

NICOLÒ PINCIROLI

SCARABEO



DOCUMENTAZIONE

POLIMI

INGEGNERIA INFORMATICA

A.A. 2016 - 2017

Nicolò Pinciroli,
Scarabeo
Documentazione

E-MAIL:
nicolopinci.1997@gmail.com

Documentazione realizzata con L^AT_EX.

INDICE

1	ANALISI DEI REQUISITI	1
1.1	Introduzione alle regole del gioco	1
1.2	Scopo del programma	2
1.3	Inizio della partita	2
1.4	Inserimento di una parola	4
1.5	Fine della partita	6
2	PROGETTAZIONE DELLA SOLUZIONE	9
2.1	Principali strutture dati	9
2.2	Estrazione delle lettere dal sacchetto	10
2.3	Gestione dei turni e dei leggi	11
2.3.1	Gestione dei turni	11
2.3.2	Gestione dei leggi	11
2.4	Gestione del dizionario	12
2.4.1	Esistenza di una parola	12
2.4.2	Importazione del dizionario di base	12
2.4.3	Generazione del dizionario completo	13
2.5	Suggerimenti	14
2.5.1	Prima parola	14
2.5.2	Parole diverse dalla prima	14
2.5.3	Mancanza di parole valide	15
3	NOTE SULLA REALIZZAZIONE	16
3.1	Librerie utilizzate	16
3.2	Aspetti della codifica di particolare rilievo	17
3.2.1	Variabili globali	17
3.2.2	Debug	17
3.2.3	Dizionario	17
3.2.4	Griglia	18
3.2.5	Parole	18
3.2.6	Sacchetto	18
3.2.7	Turni	19
3.2.8	Suggerimenti	19
3.2.9	Altre funzioni e interfaccia grafica	20
4	PROVE DI TEST	21
4.1	Numero di giocatori	21
4.2	Inserimento della prima parola	21
4.3	Inserimento di altre parole	23
4.4	Sostituzione dei jolly	26
4.5	Cambio di tutte le lettere	27
4.6	Passaggio del turno	28

4.7 Fine della partita	29
BIBLIOGRAFIA	30

1

ANALISI DEI REQUISITI

1.1 INTRODUZIONE ALLE REGOLE DEL GIOCO

Il gioco *Scarabeo* può essere giocato da 2 a 4 giocatori. Il gioco si svolge su una griglia quadrata, di dimensione 17x17.

Ogni giocatore ha a disposizione un leggio, sul quale può posizionare otto lettere pescate da un sacchetto, che inizialmente ne contiene 130.

Al proprio turno il giocatore può comporre delle parole che si incrocino con quelle già presenti sul tabellone (ad eccezione della prima) usando le lettere presenti sul proprio leggio.

Se il giocatore di turno non può (o non vuole) comporre parole ha la possibilità di passare il turno, sia cambiando tutte le lettere sul proprio leggio sia mantenendo le lettere correnti. Ogni giocatore, dopo aver composto la propria parola, deve passare il turno al giocatore successivo.

Si ha un maggior numero di vocali (12 A, E, I, O ma solo 4 U) e poi a scalare le consonanti sempre a seconda della frequenza (si avranno quindi 7 C, R, S, T; 6 L, M, N; 4 B, D, F, G, P, V; 2 H, Q e Z). Ci sono inoltre 2 tessere jolly, con la figura di uno scarabeo.

Per quanto riguarda i jolly, questi possono essere sostituiti a qualsiasi lettera, assumendone il valore. Se un giocatore possiede la lettera corrispondente a un jolly ha la possibilità di sostituirlo una volta arrivato il suo turno.

Il punteggio è calcolato in base al numero presente su ogni tessera. Le lettere più frequenti hanno un punteggio più basso rispetto a quelle più rare. Per ogni parola composta, il giocatore calcola la somma dei punteggi delle lettere. Il punteggio di ogni lettera è il seguente:

- 1 punto per ogni A, C, E, I, O, R, S, T;
- 3 punti per L, M, N; 3 per P;
- 4 per B, D, F, G, U, V;
- 8 punti per H e Z;
- 10 per Q.

Sulla griglia sono presenti delle particolari caselle che permettono di raddoppiare o triplicare il punteggio della lettera posta su di essa (indicate rispettivamente con 2L e 3L), così come di raddoppiare o triplicare il punteggio ottenuto con l'intera parola (2P e 3P). Altri punteggi bonus sono:

- 10 punti bonus se si compone una parola di 6 lettere;
- 30 punti bonus se la parola è di 7 lettere;
- 50 se è formata da tutte e 8 le lettere;
- 100 punti bonus se si riesce a scrivere la parola "scarabeo" o "scarabei".

A questi punteggi vanno sommati ulteriori 10 punti se non si sono utilizzati jolly nel comporre le parole.

Lo scopo del gioco è ottenere il maggior punteggio possibile una volta finite le lettere disponibili. L'ultimo giocatore ad aver composto una parola ottiene come punteggio anche la somma di tutte le lettere rimanenti agli altri giocatori e non ancora utilizzate.

1.2 SCOPO DEL PROGRAMMA

Il programma *Scarabeo* ha come scopo quello di permettere a più giocatori (da 2 a 4) di competere fra loro giocando una partita completa.

I giocatori hanno la possibilità di effettuare tutte le mosse della versione originale del gioco, quindi possono utilizzare le proprie lettere per comporre una parola, possono passare il turno senza cambiare le lettere presenti sul proprio leggio, passare il turno cambiando invece le lettere e sostituire gli eventuali jolly presenti sul tabellone.

Una prima funzionalità aggiuntiva del programma consiste nel controllo della validità della parola inserita (quindi controlla se la parola è presente all'interno del dizionario e allo stesso modo controlla anche le sue eventuali intersezioni).

Il giocatore di turno, inoltre, ha la possibilità di chiedere al programma la parola migliore in quel momento, se presente, ovvero la parola che permette di totalizzare più punti.

Il programma considera valide tutte le sigle composte da due lettere.

1.3 INIZIO DELLA PARTITA

La partita inizia scegliendo il numero dei giocatori, che può variare da 2 a 4. Per compiere questa scelta si apre una finestra modale. Durante la scelta il programma comincia il caricamento del dizionario, che è indipendente dal numero di giocatore. Affinché questa operazione sia possibile ho pensato di ricorrere ai thread [VV17f].

Terminato il caricamento del dizionario (e l'applicazione delle regole relative) si apre la finestra principale, contenente il tabellone di gioco. Oltre al tabellone vengono visualizzati il leggio del primo giocatore, i bottoni per la richiesta di suggerimento e per il passaggio

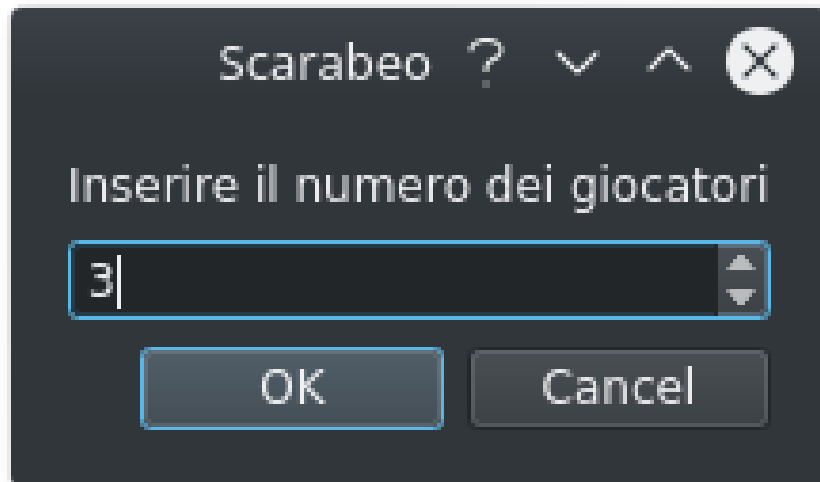


Figura 1: Impostazione del numero di giocatori

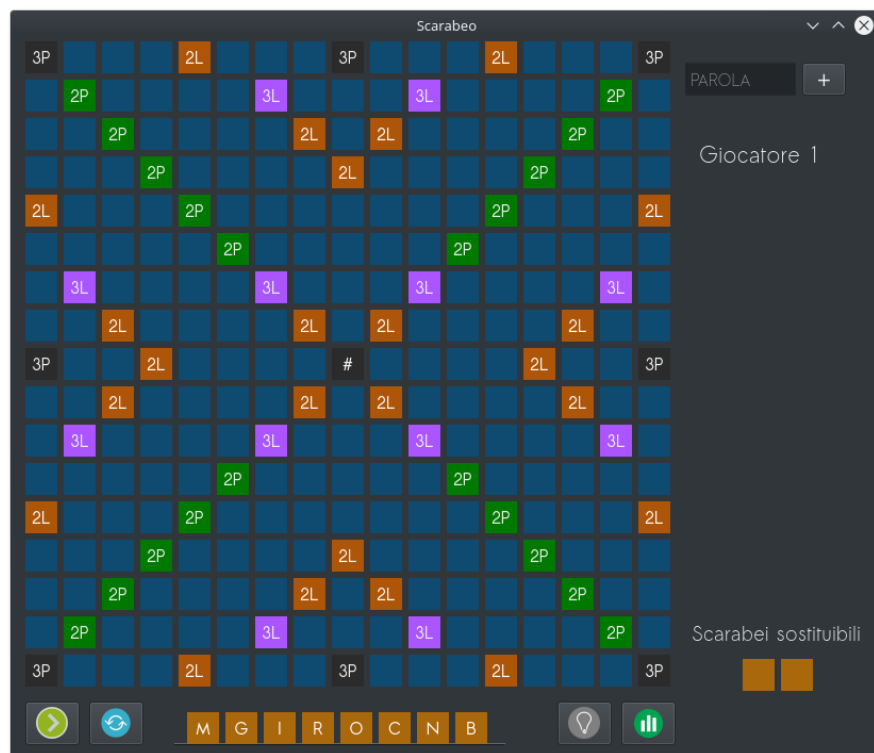


Figura 2: Schermata iniziale

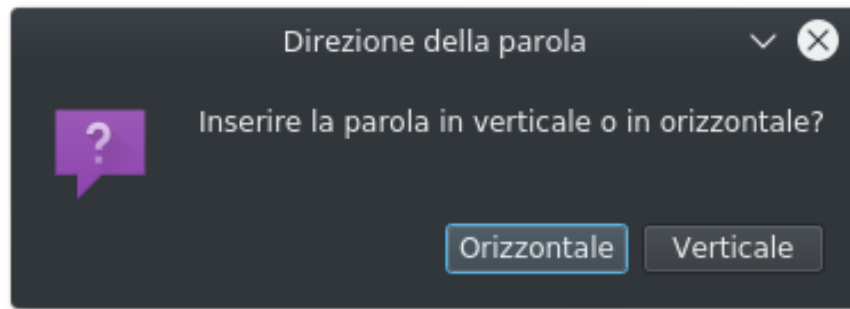


Figura 3: Direzione dell'inserimento

del turno, la casella di testo per inserire la propria parola e il bottone per visualizzare i punteggi.

