se la batteria è vuota si fa un prelievo
- **Input:** Nessuno

- **Output:** Nessuno
- **Frequenza giornaliera:** 96/gg⁸³

- Parte del diagramma interessata



parte ER interessata

Nome	Tipo	Volume
ConsumoDispositivo	Entità	28800
ConsumoLivello	Relazione	936
StoricoProduzioneEnergi a	Entità	2880
ConsumoGruppoSorgenti	Entità	1200
ImmissioneBatteria	Entità	600
Batteria	Entità	1

⁸³ Il controllo del flusso energetico viene eseguito ogni 15 minuti per tutto il giorno per tutti i giorni, quindi la frequenza totale sarà $4 \times 24 = 96$ volte al giorno

ConsumoBatteria	Entità	400
Prelievo	Entità	1440
Immissione	Entità	520

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
ConsumoDispositivo	Entità	10^{84}	Lettura	Leggo tutti i dispositivi che hanno consumato nel quarto d'ora precedente
StoricoProduzioneEnergia	Entità	1	Lettura	Leggo la produzione di KW nei 15 minuti precedenti
ConsumoGruppoSorgenti	Entità	1	Scrittura	Se l'energia viene prelevata direttamente dai pannelli, si memorizza un consumo e quindi un inserimento della tupla
ImmissioneBatteria	Entità	1	Scrittura	Inserimento di quanti KW abbiamo inserito in Batteria
Batteria	Entità	1	Scrittura	Inserimento per aggiornare la ridondanza
ConsumoBatteria	Entità	1	Scrittura	Inserimento di quanti KW abbiamo prelevato dalla batteria
Prelievo	Entità	1	Scrittura	Inserimento tupla in caso in cui si vada a prelevare dei KW dalla rete statale
Immissione	Entità	1	Scrittura	Inserimento tupla in caso in

⁸⁴ dato acquisito dalle ipotesi precedenti nella tavola dei volumi

				cui si vada a immettere energia sulla rete statale
Livello	Entità	5^{85}	Lettura	Dovrà leggere da livello il consumo medio per il calcolo dei KW consumati in totale
Dispositivo	Entità	5	Lettura	Lettura dei KW consumati dai dispositivi a consumo fisso

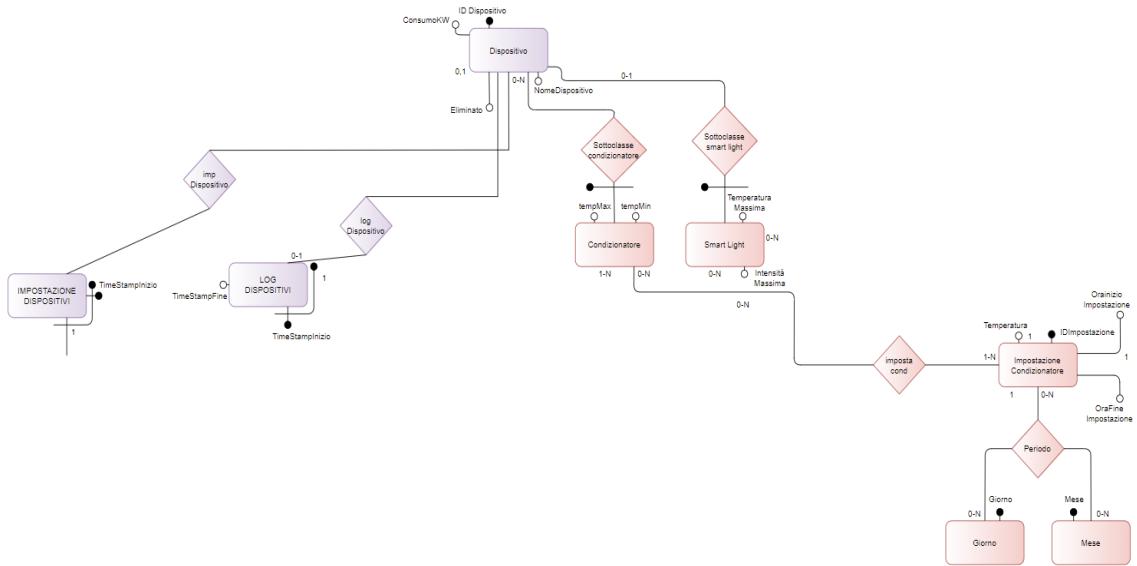
- Costo dell'operazione: **$96*(10+10+1+2+2+2+2+2) = 3168$ operazioni elementari**

Attenzione, KWConsumati in “*ConsumoDispositivi*” non è una ridondanza. Questo attributo viene aggiornato grazie ad un contatore che si trova nei dispositivi.

5.2.10 - Monitoraggio dispositivi spenti o accesi

- **Descrizione:** L'idea di questa operazione è capire quale dispositivo vogliamo accendere e capire se è acceso in quel momento
- **Input:** IDDispositivo
- **Output:** Acceso/Spento in caso di dispositivo “normale”, periodo di inattività dato dalle impostazioni in caso di Condizionatore o smart light.
- **Frequenza:** 100/gg
- Parte del diagramma interessata

⁸⁵ Presupponiamo che di 10 dispositivi 5 siano con i livelli e 5 no



parte ER interessata

Nome	Tipo	Volume
Dispositivo	Entità	50
LOGDISPOSITIVO	Entità	3000
IMPOSTAZIONIDISPOSITIVO	Entità	20
Condizionatore	Entità	10
SmartLight	Entità	30
ImpostazioneCondizionatore	Entità	10
Periodo	Relazione	20
Giorno	Entità	7
Mese	Entità	12

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Dispositivo	Entità	1	Lettura	Leggo un solo IDDispositivo
LOGDispositivo	Entità	60^{86}	Lettura	Leggo le tuple interessate dall'IDDispositivo "Target"
IMPOSTAZIONE DISPOSITIVI	Entità	1^{87}	Lettura	Leggo le impostazioni per il dispositivo Target
Condizionatore	Entità	1	Lettura	Ipotizziamo che sia un condizionatore
Smart Light	Entità	1	Lettura	Ipotizziamo che sia una smart Light ⁸⁸
ImpostazioneCondizionatore	Entità	1^{89}	Lettura	Ipotizziamo di leggere una impostazione per un condizionatore
Periodo	Relazione	2^{90}	Lettura	Ipotesi di 2 periodi per ogni impostazione

Il costo dell'operazione è **100*(67) = 670.**

- Ridondanza: L'unica ridondanza possibile da inserire. Ovvero un'entità che con un accesso singolo mi possa far capire se il dispositivo selezionato è un condizionatore/smart light oppure un dispositivo normale non porta grande beneficio. Infatti, significherebbe togliere 2 sole operazioni elementari. La ridondanza appena descritta potrebbe servire in caso in cui dato un id, noi vogliamo capire immediatamente senza dover fare 2 join per capire se si tratta di un condizionatore oppure una smart light, di che dispositivo si tratta.

⁸⁶ Se ho 3000 interazioni al mese e ho 50 dispositivi in totale, avrò in media $3000/50 = 60$ interazioni per ogni dispositivo

⁸⁷ Ipotesi per eccesso. Infatti 20 impostazioni e 50 dispositivi, dovrei avere 0,4 impostazioni per dispositivo, approssimato a 1(caso peggiore)

⁸⁸ Situazione irreale, se è un condizionatore non può essere anche una smart light. Consideriamo l'accesso ad entrambe(un caso surreale ma peggiore)

⁸⁹ Ho 10 impostazioni, con 10 condizionatori, avrò in media $10/10 = 1$ impostazione per condizionatore

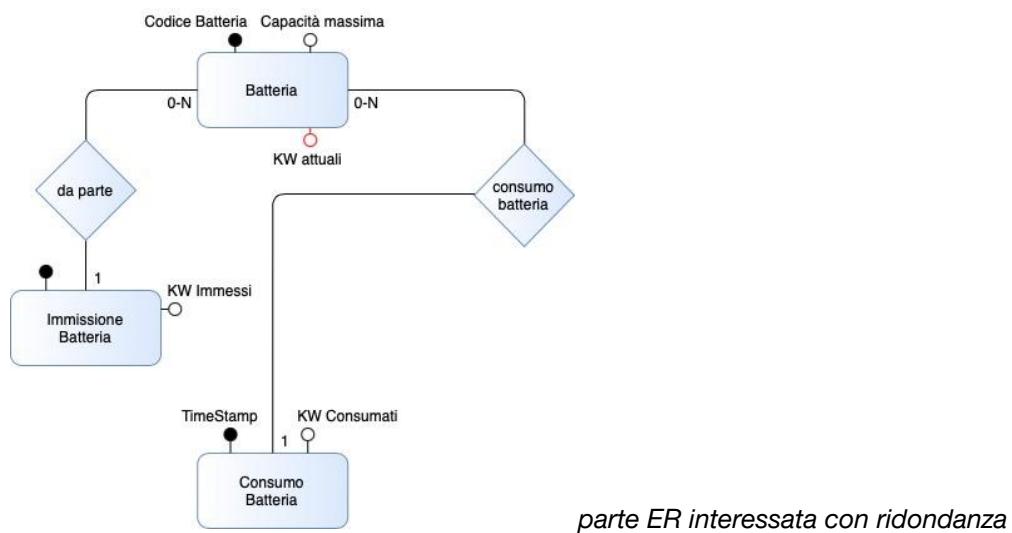
⁹⁰ Avendo 10 impostazioni e 20 periodi per ipotesi, avrò $20/10 = 2$ periodi per ogni impostazione

5.3 - Introduzione Ridondanze

In questo capitolo vengono analizzate alcune delle operazioni precedenti con aggiunta e non delle ridondanze per capire se esse possano beneficiare al carico applicativo del database.

5.3.1 - KW Presenti in batteria

In questa operazione, ipotizziamo di voler aggiungere come ridondanza un attributo all'interno di batteria.



Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Batteria	Entità	1	Lettura	Leggo l'attributo KWAttuali

Il costo dell'operazione in caso di ridondanze è esattamente la frequenza giornaliera.

- Costo operazione: $1 * 74 = 74$ operazioni elementari

Aggiornamento della ridondanza

L'attributo interessato deve essere aggiornato ogni volta che avviene un'immissione in batteria di KW e quindi i KW interni alla batteria aumentano.

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
----------	-----------	---------	------	-------------

Batteria	Entità	1	Scrittura	Aggiorno la ridondanza
----------	--------	---	-----------	------------------------

Ipotizzando la situazione peggiore, ovvero che ogni singola volta che si riceve energia dai pannelli verrà inserita all'interno dell'entità batteria. Avremo una frequenza di 72 volte e quindi un costo di $75^{91} \cdot 2 = 150$ operazioni elementari.

Notiamo che per l'aggiornamento della ridondanza avremo bisogno solo dell'entità "Batteria", perchè ? Teoricamente uno potrebbe pensare di dover calcolare tutti i KW immessi, tutti i consumi sommare entrambi e sottrarli fra loro, il risultato si sostituisce alla ridondanza. Questa operazione è del tutto superflua. Infatti prodotti 30KW(per esempio), tutti i KW che non sono stati consumati subito, vengono sommati ai KW già presenti. Se consumiamo dalla batteria verranno tolti KW direttamente dalla ridondanza.

- Costi operazione:

$$f^t = 74$$

$$o^t = 2241$$

$$n^t = 165834$$

$$o_{Rid}^t = 1$$

$$n_{Rid}^t = 74$$

$$\Delta_{read} = n^t - n_{Rid}^t = 165760$$

$$g^A = 75$$

$$o^A = 2$$

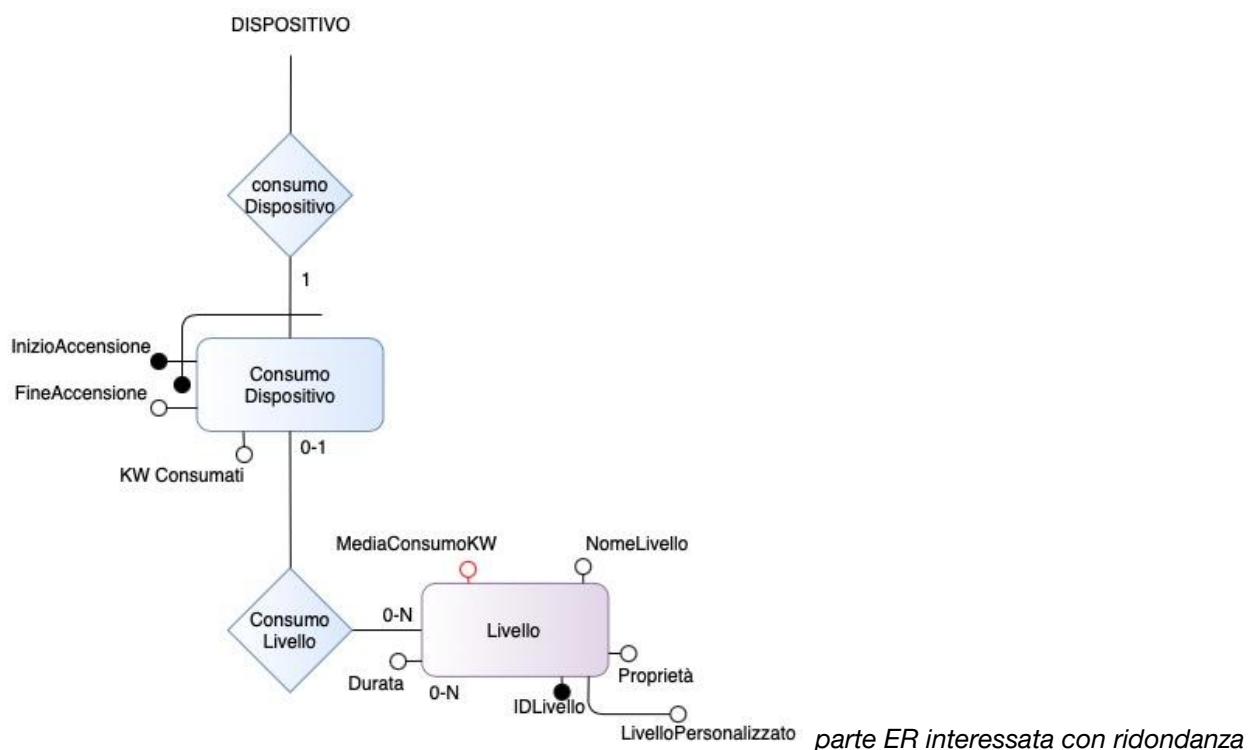
$$n^A = 150$$

Poichè $n^A << \Delta_{read}$, e come si può vedere il beneficio è notevole, **la ridondanza verrà mantenuta.**

⁹¹ Avremo 35 immissioni in batteria giornaliere sommati a 40 consumi giornalieri

5.3.2 - Lettura “MediaKWConsumati” per livello

Ipotizziamo di dover aggiungere una ridondanza all’entità Livello come segue in figura:



Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Livello	Entità	28	Lettura	Leggo l’attributo ridondante

L'accesso è praticamente unitario. Infatti grazie ad un accesso in lettura alla singola entità è possibile leggere il consumo medio dei livelli.
Il costo della lettura sarà quindi: $26 * (28) = 728$

Aggiornamento della ridondanza

L'attributo dovrà essere aggiornato ogni volta che viene calcolato il consumo dei dispositivi con quel livello quindi con una frequenza di 26 volte al giorno.

