



Università di Pisa  
Corso di laurea in Ingegneria Informatica

**Specifiche di progetto per il corso di  
Basi di dati  
Anno Accademico 2018–2019**

Prof. Gigliola Vaglini, Ing. Francesco Pistolesi



# Indice

<b>1 Descrizione delle fasi di progettazione</b>	<b>3</b>
1.1 Note sull'esame . . . . .	4
1.2 Analisi delle specifiche . . . . .	4
1.3 Progettazione concettuale . . . . .	4
1.4 Ristrutturazione del diagramma E-R . . . . .	5
1.5 Individuazione di operazioni sui dati . . . . .	5
1.6 Analisi delle prestazioni delle operazioni . . . . .	5
1.7 Introduzione di ridondanze . . . . .	6
1.8 Progettazione logica . . . . .	7
1.9 Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione . . . . .	7
1.10 Implementazione su DBMS Oracle MySQL . . . . .	7
<b>2 Specifiche</b>	<b>8</b>
2.1 Visione d'insieme . . . . .	8
2.2 Area allevamento . . . . .	8
2.2.1 Anagrafica animali . . . . .	8
2.2.2 Organizzazione stalle . . . . .	9
2.2.3 Alimentazione . . . . .	9
2.2.4 Igiene . . . . .	10
2.2.5 Parametri di locale . . . . .	10
2.2.6 Riproduzione . . . . .	10
2.2.7 Pascolo . . . . .	11
2.3 Area healthcare . . . . .	12
2.3.1 Monitoraggio della salute . . . . .	12
2.3.2 Terapie . . . . .	13
2.4 Area produzione . . . . .	13
2.4.1 Mungiture e stoccaggio . . . . .	13
2.4.2 Procedura di produzione . . . . .	13
2.5 Area soggiorno . . . . .	15
2.5.1 Prenotazioni . . . . .	15
2.5.2 Escursioni . . . . .	16
2.6 Area store . . . . .	16
2.6.1 Accounting . . . . .	16
2.6.2 Acquisti . . . . .	16
2.6.3 Consegni e resi . . . . .	17
2.6.4 Recensioni . . . . .	17
2.7 Area analytics . . . . .	17
2.7.1 Comportamento degli animali . . . . .	17

2.7.2	Controllo qualità di processo . . . . .	18
2.7.3	Tracciabilità di filiera . . . . .	18
2.7.4	Analisi delle vendite . . . . .	18



# Capitolo 1

## Descrizione delle fasi di progettazione

Si desidera progettare un database relazionale su DBMS Oracle MySQL che gestisca i dati relativi al sistema informativo di *Farmhouse 4.0*, una grande azienda che gestisce agriturismi di ultima generazione, altamente tecnologici e informatizzati, conformi al nuovo modello dell’industria intelligente *Industry 4.0*. L’oggetto della progettazione include l’implementazione di alcune funzionalità data analytics implementate sul lato back-end.

Il progetto deve essere svolto in gruppi composti da due studenti. Solo in casi eccezionali, a fronte di disagi motivati, si può valutare l’eventualità che un gruppo sia composto da tre studenti.

Le specifiche del database da progettare e delle funzionalità da implementare sono fornite nel Capitolo 2.

La progettazione del database si articola nelle seguenti fasi:

1. Analisi delle specifiche;
2. Progettazione concettuale tramite un diagramma entità-relazione;
3. Ristrutturazione del diagramma entità-relazione;
4. Individuazione di operazioni interessanti sui dati;
5. Analisi delle prestazioni delle operazioni individuate;
6. Miglioramento della performance e introduzione di ridondanze;
7. Traduzione dello schema concettuale nel modello logico relazionale;
8. Analisi delle dipendenze funzionali ed eventuale normalizzazione dello schema;
9. Scrittura di uno script MySQL che crei il database e lo popoli;
10. Implementazione delle funzionalità di analisi dei dati.

Il presente capitolo ha la funzione di spiegare come si svolge l’esame e quali sono i requisiti e lo scopo di tutte le fasi della progettazione, le tecniche in esse utilizzate, e gli artefatti prodotti.

Come risultato dell'attività di progettazione, oltre al **database** e allo **script** contenente il codice per la sua creazione, popolazione e implementazione delle funzionalità richieste, in sede d'esame deve essere consegnata una **documentazione** nella quale si spiegano e si giustificano in modo chiaro tutte le scelte effettuate fase per fase.

## 1.1 Note sull'esame

Il giorno dell'esame, deve essere consegnata una copia rilegata della documentazione, con pagine numerate e provvista di indice. Devono inoltre essere consegnate due copie del diagramma E-R, una non ristrutturata e una ristrutturata, non rilegate alla documentazione. Il diagramma E-R deve essere ordinato e chiaramente leggibile, deve essere stampato su un foglio di dimensione appropriata (tipicamente A3, A2 o formati più grandi) e il font utilizzato non dovrà essere più piccolo di 12 pt in ogni parte del diagramma. Non effettuare mai rescaling quando si stampa il diagramma, altrimenti il font e i tracciati divengono più piccoli e illeggibili. Si deve quindi usare il software di progettazione **impostando all'inizio il formato di pagina e, nel momento in cui si effettua la stampa, il diagramma deve essere stampato su carta dello stesso formato scelto nel software**. Per esempio, se nel software si è impostato il formato di pagina A3, quando si stampa si deve stampare in A3. Non usare opzioni "Adatta alla pagina", "Fit to page", "Fit to width", "Fit to whatever".

