



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

MODULO 2: Algoritmi

Prof.ssa Giulia Cisotto

giulia.cisotto@units.it

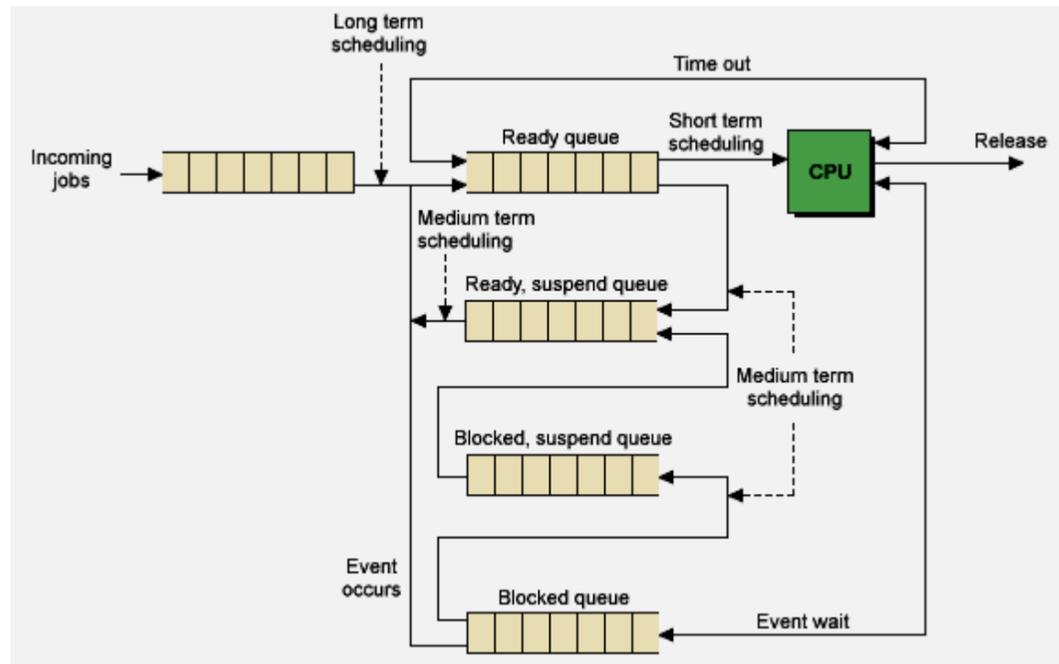
Trieste, 8 maggio 2025



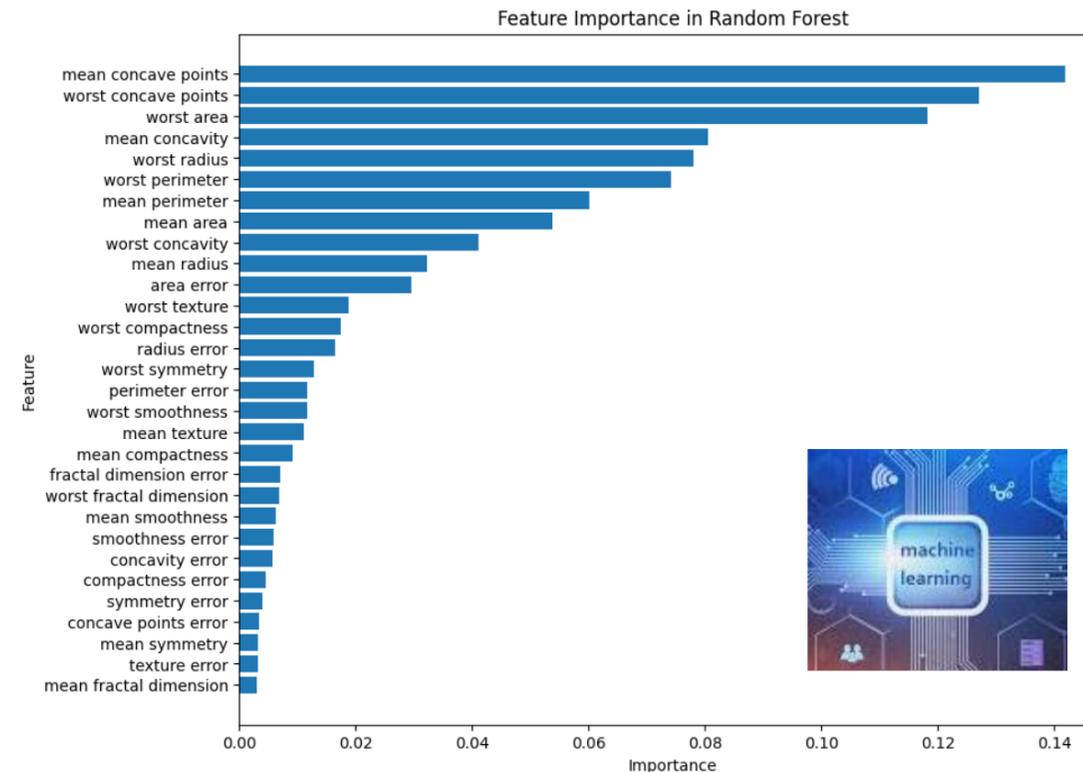
**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

