



UNIVERSITÀ DI PISA

DOCUMENTAZIONE DEL
PROGETTO DI BASI DI DATI

Tommaso Delato – Francesco Moretti

Anno Accademico 2020/21

Sommario

1. Glossario	3
1.1 Area Generale	3
1.2 Area Dispositivi	5
1.3 Area Energia	6
1.4 Area Comfort	7
1.5 Area Sicurezza	8
2. Descrizione Diagramma E-R	9
2.1 Area Generale	9
2.1.1 Accounting	9
2.1.2 Topologia dell'Edificio	10
2.2 Area Dispositivi	11
2.3 Area Energia	12
2.4 Area Comfort	13
2.4.1 Illuminazione	13
2.4.2 Condizionamento	14
2.5 Area Sicurezza	15
3. Ristrutturazione del Diagramma E-R	16
4. Tavola dei volumi	18
5. Individuazione delle operazioni sui dati	24
6. Progettazione Logica	47
7. Analisi delle Dipendenze Funzionali e Normalizzazione	53
8. Area Analytics	59

1. Glossario

La prima area della nostra documentazione presenta il glossario dei termini, utile per chiarire alcuni nomi identificanti le entità tramite una breve descrizione e l'uso di sinonimi.

1.1 Area Generale

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sinonimi</i>	<i>Entità</i>	<i>Relazioni</i>	<i>Attributi</i>
Account	Identificazione di un utente che usufruisce delle funzionalità del database		Luce, Condizionamento, Archivio Iscrizioni, Domanda di sicurezza, Interazione, Suggerimento, Contatore Bidirezionale	Interazione, Regolazione, Consumo, Notifica, Decisone, Recupero, Registrazione	<u>Username</u> , Password
Archivio Iscrizioni	Registro delle iscrizioni degli account registrati tramite un documento di identità	Registro Iscrizioni	Account, Documento d'identità, Utente	Registrazione, Identificazione, Iscrizione	Datalscrizione
Utente	Componente della casa che tramite un account interagisce con la MySmartHome	Fruitore, Utilizzatore	Archivio Iscrizioni	Iscrizione	<u>CodFiscale</u> , Nome, Cognome, Telefono, DataNascita
Documento d'Identità	Attestazione che certifica l'autenticità dell'account	Certificato, Attestazione	Archivio Iscrizioni	Identificazione	<u>Numero</u> , <u>Tipologia</u> , Scadenza, EnteRilascio
Domanda di sicurezza	Domanda per il recupero dell'account		Account	Recupero	<u>CodDomanda</u> , Testo
Stanza	Componente della casa, caratterizzato da dispositivi come condizionatori ed elementi di illuminazione che favoriscono il benessere della vita quotidiana	Camera, Locale	Elemento di Illuminazione, Elemento di Condizionamento, Porta, Efficienza Energetica, Collegamento Esterno, Sistema di Controllo, Smart Plug	Illuminazione, Climatizzazione, Accesso, Monitoraggio, Passaggio, Controllo, Collocazione	<u>CodStanza</u> , Nome, Ubicazione, Dimensione: (Lunghezza, Larghezza, Altezza)

Elemento di Condizionamento	Tutti i dispositivi che contribuiscono alla climatizzazione della casa, come condizionatori, ecc.	Condizionatore	Stanza, Condizionamento	Avviamento, Climatizzazione	<u>Codice</u> , ConsumoMedio
Porta	Punto di accesso ad una stanza	Passaggio	Stanza	Accesso	<u>CodPorta</u>
Efficienza Energetica	Livello di consumo energetico degli elementi di condizionamento di una stanza		Stanza	Monitoraggio	<u>Timestamp</u> , TemperaturaInterna, TemperaturaEsterna
Collegamento Esterno	Mezzo attraverso il quale un utente può accedere alla parte esterna dell'abitazione, ognuno di essi ha un serramento	Infisso	Stanza, Sistema di Controllo, Serramento	Passaggio, Transito, Abbinamento	<u>Codice</u> , PuntoCardinale

1.2 Area Dispositivi

<i>Termini</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sinonimi</i>	<i>Entità</i>	<i>Relazioni</i>	<i>Attributi</i>
Interazione	Registra qualsiasi azione venga eseguita sui dispositivi della Smart Home	Azione	Account, Potenza, Programma, Dispositivo	Decisione, Utilizzo, Configurazione, Programmazione	<u>Inizio</u> , Fine
Smart Plug	Adattatore intelligente che arricchisce di funzionalità il dispositivo		Stanza, Dispositivo	Collegamento, Collocazione	<u>Codice</u>
Dispositivo	Oggetto elettronico che fornisce funzionalità ai residenti della casa, reso intelligente tramite collegamento ad una smart plug	Congegno, Apparecchio	Interazione, Smart Plug	Utilizzo, Collegamento	<u>CodDispositivo</u> , Funzionalità
Dispositivo Fisso	Dispositivo il cui consumo energetico è fisso				Livello
Dispositivo Variabile	Dispositivo il cui consumo energetico varia in base alla regolazione del livello di potenza		Programma, Potenza	Impostazione, Ciclo non interrompibile	
Programma	Impostazione con date caratteristiche prefissate, come la durata e il consumo, programmabile per l'istante desiderato.	Impostazione	Suggerimento, Dispositivo Variabile, Interazione	Programmazione, Ciclo non Interrompibile	<u>CodProgramma</u> , Livello, Durata, Nome
Potenza	Livello di potenza di un dispositivo variabile	Livello	Dispositivo Variabile, Interazione	Configurazione, Impostazione	<u>CodPotenza</u> , Livello

1.3 Area Energia

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sinonimi</i>	<i>Entità</i>	<i>Relazioni</i>	<i>Attributi</i>
Contatore Bidirezionale	Contatore che registra e gestisce tutti i flussi elettrici della casa, in entrata e in uscita	Contatore	Batteria, Sorgente Elettrica, Fascia Tariffaria, Account	Stoccaggio, Produzione, Utilizzo, Consumo	<u>Timestamp</u>
Fascia Tariffaria	Intervallo di tempo basato sulla tariffa della fascia oraria		Contatore Bidirezionale	Utilizzo	<u>Codice</u> , Costo, Range
Batteria	Strumento utilizzato per la riserva dell'energia non utilizzata		Contatore Bidirezionale	Stoccaggio	<u>CodBatteria</u> , Capienza
Sorgente Elettrica	Tutto ciò che fornisce elettricità alla casa	Generatrice	Contatore Bidirezionale	Produzione	<u>Codice</u>
Rete Elettrica	Fonte di energia non rinnovabile			Immissione	<u>CodRete</u>
Pannello Solare	Fonti di energia rinnovabile	Pannello fotovoltaico			
Suggerimento	Consiglio per una efficienza energetica migliore	Consiglio, Proposta	Account, Programma	Notifica, Corrispondente	<u>Codice</u> , Data

1.4 Area Comfort

<i>Termini</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Entità</i>	<i>Relazioni</i>	<i>Attributi</i>
Luce	Disposizione di luce avente determinate caratteristiche, come temperatura, intensità, ecc.	Elemento di Illuminazione, Account, Proprietà di Illuminazione	Accensione, Regolazione	<u>DataInizio</u> , DataFine
Condizionamento	Processo di climatizzazione della casa, atto a mantenere una buona temperatura all'interno delle stanze	Elemento di Condizionamento, Schedulazione, Account	Ricorrenza, Interazione, Avviamento	<u>DataAvvio</u> , DataFine, Impostazione: (Temperatura, Spegnimento, LivelloUmidità)
Elemento di illuminazione	Tutti i dispositivi che contribuiscono ad illuminare la casa, come lampade, led, ecc.	Luce, Stanza, Proprietà Illuminazione	Accensione, Illuminazione	<u>Codice</u> , Livello, Nome
Schedulazione	Si possono programmare i condizionatori in ricorrenze future, fornendo la data e l'orario desiderato	Condizionamento	Ricorrenza	<u>Codice</u> , Giorno , Mese
Proprietà Illuminazione	Ogni disposizione di luce è caratterizzata da determinate proprietà come temperatura e intensità	Luce, Elemento di Illuminazione	Relativo, Caratteristiche	<u>Temperatura</u> , <u>Intensità</u>

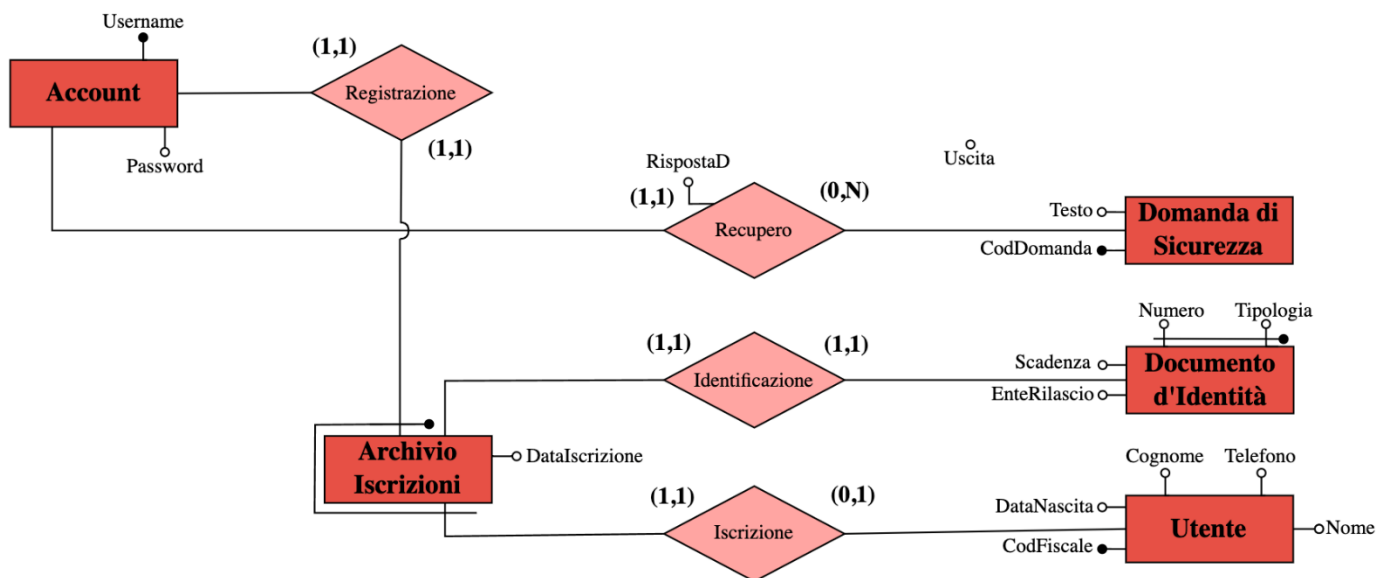
1.5 Area Sicurezza

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Entità</i>	<i>Relazioni</i>	<i>Attributi</i>
Sistema di Controllo	Registra e gestisce i movimenti nella Smart-Home, incluse eventuali intrusioni	Stanza, Collegamento Esterno	Controllo, Transito	<u>Entrata</u> , Persona, Uscita
Serramento	Ogni collegamento esterno possiede uno strumento di sicurezza che impedisce agli intrusi di entrare in casa e tiene registra il proprio stato in modo costante e sempre aggiornato.	Collegamento Esterno	Abbinamento	Nome, TempoApertura, TempoChiusura

2. Descrizione del Diagramma E-R

In questa sezione vi è una descrizione dettagliata del diagramma E-R diviso per aree, per ogni area vengono giustificate le scelte progettuali fatte durante la creazione del diagramma.

2.1 Area General



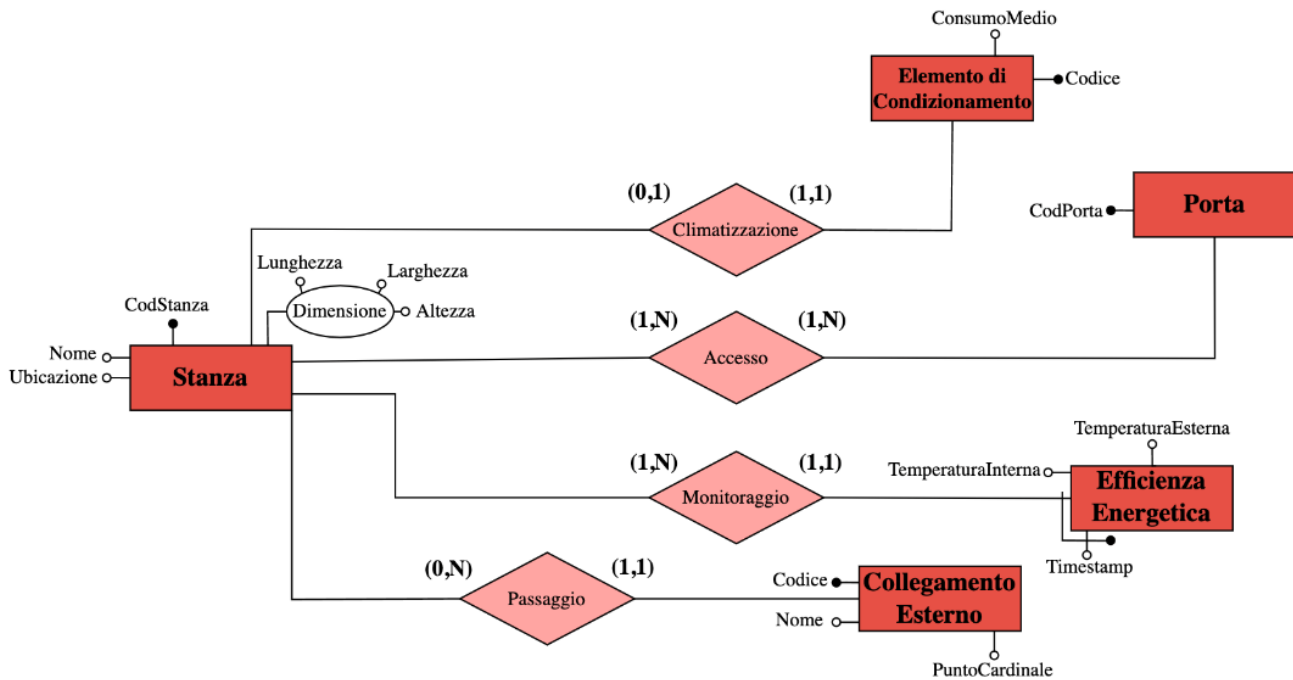
Quest'area del diagramma mostra le caratteristiche della creazione di un account.

In particolare, l'utente crea un account, caratterizzato da un username e una password, fornendo il codice fiscale e le proprie generalità (nome, cognome, telefono, data di nascita) e identificandosi con un documento che sia valido al momento dell'iscrizione.

Tutti gli account sono registrati nell'apposito archivio iscrizioni, e, se l'utente dimentica le proprie credenziali, queste possono essere recuperate tramite una domanda di sicurezza impostata dall'utente al momento dell'iscrizione, con relativa risposta.

