

Relazione di progetto per il corso di Basi di Dati

Francesco Londretti

Enrico Lucchesi Palli

Anno Accademico 2019/2020

—

Università di Pisa

—

Corso di Laurea in Ingegneria
Informatica

Sommario

1.	Panoramica del database.....	3
2.	Glossario.....	3
2.1	Area Produzione.....	3
2.2	Area Vendita.....	4
2.3	Area Assistenza.....	5
2.4	Area Smontaggio.....	6
3.	Diagramma E-R.....	7
3.1	Area Produzione.....	7
3.2	Area Vendita.....	11
3.3	Area Assistenza.....	13
3.4	Area Smontaggio.....	16
4.	Ristrutturazione del Diagramma E-R.....	17
4.1	Traduzione delle generalizzazioni.....	17
4.2	Eliminazione degli attributi composti e/o multivalore.....	19
5.	Individuazione delle operazioni significative ed analisi delle prestazioni.....	21
5.1	Tavola dei volumi.....	21
5.2	Operazioni individuate.....	28
5.3	Possibili introduzioni di ridondanze.....	44
6.	Progettazione Logica.....	46
6.1	Schema Logico.....	46
6.2	Vincoli di integrità referenziale.....	48
6.3	Vincoli di integrità generici.....	53
7.	Normalizzazione.....	54
8.	Data Analytics.....	60
8.1	Diagnosi intelligente dei guasti (CBR).....	60
8.2	Efficienza del processo.....	61

1. Panoramica del database

Lo scopo del progetto è realizzare una base di dati che possa supportare le funzionalità del sistema informativo di eDevice, una grande impresa che si occupa di produzione, vendita, riparazione, ricondizionamento e smaltimento di apparecchiature elettroniche multimarca.

Ai fini di rispettare le richieste di progettazione, indicate nel dettaglio nelle specifiche di progetto, abbiamo suddiviso il lavoro in 4 aree tematiche, seguendo la divisione mostrata nelle specifiche stesse. Essendo le zone ben suddivise, abbiamo associato ad ognuna di esse un colore al fine di facilitarne la visualizzazione, specialmente all'interno del diagramma E-R allegato.

- ❖ Area Produzione – Arancione
- ❖ Area Vendita – Azzurro
- ❖ Area Assistenza – Rosso
- ❖ Area Smontaggio – Verde

2. Glossario

La scrittura del glossario dei termini è stata effettuata all'inizio del lavoro per individuare i concetti fondamentali sui quali incentrare il lavoro di progettazione. Un fatto che risulta evidente è la quasi totale assenza di sinonimi, dovuta principalmente al fatto che i termini individuati sono piuttosto univoci e chiaramente distinti gli uni dagli altri. Il glossario è poi stato aggiornato, se necessario, per includere termini rilevanti che avremmo potuto inizialmente trascurare, ma soprattutto per esprimere i collegamenti che sono emersi durante la progettazione.

2.1 Area Produzione

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Prodotto	Prodotto elettronico realizzato e venduto dall'azienda.		Variante, Parte, Operazione, Lotto, Magazzino, Ordine, Recensione, Formula di estensione della garanzia, Richiesta di reso, Guasto, Assistenza Virtuale, Codice di errore, Assistenza Fisica.
Variante	Un prodotto elettronico derivato da una o più modifiche su un altro prodotto elettronico (l'originale)		Prodotto, Parte

Parte	Una singola componente di un prodotto o di una sua variante	Prodotto, Variante, Materiale, Elemento di giunzione, Operazione, Ordine parti di ricambio
Materiale	Un materiale fisico che compone una o più parti	Parte
Elemento di giunzione	Elemento usato per unire le parti di un prodotto	Parte
Operazione	Operazione che aggiunge una parte ad un prodotto	Parte, Prodotto, Operatore
Utensile	Strumento usato per eseguire le operazioni	Operazione
Lotto	Lotto composto da più unità dello stesso prodotto	Prodotto
Stazione	Punto della linea di produzione in cui sono eseguite un sottoinsieme delle operazioni per assemblare un prodotto	Operazione, Operatore
Operatore	Persona che esegue un sottoinsieme delle operazioni previste per realizzare un prodotto	Operazione
Unità persa	Singolo prodotto per cui non è stato possibile completare la sequenza di operazioni previste in una delle stazioni di assemblaggio	Stazione, Prodotto
Magazzino	Struttura contenente diverse unità di prodotti (raggruppate in lotti)	Prodotto, Lotto

2.2 Area Vendita

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Utente	Persona fisica che si è iscritta al sito.	Cliente	Account, Documento, Ordine, Recensione, Richiesta di reso, Assistenza Virtuale, Assistenza Fisica, Prodotto reso
Account	Profilo web associato ad ogni utente.		Utente

Ordine	Ordine di uno o più prodotti effettuato da un utente.	Account, Prodotto, Spedizione
Spedizione	Spedizione di un ordine.	Ordine, Hub
Hub	Struttura fisica dove passano le spedizioni prima di arrivare a destinazione.	Centro smistamento Spedizione
Recensione	Valutazione lasciata da un utente relativamente ad un prodotto.	Account, Prodotto
Formula di estensione della garanzia	Formula applicabile ad uno o più prodotti che ne estendono il periodo di garanzia.	Prodotto
Richiesta di reso	Richiesta di restituzione, fatta da un utente, relativamente ad un prodotto che ha acquistato.	Account, Motivazione di reso, Prodotto
Motivazione di reso	Motivazione associata ad una richiesta di reso.	Richiesta di reso

2.3 Area Assistenza

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Assistenza Virtuale	Procedura di assistenza effettuata online dall'utente, relativamente ad un prodotto non correttamente funzionante		Utente, Prodotto
Guasto	Anomalia manifestata da un prodotto.		Prodotto, Codice di errore
Codice di errore	Codice associato ad un determinato guasto su un determinato prodotto.		Prodotto, Guasto, Rimedio
Rimedio	Azione da eseguire per provare a sistemare un certo guasto.		Codice di errore
Assistenza Fisica	Procedimento di assistenza che prevede un intervento fisico da		Utente, Prodotto, Tecnico, Preventivo, Ordine parti di ricambio, Ricevuta

	parte di un tecnico dell'azienda.	
Tecnico	Individuo qualificato che effettua riparazioni dei prodotti.	Assistenza Fisica, Preventivo, Ordine parti di ricambio, Ricevuta
Preventivo	Preventivo per la riparazione stilato dal tecnico che effettua la diagnosi di guasto di un prodotto.	Tecnico, Assistenza Fisica
Ordine parti di ricambio	Ordine delle parti che risulta necessario sostituire in una procedura di assistenza fisica.	Tecnico, Assistenza Fisica, Parte
Ricevuta	Ricevuta fiscale emessa dal tecnico alla fine di una procedura di riparazione.	Tecnico, Assistenza Fisica

2.4 Area Smontaggio

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Prodotto reso	Prodotto restituito da un cliente.		Account, Test, Prodotto
Test	Test effettuato su una parte di prodotto reso, collocato in un controllo generale in un'ottica di <i>refurbishment</i> .		Prodotto reso, Prodotto ricondizionato, Parte
Prodotto ricondizionato	Prodotto che ha superato la procedura di controllo generale ed è stato reimesso sul negozio online ad un prezzo scontato.		Prodotto

3. Diagramma E-R

In questa parte della documentazione indichiamo nel dettaglio la struttura del diagramma E-R (considerato prima della ristrutturazione). Per ogni area riportiamo una tabella contenente i nomi delle entità e delle relazioni, i loro attributi e gli identificatori principali scelti per ciascuna di loro. Subito dopo riportiamo una spiegazione semantica dello schema E-R associato a quell'area, per poter descrivere le motivazioni delle scelte effettuate ed il funzionamento da noi previsto.

Il diagramma è stato realizzato adottando una **strategia mista**: abbiamo prodotto uno schema iniziale grezzo mediante la strategia *bottom-up*, usata prevalentemente per individuare schemi elementari relativi alle varie aree di progettazione ed unirli, poi è stata adoperata su questo schema la strategia *top-down*, in varie fasi.

3.1 Area Produzione

Entità	Attributi	Identificatore Primario
Elemento Giunzione	CodGiunzione, Tipo, Caratteristica (Descrizione, UDM, Valore)	CodGiunzione
Linea Produzione	CodLinea, Sede, T	CodLinea
Lotto	CodiceLotto, DataFineProd, DataInizioProd, DurataPreventivata	CodiceLotto
Magazzino	Capienza, CodMagazzino, Predisposizione	CodMagazzino
Materiale	NomeMateriale, ValoreAlKg	NomeMateriale
Operaio	Cognome, DataNascita, ID, Nome	ID
Operazione	CodiceOp, Durata, FacciaOp, NomeOp, Utensile	CodiceOp
Operazione Significativa	CodiceOpSig, NomeOpSig	CodiceOpSig
Parte	CodParte, CoeffSvalutazione, NomeParte, PercentualeSost, Peso, Prezzo	CodParte
Prodotto	Descrizione, Facce, Marca, Modello, NomeProd, Prezzo, Soglia	Marca, Modello
Sequenza	CodSequenza, Descrizione	CodSequenza
Stazione	FacciaAppoggio, Linea, NumStazione	Linea, NumStazione
Successione	Linea, Operazione, Ordine, Sequenza, Stazione	Linea, Operazione, Ordine, Sequenza, Stazione
Unità	CodSer, DataProduzione	CodSer

Relazione	Attributi	Entità Coinvolte
Appartenenza		Linea Produzione, Stazione
Assegnamento		Operaio, Stazione
Assemblaggio		Prodotto, Sequenza
Campione	TempoMax, TempoMed, TempoMin	Operaio, Operazione Significativa
Catalogazione		Prodotto, Unità
Categorizzazione		Operazione, Operazione Significativa
Composizione	Quantità	Materiale, Parte
Configurazione		Sequenza, Successione
Contenuto		Lotto, Unità
Esecuzione		Stazione, Successione
Fissaggio		Elemento Giunzione, Operazione
Inclusione		Lotto, Unità Persa
Interruzione		Stazione, Unità Persa
Luogo Produzione		Linea Produzione, Lotto
Metodo		Lotto, Sequenza
Operazione Mancante		Operazione, Unità Persa
Partecipazione		Operazione, Successione
Pertinenza		Operazione, Prodotto
Storico Stoccaggio	Area, DataFineStock, DataInizioStock	Lotto, Magazzino
Struttura	Numero	Parte, Prodotto
Utilizzo		Operazione, Parte
Variante		Prodotto
Vincolo	Peso	Operazione

Prodotto - Variante - Unità

Il prodotto elettronico è l'elemento centrale del database. Abbiamo deciso di suddividere questo concetto in due entità, Prodotto ed Unità. La prima individua i singoli modelli di prodotto tramite la loro marca ed il loro modello, e.g. *Samsung Galaxy S10*, *Apple iPhone 11*, ed associa loro le caratteristiche più generali, come il prezzo ed una descrizione testuale: questa entità è usata come riferimento per il processo produttivo.

La relazione ricorsiva Variante, definita su Prodotto, associa ad ogni prodotto originale le sue varianti, e.g. le varie colorazioni di un modello di smartphone. Abbiamo deciso di trattare le varianti di un prodotto come dei prodotti "regolari", a costo di una maggiore occupazione di memoria rispetto ad altre possibili soluzioni, per avere una struttura uguale per tutti i prodotti all'interno del database.

L'entità Unità identifica, tramite il loro codice seriale, le singole occorrenze di un certo prodotto: la relazione Catalogazione permette di risalire alle informazioni del prodotto in generale, qualora fossero necessarie.

Parte – Materiale

L'entità Parte racchiude tutte le singole componenti dei vari prodotti elettronici. Queste componenti saranno poi unite tra di loro con le varie operazioni per andare ad assemblare le unità. Abbiamo introdotto una relazione, Struttura, che va ad indicare quali parti sono usate per comporre ogni prodotto (non indica *come* verranno messe insieme, bensì che quelle sono le parti da dover utilizzare nel processo produttivo). L'entità Materiale racchiude i vari materiali fisici di cui sono composte le suddette parti (rame, plastica, etc.). La relazione composizione indica di quali materiali è composta una certa parte, specificandone anche in che quantità.

Operazione – Elemento Giunzione – Utensile

L'entità Operazione individua le singole operazioni che vengono usate nel processo di produzione dei vari prodotti. Ogni operazione va ad aggiungere una parte al prodotto, espressa con la relazione Utilizzo, utilizzando uno o più utensili, indicati con l'attributo multivalore Utensile.

L'entità Elemento Giunzione, legata ad Operazione tramite Fissaggio, racchiude i vari elementi di giunzione che sono usati in un'operazione per legare la nuova parte alle altre. L'attributo multivalore composto Caratteristica è usato per indicare le varie caratteristiche che un singolo elemento di giunzione può avere, come il peso, la lunghezza, lo spessore, etc.

Vincolo

Abbiamo introdotto la relazione ricorsiva Vincolo su Operazione per conseguire il duplice obiettivo di rispettare i vincoli di precedenza tecnologica e di fornire una struttura per permettere la generazione di sequenze di assemblaggio secondo i criteri più congeniali all'azienda.

La relazione prevede due ruoli, OperazionePrecedente ed OperazioneSuccessiva (abbreviati come OpPrecedente ed OpSuccessiva): partendo dal presupposto che si leghino tra di loro solo le operazioni inerenti ad un certo prodotto ed eventualmente alle sue varianti (questi prodotti sono indicati in Pertinenza), possiamo trattare la relazione come se fosse un grafo, in cui sono espressi tutti i possibili cammini che portano da un'operazione iniziale (quelle che non compaiono in OpSuccessiva) ad un'operazione finale (quelle che non compaiono in OpPrecedente). L'attributo Peso rende, e da qui il nome, il grafo pesato: ad ogni collegamento tra un'operazione e le possibili operazioni successive l'azienda può associare un valore numerico che esprime la convenienza del passaggio tra le due operazioni secondo criteri da essa stabiliti, come possono essere il numero di rotazioni, il numero di cambi di utensile, etc. Se si volesse a questo punto ricavare una sequenza valida, useremmo un'implementazione dell'algoritmo di Kruskal per ricavare un albero di copertura minimo per un dato grafo: esso sarebbe una sequenza valida di assemblaggio, ed una buona approssimazione del miglior risultato possibile (essendo l'algoritmo *greedy* non sarebbe necessariamente il migliore).

Successione – Sequenza

Queste due entità sono state ricavate da una reificazione della relazione Sequenza che, in un primo momento, legava Prodotto ed Operazione. Si è resa necessaria tale reificazione per poter ammettere la possibilità che una stessa operazione fosse ripetuta più di una volta in una singola sequenza di assemblaggio, situazione non esprimibile con una semplice relazione.

L'attributo Descrizione in Sequenza racchiude principalmente il metodo di calcolo del Peso adottato per generare la sequenza stessa.

L'entità Successione serve a legare una certa operazione, in una certa sequenza, alle stazioni di montaggio in cui viene eseguita. L'attributo Ordine serve ad esprimere, suggestivamente, l'ordine con cui verranno eseguite le operazioni.

Operazione Significativa – Campione

L'entità Operazione Significativa è stata introdotta per facilitare l'assegnamento di ciascun operatore alle varie stazioni di assemblaggio: è un set di operazioni utilizzato per misurare la velocità di esecuzione di ciascun operatore nel compierle (relazione Campione con attributi), in modo tale da sapere quale tipo di operazione gli è più congeniale.

Stazione – Linea Produzione – Unità Persa – Operazione Mancante

L'entità Linea Produzione individua la singola catena produttiva, mentre Stazione indica le singole stazioni di montaggio che compongono le suddette linee. Ad ogni stazione si associano un operatore, un set di operazioni da eseguire e le unità perse su quella stazione per sfioramento di tempo. Il tempo entro cui vanno eseguite le operazioni assegnate a ciascuna stazione è espresso con l'attributo T in Linea Produzione. Ogni unità persa riporta l'orario in cui è stata perduta e le operazioni che risultano non compiute su di essa, salvate in Operazione Mancante.

Lotto

L'entità Lotto indica i singoli lotti di produzione delle varie unità. Ogni lotto ha degli attributi che ne indicano il periodo di produzione previsto ed effettivo, ed un attributo che ne indica il tipo, in particolare discernendo i lotti di unità nuove, rese o ricondizionate.

La differenza principale tra questi due tipi di lotti risiede nel fatto che i lotti di unità nuove hanno, negli attributi DataInizioProd, DataFineProd e DurataPreventivata, valori che si riferiscono al processo di assemblaggio vero e proprio, mentre quelli di unità ricondizionate hanno valori che si riferiscono al processo di *refurbishment*. I lotti di unità rese hanno come DataInizioProd la data in cui viene immagazzinata la prima unità resa, mentre DataFineProd indica la data in cui il numero di unità nel lotto ha superato la soglia prevista per il prodotto (attributo Soglia in Prodotto). Inoltre, i lotti resi e ricondizionati non prevedono la specificazione della linea di produzione.

Ogni lotto è infine collegato alle unità che ne fanno parte ed alla sequenza di assemblaggio utilizzata nella sua produzione (se un lotto è reso o ricondizionato, non ha una sequenza associata).