L'esame si svolge sotto forma di colloquio orale in cui entrambi gli studenti che formano il gruppo sono chiamati a rispondere a domande su tutto il progetto e ad eventuali domande relative ai concetti teorici sui quali esso si basa. Qualora parti della progettazione siano svolte in autonomia dai componenti del gruppo, in sede d'esame non è accettabile che uno dei due componenti non sappia rispondere a domande relative a una parte di progettazione svolta dall'altro. Gli studenti devono inoltre dimostrare capacità critica, e difendere le scelte effettuate motivandone opportunamente le ragioni. Sarà inoltre oggetto di valutazione il livello di chiarezza espositiva.

Il voto della discussione del progetto è espresso in trentesimi ed è lo stesso per entrambi gli studenti che compongono il gruppo.

## 1.2 Analisi delle specifiche

In questa fase preliminare devono essere lette e analizzate nel dettaglio le specifiche fornite nel Capitolo 2. Lo scopo dell'analisi delle specifiche è quello di capire le funzionalità per le quali si progetta il database, al fine di dotare ognuna di esse del supporto per i dati di cui necessita.

## 1.3 Progettazione concettuale

Scegliere una strategia di progettazione concettuale fra quelle viste a lezione, con la quale produrre incrementalmente il diagramma entità-relazione. Il diagramma E-R deve contenere: nomi di entità e associazioni; attributi di entità e associazioni; identificatori primari delle entità; cardinalità delle associazioni; eventuali generalizzazioni, attributi composti e/o multivaleure. La notazione da

utilizzare per il diagramma entità-relazione è quella vista a lezione, presente sia nelle slide che nel libro di testo consigliato. Non sono accettate notazioni alternative (ad esempio UML, Crow's Foot, etc.).

Esistono vari tool per la realizzazione (più o meno) assistita di diagrammi entità-relazione. Tali tool sono reperibili sul web, taluni con licenza freeware o shareware, altri a pagamento. Alcuni esempi sono Dia, [Draw.io](#), OmniGraffle [solo macOS], ConceptDraw [solo macOS], [Microsoft Visio](#), [Adobe Illustrator](#). I tool sottolineati sono stati utilizzati in modo preferenziale dagli studenti del nostro corso di laurea in edizioni precedenti del corso.

Questa fase produce come risultato il diagramma E-R.

## 1.4 Ristrutturazione del diagramma E-R

La ristrutturazione del diagramma entità-relazione prevede che siano eliminate le generalizzazioni, gli attributi composti/multivalore. Né le generalizzazioni né gli attributi composti/multivalore sono infatti direttamente traducibili nel modello logico relazionale. Le generalizzazioni devono essere espresse mediante opportune traduzioni alternative (accorpamenti, introduzione di associazioni...). Gli eventuali attributi composti/multivalore presenti devono essere espressi nel diagramma entità-relazione in modo tale da poter essere tradotti nel modello logico relazionale, come appreso durante il corso.

Questa fase produce come risultato il diagramma E-R ristrutturato, traducibile nel modello logico relazionale.

## 1.5 Individuazione di operazioni sui dati

Devono essere individuate almeno 8 operazioni significative da effettuare sui dati che devono essere implementate in linguaggio MySQL. Le operazioni individuate possono essere sia query di selezione, che query di inserimento, modifica o cancellazione. Con il termine "significative" si fa riferimento a quelle particolari operazioni che contribuiscono in maniera apprezzabile a determinare le prestazioni del database durante il normale carico applicativo<sup>1</sup>. Le prestazioni di queste operazioni dovranno essere ottimizzate se si desidera una buona performance di tutto il database perché la stragrande maggioranza del carico applicativo sarà determinata da esse. E se esse sono inefficienti, la performance generale sarà pessima.

## 1.6 Analisi delle prestazioni delle operazioni

Per analizzare le prestazioni delle operazioni significative scelte si deve dapprima compilare la tavola dei volumi stimando il numero medio di occorrenze per ciascuna entità o relazione. Dopodiché, deve essere data una stima sulla frequenza giornaliera delle esecuzioni di ciascuna operazione. Per effettuare un'analisi delle prestazioni che sia sufficientemente indicativa, le stime devono essere ovviamente fatte con giudizio.

---

<sup>1</sup>Solitamente, per la legge di Pareto, il 20% delle operazioni è responsabile dell'80% del carico.

Conseguentemente, deve essere compilata la tavola degli accessi relativa a ogni operazione, ottenendo così una stima delle operazioni elementari (cioè accessi in lettura o scrittura a entità e relazioni) richieste per la sua esecuzione. Ogni riga della tavola degli accessi deve contenere, nell'ordine, i seguenti campi: numero di operazioni elementari eseguite; tipo di operazione elementare (lettura o scrittura); tipologia di costrutto coinvolto (E o R); nome del costrutto; breve descrizione.

Nella documentazione che sarà oggetto di discussione in sede d'esame, per ogni operazione devono essere riportati nell'ordine: una descrizione chiara dell'operazione, dell'input (ciò che è noto a priori ed è considerato come dato) e dell'output (ciò che si desidera ottenere); la porzione del diagramma E-R interessata; la porzione della tavola dei volumi interessata; la tavola degli accessi.

## 1.7 Introduzione di ridondanze

Dall'analisi delle prestazioni di ciascuna operazione significativa può emergere che alcune di esse potrebbero trarre beneficio dall'introduzione di ridondanze. Ogniqualvolta si introduce una ridondanza per una operazione, per tale operazione deve essere compilata anche la tavola degli accessi che mostra il numero di operazioni elementari eseguite in presenza della ridondanza. Deve infine essere presa una decisione sul mantenere o no la ridondanza introdotta, in base al risparmio di operazioni elementari che essa comporta. Si faccia attenzione che, scelta un'operazione, una ridondanza ne comporta naturalmente un alleggerimento del carico (riduce drasticamente le operazioni elementari), ma d'altra parte la ridondanza deve essere inevitabilmente mantenuta aggiornata per essere utilizzata.