Con la creazione di un account, l'utente (quindi l'abitante della casa) può monitorare i vari dispositivi, programmandoli a proprio piacere, è in grado di conoscere tutti i consumi della casa e può usufruire di tutte le funzionalità e vantaggi forniti dall'app mySmartHome.

2.1.2 Topologia dell'Edificio



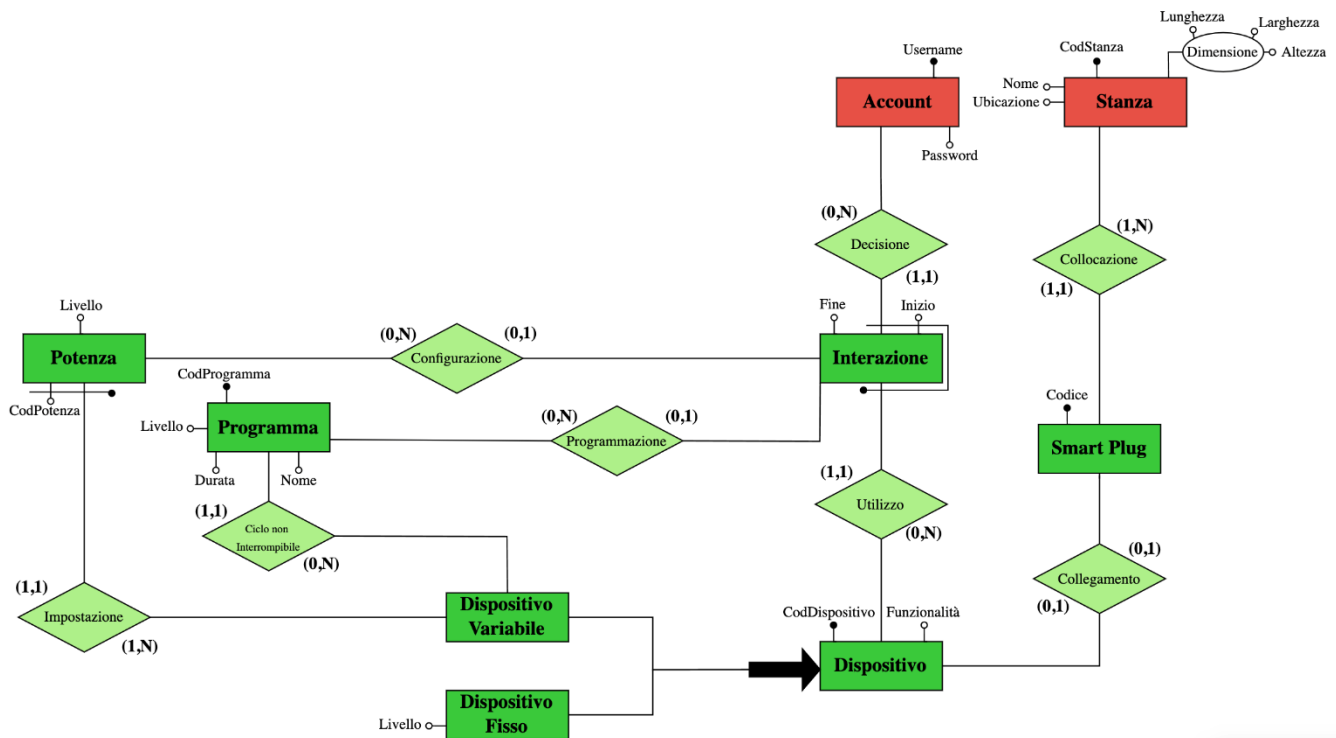
Quest'area del diagramma riguarda l'organizzazione della stanza.

Ogni stanza ha un suo codice caratterizzante, un nome, per esempio "Cucina", "Camera da letto", etc... , un'ubicazione che identifica la sua collocazione all'interno della casa e una dimensione (lunghezza, larghezza, altezza).

Ciascuna stanza monitora la propria efficienza energetica, cioè l'energia necessaria per variare la temperatura di 1 grado a partire dalla temperatura registrata internamente ed esternamente all'edificio.

Le stanze possono essere accedute tramite le porte, identificate da un codice; si può accedere all'esterno tramite finestre o portefinestre, le quali sono orientate verso un punto cardinale.

2.2 Area Dispositivi



Quest'area del diagramma è incentrata sui dispositivi della casa

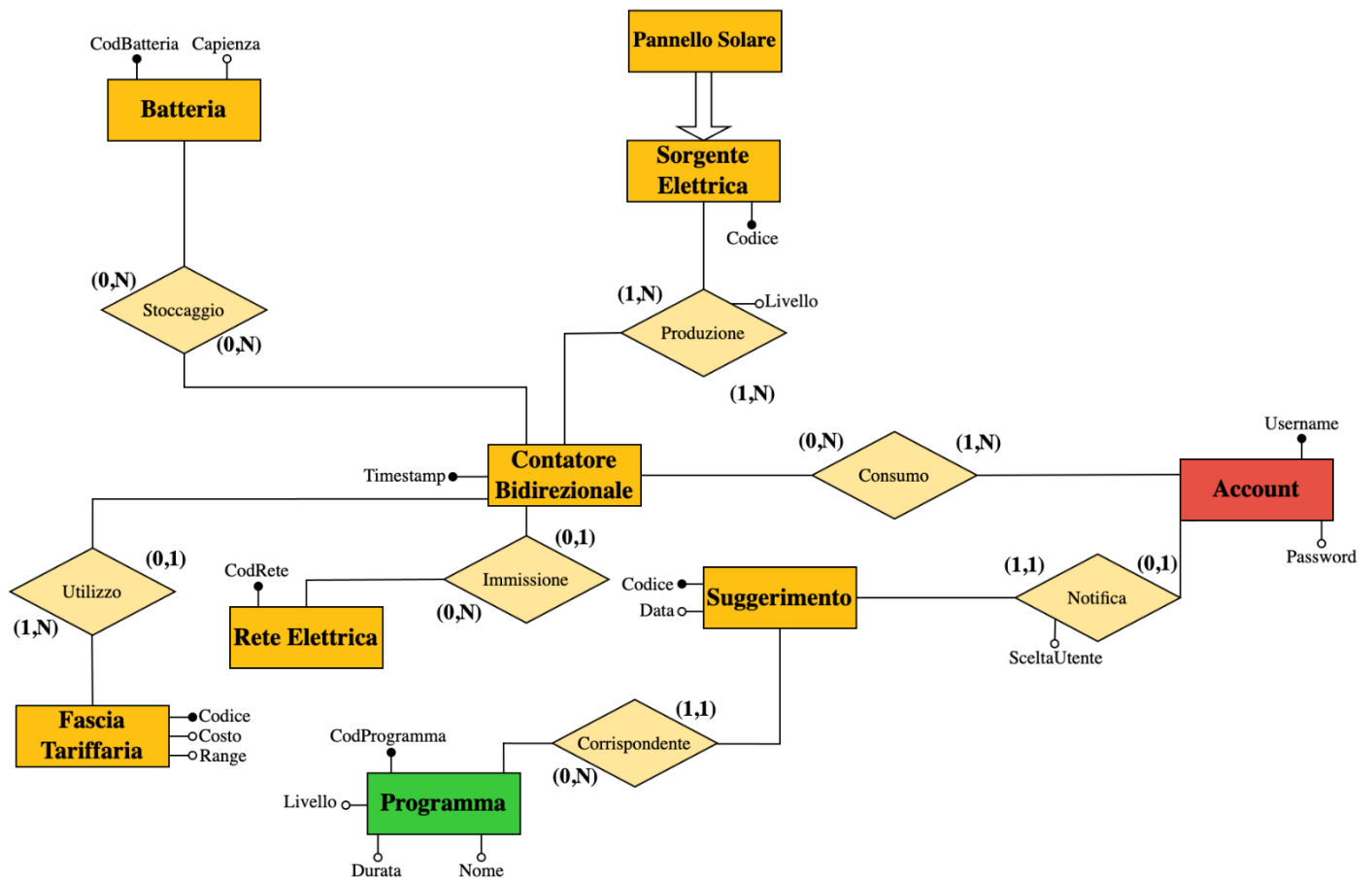
I dispositivi (televisori, elettrodomestici, ecc.) sono resi intelligenti tramite il collegamento a smart plug che li rende compatibili ai moderni sistemi di domotica.

I dispositivi sono divisi in due categorie: dispositivi a consumo fisso, il cui dispendio energetico è fisso e non varia in base alle impostazioni, e dispositivi a consumo variabile, il cui consumo varia invece in base al livello di potenza regolato dall'utente e/o al programma impostato.

Alcuni dispositivi a consumo variabile infatti, come la lavatrice, sono caratterizzati da cicli di funzionamento non interrompibili. In questo caso, l'utente può scegliere tra un set di programmi "preimpostati", ciascuno cioè caratterizzato da un livello di consumo e una durata fissi, che non sono personalizzabili dall'utente.

Inoltre, alcuni dispositivi possono essere monitorati impostandone una partenza differita. L'utente in questo caso può programmare l'avvio di un dispositivo in una futura data, scegliendo personalmente l'orario e il programma desiderato.

2.3 Area Energia



Questa zona del diagramma E-R illustra l'area energia della mySmartHome.

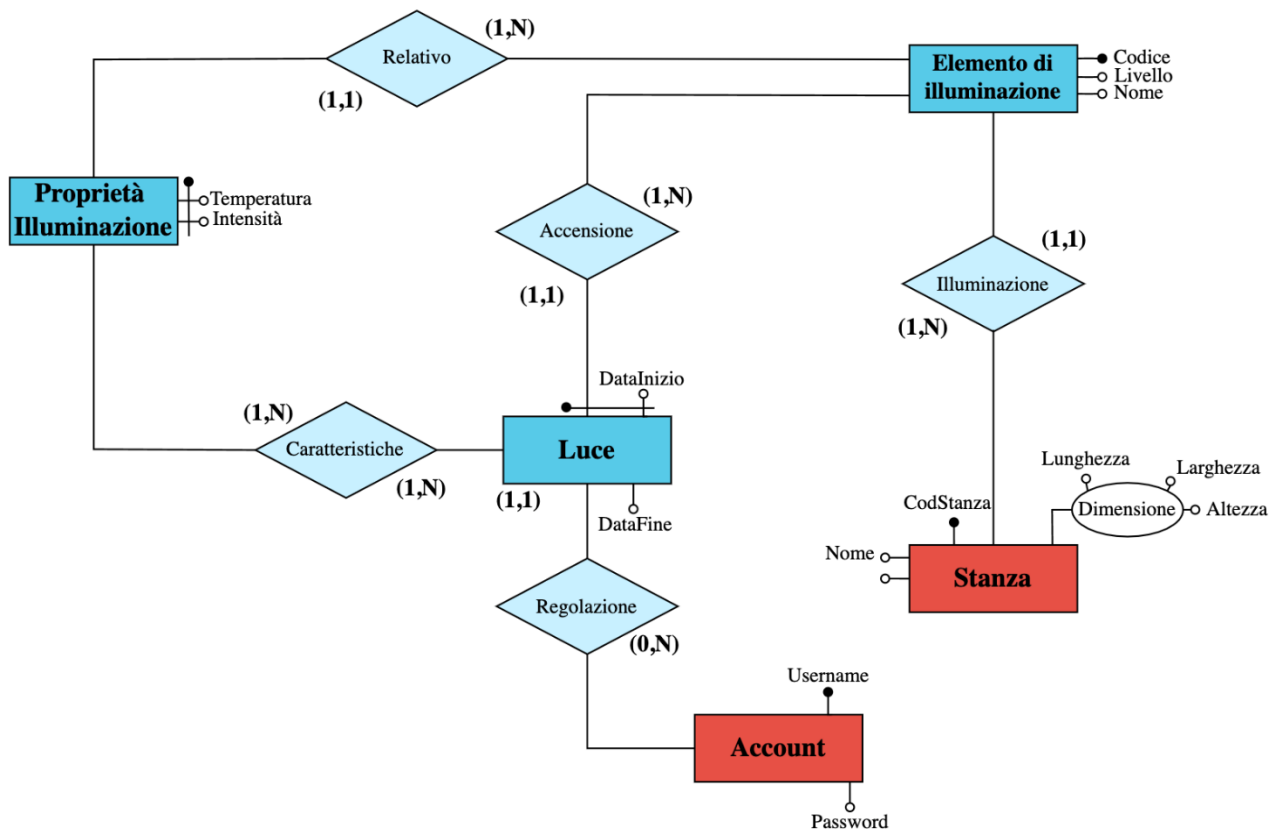
L'energia viene prodotta da una fonte di energia rinnovabile come un pannello solare, il livello di produzione energetica e il successivo utilizzo viene memorizzato in un registro. Quest'ultimo è utile per calcolare la tariffa erogata in base ad una determinata fascia oraria.

L'energia rinnovabile non utilizzata può essere stoccata in batterie oppure immessa nella rete elettrica. Tutto ciò viene registrato da un contatore bidirezionale, il quale registra i flussi di elettricità nei diversi intervalli della giornata.

L'account può ricevere un suggerimento che può indurlo ad avviare un determinato programma.

2.4 Area Comfort

2.4.1 Illuminazione



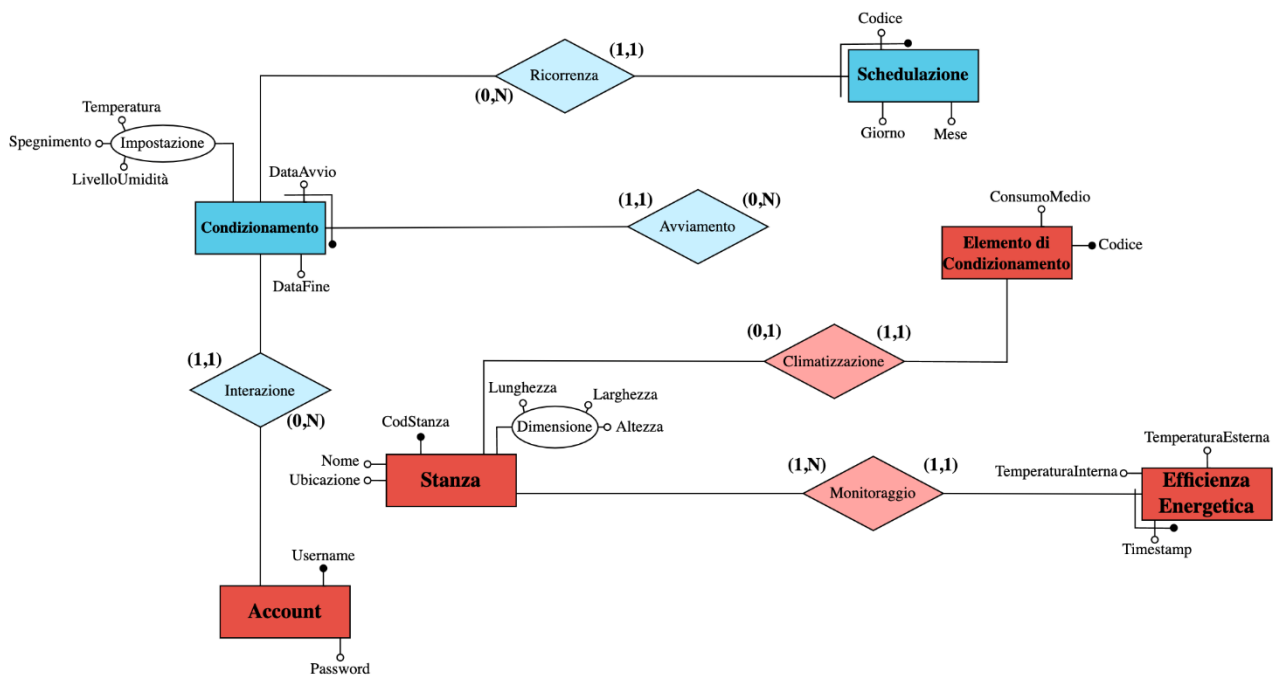
Quest'area del diagramma mostra come viene gestita l'illuminazione della casa.

