

Progetto Basi di Dati



Anno Accademico 2021-2022

Lorenzo Vezzani e Francesco Panattoni

Smart Buildings



UNIVERSITÀ DI PISA

**Specifiche di Progetto per il corso di Basi di Dati
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica**

Prof. Gigliola Vaglini, Ing. Francesco Pistolesi

INDICE

1. Analisi delle Specifiche	4
1.1 Glossario	4
1.1.1 Area Planimetrica	4
1.1.2 Area Geografica	5
1.1.3 Area Lavorativa	6
1.1.4 Area Monitoraggio	8
2. Progettazione Concettuale del Diagramma E-R Non Ristrutturato	10
2.1 Diagramma E-R Non Ristrutturato	10
2.2 Generalizzazioni	11
2.3 Attributi Composti	14
3. Progettazione Concettuale del Diagramma E-R Ristrutturato	15
3.1 Ristrutturazione delle Generalizzazioni	15
3.2 Ristrutturazione degli Attributi Composti	17
3.3 Diagramma E-R Ristrutturato	18
4. Individuazione di Operazioni interessanti sui dati	19
4.1 Volumi	19
4.1.1 Dimensioni Area Planimetrica	19
4.1.2 Dimensioni Area Geografica	20
4.1.3 Dimensioni Area Lavorativa	20
4.1.4 Dimensioni Area Monitoraggio	22
4.2 Operazioni Individuate	23
5. Analisi delle prestazioni delle Operazioni individuate	24
5.1 Caratteristiche Vano	24
5.2 Calcolo Lotto Conveniente	25
5.3 Calcolo della Gravità di una Calamità	27
5.4 Aggiornamento Numero Massimo di Lavoratori per Capocantiere	30
5.5 Costo Totale per un Progetto Edilizio	32
5.6 Elenco Vertici di una Pianta	35
5.7 Inserimento Sensore di Posizione in una Crepa	36
5.8 Calcolo dell'Orientazione di una finestra/porta-finestra	37
6. Miglioramento della performance tramite introduzione di Ridondanze	39
6.1 Quantità Stoccata	39
6.1.1 Formalizzazione Ridondanza Quantità Stoccata	40
6.2 Costo di un Lavoro	40
6.2.1 Formalizzazione Ridondanza Costo di un lavoro	41
7. Progettazione Logica	42
7.1 Area Planimetrica	42
7.2 Area Geografica	42
7.3 Area Lavorativa	42
7.4 Area Monitoraggio	44
8. Analisi delle Dipendenze Funzionali e Normalizzazione	45

9. Commento sulla Codifica	47
9.1 Creazione delle Tabelle e Vincoli d'Integrità Referenziale	47
9.2 Funzioni di Utilità	53
9.3 Vincoli di Integrità Generici	56
9.4 Operazioni	67
9.5 Popolamento	69
10. Data Analytics	70
10.1 Consigli di Intervento	71
10.2 Simulazione Calamità	73
10.3 Probabilità di danneggiare un Muro	74
A. Bibliografia	75

1. Analisi delle Specifiche

L'obiettivo del Progetto è la realizzazione di un base di dati per l'azienda ***Smart Buildings*** in grado di memorizzare e gestire i dati relativi a costruzioni, ristrutturazioni e monitoraggio di edifici. Alcuni di questi dati vengono registrati tramite dei sensori, installati con il solo obiettivo di migliorare la sicurezza dell'edificio e dei suoi abitanti, tramite una sempre più efficiente valutazione del rischio, fornendo “campanelli di allarme” utili al fine di una manutenzione predittiva.

Questo database è suddiviso in 4 macro-aree tematiche:

- Area Planimetrica
- Area Geografica
- Area Lavorativa
- Area Monitoraggio

È stato compilato di seguito un glossario per la precisazione dei termini principali che possono essere presenti come entità nel diagramma E-R o nel resto della documentazione, affiancando eventuali sinonimi e/o collegamenti.

1.1 Glossario

Il glossario, illustrato in questo Capitolo, è stato realizzato prima della progettazione del diagramma Entità – Relazione e della sua ristrutturazione.

In questo Capitolo vengono indicati i termini principali, una breve descrizione, dei sinonimi con cui è possibile riferirsi a tali termini ed eventuali collegamenti logici con altri termini.

1.1.1 Area Planimetrica

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Edificio	Qualsiasi costruzione immobile realizzata dall'azienda Smart Buildings	Abitazione	Area Geografica, Danno, Pianta, Progetto Edilizio, Vano
Pianta	La vista dall'alto di un Edificio sezionato con un piano orizzontale	Mappa, Piano	Edificio, Vano

Vano	Spazio definito dalla suddivisione dell'interno di un piano di un Edificio	Stanza	Edificio, Muro, Pianta, Piastrelle, Pietre, Sensore
Muro	Un Muro è un collegamento fra due vertici e organo strutturale portante di un Edificio	Parete	Apertura, Crepa, Intonaco, Mattoni, Pietre, Vano
Apertura	Indica un'Apertura in un Muro	Porta, Finestra, Arco, Passaggio	Muro

1.1.2 Area Geografica

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Area Geografica	Porzione continua di terra dove posizionare un Edificio	Locazione	Calamità, Edificio, Pericolo Geologico
Pericolo Geologico	Pericolo che si manifesti una determinata Calamità in un'Area Geografica	Rischio	Area Geografica, Calamità
Calamità	Evento disastroso che ha colpito una determinata Area Geografica	Catastrofe	Area Geografica, Danno, Sensore

1.1.3 Area Lavorativa

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Progetto Edilizio	Progettazione preliminare che costituisce la base per lo sviluppo dell'Edificio in senso esecutivo	Piano di Costruzione	Edificio, Responsabile, Stadio di Avanzamento, Lavoro
Stadio di Avanzamento	Fase di un Progetto Edilizio	Fase di Lavoro	Lavoro, Progetto Edilizio
Lavoro	Fase esecutiva di uno Stadio di Avanzamento. Insieme di attività e compiti volti ad uno scopo progettuale		Dipendente, Materiali, Progetto Edilizio, Stadio di Avanzamento, Tipologia Lavoro, Turni di Lavoro
Materiali	Tutti i materiali (naturali e artificiali) normalmente impiegati nel Lavoro per realizzare costruzioni edilizie		Altri Materiali, Intonaco, Mattoni, Piastrelle, Pietre, Lavoro
Intonaco	Strato di rivestimento protettivo per le Mura	Strato	Materiali, Muro
Mattoni	Materiale, per lo più in forma di parallelepipedo, usato nella costruzione di murature.		Lavoro, Materiali, Muro
Piastrelle	Elemento materiale per la costruzione di Pavimenti	Pavimentazione	Lavoro, Materiali, Vano

Pietre	Denominazione generica di rocce compatte usate come materiale da costruzione		Lavoro, Materiali, Muro, Vano
Altri Materiali	Materiali non catalogabili come Intonaci, Mattoni, Piastrelle e Pietre		Lavoro, Materiali
Tipologia di Lavoro	Indica la denominazione tecnica e pratica di un lavoro.	Catalogo Lavori, Mansionario	Lavoro
Dipendente	Coloro che si impegnano per effetto di un contratto e in cambio di una retribuzione a prestare il proprio lavoro intellettuale o manuale		Capocantiere, Lavoratore, Lavoro, Responsabile, Turni di Lavoro
Lavoratore	Coloro che si occupano del lavoro per costruire gli Edifici da un punto di vista esecutivo		Dipendente, Lavoro, Turni di Lavoro
Capocantiere	Coloro che gestiscono i Lavori e i Lavoratori		Dipendente, Lavoro, Turni di Lavoro
Responsabile	Coloro che si occupano del progetto dal punto di vista intellettuale e che si prendono la Responsabilità della sua riuscita		Dipendente, Lavoro, Progetto Edilizio, Turni di Lavoro
Turni di Lavoro	Organizzazione del ritmo dei Lavoratori su un Lavoro		Lavoro, Dipendente

Impiego Materiali	Uso di un determinato lotto di Materiali per un determinato Lavoro	Utilizzo Materiali	Lavoro, Materiali
--------------------------	--	--------------------	-------------------

1.1.4 Area Monitoraggio

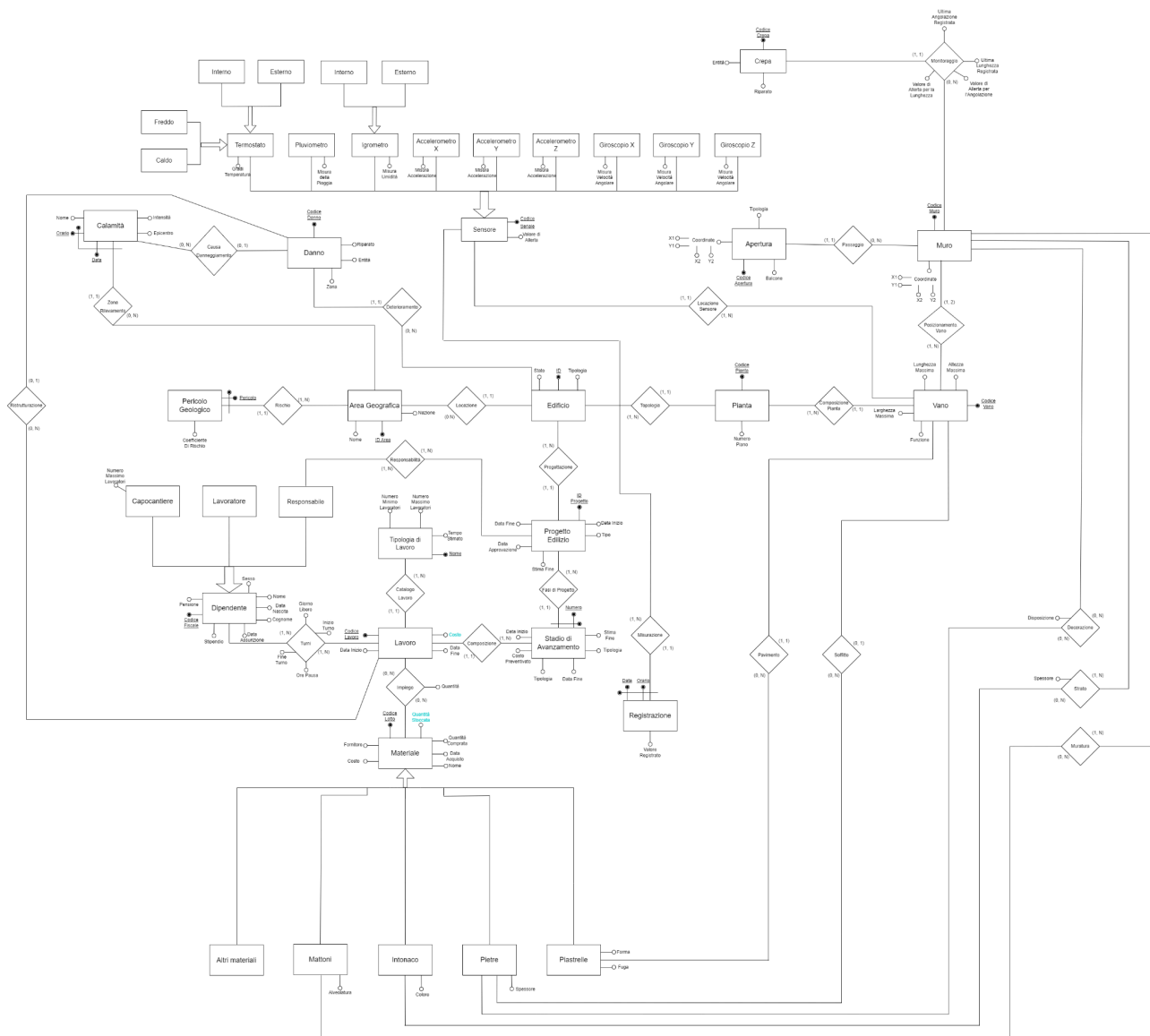
Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Sensore	Dispositivo meccanico ed elettronico che rileva valori di una grandezza fisica e ne trasmette le variazioni ad un sistema di controllo	Misuratore, Rilevatore	Accelerometro, Giroscopio, Igrometro, Pluviometro, Registrazione, Termostato, Vano
Accelerometro	Sensore in grado di misurare e trasmettere l'accelerazione e quindi gli spostamenti di un edificio		Registrazione, Sensore, Vano
Giroscopio	Sensore in grado di misurare e trasmettere la velocità angolare e quindi le torsioni di un edificio		Registrazione, Sensore, Vano
Igrometro	Sensore in grado di misurare e trasmettere l'umidità nell'aria		Registrazione, Sensore, Vano
Pluviometro	Sensore in grado di misurare e trasmettere la quantità di pioggia caduta		Registrazione, Sensore, Vano

Termostato	Sensore in grado di misurare e trasmettere la temperatura ambientale		Registrazione, Sensore, Vano
Sensore di Posizione	Sensore che si inserisce dopo che si è formata una crepa in un muro e che traccia l'allungamento di tale Crepa	Sensore di Allungamento	Crepa, Muro
Registrazione	La misura inviata da un sensore in una specifica data.		Sensore, Vano
Danno	Diminuzione, più o meno grave, di efficienza o di consistenza, di prestigio o di valore, dovuta a Calamità o ad incidenti.		Calamità, Edificio, Lavoro
Crepa	Fenditura che si è formata su un Muro		Muro

2. Progettazione Concettuale del Diagramma E-R Non Ristrutturato

Dopo un'attenta lettura delle specifiche del progetto, si è deciso di sviluppare il diagramma Entità-Relazione seguendo una strategia mista, sfruttando quindi sia la bottom-up, che la top-down. Abbiamo esaminato le 4 macro-aree, ne abbiamo sviluppato il relativo Diagramma E-R e poi abbiamo collegato ogni singola area.

2.1 Diagramma E-R Non Ristrutturato

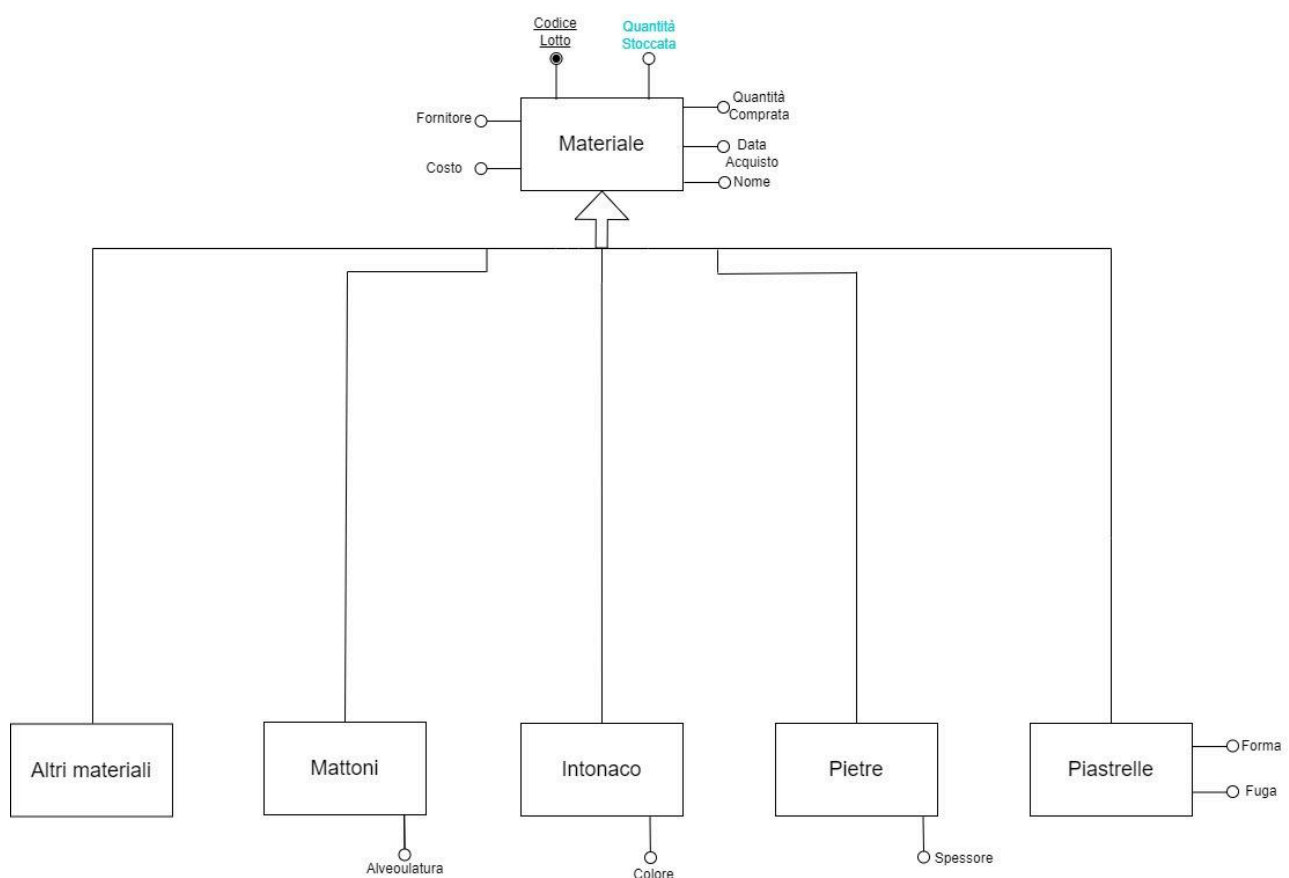


2.2 Generalizzazioni

Sono state introdotte 6 generalizzazioni che ora andremo ad analizzare.

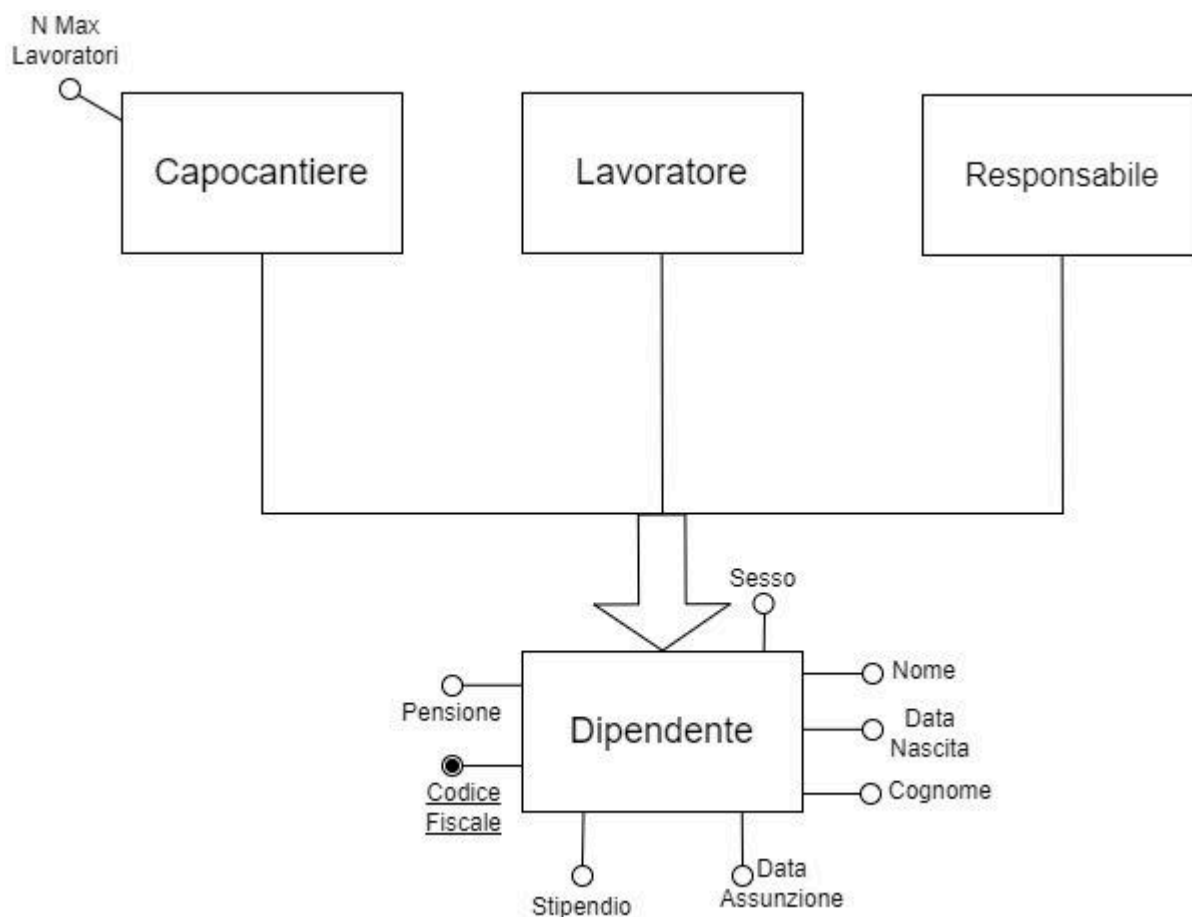
La prima si trova nell'Area Lavorativa ed è una generalizzazione totale ed esclusiva che vede come entità padre, l'entità Materiali e come entità figlie, le entità Altri Materiali, Intonaco, Mattoni, Piastrelle e Pietre.

Ogni entità figlia, eccetto Altri Materiali, ha uno o più attributi che servono a specificare le proprietà uniche di quel tipo di materiale. Questa è la ragione per cui abbiamo deciso di specializzare l'entità Materiali, in modo da mettere in evidenza le differenze tra le sue entità figlie favorendo una maggiore specificità della base di dati.

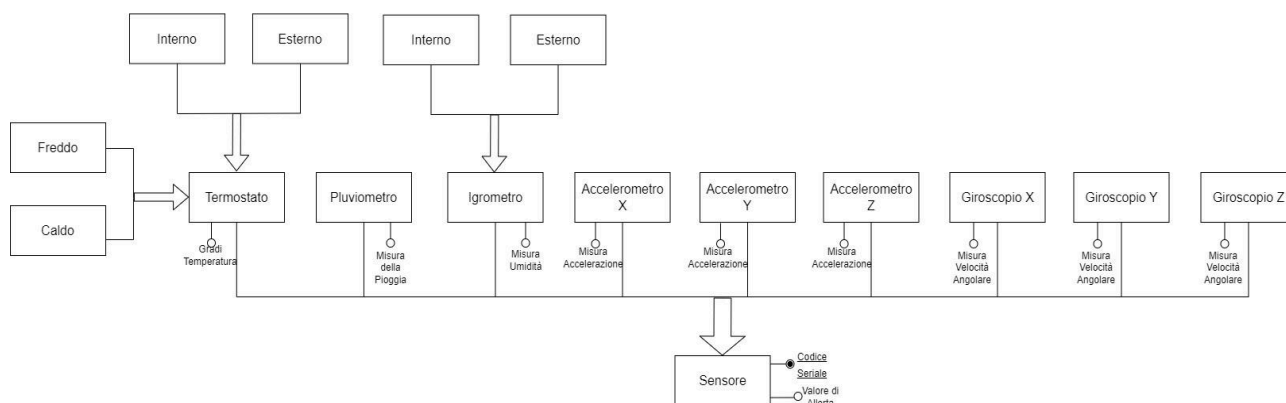


La seconda generalizzazione si trova sempre nell'Area Lavorativa ed è anche questa totale ed esclusiva. Si tratta di quella che vede come entità padre, l'entità Dipendente e come entità figlie, le entità Lavoratore, Capocantiere e Responsabile.