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
ConsumoDispositivo	Entità	33^{92}	Lettura	Leggo il consumo dei vari dispositivi
Livello	Entità	1	Scrittura	aggiorno ridondanza

Sapendo che facciamo questa operazione 26 volte al giorno avremo un costo dell'ordine di $(33 + 2) * 26 = 910$

Il motivo per cui non passiamo da “*Consumo Livello*” è dovuto al fatto che la ridondanza andrà aggiornata dopo che è stato inserito il livello. Quindi si capisce subito a quale dispositivo è collegato, e quindi andare direttamente nella tabella desiderata(“*ConsumoDispositvo*”).

⁹² Avendo circa 936 tuple in Consumo Livello, l'aggiornamento di una ridondanza consiste nell'andare a considerare tutti i vari consumo dei vari dispositivi che hanno usato quel livello. Avendo 28 livello avremo in media 936/28 tuple per livello

- Costi operazione:

$$f^t = 26$$

$$o^t = 1900$$

$$n^t = 49400$$

$$o_{Rid}^t = 28$$

$$n_{Rid}^t = 728$$

$$\Delta_{read} = n^t - n_{Rid}^t = 748800$$

$$g^A = 26$$

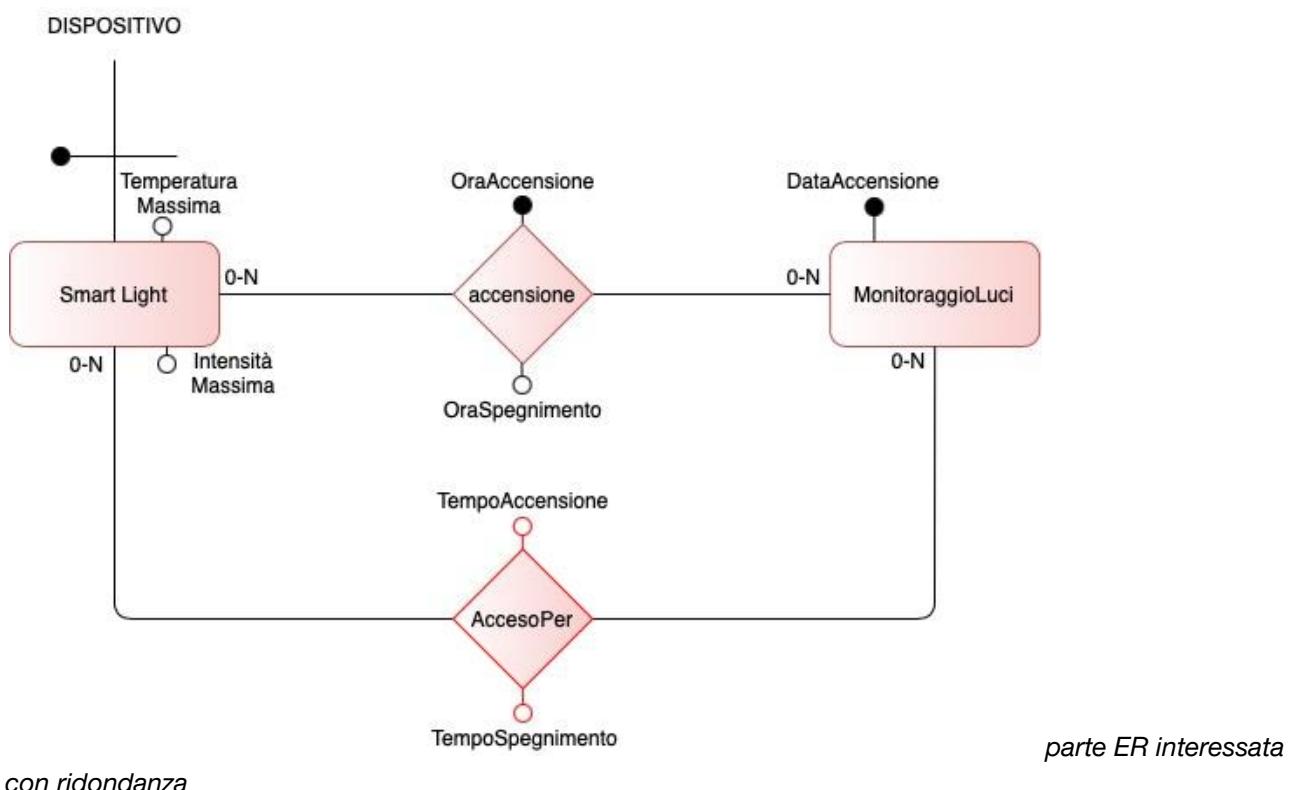
$$o^A = 35$$

$$n^A = 910$$

In questo caso $n^A \ll \Delta_{read}$ per questo abbiamo scelto che la ridondanza si mantiene nell'ER.

5.3.3 - Monitoraggio Smart light

Come si vede dall'immagine, l'introduzione della ridondanza consiste nell'introduzione di una nuova relazione e la creazione di un ciclo.



Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Dispositivo	Entità	30 ⁹³	Lettura	Leggo l'ID

⁹³ si ipotizza 30 interazioni con le luci

Smart Light	Entità	30	Lettura	Verifico che sia una luce smart
Monitoraggio Luci	Entità	30	Lettura	Leggo la data di accensione
Accensione	Relazione	30	Lettura	Leggo l'ora controllando che sia di accensione/spegnimento

Il costo dell'operazione con l'aggiunta di ridondanza è $1 * (30 + 30 + 30 + 30) = 120$

Aggiornamento della ridondanza

L'attributo dovrà essere aggiornato ogni volta che la luce viene accesa. Quindi ipotizzando che le interazioni con le luci sono circa 60 volte al giorno, per aggiornare la ridondanza dovremo avere:

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Descrizione
Accesa Per	Relazione	1	Scrittura	Scrivo il tempo in cui la luce è stata accesa
Accesa Per	Relazione	1	Scrittura	Scrivo il tempo in cui la luce è stata spenta

Ipotizzando, come detto, una frequenza di 60/gg avremo un costo complessivo:
 $60 * (2+2) = 240$ Operazioni elementari.

- Costi operazione:
 $f^t = 1$
 $o^t = 1660$
 $n^t = 1660$
 $o_{Rid}^t = 120$
 $n_{Rid}^t = 120$
 $\Delta_{read} = n^t - n_{Rid}^t = 1540$
 $g^A = 60$
 $o^A = 4$
 $n^A = 240$

Poichè $n^A \ll \Delta_{read}$, possiamo vedere che in modo sostanziale la ridondanza porta dei benefici. Di conseguenza essa **verrà mantenuta**.

5.4 - Operazione Suggerimento Dispositivi

Come dice anche il testo del problema, dovremo realizzazione come operazione di back-end, **una lista di suggerimenti indicando i dispositivo che, secondo una precisa stima di produzione posso accendere⁹⁴**.

Dopo varie osservazioni abbiamo ipotizzato di realizzare i suggerimenti in questo modo:
Dovremo capire quanta energia produrranno(nel futuro) i pannelli solari e quindi in base alla stima della produzione quale dispositivo con quale livello è possibile accendere.

Quindi:

- Consideriamo tutti i dispositivi a ciclo non interrompibile con i vari livelli di consumo energetico che, come sappiamo, hanno una durata prefissata
- Facciamo una stima dal **CURRENT_TIMESTAMP** in avanti nel futuro tanto quanto durano i vari livelli
- Capiamo quanto in media si consuma sempre in avanti nel tempo tanto quanto durano i vari livelli.

Su quali basi però facciamo la statistica ?

L'idea è quella di andare indietro nel tempo di una settimana⁹⁵, si va a cercare lo stesso valore nella settimana precedente, andiamo avanti nel tempo dipendentemente dalla durata dei vari livelli facendo la media della produzione. A questo punto sempre di una settimana precedente vado a fare una media del consumo dei vari dispositivi. Faccio la sottrazione tra Produzione e Consumo:

- se il valore risultante è negativo, non faccio suggerimenti
- se il valore è positivo, controllo quanta produzione ho in media e creo come suggerimenti tutti i dispositivi con i vari livelli che consumano un valore \leq al risultato
- se il valore risultante è nullo, non faccio suggerimenti

Ovviamente dovremo stare attenti a diverse caratteristiche:

⁹⁴ abbiamo deciso di vincolare i suggerimenti ai dispositivi a ciclo non interrompibile. Non ha senso suggerire l'accensione di una televisione(per esempio).

⁹⁵ Non avrebbe senso andare indietro nel tempo di mesi o anni, la stima sarebbe falsata

- La stima della settimana precedente viene fatta a partire dallo stesso **TIME** della settimana corrente
- Se, per esempio, manca 15 minuti al tramonto, la stima verrà fatta **CURRENT_TIMESTAMP** della settimana precedente per 15 minuti in avanti, se un livello ha una durata di 1 ora, il suggerimento non verrà fatto
- Si considera l'eccesso di produzione. Se un livello ha una durata di 10 minuti, si considerano tutti i 15 minuti

Per quanto riguarda i dispositivi a consumo variabile e fisso ?

Ricordiamo che questi tipi di dispositivi possono essere accesi in un determinato momento ma non sappiamo in che momento vengono spenti.

In questo caso i suggerimenti non vengono fatti. Infatti non ha senso creare dei suggerimenti per dei dispositivi che non hanno un ciclo⁹⁶.

5.5 - Operazione Stima consumo impostazione dispositivi

Un'altra operazione da implementare sarà la stima del consumo di una determinata impostazione in un determinato giorno.

Se facciamo attenzione, la stima del consumo di una determinata impostazione è data dal consumo del livello che abbiamo utilizzato, la media calcolata oppure(se mai utilizzato) il consumo massimo del dispositivo sommato al consumo per il **mantenimento di una determinata temperatura**.

Analizziamo il consumo per il mantenimento della temperatura. E' pressoché impossibile riuscire ad analizzare le molteplici variabili che permettono di eseguire il calcolo perfetto.

In questo caso ipotizziamo di avere un "**Livello di dispersione dell'edificio**"⁹⁷ e un "**Livello di efficienza energetica dell'edificio**"⁹⁸ entrambi noti. Dovremo inoltre sapere la **temperatura interna ed esterna iniziale**⁹⁹.

Detto questo, torniamo alla nostra operazione: Data un'impostazione per un condizionatore con un livello in una stanza e in un periodo, ipotizzando voglia fare una stima per il giorno "G1" e il mese "M1", dovremo considerare il consumo medio del livello, e calcolare la stima per mantenere la temperatura stabile. Il progetto non spiega come calcolare questa specifica, quindi ipotizziamo che per riscaldare e raffreddare la stanza di 1 grado dovremo consumare 1 KW.

Un altro particolare a cui dovremo fare attenzione si tratta del giorno e del mese in cui vorremmo fare la stima. E se "G1" ed "M1" si trovano nel futuro ? come posso sapere la temperatura iniziale interna ed esterna della stanza nel futuro ? l'unico modo è stimarla.

L'idea principale viene descritta in questo elenco:

- Dovremo andare indietro nel tempo, considerare il giorno "G1" e il mese "M1" nel corso degli anni passati
- Fare una media di tutte le temperature interne/esterne delle varie stanze negli anni

⁹⁶ Questo vincolo è considerabile anche come business rules

⁹⁷ Il livello di dispersione dell'edificio stabilisce il flusso di calore medio che passa per metro quadrato di superficie attraverso una struttura(casa) che separa due ambienti con temperature diverse.