Più in dettaglio, una ridondanza deve essere aggiornata, mediante una operazione di aggiornamento (o refresh), ogniqualvolta viene eseguita una modifica (update, insert o delete) su una tabella sulla quale la ridondanza è basata. Al fine di decidere se mantenere o meno una ridondanza, deve essere studiata anche l'operazione di aggiornamento della stessa, la sua frequenza, la sua modalità (immediate, deferred, on demand) e la sua complessità in termini di operazioni elementari. Ciò permette di calcolare un rapporto costo-beneficio, dove il beneficio è il risparmio di operazioni elementari che la ridondanza comporta per l'operazione della quale si è deciso di migliorare le prestazioni, mentre il costo (quindi lo svantaggio) è dovuto all'introduzione dell'operazione di aggiornamento che mantiene coerente la ridondanza, in termini di operazioni elementari. Il carico computazionale che si introduce per mantenere aggiornata la ridondanza deve quindi essere motivato dal beneficio che comporta la sua presenza. In buona sostanza, scelta un'operazione target  $T$ , con frequenza giornaliera  $f^T$ , di cui si intende migliorare la performance, si deve compilare la tavola degli accessi per calcolare il numero di operazioni elementari  $o^T$  necessari alla sua esecuzione. Il numero di operazioni elementari giornaliere sarà  $n^T = f^T \cdot o^T$ . A seguito dell'introduzione della ridondanza il numero di operazioni elementari diventerà  $o_{RID}^T$  e il numero di operazioni giornaliere sarà  $n_{RID}^T = f^T \cdot o_{RID}^T$ . Quindi il numero di operazioni elementari risparmiate sarà  $\Delta_{read} = n^T - n_{RID}^T$ .

A questo punto occorre compilare la tavola degli accessi dell'operazione  $A$  di aggiornamento della ridondanza. Questa operazione avrà una frequenza giornaliera  $g^A$  e richiederà un numero di operazioni elementari  $o^A$ . Il numero giornaliero

liero sarà quindi  $n^A = g^A \cdot o^A$ . La ridondanza è effettivamente conveniente se il numero di operazioni elementari effettuate in presenza di ridondanza ( $n_{RID}^T + n^A$ ) è inferiore al numero effettuato da  $T$  in assenza di ridondanza. Formalmente, si mantiene la ridondanza se  $n_{RID}^T + n^A < n^T$ , ovvero  $n^A < n^T - n_{RID}^T$ .

Per tutte le operazioni che coinvolgono ridondanze, la documentazione di progetto deve contenere l'analisi costo-beneficio descritta precedentemente.

Nella versione finale del database, è richiesta la presenza di almeno due ridondanze e, per ciascuna ridondanza, deve essere fornita un'operazione di lettura e una di scrittura che impatti con essa.

## 1.8 Progettazione logica

Il diagramma entità-relazione ristrutturato deve essere tradotto nel modello logico relazionale, producendo così lo schema del database. Tutti i vincoli di integrità referenziale necessari al corretto impiego del database devono comparire come verrebbero specificati dall'algoritmo di traduzione automatica.

Eventuali vincoli di integrità generici devono essere implementati mediante trigger MySQL. Qualora non ve ne siano, è richiesta l'introduzione di almeno 2 vincoli di integrità generici.

## 1.9 Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione

Per ciascuna relazione (tabella) individuata, devono essere ricercate tutte le dipendenze funzionali non banali. E' richiesto che il database progettato sia in forma normale di Boyce-Codd.

Qualora la base di dati non lo sia (per relazioni che non coinvolgono ridondanze appositamente introdotte) occorre effettuare una opportuna decomposizione delle reazioni che violano tale forma normale.

## 1.10 Implementazione su DBMS Oracle MySQL

Deve essere realizzato uno script MySQL per creare il database e popolare ogni sua tabella con un numero di record sufficienti a eseguire le funzionalità da implementare e poterne mostrare un output sensato durante la prova orale. Durante l'esame sarà infatti richiesta l'esecuzione di una o più funzionalità e sarà richiesto ai componenti del gruppo di spiegare il codice che le implementa e descrivere l'output. Potranno essere fatte domande relative alle modalità di implementazione.

Lo script deve contenere tutti i vincoli di integrità referenziale, i trigger che gestiscono i principali vincoli di integrità generici e business rule, e gli eventi e le stored procedure che realizzano le funzionalità lato server descritte nei vari paragrafi del Capitolo 2.

# Capitolo 2

## Specifiche

### 2.1 Visione d'insieme

Il database che si desidera progettare ha lo scopo di memorizzare e trattare efficientemente i dati a supporto delle funzionalità del sistema informativo di *Farmhouse 4.0*, una grande impresa che si occupa di gestire una rete di agriturismi altamente tecnologici, connessi e informatizzati in maniera conforme al paradigma dell'industria intelligente *Industry 4.0*.

Grazie a questi moderni sistemi di gestione, l'allevamento, le mungiture, ma anche la distribuzione del foraggio, sono svolte o assistite da strutture robotizzate e automatizzate, riducendo notevolmente la mole di lavoro e la fatica per i dipendenti. Di conseguenza, si possono realizzare ingenti risparmi economici e anche ridurre al minimo gli sprechi. Queste tecnologie, oltre a migliorare la qualità della vita dei dipendenti, possono aiutare a garantire il benessere degli animali.

