

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE

Corso di Laurea Specialistica in Informatica

Dipartimento di Matematica ed Informatica



**e-Garbage: sistema distribuito
a supporto della gestione e
del controllo dei rifiuti**

Tesi di Laurea Sperimentale

in Reti degli Elaboratori 2

Laureando:

Daniele Damiani

Relatore:

Prof. Fausto Marcantoni

Correlatore:

Dott. Federico Paoloni

*Alla mia famiglia,
alla mia fidanzata
ed ai miei cari amici*

Ringraziamenti

Anche se una tesi solitamente è un lavoro individuale, spesso alla sua stesura collaborano più persone esterne in maniera attiva o passiva ma dando comunque un contributo importante.

Un grazie al Prof. Fausto Marcantoni per la sua disponibilità ed i suoi consigli.

Un grazie al Dott. Federico Paoloni per la gentilezza, la pazienza e l'aiuto offerto nello sviluppo e nella stesura di questa tesi.

Un grazie alla mia famiglia perché ho sempre potuto contare sulla loro fiducia, sul loro affetto, sul loro supporto e soprattutto perché senza di loro non avrei potuto realizzare questo sogno.

Un grazie a mia sorella Danila, a mio cognato Gionata ed ai miei due stupendi nipotini Alice e Mattia per l'aiuto ed il sostegno nello svolgimento di questa tesi.

Un grazie alla mia fidanzata Lucia per aver condiviso con me questa esperienza e per il bene che mi vuole nonostante i miei mille impegni ed i miei mille difetti.

Un grazie agli amici di sempre, Alessandro, Carlo, Mirko, Giuseppe, Leonardo, Roberto e Roberta per i tempi spensierati trascorsi insieme.

Un grazie ai miei compagni universitari Emanuele B., Emanuele L., Fabio, Francesco O., Francesco P., Giampaolo, Luca A, Luca D., Michele P., Michele V., Raffaele, Paolo e Pierpaolo per aver condiviso delle ore di lezione, di studio e di divertimento insieme.

Un grazie a tutte le persone che in un modo o nell'altro mi hanno aiutato a non abbattermi nei momenti di difficoltà.

Un grazie a tutti coloro i cui nomi non compaiono in questa lista per pura dimenticanza ma che hanno contribuito a far crescere in me spirito critico.

INDICE

INDICE.....	IX
INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1	
PROGETTO ECOGEST	3
1.1 SERVIZI DEL PROGETTO	5
1.1.1 Servizio d'analisi predittiva.....	5
1.1.2 Servizio di autenticazione ed autorizzazione dei cittadini	6
1.1.3 Servizio di supporto allo scarico delle vasche piene.....	7
1.1.4 Servizio di segnalazione da parte dei cittadini/pubblici ufficiali ed intervento delle autorità competenti in situazioni di degrado	7
1.2 NORMATIVA VIGENTE	9
1.3 SCENARIO DEL PROGETTO	15

CAPITOLO 2

PROGETTAZIONE APPLICAZIONE 17

2.1 REQUISITI DEL SISTEMA.....18

 2.1.1 *Requisiti funzionali*18

 2.1.2 *Requisiti non funzionali*19

2.2 DIAGRAMMI DEI CASI D'USO.....20

2.3 DIAGRAMMI DELLE ATTIVITÀ.....36

2.4 ARCHITETTURA DEL SISTEMA44

2.5 DIAGRAMMA DELLE CLASSI.....45

2.6 MODELLO DEI DATI.....47

2.7 SEQUENCE DIAGRAM49

 2.7.1 *Effettua Login*50

 2.7.2 *Crea Nuovo Utente*50

 2.7.3 *Crea Nuova Isola*.....51

 2.7.4 *Crea Nuovo Deposito*52

 2.7.5 *Modifica Isola*.....53

 2.7.6 *Modifica Utente*54

 2.7.7 *Modifica Deposito*55

 2.7.8 *Trova Isola*56

 2.7.9 *Trova Utente*.....57

 2.7.10 *Trova Deposito*.....58

 2.7.11 *Elimina Isola*59

 2.7.12 *Elimina Utente*60

 2.7.13 *Elimina Deposito*.....61

 2.7.14 *Visualizza Percorso*62

 2.7.15 *Crea Percorso*.....63

2.8 PERCORSO OTTIMIZZATO.....64

CAPITOLO 3

ASPETTI TECNOLOGICI	69
3.1 CARTA RAFFAELLO	69
3.2 LETTORE RFID	71
3.3 GLOBAL POSITIONING SYSTEM	73
3.4 GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS.....	76

CAPITOLO 4

IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA.....	79
4.1 SOFTWARE UTILIZZATI	80
4.1.1 <i>Visual Studio 2008</i>	80
4.1.2 <i>MapPoint 2009 Europe</i>	81
4.1.3 <i>SQL Server 2005 Express Edition</i>	83
4.2 FUNZIONAMENTO DELL'APPLICAZIONE	84

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI.....	105
---	------------

BIBLIOGRAFIA.....	107
--------------------------	------------

Introduzione

Ogni anno nel mondo si producono miliardi di tonnellate di rifiuti e la loro collocazione rappresenta da sempre un problema ambientale di dimensioni rilevanti. Nell'ultimo secolo la crescita demografica e lo sviluppo industriale e tecnologico hanno provocato un aumento dei consumi sia in termini di qualità che di quantità di prodotti.

Il fenomeno è risultato aggravato dalla progressiva urbanizzazione che ha concentrato alcuni problemi ambientali e sanitari in aree estremamente circoscritte tra cui emerge la produzione abnorme di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) la cui quantità è raddoppiata negli ultimi quindici anni.

Se le linee di tendenza non verranno prontamente corrette c'è il rischio di aumentare ancora la produzione di RSU, portando pertanto il problema del loro impatto ambientale al di fuori di ogni possibile controllo.

La minimizzazione dei rifiuti si basa su due concetti fondamentali:

- la riduzione dei rifiuti alla fonte, attraverso cambiamenti nei prodotti (ecodesign) e nei processi (produzione pulita);
- riciclo e riutilizzo dei materiali.

L'obiettivo della tesi è di implementare un sistema distribuito di gestione e controllo delle isole ecologiche interraste per la raccolta dei rifiuti solidi urbani (RSU). Questa applicazione mira alla riduzione di

spese per la gestione ed il controllo dei rifiuti attraverso percorsi ottimizzati atti allo scarico delle isole ecologiche interrato. Il sistema interrato di isole ecologiche permette il conferimento di diverse tipologie di rifiuti in un unico punto. Tali punti permettono di trattare la raccolta dei rifiuti in modo da salvaguardare l'estetica delle città, consentendo di risolvere i disagi di rifiuti lasciati all'esterno e di diffondere la cultura del riciclo per migliorare la qualità della vita.

Nella prima parte della tesi verrà descritto il progetto Ecogest, a cui l'applicazione sviluppata appartiene, e la normativa vigente in ambito di rifiuti. Nella parte centrale verrà presentata la progettazione del sistema con l'architettura, i diagrammi delle classi ed i *sequence diagram*. Infine, nella seconda parte della tesi, verranno descritti tutti gli aspetti tecnologici utilizzati per l'implementazione prototipale del sistema ed il funzionamento dello stesso.

Capitolo 1

Progetto Ecogest

Il progetto Ecogest intende sviluppare un sistema a supporto della gestione e del controllo dei rifiuti urbani (RSU) distribuito, intelligente, partecipativo e personalizzabile nei confronti degli utenti. Si vuole quindi implementare un sistema che abbia le seguenti caratteristiche:

- permetta la comunicazione tra applicazioni eterogenee;
- supporti la qualità del servizio offerto, garantendo una riconfigurazione dinamica del sistema e gestendo applicazioni embedded e wireless.

Queste caratteristiche permetteranno l'innovazione delle isole ecologiche a scomparsa, attraverso l'introduzione di processi ICT innovativi.

Le isole ecologiche a scomparsa (anche chiamate isole interrate) sono costituite da un torrino posto sopra al terreno per il conferimento dei rifiuti ed una o più vasche di contenimento interrate. Nel momento in cui si conferisce il rifiuto presso il torrino, l'utente sceglie con un pulsante la tipologia del rifiuto (questa funzionalità è utile per la raccolta differenziata), che sarà così depositato, direttamente nell'apposito contenitore. Le macchine sono dotate inoltre di un lettore per tessere magnetiche (in grado di gestire l'apertura del torrino) e di

una pesa elettronica, che memorizza in una memory card la quantità di rifiuto conferito. Questo dispositivo d'apertura prevede di avvicinare la tessera magnetica identificativa (distribuita ad ogni famiglia) al lettore posto nel torrino. In ogni caso, se il torrino rimane aperto dopo il conferimento, si chiude automaticamente dopo pochi minuti. I contenitori interrati scorrono su una rotaia sotterranea e fanno sì che i sacchetti cadono nel contenitore predisposto, garantendo la migliore distribuzione nella vasca. Queste sono dotate di una fotocellula che rileva il grado di riempimento dei contenitori e blocca il funzionamento dell'impianto quando viene superato il livello prestabilito. Per lo scarico, la pulizia e la disinfezione dei raccoglitori pieni è stato approntato un sistema con telecomando, che permette al conduttore del mezzo compattatore di azionare agevolmente il meccanismo di sollevamento e scarico dei raccoglitori sotterranei. Il prodotto offerto risulta essere una soluzione ottimale, perché la raccolta avvenga in modo pulito automatizzato e corretto, attraverso un sistema interrato che permette il conferimento di diverse tipologie di rifiuti in un unico punto. Le isole ecologiche permettono di trattare la raccolta dei rifiuti in modo da salvaguardare l'estetica delle città, consente di risolvere i disagi di rifiuti lasciati all'esterno e di diffondere la cultura del riciclo per migliorare la qualità della vita.

Il sistema sviluppato si compone di più servizi ognuno dei quali si occupa di un aspetto diverso della gestione, raccolta e recupero dei rifiuti e della salvaguardia delle isole stesse. I diversi servizi lavorano in maniera separata e indipendente gestendo le diverse funzionalità del sistema globale.

1.1 Servizi del progetto

1.1.1 Servizio d'analisi predittiva

Il servizio vuole fornire, sulla base della conformità geografica del luogo, della profilazione degli utenti e dei dati memorizzati riguardo la raccolta corrente, un'ottima dislocazione delle isole.

L'impianto di tali isole richiede quindi una serie d'attività:

- individuazione del numero di isole da impiantare;
- individuazione della localizzazione migliore all'interno della città;
- garanzia dei vincoli qualitativi e quantitativi specificati dal committente.

Con questo servizio si garantisce un'ottima predisposizione delle isole in base all'esperienza passata, opportunamente codificata.

1.1.2 Servizio di autenticazione ed autorizzazione dei cittadini

Il servizio vuole permettere ai cittadini della Regione Marche di accedere alle isole ecologiche attraverso la Carta Raffaello (carta regionale dei servizi). In questo modo da un lato si evita la creazione di multiple e ridondanti carte di identificazione ed annesse identità e dall'altro si riconosce l'importanza della Carta Raffaello come strumento unico di identificazione. L'obiettivo ultimo è la piena integrazione delle isole con i servizi di e-government di back-end, in particolare, per quel che riguarda il pagamento on-line della tassa/tariffa sui rifiuti. Le tessere magnetiche attualmente distribuite alle famiglie per l'interazione con le isole non sono uno strumento di identificazione forte ufficialmente riconosciuto. L'integrazione con la Carta Raffaello permetterebbe di introdurre in modo diffuso, nella Regione Marche, isole con lettori magnetici in grado di integrarsi non solo con il front-end comunale, ma anche con i servizi on-line del comune. A regime l'introduzione di questo servizio mira a raggiungere la piena integrazione delle isole con le carte regionali dei servizi distribuite dalle varie regioni italiane.

1.1.3 Servizio di supporto allo scarico delle vasche piene

Il servizio vuole supportare l'operatore nell'individuazione del miglior percorso di raccolta dei rifiuti. L'operatore, munito di un navigatore dotato di GPS, richiede ad ogni hop l'isola successiva da scaricare fino all'individuazione di un percorso da centrale a centrale. Il servizio in tempo reale deve garantire l'individuazione del percorso migliore sulla base di parametri (tipo di raccolta, traffico, riempimento delle isole, tipologia delle isole, tempi di attesa al deposito) valutati in tempo reale. Si punta alla riorganizzazione ed ottimizzazione del sistema di raccolta. Servizi di supporto al controllo ambientale.

1.1.4 Servizio di segnalazione da parte dei cittadini/pubblci ufficiali ed intervento delle autorità competenti in situazioni di degrado

Le isole ecologiche riscontrano massimi benefici una volta che i cittadini dimostrano la loro partecipazione nella tutela ambientale. Il tema dei rifiuti è uno di quei temi che richiedono il massimo impegno da parte di ciascun cittadino. Si vuole quindi offrire un servizio di segnalazione/intervento per garantire un certo livello di controllo ambientale. Si prevede quindi di sviluppare un sistema multi-canale di segnalazione, basato su di una strutturazione semantica dei dati, che al tempo stesso sia di tipo partecipativo nei confronti del segnalante.

Volendo brevemente introdurre il funzionamento del servizio evidenziamo le seguenti attività. Supponiamo che un cittadino individua una situazione di degrado (accumulo abusivo di rifiuti nelle città, depositi illegali, disastri ambientali). Esso può inviare una segnalazione alla centrale operativa governata dal sistema, tramite sms, mms, e-mail con testo semplice o con foto allegata. Come mostrato in figura prevediamo quindi uno scenario di uso del servizio articolato nelle seguenti fasi:

- raccolta della segnalazione;
- analisi della segnalazione ed individuazione delle attività da svolgere per ripristinare la situazione;
- notifica del report di segnalazione, contenente i dati inviati dall'utente e le possibili attività di ripristino da svolgere, all'autorità competente.



A seguito dell'intervento, da parte delle autorità, il servizio gestirà la notifica all'utente dell'avvenuto intervento. Quest'ultima attività diventa fondamentale per la partecipazione del cittadino. In particolare, il servizio deve essere in grado di svolgere l'attività di individuazione delle attività da svolgere sui dati memorizzati nelle basi di conoscenza del sistema (relative alle localizzazione geografica, alle tipologia di rifiuti, ai centri di riciclaggio, alle segnalazioni e agli interventi passati).

1.2 Normativa vigente

La normativa vigente riguardo i rifiuti è quella del *Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, G.U. n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96*[DLG] di cui vengono riportati in seguito le nozioni fondamentali riguardo finalità, priorità e recupero dei rifiuti, che maggiormente interessano il sistema sviluppato.

ART. 178 (finalità)

1. La gestione dei rifiuti costituisce attività di pubblico interesse ed è disciplinata dalla parte quarta del presente decreto al fine di assicurare un'elevata protezione dell'ambiente e controlli efficaci, tenendo conto della specificità dei rifiuti pericolosi.

2. I rifiuti devono essere recuperati o smaltiti senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente e, in particolare:

- a) senza determinare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo, nonché per la fauna e la flora;
- b) senza causare inconvenienti da rumori o odori;
- c) senza danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse, tutelati in base alla normativa vigente.

3. La gestione dei rifiuti è effettuata conformemente ai principi di precauzione, di prevenzione, di proporzionalità, di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e comunitario, con particolare riferimento al principio comunitario "chi

inquina paga". A tal fine la gestione dei rifiuti è effettuata secondo criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza.

4. Per conseguire le finalità e gli obiettivi della parte quarta del presente decreto, lo Stato, le regioni, le province autonome e gli enti locali esercitano i poteri e le funzioni di rispettiva competenza in materia di gestione dei rifiuti in conformità alle disposizioni di cui alla parte quarta del presente decreto, adottando ogni opportuna azione ed avvalendosi, ove opportuno, mediante accordi, contratti di programma o protocolli d'intesa anche sperimentali, di soggetti pubblici o privati.

5. I soggetti di cui al comma 4 costituiscono, altresì, un sistema compiuto e sinergico che armonizza, in un contesto unitario, relativamente agli obiettivi da perseguire, la redazione delle norme tecniche, i sistemi di accreditamento e i sistemi di certificazione attinenti direttamente o indirettamente le materie ambientali, con particolare riferimento alla gestione dei rifiuti, secondo i criteri e con le modalità di cui all'articolo 195, comma 2, lettera a, e nel rispetto delle procedure di informazione nel settore delle norme e delle regolazioni tecniche e delle regole relative ai servizi della società dell'informazione, previste dalle direttive comunitarie e relative norme di attuazione, con particolare riferimento alla legge 21 giugno 1986, n. 317.

ART. 179 (criteri di priorità nella gestione dei rifiuti)

1. Le pubbliche amministrazioni perseguono, nell'esercizio delle rispettive competenze, iniziative dirette a favorire prioritariamente la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti, in particolare mediante:

- a) lo sviluppo di tecnologie pulite, che permettano un uso più razionale e un maggiore risparmio di risorse naturali;
- b) la messa a punto tecnica e l'immissione sul mercato di prodotti concepiti in modo da non contribuire o da contribuire il meno possibile, per la loro fabbricazione, il loro uso o il loro smaltimento, ad incrementare la quantità o la nocività dei rifiuti e i rischi di inquinamento;
- c) lo sviluppo di tecniche appropriate per l'eliminazione di sostanze pericolose contenute nei rifiuti al fine di favorirne il recupero.

2. Nel rispetto delle misure prioritarie di cui al comma 1, le pubbliche amministrazioni adottano, inoltre, misure dirette al recupero dei rifiuti mediante riciclo, reimpiego, riutilizzo o ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie, nonché all'uso di rifiuti come fonte di energia.

ART. 181 (recupero dei rifiuti)

1. Ai fini di una corretta gestione dei rifiuti le pubbliche amministrazioni favoriscono la riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti attraverso:

- a) il riutilizzo, il reimpiego ed il riciclaggio;
- b) le altre forme di recupero per ottenere materia prima secondaria dai rifiuti;
- c) l'adozione di misure economiche e la previsione di condizioni di appalto che prescrivano l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato di tali materiali;
- d) l'utilizzazione dei rifiuti come mezzo per produrre energia.

2. Al fine di favorire e incrementare le attività di riutilizzo, di reimpiego e di riciclaggio e l'adozione delle altre forme di recupero dei rifiuti, le pubbliche amministrazioni ed i produttori promuovono analisi dei cicli di vita dei prodotti, ecobilanci, campagne di informazione e tutte le altre iniziative utili.

3. Alle imprese che intendono modificare i propri cicli produttivi al fine di ridurre la quantità e la pericolosità dei rifiuti prodotti ovvero di favorire il recupero di materiali sono concesse in via prioritaria le agevolazioni gravanti sul Fondo speciale rotativo per l'innovazione tecnologica, previste dagli articoli 14 e seguenti della legge 17 febbraio 1982, n. 46. Le modalità, i tempi e le procedure per la concessione e l'erogazione delle agevolazioni predette sono stabilite con decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con i Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio, dell'economia e delle finanze e della salute.

4. Le pubbliche amministrazioni promuovono e stipulano accordi e contratti di programma con i soggetti economici interessati o con le associazioni di categoria rappresentative dei settori interessati, al fine di favorire il riutilizzo, il reimpiego, il riciclaggio e le altre forme di recupero dei rifiuti, nonché l'utilizzo di materie prime secondarie, di combustibili o di prodotti ottenuti dal recupero dei rifiuti provenienti

dalla raccolta differenziata. Nel rispetto dei principi e dei criteri previsti dalle norme comunitarie e delle norme nazionali di recepimento, detti accordi e contratti di programma attuano le disposizioni previste dalla parte quarta del presente decreto, oltre a stabilire semplificazioni in materia di adempimenti amministrativi nel rispetto delle norme comunitarie e con l'eventuale ricorso a strumenti economici.

5. Gli accordi e i contratti di programma di cui al comma 4 sono pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale* e sono aperti all'adesione dei soggetti interessati, in conformità alla comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio e al Comitato delle regioni, Com (2002) 412 definitivo del 17 luglio 2002, in base alla quale la Commissione potrà anche utilizzarli nell'ambito della autoregolamentazione, intesa come incoraggiamento o riconoscimento degli accordi medesimi, o coregolamentazione, intesa come proposizione al legislatore di utilizzare gli accordi, quando opportuno.

6. I metodi di recupero dei rifiuti utilizzati per ottenere materia prima secondaria, combustibili o prodotti devono garantire l'ottenimento di materiali con caratteristiche fissate con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400. Sino all'emanazione del predetto decreto continuano ad applicarsi le disposizioni di cui al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 ed al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 12 giugno 2002, n. 161. Le predette caratteristiche possono essere altresì conformi alle autorizzazioni rilasciate ai sensi degli articoli 208, 209 e 210 del presente decreto.

7. Nel rispetto di quanto previsto ai commi 4, 5 e 6 del presente articolo, i soggetti economici interessati o le associazioni di categoria rappresentative dei settori interessati, anche con riferimento ad interi settori economici e produttivi, possono stipulare con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e sentito il parere del Consiglio economico e sociale per le politiche ambientali (CESPA), appositi accordi di programma ai sensi del comma 4 e dell'articolo 206 per definire i metodi di recupero dei rifiuti destinati all'ottenimento di materie prime secondarie, di combustibili o di prodotti. Gli accordi fissano le modalità e gli adempimenti amministrativi per la raccolta, per la messa in riserva, per il trasporto dei rifiuti, per la loro commercializzazione,

anche tramite il mercato telematico, con particolare riferimento a quello del recupero realizzato dalle Camere di commercio, e per i controlli delle caratteristiche e i relativi metodi di prova; i medesimi accordi fissano altresì le caratteristiche delle materie prime secondarie, dei combustibili o dei prodotti ottenuti, nonché le modalità per assicurare in ogni caso la loro tracciabilità fino all'ingresso nell'impianto di effettivo impiego.

8. La proposta di accordo di programma, con indicazione anche delle modalità usate per il trasporto e per l'impiego delle materie prime secondarie, o la domanda di adesione ad un accordo già in vigore deve essere presentata al Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, che si avvale per l'istruttoria del Comitato nazionale dell'Albo di cui all'articolo 212 e dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), che si avvale delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente (ARPA). Sulla proposta di accordo è acquisito altresì il parere dell'Autorità di cui all'articolo 207.

9. Gli accordi di cui al comma 7 devono contenere inoltre, per ciascun tipo di attività, le norme generali che fissano i tipi e le quantità di rifiuti e le condizioni alle quali l'attività di recupero dei rifiuti è dispensata dall'autorizzazione, nel rispetto delle condizioni fissate dall'articolo 178, comma 2.

10. I soggetti firmatari degli accordi previsti dal presente articolo sono iscritti presso un'apposita sezione da costituire presso l'Albo di cui all'articolo 212, a seguito di semplice richiesta scritta, e senza essere sottoposti alle garanzie finanziarie di cui ai commi 7 e 9 del citato articolo 212.

11. Gli accordi di programma di cui al comma 7 sono approvati, ai fini della loro efficacia, con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della salute, e sono successivamente pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale*. Tali accordi sono aperti all'adesione di tutti i soggetti interessati.

12. La disciplina in materia di gestione dei rifiuti si applica fino al completamento delle operazioni di recupero, che si realizza quando non sono necessari ulteriori trattamenti perché le sostanze, i materiali e gli oggetti ottenuti possono essere usati in un processo industriale o commercializzati come materia prima

secondaria, combustibile o come prodotto da collocare, a condizione che il detentore non se ne disfi o non abbia deciso, o non abbia l'obbligo, di disfarsene.

13. La disciplina in materia di gestione dei rifiuti non si applica ai materiali, alle sostanze o agli oggetti che, senza necessità di operazioni di trasformazione, già presentino le caratteristiche delle materie prime secondarie, dei combustibili o dei prodotti individuati ai sensi del presente articolo, a meno che il detentore se ne disfi o abbia deciso, o abbia l'obbligo, di disfarsene.

14. I soggetti che trasportano o utilizzano materie prime secondarie, combustibili o prodotti, nel rispetto di quanto previsto dal presente articolo, non sono sottoposti alla normativa sui rifiuti, a meno che se ne disfino o abbiano deciso, o abbiano l'obbligo, di disfarsene.

Studiando ed analizzando le normative vigenti in contesto europeo e, più specificatamente, a livello nazionale, per quel che riguarda la tutela dall'ambiente e la gestione dei rifiuti attraverso le finalità, le priorità ed il loro recupero ci aiuta ad individuare dei vincoli da rispettare e delle politiche da garantire attraverso il sistema.

1.3 Scenario del progetto

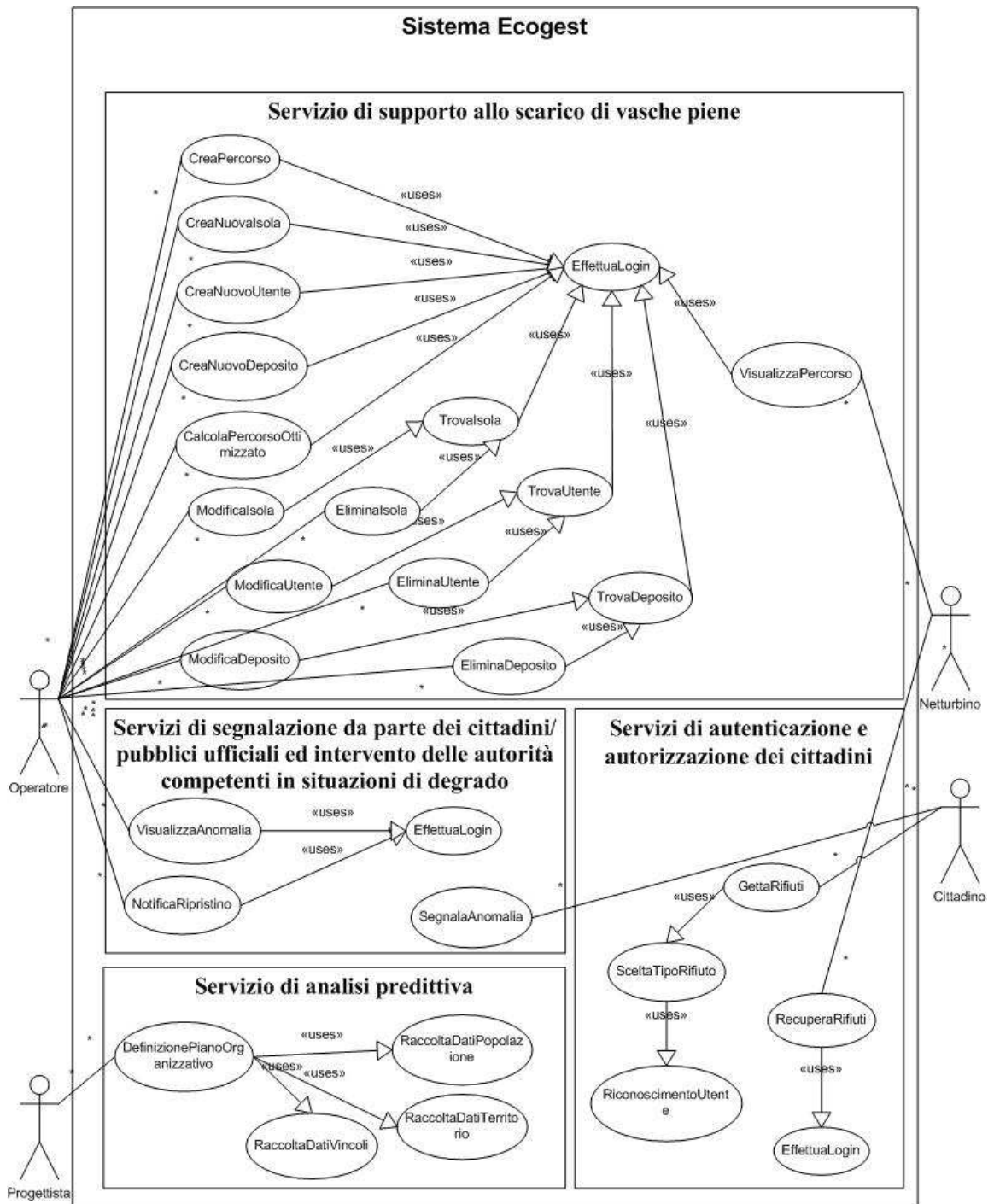


Figura 1: Use case generale

Come si deduce da questo caso d'uso il sistema si compone di quattro servizi principali. Gli utenti che interagiscono con il sistema sono i progettisti, che si occupano unicamente del sistema predittivo per la corretta disposizione delle isole nelle città, gli operatori, che interagiscono direttamente con il sistema centrale per il supporto allo scarico delle vasche piene, i netturbini muniti di gps, che visualizzano sul navigatore il percorso ottimizzato per il recupero, ed i cittadini per la segnalazione di situazioni di degrado.