Durante la fase di progettazione abbiamo notato un legame fra i Lavoratori, i Capocantiere e i Responsabili: sono tutti Dipendenti dell'Azienda Smart Buildings. Abbiamo perciò ritenuto necessario che fossero considerate specializzazioni dell'entità Dipendente, in modo da valutare se convenisse o meno accorpate ad un'unica entità.



La terza, la quarta, la quinta e la sesta generalizzazione si trovano nell'Area Monitoraggio. La terza è quella che ha come entità padre, l'entità Sensore e come entità figlie, le entità Accelerometro, Giroscopio, Termostato, Igrometro e Pluviometro. La quarta è quella che vede il Termostato come entità padre e il Termostato Esterno e il Termostato Interno come entità figlie e la quinta è quella che vede il Termostato come entità padre e il Termostato Caldo e il Termostato Freddo come entità figlie. La sesta è quella che vede l'Igrometro come entità padre e l'Igrometro Esterno e l'Igrometro Interno come entità figlie. Tutte e quattro queste generalizzazioni presentate sono generalizzazioni totali, tuttavia quella che ha come padre Sensore è sovrapposta, mentre quelle di Termostato e di Igrometro sono esclusive.



Un Sensore può essere di diverso tipo e perciò abbiamo ritenuto opportuno l'aggiunta di una generalizzazione che andasse a specificare cosa contraddistingue una categoria di Sensore dall'altra. Come si può notare non è stato usato un attributo Misura in Sensore e si è deciso di mettere degli attributi di Misurazione (gli attributi Gradi Temperatura, Misura Accelerazione, Misura Umidità, eccetera ...) specifici nelle entità figlie. Questo perché il dominio da cui traggono i valori gli attributi di Misurazione sono maggiormente legati alla categoria del Sensore, che non all'essere un Sensore in sé e per sé. Pertanto crediamo che sia più corretto inserirli all'interno di ogni specifica entità figlia. Tutto il contrario invece per Valore di Allerta, in quanto pensiamo che per questo attributo il suo dominio sia più legato all'essere un Sensore rispetto a quale categoria di Sensore sia. L'Accelerometro e il Giroscopio sono stati divisi in 3 entità diverse a seconda dell'asse di riferimento. Abbiamo quindi un Accelerometro e un Giroscopio sull'asse delle ascisse (X), sull'asse delle ordinate (Y) e sull'asse della quota (Z). In questo modo possiamo registrare il valore su ogni asse senza problematiche di sorta. Grazie alla sovrapposibilità di questa generalizzazione, Accelerometro X, Accelerometro Y e Accelerometro Z possono avere lo stesso Codice Seriale e così il Giroscopio X, il Giroscopio Y e il Giroscopio Z.

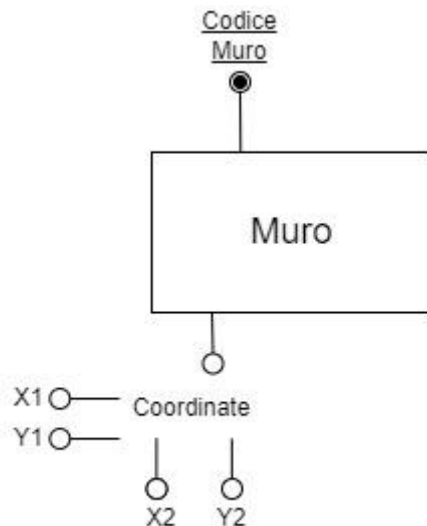
L'Igrometro è diviso in Esterno e Interno. Questo perché, a nostro avviso, c'è una netta differenziazione se l'Igrometro si trova fuori o dentro un Edificio. L'Igrometro Interno misura l'umidità interna di una stanza, mentre quello Esterno l'umidità esterna all'Edificio. È importante per la monitorizzazione tenere di conto della differenza tra valore misurato all'interno e valore misurato all'esterno, perché sono entrambi rilevanti alla localizzazione di un problema. Infine parliamo del Termostato.

Lo abbiamo generalizzato in 4 entità figlie che sono Termostato Esterno, Termostato Interno, Termostato Caldo e Termostato Freddo con due generalizzazioni esclusive a sé stanti. Questo perché Termostato può essere Interno o Esterno, ma può essere anche Caldo o Freddo, dando così vita a quattro possibili combinazioni: Termostato Interno Caldo, Termostato Interno Freddo, Termostato Esterno Caldo e Termostato Esterno Freddo.

2.3 Attributi Composti

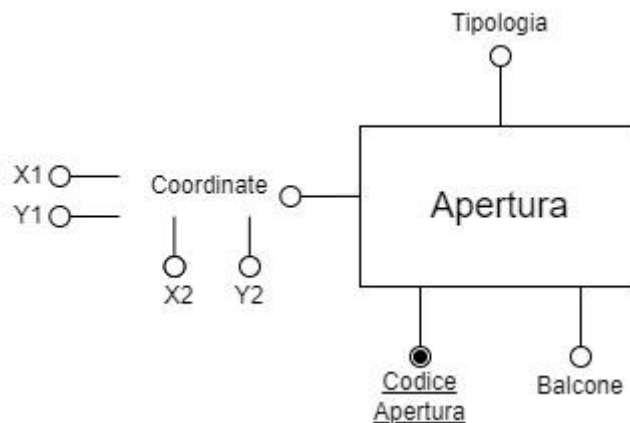
Durante la progettazione concettuale sono stati inseriti anche 2 attributi composti.

Il primo che analizziamo si trova nell'Area Planimetrica ed è nell'entità Muro.



Le coordinate di un Muro sono 4, in quanto per rappresentare una Muro ci servono due ascisse e due ordinate. Pertanto le coordinate sono rappresentate da 4 attributi: X1, Y1, X2 e Y2.

Il secondo attributo composto è identico al primo e si trova sempre nell'Area Planimetrica. Si tratta delle Coordinate dell'entità Apertura.



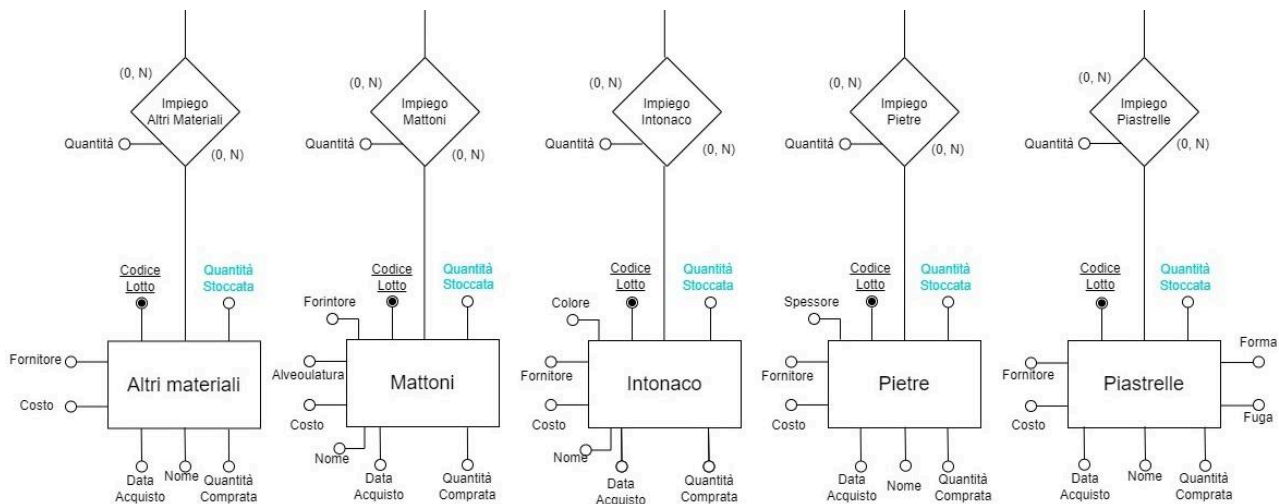
Anche qui, le coordinate di un'Apertura devono essere 4 in quanto per tenere traccia di questa entità in un Muro c'è bisogno di tracciare un segmento che avrà due punti: uno di coordinate (X1;Y1) e uno di coordinate (X2;Y2).

3. Progettazione Concettuale del Diagramma E-R Ristrutturato

Completato il Diagramma E-R Non Ristrutturato siamo passati alla fase di ristrutturazione dell'E-R, affinché fosse poi possibile passare alla Progettazione Logica. È infatti necessario trasformare le generalizzazioni e gli attributi composti in entità, relazioni e attributi semplici. Ci concentreremo, quindi, sulla ristrutturazione di ciò che è stato presentato nel precedente Capitolo.

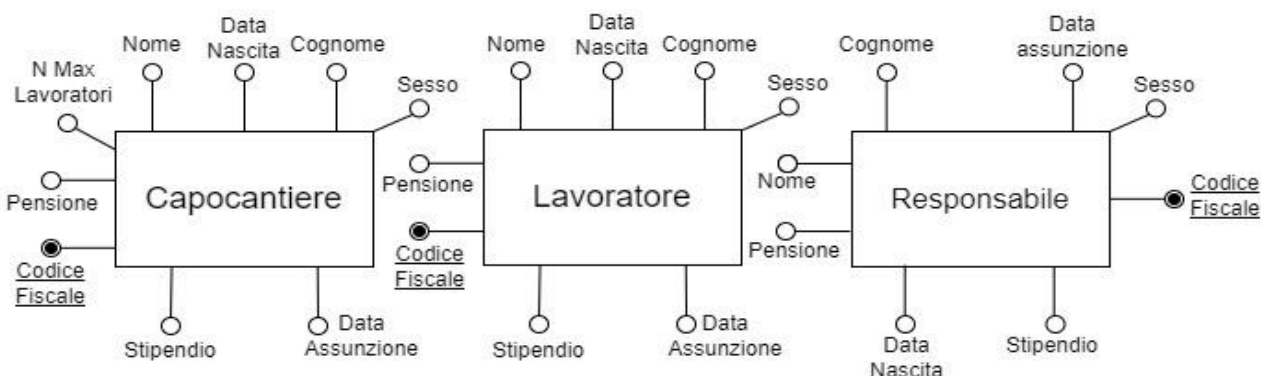
3.1 Ristrutturazione delle Generalizzazioni

La prima generalizzazione che abbiamo visto è quella che aveva come entità padre Materiali e come entità figlie Altri Materiali, Intonaco, Mattoni, Piastrelle e Pietre.



Come mostrato in figura, abbiamo deciso di accorpare l'entità padre alle entità figlie. Abbiamo infatti notato che passare gli attributi specifici di Intonaco, Mattoni, Piastrelle e Pietre a Materiali avrebbe portato all'introduzione di valori NULL. Inoltre Mattoni e Intonaco hanno una relazione con Muro, Piastrelle ha una relazione con Vano, mentre Pietre ha una relazione sia con Vano che con Muro. Passare tutte queste relazioni all'entità Materiali sarebbe stato inutilmente più difficile da gestire. Tuttavia anche la relazione tra Materiali e Lavoro va passata a tutte le entità figlie. Pertanto abbiamo valutato se tenere sia l'entità padre che le entità figlie, ma abbiamo ritenuto meno dispendioso a livello di spazi, tenere soltanto le entità figlie.

La seconda è quella che aveva come entità padre Dipendente e come entità figlie Lavoratore, Capocantiere e Responsabile.



Anche qui abbiamo ritenuto più conveniente accorpare l'entità padre alle entità figlie. Questo per vari motivi.

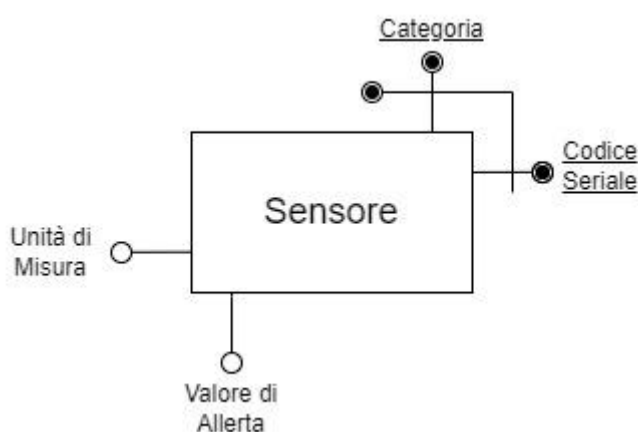
Il primo è che Capocantiere ha un attributo in più rispetto a Lavoratore e Responsabili che sta ad indicare il Numero Massimo di Lavoratori che può gestire. Questo valore sarebbe potuto essere NULL se avessimo accorpato le entità figlie al padre.

Il secondo motivo è da ricercarsi nella relazione tra Responsabile e Progetto Edilizio. Ogni Progetto Edilizio è correlato ad almeno un Responsabile che lo ha compilato e firmato. Passare questa relazione all'entità Dipendente avrebbe portato un'inutile difficoltà gestionale.

Il terzo motivo è da ricercarsi nel numero di accessi. A noi interessa sapere se un Dipendente è un Lavoratore, un Capocantiere o un Responsabile più di quanto ci interessi sapere che è un Dipendente. Questo quindi elimina la necessità di tenere l'entità padre, mentre i precedenti due motivi mostrano come sia necessario tenere Lavoratore, Capocantiere e Responsabile.

Pertanto l'accorpamento dell'entità padre alle entità figlie è stata, per noi, la decisione migliore.

Adesso vediamo le generalizzazioni dell'Area Monitoraggio.

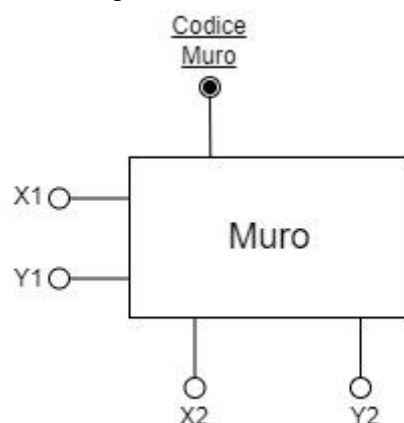


Inizialmente l'entità padre Termostato e l'entità padre Igrometro sono stati accorpati alle entità figlie. Termostato si è diviso in Termostato Interno Caldo, Termostato Interno Freddo, Termostato Esterno Caldo e Termostato Interno Freddo, mentre Igrometro in Igrometro Esterno e Igrometro Interno. Tuttavia le entità figlie di Sensore sono state poi accorpate a Sensore. Questo perché abbiamo valutato che l'inserimento di un attributo chiave Categoria, potesse comunque essere in grado di far rappresentare all'entità padre Sensore tutte le specializzazioni delle entità figlie senza

l'inserimento di valori NULL. Così, oltre ad una minore occupazione di spazio, tutti gli accessi saranno su una sola entità. Categoria ha nel suo dominio i seguenti valori: "Accelerometro X", "Accelerometro Y", "Accelerometro Z", "Giroscopio X", "Giroscopio Y", "Giroscopio Z", "Termostato Interno Caldo", "Termostato Interno Freddo", "Termostato Esterno Caldo", "Termostato Esterno Freddo", "Igrometro Interno", "Igrometro Esterno" e "Pluviometro". Tutti gli attributi di Misura sono stati accorpati ad un'unica Unità di Misura.

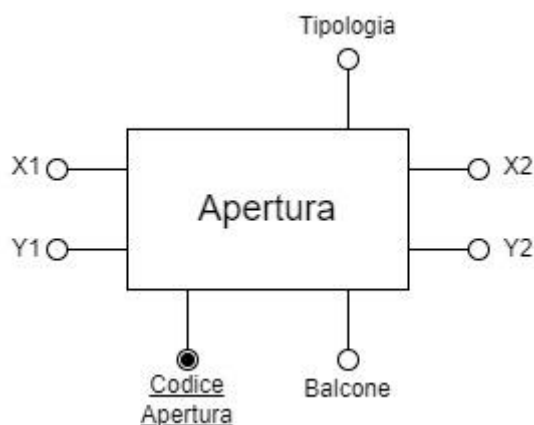
3.2 Ristrutturazione degli Attributi Composti

Il primo attributo composto presentato è quello di Muro, denominato Coordinate.



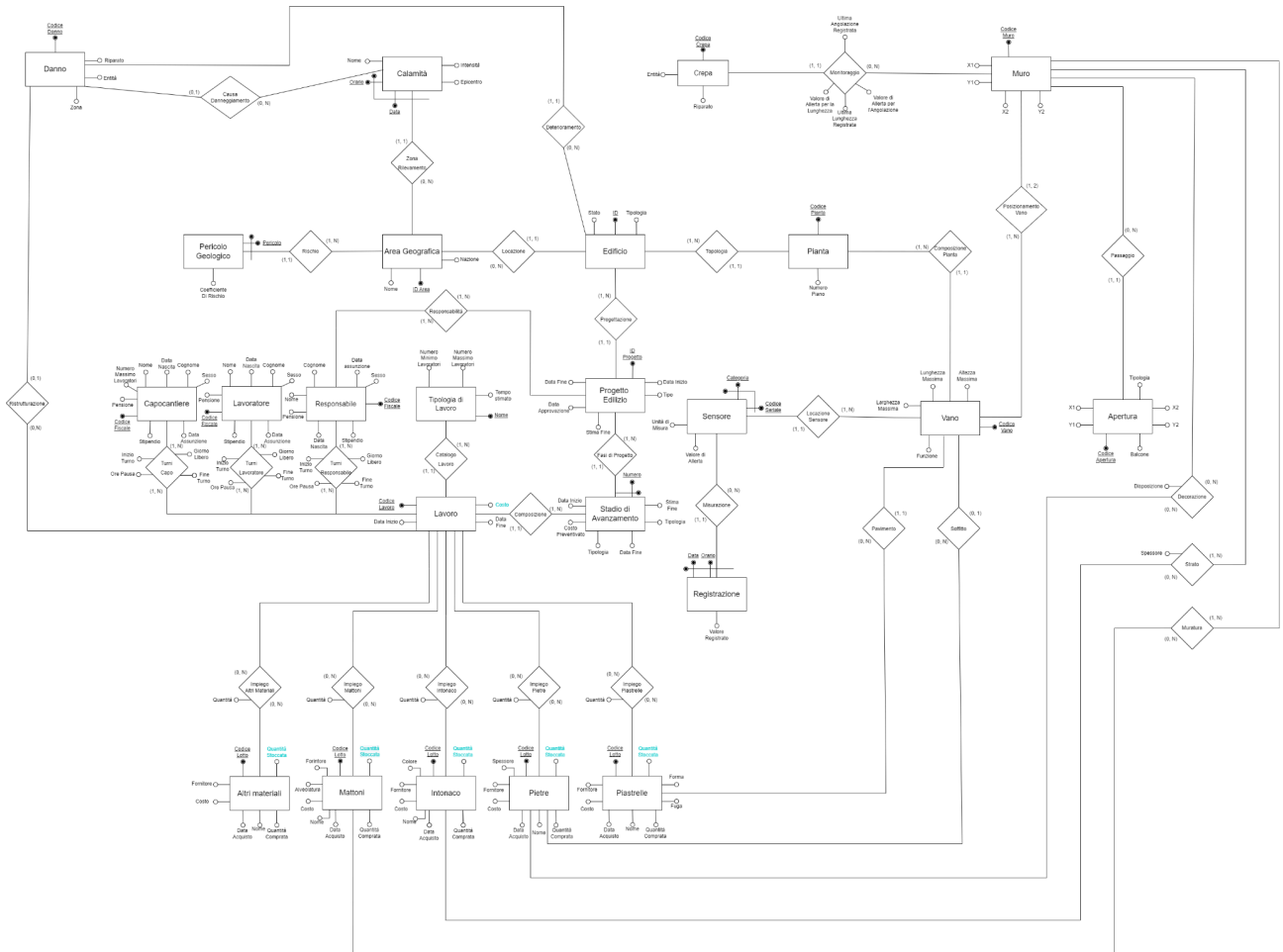
Come mostrato in figura, abbiamo sostituito a Coordinate, i 4 attributi: X1, Y1, X2 e Y2. Questo perché abbiamo valutato inutile creare un'entità apposita per tenere le Coordinate dei Muri. Anche da un punto di vista concettuale l'entità Muro nasce per immagazzinare il valore della coordinate nelle ascisse (X1 e X2) e nelle ordinate (Y1 e Y2).

Il secondo attributo composto è quello di Apertura, anch'esso denominato Coordinate.



In maniera identica a quanto fatto con Muro, abbiamo scomposto Coordinate in 4 attributi: X1, Y1, X2 e Y2. Anche qui abbiamo valutato inutile creare un'entità apposta per contenere le Coordinate dei punti dell'Apertura. Pertanto li abbiamo lasciati all'interno dell'entità, senza crearne una nuova. Volendo potevamo creare un'entità (Vertici) in grado di tenere sia le coordinate dei Muri che quelle delle Aperture, ma alla fine abbiamo deciso di tenere evitare di introdurre inutili complicazioni e abbiamo scomposto gli attributi multivalori in attributi a sé stanti.

3.3 Diagramma E-R Ristrutturato



4. Individuazione di Operazioni interessanti sui dati

4.1 Volumi

Qua presentiamo la tavola dei volumi per ogni macro-area della base di dati. Supponiamo che il periodo di attività dell'azienda sia di 5 anni.