⁹⁸ Ogni edificio è caratterizzabile con una classe energetica(A+, A, B, C, D, E, F)

⁹⁹ sarà possibile grazie ad un termometro interno e uno esterno che ogni giorno più volte al giorno registra la temperatura interna ed esterna

- Considerare la temperatura minima e massima
- Calcolare la percentuale di quanto si discosta la media delle temperature dalla temperatura minima e massima
- Fare le media delle percentuali trovate al punto precedente
- Il risultato sarà quindi la media delle temperature interne ed esterne nel corso degli anni con la media della percentuale di ipotetico errore

Questo ci fa capire quanto sia importante misurare la temperatura interna/esterna ogni giorno, anche più volte al giorno, delle varie stanze.

6 - Traduzione verso il modello relazionale

6.1 - Modello relazionale

6.1.1 - Area Generale

• Account(e_mail , nomeUtente, PrivilegioFasce, password, <i>IDDomandaSicurezza</i> , RispostaSicurezza, <i>Codice_Fiscale</i>)
• Utente(CodiceFiscale , Nome, DataNascita, Cognome, NumeroTelefono, <i>NumeroDocumento</i>)
• DocumentoDiRiconoscimento(NumeroDocumento , <i>Tipologia</i> , Scadenza)
• Privilegi(e_mail , IDDispositivo)
• Stanza(IDStanza , Larghezza, Lunghezza, NomeStanza, PianoEdificio)
• Porta(stanzaPrecedente , stanzaSuccessiva)
• PortaFinestra(stanzaPrecedente , stanzaSuccessiva , PuntoCardinale)

• PuntoCardinale(PuntoCardinale)
• Finestra(PuntoCardinale , <i>IDStanza</i>)
• Tipo(Tipo , ente)
• DomandaSicurezza(IDDomandaSicurezza , DomandaSicurezza)

6.1.2 - Area Dispositivi

• Smart Plug(CodiceSmartPlug , Attiva)
• Dispositivo(IDDispositivo , NomeDispositivo, eliminato, <i>CodiceSmartPlug</i> , <i>NTipoDispositivo</i>)
• LOGDispositivi(IDDispositivo , TimestampInizio , TimeStampFine, <i>e_mail</i>)
• LOGLivello(IDDispositivo , TimestampInizio , IDLivello)
• Livello(IDLivello , NomeLivello, eliminato, durata, Proprietà, <i>NTipoDispositivo</i>)
• LogLivello(IDDispositivo , TimestampInizio , IDLivello)
• IMPOSTAZIONEDispositivi(IDDispositivo , TimestampInizio , TimeStampFine, <i>E_mail</i>)
• ImpLivello(IDDispositivo , TimestampInizio , IDLivello)
• Possiede(IDLivello , IDDispositivo)
• ProprietàLivello(IDProprietaLivello , ProprietàLivello)
• TipoDispositivo(NTipoDispositivo , TipoDispositivo)
• TipoLivello(NTipoLivello , TipoLivello)
• DispositivoACicloNonInterrompibile(IDDispositivo)
• LivelloConsumoEnergetico(IDLivello , Durata)
• PossiedeLCE(IDDispositivo , IDLivello)

6.1.3 - Area Energia

• SorgenteEnergiaRinnovabile(nSeriale , KWProdottiMedia, Tipo, <i>IDGruppoSorgenti</i>)
• GruppoSorgenti(IDGruppoSorgenti , DataAttivazione, numeroTotaleKWProdotti)
• StoricoProduzioneEnergia(TimestampInizio , TimestampFine , KWProdotti, <i>IDGruppoSorgenti</i> , CondizioneAtmosferica)
• CondizioneAtmosferica(CondizioneAtmosferica)
• Bolletta(IDFattura , InizioBolletta, FineBolletta, costoTotale, CodiceRete, CodiceFiscale)
• ReteStatale(CodiceRete , DataAttivazione, DataDisattivazione, Compagnia)
• Prelievo(TimeStamp , KWPrelevati, CodiceRete, <i>IDFascia</i>)
• Immissione(TimeStamp , KWImmessi, CodiceRete, <i>IDFascia</i>)
• Divisaln(CodiceRete , IDFascia)
• FasciaOraria(IDFascia , Costo KW)
• OrarioFasce(OrarioInizio , OrarioFine , <i>IDFascia</i>)
• Crea(OrarioInizio , OrarioFine , E_mail)
• UtilizzoSE(OrarioInizio , OrarioFine , <i>IDGruppoSorgenti</i>)
• UtilizzoRete(OrarioInizio , OrarioFine , CodiceRete)
• ConsumoGruppoSorgenti(TimeStamp , KWConsumati, <i>IDFascia</i> , <i>IDGruppoSorgenti</i>)
• Consumo Batteria(TimeStamp , KWConsumati, <i>IDFascia</i> , <i>IDBatteria</i>)
• Consumo Rete(TimeStamp , KWConsumati, <i>IDFascia</i> , CodiceRete)
• Batteria(CodiceBatteria , CapacitàMassima, KWAttuale)
• ImmissioneBatteria(TimeStamp , KWImmessi, CodiceBatteria)
• Suggerimento(TimeStamp , IDLivello , IDDispositivo , DuratAccensioneDispositivo, Scelto)
• ConsumoDispositivo(IDDispositivo , InizioAccensione , FineAccensione, KWConsumati)
• ConsumoLivello(IDDispositivo , InizioAccensione , IDLivello , IDCondizioneAtmosferica , DuratAccensioneDispositivo, Scelto)

6.1.4 - Area Comfort

Condizionatore(**IDDispositivo**, tempMax, tempMin)

SmartLight(IDDispositivo , TemperaturaMassima, IntensitàMassima)
LivelloDiUmidità(IDLivello , Proprietà)
Offre(IDLivello , IDDispositivo)
ImpostazioneCondizionatore(IDImpostazione , IDLivello , e_mail)
ImpostaCond(IDImpostazione , IDDispositivo)
ImpostazioneSmartLight(NumerolImpostazione , IDDispositivo)
Periodo(IDImpostazione , Giorno , Mese)
Giorno(Giorno)
Mese(Mese)
LOG Temp Condizionatore(TimestampInizio , IDDispositivo , Temperatura)
LOG Temp/Int SmartLight(TimestampInizio , IDDispositivo , kTemp, perclnt)
IMP Temp Condizionatore(TimestampInizio , IDDispositivo , Temperatura)
IMP Temp/Int SmartLight(TimestampInizio , IDDispositivo , kTemp, perclnt)
Possiede(IDStanza , IDEfficienzaEnergetica)
EfficienzaEnergetica(IDEfficienzaEnergetica , TemperaturalnizialeInterna, GiornoCalcolo, temperaturalnizialeEsterna, CoefficienteDiDissipazione, ConsumoKW)
MonitoraggioLuci(DataAccensione)
Accensione(DataAccensione , IDDispositivo , OraAccensione , OraSpegnimento)
Temperatura(IDStanza , Temperatura)
ConsumoTemperatura(TemperaturalnizialeInterna , TemperaturalnizialeEsterna , ConsumoKW)

6.2 - Vincoli di integrità referenziale

6.2.1 - Area Comfort

Oggetto	Referenza
Account - CodiceFiscale	Utente - CodiceFiscale
Utente - NumeroDocumento	Documento di Riconoscimento - NumeroDocumento
Privilegi - e_mail	Account - e_mail
Privilegi - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
PortaFinestra - StanzaSuccessiva	Starnazza - IdStanza
PortaFinestra - StanzaPrecedente	Stanza - IDStanza
PortaFinestra - StanzaSuccessiva	Stanza - IDStanza
PortaFinestra - PuntoCardinale	PuntoCardinale - PuntoCardinale
Porta - StanzaSuccessiva	Stanza - IDStanza
Porta - stanzaPrecedente	Stanza - IDStanza
Finestra - PuntoCardinale	PuntoaCardinale - PuntoCardinale
Finestra - IDStanza	Stanza - IDStanza
DocumentoDiRiconoscimento - Tipo	Tipo - Tipo
Account - IDDomandaSicurezza	DomandaSicurezza - IDDomandaSicurezza

6.2.2 - Area Dispositivi

Oggetto	Referenza
Dispositivo - NTipoDispositivo	TipoDispositivo - NTipoDispositivo
Dispositivo - CodiceSmartPlug	SmartPlug - CodiceSmartPlug
Dispositivo - IDStanza	Stanza - IDStanza
DispositivoAConsumoFisso - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
DispositivoACicloNonInterrompibile - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
DispositivoACicloVariabile - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
LOGDispositivi - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
IMPOSTAZIONEDispositivi - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo

LOGDispositivi - e_email	Utente - e_email
IMPOSTAZIONEDispositivi - e_email	Utente - e_email
ImpLivello - TimestampInizio, IDDispositivo	IMPOSTAZIONEDispositivi - TimestampInizio, IDDispositivo
ImpLivello - IDLivello	Livello - IDLivello
Livello - NTipoLivello	TipoLivello - NTipoLivello
logLivello - TimestampInizio, IDDispositivo	LOGDispositivi - TimestampInizio, IDDispositivo
logLivello - IDLivello	Livello - IDLivello
LivelloDiPotenza - IDLivello	Livello - IDLivello
LivelloDiConsumoEnergetico - IDLivello	Livello - IDLivello
LivelloDiConsumoEnergeticoPersonalizzato - IDLivello	Livello - IDLivello
LivelloDiPotenzaPersonalizzati - IDLivello	Livello - IDLivello
Caratterizza - IDLivello	LivelloDiConsumoEnergetico - IDLivello
Caratterizza - IDDispositivo	DispositivoACiloNonInterrompibile - IDDispositivo
Possiede - IDLivello	LivelloDiPotenza - IDLivello
Possiede - IDDispositivo	DispositivoACicloVariabile - IDDispositivo
CaratterizzaPersonalizzato - IDLivello	LivelloDiConsumoEnergeticoPersonalizzato - IDLivello
CaratterizzaPersonalizzato - IDDispositivo	DispositivoACiloNonInterrompibile - IDDispositivo
PossiedePersonalizzato - IDDispositivo	DispositivoACicloVariabile - IDDispositivo
PossiedePersonalizzato - IDLivello	LivelloDiPotenzaPersonalizzato - IDLivello
ProprietàLivello - IDProprietàLivello	ProprietàLivello - IDProprietàLivello
ProprietàLivello - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo

6.2.3 - Area Energia

Oggetto	Referenza
SorgenteEnergiaRinnovabile - IDGruppoSorgenti	GruppoSorgenti - IDGruppoSorgenti

StoricoProduzioneEnergia - IDGruppoSorgenti	GruppoSorgenti - IDGruppoSorgenti
StoricoProduzioneEnergia - condizioneAtmosferica	condizioneAtmosferica - CondizioneAtmosferica
Prelievo - CodiceRete	ReteStatale - CodiceRete
Immissione - CodiceRete	ReteStatale - CodiceRete
Divisaln - CodiceRete	ReteStatale - CodiceRete
Divisaln - IDFascia	FasciaOraria - IDFascia
Prelievo - IDFascia	FasciaOraria - IDFascia
Immissione - IDFascia	FasciaOraria - IDFascia
OrarioFasce - IDFascia	FasciaOraria - IDFascia
Crea - Oralnizio, OraFine	OrarioFasce - Oralnizio, OraFine
UtilizzoSE - Oralnizio, OraFine	OrarioFasce - Oralnizio, OraFine
UtilizzoRete - Oralnizio, OraFine	OrarioFasce - Oralnizio, OraFine
Crea - Utente	Utente - e_mail
UtilizzoSE - Utente	Utente - e_mail
UtilizzoRete - Utente	Utente - e_mail
ConsumoGruppoSorgenti - IDFascia	FasciaOraria - IDFascia
ConsumoBatteria - IDFascia	FasciaOraria - IDFascia
Suggerimento - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
SuggerimentoLivello - IDDispositivo, N.Suggerimento	Suggerimento - IDDispositivo, N.Suggerimento
SuggerimentoLivello - IDLivello	Livello - IDLivello

6.2.4 - Area Comfort

Oggetto	Referenza
Condizionatore - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
SmartPlug - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
LivelloDiUmidità - IDLivello	Livello - IDLivello

Offre - IDDispositivo	Condizionatore - IDDispositivo
Offre - IDLivello	LivelloDiUmidità - IDLivello
ImpostazioneCondizionatore - IDLivello	LivelloDiUmidità - IDLivello
ImpostazioneCondizionatore - e_mail	Account - e_mail
impostaCond - IDImpostazione	ImpostazioneCondizionatore - IDImpostazione
impostaCond - IDDispositivo	Dispositivo - IDDispositivo
Periodo - IDImpostazione	ImpostazioneCondizionatore - IDImpostazione
Periodo - Giorno	Giorno - Giorno
Periodo - Mese	Mese - Mese
ImpostazioneSmartLight - IDDispositivo	SmartLight - IDDispositivo
ImpostazioneSmartLight - e_mail	Account - e_mail
Compone - IDDispositivo, NumerolImpostazione	ImpostazioneSmartLight - IDDispositivo, NumerolImpostazione
Compone - NumerolImpostazioneTot	ImpostazioneTotaleSmartLight - NumerolImpostazioneTot
Possiede - IDStanza	Stanza - IDStanza
Possiede - IDEfficienzaEnergetica	EfficienzaEnergetica - IDEfficienzaEnergetica
Temperatura - IDStanza	Stanza - IDStanza
Temperatura - TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna	ConsumoTemperatura - TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna

6.3 - Normalizzazione

6.3.1 - Area Generale

- Account(**e_mail**, password, nomeUtente, privilegioFasce, domandaSicurezza, rispostaSicurezza)

e_email \Rightarrow password, nome, cognome, PrivilegioFasce, domandaSicurezza, rispostaSicurezza

e_email, domandaSicurezza \Rightarrow rispostaSicurezza

In questi casi l'attributo “e_email, domandaSicurezza” determina “rispostaSicurezza” ma non crea una ridondanza (la coppia “e_email, domandaSicurezza”).