- ▶ **Algoritmi: introduzione**
- ▶ *Algoritmi di ordinamento (intro al problema)*

PROBLEMI «CLASSICI» DELL'INFORMATICA



Scheduling processi da eseguire su CPU



Features più importanti in un task di classificazione

Product Sub Class	Customers	Value
SHIRTS	16,231	\$1,950
SPORTS JACKETS	15,678	\$2,027
SNEAKERS	9,685	\$817
SPORT SHIRTS	7,818	\$1,814
DENIM	7,298	\$2,660
T-SHIRTS	7,117	\$786
SWEATERS	5,408	\$2,172
DRESS SHOES	5,060	\$2,419
SKIN CARE	4,935	\$743
LEATHER JACKETS	4,054	\$3,277

Preferenze utenti su un sito di e-commerce

Cos'hanno in comune questi tre scenari?

Devono tutti risolvere un **PROBLEMA DI ORDINAMENTO**

PROBLEMI «CLASSICI» DELL'INFORMATICA

Il **problema dell'ORDINAMENTO** è uno dei classici problemi dell'informatica:

- **Database:** ordinamento per eseguire query ORDER BY ed efficientare join.
- **Motori di ricerca:** ordinamento dei risultati per rilevanza.
- **E-commerce:** ordinamento dei prodotti per prezzo, popolarità, recensioni.
- **Grafica computerizzata:** ordinamento dei poligoni per il rendering (painter's algorithm).
- **Compressione dati:** algoritmi come Burrows-Wheeler usano ordinamento.
- **Machine Learning:** selezione delle feature più rilevanti, ranking.
- **Sistemi operativi:** scheduling dei processi ordinati per priorità o tempo di arrivo.

Altri problemi: **RICERCA, INSERIMENTO, SELEZIONE, PERCORSO MINIMO** (per grafi), ...

Proprio perché sono «CLASSICI», **esistono degli ALGORITMI FAMOSI che li risolvono.**

Non bisogna scoprire l'acqua calda ogni volta!

ORDINARE UN MAZZO DI CARTE



Abbiamo un mazzo di carte che è stato mescolato

Vogliamo disporre le carte in ordine crescente

Siamo in grado di dare un **algoritmo**?

Iniziamo a formalizzare il problema

ORDINARE UN MAZZO DI CARTE



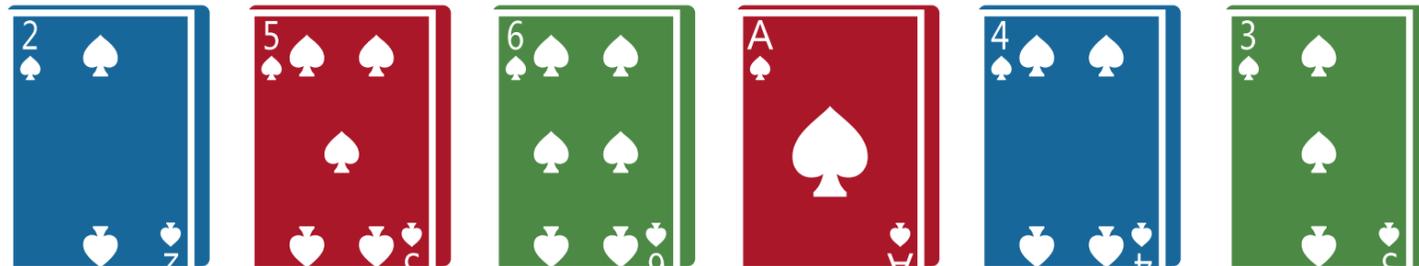
Dati in ingresso (**input**)
Un mazzo di carte non necessariamente ordinate