Storico Stoccaggio – Magazzino

La relazione Storico Stoccaggio, che lega Lotto e Magazzino, serve a tenere traccia dello stoccaggio dei vari lotti nei vari magazzini dell'azienda. Partendo dal presupposto che ogni lotto venga immagazzinato in una singola area di un singolo magazzino, la relazione va ad indicare questo processo: la DataInizioStock indica la data in cui il lotto viene immagazzinato, mentre DataFineStock indica la data in cui l'ultima unità di quel lotto è stata spedita.

La ricostruzione del contenuto di un magazzino può essere fatta, indicando una data qualsiasi, leggendo in Storico Stoccaggio i lotti che erano immagazzinati, parzialmente o totalmente, in quella data, per poi risalire alle unità di quei lotti e vedere quali erano state spedite e quali no.

3.2 Area Vendita

Entità	Attributi	Identificatore Primario
Account	Credito, DomSic, Mail, Password, RispSic, Username	Username
Estensione Garanzia	CodEstensione, Costo, Mesi	CodEstensione
Hub	CodiceHub	CodiceHub
Incremento	DataInizio, EstensioneGaranzia, Unità	EstensioneGaranzia, DataInizio, Unità
Motivazione	CodMotivazione, Descrizione, Nome	CodMotivazione
Ordine	CodOrdine, Orario, Stato	CodOrdine
Prodotto Pendente	DataDisponibile, Ordine, Numero, Unità	Ordine, Numero, Unità
Recensione	Affidabilità, Aspetto, CodRecensione, Descrizione, EsperienzaUso, Performance, RapportoQualitàPrezzo	CodRecensione
Richiesta Reso	Accettata, CodReso, Data	CodReso
Spedizione	CodSpedizione, DataArrivo, DataPartenza, DataPrevista, Stato	CodSpedizione
Utente	CodFisc, Cognome, Documento(EnteRilascio, NumDoc, Scadenza, Tipo), DataIscrizione, DataNascita, Nome, NumTel	CodFisc

Relazione	Attributi	Entità Coinvolte
Anagrafica		Account, Utente
Applicazione		Estensione Garanzia, Prodotto
Caratterizzazione		Motivazione, Richiesta Reso
Carrello		Account, Ordine
Consegna		Ordine, Spedizione
Creazione		Account, Recensione
EGI		Estensione Garanzia, Incremento
Oggetto Valutazione		Prodotto, Recensione
OPP		Ordine, Prodotto Pendente
OU		Ordine, Unità
Pacco		Spedizione, Unità
PPP		Prodotto, Prodotto Pendente
Tracking	DataTransito	Hub, Spedizione
UI		Incremento, Unità
Unità Associata		Richiesta Reso, Unità

Utente – Account

L'entità Utente individua le persone fisiche che si sono iscritte al sito (ed il loro documento identificativo), mentre Account specifica il loro account web. Abbiamo deciso di separare i due concetti perché è molto frequente fare accessi separati ai dati, in particolare all'account senza considerare necessariamente i dati identificativi dell'utente.

Recensione

L'entità Recensione racchiude le recensioni lasciate dai clienti sul negozio online dell'azienda. Ogni recensione ha 5 parametri di valutazione, cui l'utente dà uno score da 1 a 5. Ogni recensione è creata da un singolo account ed è relativa ad un singolo prodotto.

Ordine – Prodotto Pendente

Quando un utente effettua un ordine, esso viene salvato nel database. Si controlla subito se le unità dei prodotti da lui ordinati sono disponibili in magazzino: se lo sono, vengono associate all'ordine (OU), altrimenti vengono scritte tuple nell'entità Prodotto Pendente relative a quell'ordine e a quel prodotto non disponibile in magazzino. L'entità Prodotto Pendente deriva dalla reificazione della relazione omonima, una procedura che è stata necessaria per ammettere la mancanza di più unità dello stesso prodotto.

L'attributo Stato in Ordine serve proprio a tracciare il processo di espletamento dell'ordine, passando attraverso la sequenza di stati menzionata nelle specifiche: finché esiste almeno una tupla in Prodotto Pendente senza una DataDisponibile (attributo che indica la data in cui quel prodotto si è reso disponibile in magazzino), l'ordine sarà in stato *pendente*.

Spedizione – Tracking – Hub

Ad un ordine possono essere associate più spedizioni. Quando una spedizione lascia un magazzino, essa viene tracciata mediante il suo passaggio attraverso i vari Hub dell'azienda. La relazione Tracking serve proprio a tracciare, mediante l'attributo DataTransito ed il legame con Hub, gli orari in cui ciascuna spedizione attraversa i vari hub.

Estensione Garanzia – Incremento

L'entità Estensione Garanzia serve a contenere le varie formule di estensione della garanzia previste dall'azienda. La relazione Applicazione serve ad indicare per quali prodotti una data formula di estensione è valida.

L'entità Incremento deriva dalla reificazione dell'omonima relazione, ancora una volta resasi necessaria per poter legare più volte le due entità coinvolte, in questo caso Estensione Garanzia ed Unità; DataInizio serve ad indicare la data in cui inizia a valere la formula su quell'unità (con l'attributo Mesi in Estensione Garanzia si può verificare in qualsiasi momento se è ancora attiva o meno).

Richiesta Reso – Motivazione

L'entità Richiesta Reso salva tutte le richieste di reso effettuate relativamente alle varie unità vendute.

L'attributo Accettata, inizialmente settato a NULL per tutte le richieste eccetto quelle motivate da diritto di recesso, verrà aggiornato a TRUE o FALSE dopo la valutazione da parte dell'azienda sul merito o meno della richiesta.

L'entità Motivazione racchiude le varie motivazioni che l'azienda ritiene valide: l'utente, all'atto della richiesta di reso, dovrà sceglierne una.

3.3 Area Assistenza

Entità	Attributi	Identificatore Primario
Area Geografica	CodArea	CodArea
Assistenza	CodAssistenza, Sistemato	CodAssistenza
AutoDiagnosi	CodDiagnosi, Ordine, Testo	CodDiagnosi
Casistica	CodCasistica, Testo	CodCasistica
Centro Riparazione	CodCentro	CodCentro
Codice Errore	CodErrore	CodErrore
Codice Postale	CAP	CAP
Fisica	CodAssistenza, Sistemato	CodAssistenza
Guasto	CodGuasto, Descrizione, Nome	CodGuasto
Indirizzo	Città, NumCivico, Via	Città, NumCivico, Via
Intervento Preventivo	Accettato, DataPrev, OrarioPrev, Preventivo, Ticket	Ticket
Intervento Riparativo	DataRip, OrarioRip, Ticket	Ticket
Ordine Parti	CodOrdParti, Data, DataConsEff, DataConsPrev	CodOrdParti
Ricevuta	CodRicevuta, Costo, ModPagamento, VociDiCosto	CodRicevuta
Rimedio	CodRimedio, Descrizione	CodRimedio
Tecnico	CostoManodopera, DataNascita, Matricola	Matricola
Virtuale	CodAssistenza, Sistemato	CodAssistenza

Relazione	Attributi	Entità Coinvolte
Coinvolgimento		Guasto, Parte
Collocazione		Area Geografica, Tecnico
Competenza		Area Geografica, Centro Riparazione
Compimento Preventivo		Intervento Preventivo, Tecnico
Compimento Riparativo		Intervento Riparativo, Tecnico
Contesto		Casistica, Virtuale
Copertura		Estensione Garanzia, Guasto
Corrispondenza		Codice Postale, Indirizzo
Dettaglio		Codice Errore, Guasto
Diagnostica		Guasto, Intervento Preventivo
Domicilio		Indirizzo, Utente
Effettuazione		Fisica, Intervento Preventivo
Inerenza		AutoDiagnosi, Casistica
Locazione Centro		Centro Riparazione, Indirizzo
Locazione Hub		Indirizzo, Hub
Luogo Consegna		Indirizzo, Ordine
Malfunzionamento		Codice Errore, Virtuale
No		Autodiagnosi

Pagamento		Intervento Riparativo, Ricevuta
Problema		Casistica, Prodotto
Procedura		Codice Errore, Rimedio
Raccolta		Area Geografica, Codice Postale
Ricambio	Numero	Ordine Parti, Parte
Richiesta		Intervento Preventivo, Ordine Parti
Riparazione		Assistenza, Fisica, Unità, Virtuale
Seconda Fase		Intervento Preventivo, Intervento Riparativo
Segnalazione		Codice Errore, Prodotto
Sì		AutoDiagnosi

Assistenza – Virtuale – Fisica

Queste sono le entità centrali in questa parte della progettazione. L'entità Assistenza individua tutte le procedure di assistenza inizializzate dai clienti, siano esse procedure di assistenza virtuale o procedure di assistenza fisiche (esprese dalle due entità figlie mediante una generalizzazione totale ed esclusiva). Ogni procedura di assistenza è legata ad una singola unità.

L'entità Virtuale racchiude tutte le procedure di assistenza virtuale, siano esse avviate mediante un codice di errore riportato dal prodotto, in qual caso si ha la partecipazione a Malfunzionamento, oppure mediante la procedura di auto diagnosi, in qual caso si ha la partecipazione a Contesto. Si noti che le due partecipazioni sono reciprocamente esclusive.

L'entità Fisica, altresì, indica tutte le procedure di assistenza fisica, per cui si ha la partecipazione ad Effettuazione, in quanto quando viene completata la fase di richiesta da parte dell'utente si avrà sicuramente un Intervento Preventivo associato.

Codice Errore – Rimedio

L'entità Codice Errore indica tutti i possibili codici di errore manifestati dai vari prodotti. Ad ogni codice di errore si associa un insieme di possibili rimedi che l'utente può effettuare autonomamente: questi rimedi sono indicati con l'entità Rimedio e con la relazione Procedura.

Ad ogni codice di errore viene inoltre associato un guasto.

Si ha anche un collegamento tra il codice di errore ed il prodotto cui esso si riferisce.

Guasto

L'entità Guasto racchiude tutti i possibili guasti che possono manifestare i vari prodotti. Essa è legata, tramite Coinvolgimento, alle parti che possono essere interessate da uno specifico guasto: questo risulta necessario in particolare per controllare se un'unità risulta essere in garanzia o meno relativamente a guasti che coinvolgono parti sostituite.

La relazione Copertura, poi, associa ad ogni formula di estensione della garanzia i guasti che essa va a coprire (nel caso di formule che coprono tutti i guasti, semplicemente esse saranno legate a tutti i guasti).

Casistica – AutoDiagnosi

L'entità Casistica costituisce, insieme ad AutoDiagnosi, l'espressione della procedura di autodiagnosi effettuata dall'utente senza un codice di errore.

Sostanzialmente, Casistica costituisce la prima frase del testo, e.g. *La lavatrice non parte*; tramite la relazione Inerenza, si possono ricavare tutte le frasi della procedura di AutoDiagnosi relative a quella particolare casistica. Con l'attributo Ordine in AutoDiagnosi si ricava la prima frase, e.g. *La spina è inserita?*, per poi poter fornire la frase successiva andando a leggere, in base alla risposta dell'utente, in Sì oppure in

No. Sottolineiamo che le frasi contenute in AutoDiagnosi sono prevalentemente costituite da un'azione che il cliente deve compiere e da una domanda immediatamente successiva, e.g. *Inserire la spina. Partita?* Le cardinalità delle due relazioni ricorsive definite su AutoDiagnosi prevedono (0,N) per i ruoli BloccoSuccessivoSì e BloccoSuccessivoNo perché nei blocchi di AutoDiagnosi vi sono anche le frasi conclusive con esito positivo (*Tutto ok*) ed esito negativo (*Problema X, contatta il tecnico!*), che possono essere raggiunte in varie fasi della procedura e dunque possono giocare più volte quei due ruoli. Abbiamo infine considerato la presenza di "alberi" di autodiagnosi completamente separati per ciascuna casistica specificata nel database: questo, pure a costo di una certa ripetizione di tuple, in particolare delle frasi conclusive, ci permette una maggiore semplicità nel recupero delle informazioni da mostrare al cliente.

La relazione Problema serve a determinare quali casistiche sono valide per quali prodotti; naturalmente non sarà possibile scegliere l'opzione *La lavatrice non parte* per un guasto ad uno smartphone.

Intervento Preventivo – Intervento Riparativo - Ricevuta

Queste due entità individuano i due interventi che possono essere necessari in una procedura di assistenza fisica. Abbiamo deciso di identificarle esternamente con il codice della procedura di assistenza associata perché sembrava conveniente avere un singolo identificatore per l'intera procedura.

L'entità Intervento Preventivo indica il primo intervento effettuato dal tecnico per valutare il problema. Gli attributi DataPrev ed OrarioPrev servono a collocare temporalmente l'intervento: sono scelti dall'utente in base alla disponibilità mostrata sul sito. Quando il tecnico si reca ad effettuare questo intervento, effettua una diagnosi del problema (i guasti da lui individuati sono salvati in Diagnostica) e stila un preventivo. Se e quando il cliente accetta il preventivo, l'azienda fissa un secondo intervento, contenuto in Intervento Riparativo, ed il tecnico effettua l'eventuale ordine delle parti necessarie.

Per distinguere gli interventi riparativi effettuati in un centro di riparazione dell'azienda da quelli effettuati al domicilio del cliente è stata introdotta la relazione Presenza. In particolare, se l'intervento è stato effettuato presso un centro di riparazione, gli attributi DataRip ed OrarioRip si riferiscono semplicemente al momento in cui il tecnico ha consegnato l'unità riparata al cliente; altrimenti, si riferiscono alla riparazione vera e propria effettuata presso il suo domicilio.

Al termine del secondo intervento il tecnico emette una ricevuta fiscale, immagazzinata in Ricevuta.

Tecnico – Area Geografica – Centro Riparazione

L'entità Tecnico individua i vari tecnici dell'azienda, che vengono incaricati dei vari interventi previsti settimanalmente. Per assegnare i tecnici agli interventi e ridurre la distanza che essi devono percorrere, abbiamo previsto una suddivisione del territorio in aree geografiche: queste aree sono coperte da un determinato numero di tecnici e racchiudono un certo numero di CAP, scelti dall'azienda. Quando è necessario assegnare gli interventi ai tecnici, queste aree geografiche costituiscono un appoggio per poter assegnare tecnici vicini ai vari domicili dei clienti (ci si appoggia ad Indirizzo).

I centri di riparazione, che abbiamo supposto essere uno per area geografica, sono quindi facilmente rintracciabili a partire da qualsiasi domicilio.

Ordine Parti

Quando un intervento riparativo può essere effettuato presso il domicilio del cliente, viene effettuato un ordine delle parti di ricambio. La relazione Ricambio esprime esattamente quali parti e in che numero sono spedite con ciascun ordine delle parti di ricambio.

Si noti che Ordine Parti è legato ad Intervento Preventivo, non ad Intervento Riparativo: questo perché, sebbene esse vengano effettivamente utilizzate nella riparazione, finché esse non sono arrivate l'azienda non può programmare con certezza il secondo intervento.

Indirizzo – CAP

In questa porzione del diagramma abbiamo inserito l'entità Indirizzo: questa entità, che include tutti gli indirizzi di interesse nella base di dati, è collegata anche ad entità non facenti parte dell'area di assistenza (Utente e Hub), ma la sua introduzione è risultata necessaria per suddividere coerentemente in aree geografiche. L'idea è infatti di associare ciascun indirizzo alla relativa area geografica, per facilitare l'assegnamento degli interventi ai tecnici più vicini. Riprendendo la suddivisione in CAP, abbiamo legato Indirizzo a Codice Postale, che a sua volta è legato ad Area Geografica, per far sì che, una volta inseriti tutti i possibili CAP nel database, all'atto di inserire un qualsiasi indirizzo l'associazione tra esso e la corrispondente area geografica fosse automatico.

3.4 Area Smontaggio

Entità	Attributi	Identificatore Primario
Test	CodiceTest, Nome, Ordine	CodiceTest
Unità Resa	CodSer, DataProduzione, DataStoccaggio	CodSer
Unità Ricondizionata	Categoria, CodSer, DataProduzione, Prezzo	CodSer

Relazione	Attributi	Entità Coinvolte
Collaudo		Prodotto, Test
Legame		Test
Log	Successo	Parte, Test, Unità Resa
Sostituzione	Numero	Parte, Unità Ricondizionata
URL		Lotto, Unità Resa

Unità Resa

Quando un'unità viene restituita, essa è immagazzinata in un lotto di unità rese di quel prodotto. Viene memorizzata la data di stoccaggio perché, contrariamente a quanto previsto per i lotti di unità nuove o ricondizionate, la procedura di stoccaggio non avviene in date precise, vengono aggiunte unità restituite in vari istanti temporali.

Test – Collaudo - Log

Per eseguire la procedura di *refurbishment*, l'azienda fa riferimento a vari *test tree*, ovvero delle sequenze di test e sottotest necessari per verificare il corretto funzionamento o meno di un'unità, per poter sostituire le parti necessarie oppure smaltirlo. Abbiamo racchiuso, nell'entità Test, tutti i possibili test per i prodotti: analogamente a quanto visto per AutoDiagnosi, supponiamo che ogni prodotto abbia il suo *test tree* separato dagli altri (per trovare i "blocchi" si utilizza Collaudo, con Ordine si trova il primo).

La relazione ricorsiva Legame serve ad individuare, per ogni test, i suoi sottotest.