Le principali aree tematiche in cui sono suddivisi i dati del database da progettare sono illustrate nei prossimi paragrafi.

### 2.2 Area allevamento

L'area allevamento contiene le informazioni principali, relative alla gestione degli allevamenti annessi agli agriturismi di *Farmhouse*. Ogni allevamento è gestito con i più alti standard tecnologici. Standard che richiedono una gestione avanzata dei dati continuamente rilevati dalle molteplici apparecchiature dotate di sensoristica (smart).

#### 2.2.1 Anagrafica animali

Ogni animale di un agriturismo è identificato da un codice, ed è caratterizzato da sesso, specie (bovino, ovino, caprino), famiglia, razza, data di nascita, altezza e peso, oltreché dal codice identificativo dei due genitori.

Gli animali possono essere nati nell'agriturismo oppure possono essere stati acquistati. Se un animale è stato acquistato, oltre alle informazioni precedentemente descritte, il database deve contenere la data di acquisto, la data di arrivo

in agriturismo e le informazioni sul fornitore: ragione sociale, nome, partita IVA e indirizzo.

### 2.2.2 Organizzazione stalle

Ogni agriturismo di *Farmhouse* è dotato di molteplici stalle, ognuna identificata da un numero progressivo. Ogni stalla è suddivisa in locali, ciascuno identificato da un codice, e caratterizzato da una dimensione (larghezza, lunghezza e altezza), dal punto cardinale di orientazione delle finestre, e da una tipologia di pavimentazione. Ogni locale può ospitare solo animali della stessa specie; un locale di una data dimensione può ospitare un numero massimo di animali, numero diverso a seconda della specie.



Figura 2.1: Tre stalle di *Farmhouse* collegate a una sala di controllo (in basso).

Per ospitare una data specie, ciascun locale deve essere allestito in maniera adatta. Gli allestimenti dipendono dalla specie e prevedono un numero e una tipologia di mangiatoie, abbeveratoi, e dispositivi di condizionamento aria e illuminazione. Ciascuna mangiatoia è codificata ed è dotata di un indicatore sensorizzato che invia al database, a intervalli di tempo regolari, il quantitativo e la tipologia di foraggio attualmente contenuto. Anche gli abbeveratoi sono codificati e funzionano in modo analogo. L'acqua dell'abbeveratoio può essere eventualmente arricchita di vitamine e sali minerali. Le informazioni sulle sostanze disiolte nell'acqua di ogni abbeveratoio sono sempre disponibili nel database.

### 2.2.3 Alimentazione

Gli animali nei vari locali sono alimentati automaticamente. Ogni pasto è caratterizzato da una tipologia di foraggio, automaticamente somministrato nelle mangiatoie dei locali a specifici orari della giornata.

Il foraggio di ogni pasto può contenere percentuali diverse di componenti quali varie tipologie di piante, cereali e frutta. Ogni foraggio si caratterizza per le sue quantità di fibra (carboidrati strutturali), proteine e glucidi. Ogni chilogrammo di foraggio apporta uno specifico quantitativo di chilocalorie di

energia, dipendentemente dalla sua composizione. I foraggi possono essere dati agli animali freschi o conservati sotto forma di fieno o insilato<sup>1</sup>.

Dal momento della somministrazione di un pasto nelle mangiatoie di un locale, i sensori salvano nel database, a intervalli regolari, la quantità di foraggio residua di ogni mangiatoia. Queste informazioni sono preziose per capire i tempi di consumo del foraggio, oltreché per rilevare eventuali fenomeni di mancato gradimento, o imminenti manifestazioni di patologie che hanno il calo di appetito fra i sintomi. I pasti successivi degli animali di ciascun locale saranno scelti in base allo stato degli animali dedotto dal comportamento rilevato dai sensori. La misurazione continua del foraggio rimasto immangiato nelle mangiatoie serve anche a ottimizzare i quantitativi somministrati, minimizzando gli sprechi. La mangiatoia mantiene il cibo immangiato per sei ore, dopodiché lo invia al compostaggio, resettando così il relativo indicatore sensorizzato.

Gli abbeveratoi contengono costantemente acqua, eventualmente arricchita con vitamine e sali minerali. La quantità di sali disciolti può variare di giorno in giorno. Le concentrazioni dei sali disciolti dipendono dallo stato di salute e benessere degli animali ospiti nel locale dove è posizionato l'abbeveratoio.

#### 2.2.4 Igiene

La gestione della pulizia delle stalle è effettuata sia manualmente che meccanicamente. Ogni locale è dotato di sensori visivi in grado di classificare il livello di sporcizia. Altri sensori rilevano i composti volatili come azoto e metano. Quando il livello di sporcizia o uno dei livelli dei composti volatili raggiungono le soglie di tollerabilità, il sistema salva nel database la condizione del locale, composta da orario di rilevazione, livello di sporcizia e valori dei composti volatili. Il sistema inserisce contestualmente una richiesta di intervento di pulizia nel database nello stato richiesto, notificando anche il personale.

Quando l'intervento di pulizia è stato effettuato e il personale addetto ha effettuato la notifica relativa al sistema, lo stato della richiesta di intervento passa ad effettuato.

#### 2.2.5 Parametri di locale

I parametri relativi a temperatura e umidità di ogni locale sono monitorati a intervalli regolari. La frequenza di misurazione può non essere la stessa nei vari locali, e dato un locale essa può cambiare nelle fasce orarie della giornata.