Capitolo 2

Progettazione applicazione

Il middleware realizzato permette all'operatore di inserire, modificare ed eliminare le isole nel sistema, di controllare lo stato delle vasche, di individuare il miglior percorso di raccolta dei rifiuti ottimizzandone la raccolta. Tutti queste funzionalità riguardano il servizio di supporto allo scarico delle vasche piene del progetto Ecogest.

In questo capitolo perciò verranno descritti i requisiti funzionali e non funzionali, i diagrammi delle attività, i diagrammi degli use case, l'architettura del middleware, i diagrammi delle classi, i sequence diagram e l'algoritmo utilizzato per determinare il percorso ottimizzato.

2.1 Requisiti del sistema

I requisiti di un sistema descrivono cosa deve fare il software, quali utenti lo utilizzano, le prestazioni ed i vincoli da soddisfare. I requisiti del nostro sistema si dividono in funzionali e non funzionali. Ad ognuno di essi è associato un ID univoco che li identifica, *sca001* per i funzionali e *scaN001* per i non funzionali dove *sca* è l'abbreviazione del servizio di supporto di scarico delle vasche piene, *scaN* di uguale significato ma indica con la *N* i requisiti non funzionali e *001* è il numero progressivo assegnato.

2.1.1 Requisiti funzionali

I requisiti funzionali che descrivono i servizi del sistema sono riportati nella tabella sottostante.

ID	Descrizione
<i>sca001</i>	Il sistema deve richiedere all'operatore/netturbino i dati per l'accesso
<i>sca002</i>	L'operatore/netturbino deve inviare i propri dati al sistema
<i>sca003</i>	Il sistema deve validare i dati ricevuti
<i>sca004</i>	L'operatore vuole inserire una nuova isola nel sistema
<i>sca005</i>	L'operatore vuole modificare/cancellare un'isola esistente
<i>sca006</i>	L'operatore vuole inserire un nuovo utente nel sistema
<i>sca007</i>	L'operatore vuole modificare/cancellare un utente del sistema
<i>sca008</i>	L'operatore vuole effettuare una ricerca sulle isole in base a

	dei parametri (full text, vasche danneggiate, vasche piene)
<i>sca009</i>	L'operatore vuole creare il percorso ottimizzato per il recupero rifiuti dalle vasche piene fino al deposito
<i>sca010</i>	L'operatore vuole inserire i dati relativi al deposito
<i>sca011</i>	L'operatore vuole modificare/cancellare i dati sul deposito
<i>sca012</i>	L'operatore vuole inviare il percorso ottimizzato al navigatore
<i>sca013</i>	Il netturbino vuole che il percorso ottimizzato venga visualizzato sul navigatore

2.1.2 Requisiti non funzionali

I requisiti non funzionali sono vincoli sul sistema o sul processo di sviluppo che se non vengono soddisfatti possono portare al non utilizzo del sistema. Essi sono elencati nella tabella sottostante.

ID	Descrizione
<i>scaN001</i>	Il sistema deve rispondere al massimo dopo 15 secondi
<i>scaN002</i>	Il file del percorso deve essere di tipo gpx

2.2 Diagrammi dei casi d'uso

Caso d'uso	EffettuaLogin
ID	005
Descrizione	L'Operatore/Netturbino vuole entrare nel sistema
Attori primari	Operatore/Netturbino
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il caso d'uso inizia quando l'operatore inserisce username e password nel sistema e seleziona "login" 2. Finché l'utente non inserisce i dati corretti <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Il sistema chiede username e password 2.2 Il sistema valida i dati dell'operatore
Postcondizioni	Viene visualizzata la schermata principale del sistema.
Sequenza alternativa	Nessuna

Caso d'uso	CreaNuovaIsola
ID	006
Descrizione	L'operatore vuole inserire i dati relativi ad una nuova isola nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "inserisci nuova isola". 3. Finché l'utente non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni

	<p>relative alla nuova isola</p> <p>3.2 Il sistema valida le informazioni sull'isola</p> <p>4 Il sistema inserisce la nuova isola nella mappa</p>
Postcondizioni	Una nuova isola è stata inserita nel sistema
Sequenza alternativa	DatiNonValidi Annulla

Sequenza eventi alternativa: CreaNuovaIsola	DatiNonValidi
ID	007.1
Descrizione	L'operatore ha inserito dati non validi durante la creazione di una nuova isola.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'utente ha inserito dati non validi
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia dopo il passo 2.2 della sequenza principale. 2. Il sistema informa l'utente che lui ha inserito dati non validi.
Postcondizioni	Nessuna

Sequenza eventi alternativa: CreaNuovaIsola	Annulla
ID	008.2
Descrizione	L'operatore annulla il processo di creazione di una nuova isola.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia in qualsiasi momento. 2. L'operatore annulla la creazione di una nuova isola.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	ModificaIsola
-------------------	---------------

ID	009
Descrizione	L'operatore modifica i dati relativi ad un isola registrata nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> TrovaIsola 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "modifica isola". 3. Finchè l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative alla nuova isola 3.2 Il sistema valida le informazioni sull'isola 4 Il sistema modifica i dati dell'isola
Postcondizioni	I dati di un'isola sono stati modificati
Sequenza alternativa	DatiNonValidi Annulla

Sequenza eventi alternativa: ModificaIsola	DatiNonValidi
ID	009.1
Descrizione	L'operatore ha inserito dati non validi durante la modifica di un isola.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'utente ha inserito dati non validi
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia dopo il passo 3.2 della sequenza principale. 2. Il sistema informa l'utente che ha inserito dati non validi.
Postcondizioni	Nessuna

Sequenza eventi alternativa: ModificaIsola	Annulla
ID	009.2

Descrizione	L'operatore annulla il processo di modifica di un'isola.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia in qualsiasi momento. 2. L'operatore annulla la modifica di un'isola.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	CreaNuovoUtente
ID	010
Descrizione	L'operatore vuole inserire i dati relativi ad un nuovo utente nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "crea utente". 3. Finché l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al nuovo utente 3.2 Il sistema valida le informazioni sull'utente 4 Il sistema inserisce il nuovo utente nel database
Postcondizioni	Un nuovo utente è stato inserito nel sistema
Sequenza alternativa	DatiNonValidi Annulla

Sequenza eventi alternativa: CreaNuovoUtente	DatiNonValidi
ID	010.1
Descrizione	L'operatore ha inserito dati non validi durante la creazione di un nuovo utente.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'utente ha inserito dati non validi

Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia dopo il passo 2.2 della sequenza principale. 2. Il sistema informa l'utente che ha inserito dati non validi.
Postcondizioni	Nessuna

Sequenza eventi alternativa: CreaNuovoUtente	Annulla
ID	010.2
Descrizione	L'operatore annulla il processo di creazione di un nuovo utente.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia in qualsiasi momento. 2. L'operatore annulla la creazione di un nuovo utente.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	ModificaUtente
ID	011
Descrizione	L'operatore modifica i dati relativi ad un utente registrato nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> TrovaUtente 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "modifica utente". 3. Finchè l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.3 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al nuovo utente. 3.4 Il sistema valida le informazioni sull'utente 4 Il sistema modifica i dati relativi all'utente
Postcondizioni	I dati di un utente sono stati modificati

Sequenza alternativa	DatiNonValidi Annulla
-----------------------------	--------------------------

Sequenza eventi alternativa: ModificaUtente	DatiNonValidi
ID	011.1
Descrizione	L'operatore ha inserito dati non validi durante la modifica di un utente.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'utente ha inserito dati non validi
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia dopo il passo 3.2 della sequenza principale. 2. Il sistema informa l'utente che ha inserito dati non validi.
Postcondizioni	Nessuna

Sequenza eventi alternativa: ModificaUtente	Annulla
ID	011.2
Descrizione	L'operatore annulla il processo di modifica di un utente.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia in qualsiasi momento. 2. L'operatore annulla la modifica di un utente.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	TrovaUtente
ID	012
Descrizione	Il sistema individua alcuni utenti in base ai criteri di ricerca specificati dall'Operatore e li mostra all'Operatore
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno

Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "Trova utente". 3. Il sistema richiede all'Operatore i criteri di ricerca. 4. L'Operatore inserisce i criteri di ricerca richiesti. 5. Il sistema ricerca gli utenti che rispondono ai criteri di ricerca specificati dall'Operatore 6. Se il sistema trova uno o più utenti. <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Per ogni utente trovato <ol style="list-style-type: none"> 6.1.1. Il sistema mostra l'elenco dei dati relativi all'utente 7. Altrimenti <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Il sistema comunica all'operatore che non sono stati individuati utenti che soddisfano i criteri specificati
Postcondizioni	Nessuna
Sequenza alternativa	UtenteNonEsiste

Sequenza eventi alternativa: TrovaUtente	UtenteNonEsiste
ID	012.1
Descrizione	I dati inseriti per la ricerca non corrispondono ad alcun utente.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia al passo 4 della sequenza principale. 2. Il sistema non trova alcun utente che corrisponde ai parametri di ricerca inseriti dall'operatore 3. Il sistema invia un messaggio di errore all'operatore.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	TrovaIsola
ID	013
Descrizione	Il sistema individua alcune isole in base ai criteri di ricerca specificati dall'Operatore e li mostra all'Operatore
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "Trova isola". 3. Il sistema richiede all'Operatore i criteri di ricerca. 4. L'Operatore inserisce i criteri di ricerca richiesti. 5. Il sistema ricerca le isole che rispondono ai criteri di ricerca specificati dall'Operatore 6. Se il sistema trova una o più isole. <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Per ogni isola trovata <ol style="list-style-type: none"> 6.1.1. Il sistema mostra l'elenco delle caratteristiche dell'isola 7. Altrimenti <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Il sistema comunica all'operatore che non sono state individuate isole che soddisfano i criteri specificati
Postcondizioni	Nessuna
Sequenza alternativa	IsolaNonEsiste

Sequenza eventi alternativa: TrovaIsola	IsolaNonEsiste
ID	013.1
Descrizione	I dati inseriti per la ricerca non corrispondono ad alcuna isola.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia al passo 4 della sequenza principale.

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Il sistema non trova alcuna isola che corrisponde ai parametri di ricerca inseriti dall'operatore 3. Il sistema invia un messaggio di errore all'operatore.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	CalcolaPercorsoOttimizzato
ID	014
Descrizione	Il sistema individua il percorso ottimizzato tra le isole e il deposito in base alle isole selezionate dall'Operatore
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "Calcola Percorso". 3. Il sistema richiede all'Operatore quali isole inserire nelle tappe del percorso e le coordinate del deposito. 4. L'Operatore inserisce i criteri di ricerca richiesti. 5. Il sistema calcola il percorso ottimizzato
Postcondizioni	<ul style="list-style-type: none"> • Il percorso ottimizzato viene salvato su un file • Il file del percorso viene inserito nel navigatore
Sequenza alternativa	Nessuna

Caso d'uso	CreaNuovoDeposito
ID	015
Descrizione	L'operatore vuole inserire i dati relativi ad un nuovo deposito nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "inserisci nuovo deposito". 3. Finchè l'utente non inserisce i dati corretti.

	<p>3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al nuovo deposito.</p> <p>3.2 Il sistema valida le informazioni sul deposito</p> <p>4 Il sistema inserisce il deposito nella mappa</p>
Postcondizioni	Nessuna
Sequenza alternativa	DatiNonValidi Annulla

Sequenza eventi alternativa: CreaNuovaDeposito	DatiNonValidi
ID	015.1
Descrizione	L'operatore ha inserito dati non validi durante la creazione di un nuovo deposito.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'utente ha inserito dati non validi
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia dopo il passo 2.2 della sequenza principale. 2. Il sistema informa l'utente che ha inserito dati non validi.
Postcondizioni	Nessuna

Sequenza eventi alternativa: CreaNuovaDeposito	Annulla
ID	015.2
Descrizione	L'operatore annulla il processo di creazione di un nuovo deposito.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia in qualsiasi momento. 2. L'operatore annulla la creazione di un nuovo deposito.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	ModificaDeposito
ID	016
Descrizione	L'operatore modifica i dati relativi ad un deposito registrato nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include>TrovaDeposito 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "modifica deposito". 3. Finchè l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al deposito. 3.2 Il sistema valida le informazioni sull'utente 4 Il sistema modifica i dati relativi al deposito
Postcondizioni	Nessuna
Sequenza alternativa	DatiNonValidi Annulla

Sequenza eventi alternativa: ModificaDeposito	DatiNonValidi
ID	016.1
Descrizione	L'operatore ha inserito dati non validi durante la modifica di un deposito.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'utente ha inserito dati non validi
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia dopo il passo 3.2 della sequenza principale. 2. Il sistema informa l'utente che ha inserito dati non validi.
Postcondizioni	Nessuna

Sequenza eventi alternativa: ModificaDeposito	Annulla
--	---------

ID	016.2
Descrizione	L'operatore annulla il processo di modifica di un deposito.
Attori primari	Cittadino/Utente
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Nessuna
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia in qualsiasi momento. 2. L'operatore annulla la modifica di un deposito.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	TrovaDeposito
ID	017
Descrizione	Il sistema individua alcuni depositi in base ai criteri di ricerca specificati dall'Operatore e li mostra all'Operatore
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "Trova deposito". 3. Il sistema richiede all'Operatore i criteri di ricerca. 4. L'Operatore inserisce i criteri di ricerca richiesti. 5. Il sistema ricerca i depositi che rispondono ai criteri di ricerca specificati dall'Operatore 6. Se il sistema trova uno o più depositi. <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Per ogni deposito trovato <ol style="list-style-type: none"> 6.1.1. Il sistema mostra l'elenco dei dati relativi al deposito 7. Altrimenti <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Il sistema comunica all'operatore che non sono stati individuati depositi che soddisfano i criteri specificati
Postcondizioni	Nessuna
Sequenza alternativa	DepositoNonEsiste

Sequenza eventi alternativa: TrovaDeposito	DepositoNonEsiste
ID	017.1
Descrizione	I dati inseriti per la ricerca non corrispondono ad alcun deposito.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sequenza di eventi alternativa inizia al passo 4 della sequenza principale. 2. Il sistema non trova alcun deposito che corrisponde ai parametri di ricerca inseriti dall'operatore 3. Il sistema invia un messaggio di errore all'operatore.
Postcondizioni	Nessuna

Caso d'uso	CreaPercorso
ID	018
Descrizione	L'operatore vuole creare un nuovo percorso
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "Crea Percorso". 3. L'operatore seleziona le isole da inserire nel percorso. 4. L'operatore seleziona il deposito. 5. Il sistema crea il percorso in base ai dati inseriti dall'operatore
Postcondizioni	Viene generato il file leggibile dal navigatore
Sequenza alternativa	Nessuna

Caso d'uso	VisualizzaPercorso
ID	019
Descrizione	Il navigatore visualizza al Netturbino il percorso ottimizzato per il recupero dei rifiuti
Attori primari	Netturbino
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	Il netturbino sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> EffettuaLogin 2. Il caso d'uso inizia quando il Netturbino seleziona "visualizza percorso". 3. Il navigatore visualizza sulla mappa il percorso ottimizzato.
Postcondizioni	Nessuna
Sequenza alternativa	Nessuna

Caso d'uso	CancellaUtente
ID	026
Descrizione	L'operatore cancella un utente registrato nel sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> TrovaUtente 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "cancella utente". 3. Finchè l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al nuovo utente. 3.2 Il sistema valida le informazioni sull'utente 4 Il sistema l'utente
Postcondizioni	L'utente è stato cancellato
Sequenza alternativa	Annulla

Caso d'uso	CancellaIsola
ID	027
Descrizione	L'operatore cancella un'isola dal sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> TrovaIsola 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "cancella isola". 3. Finchè l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al nuovo utente. 3.2 Il sistema valida le informazioni sull'utente 4 Il sistema cancella l'isola
Postcondizioni	L'isola è stata cancellata
Sequenza alternativa	Annulla

Caso d'uso	CancellaDeposito
ID	028
Descrizione	L'operatore cancella un deposito dal sistema.
Attori primari	Operatore
Attori secondari	Nessuno
Precondizioni	L'operatore sia autenticato nel sistema.
Sequenza degli eventi principali	<ol style="list-style-type: none"> 1. <include> TrovaDeposito 2. Il caso d'uso inizia quando l'operatore seleziona "cancella deposito". 3. Finchè l'operatore non inserisce i dati corretti. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Il sistema chiede di inserire le informazioni relative al nuovo utente. 3.2 Il sistema valida le informazioni sull'utente 4 Il sistema modifica i dati relativi all'utente
Postcondizioni	Il deposito è stato cancellato
Sequenza alternativa	Annulla

Nella cancellazione di un elemento (isola, utente o deposito) il caso d'uso alternativo "Annulla" è analogo a quello per la modifica di un elemento.

In base ai casi d'uso individuati è stato sviluppato il diagramma in figura 2. Gli attori che partecipano all'utilizzo del servizio sono l'operatore che gestisce tutte le operazioni relative alla gestione e creazione delle isole, del deposito, degli utenti e dei percorsi di recupero, ed i netturbini che utilizzano i percorsi ottimizzati visualizzandoli sui navigatori per recuperare i rifiuti dalle vasche piene.

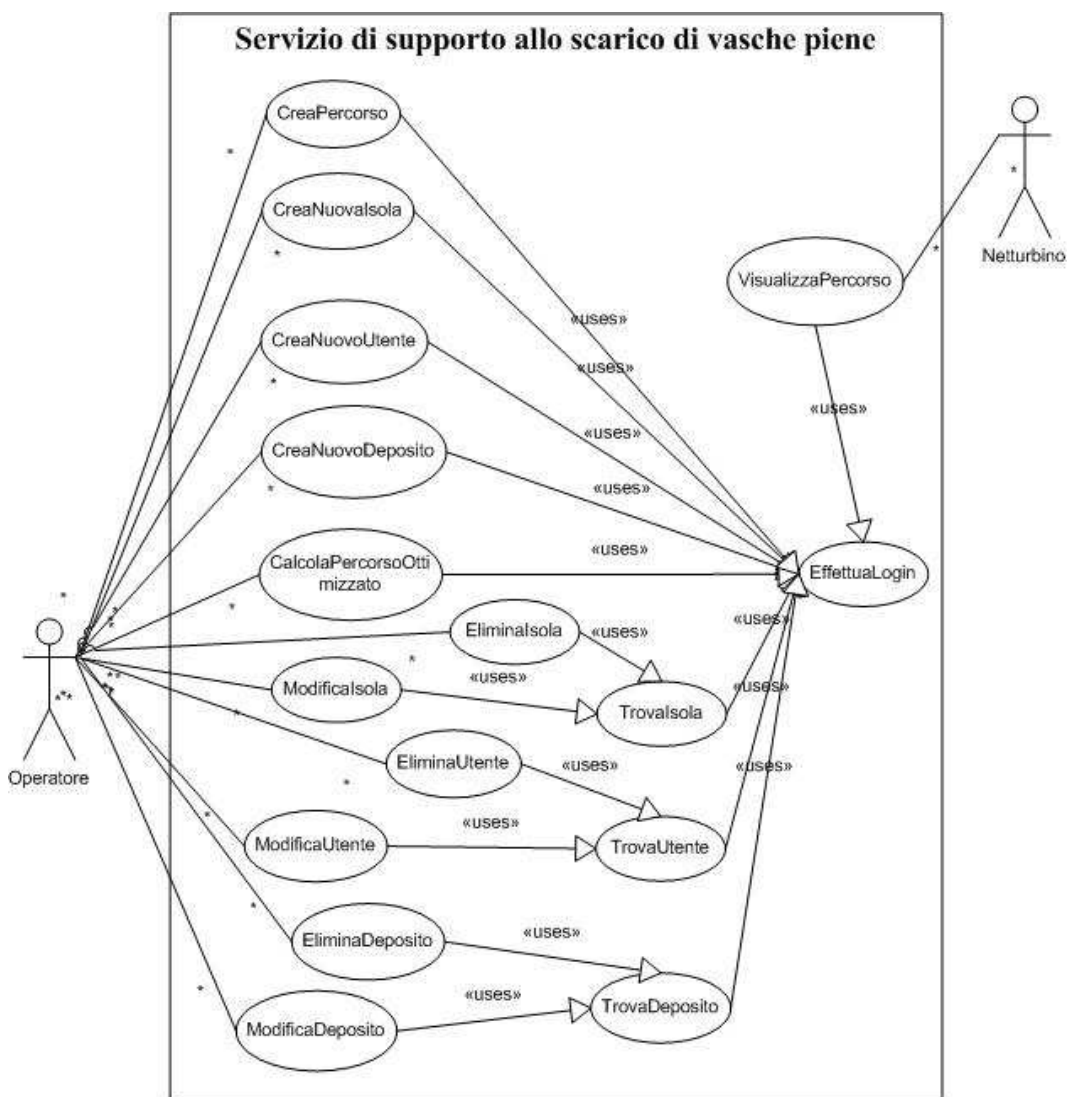


Figura 2: Servizio di supporto allo scarico di vasche piene

2.3 Diagrammi delle attività

Prima di poter effettuare qualsiasi attività l'operatore deve loggarsi all'interno del sistema: le attività interessate sono l'inserimento del nome utente e della password e la successiva autenticazione come rappresentato in figura 3.

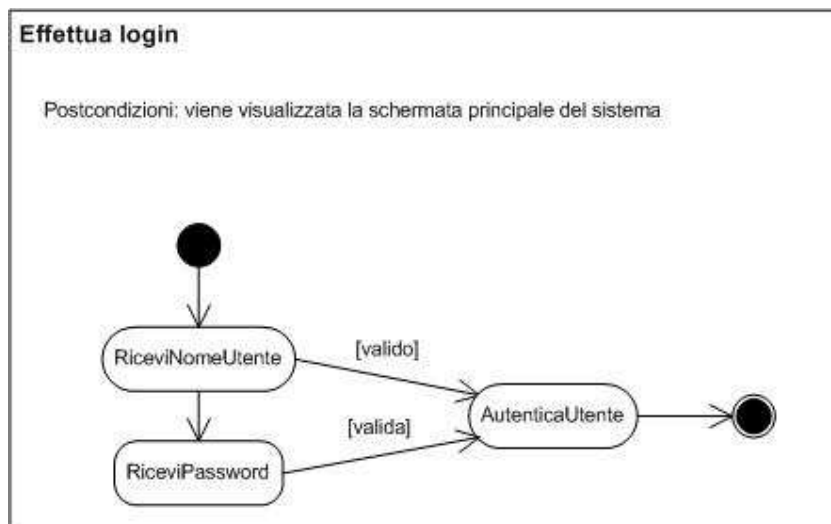


Figura 3: Effettua Login

Per la creazione di nuove isole, del deposito e di nuovi utenti, le uniche attività interessate sono l'inserimento dei dati e la creazione dell'isola. Ovviamente è necessaria la preconditione che l'operatore sia loggato nel sistema come si evince in figura 4, 5 e 6.

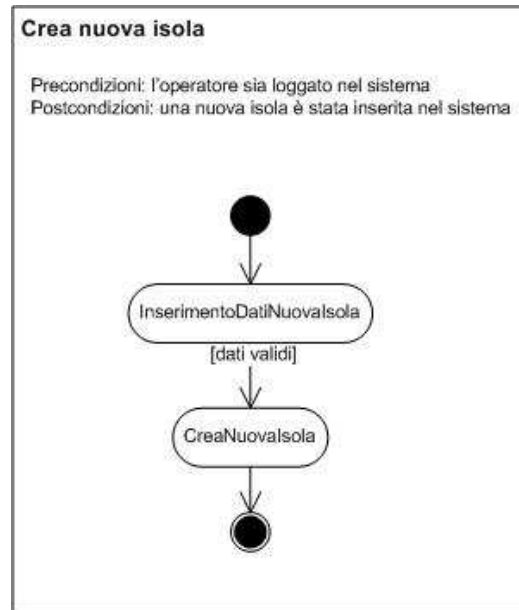


Figura 3: Crea nuova isola

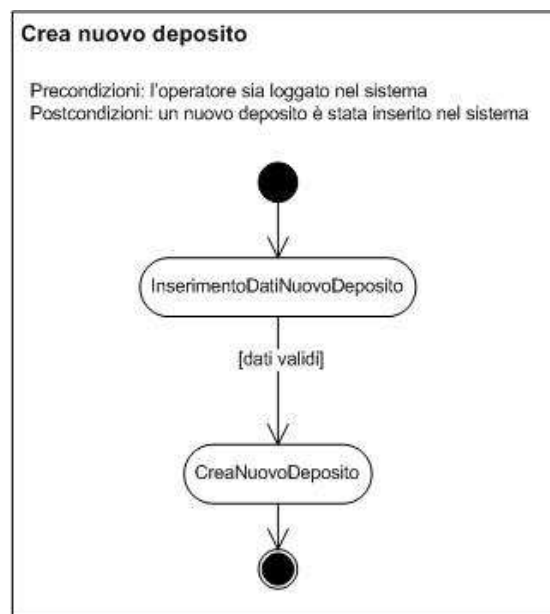


Figura 4: Crea nuovo deposito

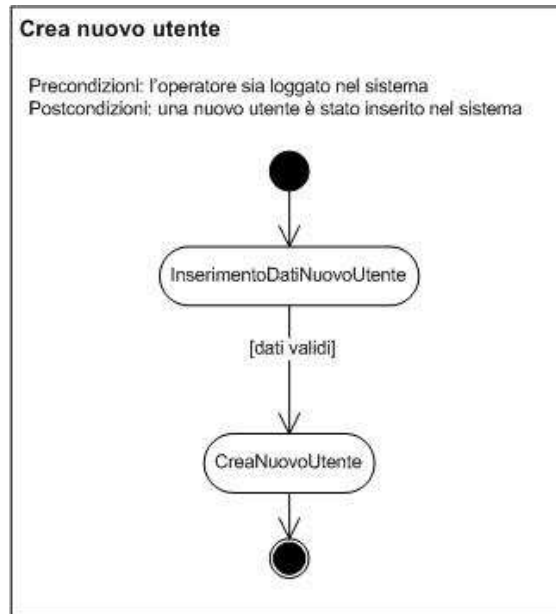


Figura 5: Crea nuovo utente

Per quel che riguarda la creazioni di un nuovo percorso i dati da inserire sono le isole e il deposito (punto di partenza e di ritorno) come specificato in figura 6.