Ogni elemento di illuminazione può essere impostato dagli utenti.

L'entità "Luce" definisce proprio ciascuna di queste interazioni, che avvengono in dati lassi temporali memorizzati nel database, e tramite le quali gli utenti decidono l'intensità luminosa e la temperatura del colore desiderato, accendendo così gli elementi di illuminazione della casa, identificati da un codice e caratterizzati da un nome, un livello, e una potenza.

L'app mySmartHome fornisce così anche un servizio di "smart lighting".

2.4.2 Condizionamento



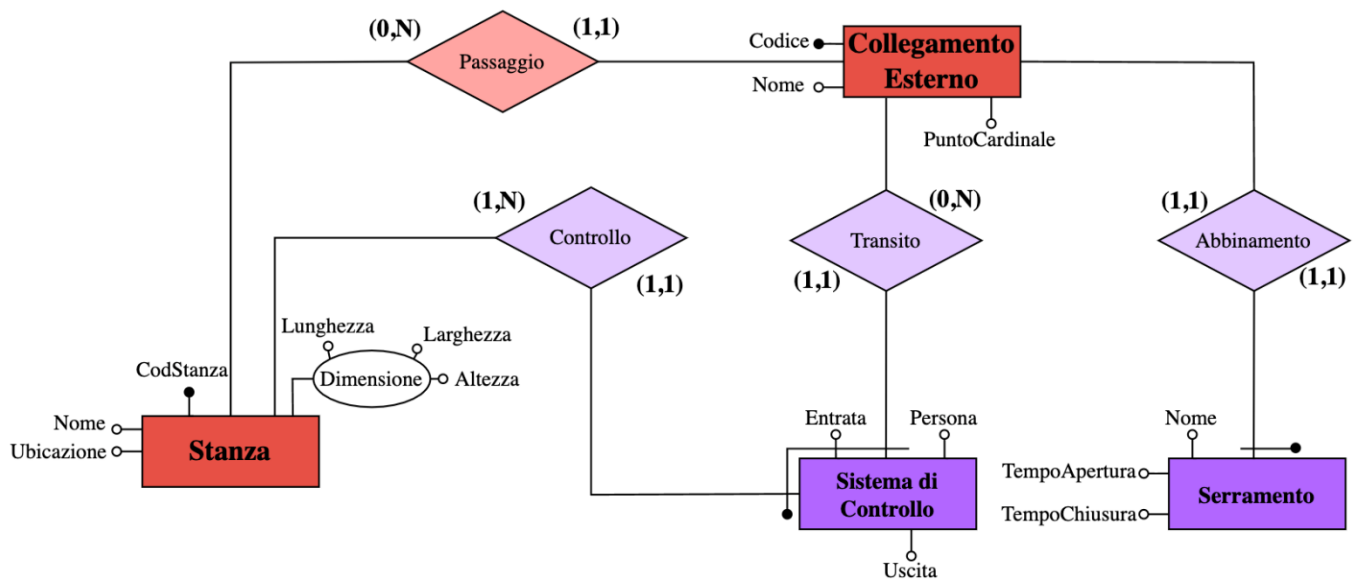
Quest'area del diagramma E-R ci spiega come è gestita la climatizzazione della casa.

Coerentemente con quanto fatto per l'illuminazione, abbiamo descritto anche l'interazione tra l'utente e gli elementi di condizionamento tramite un'opportuna entità, in questo caso "Condizionamento", dove si evidenzia come l'abitante possa scegliere una temperatura e un livello di umidità per ogni stanza della casa.

L'entità "Schedulazione" si riferisce alle impostazioni ricorrenti, ovvero quando l'utente può scegliere di mantenere l'impostazione attiva in dati lassi di tempo desiderati.

Per riscaldare o raffreddare di 1 grado la temperatura di una stanza, il database utilizza come dati la temperatura interna di ciascuna stanza e la temperatura esterna, che vengono monitorati dall'entità "Efficienza Energetica" che calcola così l'energia necessaria.

2.5 Area Sicurezza



Quest'area del diagramma illustra la parte riguardante la sicurezza della casa.

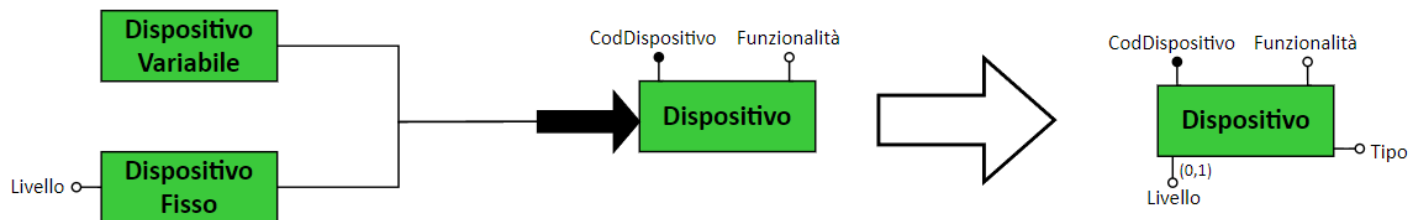
Ogni stanza ha un sistema che controlla il flusso di entrata e di uscita delle persone che transitano dall'esterno, verificando quindi se la persona in questione è un intruso o meno.

Per garantire una sicurezza più efficiente, ogni finestra, portafinestra, porta esterna è abbinata ad un serramento.

3. Ristrutturazione del diagramma E-R

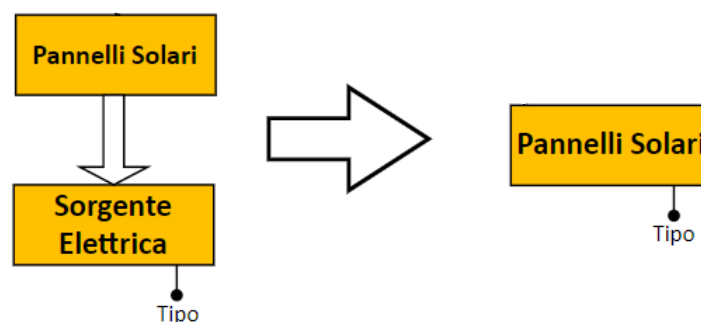
In questa sezione è presente una ricapitolazione della procedura di ristrutturazione del diagramma E-R, la sezione è suddivisa a sua volta in sottosezioni, le quali rappresentano le varie operazioni viste durante il corso ai fini della ristrutturazione.

Eliminazione delle generalizzazioni



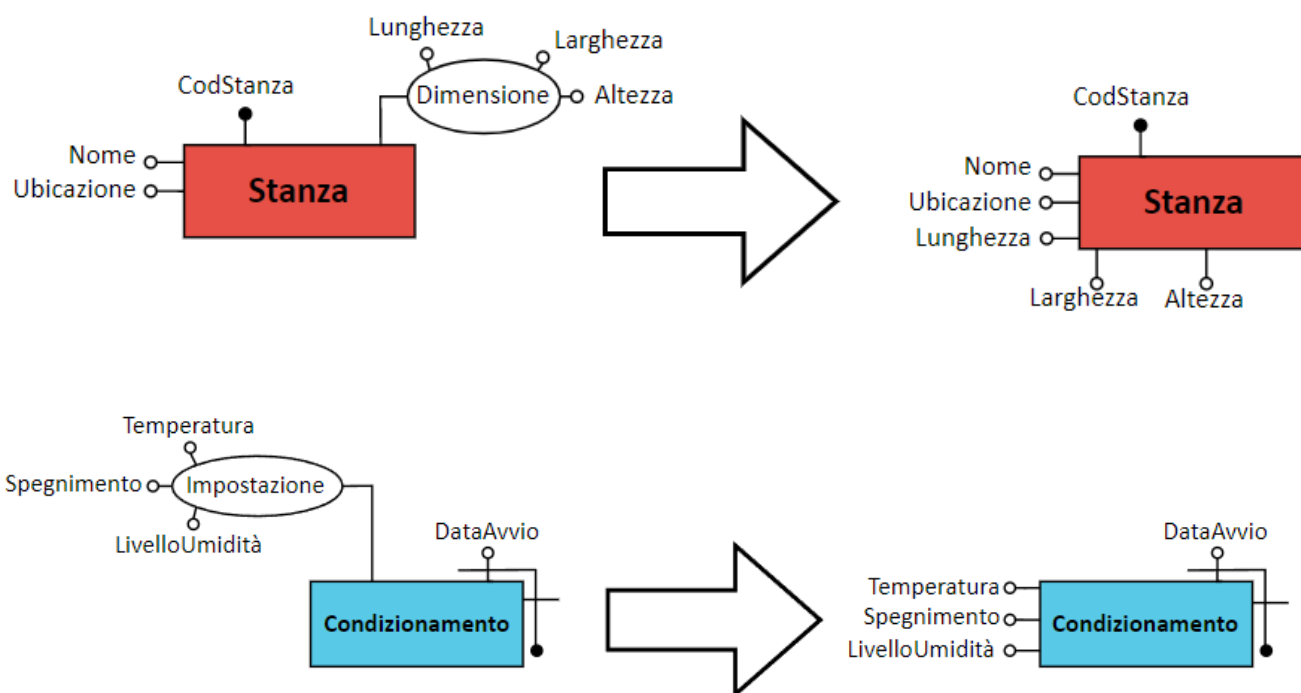
In questo caso abbiamo una generalizzazione totale, poiché un dispositivo della mySmartHome può essere a consumo fisso o a consumo variabile, nel caso di consumo fisso bisogna memorizzare la potenza.

La soluzione adottata è stata quella di eliminare le due entità e aggiungere l'attributo "Livello", che nel caso del dispositivo a consumo variabile è NULL perché la potenza varia a seconda della regolazione effettuata. Abbiamo aggiunto anche l'attributo "Tipo" per differenziare i due tipi di dispositivo.



In questo caso avevamo una generalizzazione parziale tra "Sorgente Elettrica" e "Pannelli Solari", nel senso che una sorgente elettrica può essere un pannello solare, il quale è una fonte di energia rinnovabile indispensabile per la mySmartHome.

La soluzione adottata è stata quella di accorpare le due entità in un'unica entità "Pannelli Solari".



In questi due casi avevamo degli attributi composti che abbiamo semplicemente accorpato all'entità in questione aggiungendo gli attributi contenuti nella composizione.

4. Tavola dei Volumi

In questa sezione viene presentata la tavola dei volumi, la quale rappresenta una stima sul carico di ciascuna entità e relazione, la tavola è stata pensata sulla base di **un anno** dal momento dell'installazione e utilizzo.

4.1 Area Generale

Concetto	Tipo	Volume	Calcolo Volume	Note
Utente	Entità	5		Nella smart-home si hanno 5 abitanti
Registrazione	Relazione	4		Ogni utente può effettuare la registrazione
Archivio Iscrizioni	Entità	4		Ogni account viene registrato nell'archivio iscrizioni
Identificazione	Relazione	4		Ogni utente registrato con un account si identifica
Documento d'Identità	Entità	4		Ogni utente registrato con un account dispone di un documento identificativo
Iscrizione	Relazione	4		L'utente può effettuare l'iscrizione alla mySmartHome
Account	Entità	4		Nella smart-home si ha la registrazione di 4 account su 5 utenti, ipotizzando che nella famiglia ci sia un bambino piccolo
Recupero	Relazione	4		Ogni utente, se dimentica la password, può recuperare il proprio account
Domanda di sicurezza	Entità	8		Al momento dell'iscrizione, l'utente sceglie una domanda di sicurezza tra 8 possibili, e fornisce la relativa risposta
Stanza	Entità	9		Ipotizziamo che in una casa di medie dimensioni ci siano 9 stanze
Climatizzazione	Relazione	8		La maggior parte delle stanze della casa sono climatizzate

Elemento di Condizionamento	Entità	8		Ogni stanza climatizzata è caratterizzata da un dispositivo di condizionamento
Accesso	Relazione	20	$10 \cdot 2 = 20$	Ogni porta è accessibile da ambo i lati
Porta	Entità	10		Per ipotesi, supponiamo che nella casa ci siano 10 porte
Monitoraggio	Relazione	96	$4 \cdot 3 \cdot 8 = 96$	Nell'arco della giornata si monitora più volte l'efficienza energetica della stanza
Efficienza Energetica	Entità	96	$4 \cdot 3 \cdot 8 = 96$	Per ogni stanza climatizzata, viene aggiornata l'energia necessaria 4 volte per fascia oraria
Passaggio	Relazione	15		Ogni collegamento è un passaggio tra l'esterno e l'interno
Collegamento Esterno	Entità	15		La casa ha per ipotesi 15 collegamenti esterni, ossia finestre, portefinestre, e portoni.