4.1.1 Dimensioni Area Planimetrica

Termine	Tipo	Volume	Commento
Edificio	Entità	25	Per ipotesi
Pianta	Entità	50	Si assume che, in media ogni Edificio abbia 2 piani
Topologia	Relazione	50	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Pianta
Vano	Entità	250	Si assume che, in media una Pianta abbia 5 Vani
Composizione Pianta	Relazione	250	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Vano
Muro	Entità	1500	Si assume che, in media ogni Vano abbia 6 Muri
Posizionamento Vano	Relazione	1500	Cardinalità (1,1) dalla parte di Muro
Apertura	Entità	2250	In media ogni muro presenta 1.5 Aperture
Passaggio	Relazione	2250	In media ogni muro presenta 1.5 Aperture
Deterioramento	Relazione	20	Cardinalità (1,1) dalla parte di Danno

4.1.2 Dimensioni Area Geografica

Termine	Tipo	Volume	Commento
Area geografica	Entità	5	Si assume che, in media, in ogni Area siano presenti 5 Edifici
Locazione	Relazione	25	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Edificio
Pericolo geologico	Entità	35	Si assume una media di 7 Pericoli per ogni Area
Rischio	Relazione	35	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Pericolo Geologico
Calamità	Entità	30	Si assume che in ogni Area Geografica siano state rilevate, in media 6 Calamità
Zona rilevamento	Relazione	30	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Calamità
Causa Danneggiamento	Relazione	15	Si stima che, in media, il 50% delle Calamità causi un danno

4.1.3 Dimensioni Area Lavorativa

Termine	Tipo	Volume	Commento
Progetto Edilizio	Entità	40	Si assume che, in media, per ogni Edificio siano stati redatti 1.6 Progetti
Progettazione	Relazione	40	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Progetto Edilizio
Stadio di Avanzamento	Entità	240	Si assume che, in media, per ogni Progetto Edilizio siano presenti 6 fasi

Fasi di Progetto	Relazione	240	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Stadio di Avanzamento
Lavoro	Entità	1500	Si assume una media di 6,25 Lavori per Stadio di Avanzamento
Composizione	Relazione	1500	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Lavoro
Turni Lavoratore	Relazione	7500	Per ogni Lavoro si ipotizza una media di 5 Lavoratori
Lavoratore	Entità	150	Per ipotesi
Turni Responsabile	Relazione	300	Per ogni Lavoro si stima una media di 0.2 Responsabili
Responsabile	Entità	30	Per ipotesi
Turni Capocantiere	Relazione	3000	Per ogni Lavoro si stima una media di 2 Capocantiere
Capocantiere	Entità	50	Per ipotesi
Responsabilità	Relazione	80	Si assume una media di 2 Responsabili per Progetto Edilizio
Catalogazione Lavoro	Relazione	1500	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Lavoro
Tipologia di lavoro	Entità	100	Per ipotesi
Altri materiali	Entità	500	Per ipotesi
Impiego Altri Materiali	Relazione	375	Per 1500 lavori vengono usati in media $\frac{3}{4}$ dei Lotti di Altri Materiali
Intonaco	Entità	320	Per ipotesi
Impiego Intonaco	Relazione	240	Per 1500 lavori vengono usati in media $\frac{3}{4}$ dei Lotti di Intonaco
Mattoni	Entità	220	Per ipotesi

Impiego Mattoni	Relazione	165	Per 1500 lavori vengono usati in media $\frac{3}{4}$ dei Lotti di Mattoni
Piastrelle	Entità	84	Per ipotesi
Impiego Piastrelle	Relazione	63	Per 1500 lavori vengono usati in media $\frac{3}{4}$ dei Lotti di Pietre
Pietre	Entità	84	Per ipotesi
Impiego Pietre	Relazione	63	Per 1500 lavori vengono usati in media $\frac{3}{4}$ dei Lotti di Pietre
Muratura	Relazione	1800	Ogni Muro ha in media 1.2 Lotti di Pietre
Strati	Relazione	4500	In media ci sono 3 Strati di Intonaco per Muro
Decorazione	Relazione	1650	Ogni Muro è decorato in media 1,1 Pietre
Soffitto	Relazione	125	Il Soffitto ha delle Pietre in 0,5 Vani
Pavimentazione	Relazione	250	Cardinalità (1,1) dalla parte di Vano
Ristrutturazione	Relazione	16	Si stima che, in media, l'80% dei Danni venga riparato

4.1.4 Dimensioni Area Monitoraggio

Termine	Tipo	Volume	Commento
Sensore	Entità	875	Ogni Vano contiene in media 3,5 Sensori
Registrazione	Entità	4790625	In media ogni Sensore registra 5475 volte (in 5 anni)

Locazione Sensore	Relazione	875	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Sensore
Misurazione	Relazione	4790625	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Registrazione
Crepa	Entità	3	Un Muro su 500 ha una Crepa
Monitoraggio	Relazione	3	Cardinalità (1, 1) dalla parte di Crepa
Danno	Entità	20	Si stima che, in media, il 50% delle Calamità causi un danno e che, sempre in media, il 25% del totale sia causato da eventi fortuiti

4.2 Operazioni Individuate

Qua ci limitiamo a mostrare una breve lista di operazioni che abbiamo individuato e che approfondiremo meglio nel prossimo Capitolo:

1. Caratteristiche Vano;
2. Calcolo del Lotto più Conveniente;
3. Calcolo della Gravità di una Calamità;
4. Aggiornamento del Numero Massimo di Lavoratori per Capocantiere;
5. Costo Totale per la Costruzione di un Edificio;
6. Elenco Vertici di una Pianta;
7. Inserimento Sensore di Posizione in una Crepa;
8. Calcolo dell'Orientazione di una finestra/porta-finestra.

5. Analisi delle prestazioni delle Operazioni individuate

Qua analizziamo le Operazioni più importanti della base di dati da un punto di vista prestazionale. Alcune operazioni sono state omesse, perché ritenute non importanti da un punto di vista prestazionale. Tutte le operazioni codificate sono approfondite poi nel Capitolo 9.4.

[1 Lettura = 1 Accesso] [1 Scrittura = 2 Accessi]

5.1 Caratteristiche Vano

Input: Codice di un Vano

Output: Caratteristiche di un Vano (Codice del Vano, Funzione del Vano, Lunghezza Massima, Larghezza Massima, Lunghezza Massima, il tipo di Pavimentazione e il Numero di Muri che lo compongono)

Frequenza Stimata: 5 volte al giorno

Descrizione: Questa operazione ci fornisce le caratteristiche principali di un Vano.

Porzione di diagramma E-R coinvolta:

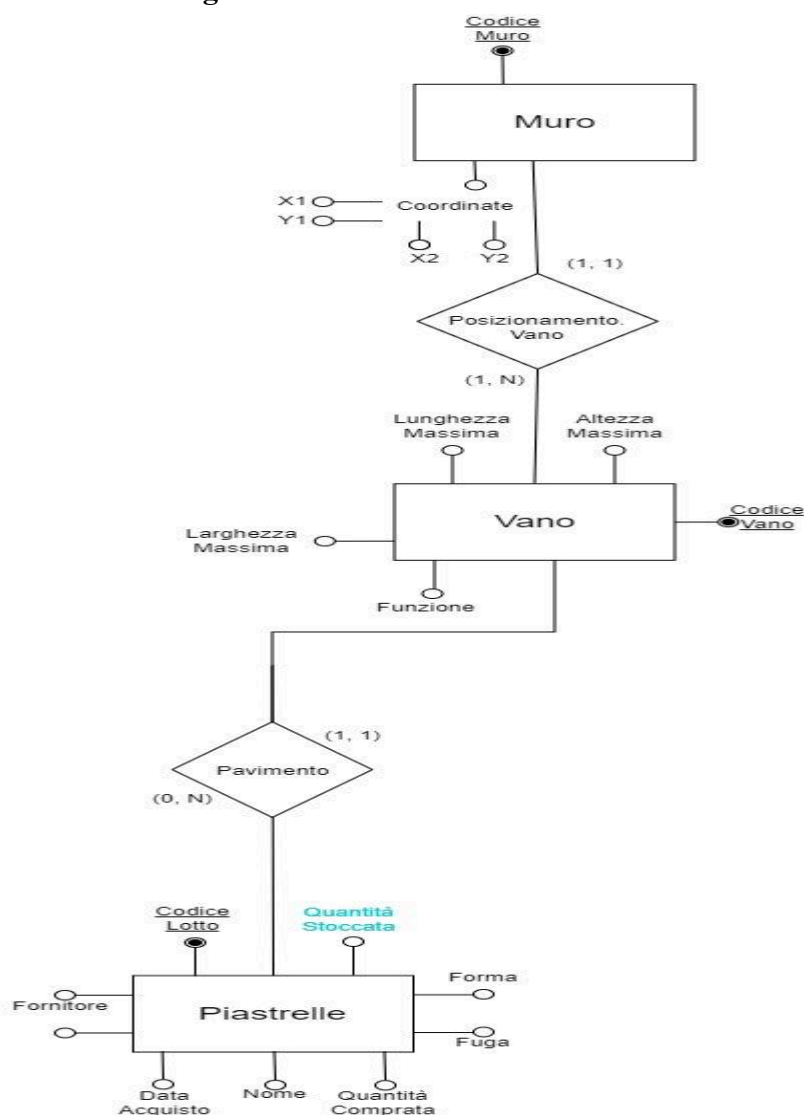


Tavola degli Accessi

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Vano	Entità	1	Lettura
Pavimento	Relazione	1	Lettura
Piastrelle	Entità	1	Lettura
Posizionamento Vano	Relazione	6	Lettura

Si ha una lettura in Vano per recuperare Codice del Vano, Funzione del Vano, Lunghezza Massima, Larghezza Massima e Lunghezza Massima. Si ha una lettura in Pavimento per recuperare il Codice del Lotto relativo alla Pavimentazione del Vano. Poi si ha una lettura in Piastrelle per recuperare il nome del materiale usato per la Pavimentazione. Infine si hanno in media 6 letture (poiché un Vano ha in media 6 Muri) su Posizionamento Vano per contare il numero di Codici dei Muri relativi al Codice del Vano in questione.

Costo Totale Operazione = 9 Accessi

Costo Giornaliero dell'Operazione = 45 Accessi

5.2 Calcolo Lotto Conveniente

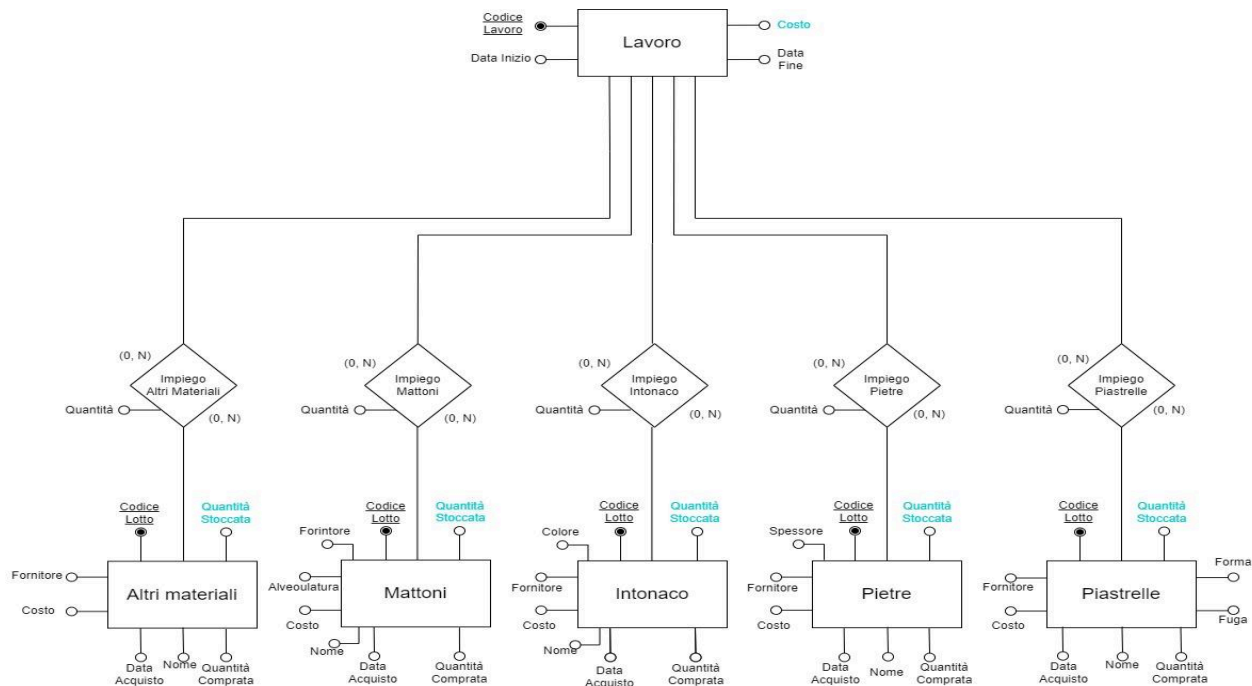
Input: Tipo di un Materiale e Nome di un Materiale

Output: Lotto più conveniente guardando il Costo al Kg

Frequenza Stimata: 5 volte al giorno

Descrizione: Operazione che, dato in input un Materiale, restituisce il lotto più conveniente al fine di agevolare la ricerca di un nuovo materiale da usare agli utilizzatori del database. Si valuta il Costo al Kg per stabilire quello che è il lotto più conveniente, poiché non basta vedere quale lotto ha il Costo minimo. Potremmo aver comprato un lotto con meno Materiale e che quindi è costato meno, ma che in proporzione ad altri lotti è costato di più. Perciò ci dobbiamo calcolare il Costo al Kg, per avere una stima più precisa del lotto più conveniente da usare per un Lavoro.

Porzione di E-R interessata:



La Tavola degli Accessi non è stata fornita, poiché gli accessi sono variabili a seconda della Tipologia di Materiale (Altri Materiali, Intonaco Mattoni, Pietre e Piastrille) desiderata.

Si è valutato l'inserimento di una ridondanza: "Quantità Stoccata".
Essa agevola l'esclusione dei lotti che sono terminati.

Valutazione con la ridondanza:

Essendo che in media ogni nella tabella altri materiali per ogni tipologia di altro materiale sono presenti 10 lotti ed invece nelle altre tabelle se ne contano 5. I seguenti accessi sono stati calcolati in base alla singola chiamata dell'operazione.

Saranno necessarie 33 letture in Mattoni, 13 letture in Pietre, 13 letture in Piastrille, 48 in Intonaco o 110 in Altri Materiali.

Valutazione senza la ridondanza:

Sono necessarie le medesime n letture nella singola tabella, oltre a ciò servono anche 0.75 letture, per ogni lotto nella relativa tabella di impiego. I seguenti accessi sono stati calcolati in base alla singola chiamata dell'operazione.

Nel caso dei mattoni: 57.75 letture.

Nel caso delle pietre: 22.75 letture.

Nel caso delle piastrille: 22.75 letture.

Nel caso dell'intonaco: 84 letture.

Nel caso degli altri materiali: 192.5 letture.

Nella sezione successiva è discussa la ridondanza.

5.3 Calcolo della Gravità di una Calamità

Input: Una Calamità

Output: Un indice di Gravità (dato dal rapporto tra numero di sensori attivati di una zona e numero di edifici di una zona)

Frequenza Stimata: 6 volte l'anno

Descrizione: Definiamo Gravità di una Calamità come il numero totale dei Sensori di una zona che hanno riscontrato una registrazione anomala (che supera il valore dell'Alert) diviso il numero totale di Edifici della zona in cui è avvenuta la Calamità. Il parametro restituito è utile per avere una rapida stima dei danni che sono stati causati da una Calamità all'interno di un'Area Geografica.

Porzione di E-R interessata:

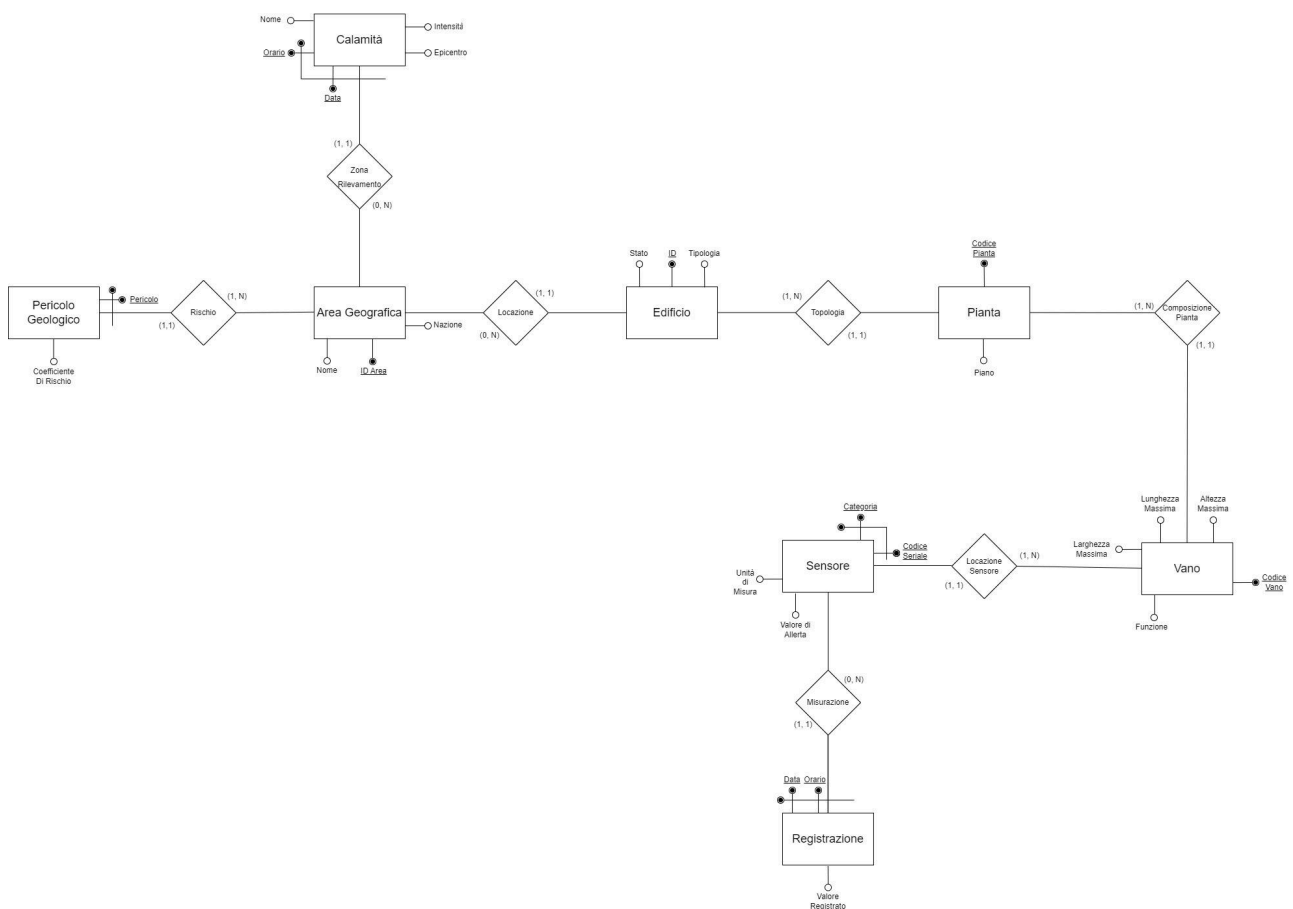


Tavola degli Accessi

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Calamità	Entità	1	Lettura
Zona di Rilevamento	Relazione	1	Lettura
Area Geografica	Entità	1	Lettura
Rischio	Relazione	7	Lettura
Pericolo Geologico	Entità	7	Lettura
Locazione	Relazione	5	Lettura
Edificio	Entità	5	Lettura
Topologia	Relazione	10	Lettura
Pianta	Entità	10	Lettura
Composizione Pianta	Relazione	50	Lettura
Vano	Entità	50	Lettura
Locazione Sensore	Relazione	<i>Variabile</i>	Lettura
Sensore	Entità	<i>Variabile</i>	Lettura
Misurazione	Relazione	<i>Variabile</i>	Lettura
Registrazione	Entità	<i>Variabile</i>	Lettura

Sono necessarie almeno le seguenti operazioni: 1 lettura in Calamità per il Nome, 1 lettura su Zona di Rilevamento, 1 lettura su Area Geografica, 7 letture su Rischio per prendere il Pericolo che ci interessa, 7 letture su Pericolo Geologico (in media 7 pericoli per Area) per prendere il Coefficiente di Rischio, 5 letture su Locazione per prendere gli Edifici nell'Area della Calamità, 5 letture su Edificio (in media 5 Edifici per Area), 10 letture su Topologia per ottenere i Codici delle Piante dell'Edificio, 10 letture su Pianta (in media 2 Piante per Edificio) e 50 letture su Composizione Pianta per prendere i Codici del Vano relativi alla Pianta e 50 Lettura su Vano (in media 5 Vani per Pianta).

A seconda della Calamità il numero dei Sensori può variare:

- Per terremoto, ciclone, frana, tornado o valanga sono necessarie 30 letture su Locazione Sensore, 30 letture su Sensore, 30 letture su Misurazione e in seguito 30 su Registrazione, poiché i sensori interessati sono i giroscopi e gli accelerometri che in totale sono 6 per Edificio;
- Per ondata di caldo o eruzione vulcanica sono necessarie 55 letture su Locazione Sensore, 55 letture su Sensore, 55 letture su Misurazione e in seguito 55 su Registrazione, dovute ai 5 termostati esterni caldi e i 50 termostati interni caldi;

- Per il gelo sono necessarie 50 letture su Locazione Sensore, 50 letture su Sensore, 50 letture su Misurazione e in seguito 50 su Registrazione, dovute ai 50 termostati interni freddi;
- Per l'ondata di freddo sono necessarie 55 letture su Locazione Sensore, 55 letture su Sensore, 55 letture su Misurazione e in seguito 55 su Registrazione, dovute ai 5 termostati esterni freddi e i 50 termostati interni freddi;
- Per l'incendio sono necessarie 50 letture su Locazione Sensore, 50 letture su Sensore, 50 letture su Misurazione e in seguito 50 su Registrazione, dovute ai 50 termostati interni caldi;
- Per l'innalzamento umidità esterna sono necessarie 50 letture su Locazione Sensore, 50 letture su Sensore, 50 letture su Misurazione e in seguito 50 su Registrazione, dovute ai 50 igrometri esterni;
- Per l'innalzamento umidità interna sono necessarie 5 letture su Locazione Sensore, 5 letture su Sensore, 5 letture su Misurazione e in seguito 5 su Registrazione, dovute ai 5 igrometri interni;
- Per l'alluvione o inondazione sono necessarie 5 letture su Locazione Sensore, 5 letture su Sensore, 5 letture su Misurazione e in seguito 5 su Registrazione, dovute ai 5 pluviometri.

Costo Medio Operazione \approx 296,5 Accessi

5.4 Aggiornamento Numero Massimo di Lavoratori per Capocantiere

Input: Nessuno (viene chiamata una volta l'anno)

Output: Aggiorna l'attributo Numero Massimo di Lavoratori nell'entità Capocantiere

Frequenza Stimata: 1 volta l'anno

Descrizione: Ogni anno, per ogni Capocantiere, si calcola il numero di lavori che ha portato a compimento durante l'anno, il numero di lavori finiti in ritardo durante l'anno e il numero di lavori finiti in anticipo durante l'anno. Se i lavori in anticipo sono maggiori o uguali alla metà dei lavori totali e i lavori in ritardo sono meno della metà dei lavori in anticipo abbassiamo il Numero Massimo di Lavoratori. In più come premio riceve 50 euro in più di stipendio.

Invece se i lavori in ritardo sono maggiori o uguali alla metà dei lavori totali, allora si aumenta l'attributo Numero Massimo di Lavoratori.