1.4 INSERIMENTO DI UNA PAROLA

Al proprio turno un giocatore può decidere di inserire una parola utilizzando le lettere che ha a disposizione e incrociando una parola già presente nel tabellone (o passando dalla casella centrale se la parola è la prima della partita).

Per inserire una parola può digitarla nella casella di testo in alto a destra, fare click sulla casella di partenza e premere sul bottone + a fianco alla casella di testo. A questo punto il programma controllerà se la parola esiste e, in caso di esito positivo, chiederà se si desidera inserire la parola in orizzontale o in verticale.

A questo punto il programma verifica che tutte le lettere necessarie siano in possesso del giocatore di turno e posiziona eventuali jolly utilizzati nella sezione chiamata *Scarabei disponibili*. I jolly sono indicati dal simbolo #. La parola non verrà inserita se non si interseca correttamente con quelle già presenti sul tabellone.

Il giocatore ha anche la possibilità di chiedere un suggerimento al programma. Nel caso della prima parola inserita la modalità di suggerimento procede in modo diverso rispetto alla modalità utilizzata successivamente. Il programma, infatti, a partire dalle lettere presenti sul leggio, genera tutte le combinazioni possibili e vede quali di queste sono parole valide.

In questa situazione, se sul leggio non sono presenti jolly il programma valuterà fino a $8!$ combinazioni, ovvero 40320 possibili parole. Se dovesse essere presente un jolly le combinazioni diventano al più $21 \cdot 7!$, ovvero 105840 e, infine, con due jolly diventano al più $21 \cdot 21 \cdot 6!$, ovvero 317520.

I suggerimenti per le parole successive alla prima, invece, considerano tutte le possibili combinazioni di spazi e lettere presenti sul tabellone tali, verificando se le lettere presenti sul proprio leggio pos-

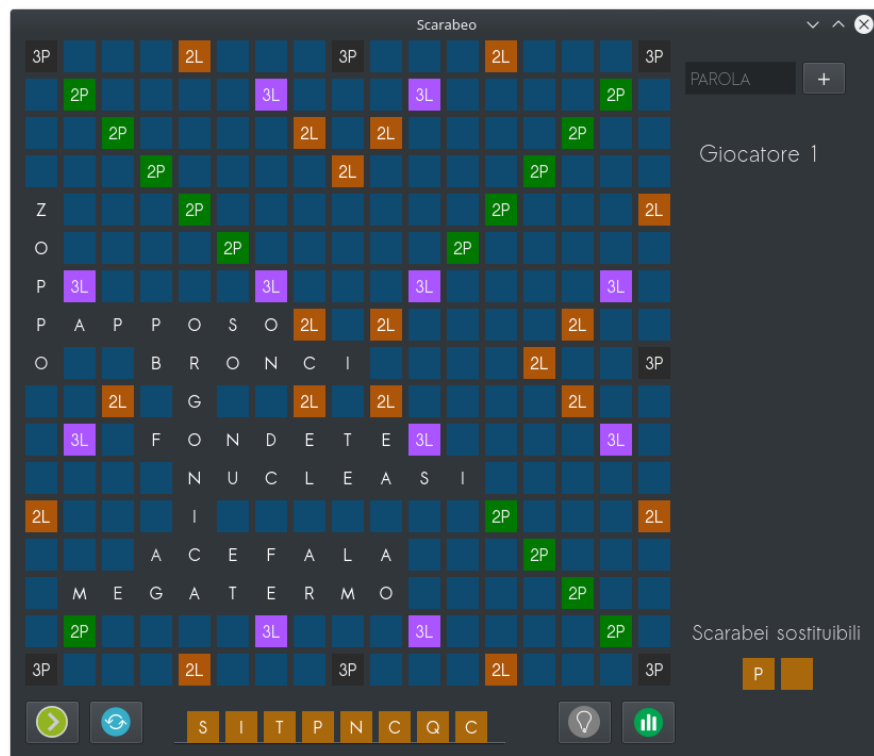


Figura 4: Schermata con alcune parole inserite

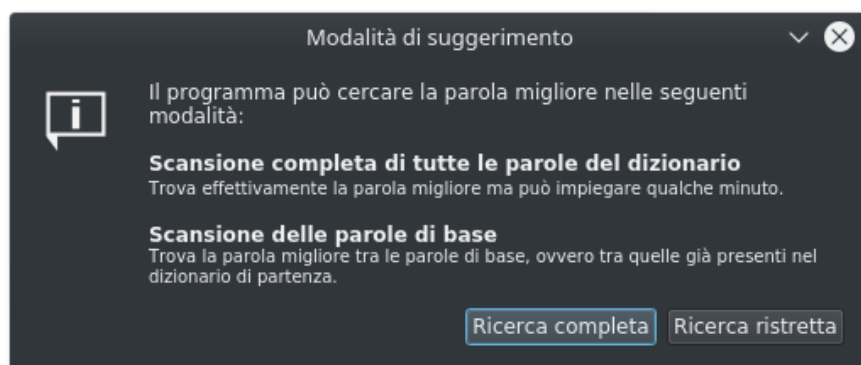


Figura 5: Richiesta di suggerimento

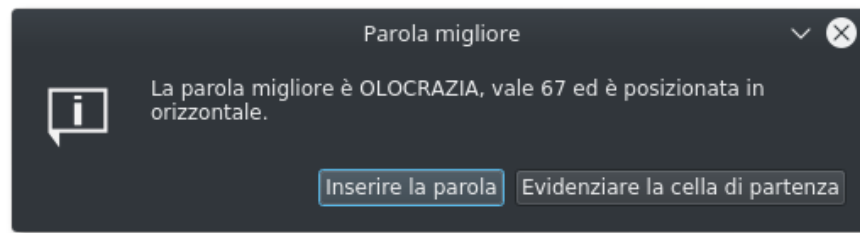


Figura 6: La parola migliore

sono essere inserite in queste strutture formando delle parole (e delle intersezioni) valide.

La ricerca della parola migliore, in questa situazione, può avvenire in due modalità: la scansione completa (ovvero sul dizionario contenente le parole di base - circa 60000 - a cui vengono aggiunte quelle generate attraverso le regole relative al dizionario) e la scansione parziale, che opera sulle parole contenute nel dizionario di base.

Naturalmente il tempo di esecuzione richiesto sarà maggiore nel primo dei due casi. Nel secondo caso, mediamente la ricerca avviene in qualche secondo.

1.5 FINE DELLA PARTITA

La partita termina quando uno dei giocatori finisce le proprie lettere e il sacchetto è vuoto. In quel caso il giocatore che ha finito le lettere può aggiungere al suo punteggio quello corrispondente alle lettere degli altri giocatori.

Una volta svolto questo calcolo, il programma è in grado di decretare il vincitore (o i vincitori a ex-aequo), che avrà il punteggio maggiore rispetto agli altri. Naturalmente non è detto che il vincitore sia chi finisce per primo le lettere.