La relazione Log va ad immagazzinare, per ogni unità resa, i risultati dei test effettuati su di essa, indicando per ciascun test effettuato su una determinata parte il suo esito. Confrontando i risultati ottenuti con il valore PercentualeSost in Parte, si possono determinare le parti da sostituire.

Unità Ricondizionata

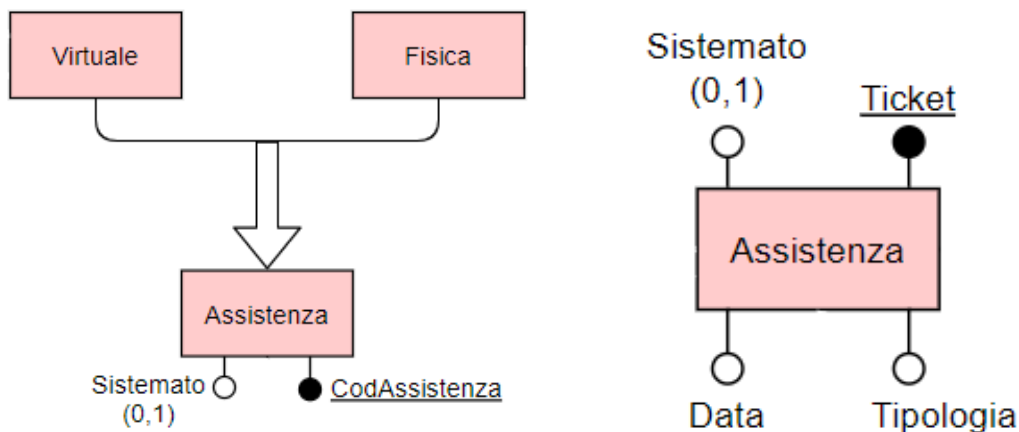
Dopo la procedura di *refurbishment*, le unità ricondizionate sono immesse, con un nuovo codice seriale, nel database. Si noti che la ricodifica di queste unità fa sì che esse siano considerate a tutti gli effetti come nuove tuple di Unità, collegate ad un lotto ricondizionato.

Ogni unità ricondizionata ha un prezzo minore di quello di un'unità nuova (si confrontano gli attributi Prezzo in Unità Ricondizionata ed in Prodotto), e può appartenere ad una categoria se il processo di *refurbishment* ha previsto interventi sulla scocca esterna per alcune unità: queste unità saranno di categoria A, le altre di categoria B.

4. Ristrutturazione del diagramma E-R

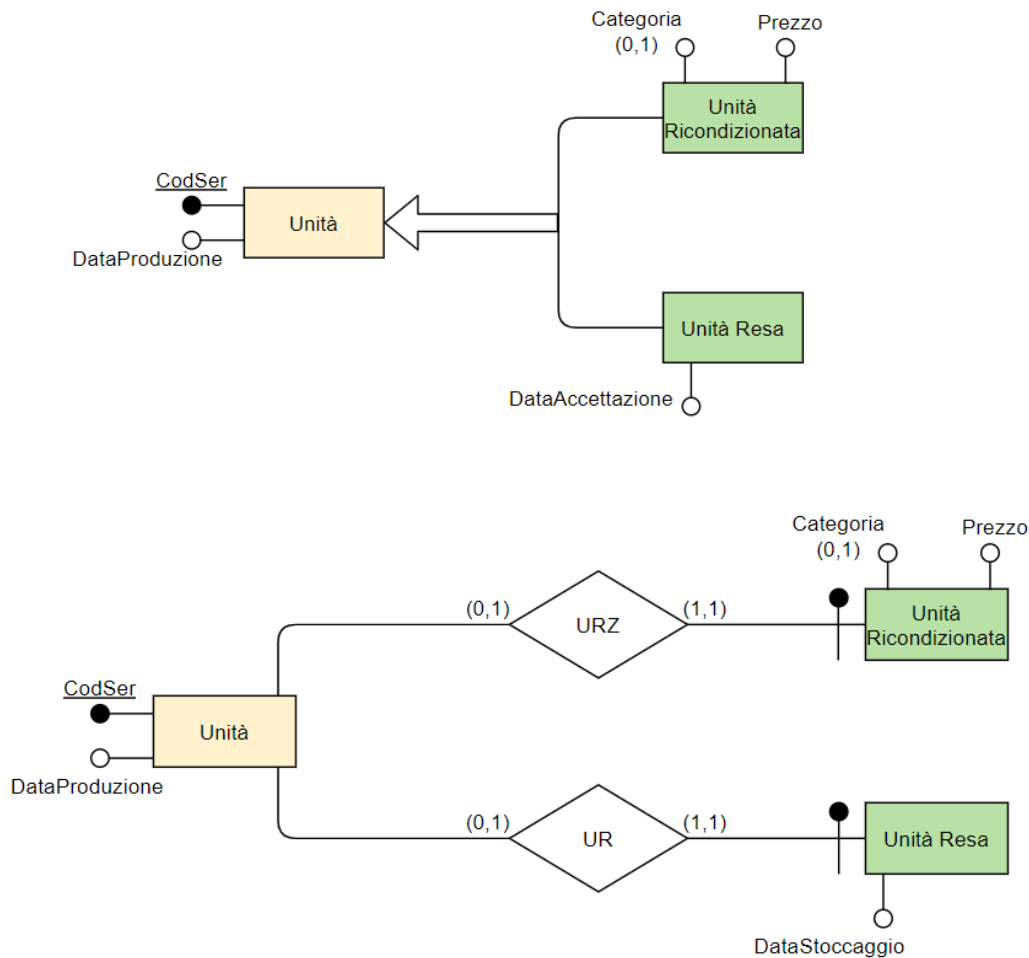
4.1 Traduzione delle generalizzazioni

Assistenza – Fisica – Virtuale



Per la generalizzazione tra l'entità genitore Assistenza e le entità figlie Virtuale e Fisica, è risultato ottimale accorpare le entità figlie in Assistenza. Naturalmente facendo questo si rende necessaria l'introduzione di un attributo, in questo caso Tipologia, che possa far distinguere le occorrenze di assistenza fisica da quelle di assistenza virtuale. Si noti che abbiamo preferito creare due occorrenze distinte di assistenza qualora una stessa unità fosse sottoposta prima ad assistenza virtuale e poi anche ad assistenza fisica, piuttosto che raggruppare tutto sotto un unico codice. L'entità Assistenza, oltre a mantenere la partecipazione a Riparazione, ha dunque "assorbito" le partecipazioni a Contesto, Effettuazione e Malfunzionamento. La gestione del corretto assegnamento di una certa procedura ad un certo tipo di assistenza è stata implementata mediante dei trigger. Probabilmente sarebbe stato altrettanto valido accorpare Assistenza nelle due entità figlie, creando così Assistenza Virtuale ed Assistenza Fisica: abbiamo deciso di procedere con la modalità sopra descritta piuttosto che con questa solo per inglobare in un unico punto tutte le procedure di assistenza (visto che le due entità figlie non avevano attributi propri, non si ha uno spreco di memoria per valori nulli; in quel caso avremmo privilegiato la seconda strada).

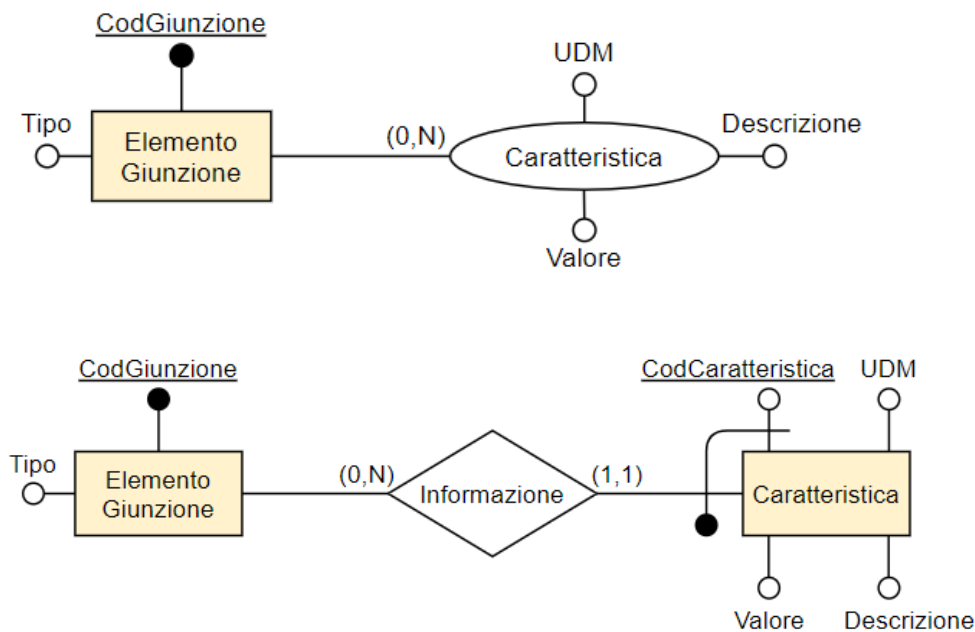
Unità – Unità Resa – Unità Ricondizionata



Per la generalizzazione tra l'entità genitore Unità e le entità figlie Unità Resa ed Unità Ricondizionata abbiamo sostituito la generalizzazione con due relazioni, UR ed URZ. La scelta è stata motivata dal fatto che la generalizzazione non è totale (gran parte delle unità vendute non sono rese e/o ricondizionate) e dal fatto che le due entità figlie sono legate a relazioni che non avrebbero senso se riferite all'entità Unità, come Test e Sostituzione. Oltretutto, introdurre gli attributi DataStoccaggio, Categoria e Prezzo avrebbe causato una gran quantità di valori nulli, dunque uno spreco di memoria non indifferente.

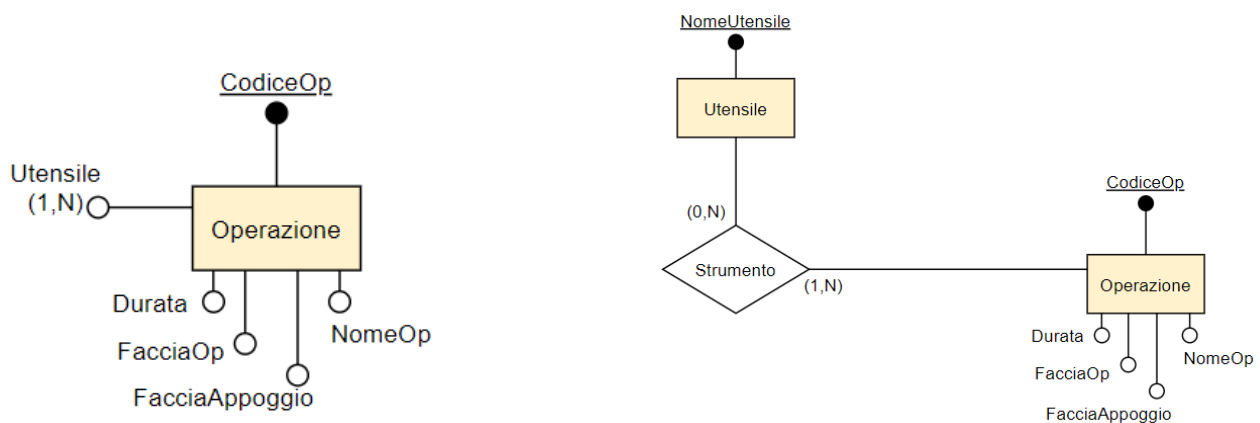
4.2 Eliminazione degli attributi composti e/o multivalore

Caratteristica



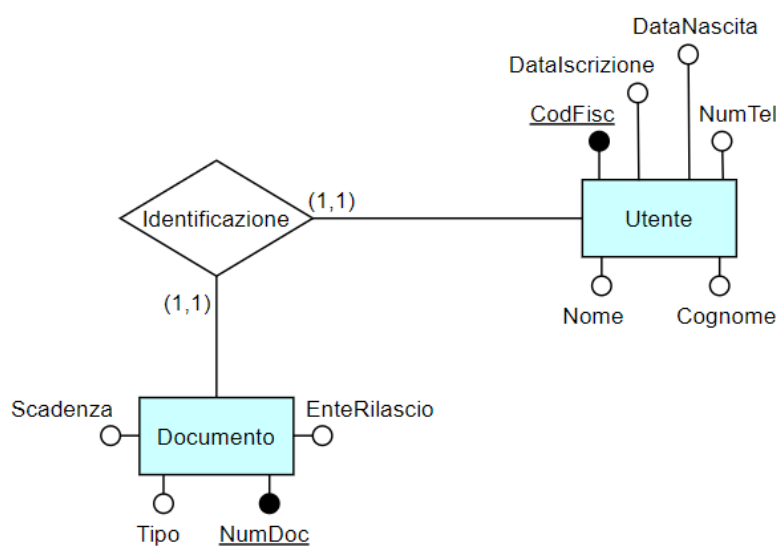
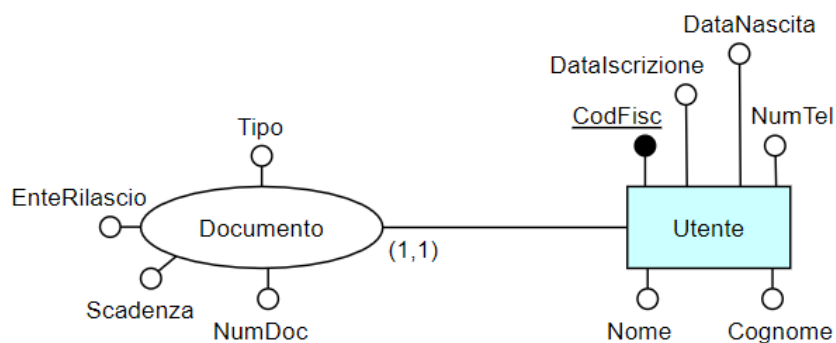
L'attributo multivalore composto Caratteristica è stato trasformato in un'entità con gli stessi attributi, legata ad Elemento Giunzione tramite una relazione uno a molti. L'identificazione esterna rispecchia il fatto che ciascuna caratteristica si riferisce ad un determinato elemento di giunzione.

Utensile



L'attributo multivalore Utensile è stato trasformato in un'entità omonima, legata ad Operazione con una relazione molti a molti.

Documento



L'attributo composto Documento è stato trasformato in un'entità omonima, legata ad Utente tramite una relazione uno ad uno con partecipazione obbligatoria. Abbiamo deciso di separare Documento, piuttosto che "spezzettarlo" ed accorpare i suoi attributi in Utente, perché ci è parso sensato che le informazioni sul documento di un individuo registrato al sito fossero di raro accesso, quindi separarli sembrava logico.

5. Individuazione delle operazioni significative ed analisi delle prestazioni

5.1 Tavola dei volumi

Per la grande maggioranza delle entità (e delle relazioni partendo da esse) abbiamo fatto ipotesi sul volume plausibile del database una volta implementato ed in funzione.