4.2 Area Dispositivi

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Decisione	Relazione	11680	$4 \cdot 8 \cdot 365 = 11680$	Un utente registrato può fare in media 8 interazioni al giorno per tutto l'anno
Interazione	Entità	11680	$4 \cdot 8 \cdot 365 = 11680$	Ogni interazione viene registrata all'interno di un archivio delle interazioni
Configurazione	Relazione	5000		Si ipotizza che leggermente meno di metà delle interazioni riguardino una configurazione di potenza
Potenza	Entità	48	$12 \cdot 4 = 48$	Ogni dispositivo variabile ha 4 livelli di potenza
Impostazione	Relazione	48	$12 \cdot 4 = 48$	Contando tutti i dispositivi abbiamo in totale 48 possibili impostazioni di potenza
Dispositivo	Entità	30	$18 + 12 = 30$	Ipotizziamo di avere 18 dispositivi fissi e 12 dispositivi variabili
Utilizzo	Relazione	11680	$4 \cdot 8 \cdot 365 = 11680$	Ogni interazione interessa un dispositivo
Ciclo non Interrompibile	Relazione	40	$5 \cdot 8 = 40$	Ogni dispositivo programmabile dispone di un ciclo non interrompibile
Programma	Entità	40	$5 \cdot 8 = 40$	Si ipotizza che ci siano 5 dispositivi che hanno mediamente 8 differenti programmi ciascuno
Programmazione	Relazione	3200		Si ipotizza che 3200 interazioni siano dovute ad un'impostazione di programma
Collegamento	Relazione	22		Si ipotizza che ogni smart plug è collegato ad un dispositivo
Smart Plug	Entità	22		Ipotizziamo di disporre nella mySmartHome di 22 smart plug
Collocazione	Relazione	22		Ogni smart plug è collocato in una stanza

4.3 Area Energia

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Contatore Bidirezionale	Entità	52560	$6 \times 24 \times 365 = 52560$	Ogni 10 minuti il contatore bidirezionale registra un flusso
Utilizzo	Relazione	26280		L'energia utilizzata viene sottoposta ad una determinata tariffa
Fascia Tariffaria	Entità	3		Abbiamo tre fasce orarie su cui si basa la tariffa energetica
Stoccaggio	Relazione	365		Può avvenire uno stoccaggio al giorno
Batteria	Entità	8		Nella smart home ci sono 8 batterie, dove viene immagazzinata parte dell'energia in eccesso
Immissione	Relazione	12		Vi può essere un'immissione al mese
Rete Elettrica	Entità	1		È presente una rete elettrica dove poter immettere l'energia in eccesso
Produzione	Relazione	19710	$6 \times 9 \times 365 = 19710$	Il database registra periodicamente l'energia prodotta dalle sorgenti rinnovabili
Pannello Solare	Entità	19710	$6 \times 9 \times 365 = 19710$	In media, per ogni pannello solare, consideriamo 9 ore di luce al giorno
Notifica	Relazione	730	$2 \times 365 = 730$	Ogni suggerimento viene visualizzato dall'account sottoforma di notifica
Suggerimento	Entità	730	$2 \times 365 = 730$	In media vengono inviati all'account 2 suggerimenti al giorno
Corrispondente	Relazione	730	$2 \times 365 = 730$	Ogni suggerimento è inerente all'utilizzo di un dispositivo programmato
Consumo	Relazione	26280	$3 \times 4 \times 365 = 26280$	Ogni utente registrato consuma 3 volte al giorno l'energia prodotta

4.4 Area Comfort

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Interazione	Relazione	8		Per accendere il condizionamento è necessaria un'interazione
Condizionamento	Entità	4380	$4 \cdot 3 \cdot 365 = 4380$	In media ogni utente interagisce con il condizionamento 3 volte al giorno
Avviamento	Relazione	4380	$4 \cdot 3 \cdot 365 = 4380$	In media ogni utente interagisce con il condizionamento 3 volte al giorno
Ricorrenza	Relazione	8		Abbiamo tante ricorrenze quante il numero di condizionatori
Schedulazione	Entità	8		Ogni ricorrenza riguarda una schedulazione
Illuminazione	Relazione	20	$15+5=20$	Degli elementi di illuminazione, 15 sono regolabili e 5 fissi
Elemento di Illuminazione	Entità	20	$15+5=20$	Nella casa si ipotizzano 20 elementi di illuminazione, di cui 15 regolabili e 5 regolabili
Accensione	Relazione	21900	$4 \cdot 15 \cdot 365 = 21900$	Ogni regolazione con gli elementi di illuminazione accende o spegne la luce
Luce	Entità	21900	$4 \cdot 15 \cdot 365 = 21900$	In media ogni persona interagisce 15 volte al giorno con l'illuminazione
Caratteristiche	Relazione	500		Possono esserci 500 possibili caratterizzazioni delle disposizioni di luce
Proprietà Illuminazione	Entità	256	$(5 \cdot 4 \cdot 12) + (2 \cdot 8) = 256$	Ogni elemento di illuminazione regolabile ha 5 diverse temperature e 4 diverse intensità
Relativo	Relazione	256	$(5 \cdot 4 \cdot 12) + (2 \cdot 8) = 256$	Ogni elemento di illuminazione regolabile ha 5 diverse temperature e 4 diverse intensità

4.5 Area Sicurezza

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Sistema di Controllo	Entità	10220	$4 \cdot 7 \cdot 365 = 10220$	Ogni transito viene registrato nel database verificando se l'utente è registrato nella mySmartHome
Transito	Relazione	10220	$4 \cdot 7 \cdot 365 = 10220$	Ipotizziamo che ogni persona transiti mediamente 7 volte al giorno fuori o dentro la casa
Controllo	Relazione	10220	$4 \cdot 7 \cdot 365 = 10220$	Ogni transito viene controllato per tenere d'occhio eventuali intrusioni
Serramento	Entità	15		Registriamo un serramento per ogni collegamento esterno
Abbinamento	Relazione	15		Ogni collegamento esterno è abbinato ad un serramento

5. Individuazioni di operazioni sui dati

In questa sezione sono state individuate delle operazioni sui dati, per ogni operazione vi è una breve descrizione, i dati in input, i dati in output, la frequenza dell'operazione, la porzione dello schema E-R interessata, la porzione della tavola dei volumi interessata ed infine la tavola degli accessi in lettura e scrittura. Per quanto riguarda le operazioni di scrittura abbiamo subito considerato il costo doppio. Ogni operazione è stata implementata in MySQL nella sezione 'Operazioni.sql'.

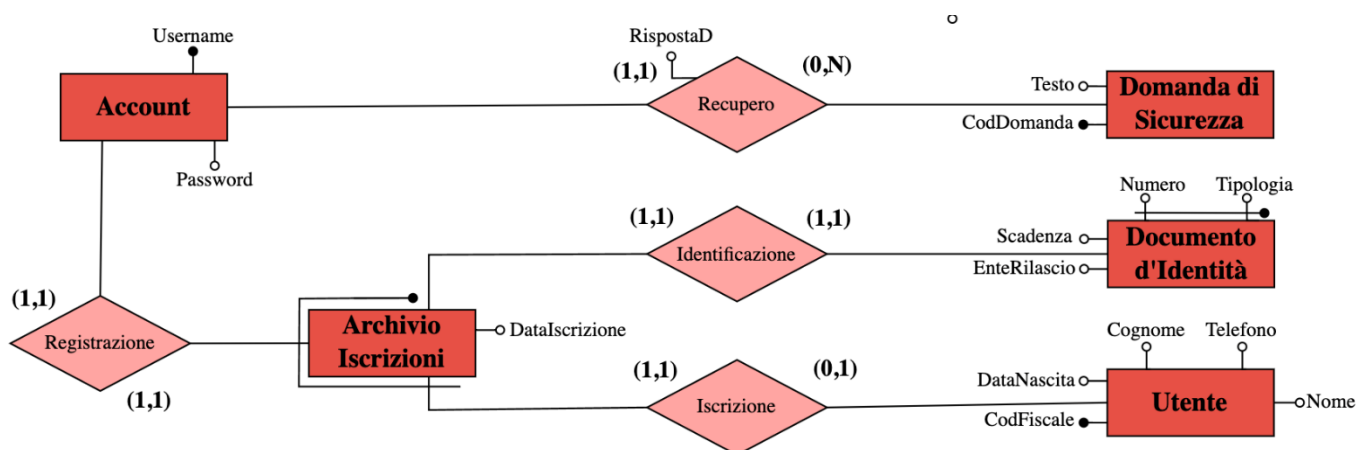
5.1 Creazione account

Descrizione: Ogni utente che vuole usufruire dei servizi della mySmartHome deve registrarsi creando un proprio account. L'utente deve fornire in input i dati relativi alla identificazione e all'eventuale recupero dell'account. Il database ha il compito di verificare che i dati siano validi.

Input: CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, Telefono, Numero (Documento), Tipologia (Documento), DataScadenza (Documento), EnteRilascio (Documento), Username, Password, Risposta.

Output: Account.

Frequenza: 4 volte, una per ogni account registrato nella mySmartHome.



Porzione tavola volumi interessata:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Utente	Entità	5		Nella smart-home si hanno 5 abitanti
Registrazione	Relazione	4		Ogni utente può effettuare la registrazione
Archivio Iscrizioni	Entità	4		Ogni account viene registrato nell'archivio iscrizioni
Identificazione	Relazione	4		Ogni utente registrato con un account si identifica
Documento d'Identità	Entità	4		Ogni utente registrato con un account dispone di un documento identificativo
Iscrizione	Relazione	4		L'utente può effettuare l'iscrizione alla mySmartHome
Account	Entità	4		Nella smart-home si ha la registrazione di 4 account su 5 utenti, ipotizzando che nella famiglia ci sia un bambino piccolo
Recupero	Relazione	4		Ogni utente, se dimentica la password, può recuperare il proprio account
Domanda di sicurezza	Entità	8		Al momento dell'iscrizione, l'utente sceglie una domanda di sicurezza tra 8 possibili, e fornisce la relativa risposta

Tavola degli accessi:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Domanda di sicurezza	Entità	8	Lettura	L'utente legge e sceglie tra le 8 domande di sicurezza
Recupero	Relazione	2	Scrittura	Viene scritta la domanda scelta e la relativa risposta
Documento d'identità	Entità	2	Scrittura	Si registrano tutte le informazioni riguardo all'identificazione dell'utente
Utente	Entità	2	Scrittura	Si memorizzano le informazioni anagrafiche dell'utente
Archivio Iscrizioni	Entità	2	Scrittura	Registriamo account, codice fiscale e la data della iscrizione
Account	Entità	2	Scrittura	Registriamo l'account con username e password

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $8+2+2+2+2+2=18$.

Costo Totale: $18*4*1=72$.

Il costo dell'operazione viene moltiplicato per la frequenza (l'utente si registra una volta per sempre) e per il numero di utenti che si registrano (4).

5.2 Inserimento di un nuovo dispositivo intelligente

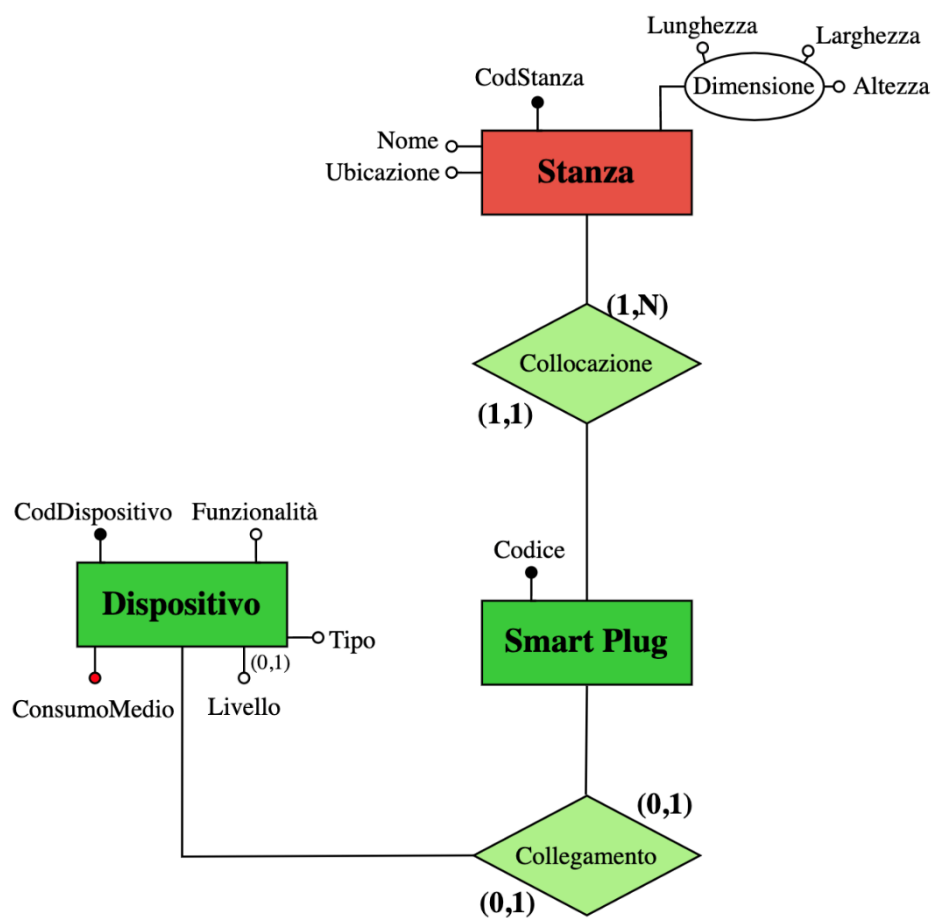
Descrizione: Ogni qualvolta la smart home viene arricchita con un nuovo dispositivo, questo, per diventare un dispositivo intelligente che sfrutta le funzionalità della mySmartHome, deve essere collegato ad uno smart plug, che lo rende intelligente.

Input: CodDispositivo, Funzionalità, Livello, Tipo, CodStanza

Output: Nuovo dispositivo collegato ad uno smart plug.

Frequenza: 5 nuovi dispositivi l'anno.

Porzione diagramma E-R interessata:



Porzione tavola volumi interessata:

Concetto	Tipo	Volume	Calcolo Volume	Note
Dispositivo	Entità	30	$18+12=30$	Ipotizziamo di avere 18 dispositivi fissi e 12 dispositivi variabili
Collegamento	Relazione	22		Si ipotizza che ogni smart plug è collegato ad un dispositivo
Smart Plug	Entità	22		Ipotizziamo di disporre nella mySmartHome di 22 smart plug
Collocazione	Relazione	22		Ogni smart plug è collocato in una stanza

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Num. Operazioni	Tipo Operazione	Descrizione
Dispositivo	Entità	2	Scrittura	Si registrano le informazioni riguardo al dispositivo
Smart Plug	Entità	22	Lettura	Si leggono tra gli SmartPlug, quelli liberi, cioè quelli non collegati ad un dispositivo
Collegamento	Relazione	2	Scrittura	Si registra il nuovo collegamento tra il dispositivo inserito e lo smart plug
Collocazione	Relazione	2	Scrittura	Si registra la disposizione dello smart plug nella stanza dove sarà situato il nuovo dispositivo

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $2+22+2+2=28$.

Costo Totale: $28*5=140$.

Il costo dell'operazione viene moltiplicato per la frequenza annuale con cui vengono registrati nuovi dispositivi (5).