CI SERVE UNA PROCEDURA MECCANICA
CHE DALL'INPUT PRODUCA L'OUTPUT



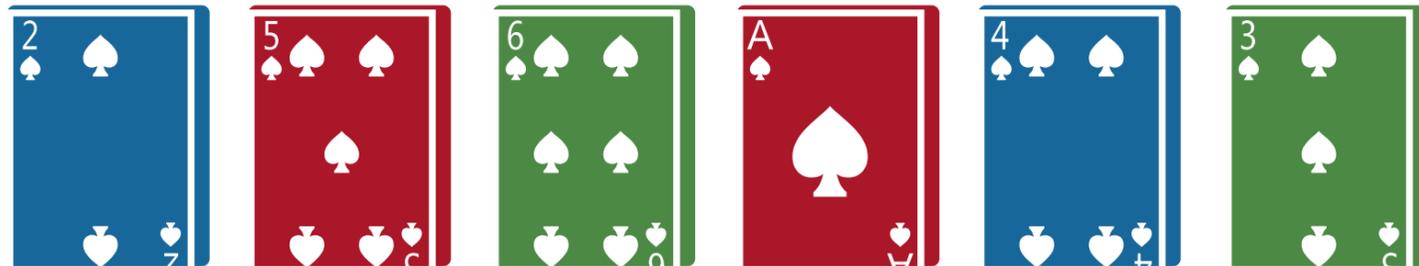
Dati in uscita (**output**)
Una permutazione del mazzo di carte fornito in input
in cui tutte le carte sono ordinate in ordine crescente

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo
 1. Permuta le carte
 2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione
 3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI

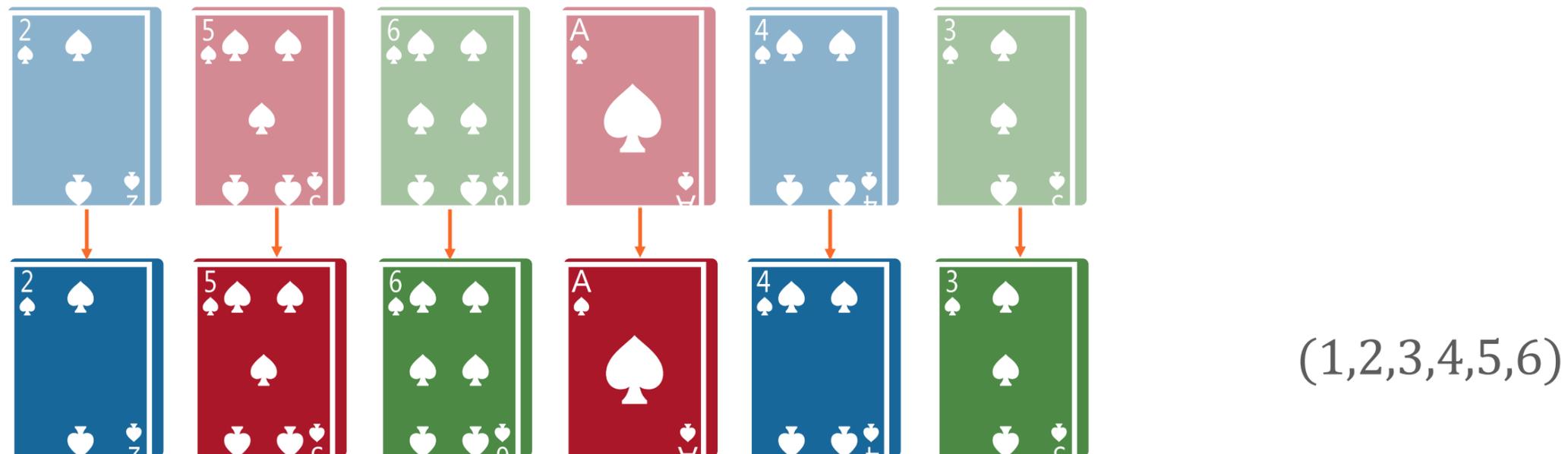


ESEGUIREMO LE OPERAZIONI 1.1-1.3
PER OGNI PERMUTAZIONE



1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo
 1. Permuta le carte
 2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione
 3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