L'entità non si trova in Boyce Codd-Normal form. Infatti essendo “rispostaSicurezza” che dipende funzionalmente da “e-mail, DomandaSicurezza” dovremo normalizzare scrivendo:

- Account(**e_mail**, password, nomeUtente, privilegioFasce)
- DomandaSicurezza(**e_mail**, **DomandaSicurezza**, RispostaSicurezza)

In questo caso è ovvio che tutte le varie domande di sicurezza possibili devono essere memorizzate lato FRONT-END e quindi visualizzate al momento dell'inserimento.

Un'altra possibile soluzione è quella di memorizzare tutte le varie domande di sicurezza nel database in un'entità(DomandaSicurezza) dopodiché collegare con una relazione “Account” con “DomandaSicurezza” relazione uno a molti e memorizzare all'interno dell'entità “Utente” solo l'attributo “RispostaSicurezza”. In questo modo eviteremo la ridondanza della “DomandaSicurezza” che, appunto, sono sempre le stesse.

- Account(**e_mail**, password, nomeUtente, privilegioFasce, RispostaSicurezza, **DomandaSicurezza**)
- DomandaSicurezza(**DomandaSicurezza**)

La nostra scelta ricadrà sulla seconda.

-
- Utente(**CodiceFiscale**, Nome, Cognome, DataNascita, NumeroTelefono)

CodiceFiscale \Rightarrow Nome, cognome, DataNascita, NumeroTelefono

In questo caso l'entità è già normalizzata in Boyce Codd quindi non dovremo modificare l'entity.

- DocumentoRiconoscimento(**NumeroDocumento**, Tipologia, ente, scadenza)

NumeroDocumento \Rightarrow Tipologia, Scadenza

Tipologia \Rightarrow ente

In questo caso la tabella non è in Boyce Codd, per normalizzare dovremo dividere l'entità in due entità con chiavi “NumeroDocumento” e “Tipologia”

- DocumentoRiconoscimento(**NumeroDocumento**, scadenza, *Tipo*)
 - **Tipo**(**Tipo**, Ente)
-

- Privilegi(**e_mail**, **IDDispositivo**)

Si tratta solamente di dipendenze funzionali banali

- Stanza(**IDStanza**, Larghezza, Lunghezza, NomeStanza, PianoEdificio)

IDStanza \Rightarrow Larghezza, Lunghezza, NomeStanza, PianoEdificio

Essendo un ID è naturale che determini tutta la tupla, di conseguenza non importa normalizzare poiché è già normalizzato

- PuntoCardinale(**PuntoCardinale**)

Si tratta di un solo attributo chiave, quindi ha un'unica dipendenza funzionale banale dello stesso attributo

- PortaFinestra(**StanzaSuccessiva**, **StanzaPrecedente**, **PuntoCardinale**)

Si tratta di 3 chiavi, quindi sono delle dipendenze funzionali banali

- Finestra(**IDStanza**, **PuntoCardinale**)

Si tratta di due chiavi e di conseguenza di dipendenze funzionali banali

- Porta(**StanzaPrecedente**, **StanzaSuccessiva**)

Si tratta di due chiavi e quindi dipendenze funzionali banali.

6.3.2 - Area Dispositivi

- Dispositivo(**IDDispositivo**, NomeDispositivo, Eliminato, MediaKWConsumati)

$\text{IDDispositivo} \Rightarrow \text{NomeDispositivo, Eliminato, MediaKWConsumati}$

Avendo come chiave primaria un ID è normale che esso identifichi tutta la tupla e di conseguenza è già in Boyce Codd

- ProprietàLivello(**IDProprietàLivello**, ProprietàLivello)

$\text{IDProprietàLivello} \Rightarrow \text{ProprietàLivello}$

Anche in questo caso l'entità è già stata normalizzata poichè la chiave primaria identifica univocamente tutta la tupla

- TipoDispositivo(**NTipoDispositivo**, TipoDispositivo)

$\text{NTipoDispositivo} \Rightarrow \text{TipoDispositivo}$

La chiave primaria identifica univocamente la tupla quindi non dovremmo normalizzare l'entità

- SmartPlug(**CodiceSmartPlug**, attiva)

$\text{CodiceSmartPlug} \Rightarrow \text{attiva}$

Anche in questo caso la chiavetta identifica univocamente tutta la tupla e quindi abbiamo già una forma normale di Boyce Codd

- DispositivoAConsumoFisso(**IDDispositivo**, ConsumoKW/h)

$\text{IDDispositivo} \Rightarrow \text{ConsumoKW/h}$

La PK che in questo caso si tratta di un ID identifica tutta la tupla quindi l'entità è già in BCNF

- DispositivoAConsumoVariabile(**IDDispositivo**, MediaConsumoKw)

IDDispositivo \Rightarrow MediaConsumoKW

La PK che in questo caso si tratta di un ID identifica tutta la tupla quindi l'entità è già in BCNF

- DispositivoACicloNonInterrompibile(**IDDispositivo**, MediaConsumoKw)

IDDispositivo \Rightarrow MediaConsumoKW

La PK che in questo caso si tratta di un ID identifica tutta la tupla quindi l'entità è già in BCNF

- Possiede(**IDDispositivo**, **IDLivello**)

Si tratta di due PK quindi la dipendenza funzionale è banale.

- Livello(**IDLivello**, NomeLivello)

IDLivello \Rightarrow NomeLivello

L'ID permette di identificare univocamente quella tupla quindi è già in BCNF

- LOGDispositivi(**TimeStampInizio**, **IDDispositivo**, e-mail)

TimeStampInizio, IDDispositivo \Rightarrow e_mail

In un preciso istante quel dispositivo è acceso da un utente specifico. Questa entità è già in Boyce Codd poiché abbiamo la completezza della chiave a sinistra

- IMPOSTAZIONEDispositivi(**TimeStampInizio**, **IDDispositivo**, e-mail)

TimeStampInizio, IDDispositivo \Rightarrow e_mail

In un preciso istante del futuro quel dispositivo è acceso da un utente specifico. Questa entità è già in Boyce Codd poiché abbiamo la completezza della chiave a sinistra

- LogLivello(**TimeStampInizio**, **IDDispositivo**, **IDLivello**)

Si tratta di tre chiavi. E quindi dipendenze funzionali banali.

- ImpLivello(**TimeStampInizio**, **IDDispositivo**, **IDLivello**)

Si tratta di tre chiavi. E quindi dipendenze funzionali banali.

- TipoLivello(**NTipoLivello**, TipoLivello)

$NTipoLivello \Rightarrow TipoLivello$

Questa entità è già in BCNF

6.3.3 - Area Energia

- SorgenteEnergiaRinnovabile(**n.Seriale**, tipo, kwProdottiMedia)

$n.Seriale \Rightarrow tipo, kwProdottiMedia$

In questo caso siamo già in una forma di Boyce Codd, quindi non dovremo normalizzare niente.

- GruppoSorgenti(**IDGruppoSorgenti**, DataAttivazione, NumeroTotaliKwProdotti)

$IDGruppoSorgenti \Rightarrow DataAttivazione, numeroTotaliKWProdotti$

Essendo un ID, la chiave primaria determinerà tutta la tupla e di conseguenza anche in questo caso siamo in una forma già normalizzata di Boyce Codd

- Suggerimento(**IDDispositivo**, **NSuggerimento**, DurataAccensioneDispositivo, KWperSugg, Scelto)

$IDDispositivo, NSuggerimento \Rightarrow DurataAccensioneDispositivo, KWPerSugg, Scelto$

La combinazione delle due chiavi sopra mostrate permettono di identificare la tupla completamente e di conseguenza la tabella è già in forma normale

- StoricoProduzioneEnergia(**TimeStampInizio**, **TimeStampFine**, kwProdotti)

$TimeStampInizio, TimeStampFine \Rightarrow KWProdotti$

Anche in questo caso la combinazione delle due chiavi identifica la tupla e di conseguenza siamo già in una forma normale di BoyceCodd

- CondizioneAtmosferica(**CondizioneAtmosferica**)

La tabella è composta da un solo attributo e di conseguenza l'unica dipendenza funzionale sarebbe banale.

- Bolletta(**IDBolletta**, inizioBolletta, fineBolletta, costoTotale)

IDBolletta \Rightarrow inizioBolletta, fineBolletta, costoTotale

La bolletta è formata da un iD che mi identifica univocamente la tuba; già in forma normale.

- ReteStatale(**CodiceRete**, Compagnia, dataAttivazione, dataDisattivazione)

CodiceRete \Rightarrow Compagnia, dataAttivazione

Il codice rete anche in questo caso è un ID univoco che permette l'identificazione della tupla intera

- Prelievo(**TimeStampInizio**, **TimeStampFine**, KWPrelevati)

TimeStampInizio, **TimeStampFine** \Rightarrow KWProdotti

L'unione dei due attributi determina l'intera tupla. Entità già in BCNF

- Immissione(**TimeStampInizio**, **TimeStampFine**, KWImmessi)

TimeStampInizio, **TimeStampFine** \Rightarrow KWImmessi

L'unione dei due attributi determina l'intera tupla. Entità già in BCNF

- FasciaOraria(**IDFascia**, costoKW)

IDFascia \Rightarrow costoKW

Essendo un ID identifica univocamente l'intera tupla

- OrarioFasce(**OraInizio**, **OraFine**)

L'entità ha solo chiavi primarie, quindi si tratta di una dipendenza funzionale banale, non considerabile da normalizzare

- ImmissioneBatteria(**TimeStampInizio**, **TimeStampFine**, KWImmessi)

TimeStampInizio, TimeStampFine \Rightarrow KWImmessi

L'unione delle due chiavi determina l'intera tupla

- Batteria(**CodiceBatteria**, capacitàMassima, dataAttivazione)

CodiceBatteria \Rightarrow capacitàMassima, DataAttivazione

Il codice di una batteria è sostanzialmente un ID univoco che determina la tupla

- ConsumoBatteria(**TimeStampInizio**, **TimeStampFine**, KWConsumati)

TimeStampInizio, TimeStampFine \Rightarrow KWImmessi

L'unione delle due chiavi determina l'intera tupla

- ConsumoGruppoSorgenti(**TimeStampInizio**, **TimeStampFine**, KWConsumati)

TimeStampInizio, TimeStampFine \Rightarrow KWImmessi

L'unione delle due chiavi determina l'intera tupla

6.3.4 - Area Comfort

- Condizionatore(**IDDispositivo**, TempMax, TempMin)

IDDispositivo \Rightarrow TempMax, TempMin

Si tratta di un ID e quindi identifica tutta la tupla univocamente. Questo significa che non è necessario normalizzare poiché è già in Boyce Codd

- LivelloDiUmidità(**IDLivello**, Proprietà)

IDLivello \Rightarrow Proprietà

Anche in questo caso l'entità è già in forma normale

- Offre(**IDLivello**, **IDDispositivo**)

Entità con solo attributi chiave. Non è necessario Normalizzare.

- SmartLight(**IDDispositivo**, TemperaturaMassima, IntensitàMassima)

IDDispositivo ⇒ TemperaturaMassima, IntensitàMassima

- ImpostazioneCondizionatore(**IDImpostazione**, Temperatura)

IDImpostazione ⇒ Temperatura

Non è necessario normalizzare poiché già in Boyce Codd

- ImpostaCond(**IDImpostazione**, **IDDispositivo**)

Si tratta di un'entità con solo attributi chiave. Non è necessario Normalizzare.

- ImpostazioneSmartLight(**NImpostazione**, **IDDispositivo**, KTemp, PerCInt)

NImpostazione, IDDispositivo ⇒ KTemp, PerCInt

L'unione delle due PK forma la chiave univoca che permette di andare a identificare univocamente la tupla. Già in Boyce Codd

- Compone(**NImpostazione**, **IDDispositivo**, **NImpostazioneTotale**)

Entità con solo attributi chiave. Non è Necessario Normalizzare.

- ImpostazioneTotaleSmartLight(**NImpostazioneTotale**)

Entità con solo attributi chiave. Non è Necessario Normalizzare.

- Periodo(**Giorno**, **IDImpostazione**, **Mese**)

Entità con solo attributi chiave. Non è Necessario Normalizzare.

- Giorno(**Giorno**)

Entità con solo attributi chiave. Non è Necessario Normalizzare.

- Mese(**Mese**)

Entità con solo attributi chiave. Non è Necessario Normalizzare.

- Possiede(**IDStanza**, **IDEfficienzaEnergetica**)

Entità con solo attributi chiave. Non è Necessario Normalizzare.

- Temperatura(**IDStanza**, **TStampRilevazione**, TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna, ConsumoKW)

IDStanza,TStampRilevazione⇒ TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna

TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna ⇒ ConsumoKW

Come si vede dalle dipendenze funzionali, l'entità non è in BCNF, si potrà normalizzare in questo modo

- Temperatura(**IDStanza**, **TStampRilevazione**, TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna)
- ConsumoTemperatura(**TemperaturalnizialeEsterna**, **TemperaturalnizialeInterna**, ConsumoKW)

Consideriamo come chiavi secondarie *TemperaturalnizialeEsterna*, *TemperaturalnizialeInterna* che diventeranno chiavi primarie per la seconda tabella.