Il database memorizza i valori dei parametri inviati dai sensori ogni volta che avviene il monitoraggio.

#### 2.2.6 Riproduzione

La riproduzione degli animali avviene selezionando i capi in modo da ottenere specie sempre più resistenti e caratterizzate da un'elevata qualità del prodotto.

Una riproduzione è caratterizzata dal codice identificativo dei due genitori, da una data, da un orario e dal codice del veterinario che l'ha supervisionata.

<sup>1</sup>L'insilato è il prodotto dell'insilamento, una tecnica di conservazione del foraggio ottenuta mediante l'acidificazione della massa vegetale causata da microrganismi anaerobi. Questa tecnica impedisce ad altri microrganismi di colonizzare la massa vegetale provocandone la perdita di valore nutritivo e sviluppando sostanze potenzialmente tossiche per gli animali

Un tentativo di riproduzione può o meno andare a buon fine. Il database deve quindi contenere anche uno stato che può assumere due valori: **successo** oppure **insuccesso**. Se la riproduzione ha successo, viene creata la scheda di gestazione che contiene il codice della riproduzione a cui si riferisce, assieme al codice del veterinario responsabile della gestazione che può non essere lo stesso che ha supervisionato la riproduzione.

La scheda di gestazione descriverà i diversi interventi di controllo decisi dal veterinario responsabile ed effettuati durante la gestazione. Tutti i dati della scheda di gestazione sono inseriti nel database, compresi gli interventi di controllo futuro, che avranno tutti uno stato pari a programmato. Per ogni controllo effettuato, la scheda conterrà la data del controllo e il codice del veterinario che l'ha eseguito. La data può non coincidere con quella programmata, ma il veterinario che esegue il controllo non necessariamente è il veterinario responsabile della gestazione. Ogni controllo ha un esito positivo o negativo. Se l'esito è negativo, il veterinario prescrive esami diagnostici per accertamenti e/o prescrive una terapia da somministrare all'animale gestante. Ogni esame diagnostico prescritto è caratterizzato da un codice, da un nome, da un eventuale macchinario necessario, da una descrizione testuale della procedura da effettuare, e da una data. D'altra parte, le terapie si basano sull'assunzione di farmaci o integratori, che devono essere somministrati con una precisa posologia<sup>2</sup> e per una specifica durata (si veda il paragrafo 2.3.2 per i dettagli sulle terapie).

Una gravidanza può essere interrotta a seguito di complicanze che vengono anch'esse memorizzate. L'animale che ha interrotto la gravidanza viene quindi visitato e il suo stato viene salvato nel database sotto forma di un set di valori di specifici indici di salute quali livello di vigilanza, livello di deambulazione, lucentezza del pelo, tipologia di respirazione, livello di idratazione.

Se la gravidanza giunge correttamente al termine, subito dopo il parto l'animale appena nato è registrato nel database (viene cioè inserita la sua anagrafica) assieme all'esito di una visita di controllo fatta dal personale veterinario. Tale esito è rappresentato dai valori di alcuni o tutti gli indici di salute, fra quelli descritti precedentemente.

### 2.2.7 Pascolo

Tutti gli animali sono dotati di un sensore GPS che dà costantemente informazioni sulla sua posizione.

Gli animali sono lasciati liberi di pascolare in varie zone dell'agriturismo, appositamente attrezzate e delimitate da recinzioni divisorie, delle quali si conosce la specifica posizione nel territorio dell'agriturismo.

Ogni attività di pascolo avviene in una determinata zona in una determinata fascia oraria, e coinvolge tutti gli animali di un locale. Le posizioni GPS di ogni animale sono salvate regolarmente durante il pascolo, ciascuna abbinata a un dato temporale. Ciò permette di ricostruire i percorsi fatti, i tempi di sosta, gli itinerari e le posizioni preferite dagli animali. In ottica di benessere, le zone si auto-organizzano, ovverosia le recinzioni divisorie si spostano per ridefinire le aree di pascolo dipendentemente dalle preferenze degli animali.

<sup>2</sup>Per posologia si intende il dosaggio giornaliero del farmaco o dell'integratore. La posologia può anche prevedere assunzioni dei farmaci (o integratori) non continuative. Può cioè essere prevista un'assunzione a giorni alterni, oppure un giorno della settimana una determinata dose e un altro giorno una dose differente, con eventuali giorni di pausa come separazione.

Al termine del pascolo, il database memorizza l'orario di rientro di ogni animale nel relativo locale, permettendo così di evidenziare comportamenti "ribelli" che potrebbero indicare eventuali sofferenze degli animali.

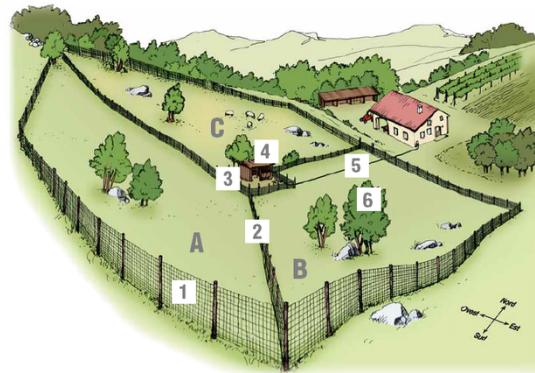


Figura 2.2: Area di pascolo dove sono visibili tre zone (A, B, e C) delimitate da recinzione esterna (1) fissa, le recinzioni divisorie (2, 3 e 4). I numeri 5 e 6 indicano un tubo contenente ugelli di abbeveraggio e una mangiatoia accessoria.