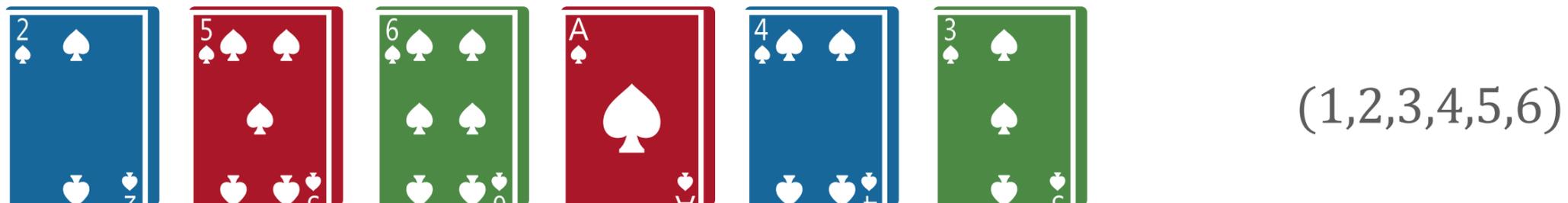


1. Permuta le carte

2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

1. Permuta le carte

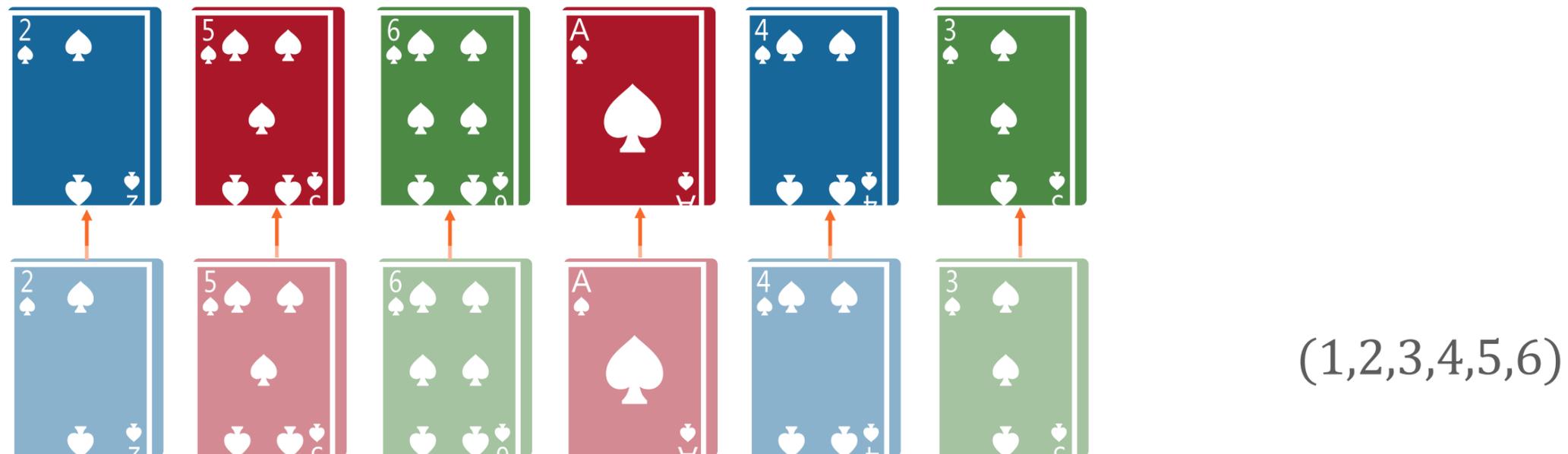
**NON TERMINIAMO PERCHÉ
LE CARTE NON SONO ORDINATE**