Porzione di E-R interessata:

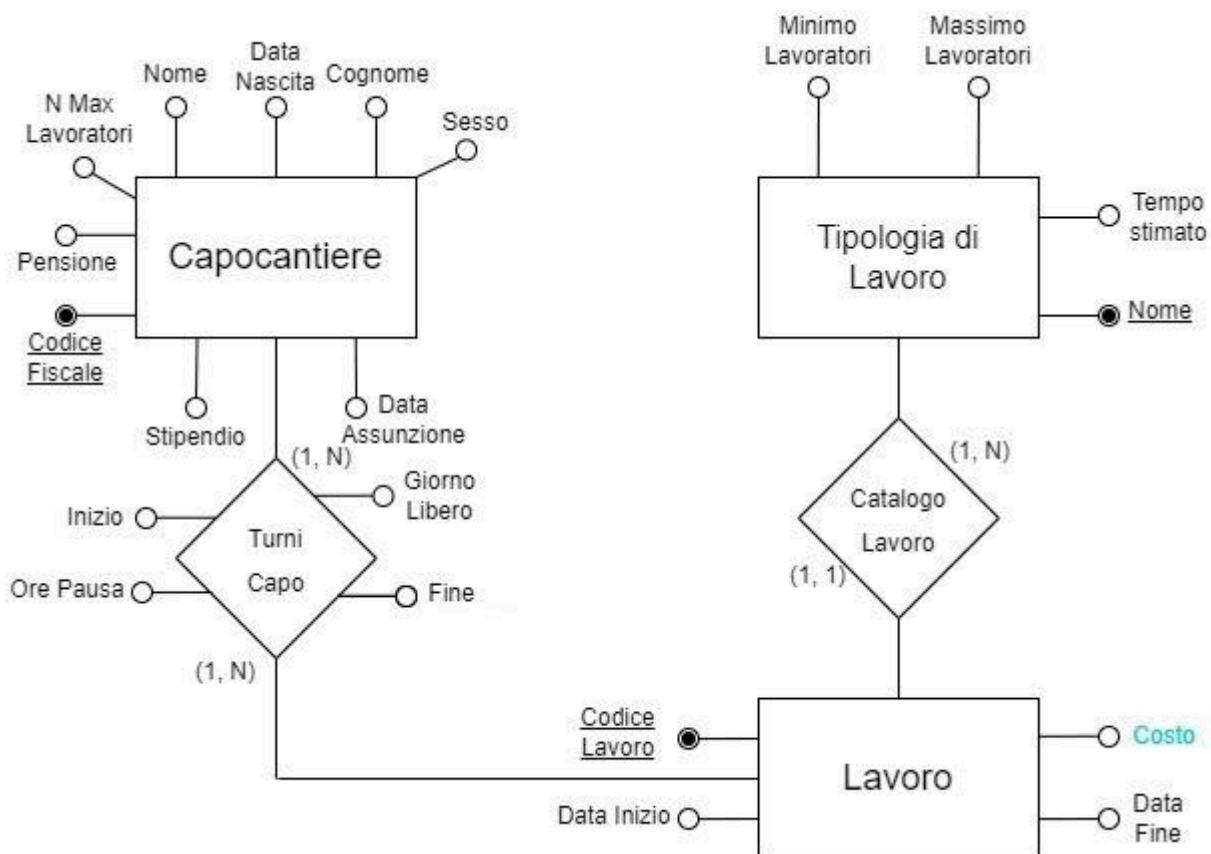


Tavola degli Accessi (per singolo capocantiere)

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Capocantiere	Entità	1	Lettura
Turni Capo	Relazione	60	Lettura
Lavoro	Entità	60	Lettura
Catalogazione Lavoro	Relazione	12	Lettura

Tipologia di Lavoro	Entità	12	Lettura
Capocantiere	Entità	1	Scrittura

Questa Tavola degli Accessi è fatta per un singolo Capocantiere e basta moltiplicare ogni valore per 50 (numero di Capocantiere registrati nella base di dati seconda la Tavola dei Volumi) per ottenere l'attuale valore di operazioni. Si legge il Codice Fiscale di un Capocantiere, a cui sono poi collegati 60 letture sui Turni Capo (sono 3000 Turni di 50 Capocantiere e quindi in media risulteranno $3000/50 = 60$ Turni). Dopo di che si leggono i 60 Lavori collegati ai 60 Turni e si distingue quali sono quelli dell'anno attuale (la base di dati è in funzione da 5 anni per ipotesi e pertanto sono $60/5 = 12$ Lavori). Dopo le 60 letture in Lavoro, si hanno 12 Letture in Catalogazione Lavoro e 12 Letture in Tipologia di Lavoro per vedere quanto è il Tempo Stimato di una Tipologia di Lavoro.

Tavola degli Accessi (per tutti i Capocantiere)

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Capocantiere	Entità	50	Lettura
Turni Capo	Relazione	3000	Lettura
Lavoro	Entità	3000	Lettura
Catalogazione Lavoro	Relazione	600	Lettura
Tipologia di Lavoro	Entità	600	Lettura
Capocantiere	Entità	50	Scrittura

Costo Operazione per singolo Capocantiere = 147 Accessi

Costo Totale dell'Operazione = 7350 Accessi

5.5 Costo Totale per un Progetto Edilizio

Input: Progetto Edilizio

Output: Costo di costruzione dell'Edificio selezionato

Frequenza Stimata: 2 volte al giorno

Descrizione: Operazione che restituisce il totale speso dall'azienda per la realizzazione di un Progetto (costruzione / riparazione) di un Edificio.

Porzione di E-R interessata:

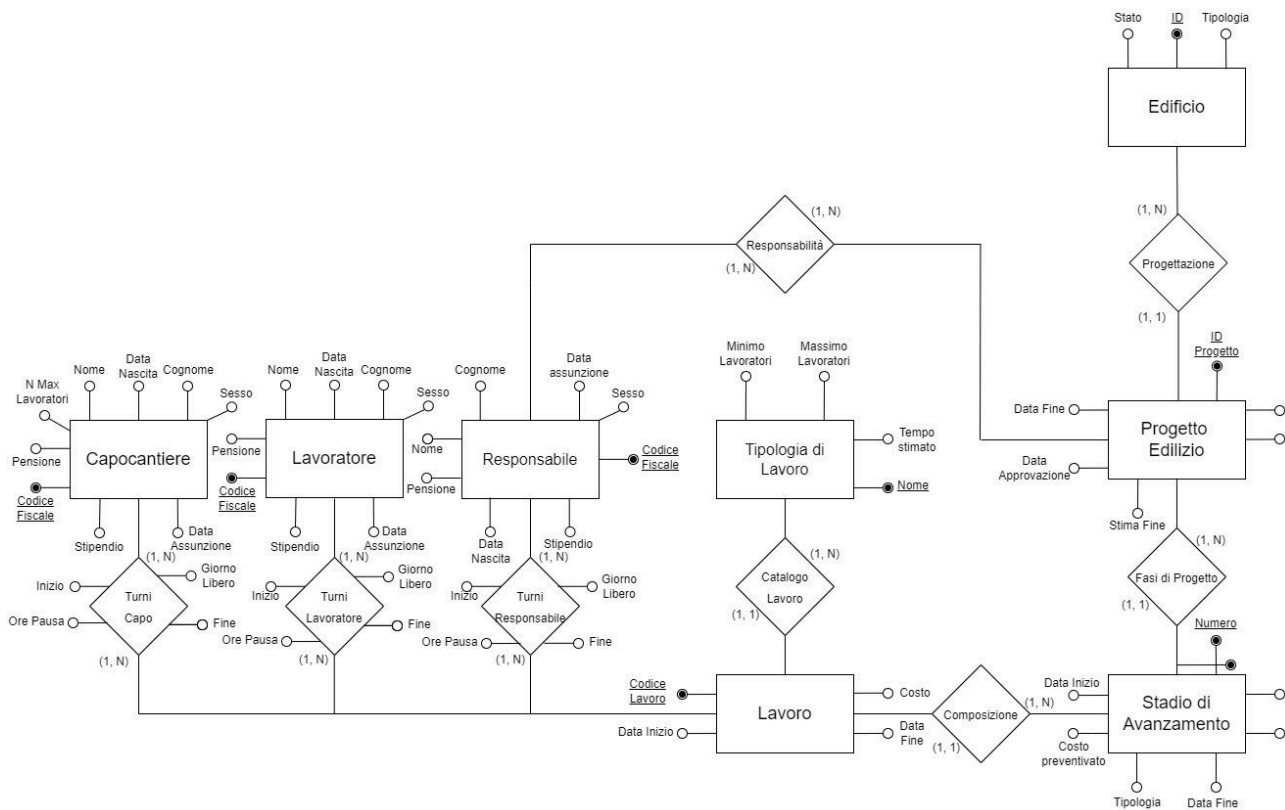


Tavola degli Accessi (senza la ridondanza)

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Progetto Edilizio	Entità	1	Lettura
Fasi di Progetto	Relazione	6	Lettura
Stadio di Avanzamento	Entità	6	Lettura
Composizione	Relazione	37.5	Lettura
Lavoro	Entità	37.5	Lettura
Turni Lavoratore	Relazione	187.5	Lettura
Lavoratore	Entità	187.5	Lettura
Turni Capo	Relazione	75	Lettura

Capocantiere	Entità	75	Lettura
Turni Responsabile	Relazione	7.5	Lettura
Responsabile	Entità	7.5	Lettura
Impiego Altri Materiali	Relazione	9.375	Lettura
Altri Materiali	Entità	9.375	Lettura
Impiego Intonaco	Relazione	6	Lettura
Intonaco	Entità	6	Lettura
Impiego Mattoni	Relazione	4.125	Lettura
Mattoni	Entità	4.125	Lettura
Impiego Piastrelle	Relazione	1.575	Lettura
Piastrelle	Entità	1.575	Lettura
Impiego Pietre	Relazione	1.575	Lettura
Pietre	Entità	1.575	Lettura

Sono necessarie un'operazione in lettura su Progetto Edilizio, 6 operazioni in lettura su Fasi di Progetto e 6 su Stadio di Avanzamento (in media 6 Stadi per Progetto), 37.5 operazioni in lettura su Composizione e Lavoro (6.25 Lavori per Stadio). Per ogni Lavoro è adesso necessario andare a valutare lo stipendio dei Lavoratori / Capocantieri / Responsabili e il costo dei materiali utilizzati. Essendo che in media per ogni lavoro sono coinvolti 5 Lavoratori, 2 Capocantieri e 0.2 Responsabili e che ognuno di questi in media divide l'occupazione in due turni saranno necessarie 187.5 letture su Turno Lavoratore e 187.5 letture su Lavoratore, 75 letture su turno Capocantiere e 75 su Capocantiere, 7,5 letture su Turni Responsabile e 7,5 letture su Responsabile. Infine, considerando i quantitativi medi utilizzati per ogni materiale da un singolo lavoro si evince che sono necessarie ulteriori 0.25 letture su Impiego Altri Materiali ed 0.25 su Altri materiali, 0.16 su Impiego Intonaco ed 0.16 su Intonaco, 0.11 su Impiego Mattoni e Mattoni, 0.042 su Impiego Piastrelle e Piastrelle e 0.042 su Impiego Pietre e 0.042 su Pietre.

Costo Totale Operazione (senza ridondanza) = 673.3 Accessi

Costo Giornaliero dell'Operazione (senza ridondanza) = 1346.6 Accessi

Nel caso si introduca la ridondanza Costo (analizzata nel Capitolo 6.2) nell'Entità Lavoro il costo dell'operazione cambia drasticamente.

Tavola degli Accessi (con la ridondanza)

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Progetto Edilizio	Entità	1	Lettura
Fasi di Progetto	Relazione	6	Lettura
Stadio di Avanzamento	Entità	6	Lettura
Composizione	Relazione	37,5	Lettura
Lavoro	Entità	37,5	Lettura

Nel caso dell'introduzione una ridondanza costo nell'entità Lavoro le operazioni totali sarebbero: un'operazione su Progetto Edilizio, 6 operazioni in lettura su Progettazione e Stadio di Avanzamento, 37.5 operazioni in lettura su Composizione e Lavoro.

Costo Totale Operazione (con ridondanza) = 88 Accessi

Costo Giornaliero dell'Operazione (con ridondanza) = 176 Accessi

Come già detto la ridondanza sarà discussa ulteriormente nel Capitolo 6.2.

5.6 Elenco Vertici di una Pianta

Input: Pianta

Output: Vertici componenti la Pianta

Frequenza Stimata: 3 volte al giorno

Descrizione: Elenca tutti i vertici che compongono una Pianta.

Porzione di E-R interessata:

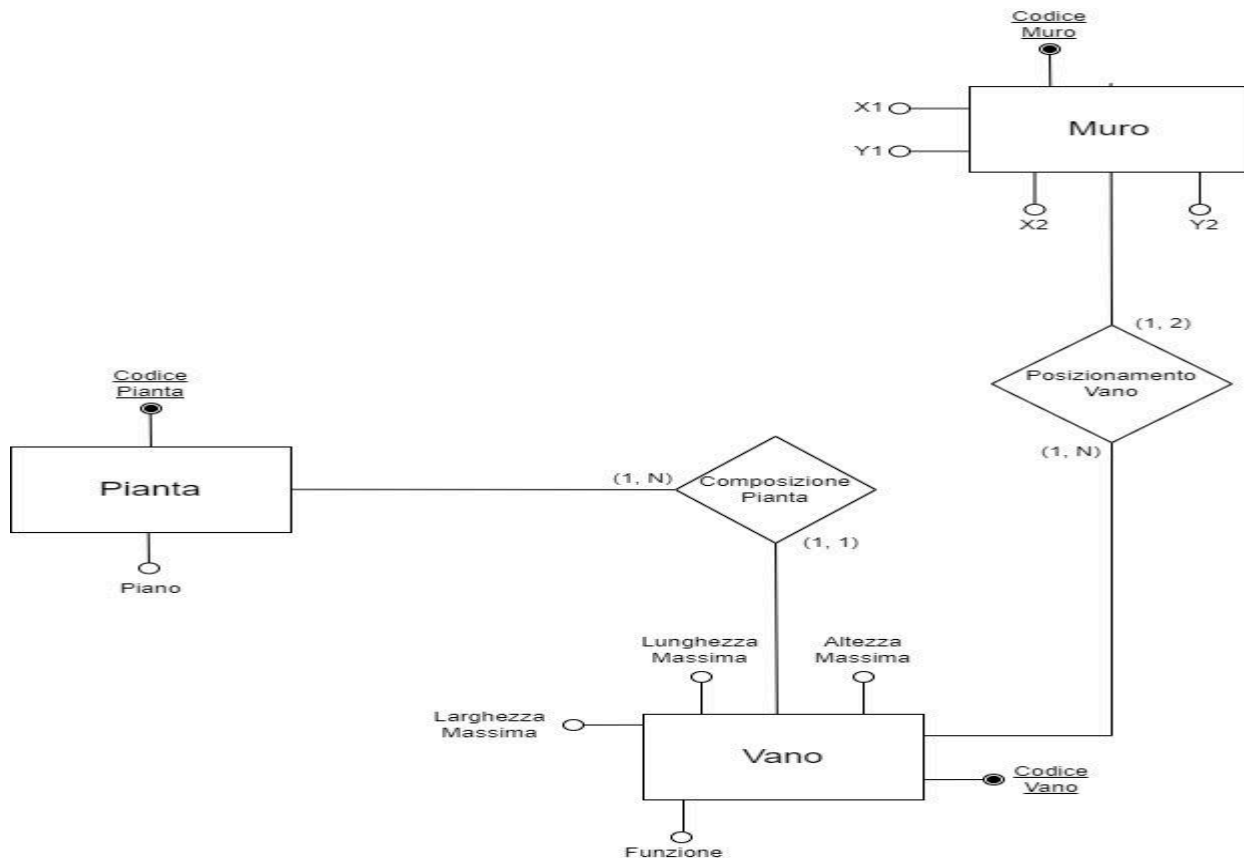


Tavola degli Accessi

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Pianta	Entità	1	Lettura
Composizione Pianta	Relazione	5	Lettura
Vano	Entità	5	Lettura
Posizionamento Vano	Entità	30	Lettura
Muro	Entità	30	Lettura

Sono necessarie 1 lettura su Pianta, che è l'input dell'operazione, 5 letture in Composizione Pianta e conseguentemente 5 letture su Vano. Infine sono necessarie 30 letture su Posizionamento Vano e 30 su Muro.

Costo Totale Operazione = 71 Accessi

Costo Giornaliero dell'Operazione = 213 Accessi

5.7 Inserimento Sensore di Posizione in una Crepa

Input: Muro

Output: Nuova tupla in Crepa

Frequenza Stimata: 1 volta all'anno

Descrizione: Operazione che facilita l'inserimento di una crepa all'interno della base di dati

Porzione di E-R interessata:

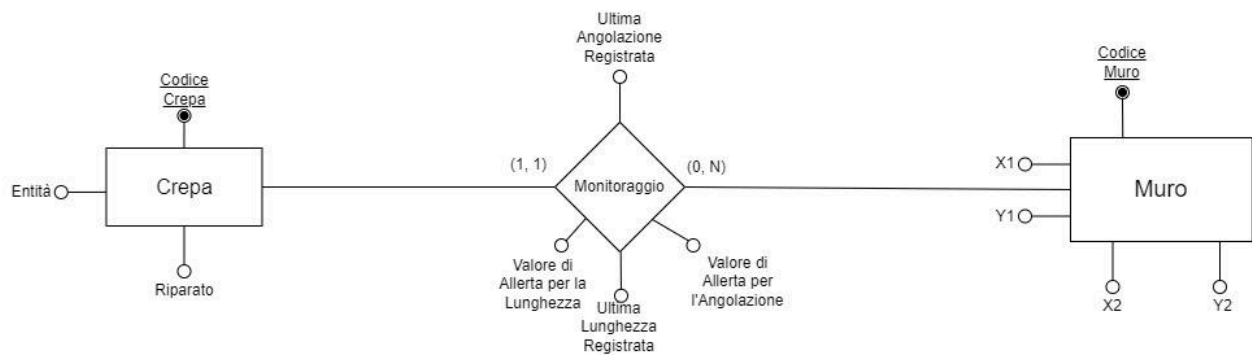


Tavola degli Accessi

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Muro	Entità	1	Lettura
Monitoraggio	Relazione	1	Scrittura
Crepa	Entità	1	Scrittura

In primis è necessaria una lettura in Muro, per determinare il valore di allerta relativo alla lunghezza della Crepa. Infine è necessaria una scrittura in Crepa e Monitoraggio.

Costo Totale Operazione = 5 Accessi

5.8 Calcolo dell'Orientazione di una finestra/porta-finestra

Input: Apertura

Output: Orientazione dell'Apertura

Frequenza Stimata: 1 volta al giorno

Descrizione: Operazione che calcola l'orientazione di un'apertura

Porzione di E-R interessata:

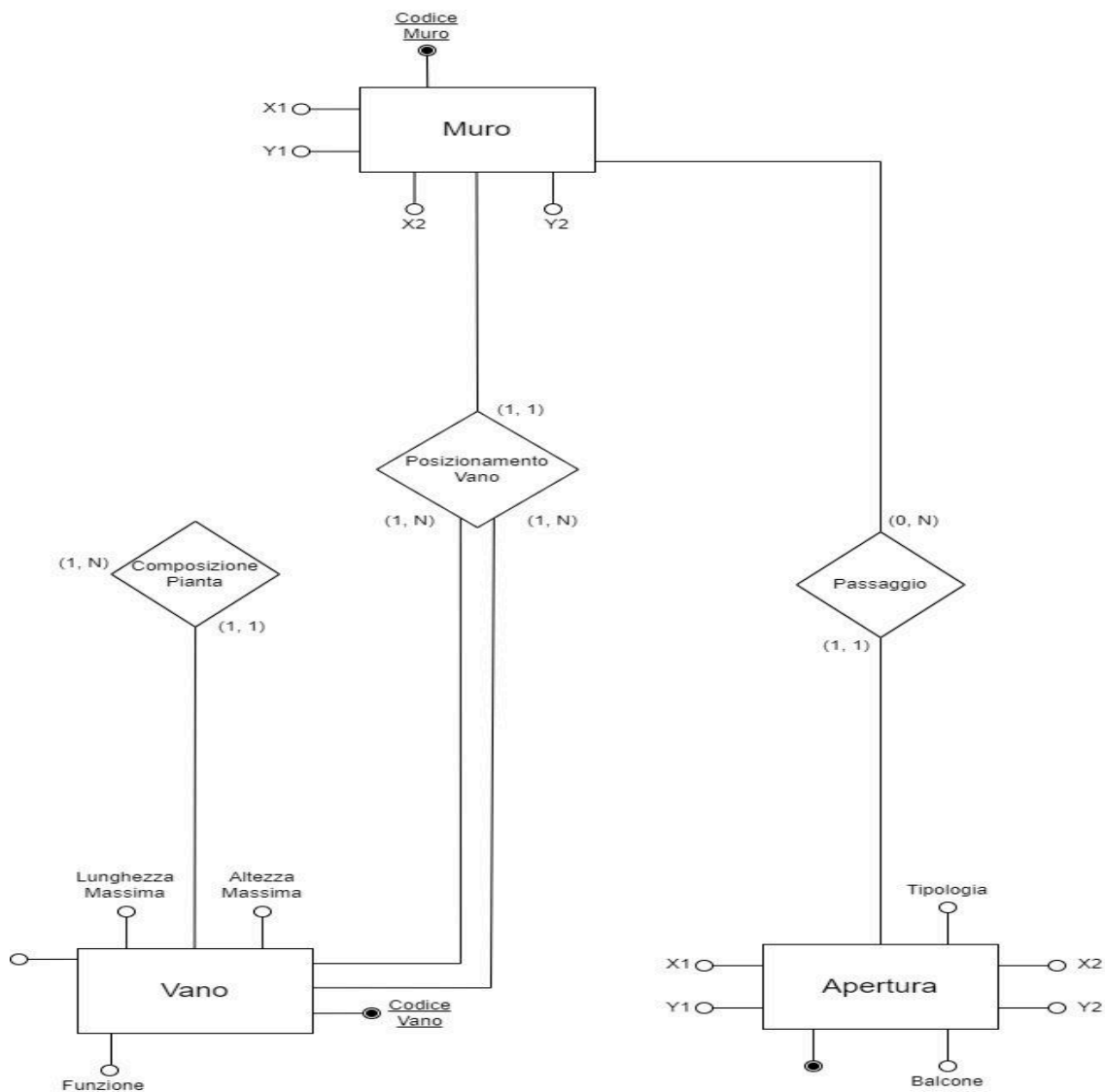


Tavola degli Accessi

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo
Apertura	Entità	1	Lettura
Passaggio	Relazione	1	Lettura
Muro	Entità	7	Lettura

Posizionamento Vano	Relazione	7	Lettura
Vano	Entità	1	Lettura

Sono necessarie una lettura su Apertura, seguita da una lettura su Passaggio e una lettura su Muro. Dopo di che occorrono una lettura su Muro e una su Posizionamento Vano. Per determinare poi se il Vano è chiuso sono necessarie anche altre 6 letture su Posizionamento Vano e Muro (6 vertici in media formano la Pianta di una stanza).