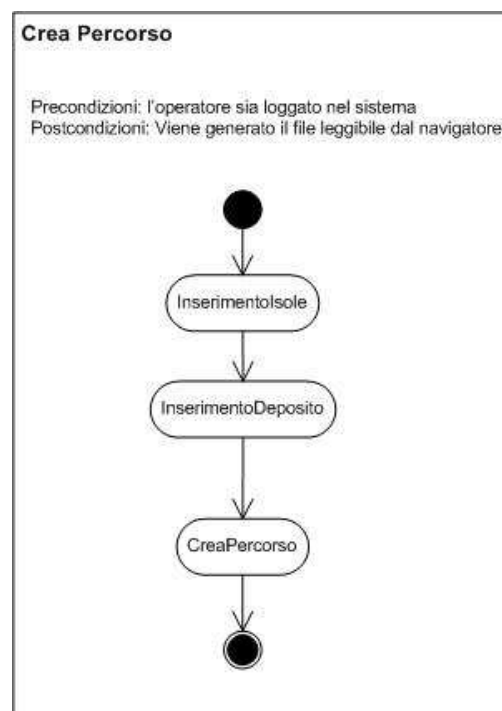


Figura 6: Crea percorso

Per poter invece modificare i dati relativi ad un'isola (o un deposito o un utente) è necessario per prima cosa trovare l'isola all'interno del database e poi modificare i dati inserendo dati corretti: se i dati vengono validati le modifiche sono apportate, altrimenti viene inviato un messaggio d'errore con la richiesta di re immettere dati corretti come si vede in figura 7, 8 e 9.

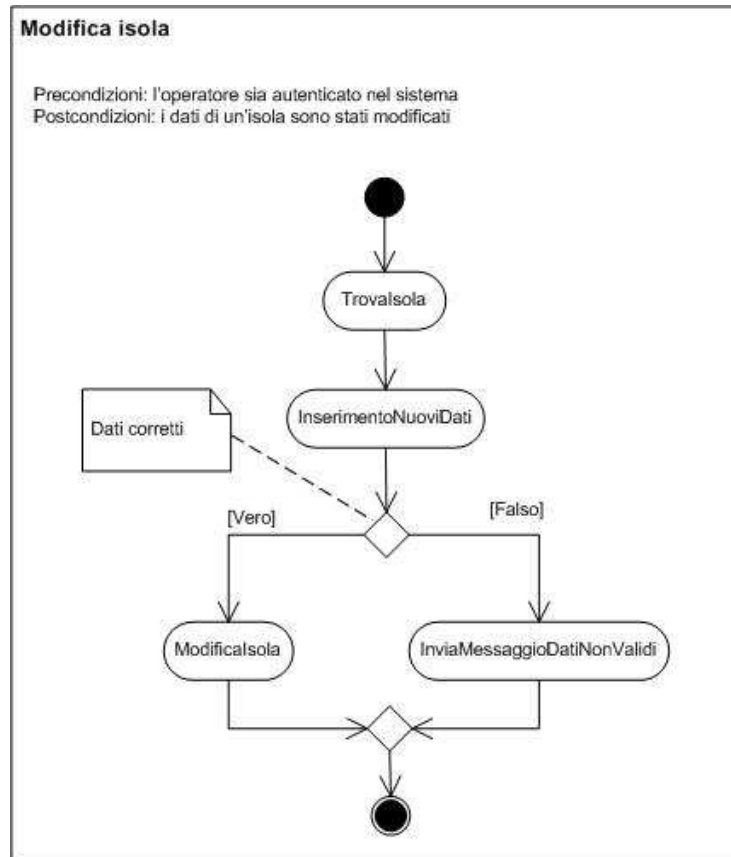


Figura 7: Modifica isola

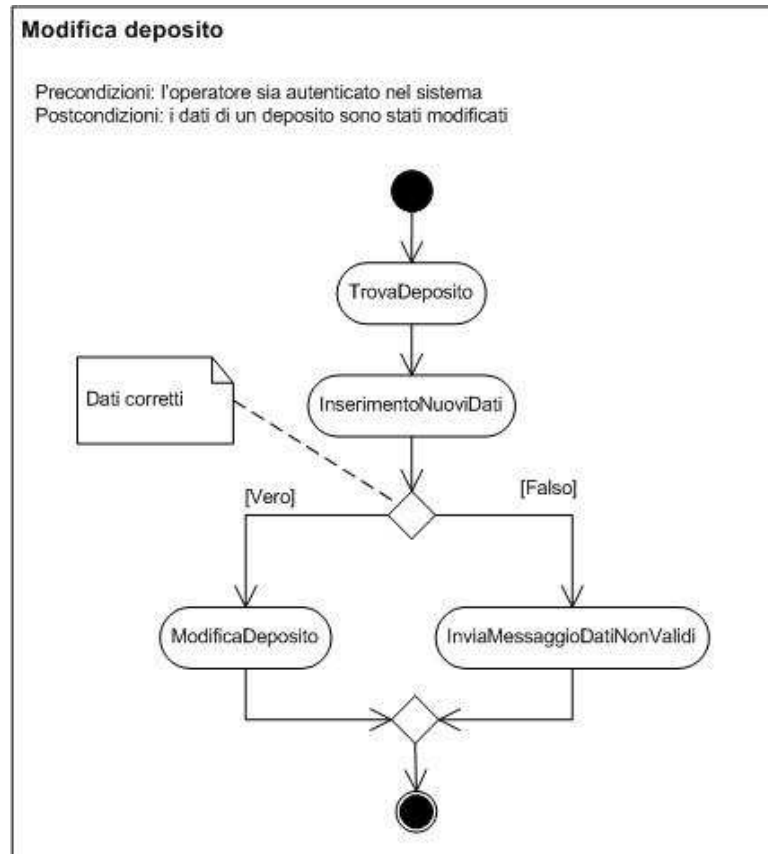


Figura 8: Modifica deposito

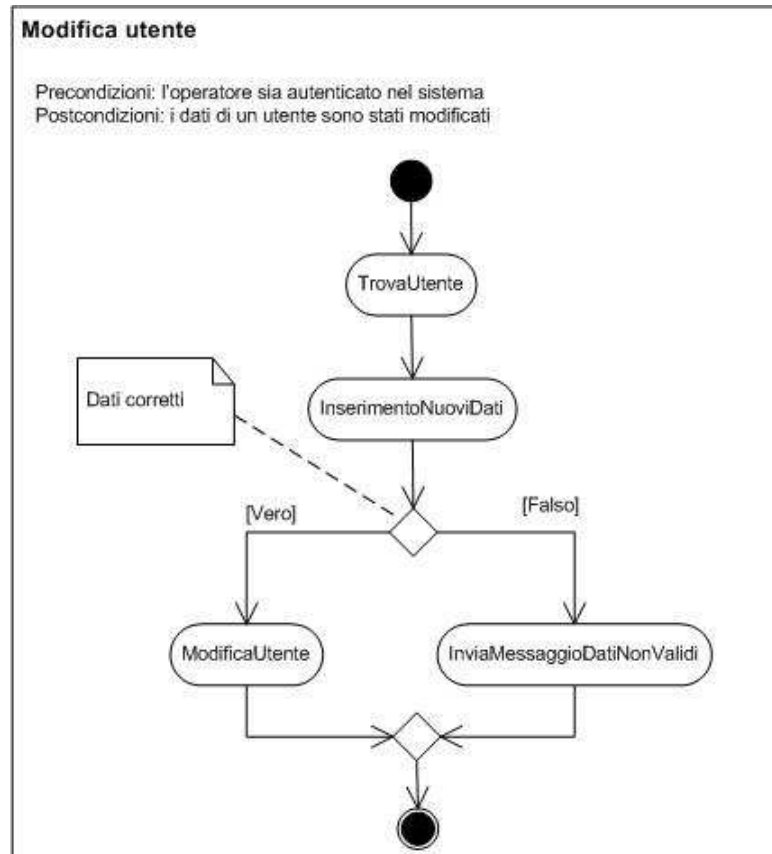


Figura 9: Modifica utente

Ovviamente prima di poter modificare uno dei vari elementi, questo va prima trovato nel database: per fare ciò bisogna inserire i dati utili per la ricerca e in caso di successo l'isola viene visualizzata altrimenti viene inviato un messaggio di errore come in figura 10, 11 e 12.

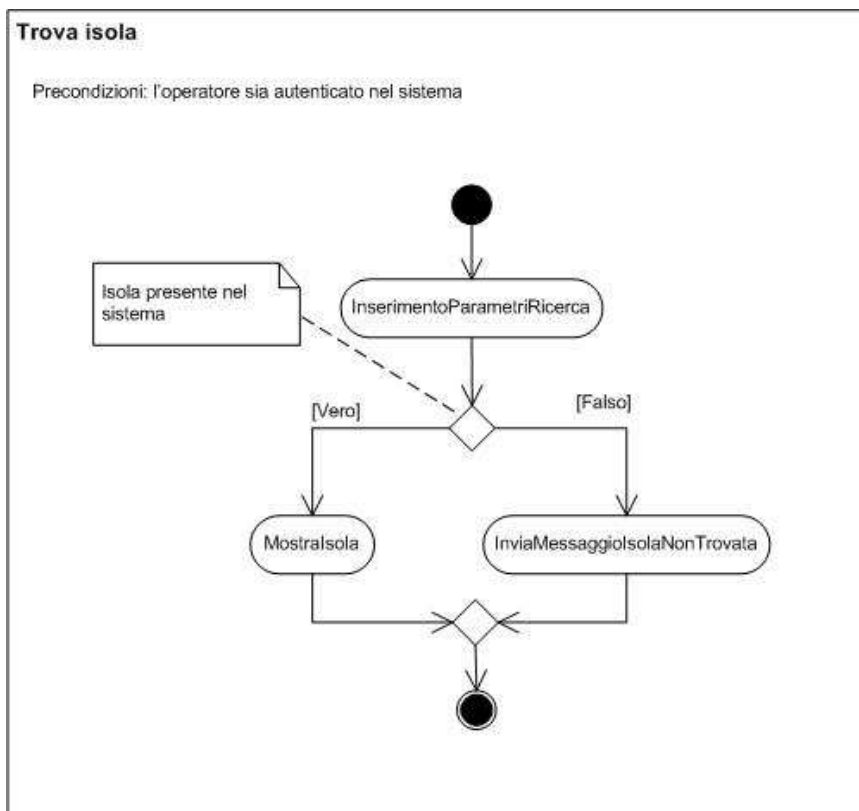


Figura 10: Trova isola

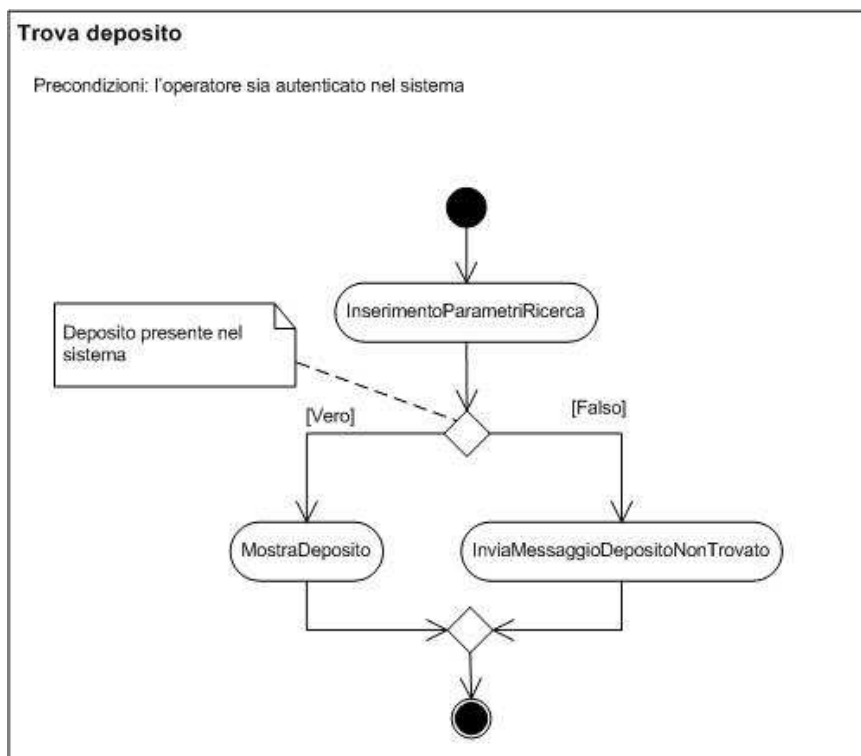


Figura 11: Trova deposito

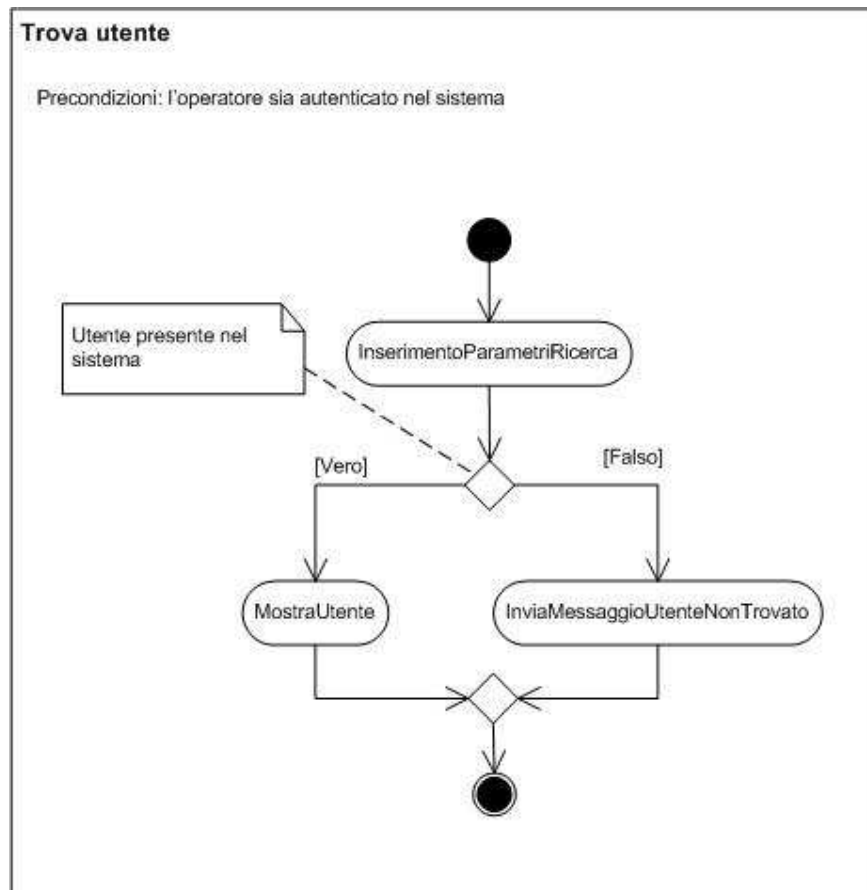


Figura 12: Trova utente

2.4 Architettura del sistema

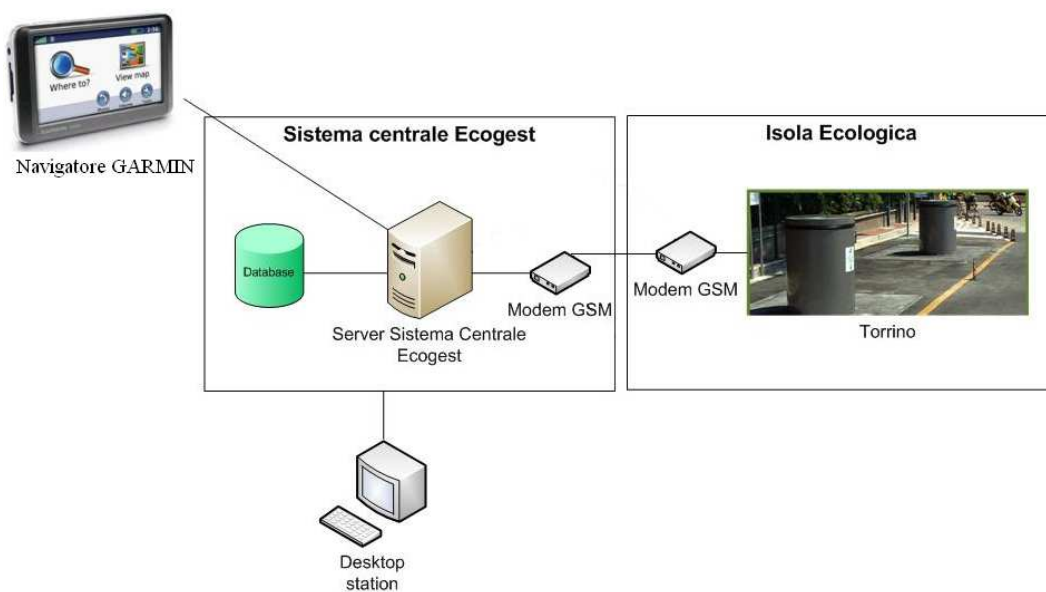


Figura 13: Architettura del sistema

In figura è rappresentata l'architettura dell'applicazione desktop. Tale software centrale si occupa della gestione dei dati relativi alle isole, ai depositi, agli utenti e si occupa inoltre della creazione dei percorsi ottimizzati, da inviare al navigatore, per il recupero dei rifiuti. Tutti i dati sono contenuti all'interno dei record del database centrale SQL Server 2005. Il sistema centrale come descritto in precedenza implementa tutte le funzionalità del servizio di supporto allo scarico delle vasche piene. Al server centrale è connessa una Desktop station che utilizza l'applicazione desktop. Il sistema centrale è connesso, attraverso un modem GSM, a tutte le isole ecologiche: questo canale GSM è utilizzato per la gestione degli accessi degli utenti alle isole e

per le comunicazioni dei vari segnali (vasca piena, errori di sistema, rotture) da parte delle isole alla centrale.

2.5 Diagramma delle classi

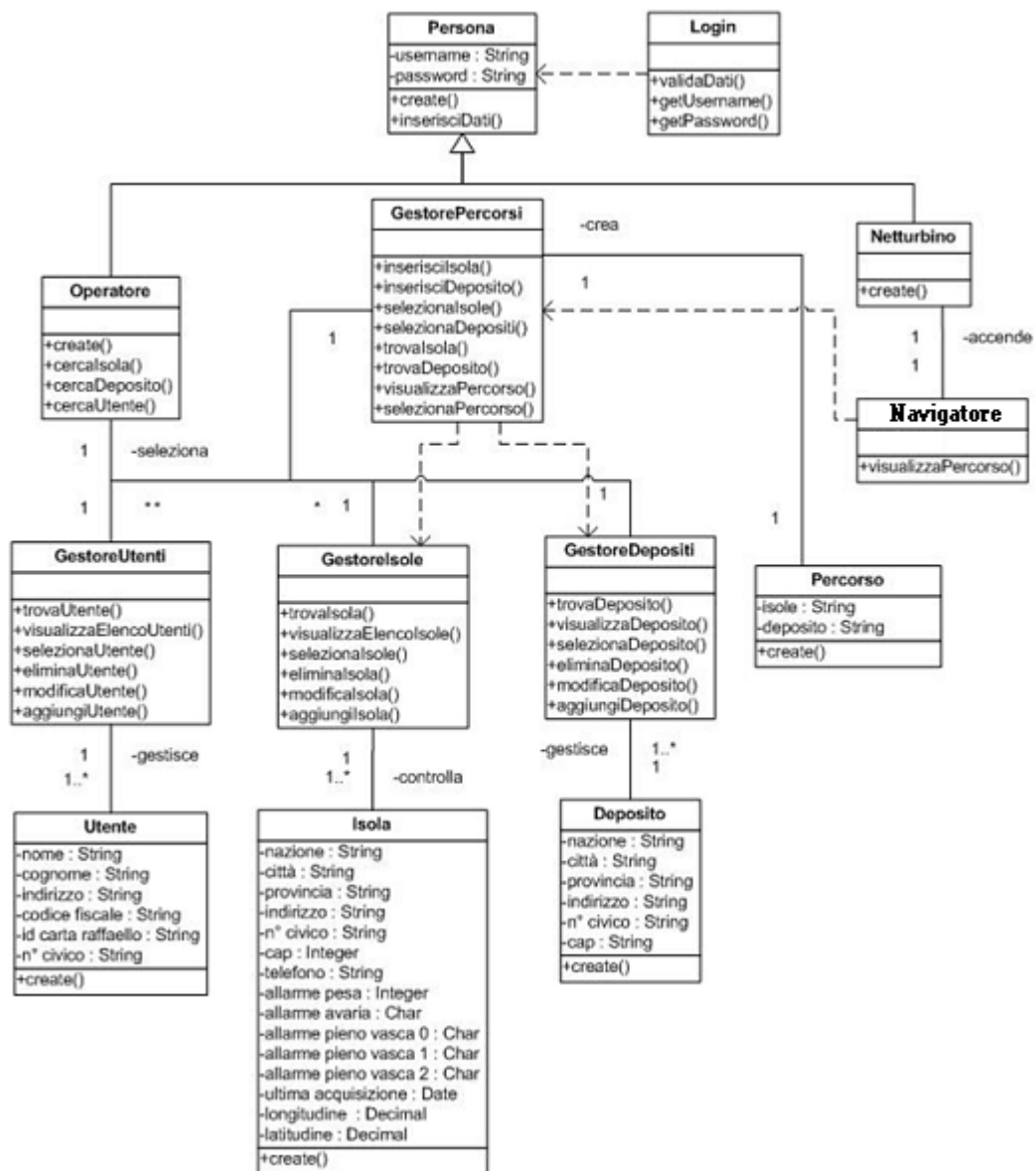


Figura 14: Servizio di supporto allo scarico delle vasche piene

Il diagramma delle classi consente di descrivere le entità, le loro caratteristiche, e le loro relazioni. Il nome della classe è riportato in neretto come nome del rettangolo che compare nella parte superiore dello stesso. Gli attributi, o caratteristiche del cliente, compaiono nella parte centrale del rettangolo. I comportamenti, o metodi, compaiono nella parte inferiore del rettangolo e le relazioni tra classi sono i segmenti che le uniscono.

Analizzando il diagramma notiamo la classe **Persona** che fornisce informazioni sulla persona, ovvero *username* e *password*, che saranno validati dalla classe **Login**. Le classi **Operatore** e **Netturbino** generalizzano la classe persona.

La classe **GestorePercorsi** gestisce tutte le operazioni che riguardano la creazione del percorso e fa da ponte tra il sistema centrale e la classe **Percorso**, inoltre è usata dalla classe **Navigatore** che visualizzerà il percorso.

La classe **GestoreIsole** gestisce tutte le operazioni che riguardano le isole e fa da ponte tra la classe **Isola** ed il resto del sistema.

La classe **GestoreDepositi** gestisce tutte le operazioni che riguardano i depositi facendo da ponte tra la classe **Deposito** ed il resto del sistema.

Infine la classe **GestoreUtenti** gestisce tutte le operazioni che riguardano gli utenti facendo da ponte tra la classe **Utenti** ed il resto del sistema.

2.6 Modello dei dati

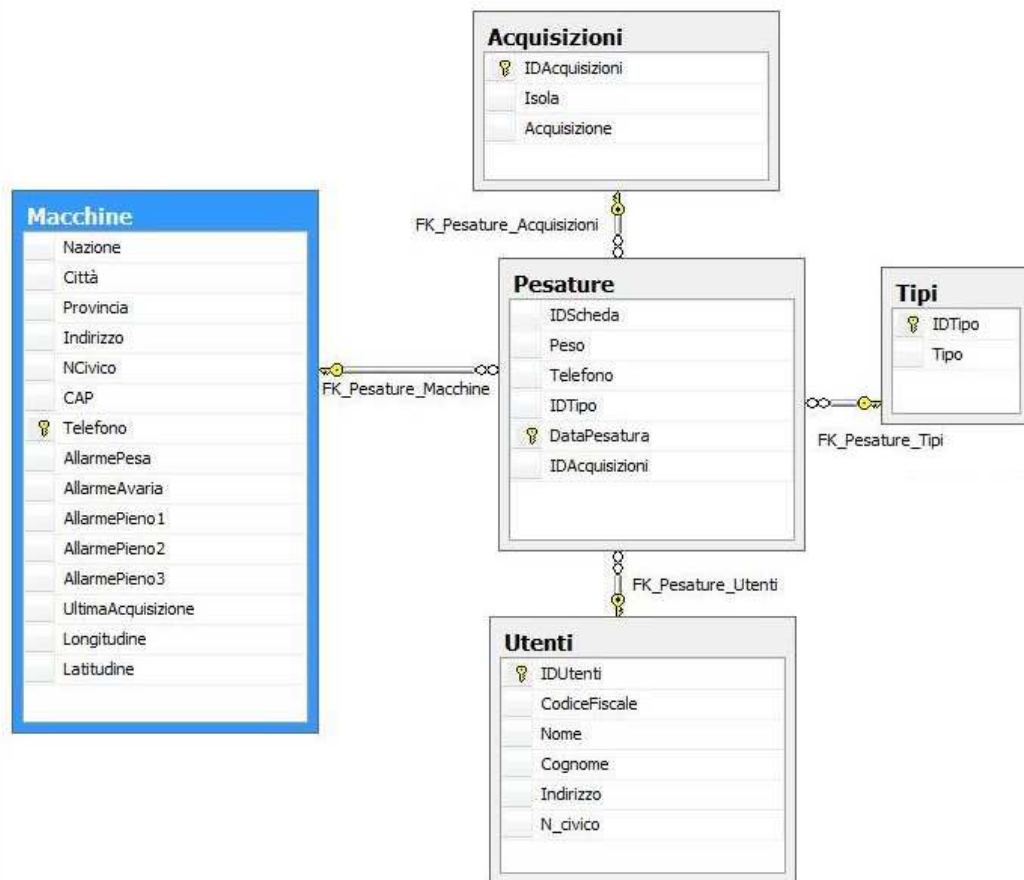


Figura 15: Diagramma del database

Il diagramma in figura 15 mostra le tabelle e le relazioni del database del Sistema centrale Ecogest. Come si può vedere le tabelle principali sono cinque: *Macchine*, *Acquisizioni*, *Pesature*, *Utenti*, *Tipi* e sono connesse tra loro da quattro relazioni che sono *FK_Pesature_Macchine*, *FK_Pesature_Acquisizioni*, *FK_Pesature_Tipi* e *FK_Pesature_Utenti*.

Riportiamo nelle tabelle 1 e 2 il dizionario dei dati del database. Nella tabella 1 analizziamo le entità mentre nella tabella 2 le relazioni.