2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



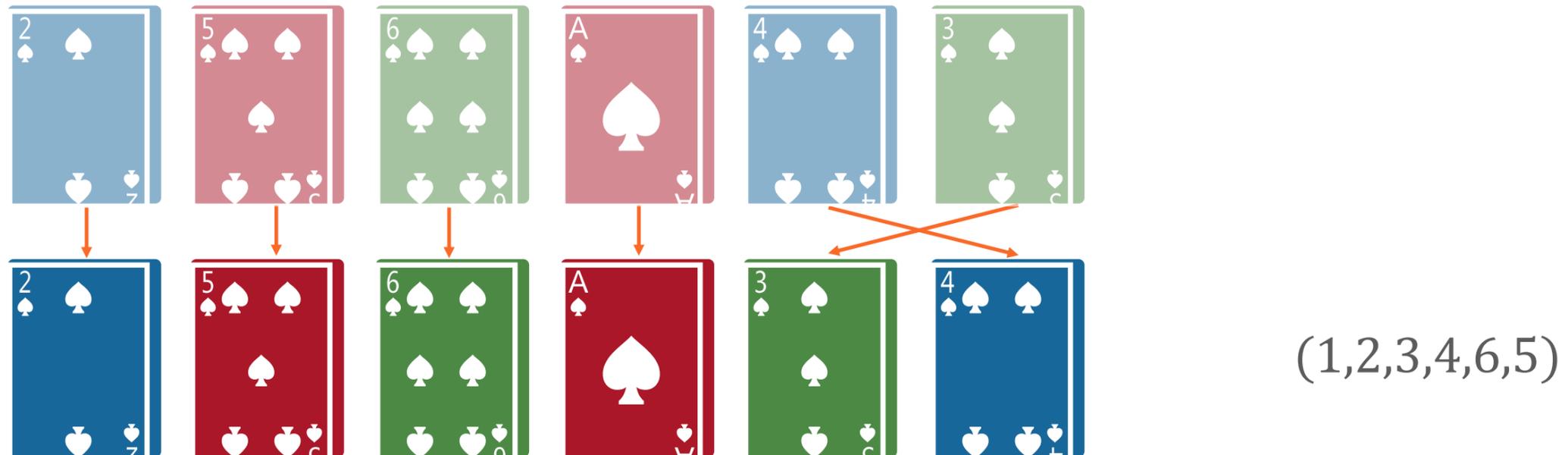
1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