5.3 Verifica stato serramenti

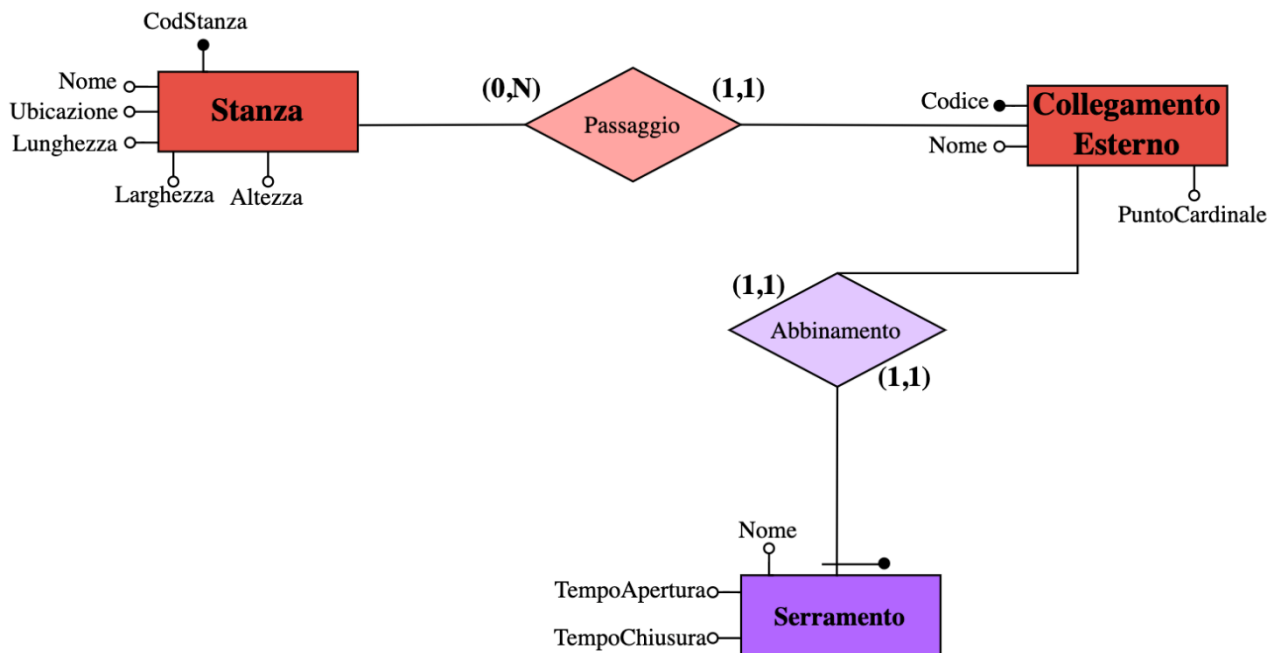
Descrizione: Questa operazione permette ad un utente che sta uscendo di casa e sta lasciando la casa senza nessun inquilino dentro di controllare lo stato dei serramenti, senza dover fare il giro della casa, così da dirigersi subito verso i soli serramenti aperti e chiuderli. In generale, questa operazione fornisce costantemente lo stato dei serramenti nell'istante in cui l'utente controlla sull'app mySmartHome.

Input: CodStanza

Output: Stato dei serramenti interessati.

Frequenza: 2 volte al giorno.

Porzione diagramma E-R interessata:



Porzione tavola volumi interessata:

Concetto	Tipo	Volume	Calcolo Volume	Note
Stanza	Entità	9		Ipotizziamo che in una casa di medie dimensioni ci siano 9 stanze
Passaggio	Relazione	15		Ogni collegamento è un passaggio tra l'esterno e l'interno
Collegamento Esterno	Entità	15		La casa ha per ipotesi 15 collegamenti esterni, ossia finestre, portefinestre, e portoni.
Serramento	Entità	15		Registriamo un serramento per ogni collegamento esterno
Abbinamento	Relazione	15		Ogni collegamento esterno è abbinato ad un serramento

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Num. Operazioni	Tipo Operazione	Descrizione
Serramento	Entità	15	Lettura	L'utente legge e sceglie tra le 8 domande di sicurezza
Passaggio	Relazione	15	Lettura	Viene scritta la domanda scelta e la relativa risposta

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $15+15=30$.

Costo Totale: $2*30=60$.

Il costo dell'operazione viene moltiplicato per la frequenza giornaliera con cui viene verificato lo stato dei serramenti(2).

5.4 Sincronizzazione di elementi di illuminazione di una stanza

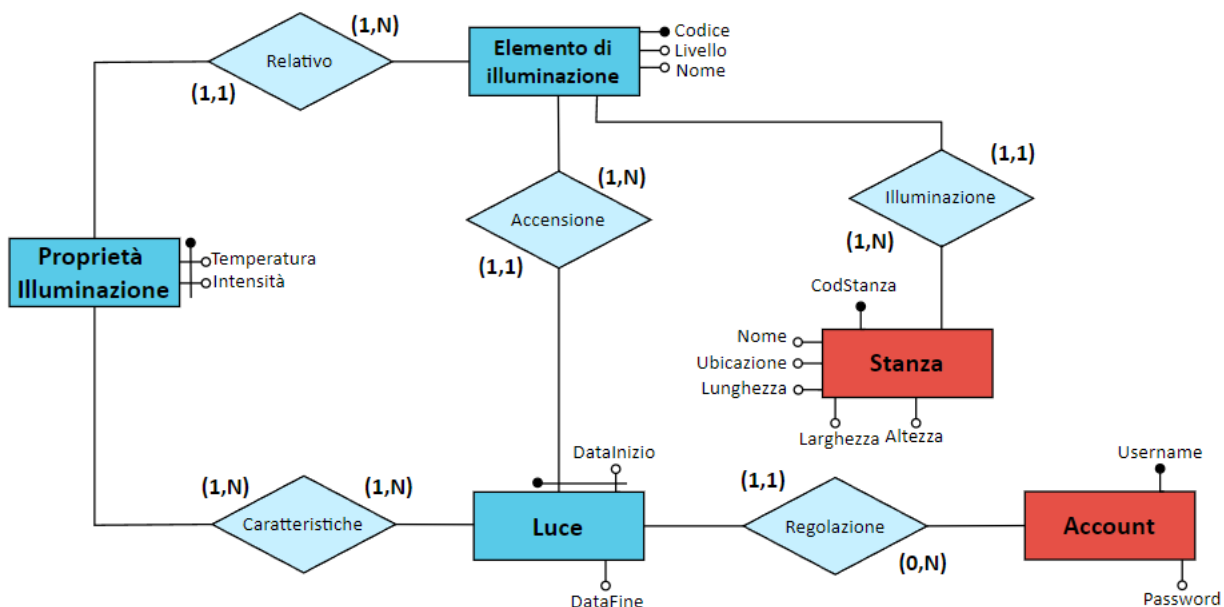
Descrizione: A volte può risultare conveniente avere la possibilità di spengere o accendere le luci di una stanza contemporaneamente. Questa operazione mette a disposizione dell'utente un modo veloce per poter impostare tutte le luci di una determinata stanza con un solo gesto.

Input: Account, CodStanza, DataInizio(Luce), Temperatura, Intensità

Output: Modifica dello stato degli elementi di illuminazione di una stanza.

Frequenza: 16 volte al giorno: ogni utente registrato (4), interagisce con la luce in media 15 volte al giorno, e di queste 15 volte, 4 sono per accendere o spegnere tutte le luci di una stanza contemporaneamente.

Porzione diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Account	Entità	4		Nella smart-home si ha la registrazione di 4 account su 5 utenti, ipotizzando che nella famiglia ci sia un bambino piccolo
Stanza	Entità	9		Ipotizziamo che in una casa di medie dimensioni ci siano 9 stanze
Illuminazione	Relazione	20	$12+8=20$	Degli elementi di illuminazione, 12 sono regolabili e 8 fissi
Elemento di Illuminazione	Entità	20	$12+8=20$	Nella casa si ipotizzano 20 elementi di illuminazione, di cui 12 regolabili e 8 non regolabili
Accensione	Relazione	21900	$4*15*365$	Ogni regolazione con gli elementi di illuminazione accende o spegne la luce
Luce	Entità	21900	$4*15*365$	In media ogni persona interagisce 15 volte al giorno con l'illuminazione
Caratteristiche	Relazione	500		Possono esserci 500 possibili caratterizzazioni delle disposizioni di luce
Proprietà Illuminazione	Entità	256	$(5*4*12) + (2*8) = 256$	Ogni elemento di illuminazione regolabile ha 5 diverse temperature e 4 diverse intensità
Relativo	Relazione	256	$(5*4*12) + (2*8) = 256$	Ogni elemento di illuminazione regolabile ha 5 diverse temperature e 4 diverse intensità
Regolazione	Relazione	21900	$4*15*365$	In media ogni persona interagisce 15 volte al giorno con l'illuminazione

Tavola degli accessi:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Illuminazione	Relazione	2	Lettura	Leggiamo i dispositivi di illuminazione relativa alla stanza interessata, mediamente abbiamo 2 elementi di illuminazione per stanza.
Relativo	Relazione	40 (5*4*2)	Lettura	Dobbiamo leggere le possibili combinazioni di intensità e luce riguardanti quei dispositivi, nel peggiore dei casi i dispositivi sono regolabili e ognuno ha 5 temperature e 4 intensità.
Caratteristiche	Entità	4	Scrittura	Si scrivono le proprietà dei 2 dispositivi
Luce	Entità	4	Scrittura	Si registra la disposizione di luce dei 2 dispositivi nel database
Regolazione	Entità	4	Scrittura	Si registra la regolazione effettuata dall'utente per quanto riguarda i 2 dispositivi

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $2+40+4+4+4=54$.

Costo Totale: $4*4*54=864$.

Il costo dell'operazione viene moltiplicato per la frequenza giornaliera e per il numero di utenti registrati della casa.

5.5 Classifica dei dispositivi in ordine di consumo energetico

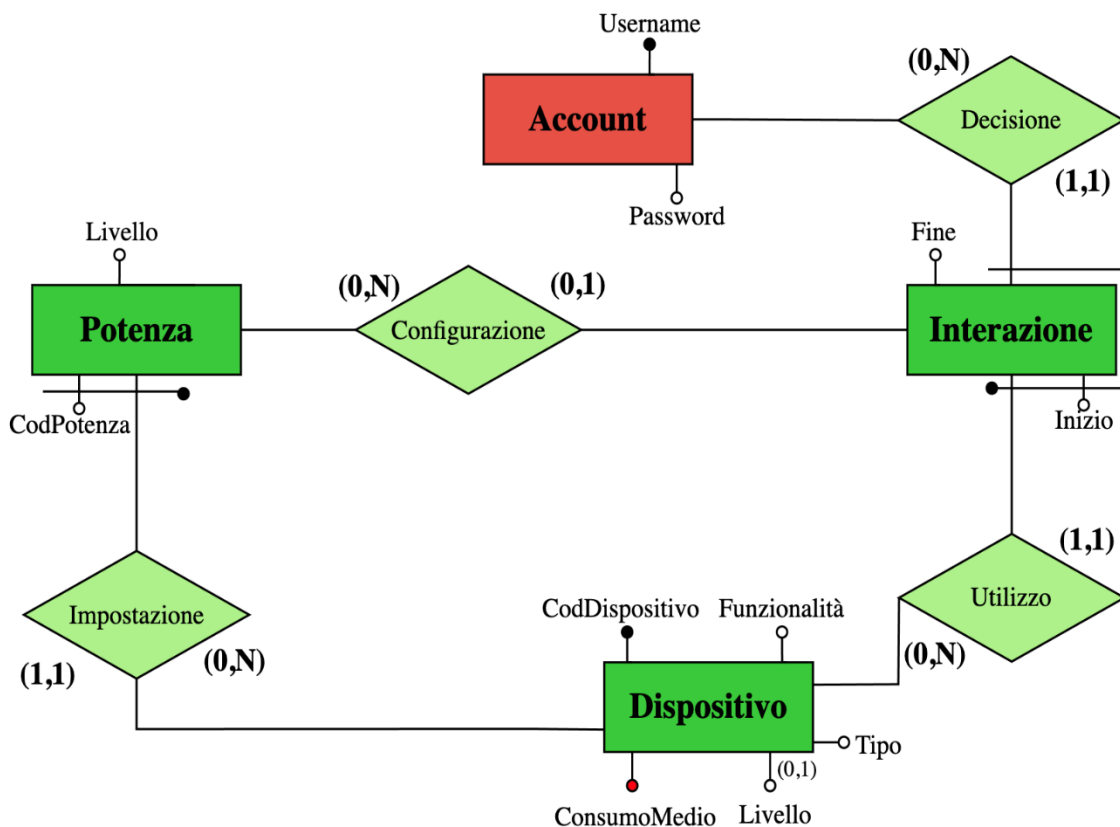
Descrizione: È possibile consultare nell'app mySmartHome quale dispositivo ha speso più energia nell'ultimo mese, così da poter scegliere o meno di limitare il suo utilizzo e risparmiarne il consumo.

Input: -

Output: Classifica di tutti i dispositivi in ordine di consumo energetico nell'arco di un mese.

Frequenza: 1 volta al mese, il database calcola automaticamente la classifica.

Porzione diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Concetto	Tipo	Volume	Calcolo Volume	Note
Account	Entità	4		Nella smart-home si ha la registrazione di 4 account su 5 utenti, ipotizzando che nella famiglia ci sia un bambino piccolo
Decisione	Relazione	11680	$4 \cdot 8 \cdot 365$	Un utente registrato può fare in media 8 interazioni al giorno per tutto l'anno
Interazione	Entità	11680	$4 \cdot 8 \cdot 365$	Ogni interazione viene registrata all'interno di un archivio delle interazioni
Configurazione	Relazione	5000		Si ipotizza che leggermente meno di metà delle interazioni riguardino una configurazione di potenza
Potenza	Entità	48	$12 \cdot 4 = 48$	Ogni dispositivo variabile ha 4 livelli di potenza
Impostazione	Relazione	72	$12 \cdot 4 = 48$	Contando tutti i dispositivi abbiamo in totale 48 possibili impostazioni di potenza
Dispositivo	Entità	30	$18 + 12 = 30$	Ipotizziamo di avere 18 dispositivi fissi e 12 dispositivi variabili
Utilizzo	Relazione	11680	$4 \cdot 8 \cdot 365$	Ogni interazione interessa un dispositivo
Ciclo non Interrompibile	Relazione	40	$5 \cdot 8$	Ogni dispositivo programmabile dispone di un ciclo non interrompibile
Programma	Entità	40	$5 \cdot 8$	Si ipotizza che ci siano 5 dispositivi che hanno mediamente 8 differenti programmi ciascuno
Programmazione	Relazione	3200		Si ipotizza che 3200 interazioni siano dovute ad un'impostazione di programma

Tavola degli accessi senza ridondanza:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Interazione	Entità	240	Lettura	Al mese mediamente vengono fatte 240 interazioni con i dispositivi
Dispositivo	Entità	18	Lettura	Viene scritta la domanda scelta e la relativa risposta
Configurazione	Relazione	96	Lettura	Ogni account viene registrato nell'archivio iscrizioni
Potenza	Entità	96	Scrittura	Si registrano tutte le informazioni riguardo all'identificazione dell'utente

Tavola degli accessi con ridondanza:

Viene introdotta una ridondanza 'ConsumoMedio' su Dispositivo che viene calcolata calcolando la media dei livelli energetici delle potenze relative ai dispositivi variabili.