Costo Totale Operazione = 17 Accessi

Costo Giornaliero dell'Operazione = 17 Accessi

6. Miglioramento della performance tramite introduzione di Ridondanze

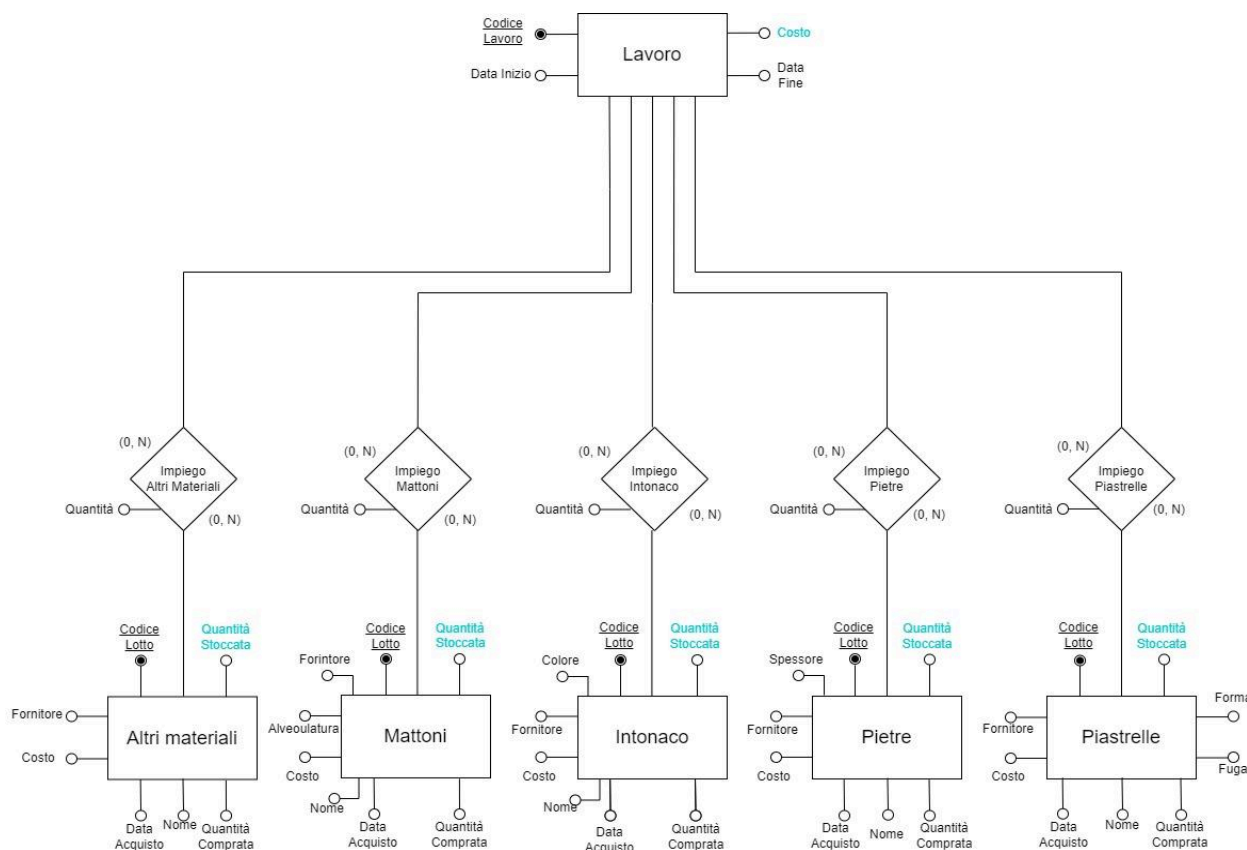
Pure qui conteremo 1 lettura come 1 accesso, mentre una scrittura come 2 accessi.

6.1 Quantità Stoccata

Le operazioni interessate sono gli inserimenti su Impiego Materiali e il calcolo dei Lotti Convenienti.

Per l'inserimento si stima una frequenza giornaliera di 1, per il calcolo dei Lotti Convenienti di 3.

Porzione di E-R interessata:



Per la prima operazione (supponendo che il vincolo di integrità sia rispettato) sono quindi necessarie una lettura e due scritture, con l'inserimento della ridondanza. Se invece quest'ultima fosse omessa, sarebbe necessaria una singola scrittura.

Per la seconda operazione con la ridondanza, sono necessarie k letture sulla tabella del tipo di materiale interessato. Senza la ridondanza servono invece $1.75k$ letture, poiché in media ogni lotto è utilizzato 0.75 volte.

$$\text{Totale Accessi Inserimento con Ridondanza} = 5 + x + y + z$$

$$\text{Totale Accessi Inserimento senza Ridondanza} = 2 + 1.75 \cdot (x + y + z)$$

Essendo $x, y, z \in \{13, 33, 48, 110\}$ * si è deciso di mantenere la ridondanza.
(Sono 3 le lettere perché è 3 la frequenza giornaliera dell'aggiornamento)

*Letture nella tabella Impiego Materiale rispettivamente per Pietre, Piastrelle, Mattoni, Intonaco ed Altri Materiali.

6.1.1 Formalizzazione Ridondanza Quantità Stoccata

Formalizzando l'analisi della ridondanza Quantità Stoccata discussa in precedenza:

$$f^T = 3$$

$$o^T = k, \quad k \in \{13, 33, 48, 110\}$$

$$n^T = f^T \cdot o^T = 1.75 \cdot (x + y + z)$$

$$o_{\text{RID}}^T = k$$

$$n_{\text{RID}}^T = f^T \cdot o_{\text{RID}}^T = x + y + z$$

$$\Delta = n^T - n_{\text{RID}}^T = 0.75 (x + y + z)$$

$$g^A = 1$$

$$o^A = 2$$

$$n_a = g^A \cdot o^A = 2$$

$$n_{\text{RID}}^T + n_a = 2 + (x + y + z) \quad x, y, z \in \{13, 33, 48, 110\}$$

L'introduzione della ridondanza è conveniente.

6.2 Costo di un Lavoro

Le due operazioni interessate sono l'inserimento di un nuovo Lavoro [1] e il calcolo del Costo totale per un Progetto Edilizio (e un costo burocratico che approssimiamo a 100 per ogni lavoro) [2].

Si stima una frequenza di 1 volta al giorno per la prima e di 2 volte al giorno per la seconda.

Assenza della ridondanza:

- 1) In primis è necessaria una scrittura in Lavoro, poi, in media, servono 5 accessi in scrittura in Turni Lavoratore, 2 in Turni Capo e 0.2 in Turni Responsabile; infine occorrono 0.25 scritture in Impiego Altri Materiali, 0.16 in Impiego Intonaco, 0.11 su Impiego Mattoni, 0.042 in Impiego Pietre e 0.042 in Impiego Piastrelle. (17.608 accessi giornalieri, con frequenza uguale a 1)
- 2) 1346.6 accessi giornalieri in lettura descritti nel Capitolo 5.5.

Accessi giornalieri totali senza la ridondanza = 1364.208

Presenza della ridondanza:

- 1) Inizialmente è necessaria una scrittura in lavoro, poi, in media, servono 5 accessi in scrittura in Turni Lavoratore, 2 in Turni Capo e 0.2 in Turni Responsabile; inoltre sono necessarie 5 letture in Lavoratore, 2 in Capocantiere e 0.2 Responsabile, al fine di determinare la variazione del costo causata dagli stipendi dei dipendenti coinvolti. Occorrono anche 0.25 scritture in impiego altri materiali, 0.11 in impiego mattoni, 0.16 in impiego intonaco, 0.042 in impiego pietre e 0.042 in impiego piastrelle. Infine sono necessarie 0.25 letture su altri materiali, 0.16 su intonaco, 0.11 su mattoni, 0.042 su piastrelle e 0.042 su pietre. (25.412 accessi)
- 2) 176 letture (giornaliere) calcolate nel Capitolo 5.5.

Accessi giornalieri totali con la ridondanza = 201.412

Si è quindi optato per mantenere la ridondanza.

6.2.1 Formalizzazione Ridondanza Costo di un lavoro

Formalizzando l'analisi della ridondanza Costo di un lavoro discussa in precedenza:

$$f^T = 2$$

$$o^T = 673.3$$

$$n^T = f^T \cdot o^T = 1346.6$$

$$o_{RID}^T = 88$$

$$n_{RID}^T = f^T \cdot o_{RID}^T = 176$$

$$\Delta = n^T - n_{RID}^T = 11$$

$$g^A = 1$$

$$o_A = 25.412$$

$$n^A = g^A \cdot o^A = 25.412$$

$$n_{RID}^T + n^A = 201.412$$

L'introduzione della ridondanza è conveniente.

7. Progettazione Logica

Traduciamo il Diagramma E-R in uno Schema Relazionale, dove le entità e le relazioni saranno “tradotte” in tabelle. In particolare per le relazioni sarà la loro cardinalità che deciderà se verranno tenute come tabelle o accorpate ad un’entità prima di essere tradotte in tabella.

Le tabelle ottenute dal processo di Traduzione sono:

7.1 Area Planimetrica

Edificio(ID, Stato, Tipologia, Locazione)

Pianta(Codice Pianta, Edificio, Numero Piano)

Vano(Codice Vano, Funzione, Altezza Massima, Lunghezza Massima, Larghezza Massima, Pianta, Pavimentazione)

Muro(Codice Muro, Vano1, Vano2, X1, Y1, X2, Y2)

Apertura(Codice Apertura, Tipologia, X1, Y1, X2, Y2, Balcone, Muro)

Soffitto(Vano, Lotto Pietre)

Decorazione(Muro, Lotto Pietre, Disposizione)

Muratura(Muro, Lotto Mattoni)

Strato(Muro, Lotto Intonaco, Spessore)

7.2 Area Geografica

Area Geografica(ID Area, Nome, Nazione)

Pericolo Geologico(Area, Pericolo, Coefficiente di Rischio)

Calamità(Area, Data, Orario, Nome, Epicentro, Intensità)

Causa Danneggiamento(Area, Data, Orario, Danno)

7.3 Area Lavorativa

Progetto Edilizio(ID Progetto, Tipo, Data Approvazione, Data Inizio, Stima Fine, Data Fine, Edificio)

Stadio di Avanzamento(Progetto, Numero, Tipologia, Data Inizio, Stima Fine, Data Fine, Costo Preventivato)

Tipologia di Lavoro(Nome, Numero Minimo di Lavoratori, Numero Massimo di Lavoratori, Tempo Stimato)

Lavoro(Codice Lavoro, Data Inizio, Data Fine, Costo, Tipologia di Lavoro, Progetto, Stadio di Avanzamento)

Lavoratore(Codice Fiscale, Cognome, Nome, Sesso, Stipendio, Data Nascita, Data Assunzione, Pensione)

Capocantiere(Codice Fiscale, Cognome, Nome, Sesso, Stipendio, Data Nascita, Data Assunzione, Pensione, Numero Massimo di Lavoratori)

Responsabile(Codice Fiscale, Cognome, Nome, Sesso, Stipendio, Data Nascita, Data Assunzione, Pensione)

Turni di Lavoro del Lavoratore(Lavoro, Codice Fiscale, Inizio Turno, Fine Turno, Ore Pausa, Giorno Libero)

Turni di Lavoro del Capocantiere(Lavoro, Codice Fiscale, Inizio Turno, Fine Turno, Ore Pausa, Giorno Libero)

Turni di Lavoro del Responsabile(Lavoro, Codice Fiscale, Inizio Turno, Fine Turno, Ore Pausa, Giorno Libero)

Responsabilità(Responsabile, Progetto)

Altri Materiali(Codice Lotto, Nome, Quantità Comprata, Quantità Stoccata, Fornitore, Costo, Data Acquisto)

Intonaco(Codice Lotto, Nome, Quantità Comprata, Quantità Stoccata, Fornitore, Costo, Data Acquisto, Colore)

Mattoni(Codice Lotto, Nome, Quantità Comprata, Quantità Stoccata, Fornitore, Costo, Data Acquisto, Alveolatura)

Piastrelle(Codice Lotto, Nome, Quantità Comprata, Quantità Stoccata, Fornitore, Costo, Data Acquisto, Forma, Fuga)

Pietre(Codice Lotto, Nome, Quantità Comprata, Quantità Stoccata, Fornitore, Costo, Data Acquisto, Spessore)

Impiego Altri Materiali(Lavoro, Lotto Altri Materiali, Quantità)

Impiego Intonaco(Lavoro, Lotto Intonaco, Quantità)

Impiego Mattoni(Lavoro, Lotto Mattoni, Quantità)

Impiego Piastrelle(Lavoro, Lotto Piastrelle, Quantità)

Impiego Pietre(Lavoro, Lotto Pietre, Quantità)

Ristrutturazione(Danno, Lavoro)

7.4 Area Monitoraggio

Sensore(Codice Seriale, Categoria, Unità di Misura, Alert, Vano)

Registrazione(ID Sensore, Tipo Sensore, Data, Orario, Valore Registrato)

Crepa(Codice Crepa, Muro, Ultima Lunghezza Registrata, Alert Lunghezza, Ultima Angolazione Registrata, Alert Angolazione, Entità, Riparato)

Danno(Codice Danno, Zona, Entità, Riparato, Edificio)

8. Analisi delle Dipendenze Funzionali e Normalizzazione

Dobbiamo assicurarci che le tabelle ricavate attraverso la Progettazione Logica siano in Forma Normale di Boyce-Codd (BCNF). Nel nostro caso, come possiamo osservare dall'elenco di dipendenze funzionali stilato in precedenza insieme alle tabelle, tutte le dipendenze funzionali sono del tipo $X \rightarrow Y$ dove X è chiave mentre Y è l'insieme di tutti gli attributi della relazione non facenti parte della chiave primaria. Tuttavia ci soffermiamo su alcune tabelle le cui dipendenze funzionali non sono banali.

Nella tabella **Pianta** le dipendenze funzionali sono:

Codice Pianta \rightarrow Edificio, Numero Piano

Edificio, Numero Piano \rightarrow Codice Pianta

L'implicante (formato dagli attributi Edificio e Numero Piano) costituisce un'altra chiave di Pianta, ma ciò non va ad intaccare la sua forma normale dato che in tutte le dipendenze non banali l'implicante è una chiave. Pertanto Pianta è in BCNF.

Nella tabella **Muro** le dipendenze funzionali sono:

Codice Muro \rightarrow Vano1, Vano2, X1, Y1, X2, Y2

Vano1, X1, Y1, X2, Y2 \rightarrow Codice Muro, Vano2

L'implicante (formato dagli attributi Vano1, X1, Y1, X2 e Y2) costituisce un'altra chiave di Muro, ma ciò non va ad intaccare la sua forma normale dato che in tutte le dipendenze non banali l'implicante è una chiave. Pertanto Muro è in BCNF.

Nella tabella **Apertura** le dipendenze funzionali sono:

Codice Apertura \rightarrow Tipologia, X1, Y1, X2, Y2, Balcone, Muro

Muro, X1, Y1, X2, Y2 \rightarrow Codice Apertura, Tipologia, Balcone

L'implicante (formato dagli attributi Muro, X1, Y1, X2 e Y2) costituisce un'altra chiave di Apertura, ma ciò non va ad intaccare la sua forma normale dato che in tutte le dipendenze non banali l'implicante è una chiave. Pertanto Apertura è in BCNF.

Nella tabella **Progetto Edilizio** le dipendenze funzionali sono:

ID Progetto \rightarrow Tipo, Data Approvazione, Data Inizio, Stima Fine, Data Fine, Edificio

Edificio, Tipo, Data Approvazione \rightarrow ID Progetto, Data Inizio, Stima Fine, Data Fine

L'implicante (formato dagli attributi Edificio, Tipo e Data Approvazione) costituisce un'altra chiave di Progetto Edilizio, ma ciò non va ad intaccare la sua forma normale dato che in tutte le dipendenze non banali l'implicante è una chiave. Pertanto Progetto Edilizio è in BCNF.

Nella tabella **Lavoro** le dipendenze funzionali sono:

Codice Lavoro → Data Inizio, Data Fine, Costo, Tipologia di Lavoro, Progetto, Stadio di Avanzamento

Tipologia di Lavoro, Progetto, Stadio di Avanzamento, Data Inizio → Codice Lavoro, Data Fine, Costo

L'implicante (formato dagli attributi Tipologia di Lavoro, Progetto, Stadio di Avanzamento e Data Inizio) costituisce un'altra chiave di Lavoro, ma ciò non va ad intaccare la sua forma normale dato che in tutte le dipendenze non banali l'implicante è una chiave. Pertanto Lavoro è in BCNF.

9. Commento sulla Codifica

Il codice è diviso in 6 macro-sezioni.

- Creazione delle tabelle e Vincoli d'Integrità Referenziale;
- Funzioni di Utilità;
- Vincoli di Integrità Generici;
- Operazioni;
- Popolamento.

9.1 Creazione delle Tabelle e Vincoli d'Integrità Referenziale

Dopo la Traduzione in modello logico e l'Analisi delle Dipendenze Funzionali possiamo facilmente portare le tabelle in forma di codifica tramite il linguaggio di programmazione My SQL.

Edificio

La sua chiave primaria è *ID* che è un numero intero che parte da 1. L'attributo *Stato* è un numero reale compreso tra 1 e 4 e rappresenta lo stato di “salute” dell'edificio in questione. Più è basso lo *Stato* e più l'Edificio è “sano”, viceversa, più è alto lo *Stato* e maggiori sono le problematiche dell'Edificio. L'attributo *Tipologia* è una stringa di caratteri che indica il tipo di edificio (ad esempio Abitazione, Appartamenti, Negozio, eccetera ...). La *Locazione* è una chiave esterna che si riferisce all'*ID Area* dell'Area Geografica.

Pianta

La sua chiave primaria è *Codice_Pianta* che è un numero intero che parte da 1. L'attributo *NumeroPiano* è un intero che rappresenta il numero del piano della pianta a cui si riferisce l'edificio. *Edificio* è una chiave esterna che si riferisce all'*ID* dell'Edificio.

Vano

La sua chiave primaria è *Codice_Vano* che è un intero che parte da 1. L'attributo *Funzione* è una stringa che indica il tipo di vano (ad esempio Corridoio, Cucina, Bagno, eccetera ...). Gli attributi *AltezzaMax*, *LarghezzaMax* e *LunghezzaMax* sono dei numeri reali in metri. *Pianta* è una chiave esterna che si riferisce al *Codice_Pianta* della Pianta e *Pavimentazione* è la chiave esterna che si riferisce al *Codice_Lotto* di Piastrelle. In particolare *Pavimentazione* è un solo lotto poiché non vogliamo che si usino delle piastrelle che siano un minimo diverse da quelle già installate per il pavimento del Vano, in quanto potrebbe risultare sgradevole esteticamente .

Muro

La sua chiave primaria è *Codice_Muro* che è un intero che parte da 1. *X1* e *Y1* sono le coordinate (reali) del primo vertice e *X2* e *Y2* sono le coordinate (reali) del secondo vertice. *Vano1* è il primo vano su cui si affaccia il muro e non può essere NULL, poiché un muro deve per forza affacciarsi su un vano. Il *Vano2* è il secondo vano su cui si affaccia il muro. Può essere NULL e in tal caso significa che il Muro confina con l'esterno, mentre se è diverso da NULL il muro divide il primo

vano dal secondo. *Vano1* e *Vano2* sono delle chiavi esterne ed entrambe si riferiscono al *Codice_Vano* di Vano.

Apertura

La sua chiave primaria è *Codice_Apertura* che è un intero da parte 1. *X1* e *Y1* sono le coordinate (reali) del primo vertice e *X2* e *Y2* sono le coordinate (reali) del secondo vertice. *Balcone* è un attributo booleano che dice se è presente o meno un balcone dall'altra parte dell'apertura. *Tipologia* è un attributo stringa che indica il tipo dell'apertura (ad esempio Porta, Porta-Finestra, Finestra, eccetera ...). *Muro* è una chiave esterna che si riferisce al *Codice_Muro* di Muro.

ProgettoEdilizio

La sua chiave primaria è *ID_Progetto* che è un intero che parte da 1. *Tipo* rappresenta lo scopo del progetto (Costruzione o Riparazione). Ci sono 4 date: *DataApprovazione* (la data in cui è stato approvato il progetto), *DataInizio* (la data in cui effettivamente si inizia a lavorare al progetto), *StimaFine* (la data in cui si stima finisca il progetto) e *DataFine* (la data in cui si è finito ogni lavoro riguardante il progetto di costruzione). *Edificio* è una chiave esterna che si riferisce all'*ID* di Edificio.

StadioDiAvanzamento

La sua chiave primaria è composta da *Progetto* e *Numero*. *Progetto* è anche una chiave esterna che si riferisce ad *ID_Progetto* di ProgettoEdilizio. Questo perché ogni Progetto Edilizio è diviso in Stadi di Avanzamento che rappresentano gli stadi di costruzione di un Edificio. Ci sono tre date: *DataInizio* (la data in cui inizia il primo lavoro dello stadio), *StimaFine* (la data in cui si stima finisca lo stadio di avanzamento) e *DataFine* (la data in cui si è finito ogni lavoro riguardante lo stadio di avanzamento, permettendo di passare al prossimo). *Tipologia* indica il tipo di stadio (ad esempio Fondamenta, Intelaiatura, Riparazione Stadio di Avanzamento, eccetera ...). *CostoPreventivato* è un numero reale che indica quanto si stima che verrà a costare lo Stadio di Avanzamento.

TipologiaLavoro

La sua chiave primarie è *Nome*, una stringa di caratteri. Indica i tipi di lavori conosciuti e registrati dall'azienda per fare un edificio. Per ragioni di sicurezza ha un numero minimo di lavoratori consentito (attributo intero *NumeroMinimoLavoratori*) e un numero massimo di lavoratori consentito (attributo intero *NumeroMassimoLavoratori*). Ha anche *TempoStimato*, misurato in giorni ed intero, che serve per compiere un lavoro (senza contare i giorni di pausa).

Lavoro

La sua chiave primarie è *Codice_Lavoro*, un intero che parte da 1. *TipologiaDiLavoro* è il nome del lavoro in questione ed è una chiave esterna che si riferisce per l'appunto a *Nome* di Tipologia di Lavoro. Ci sono due date: *DataInizio* (la data in cui inizia il lavoro) e *DataFine* (la data in cui si è finito il lavoro). *Costo* è un valore reale che indica il costo effettivo del lavoro ed è un attributo che è stato approfondito nel Capitolo 6.2. *Progetto* e *StadioDiAvanzamento* sono due chiavi esterne che si riferiscono alla chiave di StadioDiAvanzamento composta da *Progetto* e *Numero*. Questo perché un lavoro fa parte di uno Stadio di Avanzamento che a sua volta fa parte di un Progetto Edilizio.

Lavoratore

La sua chiave primaria è *CodiceFiscale*, una stringa di caratteri. I suoi attributi sono *Nome*, *Cognome*, *Sesso* (M, F o A), *Stipendio*, *DataNascita*, *DataAssunzione* e *Pensione* (TRUE se in pensione, FALSE se ancora lavora nell'azienda). Si tratta di un operaio dell'azienda.

Capocantiere

La sua chiave primaria è *CodiceFiscale*, una stringa di caratteri. I suoi attributi sono *Nome*, *Cognome*, *Sesso* (M, F o A), *Stipendio*, *DataNascita*, *DataAssunzione*, *Pensione* (TRUE se in pensione, FALSE se ancora lavora nell'azienda) e *NumeroMassimoLavoratori* (il massimo numero di persone che può sovrintendere). *NumeroMassimoLavoratori* è compreso tra 3 e 15.

Responsabile

La sua chiave primaria è *CodiceFiscale*, una stringa di caratteri. I suoi attributi sono *Nome*, *Cognome*, *Sesso* (M, F o A), *Stipendio*, *DataNascita*, *DataAssunzione* e *Pensione* (TRUE se in pensione, FALSE se ancora lavora nell'azienda). Si tratta di un operaio dell'azienda.

Turni di Lavoro Lavoratore

Rappresenta i turni di lavoro di un Lavoratore. La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Lavoro* e *CodiceFiscale* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *CodiceFiscale* della tabella Lavoratore. Ci sono due orari: *OrarioInizio* (l'orario d'inizio del turno) e *OrarioFine* (l'orario di uscita del turno). Gli altri due attributi sono due interi: *OrePausa* (le ore ammesse della pausa del turno) e *GiornoLibero* che è compreso tra 2 e 7 in quanto può essere Lunedì, Martedì, Mercoledì, Giovedì, Venerdì e Sabato. Domenica è automaticamente considerata giornata di pausa.

Turni di Lavoro Capocantiere

Rappresenta i turni di lavoro di un Capocantiere. La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Lavoro* e *CodiceFiscale* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *CodiceFiscale* della tabella Capocantiere. Ci sono due orari: *OrarioInizio* (l'orario d'inizio del turno) e *OrarioFine* (l'orario di uscita del turno). Gli altri due attributi sono due interi: *OrePausa* (le ore ammesse della pausa del turno) e *GiornoLibero* che è compreso tra 2 e 7 in quanto può essere Lunedì, Martedì, Mercoledì, Giovedì, Venerdì e Sabato. Domenica è automaticamente considerata giornata di pausa.