Nome entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Macchine	Un'isola ecologica che si trova in una qualche città in Italia	Nazione(nvarchar(50)) Città(nvarchar(50)) Provincia(nvarchar(50)) Indirizzo(nvarchar(50)) NCivico(nvarchar(5)) CAP(nvarchar(5)) AllarmePesa(char(1)) AllarmeAvaria(char(1)) AllarmePieno1(char(1)) AllarmePieno2(char(1)) AllarmePieno3(char(1)) UltimaAcquisizione(datetime) Longitudine(decimal(28, 13)) Latitudine(decimal(28, 13))	Telefono (nvarchar(20))
Acquisizione	Evento che avviene quando un utente getta dei rifiuti	Isola(nvarchar(50)) Acquisizione(datetime)	IDAcquisizioni (nvarchar(50))
Pesature	Registrazione del peso dei rifiuti gettati	Peso(nvarchar(50)) Telefono(nvarchar(20)) IDTipo(nvarchar(50)) DataPesatura(datetime) IDAcquisizioni(nvarchar(50))	IDScheda (nvarchar(20))
Utenti	Persona che si reca nell'isola ecologica per gettare i rifiuti	CodiceFiscale(nvarchar(20)) Nome(nvarchar(20)) Cognome(nvarchar(20)) Indirizzo(nvarchar(20)) N_civico(nvarchar(5))	IDUtenti (nvarchar(20))
Tipi	Caratteristica del rifiuto	Tipo(nvarchar(50))	IDTipo (nvarchar(50))

Tabella 1: Entità del database

Nome relazione	Descrizione	Entità coinvolte
FK_Pesature_Macchine	Associa una macchina a più pesature	Pesature (1,N) Macchine (1,1)
FK_Pesature_Acquisizioni	Associa un'acquisizione a più pesature	Pesature (1,N) Acquisizione (1,1)
FK_Pesature_Tipi	Associa un tipo a più pesature	Pesature (1,N) Tipi (1,1)
FK_Pesature_Utenti	Associa un utente a più pesature	Pesature (1,N) Utenti (1,1)

Tabella 2: Relazioni del database

2.7 Sequence Diagram

I sequence diagram mostrano il funzionamento del sistema di supporto allo scarico delle vasche piene. Nei capitoli successivi verrà presentata l'interfaccia utente del middleware in maniera dettagliata.

2.7.1 Effettua Login

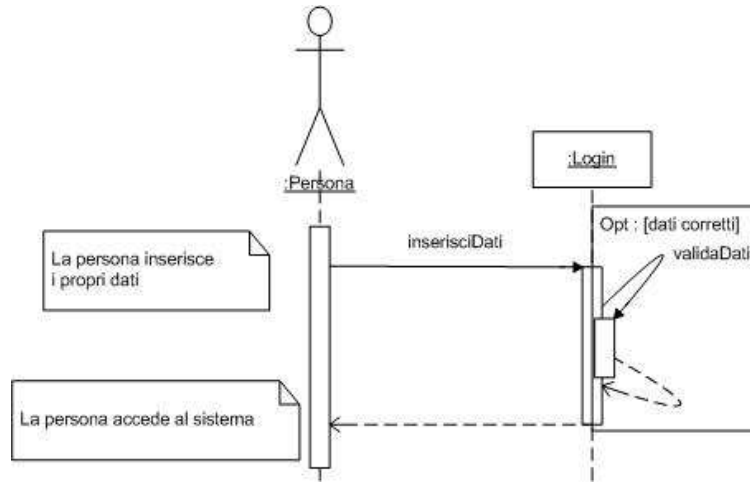


Figura 16: Effettua Login

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Persona** invia un messaggio con i propri dati a **Login**.
2. **Login** valida i dati
3. **Login** invia un messaggio di risposta a **Persona**

2.7.2 Crea Nuovo Utente

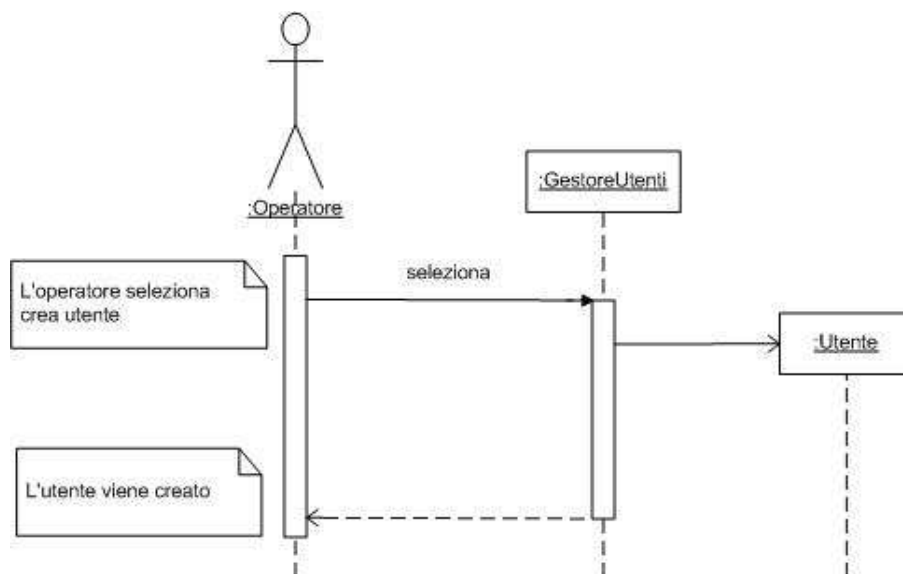


Figura 17: Crea nuovo utente

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio aggiungi **Utente** al **GestoreUtenti**.
2. Il **GestoreUtenti** crea un nuovo **Utente**.
3. Il **GestoreUtenti** notifica all'**Operatore** che è stato creato un nuovo **Utente**

2.7.3 Crea Nuova Isola

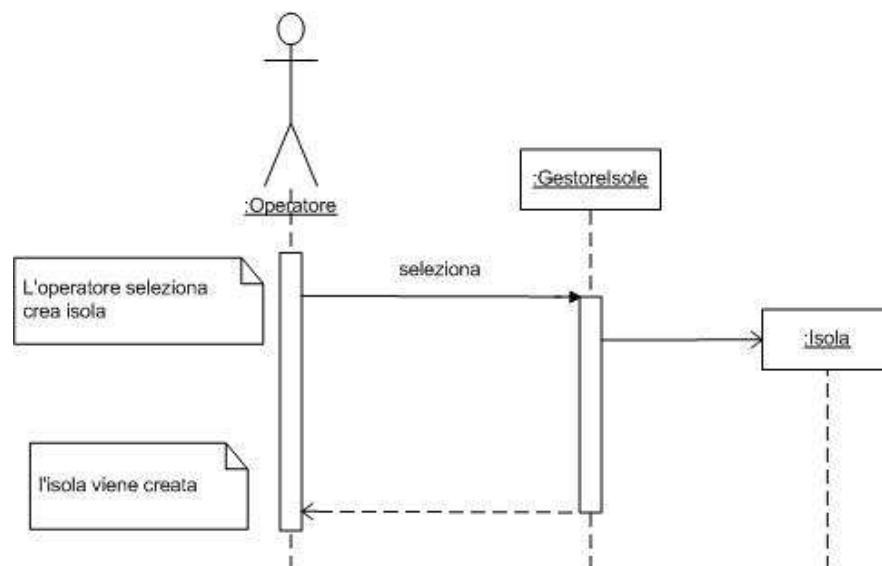


Figura 18: Crea nuova isola

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio aggiungi **Isola** al **GestoreIsola**.
2. Il **GestoreIsola** crea una nuova **Isola**.
3. Il **GestoreIsola** notifica all'**Operatore** che è stata creata una nuova **Isola**

2.7.4 Crea Nuovo Deposito

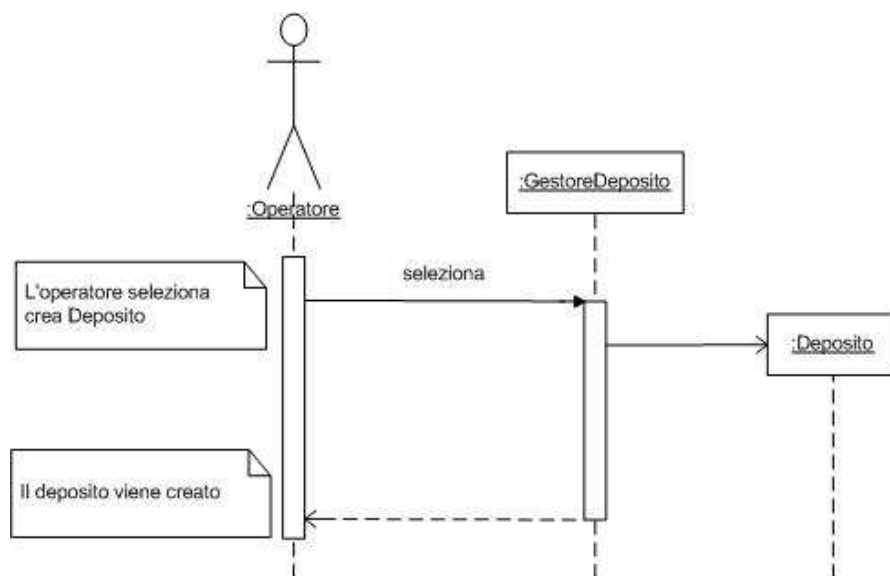


Figura 19: Crea nuovo deposito

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio aggiungi **Deposito** al **GestoreDepositi**.
2. Il **GestoreDepositi** crea un nuovo **Deposito**.
3. Il **GestoreDepositi** notifica all'**Operatore** che è stato creato un nuovo **Deposito**

2.7.5 Modifica Isola

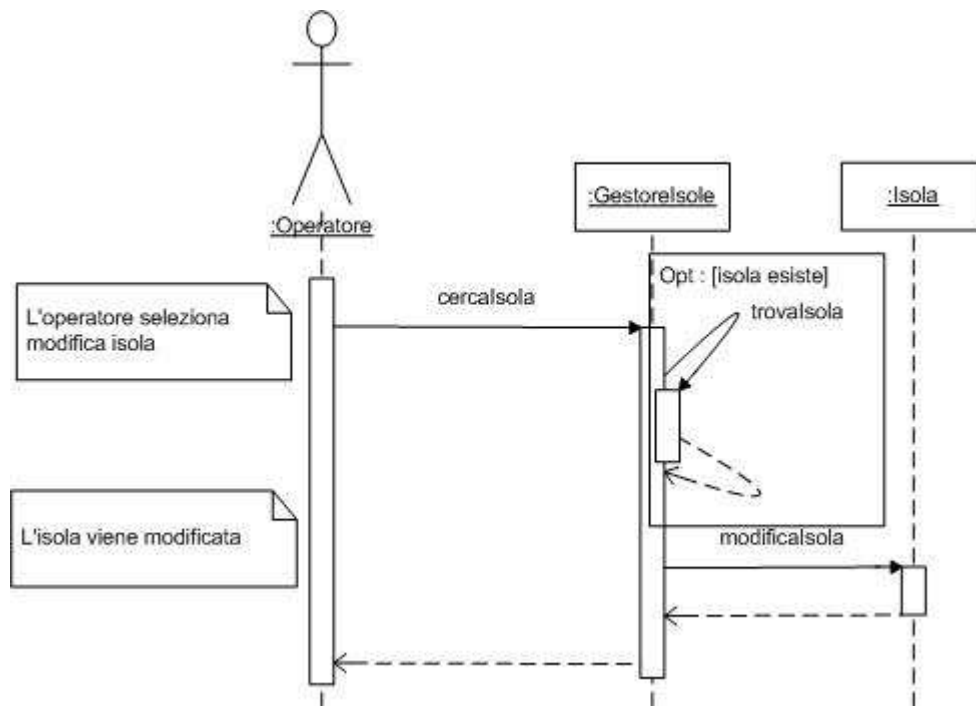


Figura 20: Modifica isola

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoIsole* al **GestoreIsole**
2. Il **GestoreIsole** trova l'**Isola** richiesta
3. Il **GestoreIsole** invia un messaggio *modificaIsola* all'**Isola** in questione
4. L'**Isola** comunica al **GestoreIsole** che le modifiche sono state apportate
5. Il **GestoreIsole** comunica all'**Operatore** l'avvenuta modifica dell'**Isola**.

2.7.6 Modifica Utente

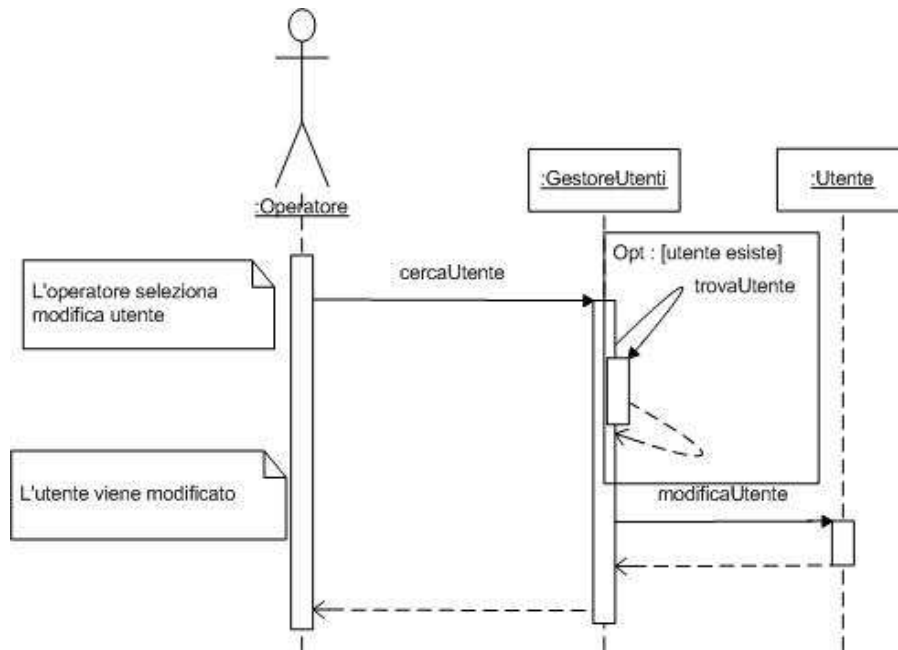


Figura 21: Modifica utente

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoUtenti* al **GestoreUtenti**
2. Il **GestoreUtenti** trova l'**Utente** richiesto
3. Il **GestoreUtenti** invia un messaggio *modificaUtente* all'**Utente** in questione
4. L'**Utente** comunica al **GestoreUtenti** che le modifiche sono state apportate
5. Il **GestoreUtenti** comunica all'**Operatore** l'avvenuta modifica dell'**Utente**.

2.7.7 Modifica Deposito

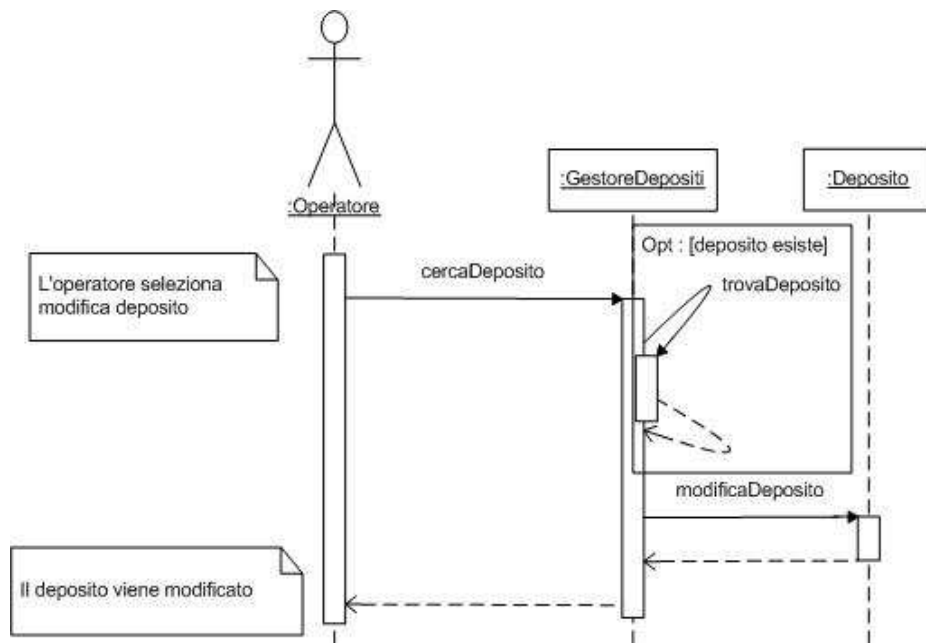


Figura 22: Modifica deposito

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoDepositi* al **GestoreDepositi**
2. Il **GestoreDepositi** trova il **Deposito** richiesto
3. Il **GestoreDepositi** invia un messaggio *modificaDeposito* al **Deposito** in questione
4. Il **Deposito** comunica al **GestoreDepositi** che le modifiche sono state apportate
5. Il **GestoreDepositi** comunica all'**Operatore** l'avvenuta modifica del **Deposito**.

2.7.8 Trova Isola

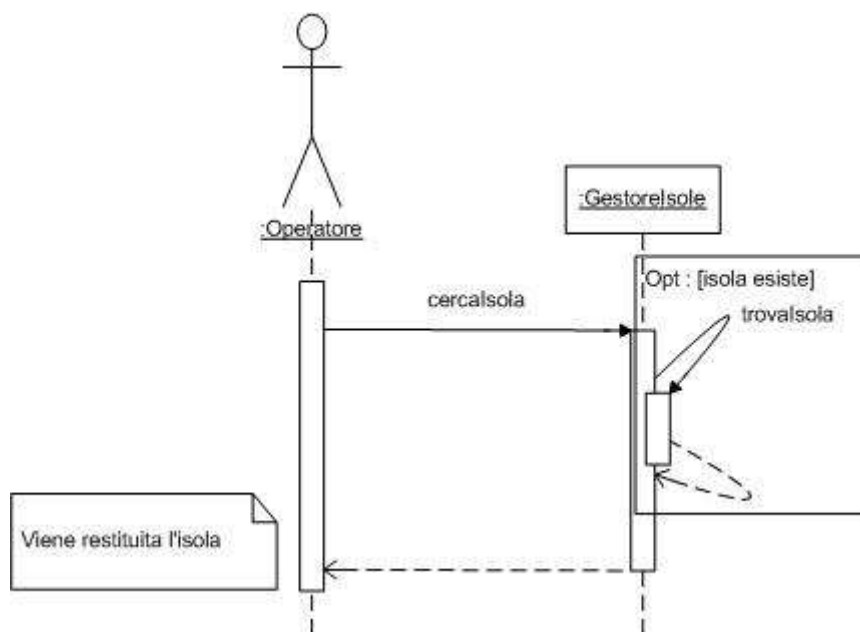


Figura 23: Trova isola

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoIsole* al **GestoreIsole**
2. Il **GestoreIsole** trova l'**Isola** richiesta
3. Il **GestoreIsole** invia un messaggio di conferma all'**Operatore**

2.7.9 Trova Utente

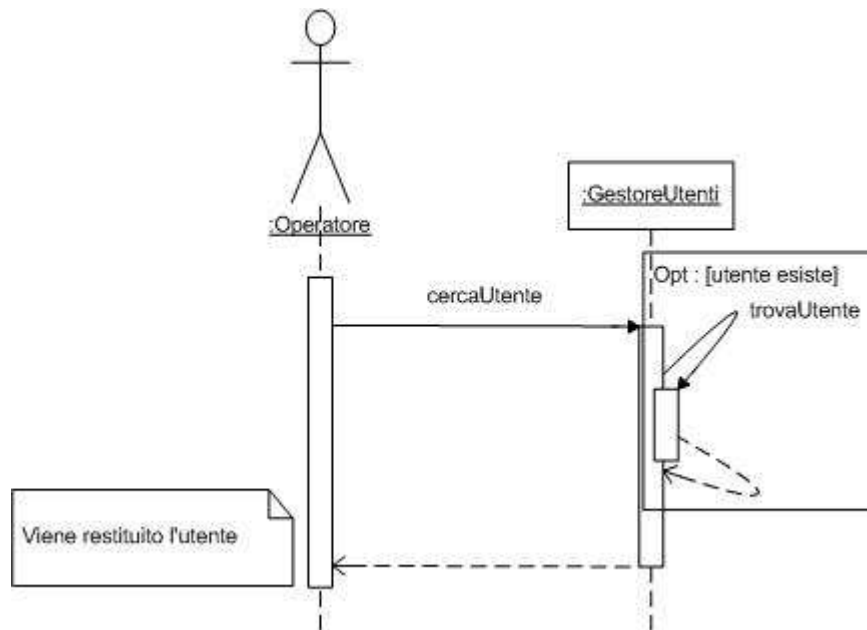


Figura 24: Trova utente

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio visualizzaElencoUtenti al **GestoreUtenti**
2. Il **GestoreUtenti** trova l'**Utente** richiesto
3. Il **GestoreUtenti** invia un messaggio di conferma all'**Operatore**

2.7.10 Trova Deposito

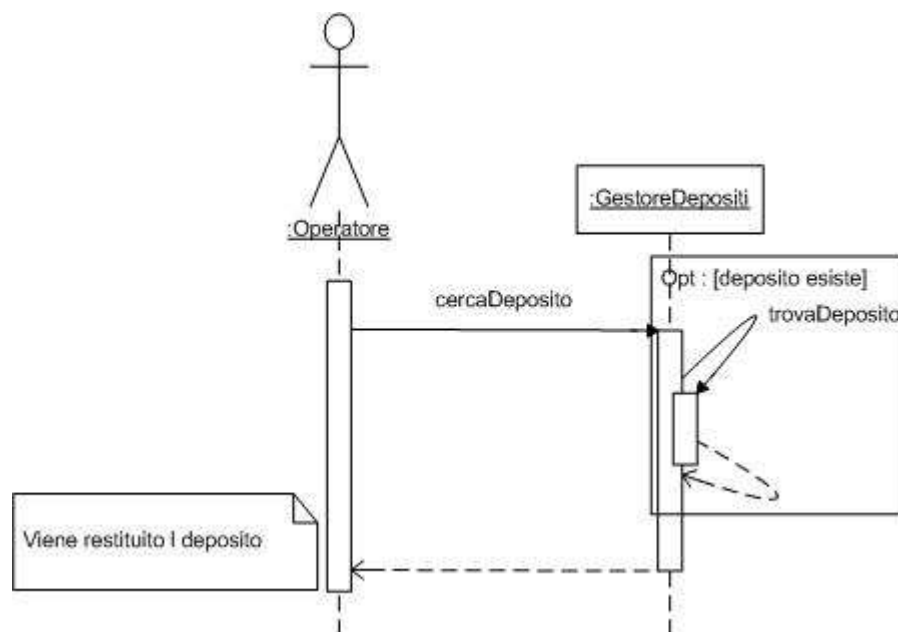


Figura 25: Trova deposito

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio visualizzaElencoDepositi al **GestoreDepositi**
2. Il **GestoreDepositi** trova il **Deposito** richiesto
3. Il **GestoreDepositi** invia un messaggio di conferma all'**Operatore**

2.7.11 Elimina Isola

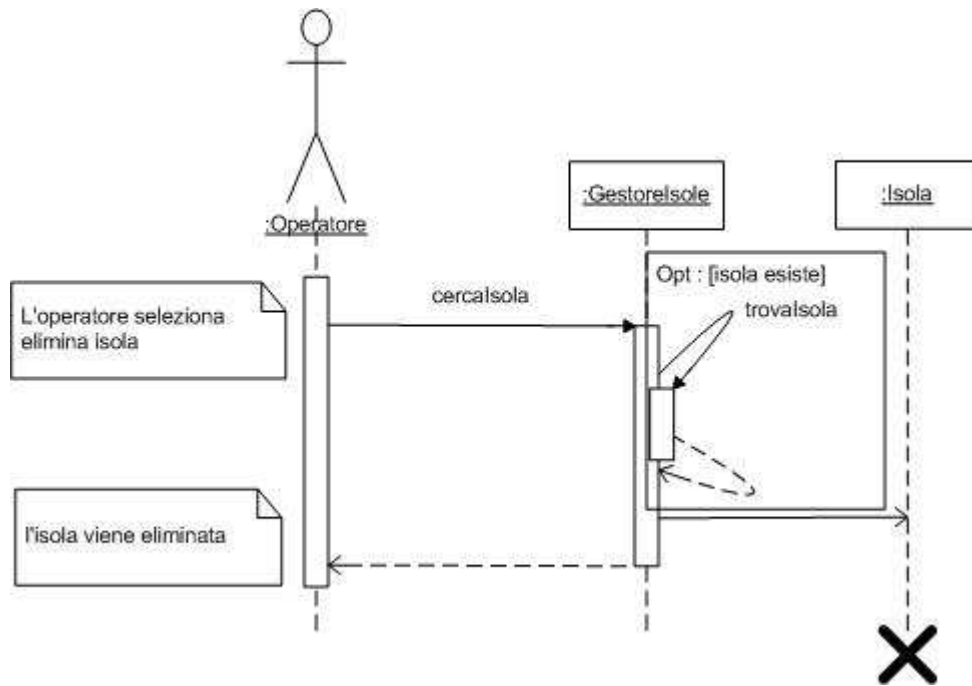


Figura 26: Elimina isola

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoIsole* al **GestoreIsole**
2. Il **GestoreIsole** trova l'**Isola** richiesta
3. Il **GestoreIsole** invia elimina l'**Isola** in questione
4. Il **GestoreIsole** comunica all'**Operatore** l'avvenuta eliminazione dell'**Isola**.

2.7.12 Elimina Utente

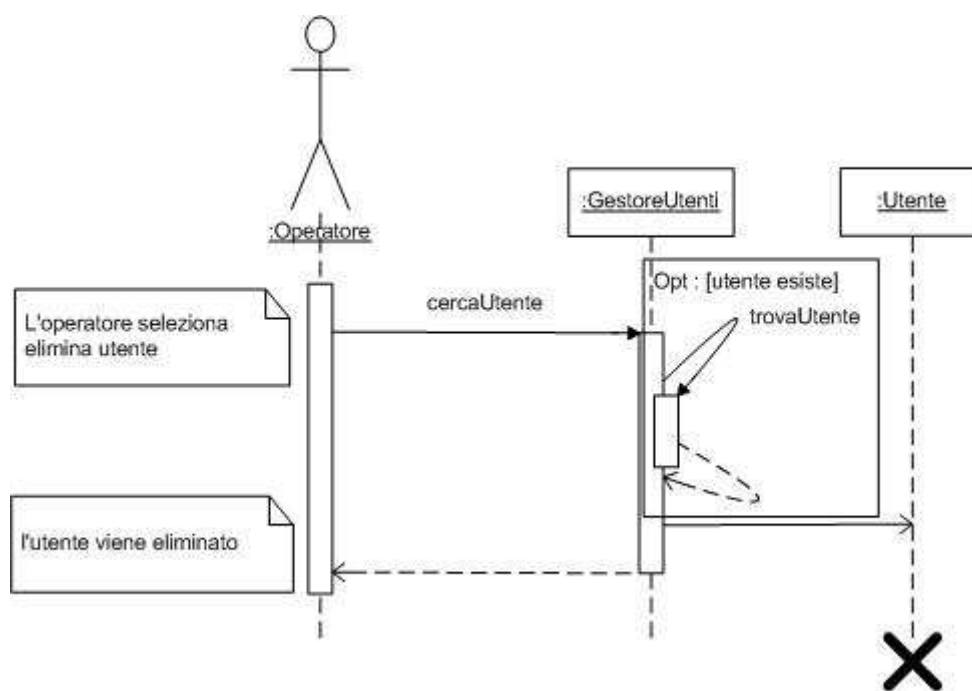


Figura 27: Elimina utente

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoUtenti* al **GestoreUtenti**
2. Il **GestoreUtenti** trova l'**Utente** richiesto
3. Il **GestoreUtenti** elimina l'**Utente** in questione
4. Il **GestoreUtenti** comunica all'**Operatore** l'avvenuta eliminazione dell'**Utente**.