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Caratteristica	Entità	$1.000 * 3 = 3.000$	Media di 3 caratteristiche per ogni elemento di giunzione
Elemento Giunzione	Entità	1.000	1000 elementi di giunzione unici usati dall'azienda
Linea Produzione	Entità	$10 * 3 = 30$	10 linee di produzione per ciascuna delle 3 sedi di produzione
Lotto	Entità	$(250.000 / 100) = 2.500$	Media di 100 unità per ciascun lotto
Magazzino	Entità	5	5 magazzini posseduti dall'azienda
Materiale	Entità	50	50 materiali diversi usati nel processo produttivo
Operaio	Entità	650	Poco più del numero di stazioni
Operazione	Entità	5.000	5.000 operazioni differenti, considerando le ripetizioni sulle varianti
Operazione Significativa	Entità	20	20 "classi" di operazioni
Parte	Entità	$500 * 10 = 5.000$	Media di 10 parti uniche per prodotto
Prodotto	Entità	500	500 Prodotti diversi (incluse le varianti) venduti dall'azienda
Sequenza	Entità	$500 * 2 = 1.000$	2 sequenze in media per ciascun prodotto
Stazione	Entità	$30 * 20 = 600$	20 postazioni in media per ciascuna linea di produzione
Successione	Entità	$1.000 * 30 = 30.000$	Media di 30 operazioni in ciascuna sequenza
Unità	Entità	$500 * 500 = 250.000$	500 singole unità vendute in media per ciascun prodotto

Unità Persa	Entità	$(250.000 / 100) * 1 = 2.500$	Percentuale di fallimento nel processo produttivo dell'1%
Utensile	Entità	200	200 utensili diversi usati nel processo produttivo
Appartenenza	Relazione	600	Un'occorrenza per ogni stazione
Assegnamento	Relazione	600	Un'occorrenza per ogni stazione
Assemblaggio	Relazione	1.000	Un'occorrenza per ogni sequenza
Campione	Relazione	$650 * 10 = 6.500$	Media di 10 campionamenti per ciascun operaio
Catalogazione	Relazione	250.000	Un'occorrenza per ogni unità
Categorizzazione	Relazione	4.800	Quasi ogni operazione viene categorizzata
Composizione	Relazione	$5.000 * 2 = 10.000$	Media di 2 materiali per parte
Configurazione	Relazione	30.000	Un'occorrenza per ogni successione
Contenuto	Relazione	250.000	Un'occorrenza per ogni unità
Esecuzione	Relazione	$600 * 2 = 1.200$	Media di 2 operazioni attive su ogni stazione
Fissaggio	Relazione	$5.000 * 2 = 10.000$	Media di 2 elementi di giunzione usati in un'operazione
Inclusione	Relazione	2.500	Un'occorrenza per ogni unità persa
Informazione	Relazione	3.000	Un'occorrenza per ogni caratteristica
Interruzione	Relazione	2.450	Quasi un'occorrenza per ogni unità persa
Luogo Produzione	Relazione	2.400	Quasi uguale al numero dei lotti (non vi partecipano i lotti di refurbishment)
Metodo	Relazione	2.400	Quasi uguale al numero dei lotti (non vi partecipano i lotti di refurbishment)
Partecipazione	Relazione	30.000	Un'occorrenza per ogni successione
Pertinenza	Relazione	$30 * 500 = 15.000$	Media di 30 operazioni per prodotto
Storico Stoccaggio	Relazione	2.400	Un'occorrenza per ciascun lotto, esclusi

			quelli ancora in produzione
Strumento	Relazione	$5.000 * 2 = 10.000$	Media di 2 utensili per operazione
Struttura	Relazione	$500 * 30 = 15.000$	Media di 30 parti per prodotto
Ultima Operazione	Relazione	2.450	Quasi un'occorrenza per ogni unità persa
Utilizzo	Relazione	5.000	Un'occorrenza per ciascuna operazione
Variante	Relazione	$(500 / 3) * 2 = 333$	Media di due varianti per prodotto
Vincolo	Relazione	$(30 * 2) * 500 = 30.000$	Media di 60 collegamenti per grafo, un grafo per prodotto

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Account	Entità	20.000	Ad ogni utente è legato un account
Documento	Entità	20.000	Ogni utente fornisce un solo documento identificativo
Estensione Garanzia	Entità	50	L'azienda offre circa 50 polizze di estensione della garanzia
Hub	Entità	5	5 hub posseduti dall'azienda
Incremento	Entità	$250.000 / 10 = 25.000$	Circa un'unità su 10 riceve una estensione della garanzia
Motivazione	Entità	20	Circa 20 motivazioni possibili per fare una richiesta di reso
Ordine	Entità	$20.000 * 5 = 100.000$	Media di 5 ordini per account
Prodotto Pendente	Entità	$100.000 / 20 = 5.000$	Circa un ordine su 20 passa per lo stato "pendente"
Recensione	Entità	$500 * 20 = 10.000$	Media di 20 recensioni per prodotto
Richiesta Reso	Entità	$250.000 / 40 = 6.250$	Un'unità ogni 40 riceve almeno una richiesta di reso; qualche unità può averne più di una se la prima non è accettata
Spedizione	Entità	120.000	La maggior parte degli ordini prevede un'unica spedizione

Utente	Entità	20.000	20.000 clienti dell'azienda
Anagrafica	Relazione	20.000	Un account per utente
Applicazione	Relazione	$50 * 50 = 2.500$	Ogni formula di estensione di garanzia si applica a circa 1/10 dei prodotti
Caratterizzazione	Relazione	6.250	Una occorrenza per richiesta di reso
Carrello	Relazione	99.000	Una occorrenza per ordine, eccetto per gli ordini fatti da account cancellati
Consegna	Relazione	120.000	Una occorrenza per spedizione
Creazione	Relazione	9.800	Quasi una occorrenza per recensione
EGI	Relazione	25.000	Una occorrenza per incremento
Identificazione	Relazione	20.000	Un documento per utente
Oggetto Valutazione	Relazione	10.000	Una occorrenza per recensione
OPP	Relazione	5.000	Un'occorrenza per prodotto pendente
OU	Relazione	$100.000 * 2 = 200.000$	Media di due unità per ordine
Pacco	Relazione	195.000	Quasi lo stesso numero di unità in un ordine
PPP	Relazione	5.000	Un'occorrenza per prodotto pendente
Tracking	Relazione	$120.000 * 2 = 240.000$	Ogni spedizione passa in media per 2 hub
UI	Relazione	25.000	Una occorrenza per incremento
Unità Associata	Relazione	6.250	Una occorrenza per richiesta di reso

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Area Geografica	Entità	$20 * 5 = 100$	Circa 100 aree geografiche previste dall'azienda (5 a regione)
Assistenza	Entità	10.000	Circa 10.000 procedure di assistenza (fisiche e virtuali)

Autodiagnosi	Entità	$50 * 10 = 500$	Circa 10 “blocchi” possibili per procedura di autodiagnosi
Casistica	Entità	50	Circa 50 possibili punti di partenza per l’autodiagnosi
Centro Riparazione	Entità	20	Uno per regione
Codice Errore	Entità	$166 * 5 = 830$	Circa 5 codici di errore per prodotto originale
Codice Postale	Entità	6.500	Stima del numero di codici postali in Italia
Guasto	Entità	$830 / 5 = 166$	Circa 5 codici di errore per guasto
Indirizzo	Entità	$20.000 + 5 + 20 + (100.000 / 20) + (5.000 / 20) = 25.275$	Somma dei domicili degli utenti, degli indirizzi degli hub, degli indirizzi dei centri di riparazione, degli indirizzi di consegna diversi specificati dagli utenti (5% degli ordini) e degli indirizzi di riparazione diversi specificati dagli utenti (5% degli interventi)
Intervento Preventivo	Entità	5.000	Un intervento preventivo per assistenza fisica
Intervento Riparativo	Entità	$(5.000 / 100) * 90 = 4.500$	Circa il 90% dei clienti accetta il preventivo
Ordine Parti	Entità	$(5.000 / 100) * 75 = 3.750$	Circa il 75% degli interventi riparativi viene effettuato presso l’indirizzo del cliente
Ricevuta	Entità	4.480	Una ricevuta per intervento riparativo (esclusi quelli non ancora effettuati)
Rimedio	Entità	200	Circa 200 possibili rimedi
Tecnico	Entità	$100 * 2,5 = 250$	Media di 2,5 tecnici per area geografica
Coinvolgimento	Relazione	$166 * 30 = 4.980$	Circa 30 parti possono essere coinvolte in un certo guasto
Collocazione	Relazione	250	Un’occorrenza per tecnico
Competenza	Relazione	100	Un’occorrenza per area geografica

Compimento Preventivo	Relazione	4.970	Un'occorrenza per intervento preventivo (esclusi quelli ancora non assegnati ad un tecnico)
Compimento Riparativo	Relazione	4.470	Un'occorrenza per intervento riparativo (esclusi quelli ancora non assegnati ad un tecnico)
Contesto	Relazione	$(10.000 / 100) * 35 = 3.500$	Circa il 35% delle procedure di assistenza si basano sull'autodiagnosi
Copertura	Relazione	$50 * 10 = 500$	Media di 10 guasti per estensione garanzia
Corrispondenza	Relazione	20.025	Un'occorrenza per indirizzo
Dettaglio	Relazione	830	Un'occorrenza per codice errore
Diagnostica	Relazione	$5.000 * 1,1 = 5.500$	Quasi tutti gli interventi preventivi diagnosticano un unico guasto, qualcuno più di uno
Domicilio	Relazione	20.000	Un'occorrenza per utente
Effettuazione	Relazione	$(10.000 / 100) * 50 = 5.000$	Circa il 50% delle procedure di assistenza richiedono un intervento di un tecnico
Inerenza	Relazione	500	Un'occorrenza per autodiagnosi
Locazione Centro	Relazione	20	Un'occorrenza per centro di riparazione
Locazione Hub	Relazione	5	Un'occorrenza per hub
Luogo Consegna	Relazione	100.000	Un'occorrenza per ordine
Malfunzionamento	Relazione	$(10.000 / 100) * 15 = 1.500$	Circa il 15% delle procedure di assistenza si basano su un codice di errore
No	Relazione	$500 - (50 * 2) = 400$	Ogni blocco dell'autodiagnosi partecipa a No tranne le due frasi conclusive (una positiva, una negativa)
Pagamento	Relazione	4.480	Un'occorrenza per ricevuta

Presenza	Relazione	$(5.000 / 100) * 25 = 1.250$	Circa il 25% degli interventi riparativi avviene in un centro di riparazione dell'azienda
Problema	Relazione	$500 * 2,5 = 1.250$	Media di 2,5 casistiche possibili per ciascun prodotto
Procedura	Relazione	$830 * 5 = 4.150$	Media di 5 possibili rimedi per ogni codice di errore
Raccolta	Relazione	6.500	Un'occorrenza per CAP
Ricambio	Relazione	$3.750 * 2 = 7.500$	Media di 2 parti diverse per ordine parti
Richiesta	Relazione	3.750	Un'occorrenza per ordine parti
Riparazione	Relazione	10.000	Un'occorrenza per assistenza
Seconda Fase	Relazione	4.500	Un'occorrenza per intervento riparativo
Segnalazione	Relazione	830	Un'occorrenza per codice errore
Sì	Relazione	$500 - (50 * 2) = 400$	Ogni blocco dell'autodiagnosi partecipa a Sì tranne le due frasi conclusive (una positiva, una negativa)

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Test	Entità	$20 * 50 = 1.000$	Stima di circa 20 test-tree, ognuno con circa 50 nodi
Unità Resa	Entità	$250.000 / 50 = 5.000$	Circa un'unità resa ogni 50 prodotte
Unità Ricondizionata	Entità	4.500	Quasi lo stesso numero delle unità rese
Collaudo	Relazione	1.000	Un'occorrenza per test
Legame	Relazione	$20 * 50 = 1.000$	Circa 50 collegamenti per test-tree
Log	Relazione	$5.000 * 15 = 75.000$	Media di 15 test visitati per unità resa
Sostituzione	Relazione	$4.500 * 3 = 13.500$	Media di 3 parti sostituite per unità ricondizionata
UR	Relazione	5.000	Un'occorrenza per unità resa
URZ	Relazione	4.500	Un'occorrenza per unità ricondizionata

5.2 Operazioni Individuate

Abbiamo individuato ed implementato in MySQL le seguenti operazioni, la cui scelta è stata determinata da un'analisi dei volumi dei dati coinvolti e dalla loro possibile ricorrenza nella gestione effettiva della base di dati.

1. Prenotazione di un intervento preventivo
2. Creazione di un ordine e ricerca delle unità necessarie
3. Inserimento di una recensione
4. Aggiornamento dello storico stoccaggio
5. Richiesta di assistenza virtuale con codice di errore e stampa dei rimedi associati
6. Effettuazione di una richiesta di reso
7. Iscrizione di un utente
8. Inserimento delle unità di un lotto nel database

Nota: Le porzioni del diagramma E-R coinvolte in ogni operazione sono state ridisegnate, mantenendo naturalmente la stessa struttura del diagramma E-R completo, per semplicità visiva.

1. Prenotazione di un intervento preventivo

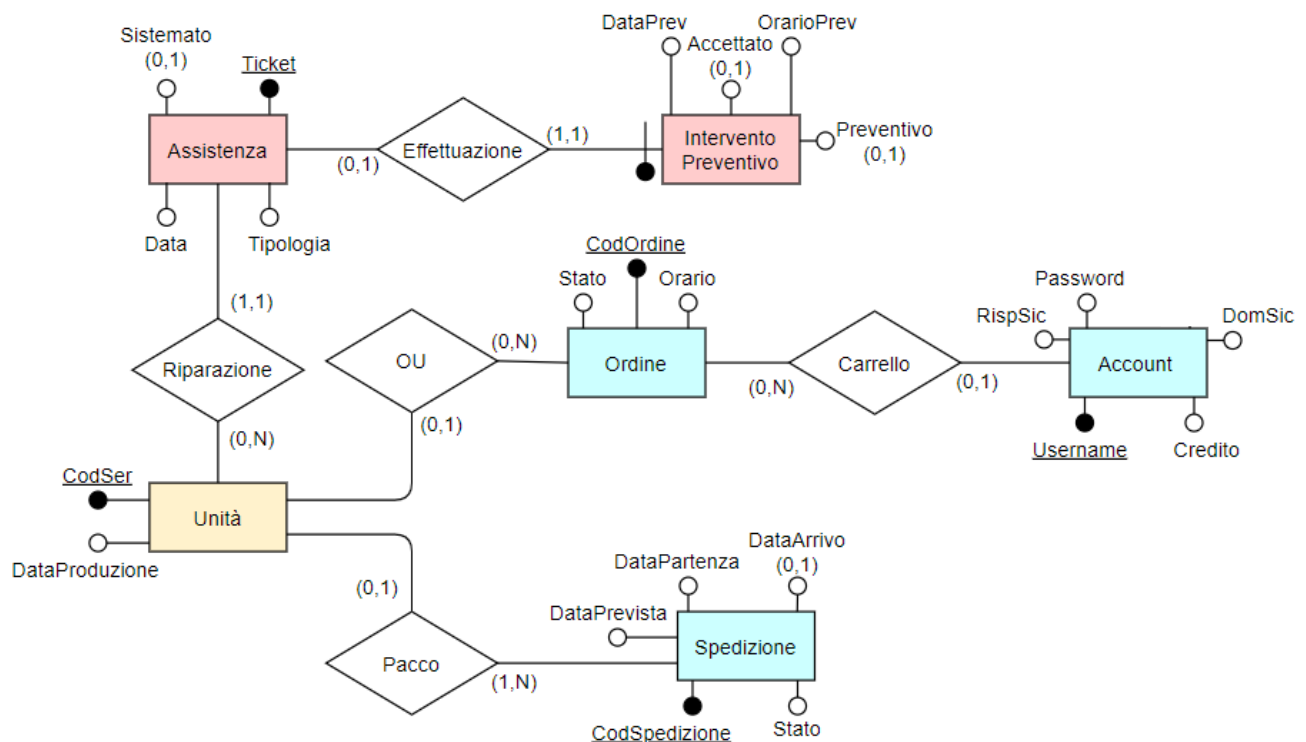
Descrizione: Il cliente sceglie una data ed un orario in cui fissare un intervento preventivo. Viene effettuato un controllo per verificare se l'unità è stata ordinata da quell'utente e se è già arrivata.

Input: Data, orario, codice seriale dell'unità guasta, username dell'utente che inoltra la richiesta.

Output: Assistenza ed intervento preventivo associato

Frequenza giornaliera: 20 volte al giorno

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata

Assistenza	E	10.000
Carrello	R	99.000
Effettuazione	R	5.000
Intervento Preventivo	E	5.000
Ordine	E	100.000
OU	R	200.000
Pacco	R	195.000
Riparazione	R	10.000
Spedizione	E	120.000
Unità	E	250.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
OU	R	1	L	Lettura in OU per ricavare il codice dell'ordine associato all'unità
Carrello	R	1	L	Lettura in Carrello per ricavare lo username legato all'ordine e verificare che sia lo stesso che effettua la richiesta
Pacco	R	1	L	Lettura per ricavare il codice della spedizione associata all'unità
Spedizione	E	1	L	Lettura per verificare se l'unità è arrivata o meno
Assistenza	E	2	S	Creazione della tupla in assistenza
Riparazione	R	2	S	L'unità viene associata a questa procedura di assistenza
Intervento Preventivo	E	2	S	Viene creata la tupla relativa all'intervento con orario fornito dal cliente

Effettuazione	R	2	S	L'intervento viene associato alla procedura di assistenza
Totale operazioni elementari eseguite		$1+1+1+1+2+2+2+2 = 12$		
Totale operazioni elementari al giorno		$12 * 20 = 240$		

2. Creazione di un ordine e ricerca delle unità necessarie

2.1 Creazione di un ordine

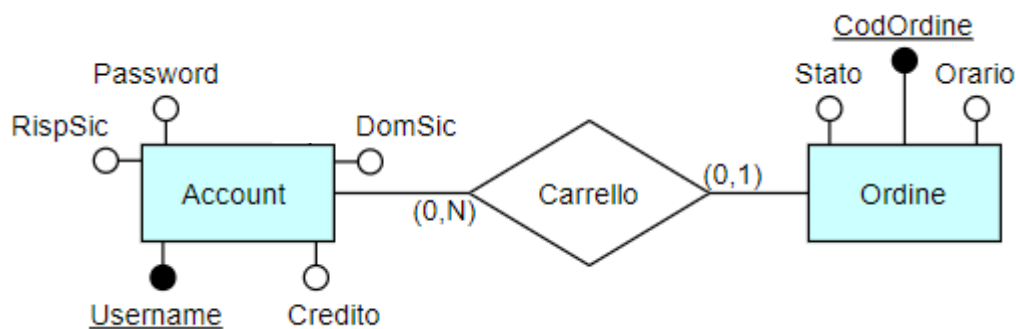
Descrizione: Un utente effettua un ordine

Input: Username

Output: Ordine, Carrello

Frequenza giornaliera: 200 volte al giorno

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Carrello	R	100.000
Ordine	E	100.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Ordine	E	2	S	Creazione dell'ordine
Carrello	R	2	S	Scrittura della tupla in Carrello che collega l'ordine all'account
Totale operazioni elementari eseguite		$2+2 = 4$		
Totale operazioni elementari al giorno		$4*200 = 800$		