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Interazione	Entità	240	Lettura	Al mese mediamente vengono fatte 240 interazioni con i dispositivi
Dispositivo	Entità	30	Lettura	Viene scritta la domanda scelta e la relativa risposta

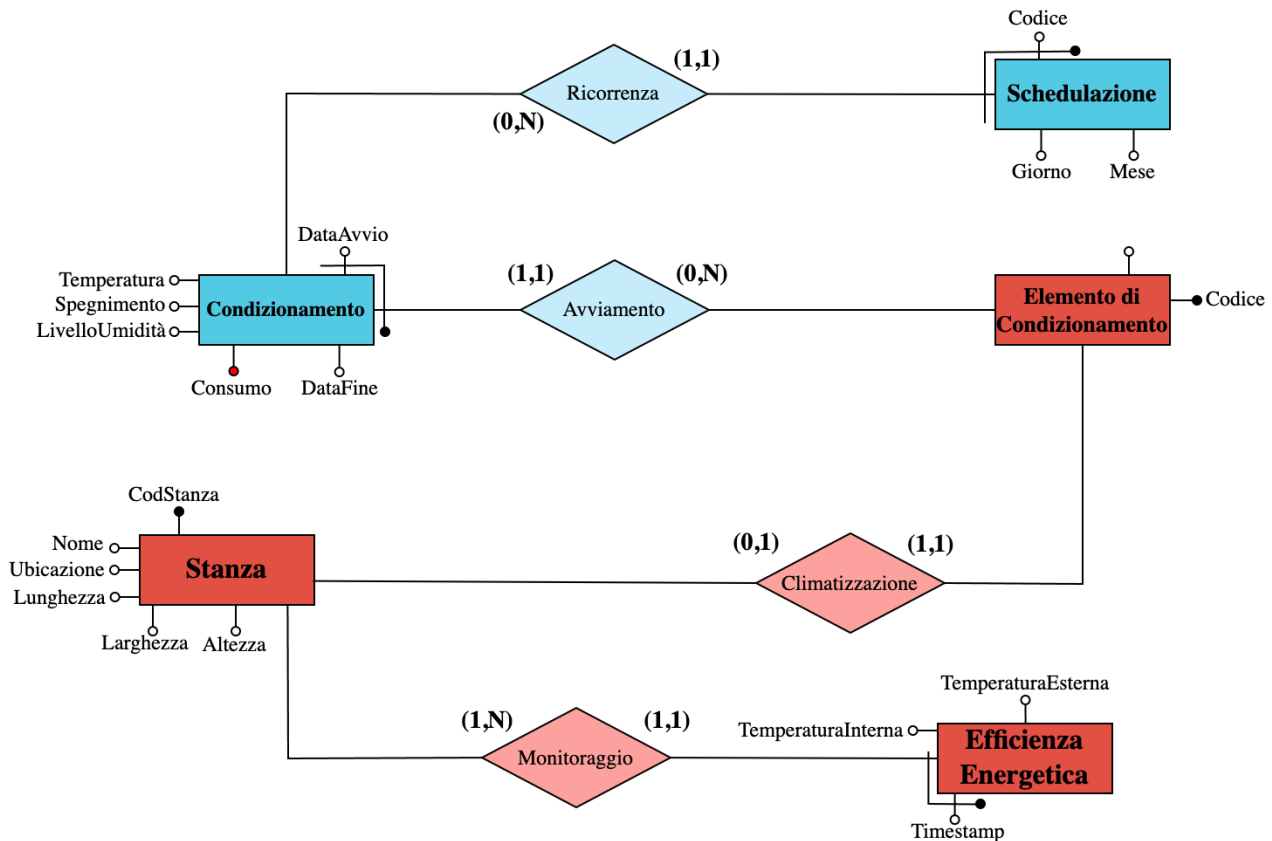
5.6 Registrazione del consumo di un'impostazione di condizionamento

Descrizione: L'operazione esegue una stima dei consumi derivanti da una determinata impostazione relativa a un elemento di condizionamento per un dato giorno.

Input: Codice (Elemento di condizionamento), DataAvvio(Condizionamento)

Output: Consumo energetico relativo a quella determinata impostazione.

Frequenza: Si ipotizza che per il calcolo del consumo di un'impostazione di condizionamento si deve ricalcolare 20 interazioni passate. In media ogni utente registrato interagisce 3 volte al giorno con gli elementi di condizionamento, per un totale di 12 volte al giorno ($4 \times 3 = 12$).



Porzione tavola dei volumi interessata:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Stanza	Entità	9		Ipotizziamo che in una casa di medie dimensioni ci siano 9 stanze
Climatizzazione	Relazione	8		La maggior parte delle stanze della casa sono climatizzate
Elemento di Condizionamento	Entità	8		Ogni stanza climatizzata è caratterizzata da un dispositivo di condizionamento
Monitoraggio	Relazione	96	4*3*8	Nell'arco della giornata si monitora più volte l'efficienza energetica della stanza
Efficienza Energetica	Entità	96	4*3*8	Per ogni stanza climatizzata, viene aggiornata l'energia necessaria 4 volte per fascia oraria
Avviamento	Relazione	4380	4*3*365	In media ogni utente interagisce con il condizionamento 3 volte al giorno
Condizionamento	Entità	4380	4*3*365	In media ogni utente interagisce con il condizionamento 3 volte al giorno
Schedulazione	Entità	8		Ogni ricorrenza riguarda una schedulazione
Ricorrenza	Relazione	8		Abbiamo tante ricorrenze quante il numero di condizionatori

Tavola degli accessi senza ridondanza:

Concetto	Tipo	Num. Operazioni	Tipo Operazione	Descrizione
Condizionamento	Entità	1	Lettura	Si ricava l'impostazione di condizionamento interessata
Avviamento	Entità	1	Lettura	Si ricava l'elemento di condizionamento associato a quella impostazione
Elemento di Condizionamento	Entità	1	Lettura	Leggiamo le informazioni relative all'elemento di condizionamento
Climatizzazione	Entità	1	Lettura	Recuperiamo l'ID stanza dove è situato il condizionatore
Efficienza energetica	Entità	1	Lettura	Ricaviamo tutte le informazioni necessarie per calcolare il consumo energetico

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a 5.

Costo Totale: $5 \cdot 20 = 100$.

Il costo dell'operazione viene moltiplicato per le 20 interazioni passate da recuperare.

Tavola degli accessi con ridondanza:

Viene introdotta una ridondanza 'Consumo' in Condizionamento.

Il modo in cui si calcola il valore è spiegato dettagliatamente nella sezione **Appendice**, alla fine del documento.

Concetto	Tipo	Num. Operazioni	Tipo Operazione	Descrizione
Condizionamento	Entità	1	Lettura	Si ricava l'impostazione di condizionamento interessata

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a 1.

Costo Totale: $1 \cdot 12 = 12$.

Il costo dell'operazione viene moltiplicato per la frequenza giornaliera con cui gli utenti interagiscono con gli elementi di condizionamento(12).

Costo Aggiornamento ridondanza:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Condizionamento	Entità	1	Lettura	Si ricava l'impostazione di condizionamento interessata
Avviamento	Entità	1	Lettura	Si ricava l'elemento di condizionamento associato a quella impostazione
Elemento di Condizionamento	Entità	1	Lettura	Leggiamo le informazioni relative all'elemento di condizionamento
Climatizzazione	Entità	1	Lettura	Recuperiamo l'ID stanza dove è situato il condizionatore
Efficienza energetica	Entità	1	Lettura	Ricaviamo tutte le informazioni necessarie per calcolare il consumo energetico

Costo Operazione: 5

Il costo totale per mantenere aggiornata la ridondanza è $5 * 12 = 60$, poiché abbiamo ipotizzato che giornalmente abbiamo 12 interazioni.

Il costo totale dell'operazione in presenza di ridondanza è $12 + 60 = 72 < 100$.
Si decide di mantenere la ridondanza.

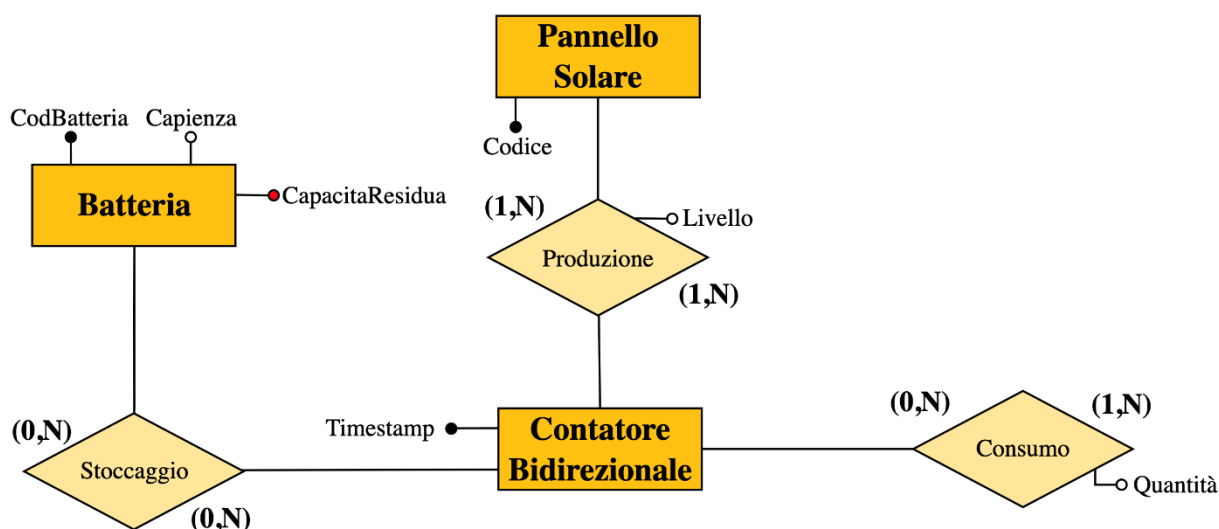
5.7 Stoccaggio giornaliero

Descrizione: L'energia rinnovabile convertita dai pannelli solari viene spedita quotidianamente al contatore bidirezionale, così che la casa possa subito usufruirne. Ogni giorno l'energia prodotta dai pannelli va a sommarsi a quella già presente nel contatore. Alla fine di ogni giorno l'energia non utilizzata viene stoccata in batteria.

Input: Livello (Produzione), Quantità(Consumo)

Output: Stoccaggio batteria

Frequenza: Lo stoccaggio è effettuato una volta al giorno, per verificare che ci sia abbastanza capacità nelle batterie supponiamo di dover recuperare 20 giorni di produzione e consumo.



Porzione tavola dei volumi interessata:

Concetto	Tipo	Volume	Calcolo Volume	Note
Contatore Bidirezionale	Entità	52560	$6 \cdot 24 \cdot 365 = 52560$	Ogni 10 minuti il contatore bidirezionale registra un flusso
Stoccaggio	Relazione	365	365	Possono avvenire due stoccaggi al giorno
Batteria	Entità	8		Nella smart home ci sono 8 batterie, dove viene immagazzinata parte dell'energia in eccesso

Produzione	Relazione	19710	$6*9*365 = 19710$	Il database registra periodicamente l'energia prodotta dalle sorgenti rinnovabili
Pannello Solare	Entità	19710	$6*9*365 = 19710$	In media, per ogni pannello solare, consideriamo 9 ore di luce al giorno
Consumo	Relazione	26280	$3*4*365 = 26280$	Ogni utente registrato consuma 3 volte al giorno l'energia prodotta

Tavola degli accessi senza ridondanza:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Consumo	Relazione	240	Lettura	Si leggono i dati riguardanti l'energia consumata dagli utenti al giorno ($3*4*20$)
Produzione	Relazione	1080	Lettura	Si leggono i dati riguardanti l'energia prodotta dai pannelli al giorno ($6*9*20$)
Batteria	Entità	8	Lettura	Si leggono le 8 batterie e si sceglie quella che può mantenere l'energia
Contatore Bidirezionale	Entità	2	Scrittura	Si registra il flusso nel contatore
Stoccaggio	Relazione	2	Scrittura	Si registra lo stoccaggio

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $240+1080+8+2+2=1328$.

Costo Totale: 1328 al giorno.

Tavola degli accessi con ridondanza:

Viene introdotta una ridondanza 'CapacitaResidua' in Batteria.

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Consumo	Relazione	12	Lettura	Si leggono i dati riguardanti l'energia consumata dagli utenti al giorno (3*4)
Produzione	Relazione	54	Lettura	Si leggono i dati riguardanti l'energia prodotta dai pannelli al giorno (6*9)
Batteria	Entità	8	Lettura	Si leggono le 8 batterie e si sceglie quella che può mantenere l'energia
Contatore Bidirezionale	Entità	2	Scrittura	Si registra il flusso nel contatore
Stoccaggio	Relazione	2	Scrittura	Si registra lo stoccaggio

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $12+54+8+2+2=78$.

Costo Totale: 78.

Costo Aggiornamento ridondanza:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Batteria	Entità	8	Lettura	Si leggono le 8 batterie e si sceglie quella che può mantenere l'energia
Batteria	Entità	2	Scrittura	Si aggiorna la ridondanza

Costo Operazione: 10.

Il costo totale per mantenere aggiornata la ridondanza è $10 * 1 = 10$, poiché abbiamo ipotizzato che giornalmente abbiamo uno stoccaggio.

Il costo totale dell'operazione in presenza di ridondanza è $10 + 78 = 88 < 1328$.
Si decide di mantenere la ridondanza.

5.8 Calcolo storno in bolletta

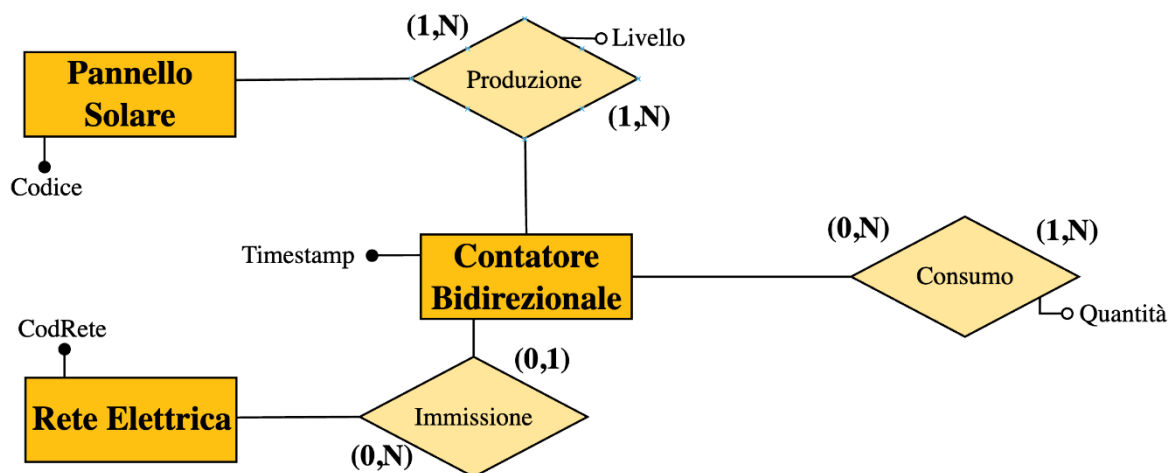
Descrizione: Questa operazione permette di gestire l'energia in eccesso, l'energia avanzata nell'arco di un mese viene immessa nella rete elettrica, la quantità in eccesso ci permette di fare una stima dello storno in bolletta.