2.7.13 Elimina Deposito

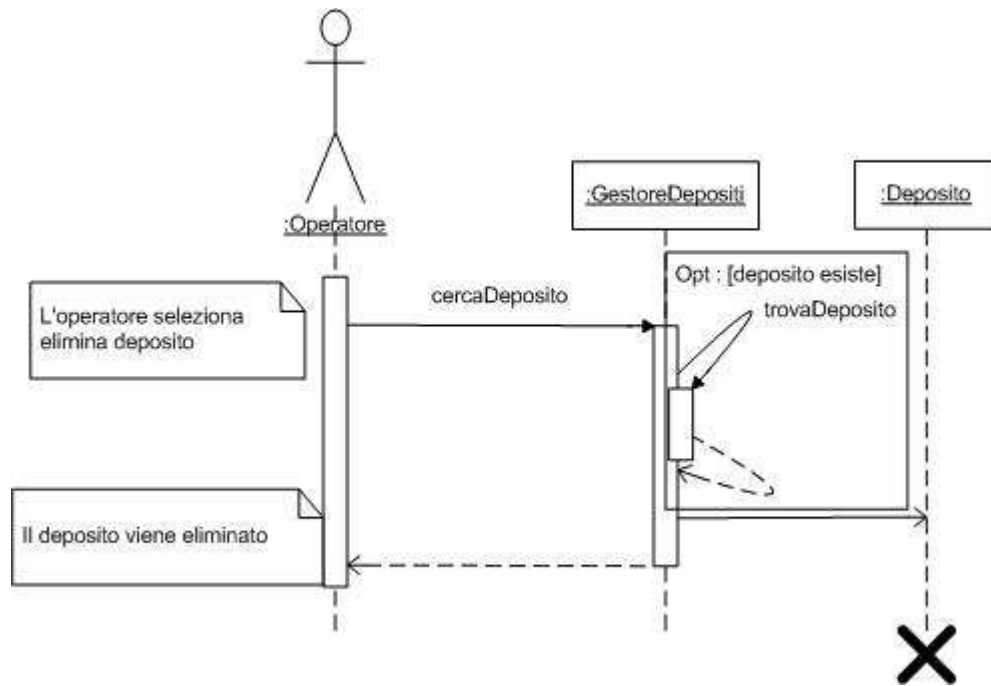


Figura 28: Elimina deposito

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoDepositi* al **GestoreDepositi**
2. Il **GestoreDepositi** trova il **Deposito** richiesto
3. Il **GestoreDepositi** elimina il **Deposito** in questione
4. Il **GestoreDepositi** comunica all'**Operatore** l'avvenuta eliminazione del **Deposito**.

2.7.14 Visualizza Percorso

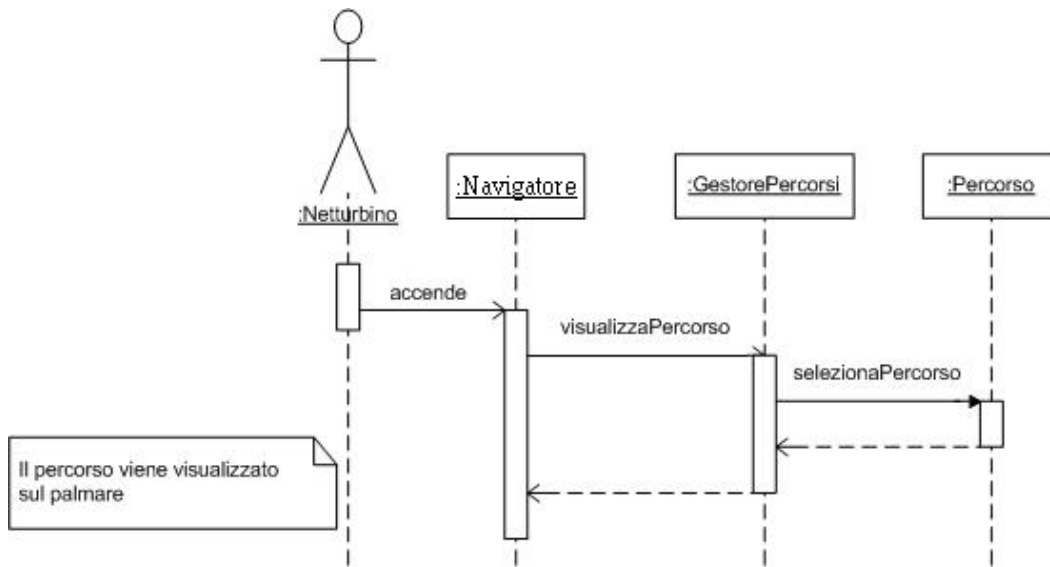


Figura 29: Visualizza percorso

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Netturbino** accende il **Navigatore**
2. Il **Navigatore** invia un messaggio **visualizzaPercorso** al **GestorePercorsi**
3. Il **GestorePercorsi** invia un messaggio **selezionaPercorso** al **Deposito** in questione
4. Il **Percorso** conferma la selezione al **GestorePercorsi**
5. Il **GestorePercorsi** visualizza il **Percorso** in questione sul **Navigatore**.

2.7.15 Crea Percorso

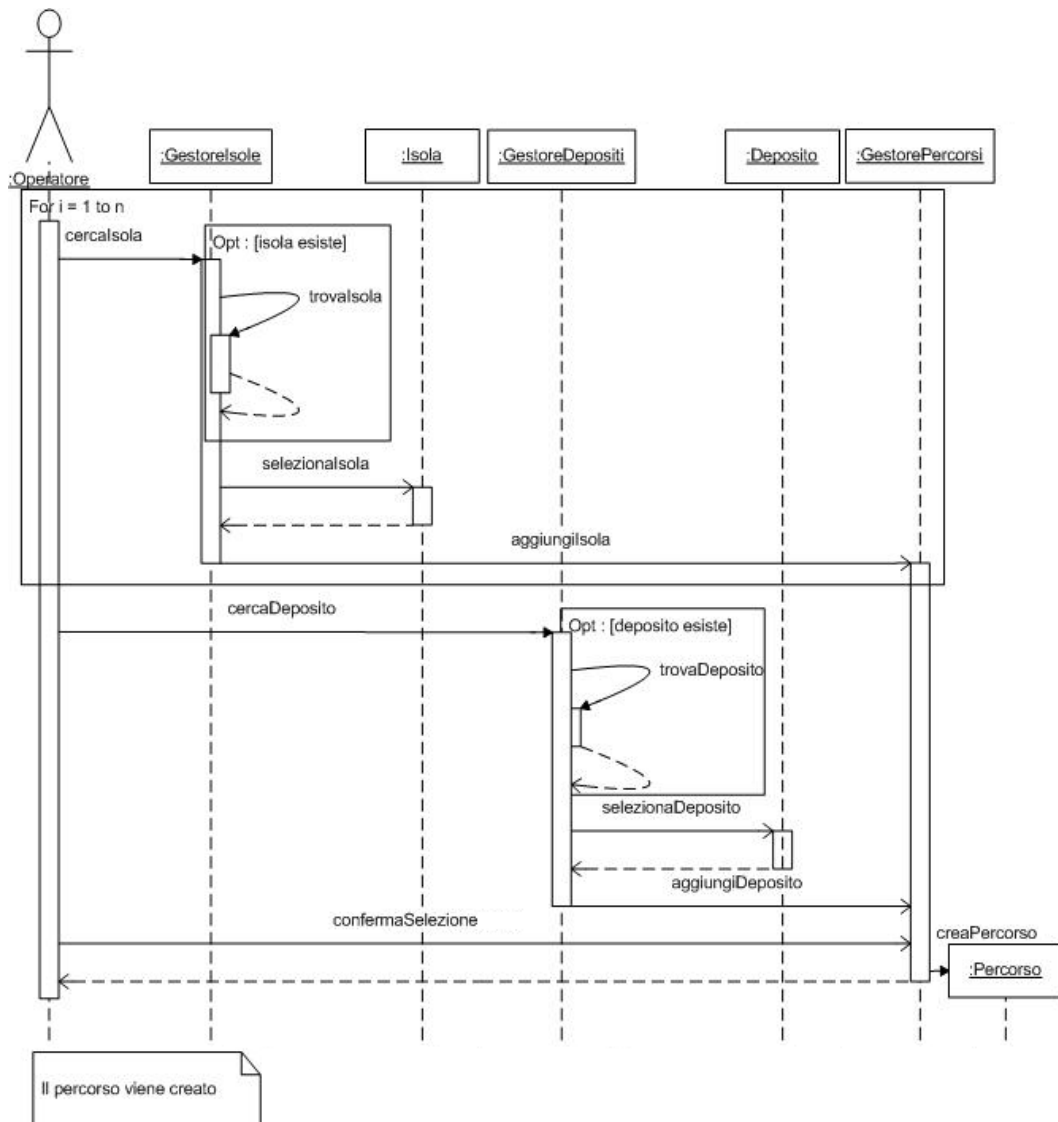


Figura 30: Crea percorso

Descrizione del flusso:

1. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoIsole* al **GestoreIsole**
2. Il **GestoreIsole** trova l'**Isola** desiderata

3. Il **GestoreIsole** invia un messaggio *selezionaIsola* all'**Isola** in questione
4. L'**Isola** conferma la selezione al **GestoreIsole**
5. L'attore **Operatore** invia un messaggio *aggiungiIsola* al **GestorePercorsi** (il tutto può essere fatto da 1 a n isole)
6. L'attore **Operatore** invia un messaggio *visualizzaElencoDepositi* al **GestoreDepositi**
7. Il **GestoreDepositi** trova il **Deposito** desiderato
8. Il **GestoreDepositi** invia un messaggio *selezionaDeposito* al **Deposito** in questione
9. Il **Deposito** conferma la selezione al **GestoreDepositi**
10. L'attore **Operatore** invia un messaggio *aggiungiDeposito* al **GestorePercorsi**
11. L'attore **Operatore** invia un messaggio *confermaSelezione* al **GestorePercorsi**
12. Il **GestorePercorsi** crea il **Percorso**
13. Il **GestorePercorsi** conferma all'**Operatore** l'avvenuta creazione del **Percorso**

2.8 Percorso ottimizzato

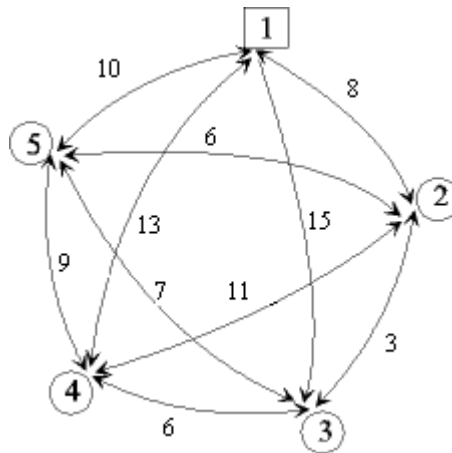
Il problema da risolvere nel calcolo di un percorso ottimizzato viene detto "Problema del commesso viaggiatore" o semplicemente TSP, Travelling Salesman Problem[PCV]. La definizione del problema è estremamente semplice. Un commesso viaggiatore deve visitare un certo numero di clienti prima di tornare a casa. Conosce la posizione dei clienti e il tempo necessario a spostarsi dall'uno all'altro. Vuole ovviamente visitare tutti i clienti nell'ordine che gli consente di sbrigare il suo lavoro e tornare a casa al più presto.

In termini più formali, il problema consiste nel costruire un grafo i cui nodi rappresentano i clienti e la casa del commesso, mentre gli archi

rappresentano i percorsi fra i nodi, e di trovare su di esso un ciclo che tocchi tutti i nodi e abbia la durata complessiva minima.

Il problema, semplice da descrivere, è però complesso da risolvere. Il numero delle sue soluzioni, infatti, cresce molto rapidamente con il numero dei nodi.

Il grafo nella figura sottostante rappresenta l'area assegnata a un commesso viaggiatore. Nella giornata odierna, il commesso deve visitare quattro clienti, rappresentati dai nodi 2, 3, 4 e 5 del grafo partendo dalla propria abitazione, che corrisponde al nodo 1, e tornandovi. I numeri sugli archi rappresentano i tempi necessari a percorrerli (in entrambi i versi: il grafo è simmetrico). In quanti modi diversi può il commesso visitare i suoi clienti? Qual è il modo migliore?



Le soluzioni possibili sono $4! = 24$ e quelle migliori sono 1-2-3-4-5-1 e 1-5-4-3-2-1, entrambe di durata 36, com'era ovvio, dato che si è considerato un grafo simmetrico.

Risulta chiaro da questo esempio quanto rapidamente possa crescere il numero delle soluzioni al crescere dei nodi del grafo, e quanto stupido sia pensare di poter risolvere il problema enumerandole semplicemente. Un'altra caratteristica di questo problema, riguardante il nostro caso è che il tempo associato ad un arco non è necessariamente uguale a quello per lo stesso arco percorso al contrario per questo il nostro grafo è diretto, cioè non simmetrico.

Supponiamo perciò di avere un grafo di n nodi, di cui uno rappresenta la casa del commesso viaggiatore e $n-1$ i suoi clienti. Vogliamo contare i cicli che partono dalla casa, toccano tutti i nodi e tornano alla casa.

È possibile scegliere in $n-1$ modi diversi il primo nodo da toccare partendo dalla casa. Ognuno di essi dà luogo a un diverso sottoinsieme di soluzioni possibile.

Ciò fatto, esistono in generale $n-2$ modi di scegliere il secondo nodo, e quindi $n(n-1)$ gruppi distinti di soluzioni.

In complesso avremo $(n-1)(n-2)...1$ diversi cicli. Questo prodotto di tutti i numeri compresi fra 1 e $n-1$ si indica in matematica come $(n-1)!$, ovvero *fattoriale* di $n-1$ ed è un numero che cresce molto rapidamente con n , come si vede dalla tabella sottostante.

Clients	1	2	3	4	5	...	10	...	20	...
Soluzioni	1 (1!)	2 (2!)	6 (3!)	24 (4!)	120 (5!)	...	3628800 (10!)	...	$2.4 \cdot 10^{18}$ (20!)	...

Valutando ogni possibile percorso, un approccio tra i 10 ed i 20 nodi diventa impraticabile, a seconda della pazienza e dell'hardware di cui si dispone.

Nella nostra applicazione per il calcolo del percorso ottimizzato tra n nodi ci avvaliamo delle funzioni del controllo OCX di Microsoft MapPoint che mette a disposizione la funzione "Optimize" all'oggetto "Waypoints". Questa funzione dato un "Waypoint" di partenza ed uno di arrivo, determina la rotta più breve tra tutti i "Waypoint" intermedi riordinandoli creando così il percorso ottimizzato.

Nell'*informatica teorica* per il calcolo delle soluzioni di questo problema sono disponibili una serie di metodi euristici, cioè metodi che producono soluzioni probabilmente buone, ma impossibili da provare essere ottimali. Il più semplice di questi metodi è il metodo *Greedy*[GRE] in cui viene preso in considerazione sempre il nodo non noto più vicino al nodo corrente.

Un metodo migliore è quello detto *Ant Colony Optimization*[ACO] che è ispirato al modo in cui le formiche trovano cibo in natura: questo implementa il comportamento di uno sciame di formiche. Le formiche

reali lasciano sentieri di feromone mentre camminano; esse possono inoltre annusare queste scie. Se una formica trova cibo vicino alla colonia questo sentiero sarà attraversato più velocemente degli altri e avrà un odore più forte, dato che il feromone si dissipa col tempo. Per calcolare il nostro percorso quindi inseriamo in un grafo un insieme di formiche virtuali e le lasciamo libere di camminare ottenendo svariati percorsi: questi percorsi vengono ordinati a seconda del tempo che impiegano a terminare. Ad ogni possibile incrocio le formiche decidono dove andare in maniera probabilistica: sono assegnate probabilità ad ogni arco che va verso un nodo ancora non visitato, e a seconda di questa probabilità le formiche decidono di spostarsi. Ecco come viene calcolata la probabilità:

$$P(e_{ij}) = \frac{e_{ij}^{\alpha} \tau_{ij}^{\beta}}{\sum_{k=1}^n v_k \text{unvisited} e_{ik}^{\alpha} \tau_{ik}^{\beta}}$$

Dove τ_{ij} è la probabilità assegnata al nodo e_{ij} mentre le costanti α e β sono usate per mettere a punto le performance del metodo. Un'altra funzione utilizzata quando una formica completa il percorso è chiamata *k2-opting*. Vengono presi in considerazione due archi e si calcola se scambiandoli può essere creato un percorso migliore come mostrato in figura 31. Questa procedura viene ripetuta finché non possono essere più scambiati archi per creare un percorso più veloce. Le performance ottenute sono rappresentate in tabella 3.

Test Case	Optimal Solution	Greedy	ACO	ACO k2-opt
n = 10	28167	34011	28563	28167
n = 11	28294	29758	29542	28294
n = 12	36204	41211	39404	36204

Tabella 3: Performance

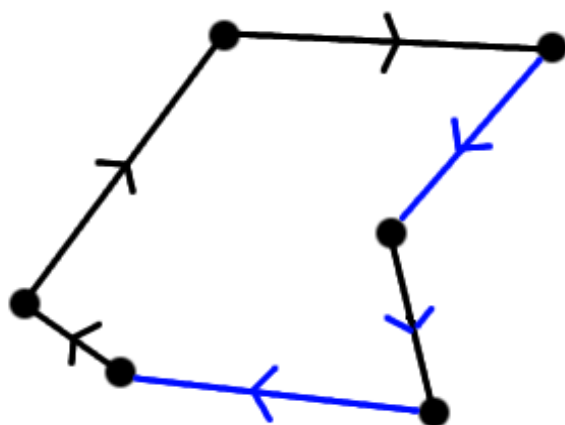
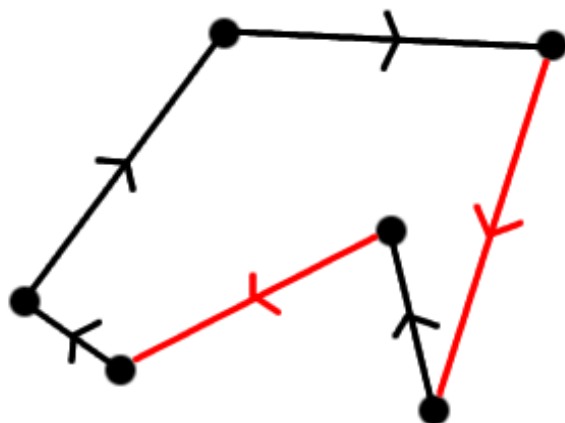


Figura 31: Tecnica k2-opting

In questa tabella i numeri sono in secondi: la colonna ACO prende in considerazione test con trenta formiche, mentre la colonna ACO k2-opt considera test con dieci formiche; i risultati dimostrano che la funzione corrente è molto vicina al caso ottimale.

Capitolo 3

Aspetti tecnologici

3.1 Carta Raffaello



Figura 32: Carta Raffaello

La **Carta Raffaello**¹ é una carta a microprocessore che aderisce allo standard **CNS** (Carta Nazionale dei Servizi)[CNS], e per quanto concerne la parte elettronica presenta le stesse caratteristiche funzionali della **CIE** (Carta di identità Elettronica)[CIE]: essa non contiene gli elementi esterni utili al riconoscimento a vista, tipici di una

¹ <http://www.cartaraffaello.it/>

carta di identità ma è uno strumento di identificazione in rete essendo dotata di un certificato di autenticazione rilasciato da un certificatore accreditato.

Il cittadino è in grado di poter accedere ai servizi on-line della *Pubblica Amministrazione* senza doversi identificare con l'inserimento di *username* e *password* in ogni singolo sito, come adesso avviene, ma semplicemente inserendo la sua smart card nel lettore e digitando il proprio *PIN*.

Il certificato di autenticazione rilasciato dal certificatore accreditato contenuto nella smart-card ha una validità di 5 anni: alla scadenza il certificato verrà automaticamente revocato, previa comunicazione al titolare che potrà quindi decidere se rinnovarlo prima della revoca.

La *Carta Raffaello* ospita il servizio di firma digitale qualificata rilasciata da *Actalis S.p.a.*², un ente accreditato del *Cnipa*³ fornendo al titolare la possibilità di sottoscrivere documenti elettronici con l'intento, inoltre, di ridurre la mobilità fisica per usufruire dei servizi della Pubblica Amministrazione.

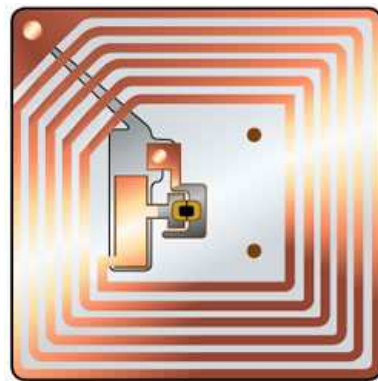
Essendo un servizio a disposizione dei cittadini della regione marche abbiamo utilizzato la *Carta Raffaello* come strumento di accesso e di riconoscimento degli utenti all'interno delle isole ecologiche: questo invoglia il cittadino all'utilizzo della carta stessa facilitando la gestione e il controllo degli accessi utente.

² <http://www.actalis.it/>

³ <http://www.cnipa.gov.it/>

3.2 Lettore RFID

RFID, acronimo di Radio Frequency IDentification o Identificazione a radio frequenza[RFI], è una tecnologia per la identificazione automatica di oggetti, animali o persone (**AIDC** Automatic Identifying and Data Capture) basata sulla capacità di memorizzare e accedere a dati usando etichette *RFID* o *transponders* o *tags* e lettori. Il sistema si basa sulla lettura a distanza di informazioni contenute in un *tag RFID*, visibile nella sottostante figura, usando dei *lettori RFID*.



Un *tag RFID* è costituito da:

- un microchip che contiene dati (tra cui un numero univoco universale scritto nel silicio);
- un'antenna;
- può essere dotato o meno di una batteria.

Un *tag* è in grado di ricevere e di trasmettere via radiofrequenza le informazioni contenute nel *chip* ad un *transceiver RFID*. Negli ultimi

anni la procedura di riconoscimento automatico (Auto ID) ha suscitato molto interesse e si sta sviluppando in ogni settore industriale, da quello di acquisto e distribuzione di servizi logistici a quello industriale, manifatturiero, metalmeccanico. La tecnologia *RFID* è considerata per la sua potenzialità di applicazione una tecnologia *general purpose* (come l'elettricità, la ruota) e presenta un elevato livello di pervasività, ovvero una volta trovata una applicazione in un punto della filiera, l'applicazione ed i benefici si propagano velocemente a monte e a valle della stessa. Con gli *RFID*, grazie allo sviluppo passato delle tecnologie dell'informazione e di internet, è possibile creare una "internet of things", ovvero mettere in rete oggetti o cose.

Per poter autenticare i cittadini possessori di carte Raffaello è stato quindi necessario l'utilizzo di un lettore rfid: il lettore utilizzato è un **ACR120 Contactless Reader** che è un *reader contactless* compatto ed economico in grado di leggere e scrivere carte *Mifare® Cards* e *ISO14443*.

Caratteristiche tecniche:

- implementa tutte le funzionalità dello standard MIFARE®;
- compatibile con *ISO 14443* e *Mifare® Cards*;
- funzionalità di *Read* e *Write*;
- alta velocità delle transazioni;
- range temperatura di funzionamento 0-70 C;
- antenna incorporata;
- operation LED;
- interfaccia seriale *RS232*;
- alimentazione 5 V / 80 mA;
- interfaccia USB (opzionale);
- slot per smart card (opzionale);
- SAM slot (opzionale).



Figura 33: ACR120 Contactless Reader

Inoltre questo lettore, mostrato in figura 33 ha la caratteristica di essere compatibile con le frequenze della **Carta Raffaello** perciò è stato installato nel middleware della centrale per inserire gli utenti nel database. Tali utenti potranno così accedere nelle isole ecologiche per gettare i rifiuti.

3.3 Global Positioning System

Il GPS, acronimo di **Global Positioning System**[GPS], è un sistema di posizionamento su base satellitare, a copertura globale e continua, gestito dal dipartimento della difesa statunitense.

Esso permette a piccoli ricevitori elettronici di determinare la loro posizione (longitudine, latitudine e altitudine) con un errore di pochi metri usando segnali radio trasmessi in linea ottica da satelliti.

Consiste di 32 satelliti in orbita *MEO* su sei differenti piani orbitali, alcuni dei quali in disuso e altri di riserva. È operativo dal 1978 e disponibile per tutto il mondo dal 1994. Il GPS è il sistema satellitare di navigazione pienamente funzionante e più usato nel mondo.

I moderni ricevitori GPS hanno raggiunto dei costi molto contenuti. Dopo il telefono cellulare stiamo assistendo alla diffusione di un nuovo cult: quello del navigatore satellitare personale. Il mercato offre ormai soluzioni a basso costo per tutti gli impieghi e per tutte le tasche che si rivelano efficaci non soltanto per la navigazione satellitare in sé e per sé, ma anche per usi civili, per il monitoraggio dei servizi mobili e per il controllo del territorio. Esistono varie soluzioni:

- **Integrate:** sono dispositivi portatili *All-in-One* (navigatore satellitare) che incorporano un ricevitore GPS, un display LCD, un altoparlante, il processore che esegue le istruzioni, date solitamente da un sistema operativo proprietario, uno slot per schede di memoria ove memorizzare la cartografia.
- **Ibride:** sono dispositivi portatili (PC, Palmari, SmartPhone) che, nati per scopi diversi, sono resi adatti alla navigazione satellitare attraverso il collegamento di un ricevitore GPS esterno (Bluetooth o via cavo) e l'adozione di un software dedicato, in grado di gestire la cartografia.

La soluzione adottata per il sistema Ecogest è quella "integrata" ovvero del navigatore satellitare. Un navigatore satellitare, detto anche navigatore GPS o semplicemente navigatore, è un dispositivo dotato di capacità di ricezione del segnale satellitare GPS integrato con un sistema di database stradale, progettato per assistere il conducente di un'automobile indicandogli interattivamente il percorso da seguire per raggiungere una destinazione impostata dall'utente.

Un navigatore tipico include un display LCD in cui viene visualizzato il percorso da seguire, in genere con funzionalità *touch screen* per consentire all'utente di interagire con il sistema attraverso una interfaccia grafica, e un altoparlante attraverso cui vengono fornite indicazioni verbali sul percorso. Hardware e sistema operativo sono solitamente dedicati.