2.2 Ricerca delle unità per l'ordine

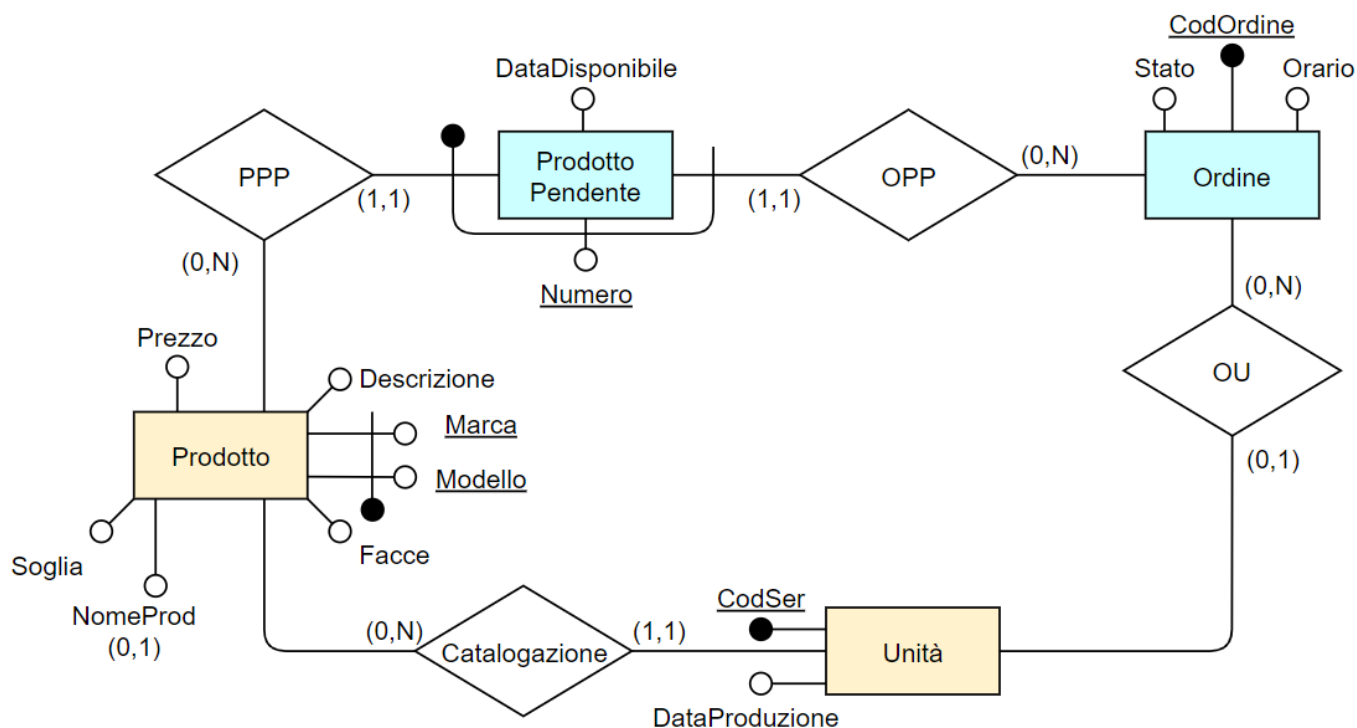
Descrizione: Dopo la creazione di un ordine viene ricercata, per ogni prodotto ordinato, un'unità disponibile in magazzino di quel prodotto. Questa operazione viene ripetuta, all'interno di ciascun ordine, per il numero di singole unità ordinate.

Input: Codice ordine, marca e modello del prodotto

Output: OU oppure Ordine Pendente

Frequenza giornaliera: 400 volte al giorno (2 volte per ciascun ordine in media, 200 ordini al giorno)

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Catalogazione	R	250.000
Contenuto	R	250.000
Lotto	E	2.500
Ordine Pendente	R	5.000
OU	R	200.000
Unità	E	250.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
OPP	R	1	L	Controllo se esiste un'occorrenza in Prodotto Pendente con quell'ordine e quel prodotto ¹
Catalogazione	R	500	L	Lettura in Catalogazione delle unità del prodotto scelto
OU	R	500	L	Si leggono in OU le unità del prodotto scelto, scartando quelle vendute (che quindi sono in OU) ²
Unità	E	100	L	Si cerca l'unità con data di produzione meno recente
Totale operazioni elementari eseguite		$1+500+500+100 = 1.101$		
Totale operazioni elementari al giorno		$1.101*400 = 440.400$		

¹ Se esiste, viene creata una nuova tupla in Prodotto Pendente avente stessi prodotto ed ordine, ma numero incrementato di 1 rispetto alla tupla con quei prodotto ed ordine con valore massimo sull'attributo numero.

² Se tutte le unità cercate sono in OU, vuol dire che nessuna unità è disponibile: l'operazione allora termina con una scrittura in Ordine Pendente.

3. Inserimento di una recensione

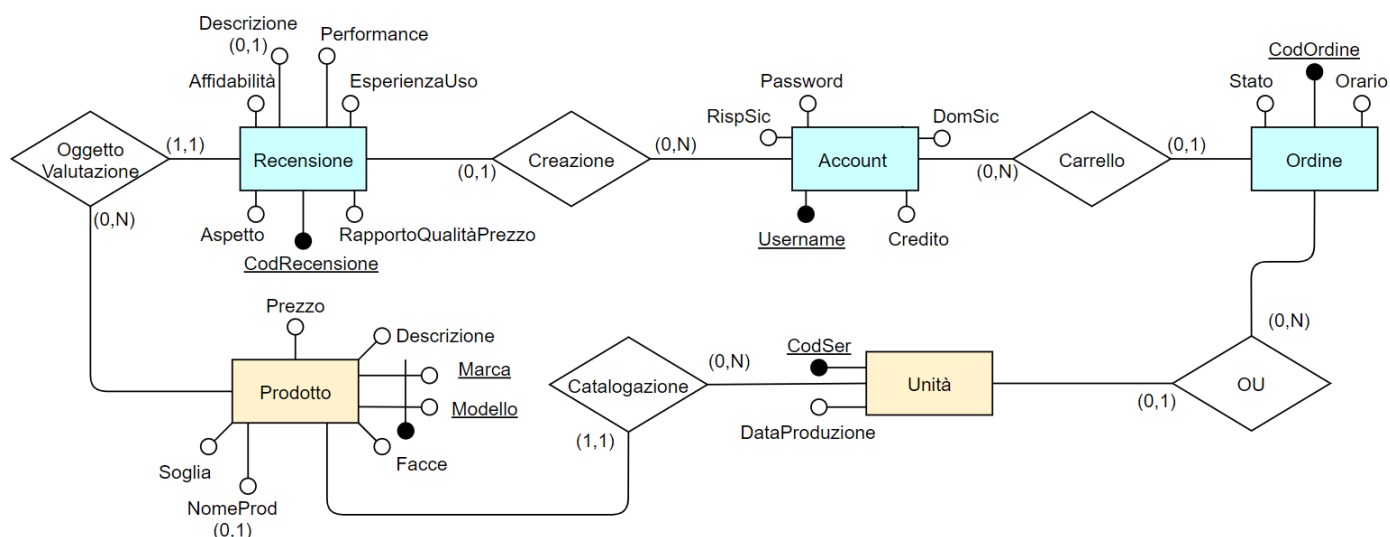
Descrizione: Un utente lascia una recensione su un prodotto; viene fatto un controllo per verificare che l'utente abbia effettivamente acquistato quel prodotto.

Input: Username; affidabilità, performance, esperienza d'uso, aspetto, rapporto qualità-prezzo ed eventuale descrizione (parametri forniti dall'utente); marca e modello del prodotto

Output: Recensione, Oggetto di Valutazione, Creazione

Frequenza giornaliera: 75 volte al giorno

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Creazione	R	10.000
Oggetto Valutazione	R	10.000
Recensione	E	10.000
Carrello	R	99.000
Catalogazione	R	250.000
OU	R	200.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Carrello	R	5	L	Si trovano gli ordini associati all'account (media di 5)
OU	R	10	L	Si trovano le unità associate ai suddetti ordini (2 per ordine in media)

Porzione tavola dei volumi interessata:

Contenuto	R	250.000
Pacco	R	195.000
Storico Stoccaggio	E	2.400

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Storico Stoccaggio	R	2.400	L	Si cercano, tra tutti i lotti, quelli con DataFineStock NULL (cioè ancora in magazzino)
Contenuto	R	48.000 ³	L	Si leggono le unità appartenenti ai lotti non completamente venduti
Pacco	R	48.000 ⁴	L	Si controlla quali unità sono state spedite (cioè hanno una tupla in Pacco)
Storico Stoccaggio	R	8 ⁵	S	Vengono aggiornati, per quei lotti che sono stati venduti oggi, i valori di DataFineStock alla data odierna
Totale operazioni elementari eseguite		2.400+48.000+48.000+8 = 98.408		
Totale operazioni elementari al giorno		98.408*1 = 98.408		

³ Si stima che circa il 20% dei lotti non siano stati completamente venduti: $(2.400 / 5) * 100 = 480$

⁴ $480 * 100$ unità per Lotto = 48.000

⁵ Si stima, a fronte di 200 ordini giornalieri, che circa 4 lotti vengano venduti quotidianamente

5. Richiesta di assistenza virtuale con codice di errore e stampa dei rimedi associati

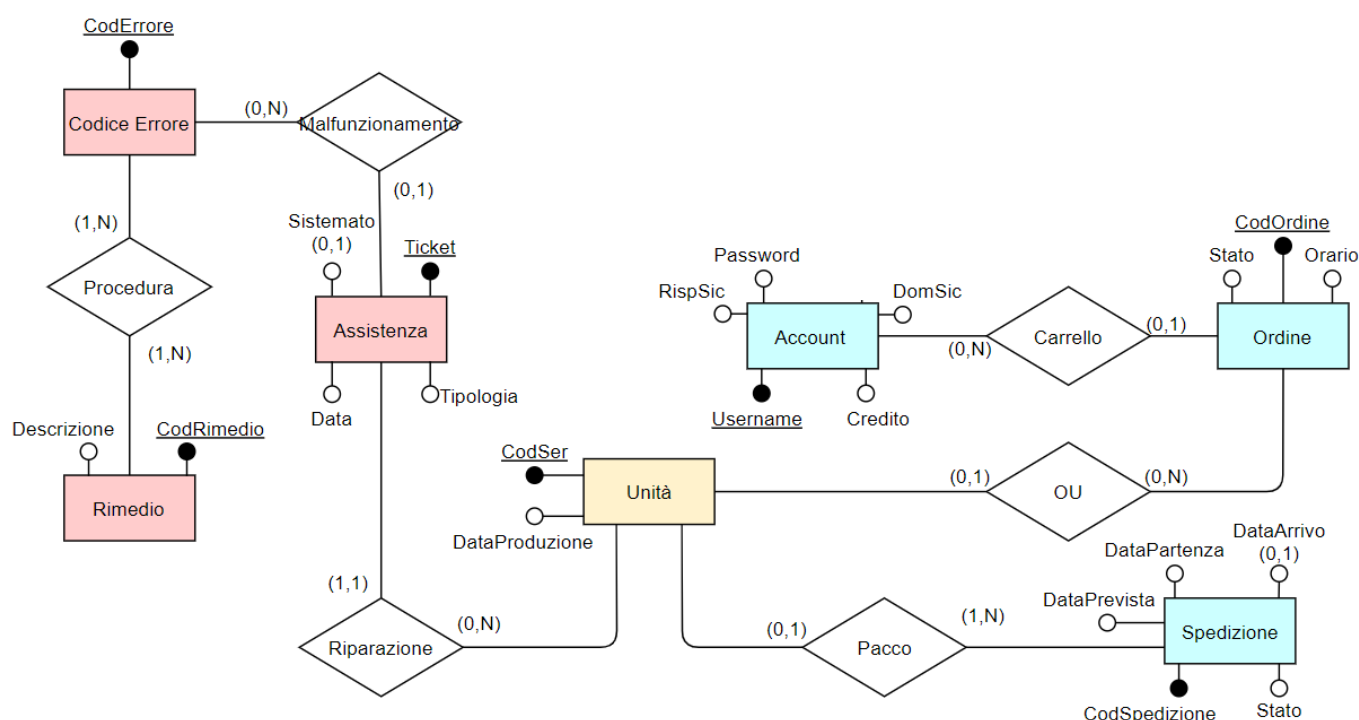
Descrizione: Un utente inizia una procedura di assistenza virtuale fornendo un codice di errore mostrato dal suo dispositivo. Viene fatto un controllo per verificare che l'utente abbia effettivamente acquistato e ricevuto il prodotto.

Input: Codice di errore, codice seriale dell'unità guasta, username dell'utente che fa la richiesta

Output: I rimedi possibili, creazione della tupla in Malfunzionamento ed Assistenza

Frequenza giornaliera: 6 volte al giorno⁶

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Assistenza	E	10.000
Carrello	R	99.000
Malfunzionamento	R	1.500
Pacco	R	195.000
Procedura	R	4.150
Rimedio	E	200
Riparazione	R	10.000
OU	R	200.000

⁶ Circa il 15% degli interventi di assistenza richiesti quotidianamente rientra in questa casistica: a fronte di una stima di 40 nuove richieste al giorno, risultano circa 6 procedure nuove

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
OU	R	1	L	Si recupera il codice dell'ordine associato all'unità
Carrello	R	1	L	Si recupera lo username dell'account che ha effettuato quell'ordine
Pacco	R	1	L	Si ricava la spedizione associata a quell'unità
Spedizione	E	1	L	Si controlla che DataArrivo sia NOT NULL
Assistenza	E	2	S	Viene creata la tupla in Assistenza (il ticket è generato in modo autoincrementale)
Riparazione	R	2	S	Viene creata la tupla in Riparazione
Malfunzionamento	R	2	S	Viene creata l'occorrenza in Malfunzionamento
Procedura	R	5	L	Vengono lette le tuple in Procedura relative al dato codice errore
Rimedio	E	5	L	Vengono letti i rimedi trovati
Totale operazioni elementari eseguite		1+1+1+1+2+2+2+5+5=20		
Totale operazioni elementari al giorno		20 * 6 = 120		

6. Effettuazione di una richiesta di reso

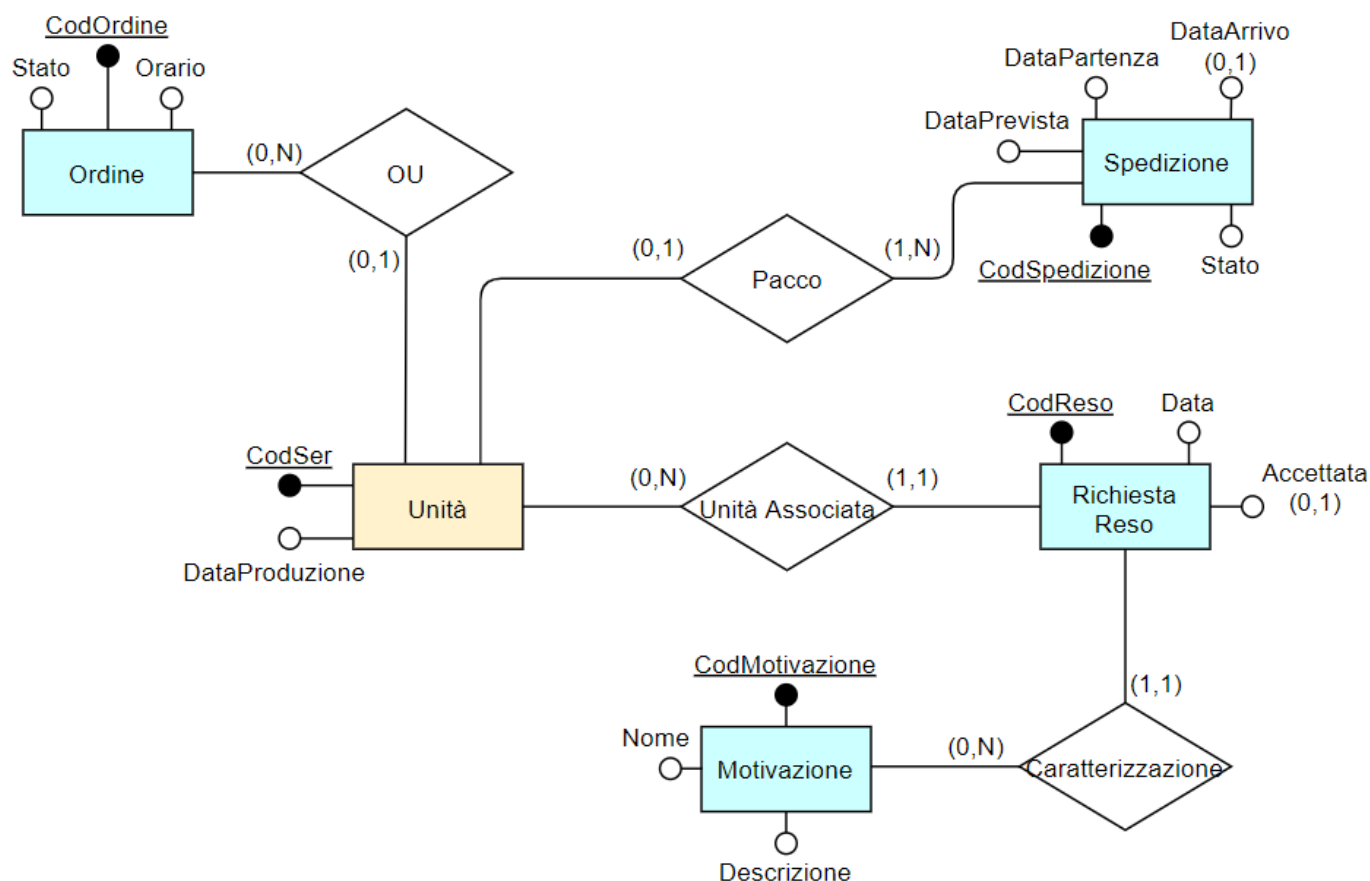
Descrizione: Un utente effettua una richiesta di reso. Viene fatto un controllo per verificare che l'utente abbia effettivamente acquistato e ricevuto il prodotto.