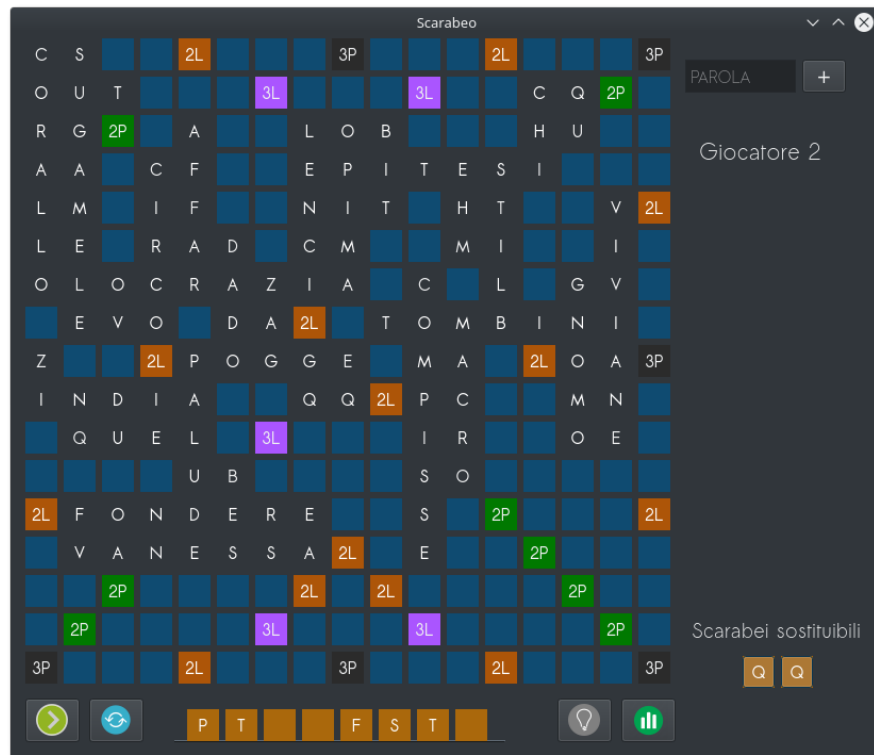


Figura 7: Partita quasi finita

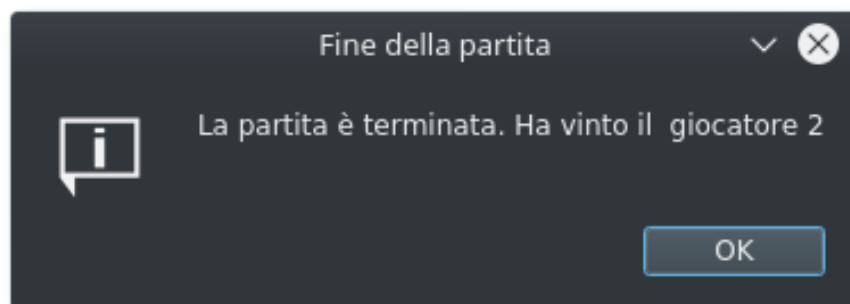


Figura 8: Vincitore della partita

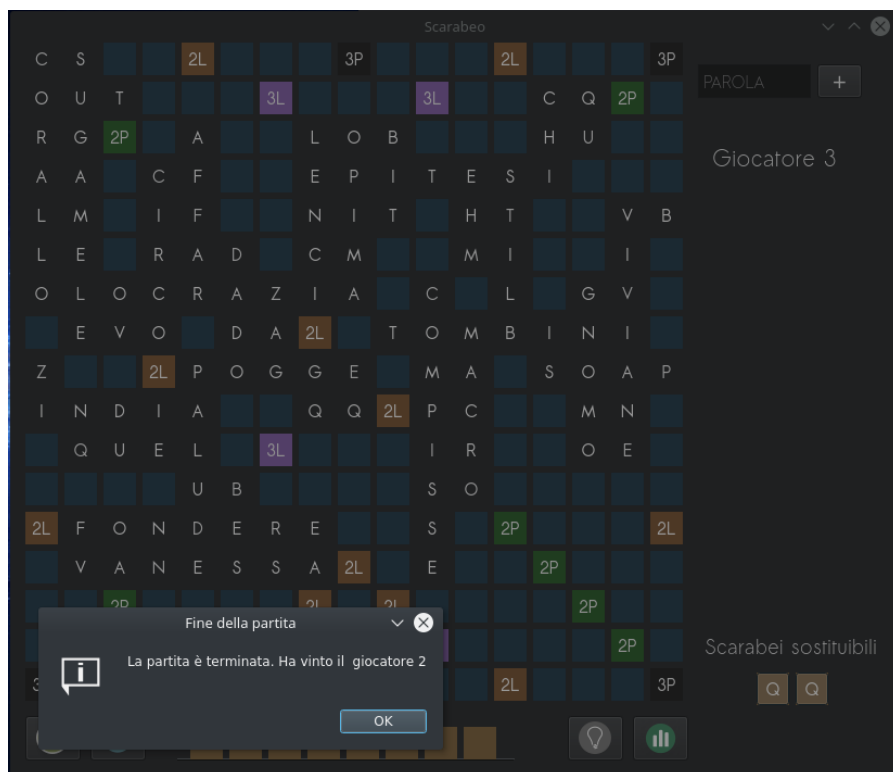


Figura 9: Schermata finale di una partita con tre giocatori

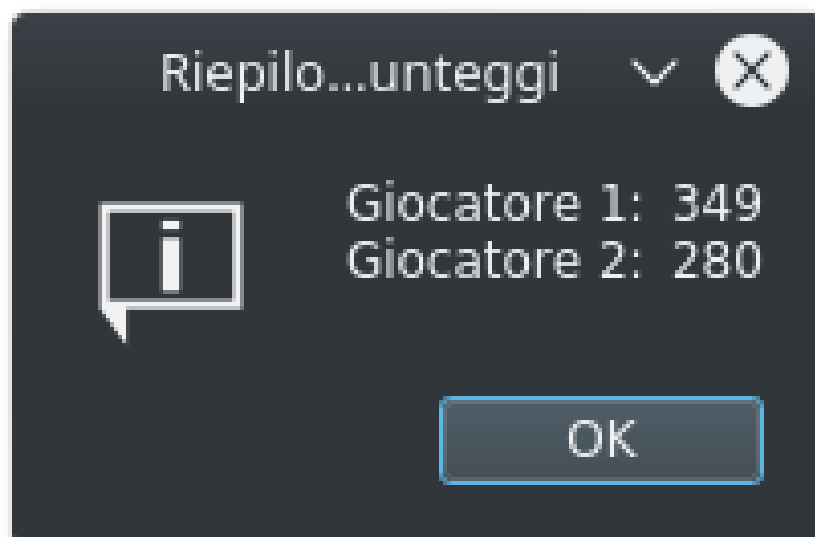


Figura 10: Riepilogo dei punteggi dei due giocatori

2

PROGETTAZIONE DELLA SOLUZIONE

2.1 PRINCIPALI STRUTTURE DATI

Il programma fa largo uso di variabili globali, utilizzate nel caso in cui si riferiscano effettivamente a dati concettualmente "globali", ovvero riferiti a tutto il programma.

In particolare sono presenti alcuni dati riferiti ai **giocatori**. Si tratta dei punteggi (variabili intere), della variabile contenente il giocatore corrente (ancora una volta si tratta di un intero che varia da 1 a 4) e dei leggi (di tipo stringa).

Per quanto riguarda il tabellone di gioco, questo è rappresentato da una matrice di caratteri $17 \times 17 \times 3$. I livelli (0, 1, 2) servono per contenere, rispettivamente, le lettere, i moltiplicatori di lettera e i moltiplicatori di parola.

Inizialmente il livello 0 contiene solamente spazi bianchi, mentre il livello 1 e 2 sono generati secondo le regole del gioco.

Un altro dato globale è costituito dai jolly sostituibili. Questi ultimi sono memorizzati in variabili di tipo carattere e inizialmente hanno come valore uno spazio bianco.

Le strutture dati fondamentali per il funzionamento del programma sono le mappe [VV17a] e le multimap [VV17b], utilizzate per memorizzare il dizionario e le regole relative. Per utilizzare queste strutture dati bisogna includere la libreria **map**.

Le mappe permettono di indicizzare un elenco di coppie di elementi ordinati secondo il primo elemento della coppia.

Nel caso del dizionario le coppie sono formate da stringhe. La prima stringa corrisponde alla parola, mentre la seconda corrisponde alle eventuali regole collegate alla parola, lette dal file .dic fornito.

Per quanto riguarda la mappa delle regole, invece, questa contiene coppie formate da una regola (carattere) e da una struct (che contiene le informazioni su quella regola, ottenute dal file .aff, modificato per lo scarabeo).

La struttura delle caratteristiche di una regola è la seguente:

```
typedef struct
{
    string presuf;
    string toglì;
    string metti;
    string dove;
} regola;
```

Durante la ricerca delle parole viene utilizzata una struct (chiamata DatiParola), in modo da ottenere i dati riguardanti la parola migliore trovata. Visto che la ricerca è separata su quattro thread al termine del processo il programma valuta quale delle quattro parole ha punteggio maggiore.

La struttura in questione è definita nel modo seguente:

```
typedef struct
{
    string parola;
    int punteggio;
    string LeggioR;
    int riga;
    int colonna;
    bool maxdirvert;
} DatiParola;
```

2.2 ESTRAZIONE DELLE LETTERE DAL SACCHETTO

Ho pensato di creare il sacchetto delle lettere come **vector** di elemSacc, dove elemSacc è un tipo definito attraverso una struct:

```
typedef struct
{
    char Lettera;
    int num;
    int val;
} elemSacc;
```

In questo tipo Lettera indica la lettera considerata, num indica la quantità di quella lettera nel sacchetto e val indica il suo valore. Ho assegnato al jolly un valore arbitrario pari a 0, visto che assumerà un valore diverso in base alla lettera sostituita.

Il sacchetto è vuoto quando la somma dei num di tutte le lettere è pari a 0.

Nel momento dell'estrazione della lettera viene estratto un numero casuale compreso fra 0 e il numero di lettere ancora presenti (ovvero la somma di tutti i campi num), se il sacchetto non è ancora vuoto.

Successivamente il programma calcola, per ogni lettera, l'intervallo di valori a cui appartiene in base alla quantità delle lettere precedenti. Ad esempio, se la somma delle quantità delle lettere precedenti è k e una lettera è presente m volte nel sacchetto, allora verrà estratta se e solo se il numero estratto è compreso fra k e k+m, con k ed m numeri naturali.

In questo modo si riesce a simulare in modo migliore l'estrazione "reale" delle lettere; una lettera presente in quantità maggiore ha più probabilità di essere estratta.

Una volta estratta la lettera, la quantità rimanente all'interno di un sacchetto viene decrementata di un'unità.

2.3 GESTIONE DEI TURNI E DEI LEGGII

2.3.1 Gestione dei turni

La gestione dei turni è stata realizzata attraverso delle funzioni che permettono di cambiare il valore della variabile `Giocatore`. Ad ogni giocatore viene associato un leggio, quindi ho realizzato una funzione che permetta di stabilire il leggio corrente per ogni turno in base al numero di giocatore.

Questa parte del programma probabilmente sarebbe risultata molto leggibile con l'utilizzo delle classi, infatti la classe `Giocatore` avrebbe potuto avere come campi il numero di giocatore, il leggio associato e il punteggio, per esempio.

Nel mio programma, invece, ho deciso di mantenere queste variabili separate e di utilizzare le classi soltanto per la realizzazione dell'interfaccia grafica con Qt.

Il cambio di giocatore, quindi, è gestito in questo modo:

```
void GiocatoreSuccessivo()
{
    if(Giocatore==1){ Giocatore=2;}

    else if(Giocatore==2)
    {
        if(numgioc==2){ Giocatore=1;}
        else{ Giocatore=3;}
    }

    else if(Giocatore==3)
    {
        if(numgioc==3){ Giocatore=1;}
        else{ Giocatore=4;}
    }

    else if(Giocatore==4){ Giocatore=1;}
}
```

2.3.2 Gestione dei leggii

Durante l'elaborazione dei suggerimenti il programma deve controllare se una determinata parola esiste e, successivamente, se le lettere presenti sul leggio sono sufficienti per formarla.

I leggi, di conseguenza, vengono copiati durante la fase dei suggerimenti, in modo che le lettere utili del leggio vengano eliminate di volta in volta (ma solo dalla copia dal leggio). Questo permette di considerare in modo semplice anche parole con lettere ripetute.

2.4 GESTIONE DEL DIZIONARIO

2.4.1 Esistenza di una parola

Per verificare l'esistenza di una parola il programma, al posto di scorrere l'intero dizionario, utilizza la funzione **find** delle mappe [VV17a].

Questa funzione permette di effettuare una ricerca logaritmica all'interno del dizionario. Su circa 1000000 di parole, quindi, il programma ne controllerà in media 10 (ovvero $\frac{1}{2} \log_2 1000000$), mentre con la scansione lineare ne controllerebbe mediamente 500000).

L'implementazione dell'algoritmo, quindi, diventa molto semplice:

```
bool ParolaEsiste(string parola, map<string, string>& Diz)
{
    for(auto &c:parola)
    {
        c=tolower(c);
    }
    return (Diz.find(parola) != Diz.end());
}
```

2.4.2 Importazione del dizionario di base

IL dizionario di base è contenuto all'interno del file it_IT.dic ed è formato da circa 60000 parole (vengono infatti esclusi i nomi propri, come da regolamento). Il dizionario è formato da parole divise in righe. Ogni parola può essere seguita dal simbolo / e da un insieme di caratteri, che indicano il nome delle regole che possono essere applicate a quella parola. Il dizionario di base si limita a considerare le parole, ignorando le regole.