Turni di Lavoro Responsabile

Rappresenta i turni di lavoro di un Responsabile. La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Lavoro* e *CodiceFiscale* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *CodiceFiscale* della tabella Responsabile. Ci sono due orari: *OrarioInizio* (l'orario d'inizio del turno) e *OrarioFine* (l'orario di uscita del turno). Gli altri due attributi sono due interi: *OrePausa* (le ore ammesse della pausa del turno) e *GiornoLibero* che è compreso tra 2 e 7 in quanto può essere Lunedì, Martedì, Mercoledì, Giovedì, Venerdì e Sabato. Domenica è automaticamente considerata giornata di pausa.

Responsabilità

Rappresenta la responsabilità del Responsabile verso un progetto. La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Responsabile* e *Progetto* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *CodiceFiscale* della tabella Responsabile e a *ID_Progetto* di Progetto Edilizio.

Area Geografica

La sua chiave primaria è *ID_Area*, un intero. L'attributo *Nome* e l'attributo *Nazione* sono stringhe di caratteri.

Pericolo Geologico

La sua chiave primaria è composta da *Area* e *Pericolo*, rispettivamente un intero e una stringa di caratteri. *Area* è una chiave esterna che si riferisce a *ID_Area* di Area Geografica. Il *CoefficienteRischio* è una variabile reale.

Calamità

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Area*, *Data* e *Orario*. *Area* è una chiave esterna che si riferisce a *ID_Area* di Area Geografica. *Nome* è una stringa di caratteri che indica che tipo di calamità è avvenuta (Terremoto, Alluvione, Valanga, eccetera ...). *Epicentro* è invece la distanza media dei nostri punti di interesse con il punto di origine della Calamità, espresso in chilometri (Km). Per *Intensita* intendiamo la “potenza” della Calamità e va da un minimo di 1 ad un massimo di 12. Abbiamo preso in considerazione per Intensità la Scala Mercalli, che sebbene sia usata principalmente per terremoti e sia piuttosto obsoleta al giorno d'oggi (visti i progressi tecnologici), essa è facilmente ampliabile a tutti i tipi di Calamità e dà comunque un indicatore generale della distruzione provocata dall'evento calamitoso.

Altri Materiali

La sua chiave primaria è *Codice_Lotto*, una stringa di caratteri. L'attributo *Nome* è una stringa di caratteri che indica il tipo di materiale (Acciaio, Ferro, Legno, eccetera ...). *QuantitaComprata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale comprata all'inizio. *QuantitaStoccata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale rimasta. Entrambe non possono essere minori di 0 e *QuantitaStoccata* è minore o uguale alla *QuantitaComprata*. *QuantitaStoccata* è una ridondanza analizzata nel Capitolo 6.1. *Fornitore* è una stringa che indica il nome dell'agenzia o della persona da cui si è comprato il materiale. *Costo* è una variabile reale in euro. *DataAcquisto* è la data che indica quando il materiale è stato comprato.

Intonaco

La sua chiave primaria è *Codice_Lotto*, una stringa di caratteri. L'attributo *Nome* è una stringa di caratteri che indica il tipo di materiale (Intonaco a Base di Gesso, Intonaco Premiscelato, Intonaco Cementizio, eccetera ...). *QuantitaComprata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale comprata all'inizio. *QuantitaStoccata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale rimasta. Entrambe non possono essere minori di 0 e *QuantitaStoccata* è minore o uguale alla *QuantitaComprata*. *QuantitaStoccata* è una ridondanza analizzata nel Capitolo 6.1. *Fornitore* è una stringa che indica il nome dell'agenzia o della persona da cui si è comprato il materiale. *Costo* è una variabile reale in euro. *DataAcquisto* è la data che indica quando il materiale è stato comprato. *Colore* è una stringa che indica il tipo di colore (Grigio Chiaro, Grigio Scuro, Bianco, eccetera ...).

Mattoni

La sua chiave primaria è *Codice_Lotto*, una stringa di caratteri. L'attributo *Nome* è una stringa di caratteri che indica il tipo di materiale (Mattoni in Laterizio, Mattoni in Calcestruzzo, Mattoni in Terra Piena, eccetera ...). *QuantitaComprata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale comprata all'inizio. *QuantitaStoccata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale rimasta. Entrambe non possono essere minori di 0 e *QuantitaStoccata* è minore o uguale alla *QuantitaComprata*. *QuantitaStoccata* è una ridondanza analizzata nel Capitolo 6.1. *Fornitore* è una stringa che indica il nome dell'agenzia o della persona da cui si è comprato il materiale. *Costo* è una variabile reale in euro. *DataAcquisto* è la data che indica quando il materiale è stato comprato. *Alveolatura* è una stringa che indica la forma degli alveoli (cioè i buchi) presenti nel mattone (Cilindrica Cava, Rettangolare Cava, Nessuna, eccetera ...).

Piastrelle

La sua chiave primaria è *Codice_Lotto*, una stringa di caratteri. L'attributo *Nome* è una stringa di caratteri che indica il tipo di materiale (Piastrella in Legno, Piastrella in Marmo, Piastrella in Argilla, eccetera ...). *QuantitaComprata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale comprata all'inizio. *QuantitaStoccata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale rimasta. Entrambe non possono essere minori di 0 e *QuantitaStoccata* è minore o uguale alla *QuantitaComprata*. *QuantitaStoccata* è una ridondanza analizzata nel Capitolo 6.1. *Fornitore* è una stringa che indica il nome dell'agenzia o della persona da cui si è comprato il materiale. *Costo* è una variabile reale in euro. *DataAcquisto* è la data che indica quando il materiale è stato comprato. *Forma* è una stringa che indica per l'appunto la forma delle Piastrelle (Quadrata, Rettangolare, Ottagonale, eccetera ...). La *Fuga* è un intero che indica i millimetri che separano una piastrella dall'altra.

Pietre

La sua chiave primaria è *Codice_Lotto*, una stringa di caratteri. L'attributo *Nome* è una stringa di caratteri che indica il tipo di materiale (Arenaria, Basalto, Marmo, eccetera ...). *QuantitaComprata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale comprata all'inizio. *QuantitaStoccata* è una variabile reale in chilogrammi che indica la quantità di materiale rimasta. Entrambe non possono essere minori di 0 e *QuantitaStoccata* è minore o uguale alla *QuantitaComprata*. *QuantitaStoccata* è una ridondanza analizzata nel Capitolo 6.1. *Fornitore* è una stringa che indica il nome dell'agenzia o della persona da cui si è comprato il materiale. *Costo* è una variabile reale in euro. *DataAcquisto* è la data che indica quando il materiale è stato comprato. *Spessore* è un intero in millimetri che indica per l'appunto lo spessore delle pietre.

Strato

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Muro* e *Lotto_Intonaco* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Muro* della tabella Muro e *Codice_Lotto* della tabella Intonaco. *Spessore* è un attributo intero in centimetri che indica per l'appunto lo spessore dello strato di Intonaco.

Muratura

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Muro* e *Lotto_Mattoni* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente di *Codice_Muro* della tabella Muro e *Codice_Lotto* della tabella Mattoni.

Decorazione

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Muro* e *Lotto_Pietre* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Muro* della tabella Muro e *Codice_Lotto* della tabella Pietre. *Disposizione* è una stringa che tecnicamente può essere Verticale o Orizzontale, ma a cui abbiamo lasciato spazio per la scrittura di altre stringhe che magari possono risultare più precise.

Impiego Altri Materiali

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *Lavoro* e *Lotto_Altri_Materiali* che sono anche chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *Codice_Lotto* della tabella Altri Materiali. Inoltre ha un attributo reale *Quantita*, espresso in chilogrammi, che indica quanto materiale è stato consumato da quel lotto.

Impiego Intonaco

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *Lavoro* e *Lotto_Intonaco* che sono anche chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *Codice_Lotto* della tabella Intonaco. Inoltre ha un attributo reale *Quantita*, espresso in chilogrammi, che indica quanto materiale è stato consumato da quel lotto.

Impiego Mattoni

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *Lavoro* e *Lotto_Mattoni* che sono anche chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *Codice_Lotto* della tabella Mattoni. Inoltre ha un attributo reale *Quantita*, espresso in chilogrammi, che indica quanto materiale è stato consumato da quel lotto.

Impiego Piastrelle

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *Lavoro* e *Lotto_Piastrelle* che sono anche chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *Codice_Lotto* della tabella Piastrelle. Inoltre ha un attributo reale *Quantita*, espresso in chilogrammi, che indica quanto materiale è stato consumato da quel lotto.

Impiego Pietre

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *Lavoro* e *Lotto_Pietre* che sono anche chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro e *Codice_Lotto* della tabella Pietre. Inoltre ha un attributo reale *Quantita*, espresso in chilogrammi, che indica quanto materiale è stato consumato da quel lotto.

Soffitto

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Vano* e *Lotto_Pietre* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Vano* della tabella Vano e *Codice_Lotto* della tabella Pietre.

Sensore

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *Codice_Seriale* e *Categoria*, rispettivamente un intero e una stringa di caratteri che indica il tipo di Sensore. *UnitaMisura* è una stringa che indica l'unità di misura misurata dal sensore. *Alert* è una variabile reale che indica il valore di allerta del sensore, che se superato significa che è avvenuto un evento indesiderato o una calamità. Infine, *Vano* è una chiave esterna che si riferisce a *Codice_Vano* di Vano.

Registrazione

La sua chiave primaria è composta dagli attributi *ID_Sensore*, *TipoSensore* e *Data*. *ID_Sensore* e *TipoSensore* sono chiavi esterne che si riferiscono a *Codice_Seriale* e *Categoria* della tabella Sensore. *Orario* è un attributo di tipo orario. *ValoreRegistrato* è un valore reale che indica quanto ha misurato il Sensore.

Danno

La sua chiave primaria è *Codice_Danno*, un intero che parte da 1. *Zona* è una stringa che indica per l'appunto la zona danneggiata. *Entita* è un valore reale che va da 1 a 3 ed indica la gravità del danno. *Riparato* è un attributo booleano che è FALSE se non è riparato ed è TRUE se è riparato. Edificio è una chiave esterna che si riferisce a ID di Edificio.

Ristrutturazione

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Danno* e *Lavoro* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Danno* della tabella Danno e *Codice_Lavoro* della tabella Lavoro.

Causa Danneggiamento

La sua chiave primaria è formata dagli attributi *Danno*, *Area*, *Data* e *Orario* che sono chiavi esterne che si riferiscono rispettivamente a *Codice_Danno* della tabella Danno e *Area*, *Data* e *Orario* della tabella Calamità.

Crepa

La sua chiave primaria è *Codice_Crepa*, un intero che parte da 1. *Muro* è una chiave esterna che si riferisce a *Codice_Muro* della tabella Danno.

UltimaLunghezzaRegistrata e *UltimaAngolazioneRegistrata* sono due variabili reali che indicano dei valori misurati dal sensore di posizione piazzato sulla crepa. *AlertLunghezza* e *AlertAngolo* sono variabili reali che indicano i valori di allerta del sensore di posizione, che se superato significa che la crepa si sta allargando. *Entita* è un valore reale che va da 1 a 3 ed indica la gravità della crepa. *Riparato* è un attributo booleano che è FALSE se non è riparato ed è TRUE se è riparato.

9.2 Funzioni di Utilità

Le Funzioni di Utilità sono Procedure e Function create appositamente per supportare i Trigger e le Operazioni. Spesso venivano richieste le stesse funzioni da parte di più trigger e/o operazioni. Pertanto abbiamo ritenuto maggiormente ottimizzato, prendere queste funzioni e tramutarle in qualcosa di standardizzato per la base di dati.

Compreso Senza Estremi

Questa Function si occupa di prendere in input i tre valori reali x , $y1$ e $y2$ per poi restituire in output un booleano *inter*. Si verifica quale tra $y1$ e $y2$ sia maggiore:

- Nel caso $y1 > y2$ allora la variabile di supporto *max* sarà uguale a $y1$ e la variabile di supporto *min* sarà uguale a $y2$;
- Nel caso $y1 \leq y2$ allora la variabile di supporto *max* sarà uguale a $y2$ e la variabile di supporto *min* sarà uguale a $y1$.

Dopo di *inter* sarà TRUE se x è compreso tra *min* e *max* senza essere uguale né a *min* né a *max*, altrimenti è FALSE.

In pratica se $\min < x < \max$, allora *inter* è TRUE, altrimenti è FALSE.

Minimo

Questa Function prende in input due valori reali x e y , scegliendo tra le due quella minore e restituendola in output.

Massimo

Questa Function prende in input due valori reali x e y , scegliendo tra le due quella maggiore e restituendola in output.

Intersezione

Questa Function prende in input 4 vertici di un segmento e restituisce un booleano *intersezione*. I vertici sono dati da $P1(x1;y1)$, $P2(x2;y2)$, $P3(x3;y3)$ e $P4(x4;y4)$. $P1$ e $P2$ sono i vertici del primo segmento, mentre $P3$ e $P4$ sono i vertici del secondo. Controlliamo se $x1 \neq x2$ e $x3 \neq x4$, se $x1 = x2$ e $x3 \neq x4$, oppure se $x1 \neq x2$ e $x3 = x4$. Se non è nessuna di queste casistiche restituisce FALSE, poiché siamo sicuri che non si intersecano. Dopo di che la Function si occupa di calcolare le rette passanti per i due segmenti (nella maniera adeguata a seconda del controllo) e vedere se tali rette intersecano (poiché nel caso siano parallele non si incrocerebbero) e dove intersecano. Ci calcoliamo x_inter e y_inter (nel caso non siano parallele). Utilizziamo come funzione di supporto “Compreso_Senza_Estremi” controllare che x_inter e y_inter siano comprese rispettivamente fra le ascisse e le ordinate dei due segmenti in input. Se entrambi i controlli risultano veritieri *intersezione* diventerà TRUE, altrimenti verrà FALSE. In ogni caso verrà restituito l'attributo booleano *intersezione*.

Intersezione con estremi

Questa Function prende in input 4 vertici di un segmento e restituisce un booleano *intersezione*. È identica alla funzione di utilità *Intersezione*, con la differenza che viene utilizzato il BETWEEN e ad ogni confronto (con BETWEEN) vengono calcolate le coordinate più grandi e le coordinate più piccole, in modo da avere un confronto senza errori.

Intersezione Aperture

Questa Procedure ha come variabili IN due valori reali x e y , un intero *cod_vano* e una variabile intera INOUT *numero_intersezioni*. Lo scopo di questa Procedure è lo stesso della Function “*Intersezione_con_estremi*” (che infatti viene utilizzata all'interno della Procedure), ma ripetuto e specializzato per calcolarci la direzione di un'Apertura. Utilizziamo il Ray-Casting Algorithm per capire la locazione di un'Apertura, rispetto all'Edificio.

Dato un punto e un poligono, il Ray-Casting Algorithm controlla se il punto è all'interno o

all'esterno del poligono. Nel nostro caso il poligono è il Vano determinato dal *cod_vano*. Controlliamo quante volte il segmento dato dal punto medio dell'apertura e dal vertice composto dal massimo x tra i due vertici del Muro che vogliamo incrociare come ascissa e dall'ordinata del punto medio dell'Apertura come ordinata, incrocia i Muri del Vano. Se il numero di intersezioni è dispari allora è interno, altrimenti è esterno. Questo è utile per capire ad esempio se un'Apertura si trova verso Est o verso Ovest, oppure verso Nord o verso Sud. Una spiegazione intuitiva del perché funziona è che ogni volta che attraversiamo un confine, cambiamo "paese" (dentro-fuori, o fuori-dentro), ma l'ultimo "paese" in cui atterriamo è sicuramente *fuori* (poiché l'interno del poligono è finito, mentre il raggio continua verso l'infinito). Quindi, se attraversavamo un numero dispari di confini eravamo sicuramente dentro, altrimenti eravamo fuori; possiamo seguire il raggio all'indietro per vederlo meglio: partendo dall'esterno, solo un numero dispari di attraversamenti può dare un interno: esterno-interno, esterno-interno-esterno-interno, e così via (il - rappresenta l'attraversamento di un confine). Quindi la parte principale dell'algoritmo è come determiniamo se un raggio interseca un segmento. Questo stesso esempio si può traslare all'interno di un Edificio.

Tornando alla nostra Procedure. Preso il punto medio dell'Apertura in questione (rappresentata da un segmento), vengono presi tutti i vertici dei Muri interni al Vano con quel *cod_vano*. Viene creata una tabella di supporto temporanea. Tuttavia non usiamo una normale TEMPORARY TABLE, poiché essa presenta il difetto di non poter fare più di un inserimento. Poiché questa tabella TEMP_Vertici_Intersezione (di cui vedremo dopo lo scopo) potrebbe avere necessità di più inserimenti, creiamo una tabella temporanea con questo metodo particolare. Dopo di che facciamo un ciclo in cui chiamiamo "Intersezione_con_estremi", per controllare quanti Muri del Vano intersecano il segmento composto dal punto medio dell'apertura e dal vertice composto dal massimo x tra i due vertici del Muro come ascissa e dall'ordinata del punto medio dell'Apertura. Contiamo quindi il numero di intersezioni fra i muri e il segmento in questione e inseriamo, nel caso ci sia un'intersezione, i vertici del Muro nella tabella TEMP_Vertici_Intersezione. Nel caso ci sia un'intersezione con un Muro che ha un vertice in comune, siamo sicuri che l'intersezione è su quel vertice e pertanto è già stata contata. Pertanto non verrà registrata come intersezione. Il numero delle intersezioni verrà registrato all'interno della variabile INOUT intera *numero_intersezioni*. Chiariamo un ultimo punto. Questa è una Procedure e non una Function, poiché nelle Function non è possibile registrare dei dati in una tabella e pertanto abbiamo optato per renderla una Procedure con valore di "ritorno" *numero_intersezioni*.

Differenza Date Senza Weekend

Questa Function ha input due date (*data1* e *data2*) e restituisce un intero *differenza* che è, per l'appunto, la differenza tra la *data1* e la *data2* senza contare nel mezzo sabati e domeniche. L'istruzione $ABS(DATEDIFF(data1, data2)) + 1$ fornisce il numero di giorni trascorsi tra *data1* e *data2*. L'istruzione:

$ABS(DATEDIFF(ADDDATE(data1, INTERVAL(1 - DAYOFWEEK(data1))DAY), ADDDATE(data2, INTERVAL 1 - DAYOFWEEK(data2) DAY))) / 7 * 2$

fornisce invece il numero di settimane tra le due date, mentre la moltiplicazione per due ci fornisce, infine, il conteggio dei fine settimana (Sabato e Domenica) tra le due date. Pertanto, il risultato di questa istruzione viene sottratto all'istruzione che ci dà la semplice differenza tra le due date. Le successive due istruzioni:

- $(DAYOFWEEK(IF(data2 < data1, data2, data1))) = 1$
- $(DAYOFWEEK(IF(data2 > data1, data2, data1))) = 7$

escludono una delle date in questione se sono Sabato o Domenica. In realtà non finisce qui. Questa funzione ignora anche tutte le date comprese tra il 21 Dicembre e il 7 Gennaio per calcolare la differenza tra *data1* e *data2*. Questo perché questa Function principalmente serve a calcolare la differenza tra la data di fine e la data di inizio di un Lavoro. Pertanto i sabati e le domeniche non vengono tenute nel conto e nemmeno le vacanze di Natale, in cui si suppone che i lavoratori siano in ferie.

Aggiornamento Max N

Questa Procedure è una funzione di utilità per l'Event "Aggiorna_Lavoratori_Per_Capocantiere". Per ogni Capocantiere calcola il numero di lavori che ha portato a compimento durante l'anno, il numero di lavori finiti in ritardo durante l'anno e il numero di lavori finiti in anticipo durante l'anno. Se i lavori in anticipo sono maggiori o uguali alla metà dei lavori totali e i lavori in ritardo sono meno della metà dei lavori in anticipo, significa che ha bisogno di meno Lavoratori per portare a termine in modo efficiente un lavoro e quindi abbassiamo di uno l'attributo NumeroMassimoLavoratori. In più come premio riceve 50 euro in più di stipendio.

Invece se i lavori in ritardo sono maggiori o uguali alla metà dei lavori totali, allora significa che il Capocantiere ha bisogno di più Lavoratori e pertanto si aumenta l'attributo NumeroMassimoLavoratori di uno. Tuttavia NumeroMassimoLavoratori deve essere sempre compreso tra 3 e 15.

Procedura Aggiornamento Costo Lavori

Questa Procedura è una funzione di utilità per l'Event "Aggiornamento_Costo_Lavori". Mi calcolo il costo della manodopera (considerando gli stipendi di tutti i Lavoratori, Capocantieri e Responsabili) che hanno lavorato a quel Lavoro dividendoli per 30 (stipendio giornaliero), moltiplicandoli per il numero di giorni di lavoro e poi sommandoli assieme, Mi calcolo anche il costo dei materiali del Lavoro dividendo la Quantità dell'Impiego del Materiale con la Quantità Comprata del Materiale. moltiplicando per il costo del Materiale e poi sommandoli assieme. Il Costo di un Lavoro è dato da questi dalla somma di questi due costi con i costi burocratici (che approssimiamo a 100 per ogni Lavoro). Pertanto si aggiornano tutti i Lavori con il costo che si ha come risultato.

9.3 Vincoli di Integrità Generici

I Vincoli d'Integrità Generici sono proprietà che devono essere soddisfatte dalle istanze di una base di dati. I Vincoli d'Integrità vengono definiti tramite trigger, oggetti di database associati ad una tabella e attivati quando un'azione predefinita viene eseguita su quella tabella.

Edificio

1. ControllaInserimentoStatoEdificio è un trigger BEFORE INSERT che impedisce che l'attributo *Stato* sia minore di 1 e maggiore di 4.
2. ControllaAggiornamentoStatoEdificio è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce che l'attributo *Stato* sia minore di 1 e maggiore di 4.

Pianta

1. ControllaInserimentoPianta è un trigger BEFORE INSERT che impedisce che l'attributo *NumeroPiano* sia minore di -1. Per -1 si intende un seminterrato, per 0 il piano terra, per 1 il primo piano e così via. Inoltre non si può inserire due stessi *NumeroPiano* nello stesso *Edificio*.
2. ControllaAggiornamentoPianta è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce che l'attributo *NumeroPiano* sia minore di -1. Per -1 si intende un seminterrato, per 0 il piano terra, per 1 il primo piano e così via. Inoltre non si può aggiornare due stessi *NumeroPiano* nello stesso *Edificio*.

Vano

1. ControllaInserimentoVano è un trigger BEFORE INSERT che impedisce che gli attributi *AltezzaMax*, *LarghezzaMax* e *LunghezzaMax* siano minori o uguali a 0. In particolare *LarghezzaMax* e *LunghezzaMax* sono stabilite in maniera approssimativa nel Trigger *Massima_Lunghezza_Larghezza*.
2. ControllaAggiornamentoVano è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce che gli attributi *AltezzaMax*, *LarghezzaMax* e *LunghezzaMax* siano minori o uguali a 0.