Input: La motivazione fornita dall'utente, il codice seriale dell'unità che vuole rendere, lo username dell'utente

Output: Richiesta reso

Frequenza giornaliera: 25 volte al giorno

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Caratterizzazione	R	6.250
Carrello	R	99.000
Pacco	R	195.000
Richiesta Reso	R	6.250
Unità Associata	E	6.250
OU	R	200.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
OU	R	1	L	Si recupera il codice dell'ordine associato all'unità
Carrello	R	1	L	Si recupera lo username dell'account che ha effettuato quell'ordine
Pacco	R	1	L	Si ricava la spedizione associata a quell'unità
Spedizione	E	1	L	Si controlla che DataArrivo sia NOT NULL
Richiesta Reso	E	2	S	Viene creata la richiesta di reso
Caratterizzazione	R	2	S	Viene creata l'occorrenza in Caratterizzazione
Unità Associata	R	2	S	Viene creata l'occorrenza in Unità Associata
Totale operazioni elementari eseguite		1+1+1+1+2+2+2 = 10		
Totale operazioni elementari al giorno		10*25 = 250		

7. Iscrizione di un utente

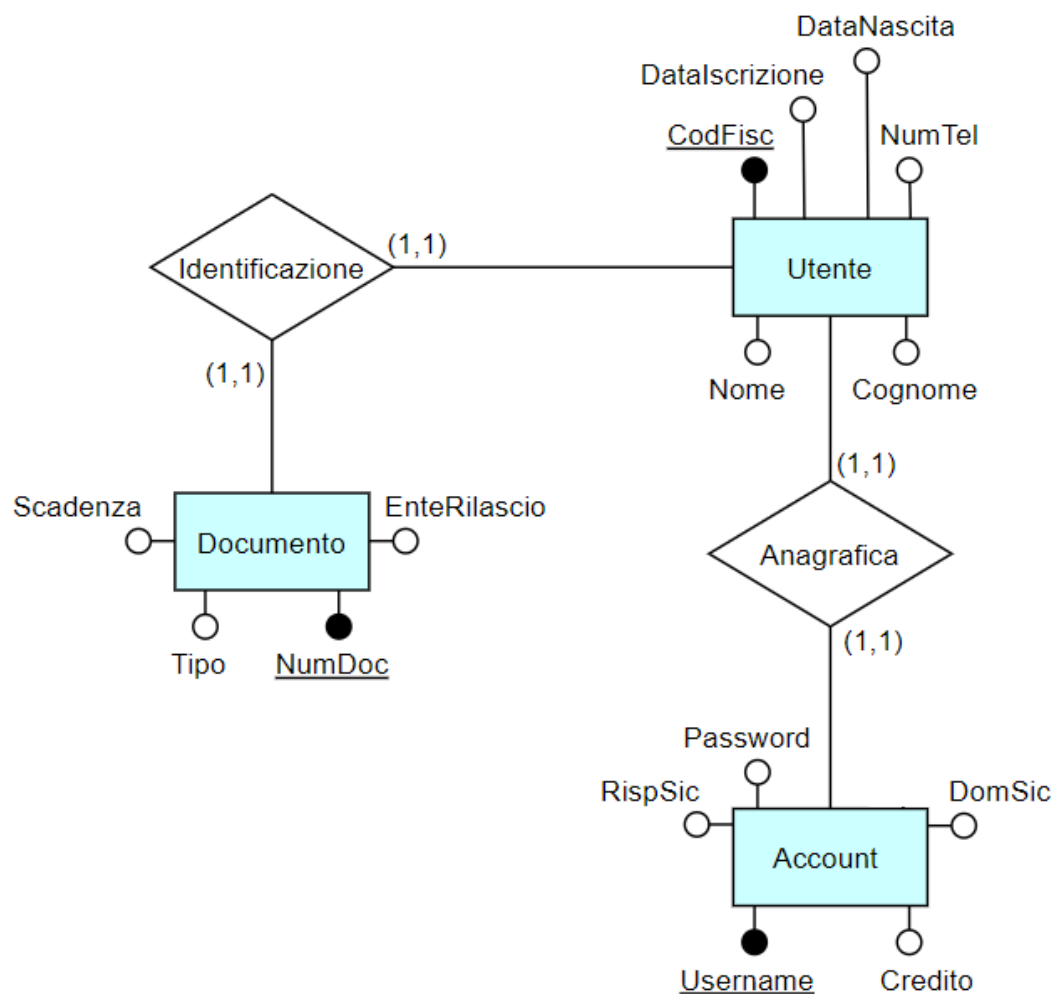
Descrizione: Un utente si iscrive al portale e-commerce dell'azienda.

Input: Tutte le informazioni relative all'utente (codice fiscale, nome, cognome, data di nascita, numero di telefono), al suo documento di riconoscimento (numero, tipo, data di scadenza, ente che lo ha rilasciato), al suo account (username, password, domanda e risposta di sicurezza) e al suo indirizzo (via, numero civico e città); l'indirizzo potrebbe essere già presente, ad esempio se un suo coabitante ha già un account sul sito.

Output: Utente, Documento, Account, Anagrafica, Identificazione

Frequenza giornaliera: 40 volte al giorno

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Account	E	20.000
Anagrafica	R	20.000
Documento	E	20.000
Domicilio	R	20.000
Identificazione	R	20.000
Indirizzo	E	25.275
Utente	E	20.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Utente	L	1	L	Lettura di controllo ⁷
Account	L	1	L	Lettura di controllo
Documento	L	1	L	Lettura di controllo
Utente	E	2	S	Viene memorizzato l'utente
Account	E	2	S	Vengono memorizzate le informazioni sul suo account
Anagrafica	R	2	S	L'account viene collegato all'utente
Documento	E	2	S	Vengono memorizzate le informazioni sul suo documento
Identificazione	R	2	S	Il documento viene collegato all'utente
Indirizzo	E	1	L	Si controlla se l'indirizzo dell'utente è già presente ⁸
Indirizzo	E	2	S	Si scrive l'indirizzo del dell'utente
Domicilio	R	2	S	L'indirizzo viene collegato all'utente
Totale operazioni elementari eseguite		2+2+2+2+2+1+2+2 = 15		
Totale operazioni elementari al giorno		15*40 = 600		

⁷ Si controlla che non siano già presenti nel database un documento, un utente o un account con i valori forniti in input; se anche uno solo già esiste, l'operazione termina

⁸ Se lo è, l'operazione prevede solo la creazione della tupla in Domicilio

8. Inserimento delle unità di un lotto nel database

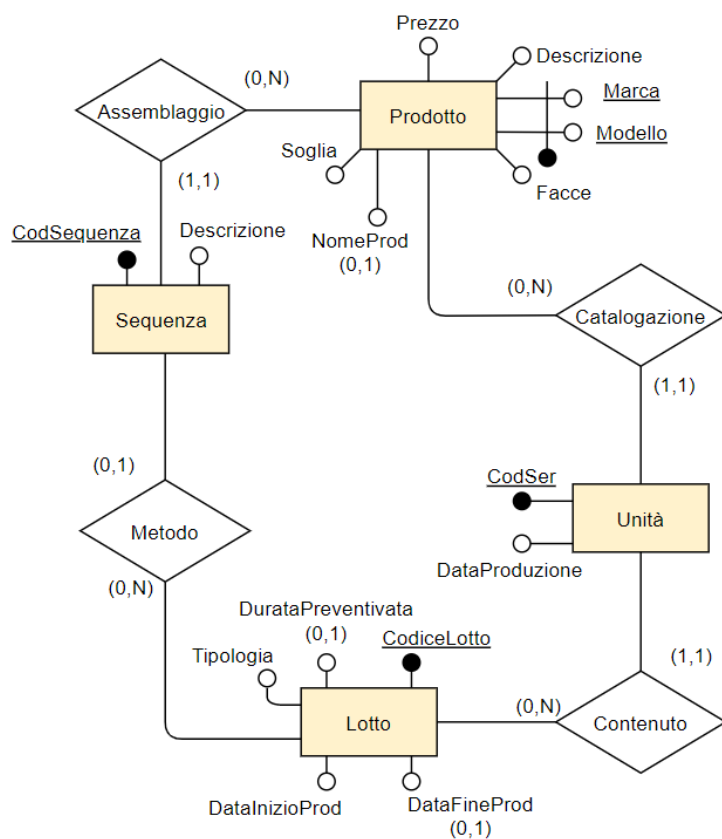
Descrizione: Alla fine della produzione di un lotto, vengono immesse nel database tutte le nuove unità ad esso appartenenti.

Input: Codice del lotto, numero di unità prodotte

Output: Scrittura di tutte le nuove unità

Frequenza giornaliera: 4 volte al giorno

Porzione di diagramma E-R interessata:



Porzione tavola dei volumi interessata:

Lotto	E	2.500
Unità	E	250.000
Contenuto	R	250.000
Metodo	R	2.400
Assemblaggio	R	1.000
Catalogazione	R	250.000

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Lotto	E	1	L	Si controlla che il lotto sia di tipo "nuove" ⁹
Lotto	E	2	S	Viene aggiornata la data di fine produzione alla data odierna
Metodo	R	1	L	Si ricava la sequenza usata per la produzione del lotto
Assemblaggio	R	1	L	Si recuperano modello e marca del prodotto
Unità	E	400	S	Vengono scritte le nuove unità prodotte nel lotto
Catalogazione	R	400	S	Vengono specificati il modello e la marca di queste unità
Contenuto	R	400	S	Le unità vengono associate al lotto
Totale operazioni elementari eseguite		$1+2+1+1+400+400+400 = 1.205$		
Totale operazioni elementari al giorno		$1.205 * 4 = 4.820$		

⁹ Cioè adibito ad includere unità prodotte da zero; se non lo è, l'operazione termina.

5.3 Possibili introduzioni di ridondanze

In questo paragrafo viene fatta un'analisi su alcune possibili introduzioni di ridondanze sulle operazioni, tra quelle descritte sopra, più pesanti in termini di accesso ai dati.

Operazione 3 – Inserimento di una recensione

Si aggiunge la relazione **Acquisto** tra Account e Prodotto.

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Acquisto	R	5	L	Si leggono i prodotti acquistati da un account (stima di 5 in media)
Recensione	E	2	S	Inserimento della recensione
Oggetto Valutazione	R	2	S	Inserimento dell'occorrenza in Oggetto Valutazione
Creazione	R	2	S	Inserimento dell'occorrenza in Creazione
Totale operazioni elementari eseguite		$5+2+2+2 = 11$		
Totale operazioni elementari al giorno		$11 * 30 = 330$		

Aggiornamento della ridondanza

Con una stima di 200 ordini giornalieri, con in media 2 unità per ordine, questo attributo deve essere aggiornato circa 400 volte al giorno (assumendo il peggior caso possibile in cui non si hanno acquisti di prodotti già acquistati in passato).

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Acquisto	R	1	L	Viene controllata la presenza o

				meno della tupla relativa a quel prodotto
Acquisto	R	2	S	Viene scritta la nuova tupla
Totale operazioni elementari eseguite		1+2 = 3		
Totale operazioni elementari al giorno		3*400 = 1.200		

$$f^T = 75$$

$$o^T = 31$$

$$n^T = 75 * 31 = 2.350$$

$$o_{RID}^T = 11$$

$$n_{RID}^T = 75 * 11 = 825$$

$$\Delta_{read} = 2.350 - 825 = 1.525$$

$$g^A = 400$$

$$o^A = 3$$

$$n^A = 400 * 3 = 1.200$$

n^A è < di Δ_{read} perciò conviene mantenere la ridondanza.

Operazione 4 – Aggiornamento di Storico Stoccaggio

Viene aggiunto l'attributo **Data Spedizione** alla relazione Contenuto.

Tavola degli Accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Storico Stoccaggio	R	2.400	L	Si cercano, tra tutti i lotti, quelli con DataFineStock NULL (cioè ancora in magazzino)
Contenuto	R	48.000 ¹⁰	L	Si leggono le unità appartenenti ai lotti non completamente venduti
Storico Stoccaggio	R	8 ¹¹	S	Vengono aggiornati, per quei lotti che sono stati venduti oggi, i valori di DataFineStock alla data odierna
Totale operazioni elementari eseguite		2.400+48.000+8 = 50.408		

¹⁰ Si stima che circa il 20% dei lotti non siano stati completamente venduti: $(2.400 / 5) * 100 = 480$

¹¹ Si stima, a fronte di 200 ordini giornalieri, che circa 4 lotti vengano venduti quotidianamente

Totale operazioni elementari al giorno	50.408*1 = 50.408
--	-------------------

Aggiornamento della ridondanza

A fronte di circa 200 ordini al giorno, si stima un numero di spedizioni al giorno pari a circa il 120% di questo valore, quindi la ridondanza deve essere aggiornata 240 volte al giorno.

Nome costruito	Tipo costruito	Numero operazioni elementari	Tipo	Descrizione
Contenuto	R	2	S	Viene aggiornato il valore di Spedito in Contenuto
Totale operazioni elementari eseguite		2		
Totale operazioni elementari al giorno		2 * 240 = 480		

$$f^T = 1$$

$$o^T = 98.408$$

$$n^T = 1 * 98.408 = 98.408$$

$$o^T_{RID} = 50.408$$

$$n^T_{RID} = 1 * 50.408 = 50.408$$

$$\Delta_{read} = 98.408 - 50.408 = 48.000$$

$$g^A = 240$$

$$o^A = 2$$

$$n^A = 2 * 240 = 480$$

n^A è < di Δ_{read} perciò conviene nettamente mantenere la ridondanza.

6. Progettazione Logica

6.1 Schema Logico

ACCOUNT (Username, DomSic, RispSic, Password, Credito, Utente)

ACQUISTO(Account, ModelloProd, MarcaProd)

APPLICAZIONE (EstGaranzia, ModelloProd, MarcaProd)

AREA GEOGRAFICA (CodArea, CentroRip)

ASSISTENZA (Ticket, Sistemato, Data, Tipologia, Unità, Casistica, CodiceErrore)

AUTODIAGNOSI (CodDiagnosi, Testo, Ordine, Casistica, NextSì, NextNo)

CAMPIONE (Operaio, OperazioneSig, TempoMed, TempoMax, TempoMin)

CARATTERISTICA (CodCaratteristica, ElemGiunzione, Descrizione, Valore, UDM)

CASISTICA (CodCasistica, Testo)

CENTRO RIPARAZIONE (CodCentro, Via, NumCivico, Città)

CODICE ERRORE (CodErrore, ModelloProd, MarcaProd, Guasto)

CODICE POSTALE (CAP, AreaGeografica)

COINVOLGIMENTO (Guasto, Parte)

COMPOSIZIONE (Parte, Materiale, Quantità)