Il dizionario viene importato in una struttura chiamata mappa [VV17a], che permette di mantenere le parole ordinate. Per verificare se esiste una determinata parola, quindi, è sufficiente una ricerca dicotomica, che ha complessità pari a $\log(n)$.

Una mappa contiene coppie di dati. In questo caso si tratta di coppie di stringhe. Il primo campo (rispetto al quale avviene l'ordinamento) è la parola, mentre il secondo campo è l'insieme dei nomi delle regole da applicare.

Le regole vengono inserite perché successivamente serviranno alla creazione del dizionario completo, che contiene anche le parole derivate da quelle di base.

2.4.3 Generazione del dizionario completo

Il dizionario completo è ottenuto dal dizionario di base in seguito all'applicazione delle regole appena descritte. La struttura delle regole è contenuta in un file .aff.

Ai fini della gestione e dell'applicazione delle regole dello scarabeo ho modificato il file .aff fornito, in modo da eliminare tutte quelle regole che avrebbero generato parole non valide, come quelle con apostrofi e accenti. Ho mantenuto solamente le regole, ignorando i commenti e l'intestazione di ogni gruppo di regole.

Ogni regola viene descritta in almeno una riga del file. In particolare, data una regola identificata da un nome, ne possono esistere varie versioni, che sono descritte in righe diverse del file.

Ogni riga ha la stessa struttura e si compone di vari campi, separati da spazi [VV17c]:

- SFX (suffisso) o PFX (prefisso): indica se la regola riguarda un prefisso o un suffisso della parola.
- Nome della regola (un carattere)
- Caratteri da togliere dalla fine della parola (o indica che non bisogna togliere caratteri) nel caso in cui la regola sia di tipo SFX
- Caratteri da aggiungere alla fine della parola (o indica che non bisogna aggiungerne) nel caso in cui la regola sia di tipo SFX
- Condizioni relative all'utilizzo della regola (ovvero in quali situazioni è applicabile e in quali non lo è)

Le condizioni relative alla regola possono essere composte. Questo avviene quando vengono indicate più lettere racchiuse tra parentesi quadre. In tal caso la parola è generabile se finisce con una delle lettere indicate.

Il simbolo , invece, indica la negazione, quindi la lettera o le lettere precedute da quel simbolo sono le lettere finali per le quali quella regola non è applicabile.

Il dizionario ottenuto è composto da circa un milione di parole.

2.5 SUGGERIMENTI

2.5.1 Prima parola

L'algoritmo di ricerca della prima parola è molto semplice, ma diverso rispetto a quello utilizzato per le parole successive.

In pratica, a partire dalle lettere presenti sul leggio, genera tutte le possibili combinazioni di lettere

Successivamente valuta quali di queste formano delle parole valide e calcola quella con il punteggio maggiore in base alle diverse celle di partenza che possono avere, considerando il fatto che la prima parola deve necessariamente passare per il centro.

2.5.2 Parole diverse dalla prima

L'algoritmo di ricerca della parola migliore parte dalle parole già presenti sul tabellone.

Il tabellone è formato da 289 celle. L'algoritmo scorre tutte le celle che possono essere le iniziali di una parola, ovvero tutte le celle tali che gli 8 spazi a destra e gli 8 spazi in basso non siano tutti vuoti.

A partire da queste celle l'algoritmo genera delle strutture, ovvero delle stringhe, che iniziano con il dato contenuto nella cella di partenza (al livello 0). L'algoritmo aggiunge qualcosa alla struttura finché non ha raggiunto un totale di k spazi (anche non consecutivi) o la fine della matrice. Una volta raggiunti gli 8 spazi la struttura viene allungata soltanto se le celle successive esistono e non sono degli spazi bianchi.

Il numero k di spazi è variabile, nel senso che data una cella, vengono originate strutture con 1, 2, ..., 8 spazi (o meno se la matrice è finita) sia in orizzontale che in verticale.

Il programma verifica, quindi, che la struttura generata non sia formata da soli spazi o da sole lettere. Se questo non succede comincia a scorrere tutte le parole del dizionario e vede se possono essere inserite nella struttura.

In particolare viene confrontata ogni lettera della struttura con ogni lettera della parola. Il confronto non avviene per le posizioni della struttura che contengono spazi bianchi.

Non appena un carattere non è compatibile con la struttura la parola viene scartata. Naturalmente l'algoritmo, per ogni lettera da inserire (ovvero dove la struttura contiene degli spazi bianchi) controlla se la lettera è presente nel leggio. Se questo non accade la parola viene scartata.

A questo punto, se la parola è valida, il programma verifica se esistono tutte le intersezioni. In questo caso la ricerca è di complessità logaritmica, visto che avviene su un insieme di dati ordinati.

Se anche le intersezioni sono valide allora il programma calcola il punteggio della parola (considerando anche le intersezioni) e se questo è maggiore del punteggio più alto fino a quel momento considera la nuova parola come parola migliore.

Data una parola orizzontale, per esempio, il programma valuta tutte le intersezioni verticali. Questo significa che l'algoritmo, a partire da una delle lettere della parola orizzontale, scorre la griglia verso l'alto - mantenendo fissa la colonna di partenza - e si ferma quando trova uno spazio.

Successivamente legge l'intera parola verticale dall'inizio alla fine e ne calcola il punteggio, se questa è formata da più di una lettera.

Un algoritmo analogo funziona per le parole successive alla prima.

Il programma fa uso di 4 thread separati [VV17f] per cercare in parallelo le parole. Due thread considerano le parole orizzontali, mentre altri due considerano le parole verticali. A loro volta i thread che cercano parole nella stessa direzione considerano parti diverse del tabellone, dividendolo in due parti. Le parti sono calcolate in base all'area occupata effettivamente da parole.

2.5.3 Mancanza di parole valide

In alcune situazioni particolari (e molto rare) non è possibile formare alcuna parola con le lettere a disposizione. Questa situazione si può verificare solo per parole successive alla prima, che al massimo può essere una combinazione di due lettere, sempre valida.

In questi casi particolari la ricerca della parola restituirà come punteggio massimo 0, di conseguenza il programma comunica all'utente attraverso una finestra modale l'impossibilità di comporre una parola con le lettere presenti sul leggio in quella determinata situazione.

3

NOTE SULLA REALIZZAZIONE

3.1 LIBRERIE UTILIZZATE

Per la realizzazione del programma ho utilizzato innanzitutto la librerie standard del C++ **iostream**, necessaria ad esempio per l'input e l'output del programma. Per l'importazione dei file del dizionario e delle regole, invece, ho utilizzato la libreria **fstream**.

Le strutture dati che ho utilizzato talvolta hanno richiesto l'utilizzo di ulteriori librerie, come nel caso di **vector** e di **map**.

L'estrazione casuale delle lettere ha richiesto invece l'utilizzo delle librerie **cstdlib** e **time.h**, in modo che la casualità sia basata sul tempo [VV17d].

Per alcune funzioni del programma (come la determinazione del massimo o la generazione di permutazioni) ho utilizzato la libreria **algorithm** e, infine, per la gestione dei thread ho utilizzato la libreria **thread**.

La gestione delle stringhe ha richiesto anche che alcune di queste fossero rese maiuscole o minuscole o che fossero riconosciute le parole con iniziali maiuscole nel dizionario, in modo da non considerarle, essendo nomi propri. Per svolgere queste operazioni ho utilizzato la librerie **cctype**.

In alcune situazioni, soprattutto per debuggare il programma, ho utilizzato delle funzioni per la stampa di dati (come nel caso della stampa del dizionario). In queste situazioni ho utilizzato la libreria **iomanip** per poter utilizzare la funzione *setw*.

Le librerie utilizzate fino ad ora quindi sono:

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <vector>
#include <cstdlib>
#include <string>
#include <cctype>
#include <thread>
#include <iomanip>
#include <map>
#include <algorithm>
#include <time.h>
```

Sono state necessarie anche alcune librerie di Qt per la gestione dell'interfaccia grafica. Complessivamente, quindi, le librerie importate sono le seguenti:

```
#include <QMessageBox>
#include <QPlainTextEdit>
#include <QInputDialog>
#include <QString>
```

3.2 ASPETTI DELLA CODIFICA DI PARTICOLARE RILIEVO

Il programma è stato suddiviso in varie parti, contenute in file di intestazione diversi.

Le classi sono state utilizzate soltanto per la gestione dell'interfaccia grafica in Qt.

3.2.1 Variabili globali

Il file di intestazione `Globali.h` contiene tutte le variabili globali, le definizioni di tipo e le istruzioni al preprocessore (`define` e `include`).

Ho deciso di utilizzare un unico file per raccogliere tutte le variabili per garantire una migliore leggibilità.

All'interno del file ho cercato di raggruppare le variabili con funzioni simili (o utilizzate nella stessa parte del programma) per la stessa ragione.

3.2.2 Debug

La parte di **debug**, che non viene effettivamente utilizzata nel programma finale, è contenuta nel file `Debug.h`.

Le funzioni realizzate servono principalmente per la visualizzazione dei leggi, delle parole, dei punteggi, dei dizionari e delle regole.

Si tratta di funzioni che sono state utilizzate per verificare la correttezza dei dati presi in input e della loro elaborazione.

Alcune funzioni erano utilizzate per l'interazione con l'utente nella versione senza interfaccia grafica.

3.2.3 Dizionario

Il file di intestazione `Dizionario.h` contiene la maggior parte delle funzioni relative alla gestione dei dizionari e delle regole.

In particolare, le funzioni più importanti sono quelle per la lettura del dizionario, la lettura delle regole, l'elaborazione delle regole e la loro applicazione al dizionario di base.

Quasi tutte le funzioni indicate vengono richiamate non appena il programma si avvia, contemporaneamente alla richiesta del numero di giocatori.

Il tempo impiegato per la lettura del dizionario e le elaborazioni successive è nell'ordine di qualche secondo.

3.2.4 Griglia

Il file di intestazione Griglia.h contiene tutto ciò che riguarda direttamente la gestione della griglia di parole, come la sua inizializzazione.

In questo file è contenuta anche la funzione per visualizzare graficamente i jolly. Questa funzione è relativa alla classe FinestraPrincipale, che si riferisce a tutte le caratteristiche dell'interfaccia grafica in Qt.

L'impostazione dei livelli della griglia non è manuale, ma segue un algoritmo. In questo modo la posizione dei moltiplicatori di lettera e di parola viene stabilita in rapporto alla grandezza di ogni livello della matrice, le cui dimensioni sono definite attraverso due define, uno per la riga e l'altro per la colonna.

Ho pensato di realizzare la griglia in questo modo nel caso in cui in futuro dovesse servire realizzare una versione del gioco con dimensioni diverse rispetto a quelle standard (in tal caso, comunque, l'interfaccia grafica andrebbe ricostruita, almeno in parte).

3.2.5 Parole

Il file di intestazione Parole.h contiene alcune funzioni riguardanti i leggi (in particolare il loro riempimento e la copia su un leggio provvisorio, che serve durante i suggerimenti), una funzione che permette di verificare se una parola esiste (la ricerca diventa logaritmica, e quindi più efficiente rispetto a quella lineare), una funzione che restituisce il valore di una lettera, altre funzioni per il calcolo del punteggio di una singola parola (e delle sue intersezioni) e infine delle funzioni per l'inserimento di una parola sul tabellone di gioco¹.

3.2.6 Sacchetto

Il file di intestazione Sacchetto.h si occupa della gestione del sacchetto delle lettere, ovvero della lettura delle lettere, della loro estrazione, del loro conteggio e del loro eventuale ordinamento.

¹ In questa situazione l'utilizzo delle classi mi avrebbe permesso di avere una struttura più compatta e probabilmente più leggibile.

Il sacchetto è di tipo **vector di elemSacc**, dove elemSacc è definito mediante una struct [sez. 2.2].

3.2.7 Turni

Il file di intestazione Turni.h contiene la maggior parte delle funzioni che riguardano la gestione dei leggi, la gestione dei jolly e della fine del gioco.

La funzione FineGioco, in particolare, verifica se il leggio corrente (ottenuto grazie ad un'altra funzione) è formato da 8 spazi bianchi.

In tal caso viene applicato il regolamento e decretato il vincitore. La funzione comunica il risultato attraverso una finestra modale, il cui messaggio varia nel caso in cui vi siano più vincitori ex-aequo.

La funzione FineGioco viene richiamata al termine di ogni mossa del giocatore, ma solo dopo che il leggio è stato riempito (in caso contrario considererebbe il gioco finito anche nel caso in cui fossero presenti delle lettere nel sacchetto).

Dovendo mostrare una finestra modale questa funzione è definita all'interno della classe FinestraPrincipale.

3.2.8 Suggerimenti

Il file di intestazione Suggerimenti.h contiene tutte le funzioni che servono per la generazione di suggerimenti, sia nel caso in cui questi siano riferiti alla prima parola che nel caso in cui questi si riferiscano ad una parola successiva.

Le funzioni sviluppate in questo file si basano innanzitutto sull'utilizzo di mappe e multimap.

In particolare, esistono due funzioni distinte per il calcolo dei suggerimenti verticali e orizzontali. Ho fatto questa scelta per poter utilizzare quattro thread in parallelo su due aree distinte della matrice.

Nel momento in cui queste funzioni vengono richiamate da un'altra funzione, chiamata SuggerimentiGenerici, è necessario copiare il dizionario considerato (che sia quello di base o quello completo) per quattro volte, in modo da evitare che più thread leggano la stessa variabile contemporaneamente.

Vi sono poi quattro variabili di tipo DatiParola [sez. 2.1] che vengono utilizzate rispettivamente per ognuno dei quattro thread per la stessa ragione per cui esistono quattro dizionari identici. Analogamente, anche la griglia viene copiata quattro volte.

La copia di queste strutture dati è dispendiosa dal punto di vista della memoria RAM, ma trascurabile (rispetto al resto dei calcoli effettuati) per il processore.

La ricerca avviene suddividendo la griglia in regioni della stessa ampiezza. Le regioni considerate vengono calcolate in base alla posizione delle lettere già inserite, in modo che le quattro regioni non con-

tengano celle tali da essere contemporaneamente su righe e colonne vuote.

Naturalmente l'utilizzo dei thread non riduce la complessità dell'algoritmo, ma permette di calcolare contemporaneamente più dati, distribuendoli su quattro thread (e non più su uno solo).

La definizione dei thread all'interno della funzione è la seguente:

```
std::thread OP(SuggerimentiGenericiOrizzontali, Leggio,
    rigamin, rigamed, std::ref(Dizi1), std::ref(OrP), GOP);

std::thread OS(SuggerimentiGenericiOrizzontali, Leggio,
    rigamed, rigamax+1, std::ref(Dizi2), std::ref(OrS), GOS)
;

std::thread VP(SuggerimentiGenericiVerticali, Leggio,
    colonnamin, colonnamed, std::ref(Dizi3), std::ref(VerP),
    GVP);

std::thread VS(SuggerimentiGenericiVerticali, Leggio,
    colonnamed, colonnamax+1, std::ref(Dizi4), std::ref(VerS
    ), GVS);