Muro

1. EvitaIntersezioni è un trigger BEFORE INSERT che impedisce che un Muro abbia due Vani appartenenti a due piante diverse o due Vani uguali. Inoltre si assicura tramite la funzione di utilità "Intersezione" che non vi siano inserimenti scorretti di muri all'interno di una pianta, come ad esempio due muri che si incrociano.
2. Massima_Lunghezza_Larghezza è un trigger AFTER INSERT che si occupa di calcolare (con una buona approssimazione) la lunghezza e la larghezza massima di un Vano, aggiornando quindi i valori di *LunghezzaMax* e *LarghezzaMax* nei Vani con codice uguale a quello di *Vano1* e *Vano2*.
3. ControlloAggiornamentoVanoInMuro è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di impedire che due Muri abbiano Vani uguali o appartenenti a due piante diverse.

Apertura

1. ControlloInserimentoApertura è un trigger BEFORE INSERT che controlla che l'Apertura sia all'interno del giusto Muro tramite un controllo delle coordinate. Inoltre controlla che il Nome dell'Apertura sia uno di quelli ammessi e che se il *Vano2* è NULL, allora il *Nome* deve essere quello di un'Apertura che ha a che fare con l'esterno (Finestra, Porta-Finestra o Porta Esterna).
2. ControlloAggiornamentoApertura è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che il *Nome* dell'Apertura sia uno di quelli ammessi.

ProgettoEdilizio

1. ControllaInserimentoDateProgettoEdilizio è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di controllare che gli inserimenti sulle date non presentino ovvie inesattezze (ad esempio *DataInizio* maggiore di *DataFine*).

2. ControllaAggiornamentoDateProgettoEdilizio è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che gli aggiornamenti sulle date non presentino ovvie inesattezze (ad esempio *DataInizio* maggiore di *DataFine*).
3. ControlloStatoEdificioInserimento è un trigger AFTER INSERT che si occupa di portare ad 1 lo Stato dell'Edificio se è stata inserita la *DataFine* (IS NOT NULL) di un Progetto Edilizio di Riparazione relativo a quell'Edificio.
4. ControlloStatoEdificioAggiornamento è un trigger AFTER UPDATE che si occupa di portare ad 1 lo Stato dell'Edificio non appena si inserisce la *DataFine* di un Progetto Edilizio di Riparazione relativo a quell'Edificio.
5. ControllaInserimentoProgettoEdilizio è un trigger BEFORE INSERT che controlla che gli inserimenti del tipo di Progetto non abbiano ovvie inesattezze. Tipo un Edificio può avere solo una Costruzione e non può avere altri Progetti di Riparazione se c'è un Progetto non finito.
6. ControllaAggiornamentoProgettoEdilizio è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce di cambiare *Tipo* o *Edificio* ad un Progetto.

StadioDiAvanzamento

1. ControllaInserimentoStadioAvanzamento è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di controllare che gli inserimenti sulle date non presentino ovvie inesattezze (ad esempio *DataInizio* maggiore di *DataFine*). In più *Numero* non può essere minore o uguale a 0.
2. ControllaAggiornamentoStadioAvanzamento è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che gli aggiornamenti sulle date non presentino ovvie inesattezze (ad esempio *DataInizio* maggiore di *DataFine*).

TipologiaLavoro

1. ControllaInserimentoNumeroLavoratori è un trigger BEFORE INSERT. Per ragioni di sicurezza, una Tipologia di Lavoro non può avere un Numero Minimo di Lavoratori minore di 2 e un Numero Massimo di Lavoratori maggiore a 30. Inoltre il Numero Massimo di Lavoratori non deve essere il Numero Minimo di Lavoratori.
2. ControllaAggiornamentoNumeroLavoratori è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce l'aggiornamento della Tipologia di Lavoro se un Numero Minimo di Lavoratori minore di 2 e un Numero Massimo di Lavoratori maggiore a 30. Inoltre il Numero Massimo di Lavoratori non deve essere il Numero Minimo di Lavoratori.
3. ControllaInserimentoTempoStimato è un trigger BEFORE INSERT che impedisce di inserire *TempoStimato* minore o uguale a 0.
4. ControllaAggiornamentoTempoStimato è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce di aggiornare *TempoStimato* minore o uguale a 0.

Lavoro

1. ControllaInserimentoDateLavoro è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di controllare che gli inserimenti sulle date non presentino ovvie inesattezze (ad esempio *DataInizio* maggiore di *DataFine*).
2. ControllaAggiornamentoDateLavoro è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che gli aggiornamenti sulle date non presentino ovvie inesattezze (ad esempio *DataInizio* maggiore di *DataFine*). Controlla inoltre che prima di inserire una *DataFine* diversa da NULL, in base alla *TipologiaDiLavoro*, se sono rispettati il Minimo Numero di

Lavoratori e il Massimo Numero di Lavoratori, se è rispettato il vincolo di avere almeno un Capocantiere sul Lavoro e infine se il Lavoro è di tipo “Ispezione” che ci siano stati almeno due Responsabili.

3. ControllaInserimentoCostoLavoro è un trigger BEFORE INSERT che impedisce di inserire un *Costo* negativo.
4. ControllaAggiornamentoCostoLavoro è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce di aggiornare un *Costo* negativo.
5. ControllaInserimentoRiparazioneCrepa è un trigger AFTER INSERT che dopo aver inserito un Lavoro con *TipologiaDiLavoro* uguale a “Riparazione Crepa” con *DataFine* diversa da NULL, mette l’attributo *Riparato* di Crepa uguale a TRUE (in modo da definire riparata la Crepa).
6. ControllaAggiornamentoRiparazioneCrepa è un trigger AFTER INSERT che dopo aver aggiornato un Lavoro con *TipologiaDiLavoro* uguale a “Riparazione Crepa” con *DataFine* diversa da NULL, mette l’attributo *Riparato* di Crepa uguale a TRUE (in modo da definire riparata la Crepa).
7. Aggiornamento_Costo_Lavori è un event che aggiorna giornalmente per lavori in cui viene inserita direttamente la data d’inizio e la data di fine il *Costo* del Lavoro. Si utilizza un Event e non un Trigger per cercare il più possibile di limitare valori intermedi scorretti e per alleggerire per quanto possibile il carico sulla base di dati.

Lavoratore

1. ControlloInserimentoLavoratore è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il *Sesso* sia M (per maschio), F (per femmina) e A (per altro), controlla che *Stipendio* sia maggiore o uguale a 0 e controlla che i Lavoratori inseriti siano almeno maggiorenni.
2. ControlloAggiornamentoLavoratore è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che il *Sesso* sia M (per maschio), F (per femmina) e A (per altro), controlla che *Stipendio* sia maggiore o uguale a 0 e controlla che i Lavoratori inseriti siano almeno maggiorenni.

Capocantiere

1. ControlloInserimentoCapocantiere è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il *Sesso* sia M (per maschio), F (per femmina) e A (per altro), controlla che *Stipendio* sia maggiore o uguale a 0 e controlla che i Capicantiere inseriti siano almeno maggiorenni. Inoltre *NumeroMassimoLavoratori* non possono essere minori di 3 e non possono essere maggiori di 15.
2. ControlloAggiornamentoCapocantiere è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che il *Sesso* sia M (per maschio), F (per femmina) e A (per altro), controlla che *Stipendio* sia maggiore o uguale a 0 e controlla che i Capicantiere inseriti siano almeno maggiorenni. Inoltre *NumeroMassimoLavoratori* non possono essere minori di 3 e non possono essere maggiori di 15.

Responsabile

1. ControlloInserimentoResponsabile è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il *Sesso* sia M (per maschio), F (per femmina) e A (per altro), controlla che *Stipendio* sia maggiore o uguale a 0 e controlla che i Responsabili inseriti siano almeno maggiorenni.

2. ControlloAggiornamentoResponsabile è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che il *Sesso* sia M (per maschio), F (per femmina) e A (per altro), controlla che *Stipendio* sia maggiore o uguale a 0 e controlla che i Responsabili inseriti siano almeno maggiorenni.

Turni_Di_Lavoro_Lavoratore

1. ControllaMassimoNumeroLavoratori è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il numero di Lavoratori inseriti per un determinato Lavoro non superi mai il Massimo Numero di Lavoratori consentito dalla Tipologia di Lavoro, né la somma del Massimo Numero di Lavoratori gestibili dai Capocantiere assegnati al medesimo Lavoro.
2. ControlloPensionamentoLavoratori è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il Lavoratore inserito nel Turno di Lavoro non sia in pensione (controllando l'attributo *Pensione* della tabella Lavoratore sia FALSE).
3. ControlloInserimentoOrariLavoratori è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *OrarioInizio* sia minore di *OrarioFine*, che la differenza tra i due orari (comprese le ore di pausa) sia maggiore o uguale a 4 ore e minore o uguale a 10 ore. Questo perché un turno di lavoro non può essere minore di 4 ore, ma non può nemmeno essere maggiore di 10 pur contando gli straordinari. Inoltre abbiamo appurato che la Domenica è sempre lasciata libera, pertanto *GiornoLibero* deve essere compreso tra 2 e 7. In pratica i Lavoratori hanno due giorni liberi, di cui uno è la Domenica.
4. ControlloAggiornamentoOrariLavoratori è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *OrarioInizio* sia minore di *OrarioFine*, che la differenza tra i due orari (comprese le ore di pausa) sia maggiore o uguale a 4 ore e minore o uguale a 10 ore. Inoltre abbiamo appurato che la Domenica è sempre lasciata libera, pertanto *GiornoLibero* deve essere compreso tra 2 e 7.

Turni_Di_Lavoro_Capocantiere

1. ControlloPensionamentoCapocantieri è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il Capocantiere inserito nel Turno di Lavoro non sia in pensione (controllando l'attributo *Pensione* della tabella Capocantiere sia FALSE).
2. ControlloInserimentoOrariCapocantieri è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *OrarioInizio* sia minore di *OrarioFine*, che la differenza tra i due orari (comprese le ore di pausa) sia maggiore o uguale a 4 ore e minore o uguale a 10 ore. Questo perché un turno di lavoro non può essere minore di 4 ore, ma non può nemmeno essere maggiore di 10 pur contando gli straordinari. Inoltre abbiamo appurato che la Domenica è sempre lasciata libera, pertanto *GiornoLibero* deve essere compreso tra 2 e 7. In pratica i Capocantiere hanno due giorni liberi, di cui uno è la Domenica.
3. ControlloAggiornamentoOrariCapocantieri è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *OrarioInizio* sia minore di *OrarioFine*, che la differenza tra i due orari (comprese le ore di pausa) sia maggiore o uguale a 4 ore e minore o uguale a 10 ore. Inoltre abbiamo appurato che la Domenica è sempre lasciata libera, pertanto *GiornoLibero* deve essere compreso tra 2 e 7.

Turni_Di_Lavoro_Responsabile

1. ControlloPensionamentoResponsabili è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il Responsabile inserito nel Turno di Lavoro non sia in pensione (controllando l'attributo *Pensione* della tabella Responsabile sia FALSE).

2. ControlloInserimentoOrariResponsabili è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *OrarioInizio* sia minore di *OrarioFine*, che la differenza tra i due orari (comprese le ore di pausa) sia maggiore o uguale a 4 ore e minore o uguale a 10 ore. Questo perché un turno di lavoro non può essere minore di 4 ore, ma non può nemmeno essere maggiore di 10 pur contando gli straordinari. Inoltre abbiamo appurato che la Domenica è sempre lasciata libera, pertanto *GiornoLibero* deve essere compreso tra 2 e 7. In pratica i Responsabili hanno due giorni liberi, di cui uno è la Domenica.
3. ControlloAggiornamentoOrariResponsabili è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *OrarioInizio* sia minore di *OrarioFine*, che la differenza tra i due orari (comprese le ore di pausa) sia maggiore o uguale a 4 ore e minore o uguale a 10 ore. Inoltre abbiamo appurato che la Domenica è sempre lasciata libera, pertanto *GiornoLibero* deve essere compreso tra 2 e 7.

PericoloGeologico

1. ControlloInserimentoPericoloGeologico è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il *CoefficienteRischio* non sia minore di 0 o maggiore di 1. (*CoefficienteRischio* è una variabile reale).
2. ControlloAggiornamentoPericoloGeologico è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che il *CoefficienteRischio* non sia minore di 0 o maggiore di 1. (*CoefficienteRischio* è una variabile reale).
3. ControlloPericolo è un trigger BEFORE INSERT che controlla che il nome della calamità (rappresentata dall'attributo *Pericolo*) sia uno di quelli ammessi dalla base di dati.

Calamita

1. ControlloInserimentoCalamita è un trigger BEFORE INSERT che controlla che l'attributo *Nome* sia uguale ad una delle stringhe ammesse, che *Epicentro* sia uno maggiore o uguale a 0 e che *Intensita* sia compreso tra 1 e 12 in quanto rappresenta l'indice di intensità sulla Scala Mercalli. Inoltre controlla che uno stesso tipo di Calamità, avvenuto nello stesso posto, non possa essere registrato nuovamente se non dopo 10 minuti dall'ultima Calamità.
2. ControlloAggiornamentoCalamita è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che l'attributo *Nome* sia uguale ad una delle stringhe ammesse, che *Epicentro* sia uno maggiore o uguale a 0 e che *Intensita* sia compreso tra 1 e 12 in quanto rappresenta l'indice di intensità sulla Scala Mercalli. Inoltre controlla che uno stesso tipo di Calamità, avvenuto nello stesso posto, non possa essere registrato nuovamente se non dopo 10 minuti dall'ultima Calamità.

AltriMateriali

1. ControlloInserimentoAltriMateriali è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di avere *QuantitaStoccata* uguale a *QuantitaComprata* (inizialmente visto che è un inserimento) e *QuantitaStoccata* maggiore di 0 (di conseguenza pure *QuantitaComprata*). Inoltre controlla che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Intonaco, Mattoni, Piastrelle e Pietre). Il *Costo* non deve essere minore di 0 per ovvi motivi.
2. ControlloAggiornamentoAltriMateriali è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che *QuantitaStoccata* sia minore o uguale *QuantitaComprata*, che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai

materiali (Intonaco, Mattoni, Piastrelle e Pietre) e che il *Costo* non sia minore di 0 per ovvi motivi.

Intonaco

1. ControllaInserimentoIntonaco è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di avere *QuantitaStoccata* uguale a *QuantitaComprata* (inizialmente visto che è un inserimento) e *QuantitaStoccata* maggiore di 0 (di conseguenza pure *QuantitaComprata*). Inoltre controlla che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Mattoni, Piastrelle e Pietre). Il *Costo* non deve essere minore di 0 per ovvi motivi.
2. ControllaAggiornamentoIntonaco è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che *QuantitaStoccata* sia minore o uguale *QuantitaComprata*, che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Mattoni, Piastrelle e Pietre) e che il *Costo* non sia minore di 0 per ovvi motivi.

Mattoni

1. ControllaInserimentoMattoni è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di avere *QuantitaStoccata* uguale a *QuantitaComprata* (inizialmente visto che è un inserimento) e *QuantitaStoccata* maggiore di 0 (di conseguenza pure *QuantitaComprata*). Inoltre controlla che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Intonaco, Piastrelle e Pietre). Il *Costo* non deve essere minore di 0 per ovvi motivi.
2. ControllaAggiornamentoMattoni è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che *QuantitaStoccata* sia minore o uguale *QuantitaComprata*, che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Intonaco, Piastrelle e Pietre) e che il *Costo* non sia minore di 0 per ovvi motivi.

Piastrelle

1. ControllaInserimentoPiastrelle è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di avere *QuantitaStoccata* uguale a *QuantitaComprata* (inizialmente visto che è un inserimento) e *QuantitaStoccata* maggiore di 0 (di conseguenza pure *QuantitaComprata*). Inoltre controlla che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Intonaco, Mattoni e Pietre). Il *Costo* e la *Fuga* non devono essere minore di 0 per ovvi motivi.
2. ControllaAggiornamentoPiastrelle è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che *QuantitaStoccata* sia minore o uguale *QuantitaComprata*, che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Intonaco, Mattoni e Pietre), che il *Costo* non sia minore di 0 e che la *Fuga* non sia minore di 0.

Pietre

1. ControllaInserimentoPietre è un trigger BEFORE INSERT che si occupa di avere *QuantitaStoccata* uguale a *QuantitaComprata* (inizialmente visto che è un inserimento) e *QuantitaStoccata* maggiore di 0 (di conseguenza pure *QuantitaComprata*). Inoltre controlla

che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Intonaco, Mattoni e Piastrelle). Il *Costo* e lo *Spessore* non devono essere minore di 0 per ovvi motivi.

2. ControllaAggiornamentoPietre è un trigger BEFORE UPDATE che si occupa di controllare che *QuantitaStoccata* sia minore o uguale *QuantitaComprata*, che il *Codice_Lotto* non appartenga già ad un codice registrato nelle altre tabelle relative ai materiali (Altri Materiali, Intonaco, Mattoni e Piastrelle), che il *Costo* non sia minore di 0 e che la *Spessore* non sia minore di 0.

Strato

1. ControllaInserimentoStrato è un trigger BEFORE INSERT che garantisce che lo *Spessore* sia maggiore di 0.
2. ControllaAggiornamentoStrato è un trigger BEFORE UPDATE che garantisce che lo *Spessore* sia maggiore di 0.

ImpiegoAltriMateriali

1. ControllaInserimentoQuantitaImpiegoAltriMateriali è un trigger BEFORE INSERT che garantisce che l'attributo *Quantita* (rappresentante la quantità di materiale usata per un determinato Lavoro) non abbia valori inconsistenti. Inoltre si occupa di aggiornare *QuantitaStoccata* della tabella AltriMateriali sottraendogli il quantitativo inserito. Vedere il Capitolo 6.1 per maggiori informazioni.
2. ControllaInserimentoDataImpiegoAltriMateriali è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *DataAcquisto* di AltriMateriali sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
3. ControllaAggiornamentoDataImpiegoAltriMateriali è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *DataAcquisto* di AltriMateriali sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
4. ControllaAggiornamentoQuantitaImpiegoAltriMateriali è un trigger BEFORE UPDATE che a seconda delle modifiche all'attributo *Quantita* aggiorna correttamente l'attributo *QuantitaStoccata* della tabella AltriMateriali.

ImpiegoIntonaco

1. ControllaInserimentoQuantitaImpiegoIntonaco è un trigger BEFORE INSERT che garantisce che l'attributo *Quantita* (rappresentante la quantità di materiale usata per un determinato Lavoro) non abbia valori inconsistenti. Inoltre si occupa di aggiornare *QuantitaStoccata* della tabella Intonaco sottraendogli il quantitativo inserito. Vedere il Capitolo 6.1 per maggiori informazioni.
2. ControllaInserimentoDataImpiegoIntonaco è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *DataAcquisto* di Intonaco sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
3. ControllaAggiornamentoDataImpiegoIntonaco è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *DataAcquisto* di Intonaco sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il

più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.

4. ControllaAggiornamentoQuantitaImpiegoIntonaco è un trigger BEFORE UPDATE che a seconda delle modifiche all'attributo *Quantita* aggiorna correttamente l'attributo *QuantitaStoccata* della tabella Intonaco.

ImpiegoMattoni

1. ControllaInserimentoQuantitaImpiegoMattoni è un trigger BEFORE INSERT che garantisce che l'attributo *Quantita* (rappresentante la quantità di materiale usata per un determinato Lavoro) non abbia valori inconsistenti. Inoltre si occupa di aggiornare *QuantitaStoccata* della tabella Mattoni sottraendogli il quantitativo inserito. Vedere il Capitolo 6.1 per maggiori informazioni.
2. ControllaInserimentoDataImpiegoMattoni è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *DataAcquisto* di Mattoni sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
3. ControllaAggiornamentoDataImpiegoMattoni è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *DataAcquisto* di Mattoni sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
4. ControllaAggiornamentoQuantitaImpiegoMattoni è un trigger BEFORE UPDATE che a seconda delle modifiche all'attributo *Quantita* aggiorna correttamente l'attributo *QuantitaStoccata* della tabella Mattoni.

ImpiegoPiastrille

1. ControllaInserimentoQuantitaImpiegoPiastrille è un trigger BEFORE INSERT che garantisce che l'attributo *Quantita* (rappresentante la quantità di materiale usata per un determinato Lavoro) non abbia valori inconsistenti. Inoltre si occupa di aggiornare *QuantitaStoccata* della tabella Piastrille sottraendogli il quantitativo inserito. Vedere il Capitolo 6.1 per maggiori informazioni.
2. ControllaInserimentoDataImpiegoPiastrille è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *DataAcquisto* di Piastrille sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
3. ControllaAggiornamentoDataImpiegoPiastrille è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *DataAcquisto* di Piastrille sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
4. ControllaAggiornamentoQuantitaImpiegoPiastrille è un trigger BEFORE UPDATE che a seconda delle modifiche all'attributo *Quantita* aggiorna correttamente l'attributo *QuantitaStoccata* della tabella Piastrille.

ImpiegoPietre

1. ControllaInserimentoQuantitaImpiegoPietre è un trigger BEFORE INSERT che garantisce che l'attributo *Quantita* (rappresentante la quantità di materiale usata per un determinato Lavoro) non abbia valori inconsistenti. Inoltre si occupa di aggiornare *QuantitaStoccata*

della tabella Pietre sottraendogli il quantitativo inserito. Vedere il Capitolo 6.1 per maggiori informazioni.

2. ControllaInserimentoDataImpiegoPietre è un trigger BEFORE INSERT che controlla che *DataAcquisto* di Pietre sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
3. ControllaAggiornamentoDataImpiegoPietre è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che *DataAcquisto* di Pietre sia minore della *DataFine* di Lavoro. Per evitare il più possibile degli inserimenti scorretti, se *DataFine* dovesse essere NULL, verrà messa come *DataFine* il primo Gennaio del 2000.
4. ControllaAggiornamentoQuantitaImpiegoPietre è un trigger BEFORE UPDATE che a seconda delle modifiche all'attributo *Quantita* aggiorna correttamente l'attributo *QuantitaStoccata* della tabella Pietre.

Sensore

1. ControllaInserimentoSensore è un trigger BEFORE INSERT che controlla che la *Categoria* inserita sia una di quelle ammesse e che se la *Categoria* indica un sensore esterno, il Muro associato a quel Sensore deve essere rivolto verso l'esterno (l'attributo *Vano2* di Muro deve essere NULL). Vengono anche controllate che le Unità di Misura del Sensore siano attinenti.
2. ControllaAggiornamentoSensore è un trigger BEFORE UPDATE che controlla che la *Categoria* inserita sia una di quelle ammesse e che se la *Categoria* indica un sensore esterno, il Muro associato a quel Sensore deve essere rivolto verso l'esterno qualora cambiasse Vano (l'attributo *Vano2* di Muro deve essere NULL). Vengono anche controllate che le Unità di Misura del Sensore siano attinenti.