1. Permuta le carte

2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

→ 3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

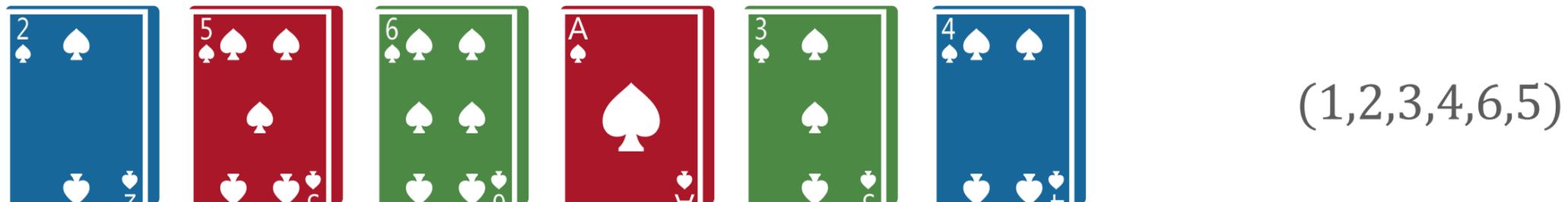


1. Permuta le carte

2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

1. Permuta le carte

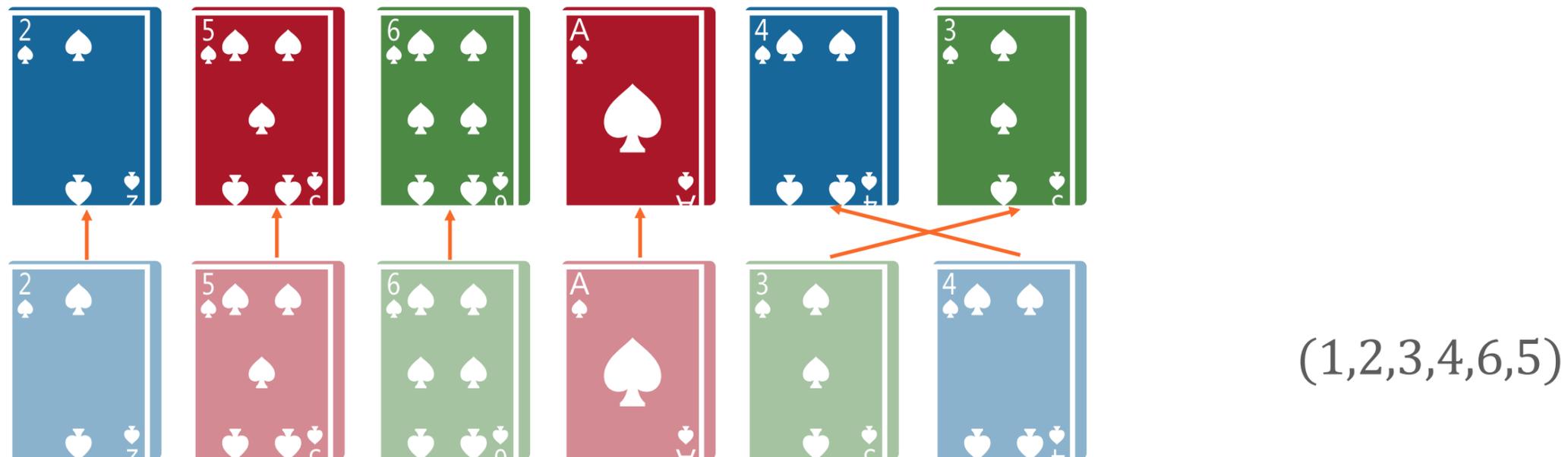
**NON TERMINIAMO PERCHÉ
LE CARTE NON SONO ORDINATE**



2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



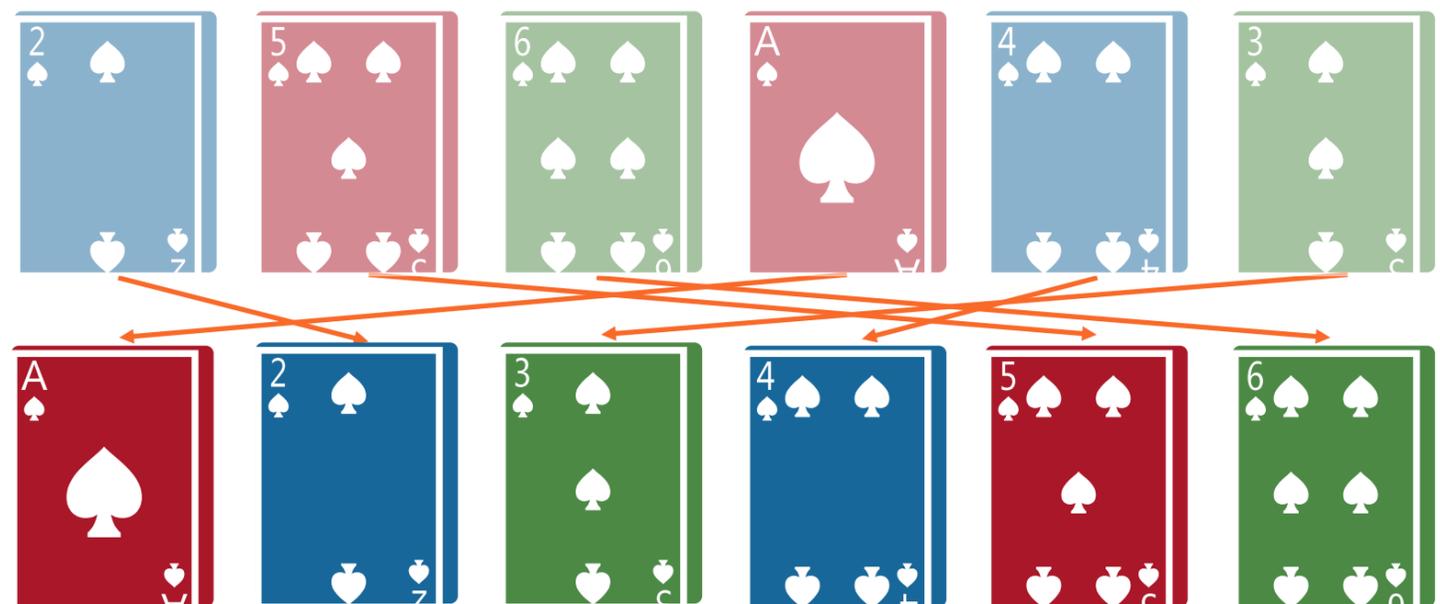
1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