## 2.3 Area healthcare

Quest'area contiene le informazioni relative alla salute e al benessere degli animali, oltreché tutti i dettagli relativi alle visite di controllo e alle terapie.

### 2.3.1 Monitoraggio della salute

Il monitoraggio della salute degli animali avviene durante le visite di controllo, svolte regolarmente in specifiche date. Ogni animale ha una scheda medica. Durante una visita di controllo, il veterinario valuta massa magra, massa grassa e un insieme di indicatori di benessere soggettivi e oggettivi del singolo animale.

Fra gli indicatori soggettivi vi sono i disturbi comportamentali e le lesioni. Se l'animale è affetto da lesioni e/o disturbi comportamentali, queste informazioni sono inserite nella scheda medica, assieme alla data di rilevazione. Nel caso si rilevino disturbi comportamentali, ne viene memorizzato il nome e l'entità. Nel caso delle lesioni, viene memorizzata la tipologia, l'entità e la parte del corpo interessata. Altri indicatori soggettivi potenzialmente valutati sono gli indici di salute descritti nel paragrafo 2.2.6.

Gli indicatori oggettivi si basano invece su vere e proprie misurazioni, non necessariamente effettuate in tutte le visite. Dopo ogni misurazione, gli esiti delle misurazioni degli indicatori oggettivi sono inseriti nella scheda dell'animale. Alcuni indicatori di questo tipo sono, per esempio, lo spessore dello zoccolo, la risposta oculare, l'emocromo, nonché i principali indicatori della funzionalità degli organi quali fegato, cuore e pancreas.

### 2.3.2 Terapie

Durante una visita di controllo, il veterinario può rilevare una o più patologie, o carenze, per le quali può quindi prescrivere terapie. Una terapia è caratterizzata dal codice del veterinario che la prescrive, da una data d'inizio e da una durata in giorni. In una terapia, possono essere somministrati più farmaci simultaneamente. Ogni farmaco può essere somministrato in dose unica, oppure più volte al giorno. Dipendentemente dalla terapia, un farmaco può anche essere somministrato osservando dei giorni di pausa fra una somministrazione e l'altra. Ogni farmaco ha un dosaggio giornaliero diverso e uno o più orari di somministrazione diversi.

Al termine della terapia, il veterinario ripete la visita di controllo. Se anche una sola patologia (o carenza) precedentemente rilevata non è risolta, viene prescritta una nuova terapia. Se anche la seconda terapia fallisce, l'animale è inserito in quarantena per ulteriori accertamenti. In questo modo gli animali ammalati sono precauzionalmente separati dagli altri, limitando così eventuali fenomeni di contagio.

## 2.4 Area produzione

In quest'area sono salvati i dati relativi alle mungiture e ai parametri dei processi di produzione dei prodotti caseari.

### 2.4.1 Mungiture e stoccaggio

Ogni giorno, in più momenti della giornata, avvengono le mungiture. Le mungitrici sono collocate in più parti dell'agriturismo, così da non obbligare gli animali a recarsi presso di esse. Ogni mungitrice è codificata, ha un modello, una marca, e una posizione nell'agriturismo. Proprio per garantire il benessere degli animali, le mungitrici possono essere spostate nelle zone dove gli animali amano stare.

Una mungitura coinvolge più animali (ovviamente di sesso femminile) appartenenti allo stesso locale. Durante la stessa mungitura, ogni animale produce una quantità di latte diversa. La mungitrice è capace di rilevare l'animale che ha prodotto il latte, ed è quindi in grado di inviare il dato relativo al volume di latte prelevato al database. Oltre a questo, nel database vengono memorizzate le informazioni chimico-fisiche del latte munto da ogni animale. I relativi dati sono memorizzati nel database tramite un elenco che abbina a ogni sostanza presente nel latte la relativa quantità presente, in termini di mg/ml.

Il latte munto viene inviato a dei silos di raccolta, mischiando nello stesso silos il latte proveniente da più mungitrici diverse, purché la composizione chimico-fisica del latte sia simile. Ogni silos ha un codice, una capacità in ettolitri e un livello di riempimento.

### 2.4.2 Procedura di produzione

Negli agriturismi si producono prodotti caseari di diverso tipo, quali formaggi a pasta molle e a pasta dura. Ogni tipologia di formaggio è caratterizzato da un nome (pecorino salato, mozzarella, crescenza, eccetera), un grado di deperibilità, e una ricetta testuale, corredata dalla sua zona geografica di origine. La ricetta

testuale è divisa in fasi, ciascuna fase ha una specifica durata e un insieme di valori ideali di parametri di processo, ai quali il processo deve avvicinarsi il più possibile.

I prodotti caseari sono prodotti in lotti. Un lotto è caratterizzato da un codice, da una data e dal codice di un laboratorio di produzione dell'agriturismo. Inoltre, le informazioni memorizzate dal database per ogni lotto includono il codice dei dipendenti che vi lavorano. In uno stesso lotto sono prodotte diverse unità di uno o più prodotti caseari, prelevando il latte per ciascun prodotto da silos che condividono la stessa (o simile) composizione chimico-fisica. Ciò è fatto per conferire una composizione uniforme al prodotto, e un gusto privo di contaminazioni. Ogni unità di prodotto ha un peso potenzialmente diverso dagli altri, data l'artigianalità del processo produttivo. Tutte le unità di uno stesso lotto hanno la stessa scadenza.



Figura 2.3: Interno di un laboratorio di produzione dell'agriturismo.