COPERTURA (EstensioneGaranzia, Guasto)
 DIAGNOSTICA (Intervento, Guasto)
 DOCUMENTO (NumDoc, Tipo, Scadenza, EnteRilascio)
 ELEMENTO GIUNZIONE (CodGiunzione, Tipo)
 ESECUZIONE (Operazione, Ordine, Sequenza, Stazione, Linea)
 ESTENSIONE GARANZIA (CodEstensione, Costo, Mesi)
 FISSAGGIO (Operazione, Giunzione)
 GUASTO (CodGuasto, Nome, Descrizione)
 HUB (CodiceHub, Via, NumCivico, Città)
 INCREMENTO (Unità, EstGaranzia, DataInizio)
 INDIRIZZO (Via, NumCivico, Città, CAP)
 INTERVENTO PREVENTIVO (Ticket, Accettato, Preventivo, DataPrev, OrarioPrev, Tecnico)
 INTERVENTO RIPARATIVO (Ticket, DataRip, OrarioRip, Tecnico, CentroRip)
 LINEA PRODUZIONE (CodLinea, Sede, T)
 LOG (UnitàResa, Test, Parte, Successo)
 LOTTO (CodiceLotto, DurataPreventivata, DataInizioProd, DataFineProd, Tipologia, Linea, Sequenza)
 MAGAZZINO (CodMagazzino, Capienza, Predisposizione)
 MATERIALE (NomeMateriale, ValoreAlKg)
 MOTIVAZIONE (CodMotivazione, Nome, Descrizione)
 OPERAIO (ID, Nome, Cognome, DataNascita)
 OPERAZIONE (CodiceOp, NomeOp, Durata, FacciaOp, FacciaAppoggio, OperazioneSignificativa, Parte)
 OPERAZIONE SIGNIFICATIVA (CodiceOpSig, NomeOpSig)
 ORDINE (CodOrdine, Orario, Stato, Account, Via, NumCivico, Città)
 ORDINE PARTI (CodOrdParti, Data, DataConsPrev, DataConsEff, Ticket)
 PARTE (CodParte, NomeParte, Prezzo, Peso, CoeffSvalutazione, PercentualeSost)
 PERTINENZA (Operazione, ModelloProd, MarcaProd)
 PROBLEMA (Casistica, ModelloProd, MarcaProd)
 PROCEDURA (CodiceErrore, Rimedio)
 PRODOTTO (Modello, Marca, Soglia, Facce, Prezzo, NomeProd, Descrizione, ModelloOriginale, MarcaOriginale)
 PRODOTTO PENDENTE (ModelloProd, MarcaProd, Ordine, Numero, DataDisponibile)
 RECENSIONE (CodRecensione, ModelloProd, MarcaProd, Account, Affidabilità, EsperienzaUso, Performance, Aspetto, RapportoQualitaPrezzo, Descrizione)
 RICAMBIO (OrdineParti, Parte, Numero)
 RICEVUTA (CodRicevuta, Costo, VociDiCosto, ModPagamento, Ticket)
 RICHIESTA RESO (CodReso, Accettata, Data, Unità, Motivazione)
 RIMEDIO (CodRimedio, Descrizione)
 SEQUENZA (CodSequenza, Descrizione, ModelloProd, MarcaProd)
 SOSTITUZIONE (Parte, UnitàRicondizionata, Numero)
 SPEDIZIONE (CodSpedizione, DataPartenza, DataArrivo, DataPrevista, Stato, Ordine)
 STAZIONE (NumStazione, Linea, Operaio)
 STORICO STOCCAGGIO (Lotto, Magazzino, Area, DataInizioStock, DataFineStock)
 STRUMENTO (Operazione, Utensile)
 STRUTTURA (Parte, ModelloProd, MarcaProd, Numero)
 SUCCESSIONE (Operazione, Ordine, Sequenza)
 TECNICO (Matricola, AreaGeografica, CostoManodopera, DataNascita)
 TEST (CodiceTest, Nome, Ordine, TestPadre, ModelloProd, MarcaProd)
 TRACKING (Spedizione, Hub, DataTransito)
 UNITÀ (CodSer, DataProduzione, DataSpedizione, ModelloProd, MarcaProd, Lotto, Spedizione, Ordine)
 UNITÀ PERSA (CodPersa, Orario, NumStazione, Linea, Lotto)

UNITÀ RESA (Unità, DataStoccaggio, Lotto)

UNITÀ RICONDIZIONATA (Unità, Categoria, Prezzo)

UTENSILE (NomeUtensile)

UTENTE (CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, DataIscrizione, NumTel, Via, NumCivico, Città, Documento)

VINCOLO (OpPrecedente, OpSuccessiva, Peso)

6.2 Vincoli di integrità referenziale

- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Utente di ACCOUNT e l'attributo CodFisc di UTENTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo EstGaranzia di APPLICAZIONE e l'attributo CodEstensione di ESTENSIONE GARANZIA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di APPLICAZIONE e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di APPLICAZIONE e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo CentroRip di AREA GEOGRAFICA e l'attributo CodCentro di CENTRO RIPARAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Unità di ASSISTENZA e l'attributo CodSer di UNITA'
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Casistica di ASSISTENZA e l'attributo CodCasistica di CASISTICA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo CodiceErrore di ASSISTENZA e l'attributo CodErrore di CODICE ERRORE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Casistica di AUTODIAGNOSI e l'attributo CodCasistica di CASISTICA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NextSì di AUTODIAGNOSI e l'attributo CodDiagnosi di AUTODIAGNOSI
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NextNo di AUTODIAGNOSI e l'attributo CodDiagnosi di AUTODIAGNOSI
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operaio di CAMPIONE e l'attributo ID di OPERAIO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo OperazioneSig di CAMPIONE e l'attributo CodiceOpSig di OPERAZIONE SIGNIFICATIVA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ElemGiunzione di CARATTERISTICA e l'attributo CodGiunzione di ELEMENTO GIUNZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Via di CENTRO RIPARAZIONE e l'attributo Via di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NumCivico di CENTRO RIPARAZIONE e l'attributo NumCivico di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Città di CENTRO RIPARAZIONE e l'attributo Città di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Guasto di CODICE ERRORE e l'attributo CodGuasto di GUASTO

- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di CODICE ERRORE e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di CODICE ERRORE e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo AreaGeografica di CODICE POSTALE e l'attributo CodArea di AREA GEOGRAFICA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Guasto di COINVOLGIMENTO e l'attributo CodGuasto di GUASTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di COINVOLGIMENTO e l'attributo CodParte di PARTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di COMPOSIZIONE e l'attributo CodParte di PARTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Materiale di COMPOSIZIONE e l'attributo NomeMateriale di MATERIALE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo EstensioneGaranzia di COPERTURA e l'attributo CodEstensione di ESTENSIONE GARANZIA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Intervento di DIAGNOSTICA e l'attributo Ticket di INTERVENTO PREVENTIVO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Guasto di DIAGNOSTICA e l'attributo CodGuasto di GUASTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operazione di ESECUZIONE e l'attributo Operazione di SUCCESSIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ordine di ESECUZIONE e l'attributo Ordine di SUCCESSIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Sequenza di ESECUZIONE e l'attributo Sequenza di SUCCESSIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Stazione di ESECUZIONE e l'attributo NumStazione di STAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo LineaProd di ESECUZIONE e l'attributo Linea di STAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operazione di FISSAGGIO e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Giunzione di FISSAGGIO e l'attributo CodGiunzione di ELEMENTO GIUNZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ClasseGuasto di GUASTO e l'attributo CodClasseGuasto di CLASSE GUASTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Via di HUB e l'attributo Via di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NumCivico di HUB e l'attributo NumCivico di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Città di HUB e l'attributo Città di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Unità di INCREMENTO e l'attributo CodSer di UNITA'
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo EstensioneGaranzia di INCREMENTO e l'attributo CodEstensione di ESTENSIONE GARANZIA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo CodicePostale di INDIRIZZO e l'attributo CAP di CODICE POSTALE

- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ticket di INTERVENTO PREVENTIVO e l'attributo Ticket di ASSISTENZA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Tecnico di INTERVENTO PREVENTIVO e l'attributo Matricola di TECNICO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ticket di INTERVENTO RIPARATIVO e l'attributo Ticket di INTERVENTO PREVENTIVO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Tecnico di INTERVENTO RIPARATIVO e l'attributo Matricola di TECNICO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo UnitàResa di LOG e l'attributo Unità di UNITA' RESA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Test di LOG e l'attributo CodiceTest di TEST
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di LOG e l'attributo CodParte di PARTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Linea di LOTTO e l'attributo CodLinea di LINEA PRODUZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Sequenza di LOTTO e l'attributo CodSequenza di SEQUENZA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo OperazioneSignificativa di OPERAZIONE e l'attributo CodiceOpSig di OPERAZIONE SIGNIFICATIVA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di OPERAZIONE e l'attributo CodParte di PARTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Account di ORDINE e l'attributo Username di ACCOUNT
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Via di ORDINE e l'attributo Via di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NumCivico di ORDINE e l'attributo NumCivico di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Città di ORDINE e l'attributo Città di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ticket di ORDINE PARTI e l'attributo Ticket di INTERVENTO RIPARATIVO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ordine di PRODOTTO PENDENTE e l'attributo CodOrdine di ORDINE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di PRODOTTO PENDENTE e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di PRODOTTO PENDENTE e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operazione di PERTINENZA e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di PERTINENZA e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di PERTINENZA e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Casistica di PROBLEMA e l'attributo CodCasistica di CASISTICA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di PROBLEMA e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di PROBLEMA e l'attributo Marca di PRODOTTO

- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo CodiceErrore di PROCEDURA e l'attributo CodErrore di CODICE ERRORE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Rimedio di PROCEDURA e l'attributo CodRimedio di RIMEDIO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloOriginale di PRODOTTO e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaOriginale di PRODOTTO e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di RECENSIONE e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di RECENSIONE e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Account di RECENSIONE e l'attributo Username di ACCOUNT
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di RICAMBIO e l'attributo CodParte di PARTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo OrdineParti di RICAMBIO e l'attributo CodOrdParti di ORDINE PARTI
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ticket di RICEVUTA e l'attributo Ticket di INTERVENTO RIPARATIVO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Unità di RICHIESTA RESO e l'attributo CodSer di UNITA'
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Motivazione di RICHIESTA RESO e l'attributo CodMotivazione di MOTIVAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di SEQUENZA e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di SEQUENZA e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di SOSTITUZIONE e l'attributo CodParte di PARTE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo UnitàRicondizionata di SOSTITUZIONE e l'attributo Unità di UNITA' RICONDIZIONATA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ordine di SPEDIZIONE e l'attributo CodOrdine di ORDINE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Linea di STAZIONE e l'attributo CodLinea di LINEAPRODUZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Lotto di STORICO STOCCAGGIO e l'attributo CodiceLotto di LOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Magazzino di STORICO STOCCAGGIO e l'attributo CodMagazzino di MAGAZZINO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operazione di STRUMENTO e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Utensile di STRUMENTO e l'attributo NomeUtensile di UTENSILE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Parte di STRUTTURA e l'attributo CodParte di PARTE

- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di STRUTTURA e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di STRUTTURA e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operazione di SUCCESSIONE e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Sequenza di SUCCESSIONE e l'attributo CodSequenza di SEQUENZA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo AreaGeografica di TECNICO e l'attributo CodArea di AREA GEOGRAFICA
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di TEST e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di TEST e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo TestPadre di TEST e l'attributo CodiceTest di TEST
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Spedizione di TRACKING e l'attributo CodSpedizione di SPEDIZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Hub di TRACKING e l'attributo CodiceHub di HUB
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo ModelloProd di UNITA' e l'attributo Modello di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo MarcaProd di UNITA' e l'attributo Marca di PRODOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Lotto di UNITA' e l'attributo CodiceLotto di LOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Spedizione di UNITA' e l'attributo CodSpedizione di SPEDIZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Ordine di UNITA' e l'attributo CodOrdine di ORDINE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Operazione di UNITA' PERSA e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Linea di UNITA' PERSA e l'attributo Linea di STAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NumeroStazione di UNITA' PERSA e l'attributo NumStazione di STAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Lotto di UNITA' PERSA e l'attributo CodiceLotto di LOTTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Unità di UNITA' RESA e l'attributo CodSer di UNITA'
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Unità di UNITA' RICONDIZIONATA e l'attributo CodSer di UNITA'
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Via di UTENTE e l'attributo Via di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo NumCivico di UTENTE e l'attributo NumCivico di INDIRIZZO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Città di UTENTE e l'attributo Città di INDIRIZZO

- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Documento di UTENTE e l'attributo NumDoc di DOCUMENTO
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo OperazionePrec di VINCOLO e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo OperazioneSucc di VINCOLO e l'attributo CodiceOp di OPERAZIONE
- Esiste un vincolo di integrità referenziale tra l'attributo Lotto di UNITA' RESA e l'attributo CodiceLotto di LOTTO

6.3 Vincoli di integrità generici

1. Un'operazione non può agire su una faccia che il prodotto a cui si riferisce non ha.
2. I parametri numerici relativi ad una recensione devono essere naturali compresi tra 1 e 5.
3. Un utente deve avere un'età compresa tra 18 e 120.
4. Lo stato di un ordine passa attraverso i seguenti valori: ["In processazione", "In preparazione", "Spedito", "Evaso"]. Un ordine deve necessariamente seguire la precedente sequenza di stati.
5. Lo stato di una spedizione deve essere: ["Spedita", "In transito", "In consegna", "Consegnata"]. Una spedizione deve necessariamente seguire la precedente sequenza di stati.
6. Per ciascuna stazione di montaggio, la somma delle durate di tutte le operazioni eseguite su di essa non può superare il T della linea di produzione cui la stazione appartiene.
7. La faccia su cui poggia il prodotto nella postazione di montaggio non può essere la stessa su cui viene fatta l'operazione.
8. La tipologia di assistenza deve essere coerente con la procedura ad essa associata.
9. La data di un ordine delle parti non può essere posta prima dell'intervento preventivo e neanche dopo la consegna (prevista e effettiva) di esse.
10. La capienza di un magazzino deve essere positiva.
11. Un tecnico non può effettuare più interventi nello stesso orario.
12. Una modalità di pagamento deve rientrare nei seguenti campi: ["Contanti", "Carta di debito", "Carta di credito", "Assegno", "Bonifico"].
13. Il costo di un intervento non può essere maggiore del 150% del preventivo ad esso relativo.
14. Un utente deve aver acquistato il prodotto prima di recensirlo.
15. Se l'utente fa una richiesta di reso su un prodotto che gli è arrivato fino a 30 giorni prima, la richiesta è automaticamente accettata per il diritto di recesso, a patto che il cliente lo specifichi come motivazione.
16. Per fare un intervento riparativo, il preventivo deve essere accettato.
17. Il prezzo di un'unità ricondizionata non può essere maggiore del prezzo di listino dell'unità nuova.
18. Se un tipo di prodotto ricondizionato prevede una suddivisione in due categorie (una che include le unità che hanno anche ricevuto un ricondizionamento estetico, l'altra quelle che non lo hanno ricevuto), le unità della prima categoria devono avere un prezzo inferiore a quello di listino del prodotto, ma superiore a quelle della seconda categoria.
19. Il documento dell'utente non deve essere scaduto.
20. Un prodotto non può essere prodotto in una data posteriore alla data odierna.
21. Il prezzo di una parte non può essere inferiore alla somma dei prezzi complessivi dei materiali che la compongono (relativi alla loro quantità).
22. Un operaio deve avere almeno 18 anni.
23. Un tecnico deve avere almeno 18 anni.
24. Una spedizione non può arrivare a destinazione prima di essere partita.

25. Nel processo di tracking ogni data che viene inserita non deve essere precedente alle date già presenti relative alla stessa spedizione.
26. Un tecnico non può avere un costo di manodopera minore di 15€ all'ora.
27. Quando si effettua una procedura di assistenza virtuale, non è possibile eseguire sia una procedura con codice di errore che una con autodiagnosi (almeno non con lo stesso ticket).
28. Quando viene eliminato un tecnico dal database, gli interventi e gli ordini di parti da lui/lei effettuati rimangono nel database.
29. Quando viene eliminato un operaio dal database vengono eliminate le informazioni riguardanti le tempistiche di tutte le operazioni significative a lui/lei associate.
30. Un'unità non può essere persa fuori dal tempo di produzione del lotto a cui appartiene.
31. I tempi minimo, medio e massimo di esecuzione del set di operazioni campione da parte di un operaio devono essere positivi. I tempi minimo, massimo e medio campionati devono essere coerenti.
32. Il valore della misura nella caratteristica di un elemento di giunzione deve essere positivo.
33. Quando si vuole rimuovere dal database una certa formula di estensione di garanzia, essa non deve essere attualmente attiva su nessuna unità.
34. Il valore al chilogrammo di un materiale deve essere una quantità positiva.
35. La durata di un'operazione deve essere una quantità positiva.
36. Il credito di un utente non può essere negativo
37. Un'assistenza può essere solo virtuale o fisica.
38. Un documento fornito dall'utente deve essere una carta d'identità, una patente di guida o un passaporto.
39. Una formula di estensione di garanzia deve avere un costo ed un numero di mesi positivi.
40. La quantità di un materiale in una parte deve essere positiva.
41. Gli attributi di una parte di un prodotto devono essere coerenti.
42. Ogni unità ricondizionata può appartenere alla categoria A o alla categoria B o a nessuna delle due.
43. Le parti sostituite in un'unità ricondizionata devono far parte della struttura di quel prodotto.
44. Le date di un lotto devono essere coerenti.
45. Un'unità non può essere sottoposta ad alcuna procedura di assistenza se c'è su di essa una richiesta di reso accettata oppure in fase di valutazione da parte dell'azienda.
46. Un'unità non può essere sottoposta a più di una richiesta di reso allo stesso tempo.
47. Un'unità non può avere una data di produzione diversa da quella del lotto a cui appartiene.
48. Un'operazione non può comparire in una sequenza di assemblaggio di un prodotto rispetto al quale essa non è pertinente.
49. Un ordine di parti di ricambio non può essere effettuato prima che il cliente abbia accettato il preventivo di riparazione.

7. Normalizzazione

Verifichiamo che tutte le relazioni da noi create risultino essere in forma normale di Boyce-Codd. Essendo questo un obiettivo che ci siamo posti fin dall'inizio della progettazione, abbiamo spesso scollegato concetti diversi, che pure sarebbe stato possibile unire, al fine di minimizzare questo procedimento. Nelle entità dove abbiamo introdotto, per richiesta del testo o per scelta, un codice, spesso si ha una dipendenza funzionale tra tutti gli altri attributi della tabella ed il codice stesso: in questo caso omettiamo la specificazione della dipendenza, che non viola la forma normale di Boyce-Codd.

ACCOUNT (Username, DomSic, RispSic, Password, Credito, Utente)

Username -> DomSic, RispSic, Password, Credito, Utente

Utente -> Username, DomSic, RispSic, Password, Credito

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd. Ci sono infatti due dipendenze funzionali, ma in entrambe compare una chiave della relazione a sinistra.