Input: -

Output: Storno in bolletta.

Frequenza: Una volta al mese l'energia in eccesso viene immessa nelle rete elettrica.

Porzione diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Calcolo Volume</i>	<i>Note</i>
Contatore Bidirezionale	Entità	52560	$6*24*365=52560$	Ogni 10 minuti il contatore bidirezionale registra un flusso
Immissione	Relazione	12		Vi può essere un'immissione al mese ¹
Rete Elettrica	Entità	1		È presente una rete elettrica dove poter immettere l'energia in eccesso
Produzione	Relazione	19710	$6*9*365 = 19710$	Il database registra periodicamente l'energia prodotta dalle sorgenti rinnovabili
Pannello Solare	Entità	19710	$6*9*365 = 19710$	In media, per ogni pannello solare, consideriamo 9 ore di luce al giorno
Consumo	Relazione	26280	$3*4*365 = 26280$	Ogni utente registrato consuma 3 volte al giorno l'energia prodotta

Tavola degli accessi:

<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Num. Operazioni</i>	<i>Tipo Operazione</i>	<i>Descrizione</i>
Produzione	Relazione	540	Lettura	Si leggono i dati riguardanti l'energia prodotta in un mese. $(6*9*30)$
Consumo	Entità	360	Lettura	Si leggono i dati riguardanti l'energia consumata in un mese. $(12*30)$
Immissione	Entità	2	Scrittura	Si memorizza l'immissione effettuata
Contatore Bidirezionale	Entità	2	Scrittura	Si aggiorna l'energia nel contatore bidirezionale

Costo Operazione: Il costo dell'operazione per ogni utente è pari a $540+360+2+2 = 904$.

Costo Totale: 904 al mese.

6. Progettazione Logica

In questa sezione è presentata la traduzione del nostro modello concettuale ristrutturato in relazioni logiche, infine vengono esplicitati i vincoli tra le tabelle.

6.1 Modello Logico

6.1.1 Area Generale

Account (Username, Password, Domanda, Risposta)

Documento d'Identità (Tipologia, Numero, Scadenza, EnteRilascio, CodFiscale)

Utente (CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, Telefono)

Archivio Iscrizioni (CodFiscale, Username, DataIscrizione)

Domanda di Sicurezza (CodDomanda, TestoD)

Stanza (CodStanza, Nome, Ubicazione, Lunghezza, Larghezza, Altezza)

Accesso (CodStanza, CodPorta)

Collegamento Esterno (Codice, Stanza, Nome, PuntoCardinale)

Elemento di Condizionamento (CodDispositivo, ConsumoMedio, Stanza)

Efficienza Energetica (CodStanza, Timestamp, TemperaturaInterna, TemperaturaEsterna)

6.1.2 Area Dispositivi

Dispositivo (CodDispositivo, Funzionalità, Tipo, Livello, ConsumoMedio)

Interazione (Account, CodDispositivo, Inizio, Fine)

Programma (CodProgramma, Dispositivo, Durata, Nome, Livello)

Programmazione (CodProgramma, Account, CodDispositivo, Inizio)

Potenza (CodPotenza, Dispositivo, Livello)

SmartPlug (Codice, Dispositivo)

6.1.3 Area Energia

Contatore Bidirezionale (Timestamp, Energia)

Produzione (Timestamp, TipoPannello, Livello)

Consumo (Timestamp, Account, Quantità)

Utilizzo (FasciaTariffaria, Timestamp)

Fascia Tariffaria (Codice , Costo, Range)

Batteria (CodBatteria , Capienza, CapacitaResidua)

Stoccaggio (CodBatteria, Timestamp)

Immissione (CodReteElettrica, Timestamp, DataImmissione)

Suggerimento (CodiceSuggerimento, Data, Account, Programma, SceltaUtente)

6.1.4 Area Comfort

Condizionamento (CodCondizionatore, DataAvvio, Spegnimento, LivelloUmidita, Temperatura, Consumo)

Schedulazione (CodCondizionatore, DataAvvio, Account, DataFine, Durata)

Elemento di Illuminazione (Codice, Nome, Livello, Stanza)

Luce (CodIlluminatore, DataInizio, Account, Temperatura, Intensita, DataFine)

Proprietà Illuminazione (Temperatura, Intensità, CodIlluminatore)

6.1.5 Area Sicurezza

Sistema di Controllo (Stanza, CollegamentoEsterno, DataEntrata, Persona, DataUscita)

Serramento (CollegamentoEsterno, Nome, TempoApertura, TempoChiusura)

6.2 Vincoli di Integrità Referenziale

- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodFiscale** in **Utente** e l'attributo chiave **CodFiscale** in **Archivio Iscrizioni**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Username** in **Account** e l'attributo chiave **Username** in **Archivio Iscrizioni**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodDomanda** in **Account** e l'attributo chiave **CodDomanda** in **Domanda di Sicurezza**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Stanza** in **Elemento di Condizionamento** e l'attributo chiave **CodStanza** in **Stanza**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodStanza** in **Stanza** e l'attributo chiave **CodStanza** in **Accesso**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodStanza** in **Stanza** e l'attributo chiave **CodStanza** in **Efficienza Energetica**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodStanza** in **Stanza** e l'attributo chiave **Stanza** in **Collegamento Esterno**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Username** in **Account** e l'attributo chiave **Account** in **Interazione**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodDispositivo** in **Dispositivo** e l'attributo chiave **CodDispositivo** in **Interazione**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodDispositivo** in **Dispositivo** e l'attributo chiave **Dispositivo** in **Potenza**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Dispositivo** in **Smart Plug** e l'attributo chiave **CodDispositivo** in **Dispositivo**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Stanza** in **Smart Plug** e l'attributo chiave **CodStanza** in **Stanza**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Programma** in **Suggerimento** e l'attributo chiave **CodProgramma** in **Programma**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Account** in **Suggerimento** e l'attributo chiave **Username** in **Account**.

- C'è un vincolo di integrità referenziale tra gli attributi **Timestamp** in **Contatore Bidirezionale** e gli attributi chiave **Timestamp** in **Produzione**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra gli attributi **Timestamp** in **Contatore Bidirezionale** e gli attributi chiave **Timestamp** in **Immissione**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra gli attributi **Timestamp** in **Contatore Bidirezionale** e gli attributi chiave **Timestamp** in **Stoccaggio**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodBatteria** in **Batteria** e l'attributo chiave **CodBatteria** in **Stoccaggio**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodDispositivo** in **Elemento di Condizionamento** e l'attributo chiave **CodCondizionatore** in **Condizionamento**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodDispositivo** in **Elemento di Illuminazione** e l'attributo chiave **CodIlluminatore** in **Luce**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodIlluminatore** in **Luce** e l'attributo chiave **CodIlluminatore** in **Temperatura Luce**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodIlluminatore** in **Luce** e l'attributo chiave **CodIlluminatore** in **Intensità Luce**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **CodStanza** in **Stanza** e l'attributo chiave **Stanza** in **Sistema di Controllo**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Codice** in **Collegamento Esterno** e l'attributo chiave **Collegamento Esterno** in **Sistema di Controllo**.
- C'è un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo **Codice** in **Collegamento Esterno** e l'attributo chiave **Collegamento Esterno** in **Serramento**.

6.3 Vincoli di Integrità Generici

In questa sezione vengono presentati i vincoli di integrità generici, tutti i vincoli elencati sono stati implementati in MySQL tramite l'uso di trigger.

- La scadenza del documento di identità non deve essere maggiore della data corrente.
- Ogni account ha una domanda con una relativa risposta.
- Il tipo di un dispositivo può essere solo "Fisso" o "Variabile".
- La temperatura e l'intensità di Luce devono appartenere ad un Elemento di Illuminazione.
- La TemperaturaInterna di Efficienza Energetica deve rientrare nell'intervallo [18, 30].
- L'attributo Capienza deve rientrare nell'intervallo [40, 100].
- Quando un Elemento di Illuminazione viene spento, l'attributo Fine di Luce è settato all'istante corrente, nel caso in cui sia NULL, il dispositivo è acceso.
- L'attributo Livello di Produzione deve essere ≥ 0 .
- Se l'attributo Tipo di Dispositivo assume valore "Variabile", Potenza viene settata a NULL.
- L'attributo Account di Schedulazione deve rientrare tra gli username di Account.
- L'attributo SceltaUtente di Suggerimento deve rientrare nell'intervallo [0, 1]
- L'attributo LivelloUmidita di Condizionamento deve rientrare nell'intervallo [0, 100].
- L'attributo Temperatura di Condizionamento deve rientrare nell'intervallo [16, 30].
- Il Programma deve appartenere ad un dispositivo esistente nel database.
- L'occorrenza di un Dispositivo in Potenza può essere al massimo di 4 volte.
- L'occorrenza di un Dispositivo in Programma può essere al massimo di 8 volte.
- Quando un Elemento di Condizionamento viene spento, l'attributo Spegnimento è settato all'istante corrente, nel caso in cui sia NULL, il dispositivo è acceso.
- L'attributo PuntoCardinale di Collegamento Esterno può assumere solo valori "N" "NO" "NE" "E" "O" "SE" "S" "SO".
- Ad ogni inserimento di un Dispositivo variabile la ridondanza 'ConsumoMedio' va settata uguale al valore medio delle potenze registrate in Potenza di quel dispositivo.
- Ad ogni inserimento di un Dispositivo fisso la ridondanza 'ConsumoMedio' va settata uguale a Valore.

- Ad ogni inserimento di un'impostazione in Condizionamento, bisogna aggiornare la ridondanza 'Consumo'.
- Ad ogni stoccaggio bisogna aggiornare la ridondanza 'CapacitaResidua' in Batteria.

7. Analisi delle Dipendenze Funzionali e Normalizzazione

7.1 Area Generale

Account (Username, Password, Domanda, Risposta)

Username -> Password, Domanda, Risposta

È già in BCNF.

Documento d'Identità (Tipologia, Numero, DataIscrizione, EnteRilascio, CodFiscale)

Tipologia, Numero -> DataIscrizione, EnteRilascio, CodFiscale

È già in BCNF.

Utente (CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, Telefono)

CodFiscale -> Nome, Cognome, DataNascita, Telefono

È già in BCNF.

Archivio Iscrizioni (CodFiscale, Username, DataIscrizione)

CodFiscale, Username -> DataIscrizione

È già in BCNF.

Domanda di Sicurezza (CodDomanda, TestoD, RispostaD)

CodDomanda -> TestoD, RispostaD

È già in BCNF.

Stanza (CodStanza, Nome, Ubicazione, Lunghezza, Larghezza, Altezza, Temperatura)

CodStanza-> Nome, Ubicazione, Lunghezza, Larghezza, Altezza, Temperatura

È già in BCNF.

Accesso (CodStanza, CodPorta)

È già in BCNF.

Collegamento Esterno (Codice, Stanza, Nome, PuntoCardinale)

Codice, Stanza -> Nome, PuntoCardinale

È già in BCNF.

Elemento di Condizionamento (CodDispositivo, ConsumoMedio, Stanza)

CodDispositivo -> ConsumoMedio, Stanza

È già in BCNF.

Efficienza Energetica (CodStanza, Timestamp, TemperaturaInterna, TemperaturaEsterna)

CodStanza, Timestamp -> TemperaturaInterna, TemperaturaEsterna

È già in BCNF.

7.2 Area Dispositivi

Dispositivo (CodDispositivo, Funzionalità, Tipo, Livello, ConsumoMedio)

CodDispositivo -> Funzionalità, Tipo, Livello, ConsumoMedio

È già in BCNF.

Interazione (Account, CodDispositivo, Inizio, Fine)

Account, CodDispositivo, Inizio -> Fine

È già in BCNF.

Programma (CodProgramma, Dispositivo, Durata, Nome, Livello)

CodProgramma -> Dispositivo, Durata, Nome, Livello

È già in BCNF.

Programmazione (CodProgramma, Account, CodDispositivo, Inizio)

È già in BCNF.

Potenza (CodPotenza, Dispositivo, Livello)

CodPotenza, Dispositivo -> Livello

È già in BCNF.

SmartPlug (Codice, Dispositivo, Stanza)

Codice -> Dispositivo, Stanza

È già in BCNF.

7.3 Area Energia

Contatore Bidirezionale (Timestamp , Energia)

Timestamp -> Energia

È già in BCNF.

Produzione (Timestamp, TipoPannello, Livello)

Timestamp, TipoPannello -> Livello

È già in BCNF.

Consumo (Timestamp, Account, Quantità)

Timestamp, Account -> Quantità

È già in BCNF.

Utilizzo (FasciaTariffaria, Timestamp)

È già in BCNF.

Fascia Tariffaria (Codice, Costo, Range)

Codice -> Costo, Range

È già in BCNF.

Batteria (CodBatteria , Capienza, CapacitaResidua)

CodBatteria -> Capienza, CapacitaResidua

È già in BCNF.

Stoccaggio (CodBatteria, Timestamp)

È già in BCNF.

Immissione (CodReteElettrica, Timestamp, DataImmissione)

CodReteElettrica, Timestamp -> DataImmissione

È già in BCNF.

Suggerimento (CodiceSuggerimento, Data, Account, Programma, SceltaUtente)

CodiceSuggerimento -> Data, Account, Programma, SceltaUtente

È già in BCNF.

7.4 Area Comfort

Condizionamento (CodCondizionatore, DataAvvio, Spegnimento, LivelloUmidità, Temperatura, Consumo)

CodCondizionatore, DataAvvio, -> Spegnimento, LivelloUmidità

È già in BCNF.

Schedulazione (CodCondizionatore, DataInizio, Account, DataFine, Durata)

CodCondizionatore, DataInizio, Account -> DataFine, Durata

È già in BCNF.

Elemento di Illuminazione (CodDispositivo, Nome, Livello, Stanza)

CodDispositivo -> Nome, Livello, Stanza

È già in BCNF.

Luce (CodIlluminatore, DataInizio, Account, Temperatura, Intensità, DataFine)

CodIlluminatore, DataInizio -> Account, Temperatura, Intensità, DataFine

È già in BCNF.

Proprietà Illuminazione (Temperatura, Intensità, CodIlluminatore)

Temperatura, Intensità -> CodIlluminatore

È già in BCNF.