Un lotto di produzione è infine caratterizzato da una durata totale del processo produttivo, per il quale il sistema di controllo qualità salva nel database anche i valori dei parametri, fase per fase. I parametri salvati per il processo produttivo<sup>3</sup> possono così essere confrontati con quelli ideali, in fase di controllo della qualità del prodotto.

Una volta terminata la produzione, le unità del lotto vengono collocate nelle cantine per iniziare il processo di stagionatura, se previsto. Le unità di prodotti che non necessitano di stagionatura sono invece stoccate all'interno di uno dei magazzini di cui è dotato l'agriturismo. I magazzini sono codificati, e possiedono più scaffalature, anch'esse codificate. Ogni unità di prodotto che non necessita di stagionatura è stoccatata su uno di questi scaffali. Le unità di uno stesso lotto vengono collocate su scaffali vicini fra loro, in modo da ottimizzare le operazioni di vendita, che sono fatte rispettando l'ordine cronologico di produzione dei lotti. Una funzionalità di back-end deve fare in modo che questo avvenga, assegnando gli scaffali alle varie unità in questo modo, e mantenendo memorizzata nel database la collocazione di ogni unità prodotta.

I prodotti che necessitano di stagionatura sono collocati con lo stesso criterio, ma all'interno di cantine. Anche le cantine sono dotate di scaffalature.

---

<sup>3</sup>Questi parametri includono le durate effettive delle fasi di produzione, la temperatura del latte nelle varie fasi, i tempi di riposo, e così via.



Figura 2.4: Un lotto di pecorini collocati sugli scaffali di una cantina per la stagionatura.

La stagionatura inizia nel momento in cui le unità di prodotto sono collocate sulle scaffalature e si protrae per un preciso tempo, scritto nella ricetta del prodotto. Le cantine sono monitorate da sensori di ventilazione, temperatura e umidità, collegati agli impianti di condizionamento dell'aria. I dati dei sensori sono salvati una volta al giorno nel database per la tracciabilità del processo di stagionatura.

## 2.5 Area soggiorno

Ogni agriturismo di *Farmhouse* dispone di camere che possono essere affittate dai clienti per periodi di vacanza immersi nella natura.

### 2.5.1 Prenotazioni

I clienti possono prenotare una stanza mediante il sito web dell'azienda. Le prenotazioni possono essere fatte sia da clienti registrati che da utenti non registrati. Per registrarsi, un cliente deve fornire nome, cognome, indirizzo, codice documento e codice carta di credito. Gli utenti non registrati possono effettuare una prenotazione solo mediante carta di credito o PayPal. In questi due casi, il 50% dell'intero costo del soggiorno viene prelevato al momento della prenotazione.

Una prenotazione permette di prenotare una o più stanze a partire da una determinata data di arrivo a una data di partenza. Le stanze dell'agriturismo possono essere semplici o suite. Sia le stanze semplici che le suite hanno una capienza in termini di posti letto. Le stanze semplici hanno un solo letto. Le suite possono avere più letti, singoli o matrimoniali. Nel caso in cui un cliente prenoti una suite, può richiedere un insieme di servizi aggiuntivi, quali idromassaggio, accesso centro benessere, accesso piscina eccetera. Ogni servizio aggiuntivo può essere richiesto per tutti o alcuni dei giorni di permanenza. Ogni servizio ha un costo accessorio che viene sommato al costo giornaliero della stanza.

Al termine del soggiorno, i clienti effettuano il pagamento dell'intero costo del soggiorno, nel caso abbiano prenotato mediante un account. Viceversa, i clienti che hanno prenotato senza possedere un account devono pagare il 50% rimanente

del costo del soggiorno, più eventuali servizi aggiuntivi richiesti. I pagamenti sono effettuati in contanti o con carta di credito o debito. Le informazioni sui pagamenti quali data, ora e codice dell'eventuale carta sono memorizzate nel database.

### 2.5.2 Escursioni

Un ulteriore servizio offerto dagli agriturismi di *Farmhouse 4.0* sono le escursioni. Le escursioni devono essere prenotate dai clienti con almeno 48 ore di anticipo.

Ogni escursione ha un codice, un giorno e un orario di inizio. Un'escursione prevede un itinerario composto dalla visita di una serie di aree della tenuta dell'agriturismo. Ogni area ha un nome, e l'escursione prevede che si sosti in ogni area per un determinato periodo di tempo. È possibile che una stessa area sia visitata più volte durante l'escursione, anche a causa della vastità di alcune di esse. A ogni escursione è associata una guida, identificata da codice, nome e cognome.

## 2.6 Area store

L'area store si occupa di gestire lo store web dal quale i clienti possono acquistare i prodotti dell'agriturismo.

### 2.6.1 Accounting

Gli utenti si iscrivono accedendo al sito web e fornendo successivamente le loro informazioni di anagrafica. In particolare, ogni utente deve fornire il suo codice fiscale, nome, cognome, indirizzo, numero di telefono. L'utente è così memorizzato nel database, assieme alla data in cui si è iscritto. Contestualmente all'iscrizione, l'utente deve inoltre fornire le informazioni relative a un documento di riconoscimento in corso di validità, le quali includono la tipologia e il numero del documento, la scadenza e l'ente che lo ha rilasciato. Il sistema crea quindi un nuovo account per l'utente e lo memorizza. L'account è caratterizzato da nome utente, password, e una domanda di con la relativa risposta per recuperare la password, in caso di smarrimento.

### 2.6.2 Acquisti

Una volta in possesso di un account, il cliente può collegarsi allo store online ed effettuare ordini di acquisto.