Il navigatore scelto per il nostro sistema è un **Garmin nuvi 760** mostrato in figura 34. Semplice da usare, è ideale per tutti gli utenti,

sia quelli amatoriali che professionisti. Il principale vantaggio rispetto ai modelli precedenti consiste nella possibilità di impostare percorsi a tappe successive, ottimizzando il percorso in termini di tempo e di consumo. L'impostazione può essere digitata direttamente sul navigatore oppure utilizzando il software in dotazione *Map Source* e il *PC* e scaricandola sul navigatore in un secondo momento. Il Garmin Nuvi 760, inoltre, è in grado di registrare e salvare un percorso composto da un massimo di 10.000 punti-traccia che funziona come una traccia elettronica che può poi essere visualizzata con applicazioni come *Google Earth*⁴. Tra le altre funzioni di cui è dotato spiccano il *TMC*⁵, che consente di ricevere informazioni sul traffico in tempo reale, consentendo all'utente di evitare code ed ingorghi, ricalcolando automaticamente il percorso migliore, oppure la funzionalità "Text-To-Speech" che pronuncia i nomi delle strade assieme alle istruzioni di guida vocali. Per quanto riguarda la copertura, il navigatore dispone della cartografia dell'intera Europa precaricata, pertanto è possibile partire subito dopo averlo tolto dalla confezione. È munito anche di tecnologia Bluetooth, grazie alla quale è possibile associare un cellulare compatibile e gestire le chiamate in entrata ed in uscita nella massima sicurezza. Dispone, poi, di tante funzioni extra, come il lettore MP3, la radio FM, il visualizzatore di immagini, il Tour Guide, la cartografia in 2D o in 3D, il traduttore istantaneo, la calcolatrice e il convertitore di valuta. Non manca lo slot per schede *Secure Digital* per la cartografia aggiuntiva e per ascoltare gli mp3. Infine, dispone di batteria ricaricabile al litio in grado di assicurare un'autonomia tra le tre e le sette ore, a seconda dell'utilizzo.

⁴ <http://earth.google.com/>

⁵ <http://www.tmcitaly.it/>



Figura 34: Garmin Nuvi 760

3.4 Global System for Mobile Communications

Il GSM, acronimo di **Global System for Mobile Communications**[GSM], è attualmente lo standard di telefonia mobile più diffuso del mondo. Più di 3 miliardi di persone in 200 paesi usano telefoni cellulari GSM. La diffusione universale dello standard GSM ha fatto sì che la maggior parte degli operatori internazionali di telefonia mobile stipulassero fra di loro accordi per l'effettuazione del cosiddetto *roaming* (commutazione automatica fra diverse reti). La tecnologia alla base del GSM è significativamente diversa dalle precedenti, soprattutto per il fatto che sia il canale di identificazione che quello di conversazione sono digitali. Per questo motivo il nuovo standard è stato lanciato sul mercato come sistema di telefonia mobile di seconda generazione o, più sinteticamente 2G. Questa caratteristica di base significa che la

possibilità di scambiare dati, oltre che conversazioni, è già stata implementata fin dall'inizio dello sviluppo del nuovo sistema. Il GSM è uno standard aperto sviluppato dal *CEPT*⁶ e finalizzato dall'*ETSI*⁷ e mantenuto dal consorzio *3GPP*⁸ (di cui l'*ETSI* fa parte). Il maggior punto di forza del sistema GSM è la possibilità, da parte degli utenti, di accedere a tutta una serie di nuovi servizi a costi molto contenuti. Ad esempio lo scambio di messaggi testuali (SMS) è stato sviluppato per la prima volta in assoluto in ambito GSM. Uno dei principali vantaggi per gli operatori è, invece, la possibilità di acquistare infrastrutture ed attrezzature a costi resi bassi dalla concorrenza fra i produttori. Per contro, una delle limitazioni più serie è derivata dal fatto che le reti GSM impiegano la tecnologia TDMA, considerata meno avanzata ed efficiente rispetto alla concorrente tecnologia CDMA. Le prestazioni effettivamente riscontrate sul campo, tuttavia, non sono molto diverse. Pur essendo lo standard in costante evoluzione, i sistemi GSM hanno sempre mantenuto la piena compatibilità con le precedenti versioni. Una novità particolarmente significativa è stata introdotta con la versione 97 (GPRS e pacchettizzazione dei dati). La velocità di trasmissione è stata aumentata previa implementazione di un nuovo tipo di modulazione del segnale (EDGE).

All'interno del nostro sistema la comunicazione GSM avviene tra la centrale operativa e le isole ecologiche: queste ultime inviano messaggi per segnalare l'eventuale riempimento o errori/malfunzionamenti. Per la comunicazione sono stati utilizzati dei modem GSM di tipo **Digicom GSM Pocket** illustrati in figura 35. Pocket GSM è una soluzione innovativa per la trasmissione di Dati, Fax, SMS e Voce attraverso la rete GSM sia a 900 che a 1800 MHz (EGSM900/DCS1800). È la nuova evoluzione dei terminali GSM Dual Band Digicom che, nel corso degli ultimi anni, hanno conquistato la fiducia di numerosi installatori di applicazioni Wireless. Realizzato secondo le più innovative tecnologie GSM per adattarsi ancor più

⁶ <http://www.cept.org/>

⁷ <http://www.etsi.org/>

⁸ <http://www.3gpp.org/>

facilmente alle installazioni industriali: con PLC, contatori, lettori di presenza e simili. In questo tipo di applicazioni Pocket GSM vi permetterà di accedere alle informazioni da remoto, in assenza della linea telefonica tradizionale. Molto importanti inoltre, le funzionalità SMS e Voce, attraverso le quali, le vostre applicazioni con Pocket GSM potranno comunicare da qualsiasi luogo eventuali allarmi ed emergenze.



Figura 35: Digicom GSM Pocket

Capitolo 4

Implementazione del sistema

In questo capitolo saranno descritti dapprima i software utilizzati per l'implementazione del middleware per il servizio a supporto dello scarico delle vasche piene del sistema Ecogest, quali **Visual Studio 2008, Microsoft MapPoint, SQL Server 2005 Express Edition**. In seguito sarà analizzato ed illustrato il funzionamento dell'interfaccia utente con cui l'operatore del sistema Ecogest dovrà interagire per l'inserimento delle isole, delle persone, del deposito e per la creazione del percorso ottimo atto allo scarico delle vasche piene.

4.1 Software utilizzati

4.1.1 Visual Studio 2008

Visual Studio 2008[MVS] è un ambiente di sviluppo integrato (Integrated development environment o IDE) sviluppato da Microsoft, che supporta diversi tipi di linguaggio, quali *C++*, *C#*, *J#*, *Visual Basic .Net* e *ASP .Net*, e che permette la realizzazione di applicazioni, siti web, applicazioni web e servizi web per piattaforme Windows e .NET Framework 3.5. È inoltre un RAD (Rapid Application Development), ovvero una applicazione atta ad aumentare la produttività aiutando il programmatore con mezzi come l'*IntelliSense* o un *designer* visuale delle forms. Il framework .NET è multiplatforma infatti è possibile realizzare programmi per server, workstation, pocket PC, smartphone e, naturalmente, per i browser.

Il linguaggio di programmazione adottato per il middleware è **Visual Basic .NET**[VBN]. Visual Basic .NET (formalmente abbreviato VB .NET), implementato in Visual Studio 2008, la suite per programmatori della *Microsoft*, basata interamente sul *.NET framework*, è un linguaggio di programmazione interpretato ed orientato agli oggetti.

Il VB.NET, e il suo corrispondente *C#*, è un punto di congiunzione di tante iniziative e tecnologie di sviluppo *Microsoft* del passato come ad esempio: il *COM* e gli *ActiveX*, sostituiti con *assembly* e classi di oggetti completamente gestiti. Con VB.NET è possibile realizzare applicazioni *windows forms*, *web*, *servizi*, *componenti COM*, *MQ*, *Web service* ed anche destinate a dispositivi mobile tramite l'uso delle librerie del *Compact framework 3.5*.

Visual Basic .NET 9.0, nato nel 2008, è stato implementato sul Framework 3.5. Questa versione del linguaggio, aggiunge caratteristiche innovative come LINQ, *tipi anonimi*, una nuova versione di ADO.NET denominata *Entity* e completamente ad oggetti, oltre il supporto alle nuovissime tecnologie di sviluppo introdotte con la versione 3.0 del Framework che sono: **Windows Presentation Foundation** (nuovo namespace contenente classi per il disegno di interfacce utente windows o web che andranno a sostituire i Windows/Web forms), **Windows Communication Foundation** (nuovo namespace che andrà ad aggiornare le tecniche di programmazione distribuita come WSE e Remoting), **Workflow Foundation** (nuova tecnologia per realizzare applicazioni o assembly di workflow, poi implementabili in ogni applicazione .NET) e **Card space** (nuova tecnologia per la centralizzazione dei login su sistemi web). Con questa versione del linguaggio, sarà possibile tramite l'uso del nuovo IDE di sviluppo Visual Studio 2008 realizzare web con la tecnologia *Silverlight* basata su *WPF*.

Tramite l'integrazione dei controlli OCX, dei componenti COM e dei collegamenti OLE presenti nell'ambiente di lavoro o realizzati da altri programmatori è possibile ampliare le potenzialità del linguaggio, aggiungendo nei propri progetti nuove funzioni o funzioni più complete. E' stato utilizzato un controllo OCX di **Microsoft MapPoint** integrato nel nostro ambiente di sviluppo per l'utilizzo di alcune funzioni per la navigazione stradale.

4.1.2 MapPoint 2009 Europe

MapPoint 2009 Europe[MME] è uno strumento per il *mapping* e l'analisi del business che permette agli utenti di vedere, editare e integrare mappe. Fino al 2008 era disponibile solamente la versione per il Nord America (MapPoint North America). La versione Europea è stata

rilasciata nel Gennaio del 2009 nelle seguenti lingue: Inglese, Tedesco, Spagnolo, Italiano e Francese. Essa presenta una vasta copertura di mappe che comprendono Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Italia, Lussemburgo, Olanda, Norvegia, Portogallo, Spagna, Svezia, Svizzera e Regno Unito. Inoltre, MapPoint 2009 Europe fornisce una copertura parziale senza la possibilità di ricerca per indirizzo per: Andorra, Bosnia, Bulgaria, Croazia, Repubblica Ceca, Estonia, Gibilterra, Guernsey, Ungheria, Irlanda, Isola di Man, Jersey, Liechtenstein, Lituania, Monaco, Montenegro, Polonia, Romania, San Marino, Serbia, Slovacchia, Slovenia e Città del Vaticano.

Tra le caratteristiche più interessanti ci sono la possibilità di inviare i dettagli dei punti di interesse e biglietti da visita elettronici ad un cellulare o di aggiungere punti di interesse al tragitto utilizzando *Live Search* (naturalmente bisogna essere collegati ad *Internet*). È previsto anche l'uso di un ricevitore GPS in abbinamento al software per ottenere informazioni sulla propria posizione e indicazioni *turn-by-turn* sul percorso da seguire e il ricalcolo in tempo reale del percorso. Tramite un'apposita opzione è possibile anche attivare la visualizzazione 3D del percorso, caratteristica ormai diventata "di moda" tra tutti i software di navigazione attuale.

Microsoft MapPoint è sia una tecnologia (MapPoint Web Service, noto precedentemente come MapPoint .NET), sia un software per la gestione delle mappe GIS, entrambe sviluppate da Microsoft per i sistemi operativi Windows.

Attraverso l'utilizzo del controllo OCX di MapPoint 2009 Europe possiamo visualizzare mappe, creare e visualizzare percorsi tra punti di interesse direttamente all'interno del nostro middleware

4.1.3 SQL Server 2005 Express Edition

Microsoft SQL Server è un DBMS relazionale, meglio noto come Relational Database Management System (RDBMS), prodotto da Microsoft. Nelle prime versioni era utilizzato per basi dati medio-piccole, ma a partire dalla versione 2000 è stato utilizzato anche per la gestione di basi dati di grandi dimensioni.

Microsoft SQL Server usa una variante del linguaggio SQL standard (lo standard ISO certificato nel 1992) chiamata T-SQL Transact-SQL. Sia Microsoft SQL Server che Sybase Adaptive Server Enterprise comunicano sulla rete utilizzando un protocollo a livello di applicazione chiamato "Tabular Data Stream" (TDS). SQL Server supporta anche "Open Database Connectivity" (ODBC).

Nel corso degli anni sono state sviluppate diverse versioni fino ad arrivare ad oggi a Microsoft SQL Server 2008, ma il DBMS utilizzato per i nostri scopi è **SQL Server 2005 Express Edition**[SQL].

SQL Server 2005 Express Edition è una versione di SQL Server 2005 gratuita, facile da usare, leggera e incorporabile. Grazie alla sua semplicità i nuovi sviluppatori possono iniziare a utilizzarlo immediatamente. SQL Server Express è inoltre dotato di potenti funzionalità, ad esempio SQL Server Management Studio Express, per la gestione di un database.

SQL Server 2005 Express include tutte le principali funzionalità di SQL Server 2005 ma ha delle restrizioni per quanto riguarda la scalabilità del database; può utilizzare una sola CPU, 1GB di RAM e supporta database con dimensioni massime fino a 4GB. SQL Server 2005 Express non include inoltre prodotti di fascia enterprise come "Analysis Services", "Reporting Services", "Data Transformation Services" e "Notification Services".

4.2 Funzionamento dell'applicazione

Per il corretto funzionamento dell'applicazione nella *Desktop station* deve essere installato insieme al middleware anche Microsoft MapPoint 2009 Europe perciò i requisiti minimi di sistema per tali applicazioni sono:

- Microsoft Windows XP;
- Processore con velocità di clock pari o superiore a 300 MHz;
- 512 MB di RAM;
- 2 GB di spazio libero su disco rigido;
- Unità DVD-ROM;
- Scheda video 1024 × 768 o risoluzione superiore a 256 colori.

Dopo aver installato correttamente Microsoft MapPoint 2009 Europe l'operatore può lanciare l'applicativo facendo doppio click sull'icona "Isole.exe". Prima di poter visualizzare l'interfaccia grafica, l'operatore deve inserire nel sistema *username* e *password* come mostrato in figura 36.



Login
Inserire le credenziali di autenticazione

Username

Password

Annulla Ok

Figura 36: Login

Se l'utente erroneamente inserisce credenziali ignote al sistema, viene comunicato un avviso "Attenzione! Username o password errati." Come mostrato in figura 37.

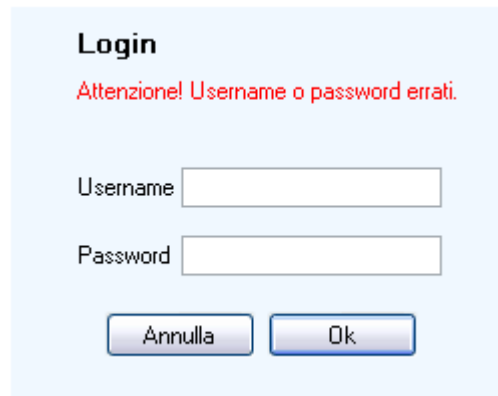


Figura 37: Login errato

Invece se l'utente inserisce le giuste credenziali di accesso, che sono di default "ecogest", si troverà di fronte l'interfaccia grafica utente di figura 38.



Figura 38: Interfaccia grafica utente

Nella parte alta della *Form* ci sono i menù "File" e "Gestione" che servono per la configurazione dell'applicativo. Subito sotto ci sono le icone di inserimento, modifica, eliminazione e stampa di un'isola. La parte centrale invece si divide in due pannelli grazie all'oggetto *SplitContainer*. Il pannello di sinistra contenente i pulsanti "Inserisci Nuova Isola", "Cerca/Modifica Isola", "Gestione Isole", "Inserisci Nuovo Utente" e "Dati Isole", rimane invariato allo scatenarsi di qualsiasi evento nella *Form*, a differenza del pannello di destra dove, in base agli eventi verificati viene popolato con oggetti e relativi valori.

L'operatore a questo punto, selezionando "Gestione Deposito" attraverso il menù "Gestione", imposta il Deposito. Se il Deposito è stato precedentemente inserito, verrà visualizzato a schermo come in figura 39, altrimenti bisogna cercarlo all'interno del database di MapPoint inserendo i dati relativi alla nazione, all'indirizzo, al numero civico, il CAP, la provincia ed in seguito cliccare sul tasto "Trova" al centro della schermata. Una volta trovato, basta cliccare il pulsante "Salva".

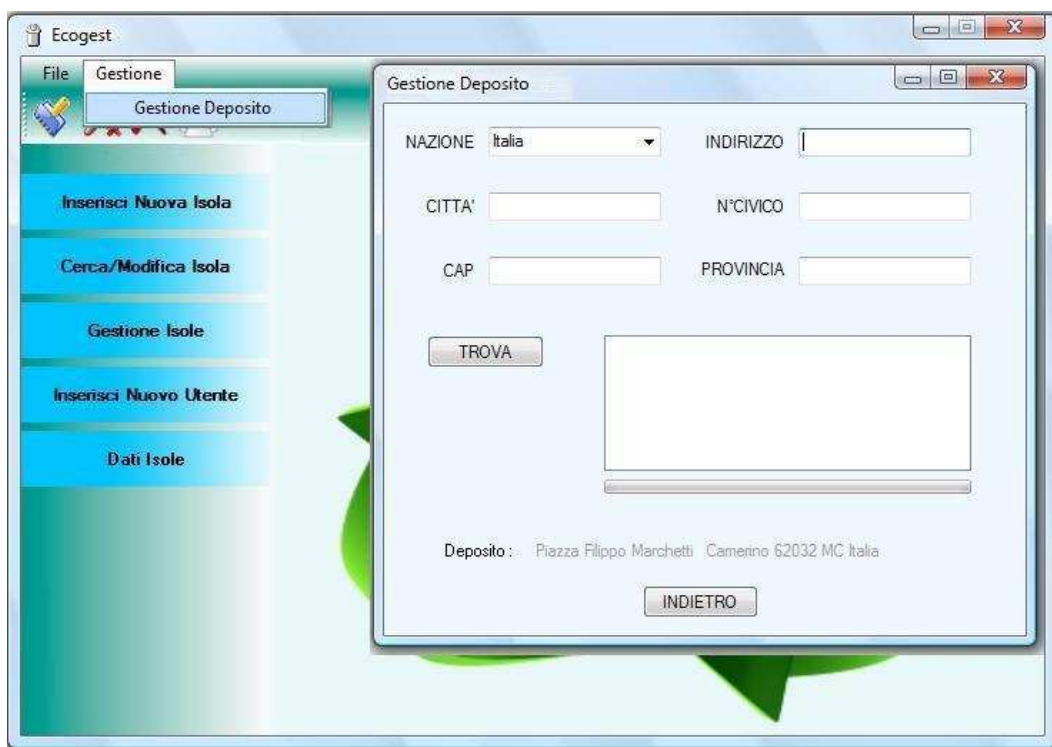


Figura 39: Inserimento deposito

L'operatore in seguito sarà in grado di inserire le isole come illustrato in figura 40. In basso al pannello di destra della *Form* è presente una tabella in cui sono visualizzate le isole già presenti nel database SQL Server ovvero nel sistema.

Telefono	Indirizzo	NCivico	CAP	Citta
0737098765	Via Madonna Car...		62032	Camerin
0737123456	Corso Vittorio Em...		62032	Camerin
0737456789	Via Le Mosse		62032	Camerin
0737654322	Via Camillo Lili		62032	Camerin

Figura 40: Inserimento isola

Le modalità per inserire una nuova isola sono analoghe all'inserimento del deposito, basta perciò riempire i vari campi e cliccare il pulsante "Trova" al centro della schermata come in figura 41. A questo punto vengono visualizzate nella griglia tutte le possibili scelte valide per la nostra nuova isola. Cliccando con il mouse su una delle possibili opzioni appaiono altri due bottoni: "Visualizza" e "Scegli".

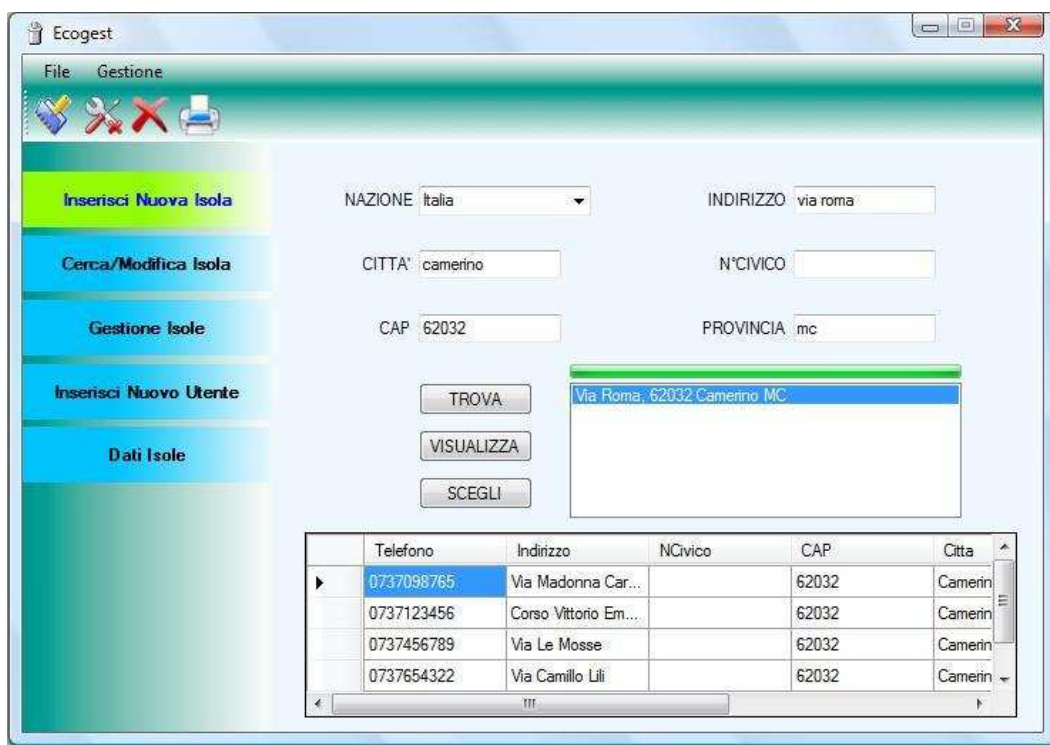


Figura 41: Trova isola

Selezionando il pulsante “Visualizza” verrà visualizzata, come mostrato in figura 42, l’isola sulla mappa integrata nell’applicazione grazie all’utilizzo delle funzioni di Microsoft MapPoint 2009 Europe.

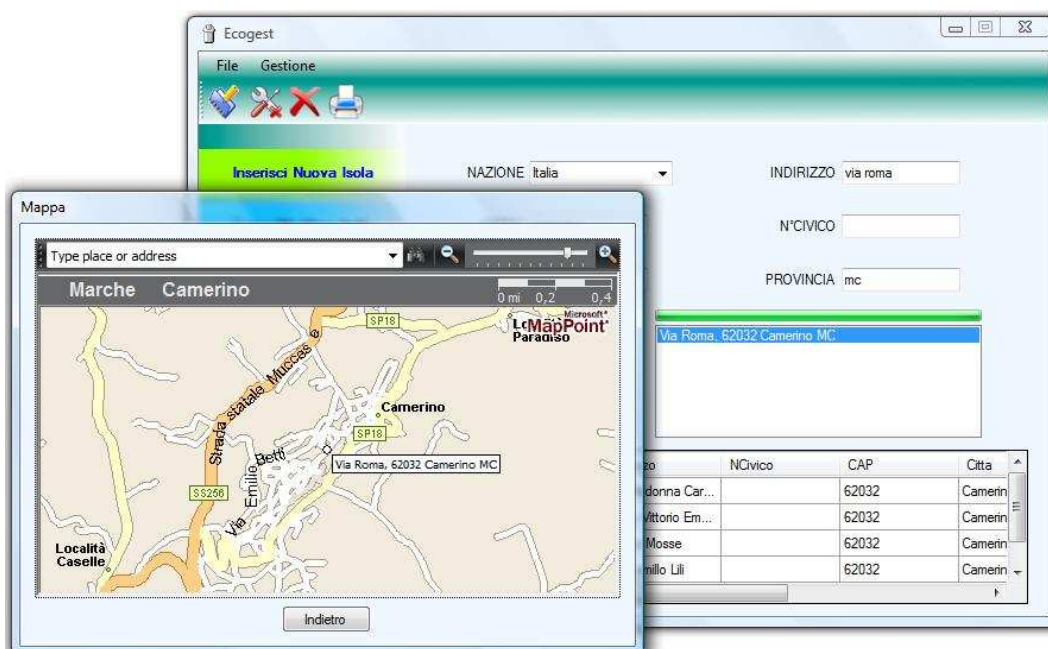
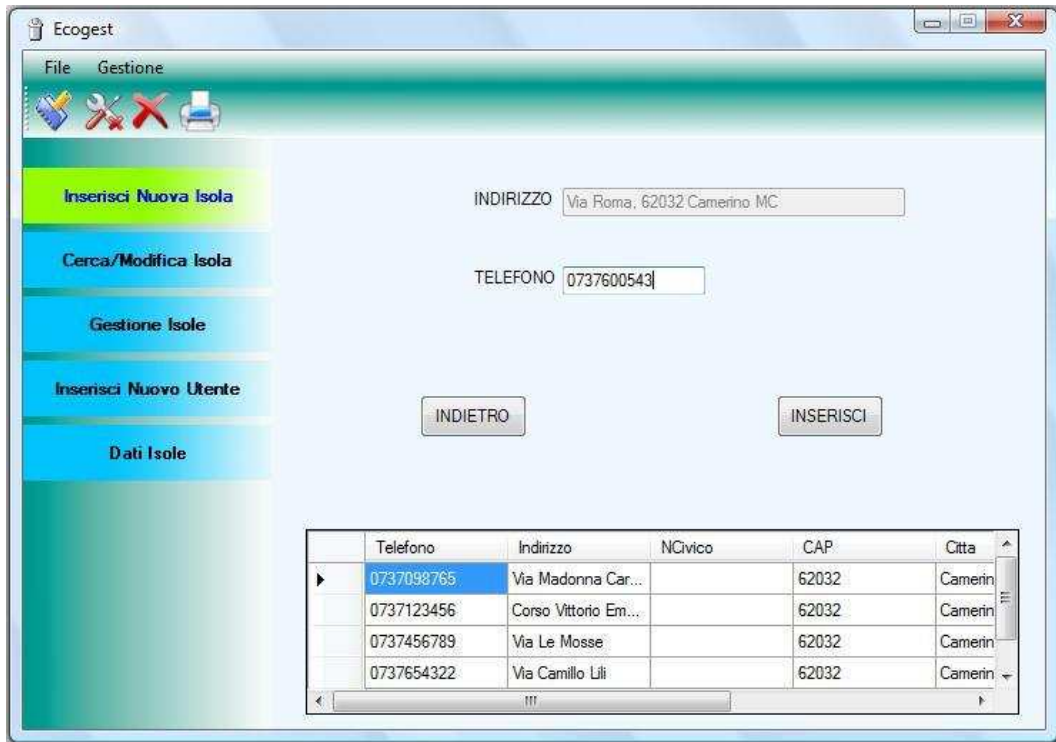


Figura 42: Visualizza isola

Invece selezionando il bottone "Scegli" si passa all'inserimento del numero telefonico relativo all'isola, come mostrato in figura 43, che servirà in seguito per la comunicazione GSM.