6.4 - Dipendenze funzionali da decomporre

In questo paragrafo andremo ad elencare tutte le dipendenze funzionali che dovranno essere composte in una nuova entità, in generale dove è necessario applicare criteri di normalizzazione.

6.4.1 - Area Generale

- **Account** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre
e_mail, DomandaSicurezza ⇒ RispostaSicurezza
N.B. Ogni password è univoca a causa della memorizzazione del suo codice Hash, e in quanto tale fa nascere dipendenze banali
- **Utente** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
N.B. Ogni utente ha uno e un solo n° di cellulare, il quale non può essere condiviso tra 2 persone
- **DocumentodiRiconoscimento** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre:
Tipo ⇒ Ente

- **Privilegi** (tutti i campi compongono la chiave)
- **Stanza** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Porta** (tutti i campi compongono la chiave)
- **PortaFinestra** (tutti i campi compongono la chiave)
- **PuntoCardinale** (tutti i campi compongono la chiave)
- **Finestra** (tutti i campi compongono la chiave)

6.4.2 - Area Dispositivo

- **SmartPlug** (non abbastanza campi per formare relazioni non banali)
- **Dispositivo** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre:
 - **LOGDispositivi** ⇒ 0 dipendenza funzionale da decomporre
 - **LOGLivello** ⇒ (tutti i campi compongono la chiave)
 - **Livello** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
 - **LOGLivello** ⇒ (tutti i campi compongono la chiave)
 - **IMPOSTAZIONEDispositivi** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
 - **ImpLivello** ⇒ (tutti i campi compongono la chiave)
 - **DispositivoAConsumoFisso** (dipendenze banali)
 - **DispositivoACicloVariabile** (dipendenze banali)
 - **DispositivoACicloNonInterrompibile** (dipendenze banali)
 - **LivelloDiConsumoEnergetico** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre:
 - **LivelloDiPotenza** (dipendenze banali)
 - **Caratterizza** (tutti i campi compongono la chiave)
 - **Possiede** (tutti i campi compongono la chiave)

6.4.3 - Area Energia

- **SorgenteEnergiaRinnovabile** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre:
KWProdottiMedia ⇒ Tipo
- **GruppoSorgenti** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **StoricoProduzioneEnergia** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **CondizioneAtmosferica** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **Bolletta** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **ReteStatale** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Prelievo** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Immissione** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Divisaln** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **FasciaOraria** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **OrarioFasce** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **Crea** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **UtilizzoSE** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **UtilizzoRete** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **ConsumoGruppoSorgenti** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **ConsumoBatteria** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **ConsumoRete** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **Batteria** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre

- **ImmissioneBatteria** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Suggerimento** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre

6.4.4 - Area Comfort

- **Condizionatore** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **SmartLight** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **LivelloDiUmidità** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Offre** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **ImpCondizionatore** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **ImpostaCondizionatore** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **ImpostazioneSmartLight** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **Periodo** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **Giorno** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **Mese** (tutti i campi costituiscono la chiave)
- **LOG Temp Cond** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **LOG Temp/Int SmartLight** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **IMP Temp Cond** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **IMP Temp/Int Smart Light** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Possiede** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **EfficienzaEnergetica** ⇒ 0 dipendenze funzionali da decomporre
- **Temperatura** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre:
IDStanza, TStampRilevazione ⇒ TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna
TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna ⇒ ConsumoKW

Totale dipendenze funzionali: 3

- **Account** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre:
e_mail, DomandaSicurezza ⇒ Risposta
- **DocumentodiRiconoscimento** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre:
Tipo ⇒ Ente
- **Temperatura** ⇒ 1 dipendenza funzionale da decomporre:
IDStanza, TStampRilevazione ⇒ TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna
TemperaturalnizialeEsterna, TemperaturalnizialeInterna ⇒ ConsumoKW

6.5 - BCNF

Di seguito si rappresenta la decomposizione delle dipendenze funzionali per ottenere la forma normale di Boyce-Codd.

6.5.1 - Account

e_mail	password	nomeUtente	PrivilegioFasce	Domanda Sicurezza	Risposta Sicurezza
e1	p1	n1	p1	D1	R1
e2	p2	n2	p1	D1	R2

e_mail	passwor d	nomeUten te	Privilegi oFasce
e1	p1	n1	p1
e2	p2	n2	p1

e_mail	Rispost a	Domand aSicurez za
e1	r1	d1
e2	r2	d1

La decomposizione effettuata garantisce che non ci siano perdite, dato che **DomandaSicurezza** è chiave per la seconda relazione, eseguendo il join si ottiene la tabella di partenza.

6.5.2 - Documento di Riconoscimento

NumeroDocumento	Tipo	Scadenza	Ente
N1	T1	S1	E1
N2	T2	S2	E2

Numero Documento	Scadenza	Tipo
N1	S1	T1
N2	S2	T2

Tipo	Ente
T1	E1
T2	E2

La decomposizione effettuata garantisce che non ci siano perdite, dato che **Tipo** è chiave per la seconda relazione, eseguendo il join si ottiene la tabella di partenza.

6.5.4 - Temperatura

IDStanza	TimeStampRilevazione	TemperaturalnizialeEsterna	TemperaturalnizialeInterna	ConsumoKW
S1	T1	TIE1	TII1	C1
S2	T2	TIE1	TII1	C2

IDStanza	TimeStampRilevazione	TemperaturalnizialeEsterna	TemperaturalnizialeInterna
S1	T1	TIE1	TII1
S2	T2	TIE1	TII1

TemperaturalnizialeEsterna	TemperaturalnizialeInterna	Consumo KW
TIE1	TII1	C1
TIE1	TII1	C2

La decomposizione effettuata garantisce che non vi siano perdite, dato che **TemperaturalnizialeEsterna**, **TemperaturalnizialeInterna** è chiave per la seconda relazione, eseguendo il join si ottiene la tabella di partenza.

7 - Vincoli Generici

Di seguito vengono riportati i vincoli generici applicati sulle rispettive relazioni, insieme alle business rules.

7.1 - Area Generale

Account - Ogni password è univoca a causa della memorizzazione del suo codice hash, il quale per motivi legati alla complessità di dover introdurre una funzione di hash all'interno del progetto non è effettivamente inserito.

Si considera però ogni password diversa dalle altre, in modo da poter simulare quanto descritto sopra.

Utente - Gli utenti hanno uno e un solo n° di cellulare, il quale non può essere condiviso tra 2 utenti diversi, quindi non possiamo trovare due numeri di telefono identici.

DocumentodiRiconoscimento - I documenti accettati dal database sono i 3 principali utilizzati in Italia: Carta d'identità, Patente di Guida e Passaporto.

Altri tipi di documento non verranno accettati grazie a una funzionalità di front-end¹⁰⁰ che comunicherà all'utente l'invalidità del documento inserito.

La data di scadenza di un documento è ritenuta valida finché non si raggiunge il giorno stesso della scadenza, ad es. se la patente di Mario Rossi scade il 02-01-2022, da quel giorno non sarà considerata più valida, e dovrà essere sostituita.

Stanza - I valori della lunghezza e della larghezza non possono generare un'area più grande dell'area effettiva della casa, calcolata in base alla somma delle aree delle stanze a piano terra.

¹⁰⁰ Questa funzionalità verrà implementata tra le operazioni, di conseguenza non verrà considerata per quanto riguarda la gestione dei vincoli con i trigger

7.2 - Area Dispositivi

Dispositivo - Il nome del dispositivo si riferisce a quale classe di dispositivo appartiene, ad es. Smart Device, TV, SmartLight ecc.

LOGs - I dati contenuti nei log vengono mantenuti per una durata scelta dall'utente, il quale può eliminare un log tramite l'applicazione.

ImpostazioneDispositivi - Due impostazioni differenti per uno stesso dispositivo non possono essere attive nello stesso lasso di tempo.

Nel caso in cui un utente inserisca un'impostazione per un dispositivo che si sovrappone a un'altra sempre per **quel** dispositivo, all'utente verrà chiesto se sostituire l'impostazione precedente o annullare l'operazione (funzionalità front-end)¹⁰¹.

Accensione Dispositivo - Un determinato dispositivo può essere acceso solo se la smart plug ad esso collegata è "attiva"

Spegnimento Dispositivo - Un dispositivo acceso da un determinato utente potrà essere spento solo dallo stesso utente

7.3 - Area Energia

StoricoProduzioneEnergia - La registrazione della produzione energetica avviene a intervalli di 15', ossia utilizza una memorizzazione sincrona.

Bolletta - Il costo totale della bolletta può essere negativo se le immissioni di corrente in rete superano i prelievi.

7.4 - Area Comfort

EfficienzaEnergetica - Il calcolo viene effettuato ogni volta che scatta un'impostazione.

Condizionatore - La temperatura nelle impostazioni o nel log deve essere compresa tra la temperatura minima e massima del condizionatore

SmartLight - La temperatura in K deve essere compresa tra la minima e la massima

ImpostazioneCondizionatore - le impostazioni per una stanza devono riguardare condizionatori situati in quella stanza

¹⁰¹ Vedi nota 18

8 - Analytics (Apriori)

In questa sezione viene spiegata la funzione di Data Analytics introdotta con l'utilizzo dell'algoritmo di data mining Apriori.

Quest'ultimo permette di risalire alle **Regole di Associazione** che legano l'utilizzo di un dato dispositivo con uno o più altri.

Per iniziare abbiamo stabilito una soglia di **Supporto** minimo, che indicherà quali item, o insiemi di item verranno scartati durante il processo.

Il Supporto è definito come la frequenza con la quale gli item compaiono nei dati, Matematicamente, dato un elemento generico A:

$$Supp(A) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{Freq(A)}{N}$$

Successivamente stabiliamo una soglia di **Confidenza**, che determina come l'elemento B è comprato quando è comprato l'elemento A, espresso come $A \Rightarrow B$. Aiuta a scremare le transazioni¹⁰², indicando tra quelle che contengono A, quante contengono anche B.

Matematicamente, dati due item generici A e B:

$$Conf(A \Rightarrow B) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{Supp(A \cup B)}{Supp(A)}$$

8.1 Terminologia

- **Itemset**: gli item che vengono associati tra loro. Ad esempio 1 itemset è un articolo con un elemento ($\{a\}$, $\{b\}$, $\{c\}$), 2 itemset significa avere 2 articoli come ad esempio $\{a, b\}$, $\{c, d\}$, $\{a, c\}$. Infine k itemset, k item ($\{i_1, i_2, \dots, i_k\}$, $\{j_1, j_2, \dots, j_k\}$).
- **Candidati**: sono gli item che vengono utilizzati ad ogni fase per essere uniti con itemset frequenti dell'iterazione precedente (L_{k-1}). Vengono denominati con la lettera C_k .
- **Itemset Frequenti**: gli itemset frequenti sono quelli che hanno un supporto minimo, che non viene eliminato con la potatura (vedi sotto). Quelli di ampiezza k sono denominati con L_k .
- **Join step**: in questa fase si creano L_k , unendo un set di k candidati generati (C_k) con L_{k-1} . Ad esempio, un itemset a un elemento è fatto per auto-unirsi con se stesso (ma item differente) per generare un itemset a due item.

¹⁰² Una transazione è identificata come l'immagazzinamento dei dati da parte dell'applicazione durante 15 minuti

- **Pruning** (Potatura): La potatura analizza il conteggio di ciascun elemento nel database e se l'elemento candidato (C_k) non soddisfa il supporto minimo, viene considerato poco frequente e quindi rimosso. Questo passaggio viene eseguito per ridurre le dimensioni degli articoli candidati.

8.2 Apriori

Segue ora una breve spiegazione del funzionamento dell'algoritmo Apriori

1- Conteggio degli item

In questa fase vengono conteggiati gli item singolarmente in tutte le transazioni. Di conseguenza avremo la serie di candidati C_1 .

Si escludono gli item che non raggiungono il supporto minimo.

L'algoritmo mantiene gli item che verificano la condizione di supporto, scartando i rimanenti (potatura).

2 - Formare itemset da 2 articoli ($k = 2$)

Ogni articolo viene ora associato agli altri presenti nella tabella precedente (L_1) in modo da poter valutare le relazioni tra di essi e creare la tabella C_2 . Non importa l'ordine con cui ciò avviene perché in questa sede l'associazione Mela \Rightarrow Pera, ad esempio è uguale a Pera \Rightarrow Mela. Successivamente contiamo quante volte queste associazioni sono presenti nella tabella iniziale. Nuovamente si effettua la potatura degli itemset che non arrivano al supporto minimo, creando la tabella L_1 .

3 - Iterazioni successive e condizioni di arresto

Si ripete la procedura, facendo attenzione che tutti i sottoinsiemi a $k - 1$ elementi devono essere inclusi nel set di item frequenti di $k - 1$ elementi (L_{k-1}). Quindi avremo solamente il successivo candidato (C_k).

L'algoritmo si arresta quando non vengono trovati itemset frequenti al passo $k + 1$.

Dalla tabella C_k verranno quindi generate le regole di associazione che saranno, in generale $k^2 - 2$

8.3 - Implementazione

Segue ora una spiegazione dettagliata di come l'algoritmo è stato implementato nell'applicazione "My Smart Home".