Una volta selezionato il prodotto (o i prodotti) da acquistare e le relative quantità, il cliente può creare un nuovo ordine. Un ordine è caratterizzato da un codice ordine, un codice cliente (lo si può pensare coincidente con il nome utente), i codici dei prodotti acquistati, un istante temporale di effettuazione dell'ordine e uno stato. 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.

Se un prodotto non è presente in magazzino, l'utente può ugualmente effettuare un ordine di acquisto. L'ordine relativo è memorizzato in stato pendente.

Ordini di questo tipo non sottraggono credito al cliente. Quando la produzione di un lotto rende i prodotti relativi a ordini pendenti di nuovo disponibili, un ordine pendente passa in stato **in processazione**, e da lì negli altri stati, secondo l'ordine sopra descritto. **Settimanalmente**, alcune funzionalità di back-end confezionano dei **report** che **analizzano le vendite e gli ordini pendenti**. Tali report segnalano alla direzione quantità indicative di prodotti da produrre.

### 2.6.3 Consegne e resi

I prodotti di un ordine di acquisto sono selezionati da una procedura di back-end che **ottimizza il magazzino sulla base della scadenza e del livello di deperibilità del prodotto**. I prodotti selezionati spediti all'indirizzo del cliente **24 ore dopo** essere stati acquistati. Ogni spedizione è identificata da un codice, ha una data di consegna prevista, ed è tracciata segnalando il percorso seguito attraverso più hub, ovverosia centri smistamento. Lo stato di una spedizione può essere **spedita, in transito, in consegna e consegnata**. Quando la spedizione lascia l'ultimo hub passa nello stato **in consegna**. Dopo la consegna, la spedizione passa nello stato **consegnata**. Da questa data, il cliente ha tempo **48 ore** per l'eventuale reso.

Se un utente usufruisce del reso, non è detto che restituisca tutti i prodotti di un suo ordine di acquisto. I prodotti resi sono ricevuti dall'azienda e **analizzati** valutando una serie di parametri di qualità. Le informazioni sui prodotti resi verranno memorizzate nel database per ripercorrere la filiera a ritroso, alla ricerca di eventuali problematiche nel processo produttivo o nel controllo qualità.

### 2.6.4 Recensioni

I prodotti acquistati in un ordine di acquisto possono essere recensiti dal cliente utilizzando un **punteggio di qualità** formato da quattro giudizi: **gusto, conservazione, qualità percepita, gradimento generale**. Le recensioni possono includere anche un **campo testuale**.

## 2.7 Area analytics

L'area analytics contiene funzionalità lato server (data tier) che permettono di analizzare i dati alla ricerca di informazioni utili a migliorare costantemente il servizio offerto dall'azienda.

Gli studenti possono implementare le funzionalità di analisi dei dati descritte nei seguenti paragrafi con spirito di iniziativa. In questa fase della progettazione, sarà valutata la creatività e la capacità di proporre soluzioni che, seppur semplici, possano rappresentare validi strumenti di data analytics per la valutazione della performance aziendale. Le funzionalità implementate devono essere spiegate in dettaglio nella documentazione, mettendone in luce i punti di forza.

### 2.7.1 Comportamento degli animali

Questa funzionalità analizza i dati GPS memorizzati durante il pascolo alla ricerca di particolari pattern comportamentali d'interesse. Esempi di tali pattern

possono essere l'analisi dei luoghi in cui gli animali sostano più frequentemente, e per quanto tempo. Altri pattern interessanti sono dati dall'interazione fra gli animali che pascolano assieme, la loro distanza e la rilevazione dell'attività durante questi intervalli di tempo. Questi dati possono consentire di organizzare le zone di pascolo in modo da soddisfare le preferenze degli animali, aumentandone il benessere.

I pattern da analizzare sono lasciati a discrezione dello studente. Tali pattern e le modalità di analisi e aggregazione dei dati devono essere opportunamente spiegate nella documentazione di progetto, non solo commentando il codice.

### **2.7.2 Controllo qualità di processo**

Questa funzionalità deve analizzare la qualità dei processi produttivi, in termini di attinenza generale ai parametri ideali di processo, come descritto nel paragrafo 2.4.2. Proporre uno o più indici per la valutazione della qualità del processo produttivo, e implementare una funzionalità analytics per effettuare automaticamente tale valutazione. Il modo di aggregare i dati e le scelte fatte devono essere spiegati in dettaglio nella documentazione.

### **2.7.3 Tracciabilità di filiera**

Questa funzionalità deve essere in grado di ripercorrere a ritroso la filiera alla ricerca di eventuali problematiche rilevate nel prodotto, chiaramente deducibili da recensioni negative e/o fenomeni di reso. L'analisi deve essere condotta anche analizzando i parametri di qualità relativi ai prodotti resi. Tutte le scelte effettuate devono essere opportunamente spiegate nella documentazione.

### **2.7.4 Analisi delle vendite**

L'analisi delle vendite deve fornire molteplici visioni del business, in modo che la direzione possa avere a disposizione, su richiesta o a intervalli regolari, molteplici report che analizzano le vendite, ad esempio per tipologia di prodotto e fascia di prezzo. Questa analisi è molto importante per determinare i prodotti più venduti e quelli che invece lo sono di meno. Per questi ultimi prodotti, la funzionalità dovrebbe proporre promozioni, non solo abbassando il prezzo, ma eventualmente agendo su tipologie di prodotto frequentemente acquistate insieme ai prodotti meno venduti. Le scelte effettuate e la modalità di aggregazione e analisi dei dati devono essere opportunamente spiegate nella documentazione.