	Telefono	Indirizzo	NCivico	CAP	Citta
▶	0737098765	Via Madonna Car...		62032	Camerin
	0737123456	Corso Vittorio Em...		62032	Camerin
	0737456789	Via Le Mosse		62032	Camerin
	0737654322	Via Camillo Lili		62032	Camerin

Figura 43: Inserimento numero telefonico isola

A questo punto cliccando il pulsante "Inserisci" l'isola verrà inserita nel database SQL Server, come mostrato in figura 44. Per l'inserimento di successive isole il procedimento è sempre lo stesso.

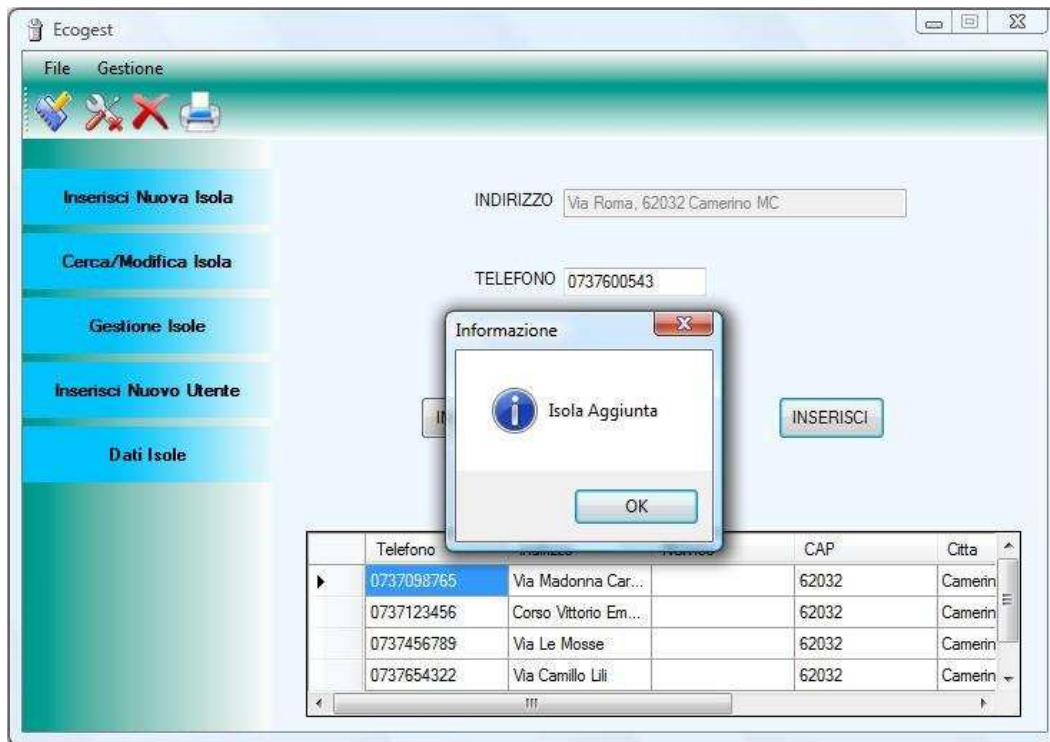


Figura 44: Isola aggiunta nel database

L'operatore ha la facoltà di cercare e modificare le isole presenti nel sistema cliccando il pulsante "Cerca/Modifica Isola" dal menù di sinistra come mostrato in figura 45.

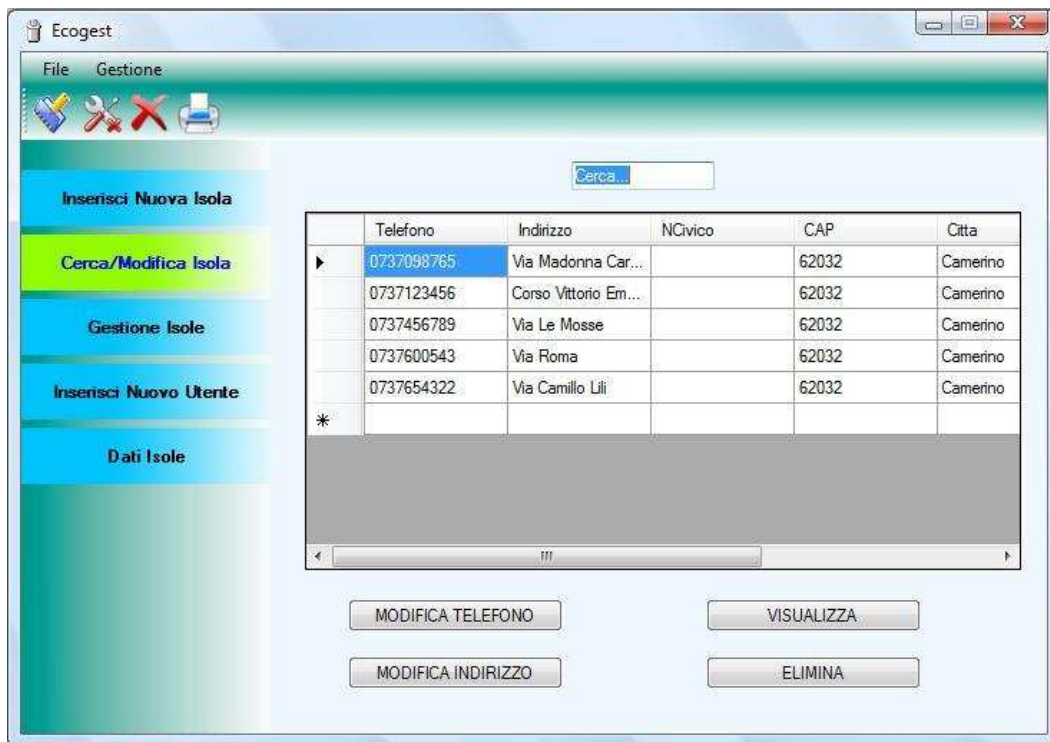


Figura 45: Cerca isola

Si può cercare l'isola inserendo qualsiasi carattere relativo al nome nel campo "Cerca". Se i caratteri inseriti combaciano con quelli di un'isola presente nel sistema, essa verrà evidenziata come mostrato in figura 46.

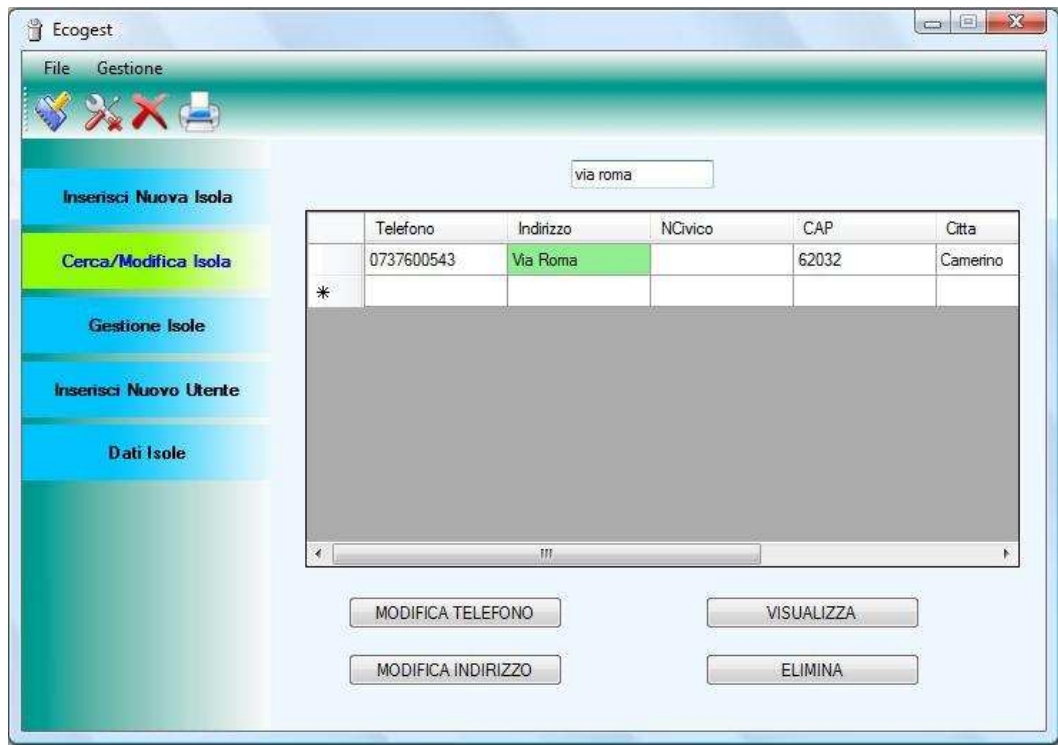


Figura 46: Cerca isola per nome

Trovata l'isola desiderata, l'operatore ha la facoltà di visualizzarla, eliminarla e modificarne l'indirizzo ed il telefono. In figura 47 viene modificato il numero di telefono.

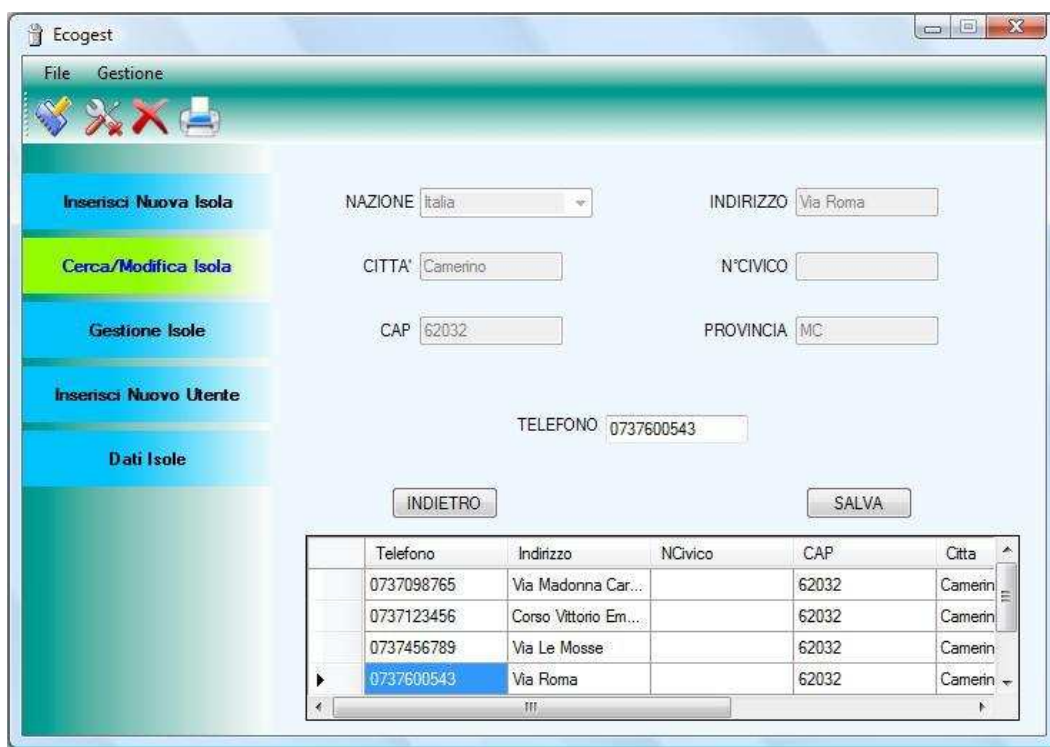


Figura 47: Modifica telefono isola

Dopo aver effettuato la modifica si può salvare il tutto selezionando "Salva" sulla destra della finestra. L'operatore viene avvisato dell'avvenuta modifica come mostrato in figura 48.

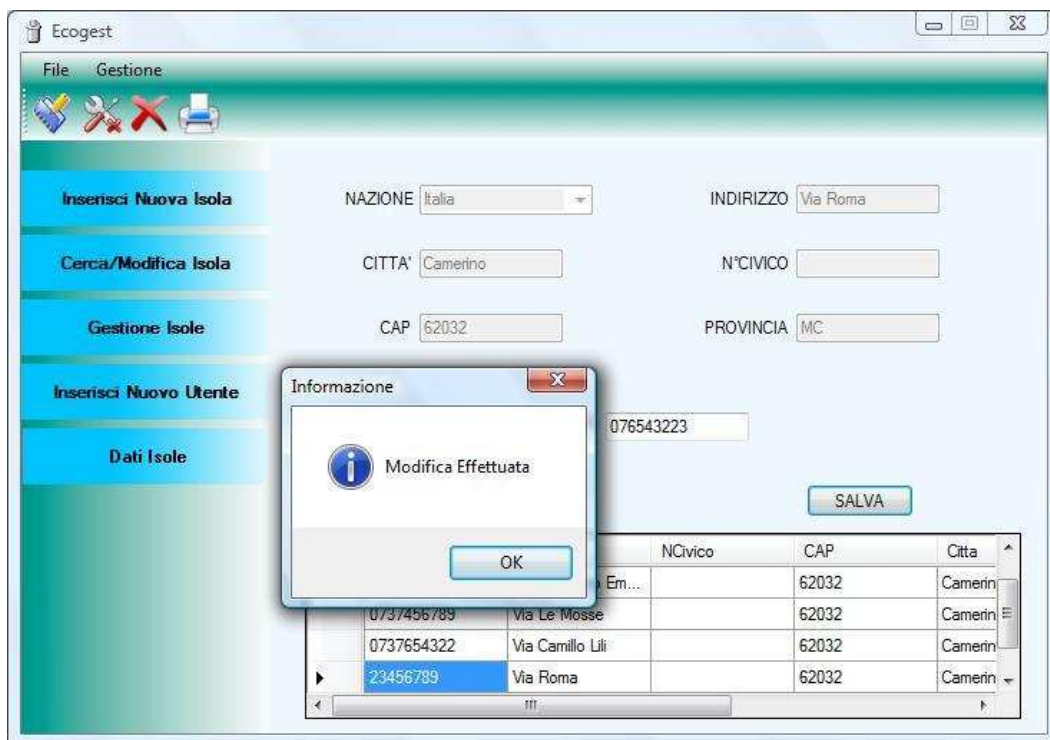


Figura 48: Modifica telefono isola effettuata

Se invece l'operatore vuole modificare l'indirizzo dell'isola basta cliccare sul pulsante "Modifica Indirizzo" trovandosi una schermata simile a quella dell'inserimento dell'isola ma con la differenza di avere i valori dell'isola da modificare già caricati come mostrato in figura 49.

Telefono	Indirizzo	NCivico	CAP	Citta
0737123456	Corso Vittorio Em...		62032	Camerin
0737456789	Via Le Mosse		62032	Camerin
0737654322	Via Camillo Lili		62032	Camerin
076543223	Via Roma		62032	Camerin

Figura 49: Modifica indirizzo isola

Cambiando l'indirizzo da modificare con l'indirizzo desiderato appaiono i pulsanti "Visualizza" e "Salva" come mostrato in figura 50. Il pulsante "Visualizza" come detto in precedenza mostrerà la mappa dell'isola selezionata in MapPoint all'interno della nostra applicazione mentre il pulsante "Salva" salverà le nuove informazioni.

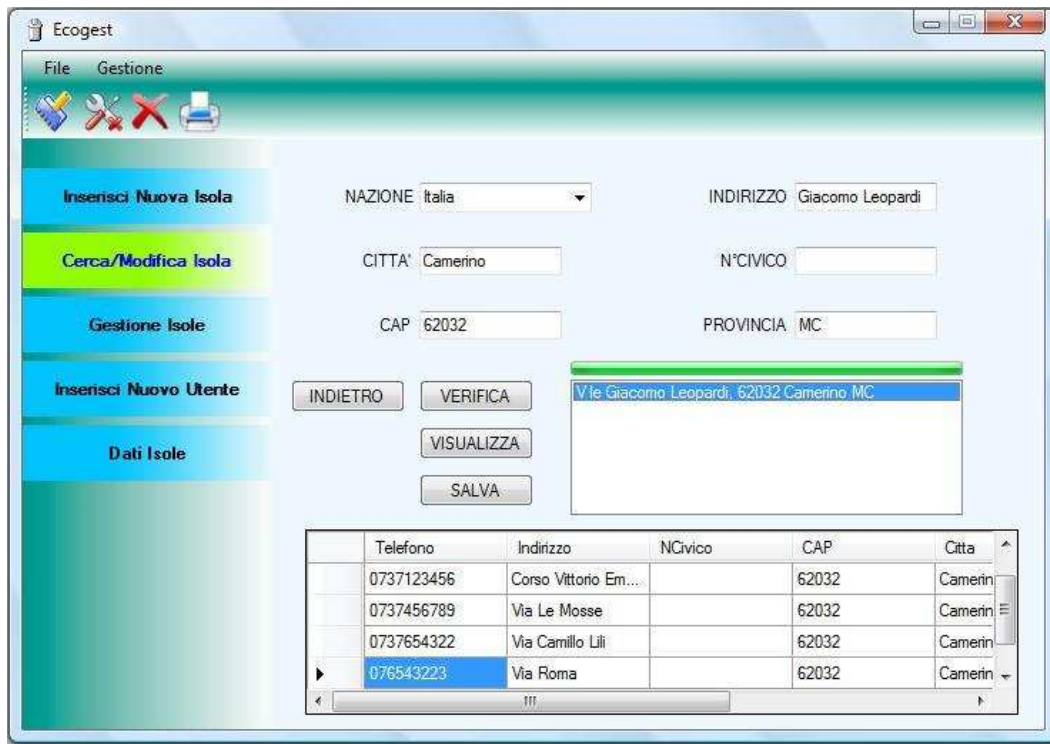


Figura 50: Visualizza o salva indirizzo modificato

L'operatore viene avvisato dell'avvenuta modifica attraverso un messaggio di conferma come in figura 51.



Figura 51: Modifica indirizzo isola effettuata

Per eliminare un'isola dal sistema basta cliccare sul pulsante "Elimina" e poi confermare cliccando "Sì" sulla finestra di avviso che compare al centro della schermata come appare in figura 52.

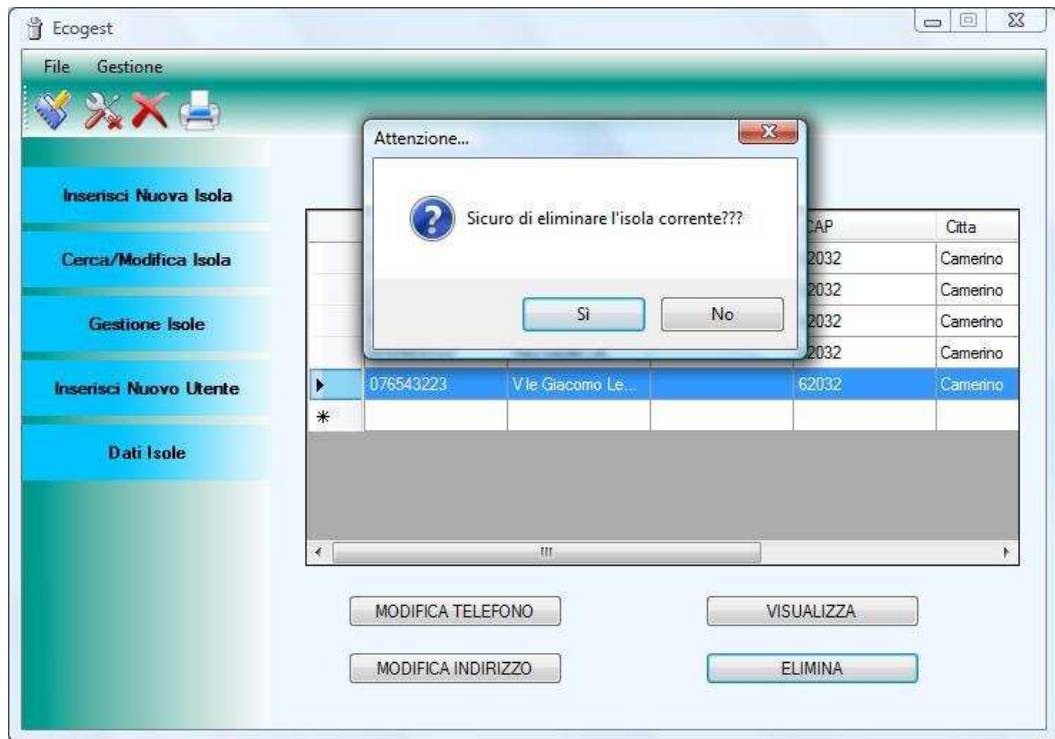


Figura 52: Eliminazione isola

Una volta inserite le informazioni riguardanti il deposito e tutte le isole del sistema è possibile creare i percorsi ottimizzati per lo scarico delle isole piene. Questo procedimento avviene selezionando il pulsante "Gestione Isole" dal menù di sinistra della finestra come mostrato in figura 53.

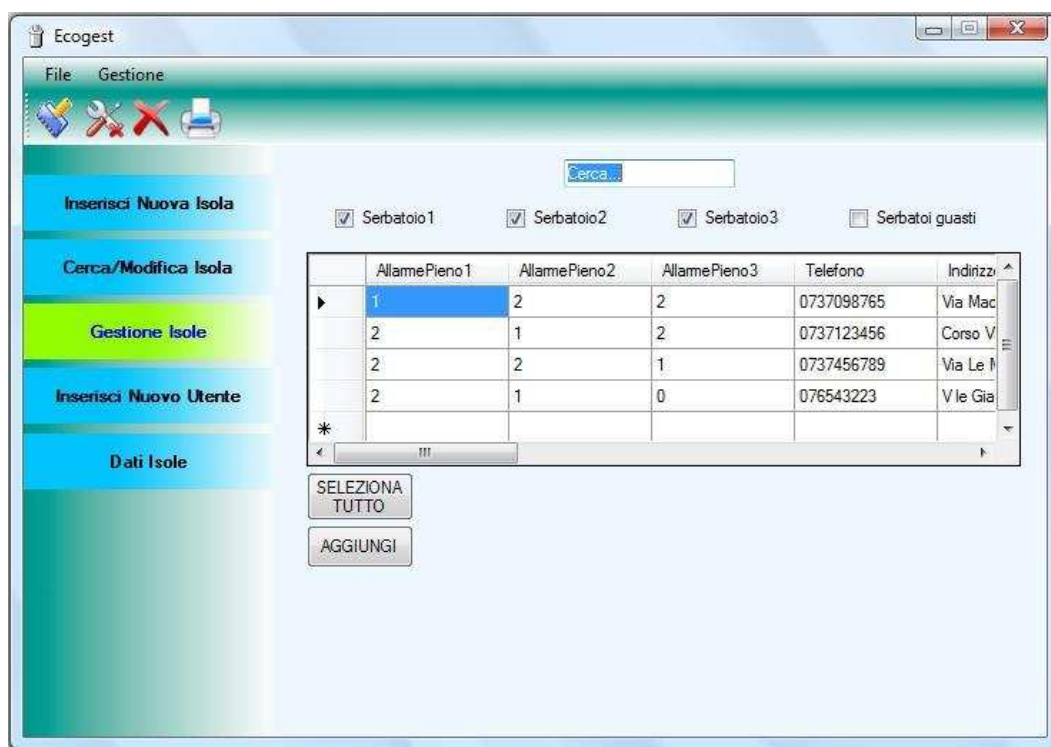


Figura 53: Gestione isole

Come visualizzato in figura 54 è possibile cercare le isole che ci interessano attraverso il modulo "Cerca" oppure spuntando le caselle Serbatoio 1, Serbatoio 2, Serbatoio 3; ed è inoltre possibile selezionare le isole guaste. In base alla selezione effettuata, nella tabella vengono mostrati i parametri degli allarmi dei serbatoi delle isole che sono "AllarmePieno1", "AllarmePieno2", "AllarmePieno3": se il valore è impostato su 0, 1 o 2 vuol dire rispettivamente guasto, pieno, vuoto. È possibile quindi scegliere le isole piene da aggiungere al percorso che verrà utilizzato dal netturbino durante la fase di recupero dei rifiuti. Per fare ciò occorre selezionare l'isola con il cursore del mouse ed in seguito cliccare sul pulsante "Aggiungi". Se l'isola è stata aggiunta correttamente essa verrà visualizzata all'interno della lista al centro della schermata. Si possono anche aggiungere tutte le isole visualizzate nella tabella cliccando su "Seleziona tutto".

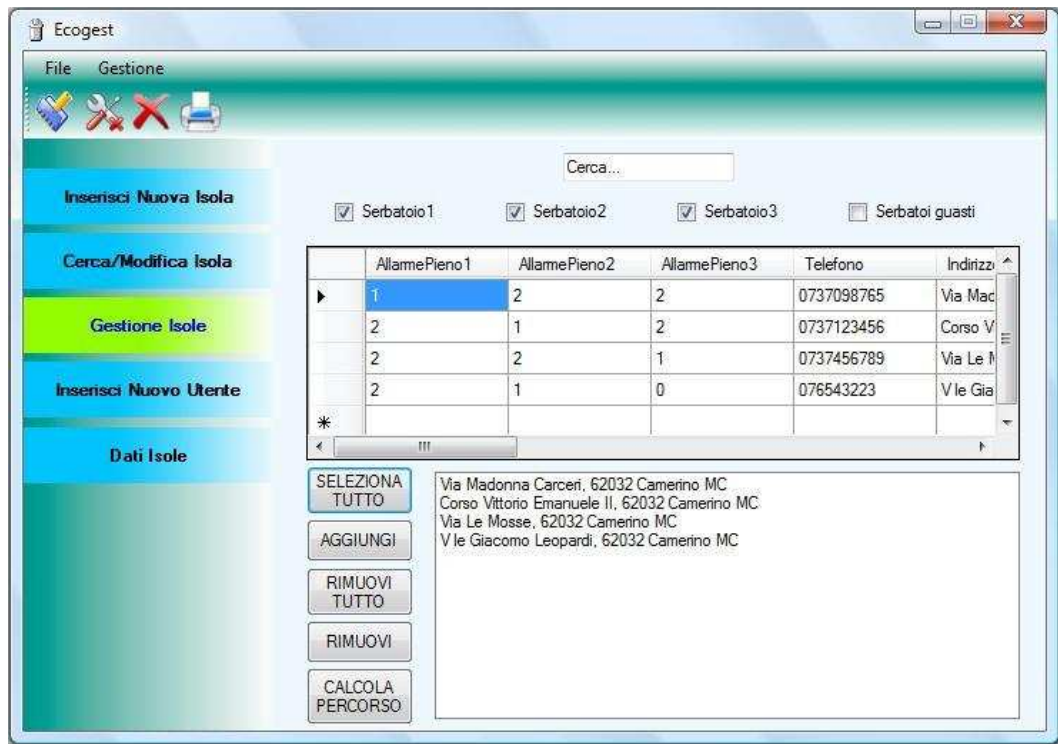


Figura 54: Aggiunta di isole al percorso

A questo punto è possibile creare il percorso tramite il pulsante "Calcola Percorso" che visualizzerà il percorso ottimale per le multiple destinazioni selezionate. La creazione del percorso ottimizzato avviene grazie alle funzioni aggiuntive presenti nel controllo OCX di MapPoint. Grazie a tale controllo si aggiunge un "Waypoint" di partenza ed uno di arrivo (il deposito), e tutte le isole precedentemente selezionate come "Waypoints" intermedi. Tramite i metodi "Calculate" e "Optimize", l'applicativo calcola e ottimizza il percorso per lo scarico delle vasche piene. Tale percorso partirà dal Deposito passando una sola volta per tutti i punti di interesse (le isole) e ritornando al Deposito come mostrato in figura 55.