8.3.1 - Individuazione delle transazioni

L'algoritmo Apriori ha bisogno degli identificatori delle transazioni, in questo caso, nel contesto dell'algoritmo una transazione è identificata come un insieme di ITEM in un lasso di tempo ben determinato.

Transazione	Lista di prodotti
1	Mela, Pera, Latte
2	Pera, Latte, Burro
3	Burro, Pane
4	Mela, Pera, Burro
5	Mela, Pera, Latte, Pane
6	Mela, Pera, Latte, Burro

Nella foto a sinistra si tratta di un contesto più semplice del nostro. Per capire il concetto, facciamo un parallelismo con un supermercato: Ipotizziamo che ogni volta che una persona va alla cassa e compra degli oggetti, essa è una transazione. Applicando al nostro caso, non possiamo considerare una sessione di lavoro preimpostata e considerarla

come transazione, considereremo un'ora come un lasso di tempo per una transazione. Quindi ogni dispositivo acceso in un ora fa parte di una singola transazione.

Per fare questo ci viene in aiuto la tabella "LOGDISPOSITIVO".

Ricordiamo che in questa tabella sono presenti tutte le interazioni dei vari utenti con i vari dispositivi e il timestamp di accensione. Dovremo quindi raggruppare ogni timestamp di accensione per il mese, giorno e ora, tutti i vari dispositivi accesi in ogni raggruppamento fanno parte di una transazione.

```
CREATE TEMPORARY TABLE LOGTarget
SELECT DISTINCT MONTH(LD.TimestampInizio) AS Mese, DAY(LD.TimestampInizio) AS Giorno, HOUR(LD.TimestampInizio) AS Ora, LD.IDDispositivo
FROM LOGDISPOSITIVO LD
NATURAL JOIN
DISPOSITIVO D
WHERE D.NTipoDispositivo = 1 OR D.NTipoDispositivo = 2 OR D.NTipoDispositivo = 3;
```

Notiamo nella figura sopra, la keyword DISTINCT, infatti se in un'ora un dispositivo è stato acceso due volte non ha senso considerare nella transazione, l'obiettivo dell'algoritmo consiste nel trovare gli item più frequenti per trovare quindi la combinazione di accensione dei dispositivi più frequente. Non ha senso considerare un dispositivo acceso più volte, sarebbe come dire che un dispositivo accende se stesso.

8.3.2 - Conteggio items frequenti

Trovate le transazioni target, dovremo considerare gli items più frequenti.

Con items più frequenti si intende tutti i dispositivi (nel nostro caso) e combinazione di dispositivi che sono stati accesi un numero di volte maggiore di un determinato valore soglia che scegiamo noi.

Vediamo tutti i passaggi singolarmente:

1. troviamo il valore soglia: Normalmente viene trovato considerando il numero totale di tuple delle transazioni moltiplicato per una percentuale che decidiamo noi. Nel nostro caso abbiamo deciso una percentuale del (5%)*(numero transazioni)
2. A questo punto consideriamo gli items presi direttamente dal Log dispositivi. Ovvero tutti gli items target che compaiono nella tabella. Riprendendo l'esempio precedente avremo una situazione come in figura a destra.
3. dovremo contare quante volte ogni singolo prodotto (Dispositivo nel nostro caso), appare nelle varie transazioni (figura a destra).
4. dovremo quindi fare un'operazione di pruning. Ovvero tutti i prodotti che appaiono meno del valore soglia trovato al punto 1 verranno eliminati poiché considerati non frequenti (figura a destra considerando come valore soglia 3).
5. per concludere dovremo fare un self-join con la stessa tabella dei dispositivi/prodotti. In questo modo troveremo tutte le varie combinazioni di coppie di prodotti e torniamo al punto 3.
Attenzione, come notiamo anche nella figura a destra non si tratta della somma dei singoli prodotti, ma di quante volte i prodotti appaiono contemporaneamente.

Prodotti	Conteggio
Mela	4
Pera	5
Latte	4
Burro	4
Pane	2

Prodotti	Conteggio
Mela	4
Pera	5
Latte	4
Burro	4

Prodotti	Conteggio
Mela, Pera	4
Mela, Latte	3
Mela, Burro	2
Pera, Latte	4
Pera, Burro	3
Latte, Burro	2

Il criterio di fermata del ciclo si consiste nel considerare o quando il totale delle tuple della tabella(dopo n self-join) è pari a 1, oppure quando è pari a 0 e quindi considereremo come frequenti le tuple della tabella pre self-join.



Algoritmo Apriori diagramma di flusso

Per quanto riguarda la nostra realtà di interesse, una volta trovate le transazioni target, abbiamo creato una tabella pivot dinamica che ci permetta di capire a colpo d'occhio quali dispositivi in quali transazioni sono stati accesi.

TabellaPivot

Mese	Giorno	Ora	32	7	33	51	6	42	49	27	35	34	8	26	24	55	28	25
11	5	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	6	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	6	22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	6	23	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	7	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	7	8	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	7	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	7	16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
11	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	8	10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	8	12	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	8	17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
11	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	9	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Nella figura a sinistra, si può vedere come viene creata la tabella PIVOT. Sulle righe ci sono tutte le transazioni, che, come abbiamo detto in precedenza, si tratta di Mese, Giorno e Ora.

Nelle colonne invece ci sono tutti i dispositivi coinvolti nelle transazioni. Dove è presente 1 significa che in quella transazione quel dispositivo è stato acceso/coinvolto.

Come si può vedere dalla figura in una singola transazione è probabile che ci siano più dispositivi coinvolti.

Nella figura precedente, notiamo che ad ogni singola transazione è associata una stringa di bit 0/1, questo concetto è fondamentale.

Transazione	IDIdentificativo
11-5-1	37120
11-5-11	16384
11-5-23	8192
11-6-3	4104
11-6-13	2080
11-6-22	1088
11-6-23	544
11-7-4	8192
11-7-8	20480
11-7-14	16388
11-7-16	256
11-8-1	130
11-8-3	64
11-8-10	8768

Andremo infatti a creare una tabella “*TemporaryTable*”, con la conversione da binario a decimale della stringa di bit associata ad ogni transazione, come in figura:

Il valore “*IDIdentificativo*” nella figura, rappresenta quindi un numero identificativo della transazione.

Per poter eseguire i conteggi, ovvero quante volte un item (o più items) è

Mese	Giorno	Ora	32	7	33	51	6	42	49	27	35	34	8	26	24	55	28	25
11	5	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	6	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	6	22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	6	23	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	7	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

presente (o sono presenti contemporaneamente), nelle varie transazioni, che con la tabella pivot si traduce con, quante volte è presente l’1 sotto un dispositivo, dovremo creare delle maschere per ogni dispositivo che permettono di eseguire un filtraggio della tabella pivot.

Capiamo meglio questo concetto, riprendiamo una parte della tabella pivot:

Poichè dovremo contare le varie occorrenze per ogni dispositivo e combinazioni di esse, la domanda è:

quanti 1 ci sono sotto il dispositivo 33(per esempio) ?

L'idea più intuitiva potrebbe essere quella di fare una SUM(33), però attenzione:

- 33 è una colonna
 - si tratta di join e tabelle dinamiche, non posso sapere quali dispositivi ho nelle varie colonne, non posso sapere quanti join e quindi sono limitato nel fare where e sum su più colonne
- L'idea è quella di azzerare tutta la tabella eccetto la colonna 33 ed infine contando quanti bit a 1 sono presenti.

Dobbiamo pensare in binario, seguiamo la tabella a fianco:

	23	33	45	5
	1	0	0	1
	0	1	1	0
	1	1	1	0
	0	0	0	1
	0	1	0	1
	0	0	1	0
	0	1	0	1
	0	1	0	0
	0	0	0	1
	0	1	0	0

dovremo quindi creare una maschera identificativa per ogni dispositivo secondo un criterio posizionale(tutti 0 e 1 nella stessa posizione del dispositivo nelle varie colonne).

Dispositivo	MascheraBit
25	1
28	2
55	4
24	8
26	16
8	32
34	64
35	128
27	256

Per poter quindi azzerare la tabella fuorché la colonna desiderata dovremo fare un **AND** bit a bit con tutte le righe di tutte le colonne restituendo quindi la colonna 33, sommiamo gli 1 e avremo il conteggio del dispositivo.

Vien da se che se volessi il conteggio dei dispositivi 33 e 45 dovrò fare l'and con la maschera '0110'.

Quindi la parte fondamentale sarà creare la tabella delle maschere come l'immagine qui a sinistra.

E' ovvio che le maschere saranno delle potenze di due poiché, in questo modo posso filtrare una tabella per un dispositivo e combinando le varie maschere filtro per due o più dispositivi.

Attenzione, notare che i dispositivi della tabella a sinistra sono disposti in modo decrescente rispetto alla [tabella pivot precedente](#), in questo modo possiamo rispettare la notazione posizionale per le varie maschere.

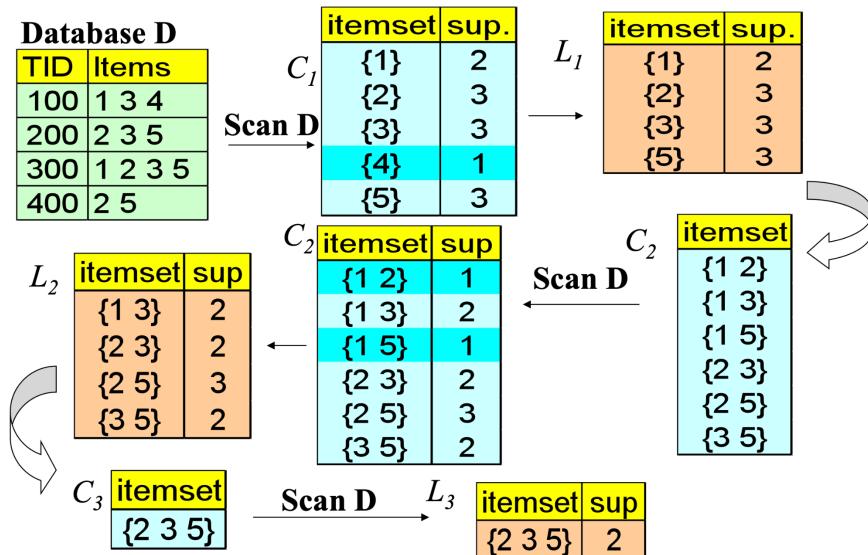
Concludiamo il discorso con un'osservazione.

Logicamente verrebbe da eseguire un and bit a bit per ogni colonna con l'unione del bit della maschera nella rispettiva posizione.

Questo procedimento teoricamente è fattibile ma praticamente è molto difficile, in più ricordiamo che non sappiamo quanti dispositivi nelle colonne ci sono. Dovremmo quindi tener presente che nella select dovremo fare tanti BIT_AND("nome_colonna") quante sono le colonne.

Risulta quindi molto più facile affidarsi alla tabella precedentemente creata "[TemporaryTable](#)", dove ogni valore corrisponde alla sequenza di bit della tabella pivot e andare a fare gli AND bit a bit con il comando "&" con le varie maschere della tabella appena descritta.

Quindi, introduciamo le tabelle C e L:



Come si nota, data la tabella D, prendiamo ogni singolo dispositivo e contiamo quante volte appare, facciamo il Pruning, spostando il risultato in L, facciamo il SELF-JOIN su L e spostiamo in C, contiamo quando **le coppie** dei dispositivi appaiono insieme nelle transazioni, pruning e così ripetiamo il ciclo(come già descritto). Noi ripetiamo la stessa cosa all'interno del flusso del codice.

Descriviamo brevemente la parte di JOIN con le tabelle:

mascheraBitDispositivoPrima	DispositivoPrima	mascheraBitDispositivoDopo	DispositivoDopo
1	25	0	0
2	28	0	0
4	55	0	0
8	24	0	0
16	26	0	0
32	8	0	0
64	34	0	0
128	35	0	0
256	27	0	0
512	49	0	0
1024	42	0	0
2048	6	0	0
4096	51	0	0
8192	33	0	0
16384	7	0	0
32768	32	0	0

L'immagine sopra descrive la prima tabella che ci imbatte, ovvero C.

Per ogni “DispositivoPrima” dovremo contare quante volte viene acceso nelle varie transazioni e quindi quanti 1 ci sono per ogni dispositivo e quindi fare il “Pruning”.

Per fare questo dovremo eseguire lo script di seguito:

```

SELECT *
  FROM(
    SELECT D.mascheraBitDispositivoPrima, D.DispositivoPrima,
D.mascheraBitDispositivoDopo, D.DispositivoDopo, COUNT(*) AS Conteggio,
ORBITBIT
      FROM(
        SELECT *, ((mascheraBitDispositivoPrima |
mascheraBitDispositivoDopo) & IDIdentificativo) AS ANDBITBIT,
(mascheraBitDispositivoPrima | mascheraBitDispositivoDopo) AS ORBITBIT
      FROM C
        CROSS JOIN
          temporaryTable
    ) AS D
  WHERE D.ANDBITBIT <> 0
    AND D.ANDBITBIT = D.ORBITBIT
    GROUP BY D.mascheraBitDispositivoPrima, D.DispositivoPrima,
D.mascheraBitDispositivoDopo, D.DispositivoDopo
  ) AS RIS
  WHERE RIS.Conteggio >= @valoreSoglia;

```

Commentiamo un secondo il codice.

Poichè ogni singolo dispositivo all'interno della tabella "C" dovrà essere comparato con tutte le transazioni dovremo eseguire un CROSS-JOIN con "temporaryTable" in modo tale da far comparare ogni singolo dispositivo di C con tutte le transazioni presenti.