OP.join(); OS.join(); VP.join(); VS.join();
```

GOP, GOS, GVP e GVS sono le copie del tabellone di gioco, OrP, OrS, VerP e VerS sono dei dati di tipo DatiParola e Dizi1, Dizi2, Dizi3 e Dizi4 sono le copie del dizionario considerato.

SuggerimentiGenericiOrizzontali e SuggerimentiGenericiVerticali è il nome della funzione considerata, mentre l'utilizzo di std::ref è necessario per passare le variabili per riferimento (nel caso in cui vengano utilizzati i thread).

3.2.9 Altre funzioni e interfaccia grafica

All'interno del programma vi sono poi altre funzioni (le principali sono descritte nella *Progettazione della soluzione*) e sono legate all'interfaccia grafica.

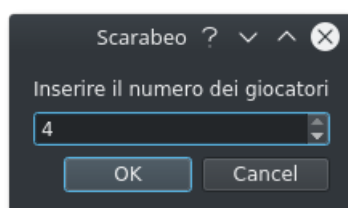
In particolare sono presenti delle funzioni per la visualizzazione degli scarabei, la gestione delle finestre modali per l'interazione con l'utente e l'interazione tra l'interfaccia grafica e le funzioni descritte.

L'interfaccia grafica è stata realizzata utilizzando Qt.

4 | PROVE DI TEST

4.1 NUMERO DI GIOCATORI

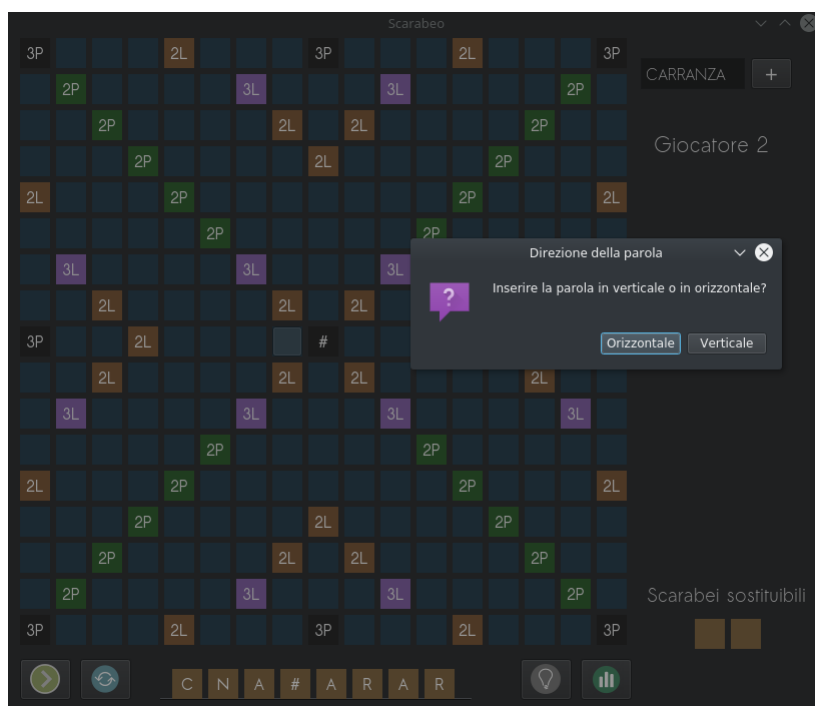
All'inizio del gioco è possibile scegliere il numero di giocatori, variabile tra 2 e 4, come mostrato nella sez. 1.3.



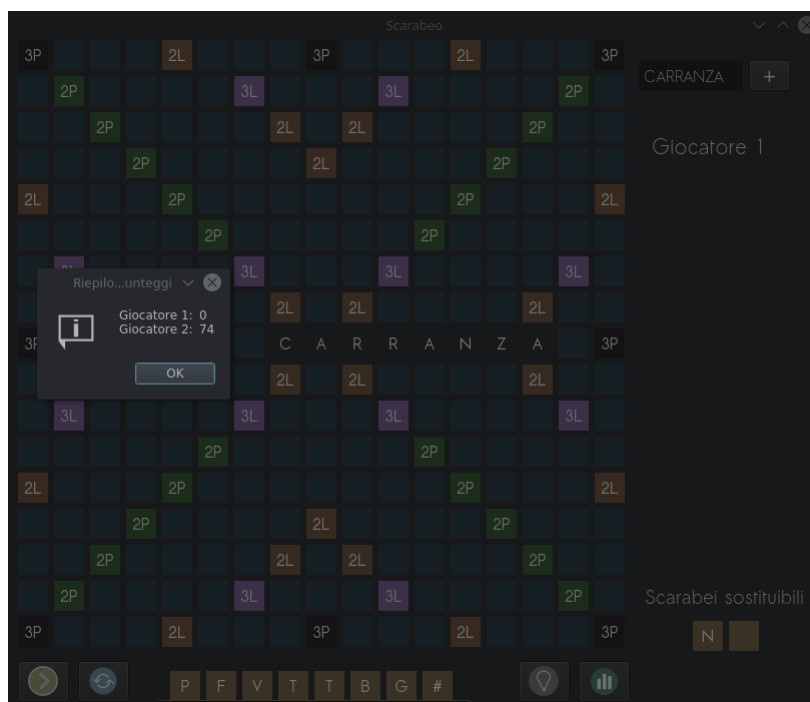
4.2 INSERIMENTO DELLA PRIMA PAROLA

L'inserimento della prima parola può avvenire manualmente o chiedendo un suggerimento [sez. 2.5.1].

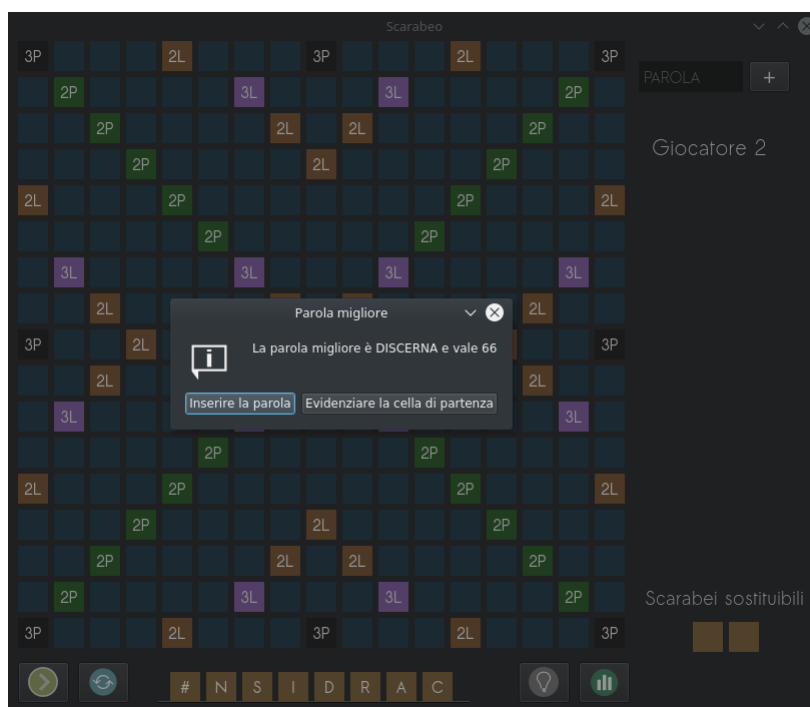
Nel primo caso la schermata risultante sarà la seguente:



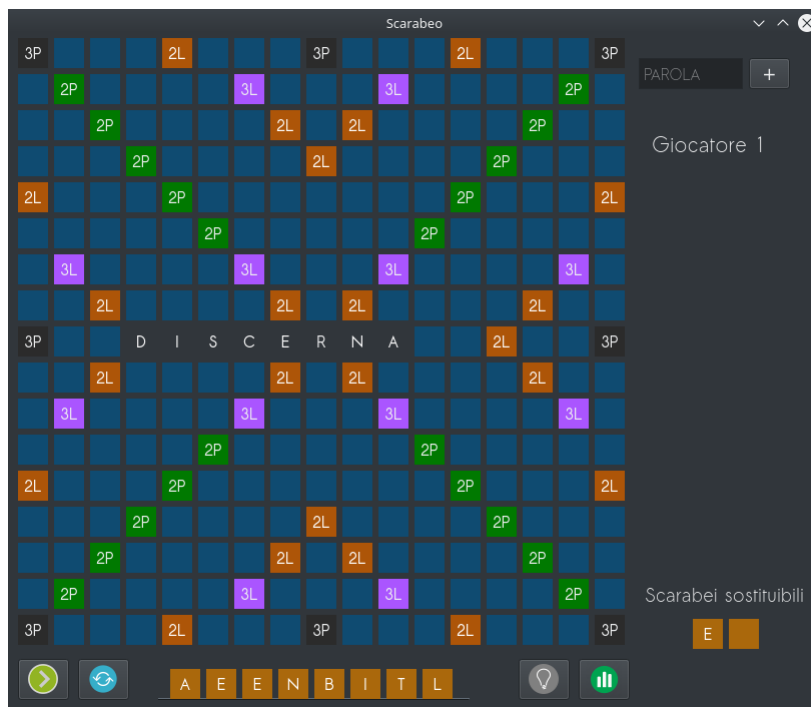
In questo caso la parola utilizza anche un jolly, che verrà aggiunto alla lista degli scarabei sostituibili.