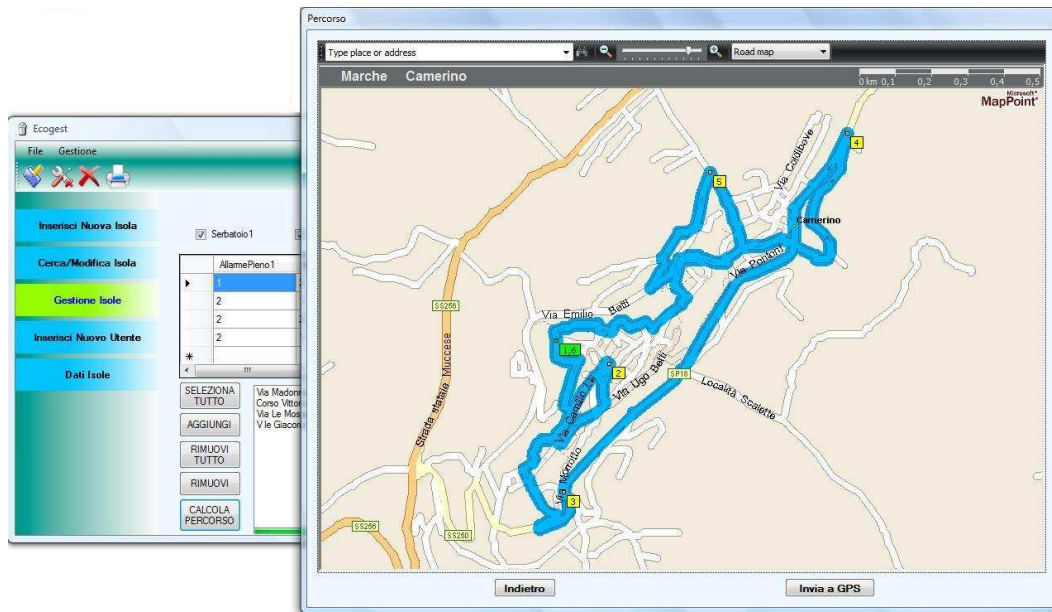


Figura 55: Calcolo di un percorso

A questo punto, dopo aver creato il percorso, è possibile esportarlo in un formato accessibile a diversi tipi di navigatori, quali "Garmin", "TomTom", "Navigon", "Navman", "ViaMichelin" e "Mio", come illustrato in figura 56.

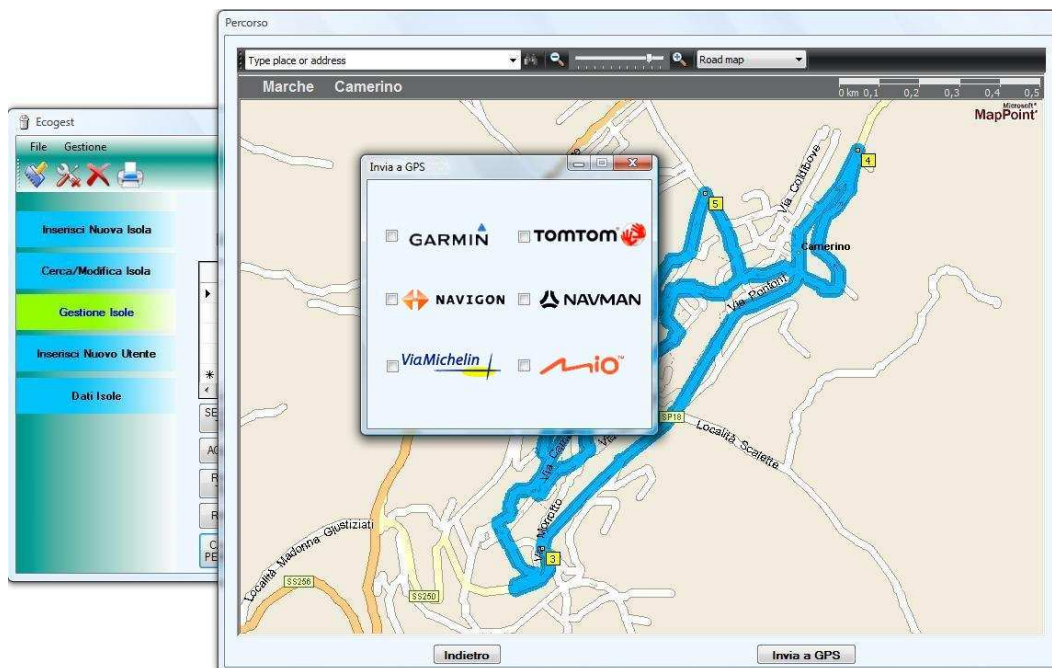


Figura 56: Selezione navigatore

Il navigatore scelto nel sistema Ecogest è il Garmin perciò esportiamo il file per tale dispositivo. Una volta creato il percorso "Garmin.gpx" l'operatore viene avvisato tramite un messaggio di notifica come mostrato in figura 57. Per inviare il file al navigatore **Garmin Nuvi 760** basta copiare il file "Garmin.gpx" creato dall'applicativo all'interno della directory del navigatore.

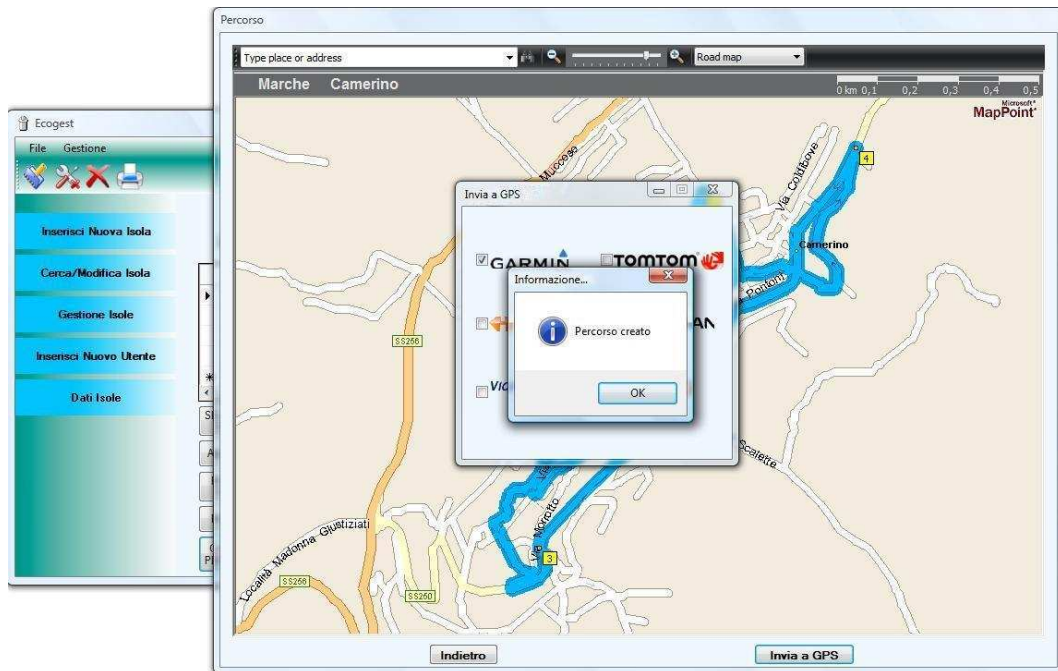


Figura 57: Creazione file "Garmin.gpx"

Un file ".gpx" è uno schema XML progettato per il trasferimento di dati GPS tra applicazioni software. Può essere usato per descrivere punti, tracciati e strade. Il formato è aperto e può essere usato senza il bisogno di pagare la licenza. Di seguito viene riportato una parte del file "Garmin.gpx" del percorso creato dall'applicativo con le isole ed il deposito presi come esempio. Analizzando tale file notiamo la classica definizione di un file xml. Dopo la definizione troviamo il tag `<rte>` che identifica una rotta, tra più punti, chiamata "Ecogest" come scritto nel tag `<name>`. Le isole vengono aggiunte al file nel tag `<rtept></rtept>` specificandone latitudine, longitudine, nome e descrizione. Infine chiudono il documento i tag `</rte>` e `</xml>`.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx Version = "1.0" creator = "Unicam" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://www.topografix.com/GPX/1/0" xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/0
http://www.topografix.com/GPX/1/0/gpx.xsd">
<rte>
<name>Ecogest</name>
<extensions>
<gpxx:RouteExtension xmlns:gpxx="http://www.garmin.com/xmlschemas/GpxExtensions/v3">
<gpxx:IsAutoNamed>true</gpxx:IsAutoNamed>
<gpxx:DisplayColor>Magenta</gpxx:DisplayColor>
</gpxx:RouteExtension>
</extensions>
<rtept lat="43.1352263689041" lon="13.0646022409201">
<name>Isola1</name>
<cmt>Piazza Filippo Marchetti, 62032 Camerino MC</cmt>
<desc>Piazza Filippo Marchetti, 62032 Camerino MC</desc>
<sym>Flag, Blue</sym>
<extensions>
<gpxx:RoutePointExtension xmlns:gpxx="http://www.garmin.com/xmlschemas/GpxExtensions/v3">
<gpxx:Subclass>000000000000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF</gpxx:Subclass>
</gpxx:RoutePointExtension>
</extensions>
</rtept>
.
.
.
</rte>
</gpx>
```

E' possibile inoltre inserire nel database SQL Server gli utenti che avranno accesso alle isole ecologiche per poter gettare i rifiuti. Questo avviene selezionando il pulsante "Inserisci Nuovo Utente" dal menù di sinistra. Nell'esempio in figura 58 vengono inseriti i dati di un utente ed il suo relativo codice della Carta Raffaello letto tramite il lettore di carte rfid. Dopo aver inserito i dati basta selezionare il pulsante "Inserisci" al centro della finestra per memorizzare l'utente nel sistema, l'operatore viene così avvisato dell'avvenuto inserimento come mostrato in figura 59.

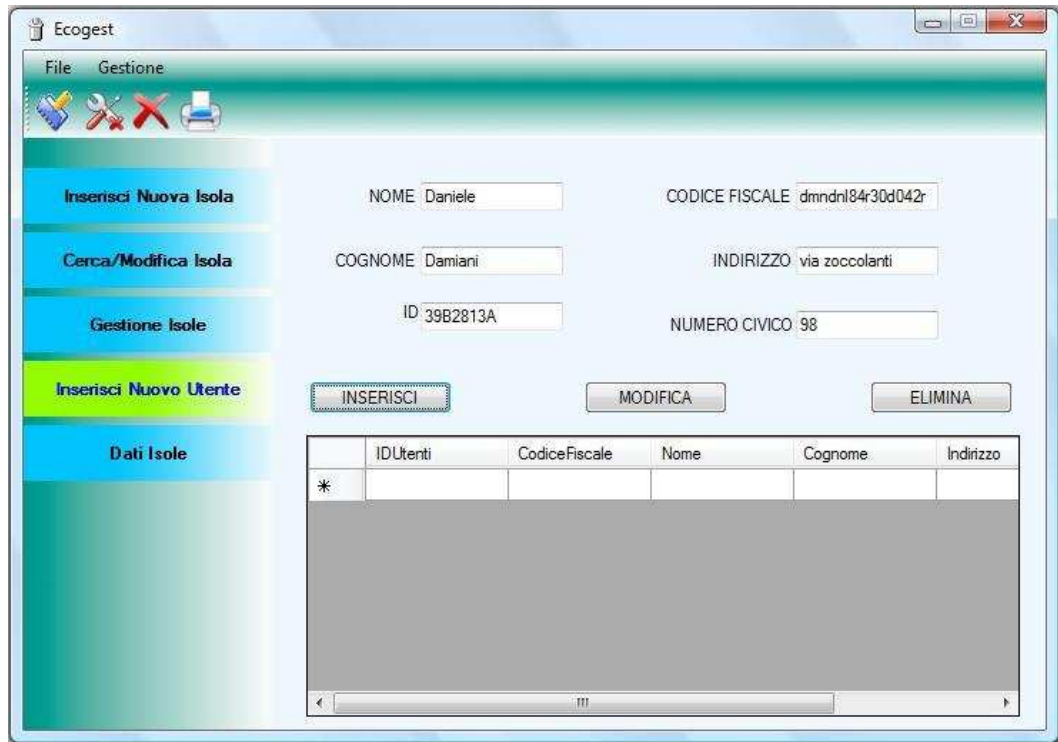


Figura 58: Inserimento nuovo utente

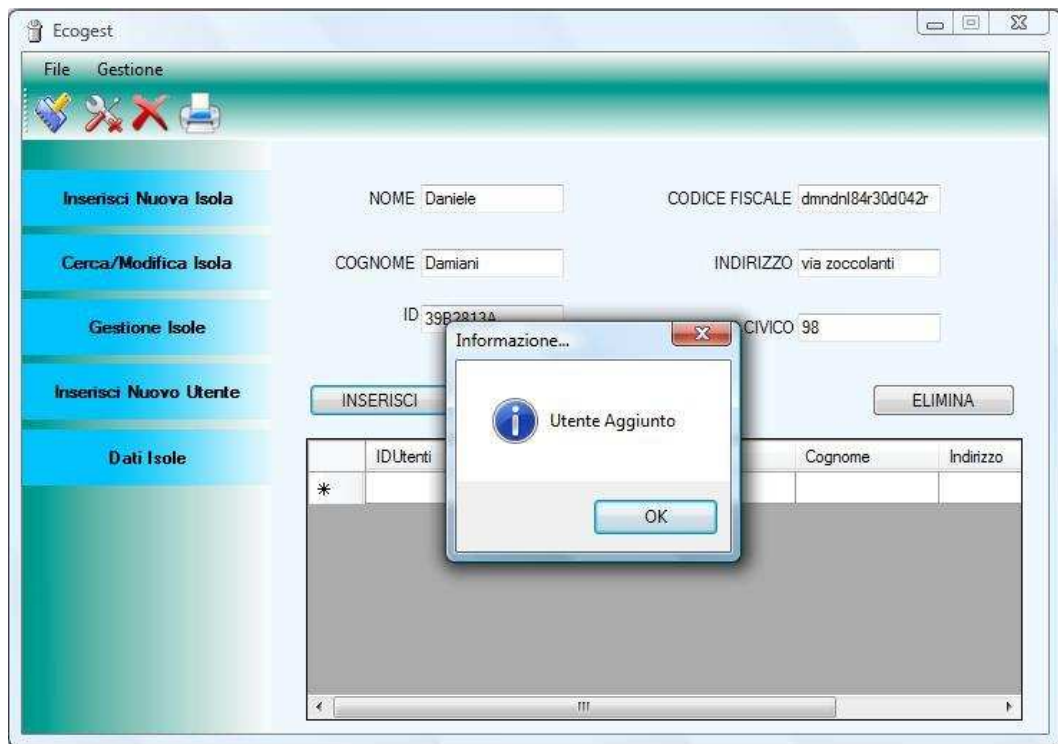
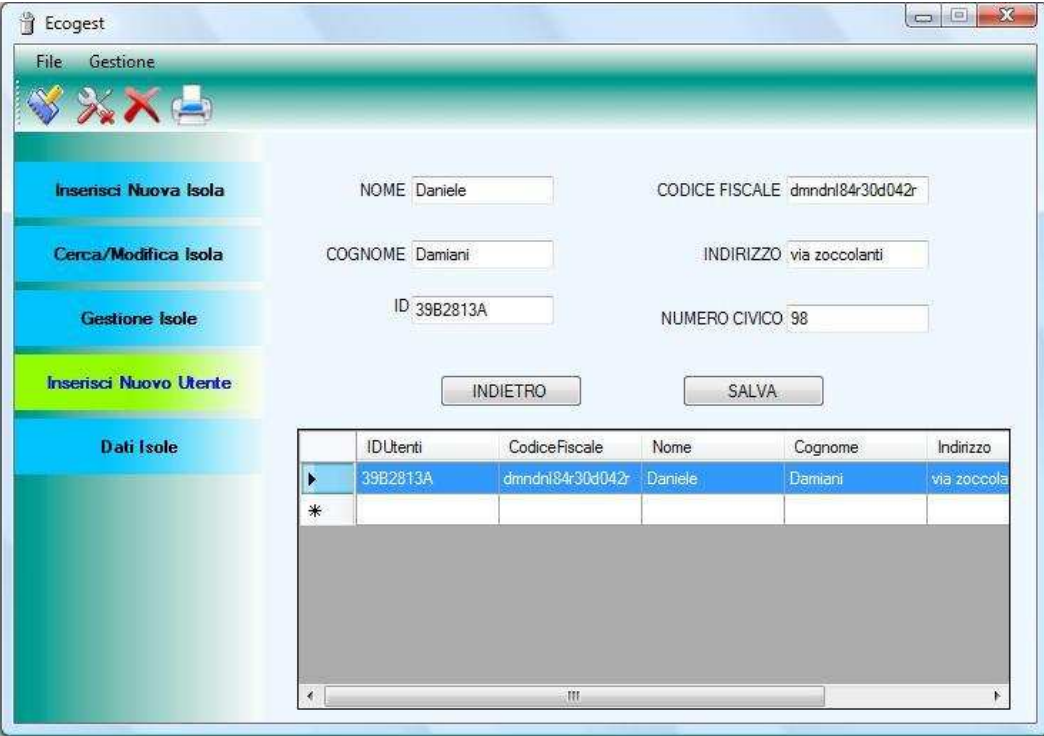


Figura 59: Conferma inserimento nuovo utente

Nella tabella in basso alla *Form* vengono mostrati tutti gli utenti presenti nel database che possono accedere alle isole ecologiche per lo smaltimento dei rifiuti. Gli utenti possono essere eliminati dal sistema cliccando sul pulsante "Elimina" oppure essere modificati tramite il pulsante "Modifica", come raffigurato in figura 60, cambiando le informazioni e poi cliccando il pulsante "Salva" per memorizzarle nel database.



IDUtenti	CodiceFiscale	Nome	Cognome	Indirizzo
39B2813A	dmndn184r30d042r	Daniele	Damiani	via zoccola
*				

Figura 60: Modifica utente

Cliccando l'ultimo pulsante "Dati Isole" dal menù di sinistra viene visualizzata una tabella contenente tutte le isole inserite nel database come mostrato in figura 61. Selezionando un'isola dalla tabella è possibile visualizzarne lo stato degli allarmi graficamente in basso alla *Form*. Se i pallini degli allarmi sono rossi significa che l'isola è piena o guasta, se sono verdi l'isola è vuota mentre se sono gialli non c'è nessuna informazione sullo stato degli allarmi. Cliccando i due pulsanti "Scarica Dati" e "Controlla Allarmi" si avvia la comunicazione GSM tra isola e deposito per richiedere informazioni all'isola rispettivamente sui dati dei rifiuti e sullo stato degli allarmi.

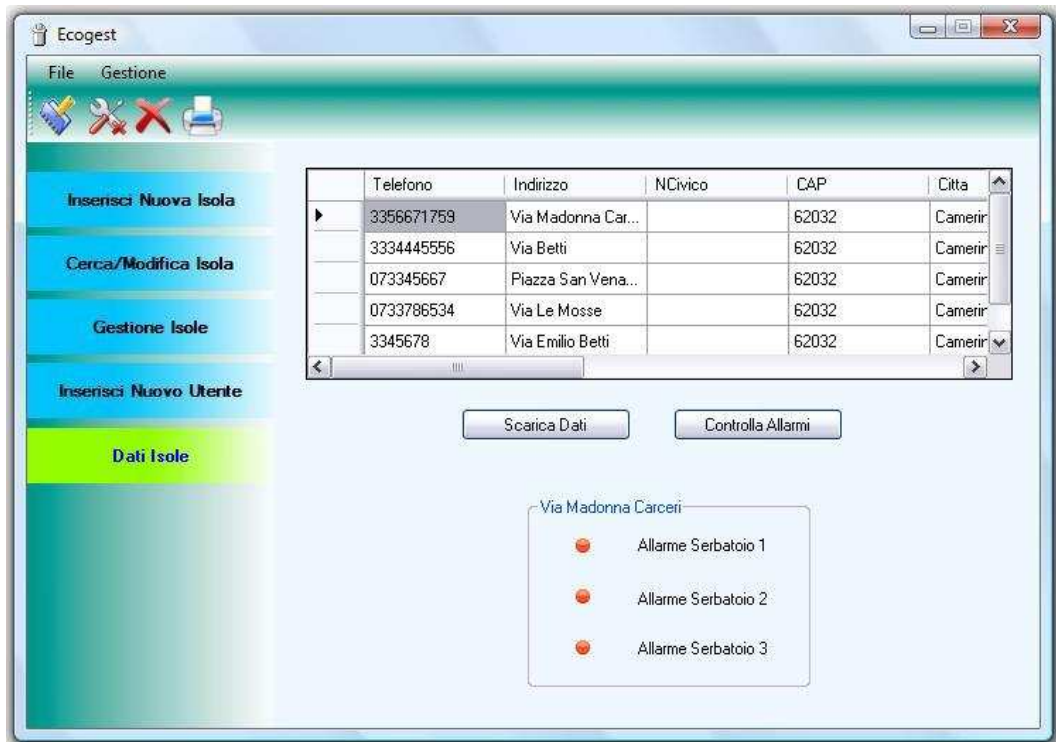


Figura 61: Dati Isole

Cliccando due volte su un'isola nella tabella verrà visualizzata una *Form* relativa ai dati di pesature dell'isola cliccata come mostrato in figura 62. Verranno visualizzati l'ID della Carta Raffaello dell'utente, il peso del rifiuto, il tipo di rifiuto e la data dell'evento.

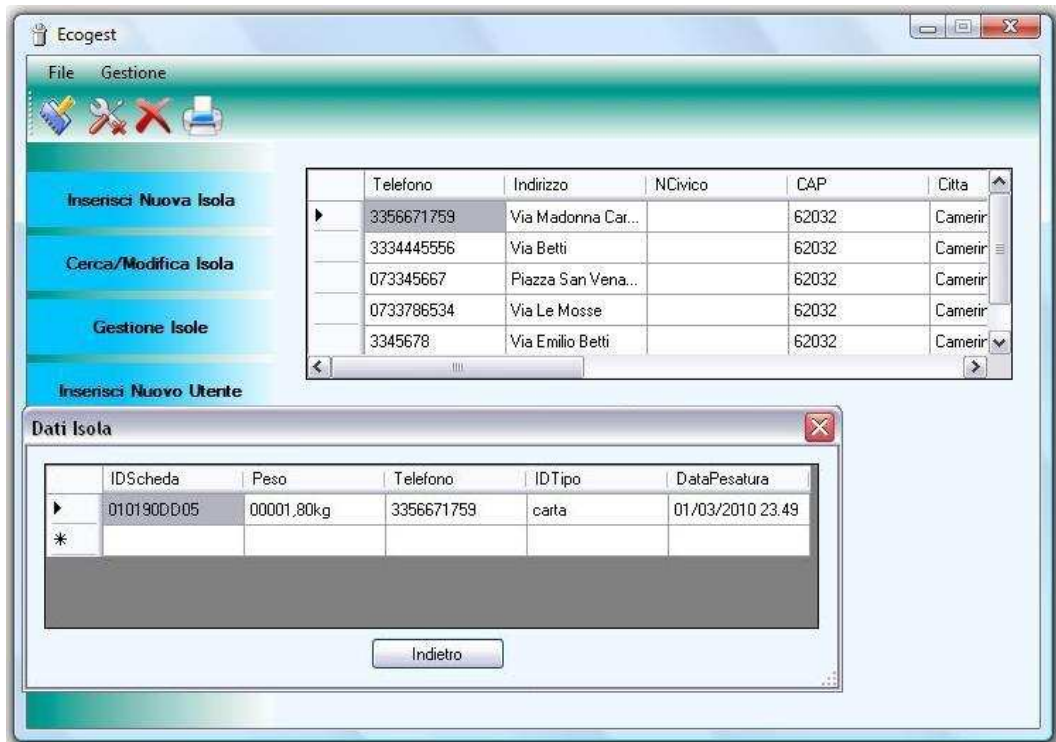


Figura 62: Dati pesature

Conclusioni e sviluppi futuri

L'obiettivo di questa tesi è stato quello di realizzare un sistema a supporto della gestione e del controllo dei rifiuti urbani (RSU) distribuito, intelligente, partecipativo e personalizzabile nei confronti degli utenti.

La creazione di questa applicazione porta ad una diminuzione dei costi per la raccolta dei rifiuti attraverso:

- automatizzazione e controllo delle isole;
- ottimizzazione del posizionamento delle isole garantendo il numero di impianti necessari;
- integrazione del sistema con gli standard esistenti per l'identificazione dei cittadini in rete e l'accesso ai servizi on-line (es. servizio di pagamento della "nuova" tariffa sui rifiuti) delle Pubbliche Amministrazioni riducendo al minimo la raccolta dei dati sulle isole e la spesa di gestione e memorizzazione dei dati localmente;
- riorganizzazione ed ottimizzazione del lavoro degli operatori ecologici addetti alla raccolta dei rifiuti;
- monitoraggio della raccolta e controllo dei dati inerenti il flusso dei rifiuti;

Concludendo possiamo dire che il prodotto offerto risulta essere una soluzione ottimale capace di gestire isole ecologiche ed utenti, creare percorsi ottimizzati di raccolta inviandoli successivamente a navigatori satellitari facilitando così il lavoro degli operatori ecologici.

Gli sviluppi futuri possibili per questa applicazione possono essere l'implementazione web dello stesso servizio di gestione e di supporto allo scarico di isole ecologiche interrate piene, nel quale, è possibile integrare, almeno in parte, il servizio di segnalazione di situazioni di degrado da parte del cittadino, facilitandolo nell'invio di possibili segnalazioni via mail.

Bibliografia

[DLG] Il Presidente della Repubblica. "Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, G.U. n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96". <http://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152dl.htm>.

[PCV] "Problema del commesso viaggiatore". http://it.wikipedia.org/wiki/Problema_del_commesso_viaggiatore.

[GRE] "Algoritmo Greedy". http://it.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_greedy.

[ACO] "Ant Colony Optimization". http://en.wikipedia.org/wiki/Ant_colony_optimization.

[CNS] "Carta Nazionale dei Servizi". <http://www.progettocns.it/>.

[CIE] Ministero dell'Interno. "Carta d'identità elettronica - Cie". http://www.interno.it/mininterno/export/sites/default/it/temi/servizi_d_emografici/scheda_006.html.

[RFI] "Radio Frequency Identification". http://it.wikipedia.org/wiki/Radio_Frequency_IDentification.

[GPS] "Global Positioning System". http://it.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.

[GSM] "Global System for Mobile Communications".
http://it.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications.

[MVS] Microsoft. "Microsoft Visual Studio".
<http://msdn.microsoft.com/it-it/vstudio/default.aspx>.

[VBN] Microsoft. "Visual Basic .NET". <http://msdn.microsoft.com/it-it/vbasic/default.aspx>.

[MME] Microsoft. "Microsoft MapPoint Europe".
http://www.microsoft.com/Italy/Products/Mappoint/MapCoverage_European.aspx.

[SQL] Microsoft. "SQL Server 2005 Express Edition".
<http://www.microsoft.com/italy/server/sql/evaluation/overview/what-is-sql-server.msp>.