A questo punto dovremo fare l'and bit a bit di ogni singola maschera delle transazioni con l'identificativo delle transazioni, sostanzialmente andiamo a fare il filtro di cui si parlava prima.

Togliamo tutte le tuple dove il risultato dell'AND BIT a BIT fa 0 poiché significa che in quella transazione non è stato acceso quel particolare dispositivo, **inoltre dovremo controllare se l'AND bit a bit tra la maschera del dispositivo è uguale all'OR bit a bit delle varie maschere**(capiremo successivamente).

Raggruppiamo per dispositivo e contiamo quante righe abbiamo per ogni dispositivo.

Spostiamo la tabella risultante in L(siamo nella tabella L1 dello schema sopra).

Dovremo quindi fare il join di L con se stessa.

Notiamo il contenuto della tabella dopo il Pruning:

mascheraBitDispositivoPrima	DispositivoPrima	mascheraBitDispositivoDopo	DispositivoDopo
32768	32	0	0
4096	51	0	0
256	27	0	0
16384	7	0	0
8192	33	0	0
8	24	0	0
2048	6	0	0
32	8	0	0
1024	42	0	0
64	34	0	0
512	49	0	0
4	55	0	0
128	35	0	0
2	28	0	0
1	25	0	0
16	26	0	0

Dovremo quindi andare a fare un join in modo da combinare ogni dispositivo con tutti gli altri.

Attenzione però il join 32-51 è uguale nel nostro caso a 51-32 quindi il criterio del join sarà L1.DispositivoPrima > L2.DispositivoPrima inserendo in C il risultato ottenuto.

mascheraBitDispositivoPrima	DispositivoPrima	mascheraBitDispositivoDopo	DispositivoDopo
16	26	32768	32
1	25	32768	32
2	28	32768	32
8	24	32768	32
256	27	32768	32
16	26	4096	51
1	25	4096	51
2	28	4096	51
128	35	4096	51
512	49	4096	51
64	34	4096	51
1024	42	4096	51
8	24	4096	51
8192	33	4096	51
256	27	4096	51
32768	32	4096	51
16	26	256	27
1	25	256	27

Come si può vedere questa tabella contiene tutte le varie coppie combinate di dispositivi **senza doppiioni**¹⁰³.

¹⁰³ grazie al criterio di join visto precedentemente

La cosa interessante è il processo di **Pruning** da questo punto in poi.

Notiamo sempre la tabella al fianco, per poter fare la potatura dovremo contare quante volte nelle varie transazioni appare **contemporaneamente** la coppia “*DispositivoPrima - DispositivoDopo*”.

Transazione	IDIdentificativo
11-5-1	37120
11-5-11	16384
11-5-23	8192
11-6-3	4104
11-6-13	2080
11-6-22	1088
11-6-23	544
11-7-4	8192
11-7-8	20480
11-7-14	16388
11-7-16	256

Il processo è identico a quello precedente, la differenza sta nella maschera di bit che non dovrà essere di un solo dispositivo ma di entrambi.

Capiamo meglio l'ultimo concetto:

Teniamo d'occhio la tabella sopra(C) e la TemporaryTable(qui a fianco):

Se vogliamo controllare quante volte vengono accesi contemporaneamente la coppia di dispositivi (26-32), dovremo quindi creare una maschera apposita in modo da poter azzerare la tabella eccetto le due colonne relative ai dispositivi(in questo caso 26-32).

Qual'è l'operatore logico che permette la concatenazione ? OR bit a bit¹⁰⁴, quindi riprendendo la tabella C, dovremo eseguire l'OR sui valori: 16 e 32768

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

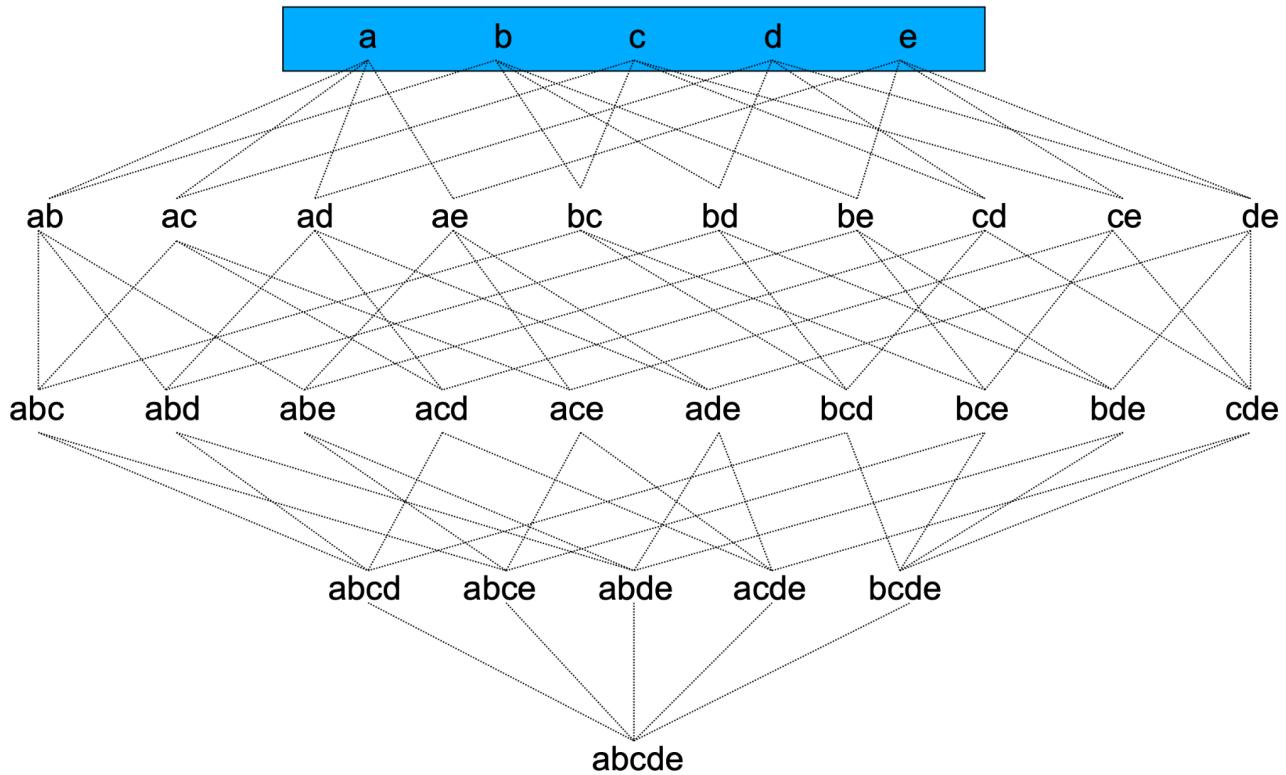
Con la regola di OR vista precedentemente la maschera risulterà: **1000000000001000**.

A questo punto dovremo eseguire di nuovo il join, per generare tutte le varie triplette di dispositivi senza doppioni.

Ovviamente dovremo cambiare il predicato di join che diventerà: *ON L1.DispositivoPrima = L2.DispositivoPrima AND L1.DispositivoDopo > L2.DispositivoDopo*, per salvare infine nella tabella C l'OR bit a bit delle due maschere in L1 e concatenare i due dispositivi sempre in L1, Per essere pronti di nuovo con un altro ciclo.

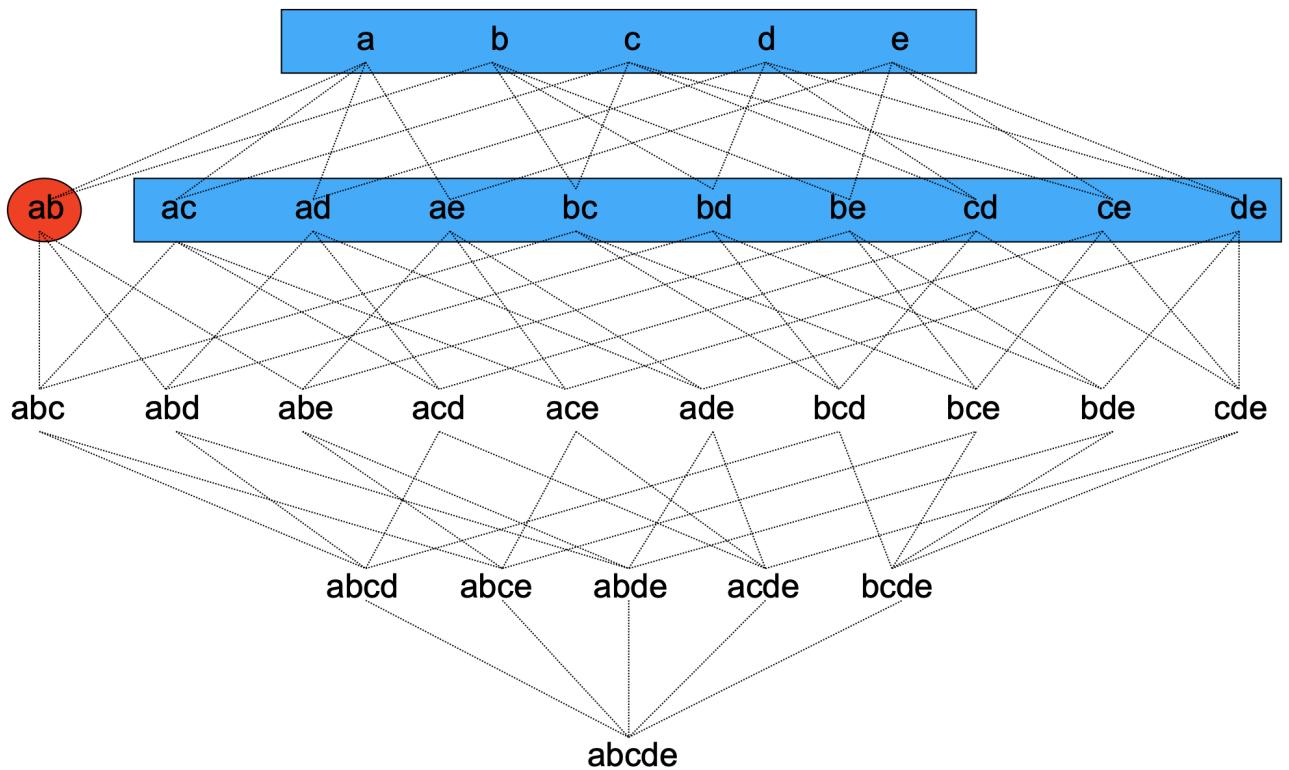
Prima di concludere questa parte dell'algoritmo notiamo una proprietà. Se un dispositivo o insieme di dispositivi non risulta/risultano frequenti(vengono eliminati dalla potatura), **allora neanche le combinazioni con essi e altri dispositivi risultano frequenti**.

¹⁰⁴ 1 OR 0 = 1

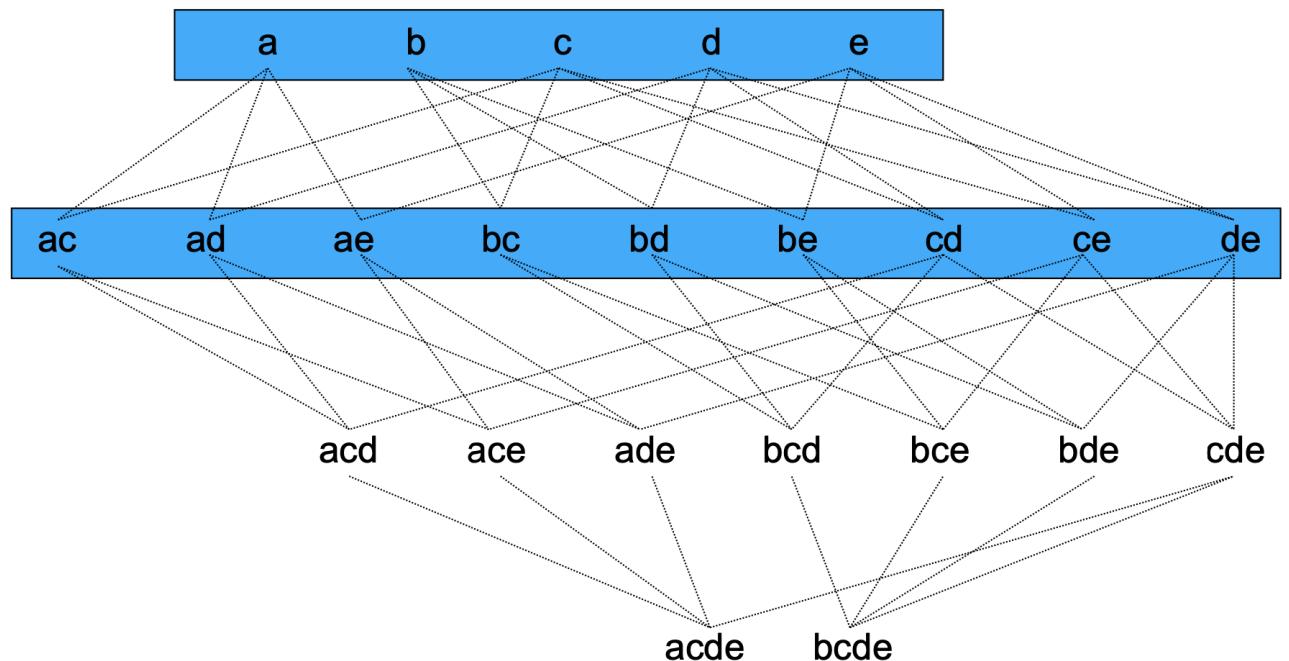


Notiamo i join nella figura precedente:

- al primo livello ho tutti gli items
- il secondo è il risultato della seguente operazione, prendo il primo valore e faccio JOIN con gli items maggiori di esso e così via quindi $ON\ L1.\text{lettera} > L2.\text{Lettera}$
- il terzo livello è il risultato del seguente predicato di join, $ON\ L1.\text{primaLettera} = L2.\text{primaLettera}\ AND\ L1.\text{dopoLettera} > L2.\text{dopoLettera}$, quindi dove la prima lettera è a e la seconda lettera è maggiore
- il quarto livello invece consiste nella stessa cosa identica del terzo, unica cosa dove la coppia delle prime due lettere di L1 dovrà essere uguale a L2



Ipotizziamo ora che l'item “ab” venga eliminato dal “Pruning” tutti gli items futuri che si potrebbero andare a creare con il join di esso sono anch'essi non frequenti.