L'inserimento automatico, invece, avviene utilizzando il tasto con l'icona della lampadina o con la combinazione CTRL+H. La ricerca avviene direttamente nel dizionario completo [sez. 2.5.1]. Anche in questo caso il leggìo contiene un jolly.

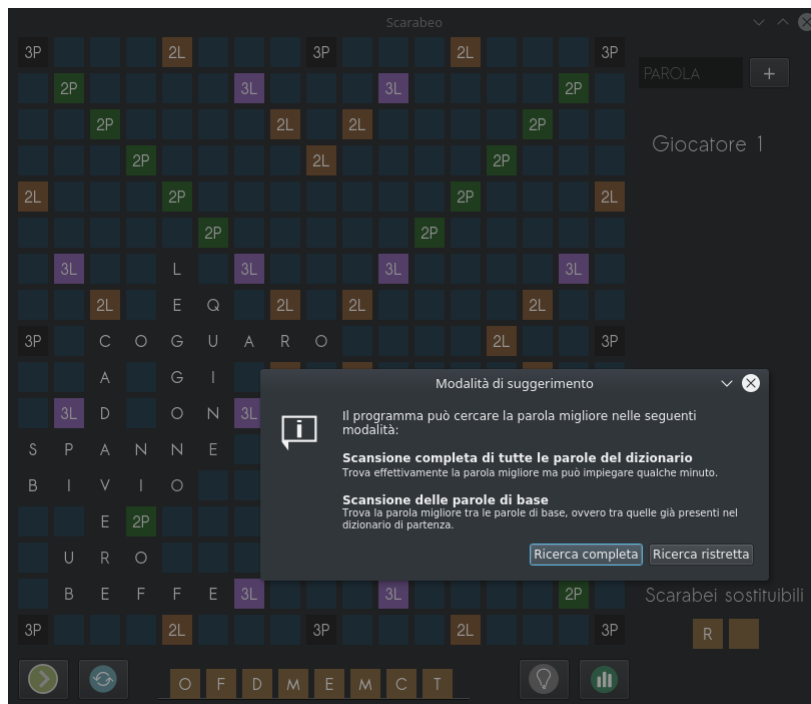


Scegliendo di inserire la parola il risultato è il seguente:



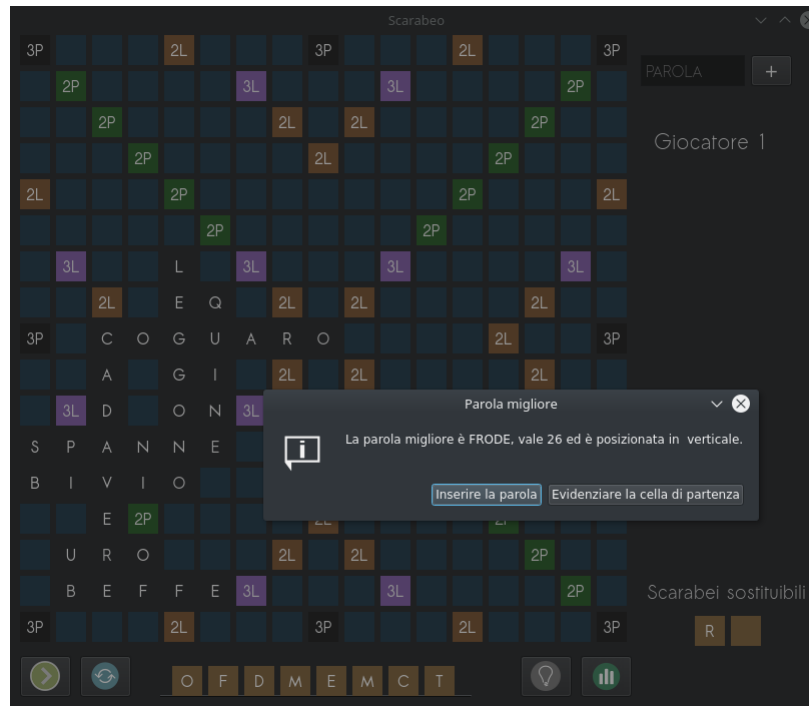
4.3 INSERIMENTO DI ALTRE PAROLE

Anche in questo caso l'inserimento può essere o meno manuale. L'esempio seguente mostra la finestra per la scelta del tipo di ricerca.

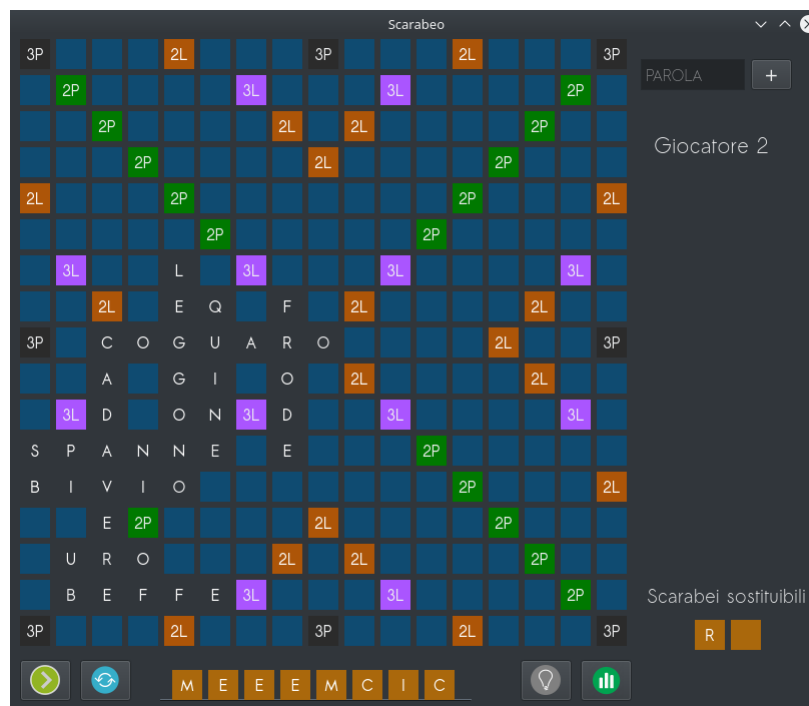


La finestra riporta delle informazioni per permettere all'utente di distinguere tra i due tipi di ricerca.

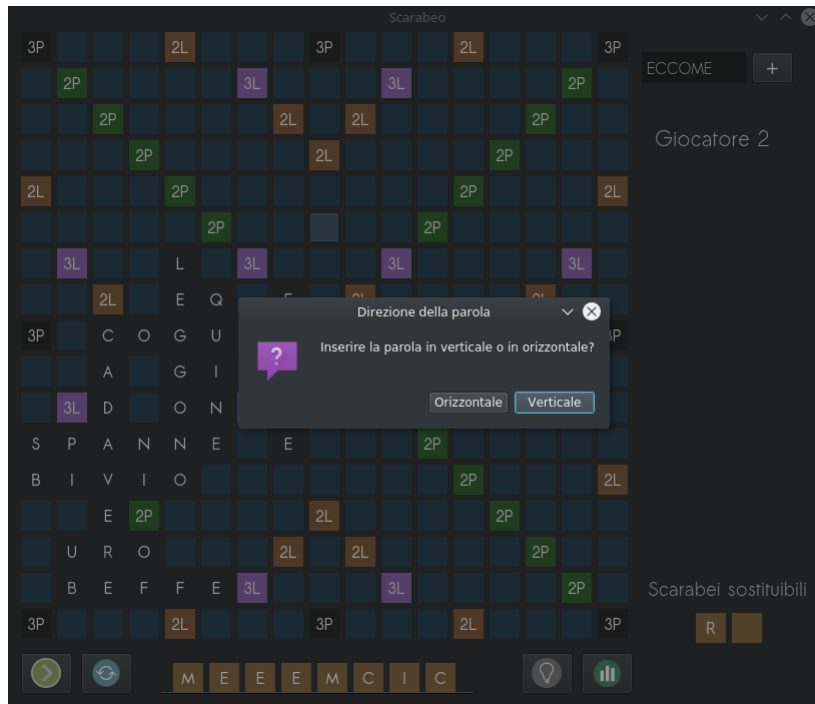
Scegliendo la ricerca completa la parola trovata viene visualizzata come nel caso della prima parola:



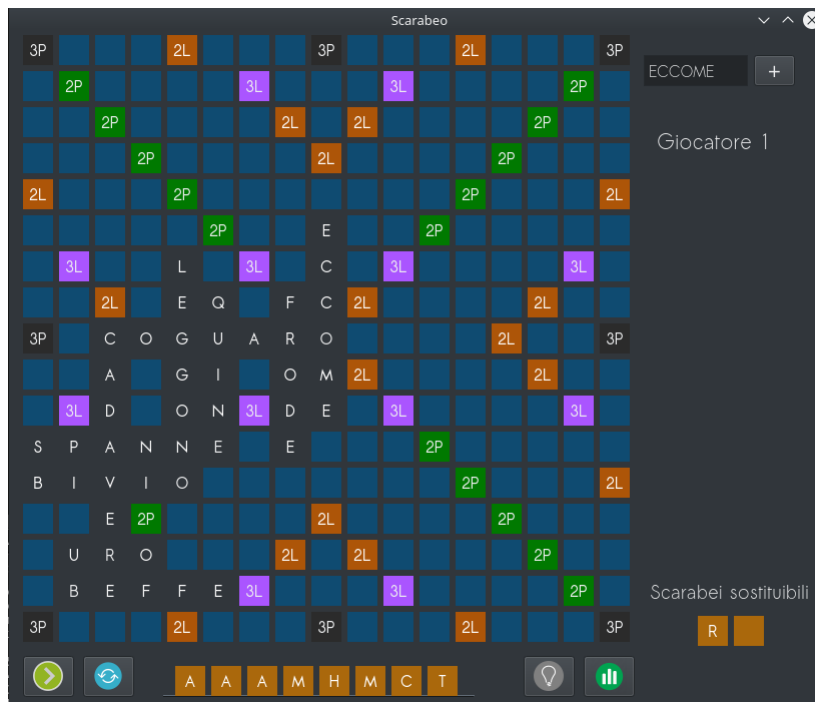
Anche in questo caso è possibile inserire la parola indicata:



L'inserimento manuale avviene analogamente a quello utilizzato per la prima parola inserita.

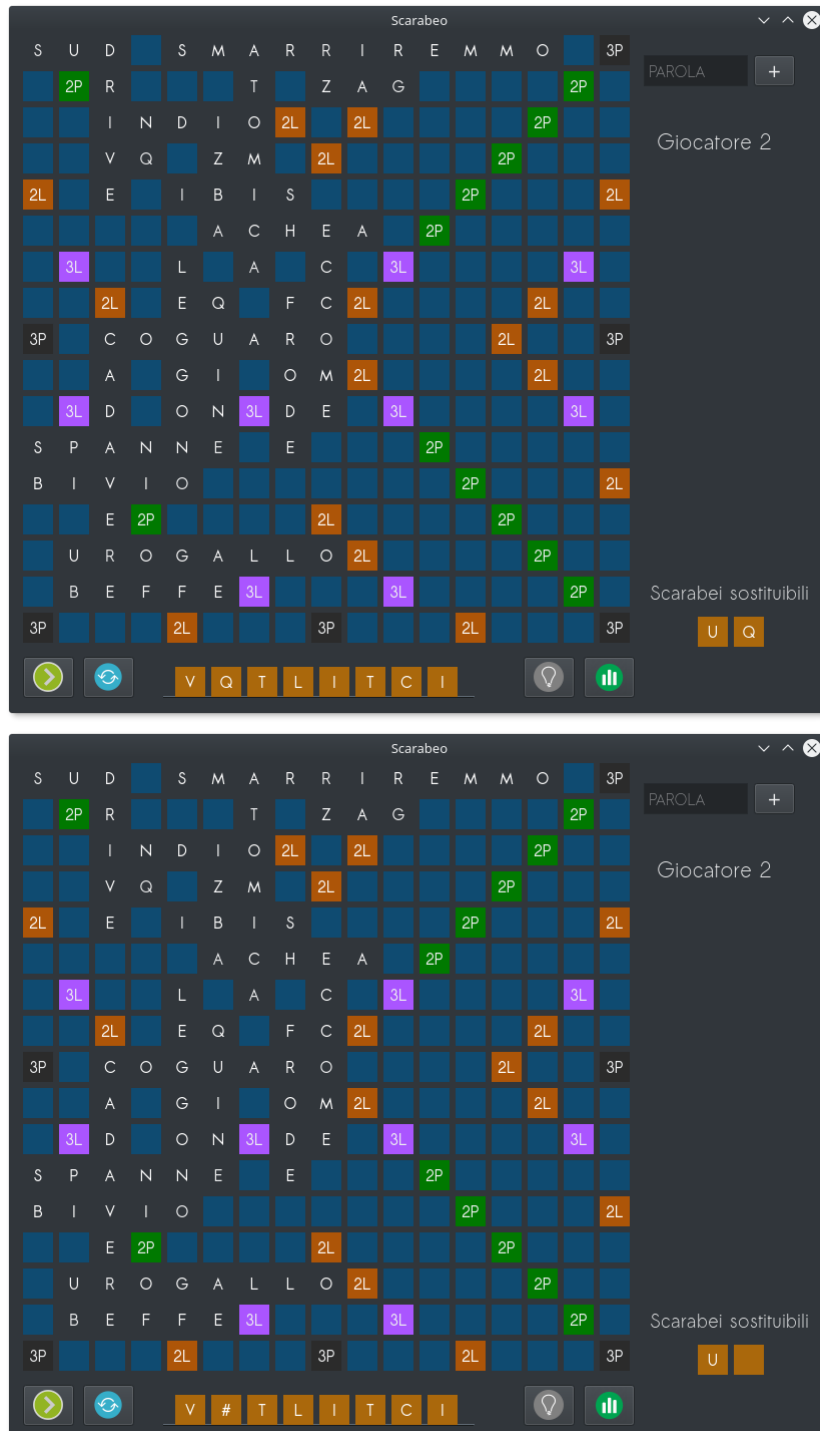


Scegliendo di inserire la parola, quindi, risulta:



4.4 SOSTITUZIONE DEI JOLLY

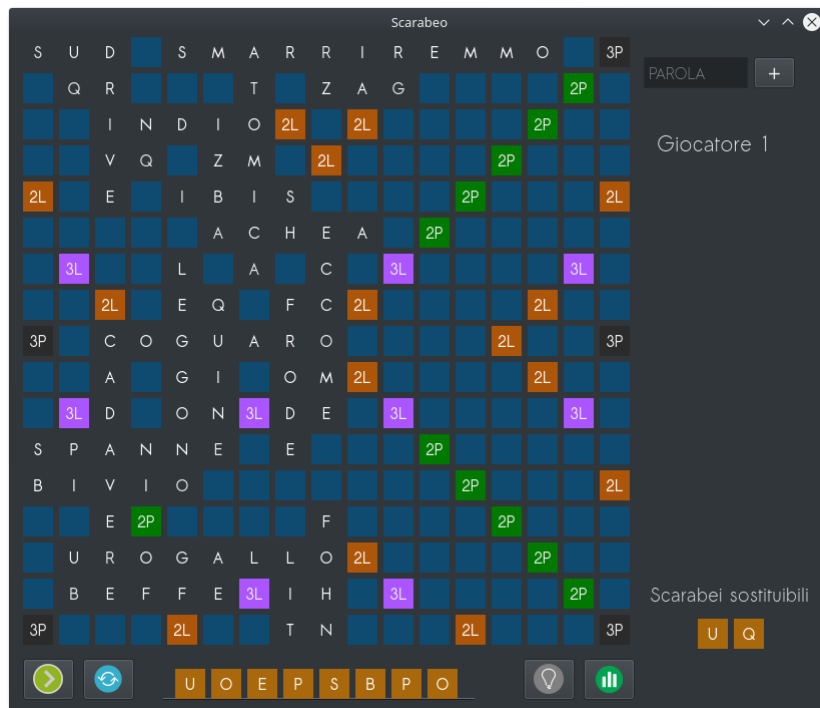
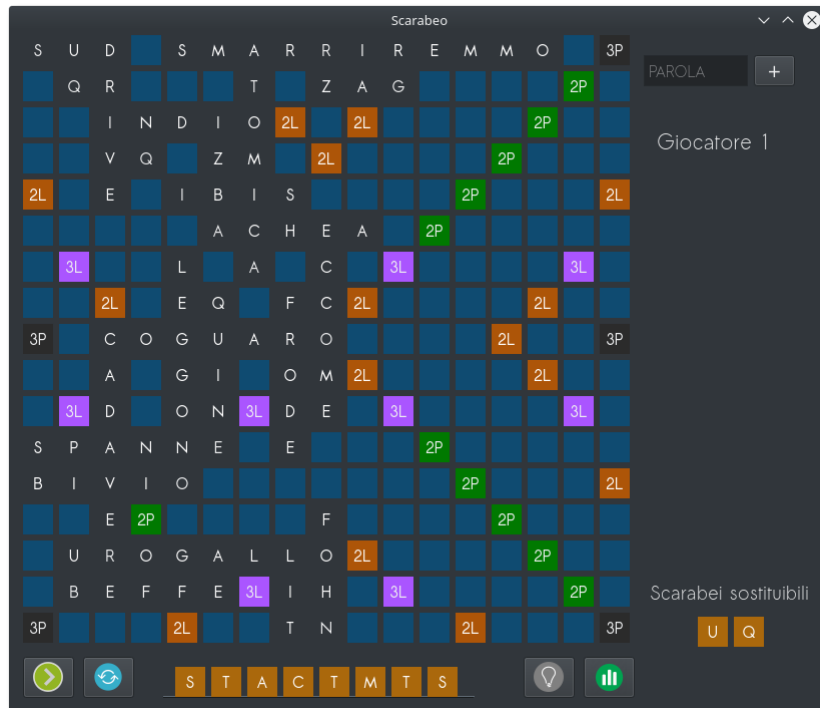
Se il giocatore di turno ha una lettera che corrisponde a uno dei jolly (indicati nella sezione *Scarabei sostituibili*) ha la possibilità di sostituire la propria lettera al jolly, come mostrato nell'esempio seguente:



In questa situazione è stata sostituita la lettera Q.

4.5 CAMBIO DI TUTTE LE LETTERE

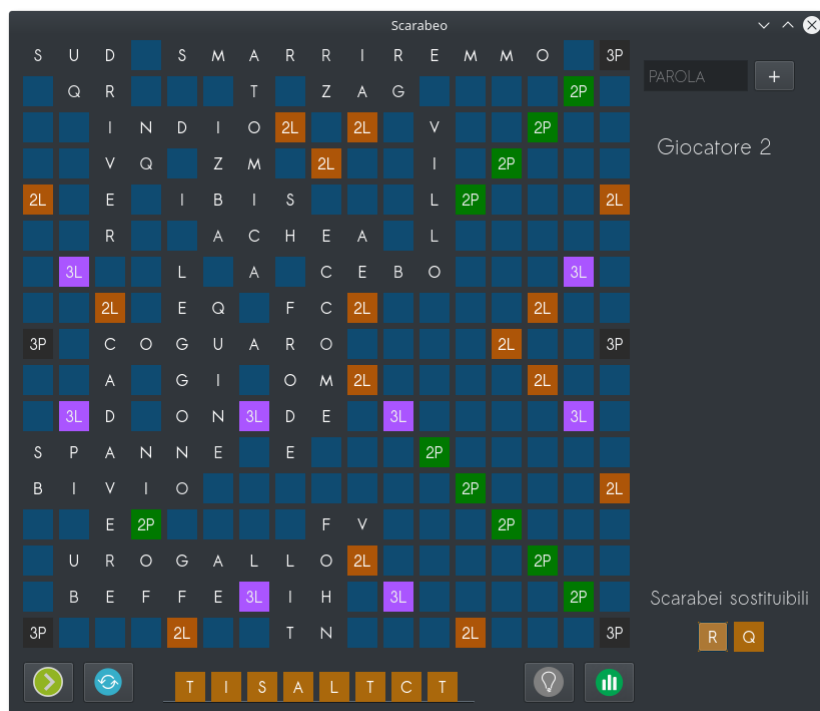
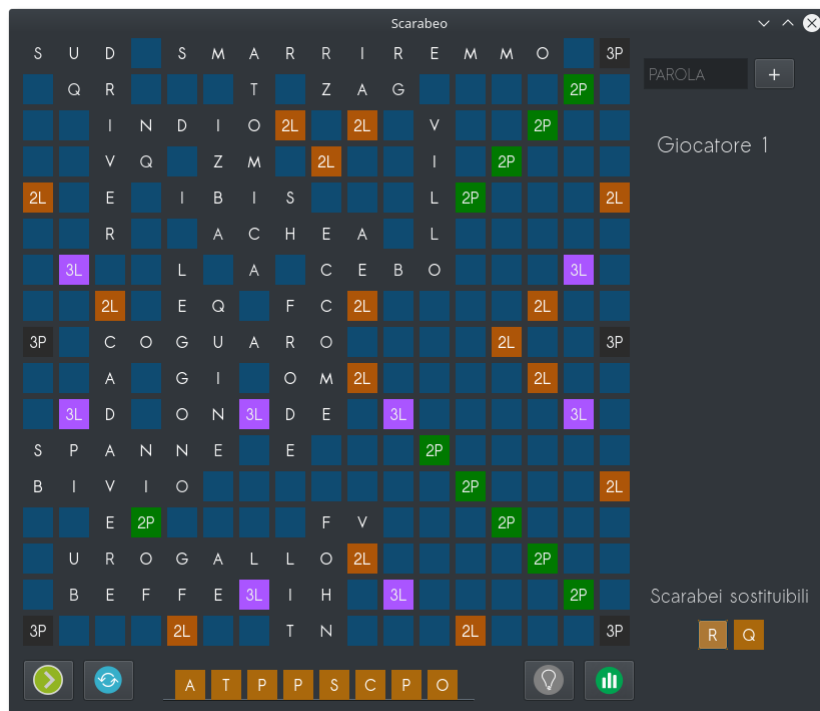
Il giocatore di turno ha la possibilità di cambiare tutte le proprie lettere. In questo caso il turno viene passato automaticamente al giocatore successivo.