7.5 Area Sicurezza

Sistema di Controllo (Stanza, CollegamentoEsterno, DataEntrata, Persona, DataUscita)

Stanza, CollegamentoEsterno, DataEntrata, Persona -> DataUscita

È già in BCNF.

Serramento (CollegamentoEsterno, Nome, TApertura, TChiusura)

CollegamentoEsterno -> Nome, TApertura, TChiusura

È già in BCNF.

8. Area Analytics

8.1 Abitudini degli utenti tramite Association Rule Learning

Le association rules learning rappresentano delle relazioni di implicazioni utili per ricavare informazioni riguardo all'uso dei dispositivi da parte degli utenti.

Innanzitutto, bisogna definire gli insiemi: l'insieme degli oggetti è formato da tutti i Dispositivi registrati nel database, mentre l'insieme delle transazioni viene creato basandosi sulla tabella Interazione, la quale ci descrive il dispositivo interessato, l'account che ha effettuato l'interazione e il momento in cui è avvenuta l'interazione.

Quello che vogliamo sapere è quali sono i dispositivi utilizzati da un utente in ogni giorno, così facendo ogni anno avremo dei dati significativi per quanto riguarda l'utilizzo dei dispositivi nei vari periodi dell'anno.

La prima cosa che abbiamo fatto è stata la creazione di una tabella contenente le transazioni; quindi, come prima colonna viene identificata la transazione con determinato un numero, per implementare ciò abbiamo utilizzato una variabile *auto_increment*. Affiancato all'identificatore della transazione sono presenti i dispositivi utilizzati in quell'istante, per avere ciò abbiamo fatto uso della funzione *group_concat*, la quale concatena tutti i dispositivi presenti in Interazione raggruppati per il giorno:

```
drop table if exists Transactions;
create table Transactions (
  ID integer auto_increment,
  Dispositivi varchar(10000),
  primary key (ID)
);
with Transactions as (
  select group_concat(distinct D.Nome) as Dispositivi
  from Interazione I natural join Dispositivo D
  group by I.Account, I.Inizio
)
select group_concat(concat('(NULL, ''', T.Dispositivi, ''')') )
from Transactions T
into @values;
set @values = concat('INSERT INTO Transactions values ', @values);
prepare sql_statement from @values;
execute sql_statement;
```

Per una maggiore leggibilità nella tabella abbiamo preso i nomi dei dispositivi e non i codici, ciò si vede dalla *natural join*.

Dopo di che, abbiamo sfruttato la tecnica di pivoting per rovesciare la tabella rendendola simile a quella illustrata nelle specifiche.

Ogni riga rappresenta una transazione, mentre ogni colonna un dispositivo, dalla tabella si può vedere la frequenza di utilizzo di un dispositivo per un determinato giorno, ovviamente se tale valore è uguale a 0, vuol dire che il dispositivo in questione non è stato utilizzato.

```
select group_concat(concat('sum(if(Nome= ',Nome,',1,0)) as ', Nome, ' '))
from Dispositivo
into @insert_pivot;

set @insert_pivot = concat(
'select',
@insert_pivot,
' from Interazione I natural join Dispositivo D
group by I.Account, I.Inizio'
);

set @insert_pivot=concat(
' select NULL, D.Nome
from (',@insert_pivot,') as D;'
);

set @insert_pivot = concat(
'INSERT INTO Pivot_Transazioni (' ,
@insert_pivot, ');'
);

prepare sql_statement from @insert_pivot;
execute sql_statement;
```

A questo punto si inizia con la vera e propria iterazione dell'algoritmo *Apriori*:

Innanzitutto si creano delle tabelle di appoggio che permettono di calcolare il supporto dei dispositivi, scartando quelli che non raggiungono il minimo.

Da una prima tabella avente un dispositivo per ogni riga con accanto il relativo supporto, si inizia ad estendere i dispositivi applicando i passi di join. Quello che si fa è un prodotto cartesiano per ottenere prima tutte le coppie, poi tutte le triple e così via, per ogni gruppo di dispositivi si affianca il supporto del gruppo all'interno della tabella delle transazioni (la prima costruita).

Per quanto riguarda i passi di join, abbiamo utilizzato una tabella di appoggio avente come valori i dispositivi componenti del gruppo, ognuno dipendente da un attributo diverso. Per effettuare la 'traduzione', cioè ottenere una lista di dispositivi per ogni riga aventi un unico attributo, abbiamo fatto uso di vari cursori che scorrevano la tabella, prendevano gli attributi e li concatenavano in una stringa, inserita poi in un'ulteriore tabella che è stata proiettata ad ogni passo dell'algoritmo.

Vediamo un'applicazione più dettagliata:

Passo 1

Items	HowMany
Lavatrice	3
Microonde	1
Tostapane	2
Televisione	5
Smarthub	2
Frullatore	4
Asciugatrice	1

Si crea una tabella avente come attributi, gli oggetti presenti nella tabella pivot delle transazioni, affiancato ad ogni oggetto vi è l'occorrenza di tale dispositivo nelle transazioni. La prossima cosa da fare è quella di eliminare dalla tabella gli oggetti aventi un supporto troppo ridotto.

Passo 2

I1	I2
Frullatore	Lavatrice
Smarthub	Lavatrice
Televisione	Lavatrice
Tostapane	Lavatrice
Frullatore	Tostapane
Smarthub	Tostapane
Televisione	Tostapane
Lavatrice	Tostapane
Frullatore	Televisione
Smarthub	Televisione

Si effettua dunque un prodotto cartesiano con i dispositivi interessati, in questa tabella abbiamo due attributi distinti. La cosa da fare è aggiornare la tabella precedente, cambiando il numero di item da 1 a 2, (successivamente sarà da 2 a 3, da 3 a 4 e così via fino a k, dove k è il numero massimo di iterazioni), la tabella vecchia sarà svuotata e rimpiazzata con valori aventi un Item in più nello stesso attributo.

Passo 3

A questo punto si fa uso di un cursore che scorre la tabella, preleva ogni valore e li concatena in una stringa che andrà inserita nella tabella su cui è stato fatto un flush. Per far sì che l'algoritmo funzioni ad ogni passo, la tabella avente per ogni attributo un dispositivo deve essere dinamica, cioè per ogni iterazione si aggiunge una colonna:

```
set @update_help = concat('alter Help_Me add I',passo, ' varchar(20);');
prepare sql_statement from @update_help;
execute sql_statement;
```

Conseguentemente a ciò anche il prelievo dei valori contenuti nella tabella di supporto deve essere dinamico, poiché la tabella su cui effettuare il fetch ha un attributo in più.

Passo 4

Items	HowMany
Frullatore,Lavatrice	0
Smarthub,Lavatrice	0
Televisione,Lavatrice	0
Tostapane,Lavatrice	0
Frullatore,Tostapane	0
Smarthub,Tostapane	0
Televisione,Tostapane	0
Lavatrice,Tostapane	0
Frullatore,Televisione	0
Smarthub,Televisione	0

Abbiamo adesso aggiunto alla tabella iniziale un item. Però ancora non sappiamo se i gruppi costruiti possono essere accettati o meno (come si può vedere il contatore delle occorrenze è settato a 0 in ogni campo), quello che bisogna fare è confrontare per ogni riga della tabella tutte le righe della tabella Transactions (la prima costruita). Nel caso in cui troviamo i gruppi di items nella tabella transazioni si incrementa il contatore.

```
label: loop
open scorri_transazioni;
fetch scorri_item into f2;
if finito = 1 then
    leave label;
end if;
label1: loop
    fetch scorri_transazioni into f3;
    if finito = 1 then
        leave label1;
    end if;
    if (length(f2)-length(replace(f2,f3,'')))<>0 then
        update NotEnough set HowMany = HowMany + 1
        where Items = f2;
        set @j = HowMany;
    end if;
end loop label1;
if @j < _supporto*100 then
    delete from NotEnough where Items = f2;
end if;
close scorri_transazioni;
set finito = 0;
end loop label;
```

Per implementare questo meccanismo abbiamo utilizzato due cursori, il primo scorre la tabella degli item e per ogni record della tabella controlla tutti i record della tabella delle transazioni. Se il contatore non supera il minimo voluto si cancella il record in questione.

Usciti dai due cicli iterativi in cui si utilizzano i cursori, la tabella degli Items è ora consistente e può essere proiettata.

Dopo di che si riparte con l'algoritmo e tutti i passi elencati, le tabelle avranno un item in più. Alla fine dell'algoritmo otterremo tutte le regole di associazione forte con le relative proprietà verificate.

8.2 Ottimizzazione dei consumi energetici

Essendo una smart Home, il database deve essere in grado di effettuare delle previsioni di produzione energetica rinnovabile e conseguentemente di dare un suggerimento agli utenti riguardo al consumo efficiente di determinati dispositivi.

Il metodo che abbiamo pensato per una maggiore efficienza energetica si basa sull'utilizzo di dispositivi programmabili, cioè quei dispositivi aventi una serie di programmi ognuno con un consumo energetico diverso.

La prima cosa fatta è stata la previsione di energia prodotta, ciò è stata implementata in modo euristico calcolando la media del livello energetico prodotto negli ultimi 10 giorni:

```
drop event if exists energia_prodotta;
delimiter $$
create event energia_prodotta
on schedule every 1 day
starts current_date + interval 1 day at '00:00:00'
do

    select avg(D.Livello)
    from (
        select sum(P.Livello) as Livello
        from Produzione P
        where date(P.Timestamp) + interval 10 day > current_date
        group by day(P.Timestamp)
    ) as D
    into @energia_prevista;

delimiter ;
```

È stato dunque creato un event che ogni giorno fa questa stima di energia prodotta e setta una variabile user-defined che utilizzeremo successivamente.

Il suggerimento che vogliamo dare noi si basa su quanto tempo si può utilizzare un determinato dispositivo in modo efficiente.

Per consumo efficiente intendiamo che non superi una certa soglia di energia rinnovabile prodotta in quel giorno, la soglia che abbiamo scelto è il 10% dell'energia prevista calcolata precedentemente.

Quindi, il suggerimento esposto all'utente sarà del tipo:

“Si consiglia di utilizzare il dispositivo X per Y minuti”, la cosa che bisogna trovare adesso è il consumo di un determinato programma in un intervallo di tempo.

Abbiamo dunque creato una tabella avente come parametri tutti i dispositivi programmabili con affiancato il consumo orario:

```
drop table if exists consumo_orario;

create table consumo_orario as (
    select D.CodDispositivo, (D.ConsumoTotale/D.OreTotali) as ConsumoOrario
    from (
        select I.CodDispositivo, sum(P.Livello) as ConsumoTotale, sum(datediff(I.Fine, I.Inizio)) as OreTotali
        from Interazione I inner join Programma P on I.CodDispositivo = P.Dispositivo
        group by I.CodDispositivo
    ) as D
);
```

A questo punto dobbiamo effettuare la creazione del suggerimento, ciò è stato fatto implementando un *trigger before insert on Interazione*, per fare in modo tale di essere sicuri che siamo nel momento in cui l'interazione sta per iniziare.

Innanzitutto, abbiamo verificato che il dispositivo con cui sta interagendo l'utente sia un dispositivo programmabile:

```
if exists (
    select *
    from Programma
    where NEW.CodDispositivo = Dispositivo
) then
```

Se tale condizione non è verificata, il trigger praticamente non parte nemmeno.

Dopo di che ci si calcola il 10% dell'energia prevista per quel giorno e ci prendiamo il consumo orario del dispositivo con cui l'utente sta interagendo:

```
set dieci_per_cento = @energia_prevista * 0.01;
set @ore = 0;
set consumo_orario = (
    select ConsumoOrario
    from consumo_orario
    where CodDispositivo = NEW.CodDispositivo
);
```


A questo punto ci calcoliamo quanto tempo il dispositivo può essere utilizzato per arrivare alla soglia del 10% dell'energia prevista:

```
label: loop
    set dieci_per_cento = dieci_per_cento - consumo_orario;

    if (dieci_per_cento < 0) then
        leave label;
    end if;

    set @ore = @ore + 1;

end loop;
```

Questa parte è stata implementata con un loop, appena si arriva alla soglia prefissata si esce dal ciclo.

Nel caso in cui abbiamo una soglia minima temporale si suggerisce l'uso del dispositivo per un periodo di tempo, nell'altro caso si sconsiglia l'utilizzo del device, ovviamente sta all'utente decidere se seguire o meno il consiglio:

```
if @ore > 0 then

    set @advice = concat("Si consiglia l'utilizzo del Dispositivo ", NEW.CodDispositivo,
    " per ", @ore*60 , "minuti");
    select @advice;

else

    set @advice = concat("Si sconsiglia l'utilizzo del Dispositivo ", NEW.CodDispositivo);
    select @advice;

end if;
```

Infine, dobbiamo modificare la tabella Suggerimento settando a 1 nel caso in cui il suggerimento è stato ascoltato, a 0 nel caso contrario:

```
if datediff(Fine, Inizio) >= @ore then      -- se il suggerimento è stato ascoltato

    insert into Suggerimento values (null, NEW.Inizio, NEW.Account, programma, 1);

else                                         -- suggerimento non seguito

    insert into Suggerimento values (null, NEW.Inizio, NEW.Account, programma, 0);

end if;
```

Appendice

In questa parte chiariamo le operazioni effettuate per misurare il consumo di un'impostazione di condizionamento:

Per calcolare l'energia necessaria a scaldare una stanza utilizziamo la formula fisica:

$$E_{nec} = \frac{V \times \Delta T \times k}{860,61}$$

V: Rappresenta il volume della stanza

*Nel nostro caso, il **volume** di una stanza si può facilmente calcolare dai dati contenuti nell'entità Stanza, come lunghezza, larghezza e altezza.*

ΔT : Rappresenta la differenza tra la temperatura iniziale e la temperatura finale.

*Nel nostro caso, la temperatura **finale** è memorizzata nell'entità Condizionamento, e rappresenta la temperatura voluta in una determinata stanza; mentre la temperatura **iniziale** è memorizzata in Efficienza Energetica e rappresenta la temperatura interna che ha la stanza in quel momento.*

k: Rappresenta il coefficiente di dispersione

*Il coefficiente di dispersione dipende dalla struttura della casa, la nostra casa ha una costruzione ben isolata, cioè ha doppi muri, un materiale isolante a soffitto, a parete e pavimenti e doppi vetri alle finestre con porte coibentate. Quindi nel nostro caso il coefficiente sta tra 0.6 e 0.9, prendiamo un valore medio di **0.75**.*

Fonte: <https://www.qiffimarket.com/blog/come-calcolare-la-potenza-termica-per-riscaldare-un-ambiente-n18>

860,61: Rappresenta la conversione da $\frac{kcal}{h}$ a Kw.

*Senza quest'ultimo rapporto calcoleremmo il nostro dato in kcal/h, noi ci interessa calcolarlo in Kwh, e **1 Kw = 860,61 kcal/h**.*