ACQUISTO(Account, ModelloProd, MarcaProd)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

APPLICAZIONE (EstGaranzia, ModelloProd, MarcaProd)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

AREA GEOGRAFICA (CodArea, CentroRip)

CodArea -> CentroRip

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

ASSISTENZA (Ticket, Sistemato, Data, Tipologia, Unità, Casistica, CodiceErrore)

Ticket -> Sistemato, Data, Tipologia, Unità, Casistica, CodiceErrore

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

AUTODIAGNOSI (CodDiagnosi, Testo, Ordine, Casistica, NextSì, NextNo)

CodDiagnosi -> Testo, Ordine, Casistica, NextSì, NextNo

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

CAMPIONE (Operaio, OperazioneSig, TempoMed, TempoMax, TempoMin)

Operaio, OperazioneSig -> TempoMed, TempoMax, TempoMin

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

CARATTERISTICA (CodCaratteristica, ElemGiunzione, Descrizione, Valore, UDM)

CodCaratteristica, ElemGiunzione -> Descrizione, Valore, UDM

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

CASISTICA (CodCasistica, Testo)

CodCasistica -> Testo

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

CENTRO RIPARAZIONE (CodCentro, Via, NumCivico, Città)

CodCentro -> Via, NumCivico, Città

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

CODICE ERRORE (CodErrore, ModelloProd, MarcaProd, Guasto)

CodErrore -> ModelloProd, MarcaProd, Guasto

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

CODICE POSTALE (CAP, AreaGeografica)

CAP -> AreaGeografica

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

COINVOLGIMENTO (Guasto, Parte)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

COMPOSIZIONE (Parte, Materiale, Quantità)

Parte, Materiale -> Quantità

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

COPERTURA (EstensioneGaranzia, Guasto)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

DIAGNOSTICA (Intervento, Guasto)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

DOCUMENTO (NumDoc, Tipo, Scadenza, EnteRilascio)

NumDoc -> Tipo, Scadenza, EnteRilascio

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

ELEMENTO GIUNZIONE (CodGiunzione, Tipo)

CodGiunzione -> Tipo

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

ESECUZIONE (Operazione, Ordine, Sequenza, Stazione, Linea)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

ESTENSIONE GARANZIA (CodEstensione, Costo, Mesi)

CodEstensione -> Costo, Mesi

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

FISSAGGIO (Operazione, Giunzione)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

GUASTO (CodGuasto, Nome, Descrizione)

CodGuasto -> Nome, Descrizione

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

HUB (CodiceHub, Via, NumCivico, Città)

CodiceHub -> Via, NumCivico, Città

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

INCREMENTO (Unità, EstGaranzia, DataInizio)

Unità, EstGaranzia -> DataInizio

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

INDIRIZZO (Via, NumCivico, Città, CAP)

Via, NumCivico, Città -> CAP

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

INTERVENTO PREVENTIVO (Ticket, Accettato, Preventivo, DataPrev, OrarioPrev, Tecnico)

Ticket -> Accettato, Preventivo, DataPrev, OrarioPrev, Tecnico

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

INTERVENTO RIPARATIVO (Ticket, DataRip, OrarioRip, Tecnico, CentroRip)

Ticket -> DataRip, OrarioRip, Tecnico, CentroRip

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

LINEA PRODUZIONE (CodLinea, Sede, T)

CodLinea -> Sede, T

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

LOG (UnitàResa, Test, Parte, Successo)

UnitàResa, Test, Parte -> Successo

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

LOTTO (CodiceLotto, DurataPreventivata, DataInizioProd, DataFineProd, Tipologia, Linea, Sequenza)

CodiceLotto -> DurataPreventivata, DataInizioProd, DataFineProd, Tipologia, Linea, Sequenza

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

MAGAZZINO (CodMagazzino, Capienza, Predisposizione)

CodMagazzino -> Capienza, Predisposizione

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

MATERIALE (NomeMateriale, ValoreAlKg)

NomeMateriale -> ValoreAlKg

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

MOTIVAZIONE (CodMotivazione, Nome, Descrizione)

CodMotivazione -> Nome, Descrizione

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

OPERAIO (ID, Nome, Cognome, DataNascita)

ID -> Nome, Cognome, DataNascita

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

OPERAZIONE (CodiceOp, NomeOp, Durata, FacciaOp, FacciaAppoggio, OperazioneSignificativa, Parte)

CodiceOp -> NomeOp, Durata, FacciaOp, FacciaAppoggio, OperazioneSignificativa, Parte

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

OPERAZIONE SIGNIFICATIVA (CodiceOpSig, NomeOpSig)

CodiceOpSig -> NomeOpSig

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

ORDINE (CodOrdine, Orario, Stato, Account, Via, NumCivico, Città)

CodOrdine -> Orario, Stato, Account, Via, NumCivico, Città

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

ORDINE PARTI (CodOrdParti, Data, DataConsPrev, DataConsEff, Ticket)

CodOrdParti -> Data, DataConsPrev, DataConsEff, Ticket

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

PARTE (CodParte, NomeParte, Prezzo, Peso, CoeffSvalutazione, PercentualeSost)

CodParte -> NomeParte, Prezzo, Peso, CoeffSvalutazione, PercentualeSost

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

PERTINENZA (Operazione, ModelloProd, MarcaProd)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

PROBLEMA (Casistica, ModelloProd, MarcaProd)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

PROCEDURA (CodiceErrore, Rimedio)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

PRODOTTO (Modello, Marca, Soglia, Facce, Prezzo, NomeProd, Descrizione, ModelloOriginale, MarcaOriginale)

Modello, Marca -> Soglia, Facce, Prezzo, NomeProd, Descrizione, ModelloOriginale, MarcaOriginale

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

PRODOTTO PENDENTE (ModelloProd, MarcaProd, Ordine, Numero, DataDisponibile)

ModelloProd, MarcaProd, Ordine -> Numero, DataDisponibile

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

RECENSIONE (CodRecensione, ModelloProd, MarcaProd, Account, Affidabilità, EsperienzaUso, Performance, Aspetto, RapportoQualitaPrezzo, Descrizione)

CodRecensione -> ModelloProd, MarcaProd, Account, Affidabilità, EsperienzaUso, Performance, Aspetto, RapportoQualitaPrezzo, Descrizione

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

RICAMBIO (OrdineParti, Parte, Numero)

OrdineParti, Parte -> Numero

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

RICEVUTA (CodRicevuta, Costo, VociDiCosto, ModPagamento, Ticket)

CodRicevuta -> Costo, VociDiCosto, ModPagamento, Ticket

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

RICHIESTA RESO (CodReso, Accettata, Data, Unità, Motivazione)

CodReso -> Accettata, Data, Unità, Motivazione

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

RIMEDIO (CodRimedio, Descrizione)

CodRimedio -> Descrizione

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

SEQUENZA (CodSequenza, Descrizione, ModelloProd, MarcaProd)

CodSequenza -> Descrizione, ModelloProd, MarcaProd

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

SOSTITUZIONE (Parte, UnitàRicondizionata, Numero)

Parte, UnitàRicondizionata -> Numero

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

SPEDIZIONE (CodSpedizione, DataPartenza, DataArrivo, DataPrevista, Stato, Ordine)

CodSpedizione -> DataPartenza, DataArrivo, DataPrevista, Stato, Ordine

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

STAZIONE (NumStazione, Linea, Operaio)

NumStazione, Linea -> Operaio

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

STORICO STOCCAGGIO (Lotto, Magazzino, Area, DataInizioStock, DataFineStock)

Lotto, Magazzino -> Area, DataInizioStock, DataFineStock

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

STRUMENTO (Operazione, Utensile)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

STRUTTURA (Parte, ModelloProd, MarcaProd, Numero)

Parte, ModelloProd, MarcaProd -> Numero

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

SUCCESSIONE (Operazione, Ordine, Sequenza)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

TECNICO (Matricola, AreaGeografica, CostoManodopera, DataNascita)

Matricola -> AreaGeografica, CostoManodopera, DataNascita

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

TEST (CodiceTest, Nome, Ordine, TestPadre, ModelloProd, MarcaProd)

CodiceTest -> Nome, Ordine, TestPadre, ModelloProd, MarcaProd

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

TRACKING (Spedizione, Hub, DataTransito)

Spedizione, Hub -> DataTransito

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

UNITÀ (CodSer, DataProduzione, DataSpedizione, ModelloProd, MarcaProd, Lotto, Spedizione, Ordine)

CodSer -> DataProduzione, DataSpedizione, ModelloProd, MarcaProd, Lotto, Spedizione, Ordine

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

UNITÀ PERSA (CodPersa, Orario, NumStazione, Linea, Lotto)

CodPersa -> Orario, NumStazione, Linea, Lotto

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

UNITÀ RESA (Unità, DataStoccaggio, Lotto)

Unità -> DataStoccaggio, Lotto

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

UNITÀ RICONDIZIONATA (Unità, Categoria, Prezzo)

Unità -> Categoria, Prezzo

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

UTENSILE (NomeUtensile)

Non ci sono dipendenze funzionali all'interno della relazione.

UTENTE (CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, DataIscrizione, NumTel, Via, NumCivico, Città, Documento)

CodFiscale -> Nome, Cognome, DataNascita, DataIscrizione, NumTel, Via, NumCivico, Città, Documento

Documento -> CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, DataIscrizione, NumTel, Via, NumCivico, Città

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd. Ci sono infatti due dipendenze funzionali, ma in entrambe compare una chiave della relazione a sinistra.

VINCOLO (OpPrecedente, OpSuccessiva, Peso)

OpPrecedente, OpSuccessiva -> Peso

La relazione è in forma normale di Boyce-Codd.

8. Data Analytics

8.1 Diagnosi intelligente dei guasti (CBR)

Per realizzare questa funzionalità di data analytics, abbiamo aggiunto alcune tabelle e relazioni allo schema logico, indicate anche nel diagramma E-R ristrutturato.

Abbiamo concepito la funzionalità come un appoggio utilizzato dai tecnici nel momento in cui effettuano un intervento preventivo, al fine di individuare più facilmente il problema e le possibili soluzioni.

Quando il tecnico osserva l'unità guasta, individua un insieme di sintomi: abbiamo implementato in primis una procedura che permette innanzitutto di salvare il sintomo, come descritto dal tecnico, nel database qualora esso non esistesse già (si suppone che il tecnico possa vedere l'elenco dei possibili sintomi già memorizzati), e che poi lo associ, in una tabella separata, al ticket di intervento, così da memorizzare tutti i sintomi che il tecnico ha trovato.

Nella fase di *retrieve* si osservano tutti i casi precedentemente risolti, che sono salvati nel database con i loro sintomi ed i rimedi utilizzati, per vedere quali siano più simili al caso che il tecnico sta affrontando.

Abbiamo interpretato così il concetto di somiglianza tra due casi di guasto: per ogni caso abbiamo calcolato una *percentuale di somiglianza* come rapporto del numero di sintomi che il singolo caso condivide con quelli individuati dal tecnico ed il numero dei suoi sintomi in totale. Viene così associato, ad ogni caso precedente, questa percentuale, e vengono mantenuti per la fase successiva solo i casi aventi una percentuale di somiglianza $\geq 50\%$.

Nella fase di *reuse* vengono restituiti al tecnico tutti i rimedi associati a questi casi simili, ordinati per percentuale di somiglianza decrescente del caso in cui sono stati usati, così da fornirgli per primi i rimedi più congeniali.

La fase di *revise* prevede inizialmente un ampliamento dei possibili rimedi offerti al tecnico: riprendendo i casi simili osservati precedentemente, si va a vedere se essi sono stati associati ad un guasto ben definito: per quei casi che risultano essere relativi ad un preciso guasto, si recuperano, mediante i codici di errore ad esso associati, un insieme di rimedi aggiuntivi. Questi rimedi sono quelli che potrebbero essere offerti ad

un utente in fase di assistenza virtuale qualora avesse fornito un codice di errore, quindi più semplici ma che possono comunque risultare utili al tecnico.

Quando il tecnico ha completato la riparazione, l'insieme dei rimedi che ha utilizzato viene salvato nel database allo stesso modo in cui si sono salvati i sintomi.

La fase di *retain* va a verificare se il caso risolto dal tecnico è sufficientemente diverso dai casi già presenti nel database per giustificare la sua memorizzazione nella base di conoscenza. Ci appoggiamo nuovamente al concetto di somiglianza visto nella *retrieve*, espandendolo però anche ai rimedi adottati. Per tutti i casi nel database calcoliamo la percentuale di somiglianza con il caso risolto dal tecnico sia rispetto ai sintomi che rispetto ai rimedi: per ogni caso prendiamo dunque la media aritmetica delle due percentuali, salvando il nuovo caso se e solo se il valore di somiglianza massimo così ricavato risulta essere $\leq 50\%$.

Abbiamo scelto come percentuale di riferimento il 50% perché ci sembrava un ragionevole compromesso.

Nell'implementazione effettiva della funzionalità in MySQL abbiamo utilizzato alcune stored procedures:

InserisciSintomo – InserisciNuovoSintomo

Queste due stored procedures servono per memorizzare i sintomi individuati dal tecnico: la prima memorizza nella tabella SINTOMI INDIVIDUATI il sintomo, sia esso presente o meno nella base di dati; la seconda va a memorizzare il sintomo nella tabella SINTOMI qualora esso non fosse già presente.

RetrieveReuse

Questa procedure compie le prime due fasi della funzionalità, andando dapprima ad individuare i casi con percentuale di somiglianza maggiore o uguale al 50% considerando solo i sintomi (*retrieve*), per poi restituire i rimedi ad essi associati in ordine di somiglianza del caso (*reuse*).

Revise

Questa procedure va ad ampliare, come descritto precedentemente, i rimedi offerti al tecnico.

InserisciRimedio – InserisciNuovoRimedio

Con queste due procedures si memorizzano, analogamente a quanto fatto per i sintomi, i rimedi che il tecnico ha adottato (tabella RIMEDI INDIVIDUATI).

Retain

Quest'ultima procedure effettua il controllo per verificare se il caso è sufficientemente diverso dagli altri per essere memorizzato: se lo è, crea una tupla in caso ed associa ad essa i sintomi ed i rimedi presenti in SINTOMI INDIVIDUATI e RIMEDI INDIVIDUATI guardando il ticket di intervento (vengono scritte le tuple in RAPPRESENTAZIONE e SOLUZIONE).

8.2 Efficienza del processo

Abbiamo implementato questa funzionalità al fine di calcolare l'efficienza di ciascuna sequenza di assemblaggio adottata dall'azienda relativamente a ciascun prodotto, osservando sia la sequenza stessa che i lotti assemblati utilizzandola.

Abbiamo scelto tre indici di valutazione, in base ai quali determiniamo un punteggio da assegnare a ciascuna sequenza. Essi sono:

- Numero di rotazioni delle unità all'interno della sequenza
- Media del rapporto tra unità perse ed unità prodotte in ciascun lotto realizzato con quella sequenza
- Media della durata della produzione di ciascun lotto realizzato con quella sequenza

Ciascuno di questi indici è stato poi moltiplicato per un coefficiente numerico che rispecchiasse il peso relativo di ciascuno di essi nel calcolo del punteggio: abbiamo arbitrariamente scelto di moltiplicare gli indici, rispettivamente, per 0.33, 10 e 0,5. Emerge chiaramente il fatto che abbiamo dato un peso maggiore al numero di unità perse in media rispetto al numero totale di unità prodotte, una scelta derivante, oltre che dalla supposizione che perdere unità sia il fatto più dannoso che possa accadere in fase di produzione (in quanto rallenta l'intero processo produttivo), anche dal fatto che un numero alto di unità perse è sintomo di una gestione inefficiente dell'intera catena di montaggio, sia per un assegnamento impreciso degli operatori alle varie stazioni, sia per un tempo T troppo basso, sia per altri motivi. Minore è il punteggio associato alla sequenza, più essa risulta essere efficiente una volta applicata in fase di produzione. Si noti che, a fronte di prodotti diversi, la medesima sequenza può avere *score* diversi.

In MySQL la funzionalità è stata implementata per mezzo di una *materialized view*, **MV_EFFICIENZA**, che per ogni coppia sequenza – prodotto riporta i tre indici sopra menzionati e lo score complessivo, ottenuto moltiplicando tali indici per i coefficienti riportati sopra.

Questa tabella viene aggiornata settimanalmente per mezzo di un event, **DeferredRefreshEfficienza**, che chiama la stored procedure **AggiornaEfficienza**: questa procedure si appoggia a delle view usate per calcolare i singoli indici.

La view **NumRotazioni** confronta ogni operazione di una sequenza con la successiva (osservando l'attributo Ordine in Successione): raggruppando per CodSequenza, si associa ad ogni sequenza il numero di rotazioni dell'unità (si ha una rotazione se tra operazioni successive cambia la faccia di appoggio).

La view **MediaUnitaPerse** va ad affiancare ad ogni sequenza, la media del rapporto, calcolato per ciascun lotto assemblato usando tale sequenza, tra le unità perse e le unità prodotte in totale.

La view **MediaDurata** affianca, ad ogni sequenza, la media delle durate effettive di produzione, espresse in giorni, dei lotti assemblati usando quella sequenza.

La procedure **AggiornaEfficienza** va dunque ad effettuare un semplice JOIN tra queste view, calcolando poi lo score per ogni tupla.