Il cambio avviene utilizzando il secondo pulsante da sinistra.

4.6 PASSAGGIO DEL TURNO

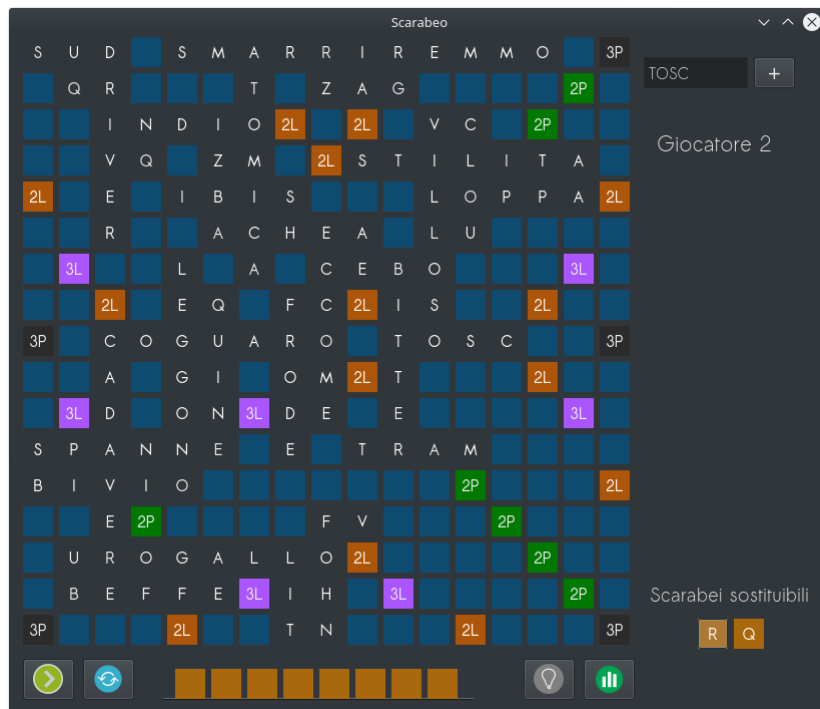
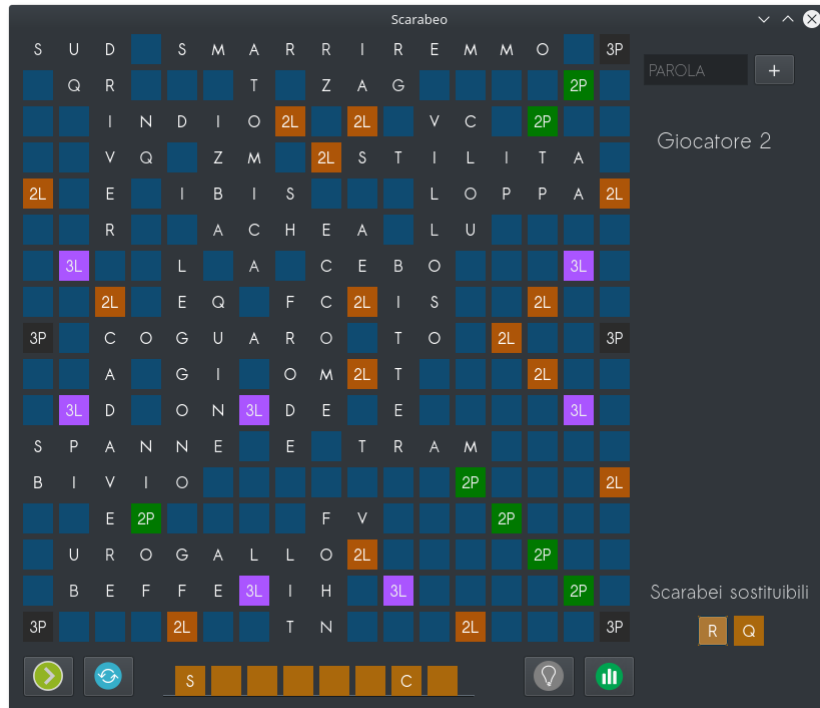
Il giocatore di turno ha la possibilità di passare il turno senza cambiare le proprie lettere.



Il passaggio avviene utilizzando il primo pulsante da sinistra.

4.7 FINE DELLA PARTITA

La partita termina quando uno dei giocatori rimane senza lettere sul proprio leggio e il sacchetto è vuoto. Il giocatore che finisce le proprie lettere aggiunge al suo punteggio la somma dei punti delle lettere che gli altri giocatori hanno sui propri leggii.



BIBLIOGRAFIA

- [LLM13] Stanley Lippman, Josée Lajoie e Barbara Moo. *C++ Primer, 5th edition*. 2013.
- [Sta10] Comunità di Stackoverflow. *Conversione da int a QString*. 2010. URL: <http://stackoverflow.com/questions/3211771/how-to-convert-int-to-qstring>.
- [Str98] Bjarne Stroustrup. *The C++ programming language, third edition*. 1998.
- [VV17a] AA. VV. *C++ Reference: mappe*. 2017. URL: <http://www.cplusplus.com/reference/map/map/>.
- [VV17b] AA. VV. *C++ Reference: multimappe*. 2017. URL: <http://www.cplusplus.com/reference/map/multimap/>.
- [VV17c] AA. VV. *Converting Affix Files: Understanding the Affix File Format*. 2017. URL: <http://www.openoffice.org/lingucomponent/affix.readme>.
- [VV17d] AA. VV. *Generate random numbers*. 2017. URL: <http://www.cplusplus.com/reference/cstdlib/rand/>.
- [VV17e] AA. VV. *QString Class*. 2017. URL: <http://doc.qt.io/qt-5/qstring.html>.
- [VV17f] AA. VV. *Thread*. 2017. URL: <http://www.cplusplus.com/reference/thread/thread/>.