Registrazione

1. RegistrazioneAnomala è un trigger AFTER INSERT che analizza la Registrazione di un Sensore quando supera il valore di allerta. In questo caso va a segnalare un Danno ad uno specifico Edificio e attraverso il trigger CalcoloDeltaStatoInserimento (che analizzeremo dopo nella tabella Danno) si va ad aggiungere l'entità del Danno allo stato dell'Edificio. In base al tipo di Sensore e al tipo di Calamità ad esso collegato, ci si va a calcolare l'attributo *Entita* della tabella Danno, compreso tra 0 e 3. Inoltre se si riesce a trovare nella base di dati una Calamità riconducibile alla Registrazione Anomala (Registrazione in cui si è superato l'Alert del Sensore) allora si inserisce una nuova tupla all'interno della tabella *CausaDanneggiamento*.
2. ControllaInserimentoRegistrazione è un trigger BEFORE INSERT che impedisce un inserimento se la *Categoria* è uguale a Pluviometro, Igrometro Esterno o Igrometro Interno e il *ValoreRegistrato* relativo è minore di 0 (la quantità di pioggia e di umidità non possono essere minori di 0 per ovvi motivi).
3. ControllaAggiornamentoRegistrazione è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce un aggiornamento se la *Categoria* è uguale a Pluviometro, Igrometro Esterno o Igrometro Interno e il *ValoreRegistrato* relativo è minore di 0 (la quantità di pioggia e di umidità non possono essere minori di 0 per ovvi motivi).

Danno

1. CalcoloDeltaStatoInserimento è un trigger AFTER INSERT, che aggiorna l'attributo *Stato* di un Edificio, dopo un inserimento di un Danno. In pratica si aggiunge l'attributo *Entita* all'attributo *Stato* della tabella Edificio, se il Danno avviene nell'Edificio in questione e non è già riparato. Valgono comunque tutte le restrizioni già dette (*Stato* è compreso tra 1 e 4, *Entita* è compreso tra 0 e 3).
2. CalcoloDeltaStatoAggiornamento è un trigger AFTER UPDATE, che aggiorna l'attributo *Stato* di un Edificio, dopo un aggiornamento di un Danno. Lo *Stato* viene aggiornato in base al cambiamento dell'attributo *Entita*. Valgono comunque tutte le restrizioni già dette (*Stato* è compreso tra 1 e 4, *Entita* è compreso tra 0 e 3). Inoltre se un Danno è riparato, va tolta la sua *Entita* dallo *Stato* dell'Edificio.
3. ControllaAggiornamentoDanno è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce l'aggiornamento del Danno nel caso *Riparato* fosse TRUE. Non ha senso modificare un Danno che è stato riparato.

Ristrutturazione

1. ControllaInserimentoRistrutturazione è un trigger BEFORE INSERT che impedisce che il Lavoro e il Danno siano su Edifici diversi, in inserimento;
2. ControllaAggiornamentoRistrutturazione è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce che il Lavoro e il Danno siano su Edifici diversi, in aggiornamento.

Crepa

1. ControllaInserimentoCrepa è un trigger BEFORE INSERT che impedisce di inserire valori scorretti negli attributi *UltimaLunghezzaRegistrata*, *UltimaAngolazioneRegistrata*, *AlertLunghezza*, *AlertAngolo* e *UnitaMisura*. In più questo trigger stabilisce autonomamente l'attributo *Entita* per evitare inserimenti esagerati e per avere un meccanismo standardizzato di valutazione. Valgono comunque tutte le restrizioni già dette (*Stato* è compreso tra 1 e 4, *Entita* è compreso tra 0 e 3).
2. ControllaAggiornamentoCrepa è un trigger BEFORE UPDATE che impedisce di inserire valori scorretti negli attributi *UltimaLunghezzaRegistrata*, *UltimaAngolazioneRegistrata*, *AlertLunghezza*, *AlertAngolo* e *UnitaMisura*. Si occupa anche di impedire aggiornamenti se la crepa risultasse riparata e di aggiornare in modo corretto il calcolo dell'attributo *Entita*. Valgono comunque tutte le restrizioni già dette (*Stato* è compreso tra 1 e 4, *Entita* è compreso tra 0 e 3).
3. AggiornaStatoEdificioDopoInserimento è un trigger AFTER INSERT che aggiorna lo *Stato* dell'Edificio in cui si trova il Muro crepato, aggiungendoci l'attributo *Entita*. Valgono comunque tutte le restrizioni già dette (*Stato* è compreso tra 1 e 4, *Entita* è compreso tra 0 e 3).
4. AggiornaStatoEdificioDopoAggiornamento è un trigger AFTER UPDATE che aggiorna lo *Stato* dell'Edificio in cui si trova il Muro crepato, in base al cambiamento dell'attributo *Entita*. Valgono comunque tutte le restrizioni già dette (*Stato* è compreso tra 1 e 4, *Entita* è compreso tra 0 e 3).

9.4 Operazioni

Le Operazioni sono in parte già state analizzate nel Capitolo 5 in termini di prestazioni. Qua le analizzeremo più ad un livello di codifica. Inoltre abbiamo aggiunto delle Operazioni che sebbene risultino utili in certi casi, non valeva la pena di analizzarle in termini di prestazioni.

1. Lotto_Conveniente: Stored Procedure che, dati input una tipologia di materiale(Mattoni, Pietre, eccetera ...) e il nome di uno specifico materiale restituisce un result set con il numero relativo al lotto più conveniente e che quindi ha il minimo costo al Kg. Nel caso non si sapesse la tipologia di materiale, si può lasciare vuoto quel campo, mettere uno spazio, oppure inserire NULL e la procedura se la calcola da sola.
2. Ordine_Lavori: Stored Procedure che restituisce i lavori attualmente in corso e ordinati per data di inizio dei lavori.
3. Lavoratori_Meno_Occupati: Stored Procedure che classifica i Lavoratori in base al numero di Lavori in corso (con *DataFine* NULL) che stanno svolgendo. Se non ne stanno svolgendo li restituisce con 0 lavori.
4. Caratteristiche_Vano: Stored Procedure composta da una query che seleziona gli attributi planimetrici (LarghezzaMax, LunghezzaMax, AltezzaMax) di un Vano inserito in input, unendoli poi nel result set assieme alla Pavimentazione e al numero di Muri presenti in quest'ultimo.
5. Ambiguita_Punto_Cardinale: Dato un segmento appartenente ad una spezzata non chiusa è impossibile determinare univocamente l'orientazione di quest'ultimo. La Stored Procedure "Ambiguita_Punto_Cardinale", considerando il coefficiente angolare della retta su cui giace il segmento in input, manda in output un varchar indicante i punti cardinali che possono essere l'orientazione del Muro inserito. La tabella utilizzata è la seguente:

$-0,414213 \leq m \leq 0,414213$	Nord / Sud
$0,414213 < m \leq 2,414213$	Nord-Ovest / Sud-Est
$m > 2,414213 \vee m \leq -2,414213$	Est / Ovest
$-2,414213 \leq m < -0,414213$	Nord-Est / Sud-Ovest

6. Punto_Cardinale_Caso_Definito: Stored Procedure, che, nel caso di un vano chiuso, calcola l'orientazione di un'apertura in modo univoco. In primis viene utilizzata la funzione descritta al punto precedente per determinare quali sono i due possibili punti cardinali tra cui scegliere. Per determinare ciò si procede in modo differentemente a seconda dell'ambiguità presente.
 - Nord / Sud: si prende un punto P la cui coordinata *X* coincida con l'ascissa media del muro interessato e la cui coordinata *Y* coincida con l'ordinata +0.0001; se il punto P è interno alla Pianta (è possibile verificarlo con la function punto interno) allora l'orientazione sarà Sud, Nord altrimenti;
 - Nord-Ovest / Sud-Est: si prende un punto P la cui coordinata *X* coincida con l'ascissa media del muro interessato +0.0001 e la cui coordinata *Y* coincida con

- l'ordinata +0.0001; se il punto P è interno alla Pianta (è possibile verificarlo con la function punto interno) allora l'orientazione sarà Sud-Est, Nord-Ovest altrimenti;
- Est / Ovest: si prende un punto P la cui coordinata X coincida con l'ascissa media +0.0001 del muro interessato e la cui coordinata Y coincida con l'ordinata; se il punto P è interno alla Pianta (è possibile verificarlo con la function punto interno) allora l'orientazione sarà Sud-Est, Nord-Ovest altrimenti;
 - Nord-Est / Sud-Ovest: si prende un punto P la cui coordinata X coincida con l'ascissa media del muro interessato +0.0001 e la cui coordinata Y coincida con l'ordinata +0.0001; se il punto P è interno alla Pianta (è possibile verificarlo con la function punto interno) allora l'orientazione sarà Sud-Ovest, Nord-Est altrimenti.
7. Orientazione Apertura: Stored Procedure che prende in input il codice di un'Apertura e ne calcola l'Orientazione tramite dei precisi metodi geometrici. Utilizza come supporto le Procedure "Ambiguita_Punto_Cardinale" e "Punto_Cardinale_Caso_Definito". In particolare la funzione si occupa di vedere se l'apertura inserita si trova all'interno di un vano chiuso (essendo che l'apertura deve dare sull'esterno si controlla solo Vano1). Per far ciò si calcola il numero di vertici, se questo coincide con il numero di Muri allora il Vano è chiuso e si effettua una chiamata a "Punto_Cardinale_Caso_Definito", altrimenti la funzione utilizzata è "Ambiguita_Punto_Cardinale".
 8. Mostra Edifici Per Stato: Stored Procedure che restituisce un result set con tutti gli Edifici che hanno uno *Stato* maggiore o uguale all'input x . Sebbene questa operazione sia particolarmente semplice e ad una prima analisi possa sembrare inutile, abbiamo deciso di tenerla perché, in presenza di molti edifici, può dare un'idea di quanti di questi abbiano bisogno di una riparazione.
 9. Elenco Calamita: Stored Procedure che, dato in input un anno, elenca le Calamità registrate durante quell'anno.
 10. Elenco Vani Vertici: Stored Procedure che data in input una Pianta restituisce un result set con i Vani presenti in quella Pianta e i relativi vertici (prendendo come vertici quelli dei Muri). Anche qui non utilizziamo una Temporary Table, bensì una tabella resa temporanea dalla nostra codifica. Come già spiegato questo è perché avevamo bisogno di fare molteplici inserimenti nella Temporary Table, ma sfortunatamente essa ne supporta solo uno.
 11. Elenco Materiali: Stored Procedure che restituisce in output la lista dei materiali presenti in magazzino, ovvero quei materiali che hanno *QuantitaStoccata* maggiore di 0. Non è diviso per Lotti l'elenco, ma vengono divisi per il *Nome* dei materiali.
 12. Status Edificio: Stored Function che, dato in input l'*ID* di un Edificio, restituisce in Output Costruito, Costruzione o Riparazione, rispettivamente se è stato finito di costruire, deve finire di essere costruito o attualmente stanno facendo un lavoro di riparazione.
 13. Calcolo Gravita: Stored Function avente in input 3 parametri, il primo relativo all'*Area* colpita dalla Calamità, i rimanenti indicanti la *Data* e l'*Orario* della misurazione. In primis, si ricava con una semplice query la tipologia di Calamità interessata, selezionando l'attributo *Nome* nella tabella calamità dove *Data* ed *Orario* coincidono con i valori in input. In secondo luogo si contano gli edifici presenti nella zona interessata. Si va infine a leggere nella tabella misurazione. In particolare si contano il numero di Sensori che hanno misurato l'anomalia, che si trovano in Edifici dell'Area colpita. Si restituisce un parametro calcolato come il rapporto tra il numero di sensori considerati al punto di precedente e il totale delle abitazioni presenti nella zona;

14. Costo_Progetto: Stored Procedure che prende in input il codice di un Progetto Edilizio e ne calcola il Costo totale.
15. Inserimento_Crepa: Stored Procedure che facilita l'inserimento di una Crepa in un Muro.
16. Aggiorna_Tempo_Per_Lavoro: Event che ogni anno aggiorna l'attributo *TempoStimato* della tabella *TipologiaLavoro*. In pratica prende i Lavori svolti entro l'anno e calcola una media del tempo che ci è voluto per svolgere quella determinata Tipologia di Lavoro, per poi aggiornare il Tempo Stimato di completamento di quella tipologia.
Utilizza la funzione di utilità "Differenza_Date_Senza_Weekend", già spiegata nel Capitolo 9.2.
17. Aggiorna_Lavoratori_Per_Capocantiere: Event che ogni anno aggiorna l'attributo *MassimoNumeroLavoratori* della tabella *Capocantiere* usando la funzione di utilità *Aggiornamento_Max_N*, già spiegata nel Capitolo 9.2.

9.5 Popolamento

Per il Popolamento della base di dati abbiamo inserito una mole di dati che fosse più che adeguata a testare la correttezza dei controlli codificati. Abbiamo anche cercato di inserire dei dati con dei valori realistici, il tutto per tenere sì un tono simulativo, ma che comunque risultasse il più verosimile possibile. Il Popolamento è stato gestito in gran parte manualmente, tuttavia ci sono alcune procedure (*Popolamento_Impiego_Materiali*, *Popolamento_Turni_R*, *Popolamento_Turni_CL1*, *Popolamento_Turni_CL2*, *Popolamento_Soffitto_Pavimentazione*, *Popolamento_Strato*, *Popolamento_Disposizione*, *Popolamento_Sensori* e *Popolamento_Registrazione_Danno*) che non hanno una particolare rilevanza, se non quella di rendere coerente e facilitare l'inserimento dei dati. La maggior parte si basano su metodi di randomizzazione dei dati, per cercare di tenere il più possibile diversificati i record inseriti.

10. Data Analytics

L'ultima parte della progettazione consiste nella analisi dei Data Analytics che permettono funzionalità

lato server. Queste permettono di analizzare i dati alla ricerca di informazioni utili a prevedere e migliorare la sicurezza delle infrastrutture dell'Azienda Smart Buildings.

Il parametro fondamentale per valutare la sicurezza di un Edificio è l'attributo Stato S. Esso può variare da 1 a 4; in particolare si distinguono 4 casistiche

- $1 \leq S < 1,5$: esso indica un edificio sicuro;
- $1,5 \leq S < 2,5$: in questo caso devono essere effettuate delle ispezioni, ed eventualmente delle riparazioni;
- $2,5 \leq S < 3,5$: sono necessarie delle riparazioni;
- $3.5 \leq S$: l'edificio è da evacuare;

Per valutare la variazione del parametro in questione, si osservano i dati misurati dai sensori.

Qualora venga misurati valori sopra l'allerta un trigger porterà al calcolo della variazione dello stato dell'edificio colpito. Inoltre è stato assegnato ad ogni tipo di sensore una valore di rilevanza, dal quale dipende il calcolo del nuovo stato.

La tabella seguita per il valore di rilevanza:

Accelerometro	0.5
Giroscopio	0.5
Pluviometro	0.75
Termostato Interno Caldo	1
Termostato Interno Freddo	1
Igrometro Interno	0.5
Igrometro Esterno	0.5
Termostato Esterno Caldo	1
Termostato Esterno Freddo	1

* La rilevanza degli accelerometri e giroscopi è minore poiché sono presenti 3 giroscopi e 3 accelerometri distinti per gli assi, e in casistiche di terremoti particolarmente irruenti l'anomalia potrebbe verificarsi su più assi

Si è deciso di inserire inoltre la tabella danno; al suo interno viene inserito automaticamente un record ogni qual volta che si verifica una variazione nello stato di un edificio; la tupla inserita possiede l'attributo entità uguale alla variazione calcolata al punto precedente, inoltre sono

presenti anche gli attributi zona e riparato; il primo indica la parte della struttura danneggiata, il secondo, un booleano, indica se sono stati effettuati lavori che hanno portato alla completa riparazione della parte deteriorata. Qualora nell'edificio interessato, si osserva che fossero già presenti danni non riparati nella zona in cui si stima si presenti il nuovo danno, invece di inserire un nuovo record, viene effettuato un update sul precedente. È possibile infatti, in base al sensore misurato che ha rilevato l'anomalia, stimare la zona dell'edificio danneggiata; in questo caso la tabella seguita per la stima:

Accelerometro	Struttura Portante
Giroscopio	Struttura Portante
Pluviometro	Impianto Elettrico
Termostato Interno Caldo	Impianto di Raffreddamento
Termostato Interno Freddo	Impianto di Riscaldamento
Igrometro Interno	Sistema di Deumidificazione
Igrometro Esterno	Sistema di Deumidificazione
Termostato Esterno Caldo	Impianto di Raffreddamento
Termostato Esterno Freddo	Impianto di Riscaldamento

In aggiunta a ciò è presente la tabella Ristrutturazione.

Essa serve ad elencare i lavori atti alla Ristrutturazione di una parte dell'edificio danneggiata.

Inoltre è possibile stimare se il danno si sia verificato a seguito di una calamità. Si osservano in particolare gli orari delle misurazioni effettuati dai sensori che hanno misurato il danno. Se nel database è memorizzata una calamità che presenta una data ed un orario che coincidono con i valori letti al punto precedente, allora si inserisce una nuova istanza nella tabella causa danneggiamento, ad indicare che la causa del danno inserito è da ricercarsi in un evento calamitoso. Tale procedura sarà particolarmente utile per il Capitolo 10.2.

Infine nella Capitolo 10.3 approfondiremo la procedura che ci fornisce la probabilità che un muro ci danneggi espressa tramite una percentuale.

10.1 Consigli di Intervento

Questo Data Analytics si riferisce al Capitolo 2.5.1 Consigli di Intervento della Documentazione Progettuale (NON di questa relazione). Si effettua una lettura sulla tabella danno. Si osservano in particolare i Danni ancora non riparati.

Per ognuno di essi, in base all'entità e alla zona colpita si effettua un output, che attenendosi alla seguente tabella, delinea i possibili lavori e i materiali da utilizzare che potrebbero permettere la riparazione del Danno.

Si è stimato inoltre, in base al livello di gravità del danno, la priorità (l'urgenza) di effettuare il lavoro di riparazione.

Priorità bassa:

Zona danneggiata	Entità del danno E	Lavori consigliati	Materiali
Impianto di raffreddamento	$E < 1$	Ispezione danni da calore	Nessuno
Impianto elettrico	$E < 1$	Ispezione impianto elettrico	Nessuno
Impianto telefonico	$E < 1$	Ispezione impianto telefonico	Nessuno
Impianto idraulico	$E < 1$	Ispezione impianto idraulico	Nessuno
Sistema di deumidificazione	$E < 1$	'Ispezione Umidità di Risalita e/o Ispezione Umidità Esterna'	Nessuno

Priorità medio-bassa:

Zona danneggiata	Entità del danno E	Lavori consigliati	Materiali
Struttura portante	$E < 1$	Ispezione fondamenta, ispezione chiusura	Nessuno
Impianto di riscaldamento	$E < 1$	Ispezione caldaia	Nessuno

Priorità media:

Zona danneggiata	Entità del danno E	Lavori consigliati	Materiali
Impianto di raffreddamento	$E \geq 1$	Installazione o riparazione aria condizionata	Acciaio, ferro
Sistema di deumidificazione	$E \geq 1$	Applicazione intonaci deumidificanti	Intonaco deumidificante

Apertura	$E \geq 1$	Riparazione apertura	Acciaio, Ferro, Legno, Vetro
----------	------------	----------------------	------------------------------

Priorità medio-alta:

Zona danneggiata	Entità del danno E	Lavori consigliati	Materiali
Impianto elettrico	$E \geq 1$	Riparazione impianto elettrico	Oro, piombo, rame
Impianto di riscaldamento	$E \geq 1$	Riparazione caldaia	Acciaio, ferro

Priorità alta:

Zona danneggiata	Entità del danno E	Lavori consigliati	Materiali
Struttura portante	$E \geq 1$	Riparazione fondamenta, riparazione facciata	Acciaio, Calcestruzzo, Intonaco a Base di Malta, Intonaco Cementizio, Legno

10.2 Simulazione Calamità

Questo Data Analytics si riferisce al Capitolo 2.5.2 Stima dei Danni della Documentazione Progettuale (NON di questa relazione). Si effettua una lettura sulla tabella CausaDanneggiamento, considerando ovviamente i danni relativi all'edificio selezionato. In seguito si calcola una media dei danni dovuti alla calamità che si desidera simulare. Il peso di ognuno dei termini è determinato da un coefficiente, detto coefficiente calamitoso, calcolabile come il rapporto tra la distanza dell'epicentro dall'area geografica in cui è stata registrata la calamità e la relativa intensità. Inoltre qualora sia presente un danno non riparato nella zona dell'edificio che, qualora si presenti una calamità di un determinato tipo può essere soggetta ad ulteriori danneggiamenti, si effettua una modifica al coefficiente di x1,5, al fine di rendere più significativi i deterioramenti che non sono ancora stati risolti. Si imposta infine un'equazione tale per cui il nuovo danno misurato, non andrà a modificare il calcolo della media dopo l'inserimento di quest'ultimo.

10.3 Probabilità di danneggiare un Muro

Questo Data Analytics si riferisce al Capitolo 2.5.3 Custom Analytics della Documentazione Progettuale (NON di questa relazione). Probabilita_Danni_Muro è una procedura che, preso in input il codice di un muro, restituisce un result set con la Probabilità Stimata di danneggiamento del Muro, la variazione di Stato che infliggerà all'Edificio se si dovesse verificare il danno e il Costo preventivato per un' eventuale riparazione. Per calcolarsi tutto ciò l'Analytic va ad osservare una serie di fattori. Inizialmente guarda quante volte l'Edificio del Muro in questione ha subito un danno (che ora è stato riparato) e se l'Edificio ha subito un danno recentemente. Più danni sono stati riparati e/o più danni ha al momento l'Edificio, più la probabilità che il Muro si rompa è alta. Si va poi a vedere quanto è passato dall'ultima riparazione/manutenzione. Più tempo è passato, più è probabile che il Muro non sia stato analizzato e quindi è più probabile che riceva un danneggiamento. Guarda inoltre se i lotti di materiali usati per costruire quel Muro sono stati usati per Muri che hanno avuto delle crepe. In questo caso potremmo avere a che fare con dei materiali difettosi e la probabilità di danneggiarsi aumenterebbe. Se il Muro in questione ha già una crepa, le probabilità di danneggiarsi aumentano vertiginosamente. La probabilità di danneggiamento non può superare il 90%. Per la variazione di stato si fa una media tra l'Entità dei Danni (dell'Edificio relativo al Muro) e l'Entità delle Crepe (relative al Muro). Questa variazione è compresa tra 0 e 1,5. Il Costo Preventivato è una media dei costi di costruzione delle pareti interne di quell'Edificio, divisa per il numero di Muri dell'Edificio e moltiplicata per la possibile variazione di Stato (poiché sta ad indicare quanto nell'effettivo sarà danneggiato il Muro).

A. Bibliografia

Le fonti utilizzate per stilare questa relazione e per il progetto sono:

Disegno Diagramma E-R: <https://app.diagrams.net/> (draw.io)

Fasi di Costruzione di una Casa (1):

https://www.regione.toscana.it/bancadati/atti/Contenuto.xml?id=5167041&nomeFile=Delibera_n.1386_del_11-12-2017-Allegato-22

Fasi di Costruzione di una Casa (2):

<http://www.iscgcesare.it/wp-content/uploads/2014/06/Materiale-classi-seconde-settimana-del-23-10.pdf>

Progetto Edilizio: <https://www.cafearchitettura.it/fasi-e-documentazione-di-un-progetto-edilizio/>

Ray-Casting Algorithm: https://rosettacode.org/wiki/Ray-casting_algorithm

Scala Mercalli: https://it.wikipedia.org/wiki/Scala_Mercalli

Strumenti di supporto:

1. *Slide del Corso*;
2. <https://stackoverflow.com/> ;
3. <https://www.andreaminini.com/sql/> ;
4. https://it.wikipedia.org/wiki/Pagina_principale .