8.3.3 - Creazione regole di associazione

Una volta trovati gli items più frequenti, dovremo trovare tutte le varie regole di associazione. facciamo ancora una volta il parallelismo con un esempio:

Prodotti	Conteggio
Mela, Pera, Latte	3

Ipotizziamo quindi di aver trovato la tripletta qui a fianco come items frequenti, dovremo trovare tutte le varie combinazioni come da esempio qui sotto:

Questo significa che Mela => Latte, Pera, significa che se compro l'articolo Mela allora compro anche l'articolo Latte e Pera.

Se la confidenza¹⁰⁵ di questa regola di associazione ha una percentuale sopra una determinata soglia viene considerata abitudine, obiettivo dell'algoritmo.

Dal punto di vista implementativo nella nostra realtà di interesse, l'output della parte descritta precedentemente del nostro algoritmo è la seguente:

PrimaFreccia	PrimaFreccia
Mela	Latte, Pera
Pera	Mela, Latte
Latte	Mela, Pera
Mela, Pera	Latte
Mela, Latte	Pera
Pera, Latte	Mela

Conteggio	SupportoTotale	Ris
1	2	26,32
2	2	25,32
3	2	28,32
4	2	24,32
5	2	27,32
6	2	26,51
7	2	25,51
8	2	28,51
9	2	35,51
10	2	49,51
11	2	34,51
12	2	42,51
13	2	24,51
14	2	33,51
15	2	27,51

¹⁰⁶ poiché dovremmo considerare di nuovo tutte le combinazioni per ogni itemset frequenti trovati, dovremo riuscire a portare su righe ogni valore "Ris" che si trovano nella tabella.

Attenzione però a "Conteggio", ogni conteggio si riferisce ad un insieme di items frequenti distinti che viene trovato.

Per fare l'operazione descritta ci affideremo ad una procedura creata da noi "string_split".

¹⁰⁵ Verrà spiegata meglio successivamente nella relazione, comunque sia si tratta del conteggio totale degli items frequenti(quante volte tutti gli items capitano contemporaneamente nelle transazioni)/il numero di volte che capitano contemporaneamente gli items a sinistra della freccia

¹⁰⁶ La tabella ha tante tuple poiché la potatura di tale tabella è risultata nulla(resul-set vuoto), quindi si va a prendere la tabella precedente

Il criterio del JOIN è identico al precedente, unica differenza dovremo stare attenti a fare join con le tuple che hanno lo stesso "ConteggioDispositivi".

Ogni volta che facciamo JOIN dovremo inserire il dispositivo o le varie combinazioni in un'altra tabella(*combinazioni*) per poter memorizzare la parte a sinistra della freccia(PrimaFreccia nella tabella sopra).

Il conteggio della parte prima della freccia in verità lo abbiamo già calcolato precedentemente, ovvero nella [potatura della tabella C.](#)

Basterà quindi memorizzare le combinazioni e il relativo punteggio in una tabella dedicata:

Dispositivo	Conteggio	ORBITBIT
24	49	8
25	58	1
26	50	16
27	48	256
28	56	2
32	54	32768
33	40	8192
34	47	64
35	39	128
42	56	1024
49	48	512
51	48	4096
55	50	4
6	36	2048
7	48	16384
8	47	32

ConteggioDispositivi	DispositivoPrima	mascheraBitDispositivoPrima	DispositivoDopo	mascheraBitDispositivoDopo
1	26		16	0
1	32	32768	0	0
2	25	1	0	0
2	32	32768	0	0
3	28	2	0	0
3	32	32768	0	0
4	24	8	0	0
4	32	32768	0	0
5	27	256	0	0
5	32	32768	0	0
6	26	16	0	0
6	51	4096	0	0
7	25	1	0	0
7	51	4096	0	0
8	28	2	0	0
8	51	4096	0	0
9	35	128	0	0
9	51	4096	0	0
10	49	512	0	0
10	51	4096	0	0
11	34	64	0	0
11	51	4096	0	0
12	42	1024	0	0
12	51	4096	0	0
13	24	8	0	0
13	51	4096	0	0

Ovviamente non sono tutti i dispositivi che ci interessano o tutte le combinazioni, dovremo fare un JOIN con la tabella "Combinazioni", per poter considerare solo i dispositivi interessati. Risultato combinazioni:

Conteggio	Dispositivo	mascheraBit
1	26	16
1	32	32768
2	25	1
2	32	32768
3	28	2
3	32	32768
4	24	8
4	32	32768
5	27	256
5	32	32768

Manca quindi da definire come poter inserire la parte Dopo della freccia (DopoFreccia). Dovremo, anche in questo caso, usare gli operatori logici.

Prodotti	Conteggio
Mela, Pera, Latte	3

Ipotizziamo di avere queste maschere:

- Mela = 100
- Pera = 010
- Latte = 001

OR di tutti e 3 sarà “111”. Riprendiamo la tabella precedente:

PrimaFreccia	PrimaFreccia
Mela	Latte, Pera
Pera	Mela, Latte
Latte	Mela, Pera
Mela, Pera	Latte
Mela, Latte	Pera
Pera, Latte	Mela

Se Mela corrisponde a 100 e il totale a 111 per poter trovare Latte, Pera dovrà azzerare dove sono entrambi a 1 e mettere a 1 dove sono discordi, lo XOR è perfetto per il nostro obiettivo.

Quindi facendo lo XOR fra OR bit a bit di tutte le maschere che abbiamo (111) e le maschere di PrimaFreccia (o combinazioni di maschere tipo Mela, Latte) troviamo il DopoFreccia.

Il frammento di codice è il seguente:

```
WITH MascheraBitTotaleItem AS
(
    SELECT C.Conteggio, BIT_OR(C.MascheraBit) AS
mascheraBitTotale
        FROM combinazioni C
    GROUP BY C.Conteggio
)

SELECT C.Conteggio, C.Dispositivo, C.mascheraBit,
MBTI.mascheraBitTotale ^ mascheraBit AS XORBITBIT, RA.Conteggio AS
totaleOccorrenze
    FROM RegoleAssociazioni RA
    INNER JOIN
        combinazioni C ON RA.Dispositivo = C.Dispositivo
    INNER JOIN
        MascheraBitTotaleItem MBTI ON C.Conteggio = MBTI.Conteggio;
```

Il risultato finale sarà:

Conteggio	RegoleAssociazione	Confidenza
1	26 => 32	6.0000
2	32 => 25	9.2593
2	25 => 32	8.6207
4	32 => 24	7.4074
4	24 => 32	8.1633
6	51 => 26	6.2500
6	26 => 51	6.0000
7	51 => 25	8.3333
7	25 => 51	6.8966
8	51 => 28	8.3333
8	28 => 51	7.1429
11	51 => 34	6.2500
11	34 => 51	6.3830
12	51 => 42	6.2500
13	51 => 24	6.2500

8.4 - Istruzioni uso Apriori

Una volta create e popolate le tabelle mandando in esecuzione rispettivamente gli script:

- *CreazioneTabelle.sql*
- *PopolazioneTabelle.sql*

dovremmo eseguire un ultimo script *AlgoritmoApriori.sql*, il quale permette di andare a creare tutte le varie procedure necessarie per l'algoritmo.

Infine avviamo la procedura Apriori.

8.4 - Analytics (Ottimizzazione Efficienza Energetica)

Stiamo cercando di proporre piani di attivazione e regolazione dei dispositivi per ottimizzare l'**efficienza energetica** e il **comfort** nell'abitazione.

8.4.1 - Ricavare la presenza di Comfort e Efficienza energetica

Per far ciò iniziamo definendo una funzione $S(E, P): \mathbb{R}_{0^+}^2 \rightarrow \{-1, 0, 1\}$ dove E e P sono rispettivamente la somma dei consumi istantanei di tutti i dispositivi $\sum_{i=1}^n C_i(t)$, $t \in [0, \text{current date}]^{107}$ e la produzione istantanea dei pannelli solari $P(t)$.

Questa funzione restituisce il **segno** della differenza tra E e P : $S(E, P) = \text{sgn}(E - P)$, il risultato servirà per identificare la presenza o assenza di **Comfort** o **Efficienza Energetica**.

S	C EE	N
-1	1 1	3
0	1 0	2
1	0 0	0

La tabella della verità sopra indicata mette in relazione il fabbisogno della casa e la produzione dei pannelli con la presenza o assenza di comfort C e Efficienza Energetica EE .

In particolare quando S ha valore 1 significa che la differenza tra E e P ha segno positivo, quindi $E > P$, il che significa che la produzione non soddisfa la richiesta dell'edificio e siamo in assenza di **comfort** e **efficienza energetica**.

Per il valore 0 siamo in una situazione di $E = P$ quindi la produzione bilancia la richiesta e possiamo dire di essere in una circostanza di **comfort**.

Quando la funzione S assume valore -1 vuol dire che $E < P$, quindi i pannelli producono più di quanto serve ai dispositivi, perciò c'è presenza di **comfort** e **efficienza energetica**.

Il valore N codifica una determinata **routine**, in totale sono 3 e le andremo a definire in seguito.

8.4.2 - Agire di conseguenza

Il risultato di S è dato in input a una procedura $f(S, M): \{-1, 0, 1\} \times \{0, 1, 2, 3, 4, 5\} \rightarrow \text{Void}$, (dove M è un valore numerico che indica lo stato meteorologico del giorno successivo, tale valore può essere uno tra i seguenti $\{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ dove lo 0 indica che non è possibile reperire le informazioni meteo e gli altri sono, rispettivamente *Nuvoloso, Sole, Soggiato, Pioggia, Temporale*) la quale si comporta come segue:

¹⁰⁷ Lo zero del parametro t indica l'istante in cui è stata effettuata la prima misurazione.

1. $sgn(S) > 0$: Siamo in una situazione **sfavorevole**, viene seguita la routine 0, che posticipa l'accensione di dispositivi non essenziali.
 2. $sgn(S) = 0$: I pannelli **soddisfano il fabbisogno energetico** della casa, il sistema segue la routine 2 che suggerisce agli utenti di non accendere dispositivi non essenziali.
 3. $sgn(S) < 0$: La produzione energetica è **molto maggiore del fabbisogno energetico**, la routine 3 fa sì che l'energia in eccesso venga immagazzinata nella batteria se non viene richiesta da dispositivi essenziali, i quali possono essere attivati istantaneamente.
 4. Al variare di M il sistema si aspetta che la produzione energetica sia simile a quella registrata l'ultima volta che si è presentata quella condizione meteo, e di conseguenza si aspetta anche un fabbisogno energetico vicino a quello di quel giorno.
- Viene quindi eseguita la **routine adatta** e i dati vengono **salvati in memoria**:
- 4.1. **1** - Nuvoloso - Preparo 0 o 2^{108}
 - 4.2. **2** - Sole - Preparo 3
 - 4.3. **3** - Soleggiato - Preparo 3 o 2
 - 4.4. **4** - Pioggia - Preparo 0
 - 4.5. **5** - Temporale - Preparo 0
 - 4.6. **0** - N/D - Mi baso sui dati energetici del giorno precedente

8.4.3 - Routines

La funzione **sceglie** e **segue** una delle 3 routine accennate sopra, le quali sono le seguenti:

0) I pannelli stanno producendo troppo poco, quindi viene fatta una classifica dei dispositivi che stanno consumando di più o che sono programmati per accendersi nel successivo quarto d'ora, il sistema procede con il posticipare il tempo di accensione per questi ultimi di 15 min. e con notificare gli utenti che stanno usando dispositivi non essenziali di spegnerli, e vengono spenti direttamente quelli che non sono controllati da degli utenti (e.g. luci secondarie, condizionatori in stanze la cui temperatura può rimanere stabile, schermi rimasti accesi ecc.).

2) Deve essere mantenuto il bilancio tra consumo e produzione energetica, se non favorita la produzione. Il sistema suggerisce agli utenti di non accendere dispositivi superflui per il successivo quarto d'ora o di spegnerli nel caso li stiano utilizzando.

I dispositivi più dispendiosi di energia hanno maggiore priorità nell'essere spenti o non accesi.

3) L'energia in eccesso prodotta dai pannelli viene immagazzinata nella/e batteria/e per un futuro utilizzo, se non serve a dispositivi essenziali attivati nel quarto d'ora corrente.

¹⁰⁸ La scelta tra le due routine avviene analizzando i dati più recenti di quando sono state utilizzate l'ultima volta.