1. Permuta le carte

2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

→ 3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI



MOLTO TEMPO DOPO...

(4,1,6,5,2,3)

1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo



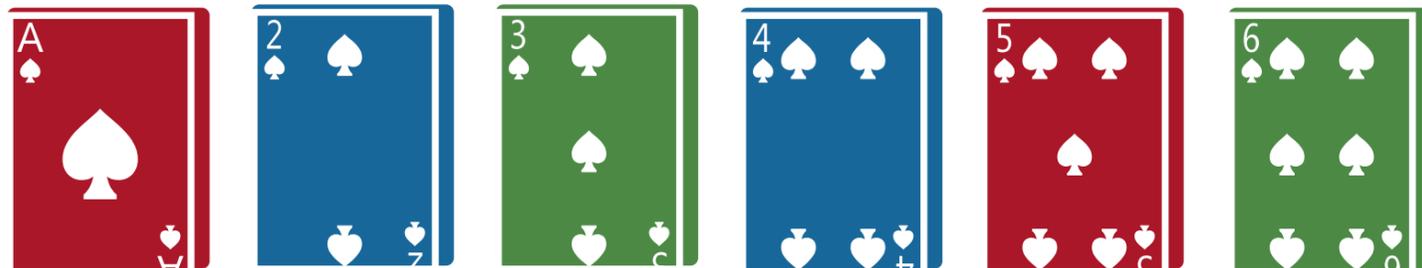
1. Permuta le carte

2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI

QUESTA VOLTA TERMINIAMO, PERCHÉ
LE CARTE SONO ORDINATE!



(4,1,6,5,2,3)

1. Per ogni permutazione delle carte del mazzo

1. Permuta le carte

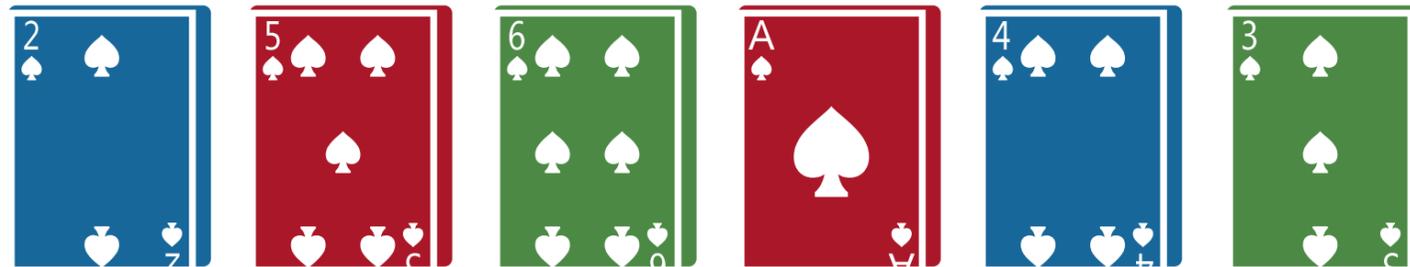
→ 2. Se le carte sono ordinate termina l'esecuzione

3. Altrimenti riportale alla configurazione iniziale

OPZIONE 1: PROVARE TUTTE LE PERMUTAZIONI

- ▶ L'algoritmo funziona (necessariamente troverà una permutazione per cui le carte sono ordinate).
- ▶ Ma quante comparazioni dobbiamo fare con n carte?
 - ▶ **Caso migliore: circa n**
(per verificare che le carte siano ordinate)
 - ▶ **Caso peggiore: fino ad $n!$**
(ci sono $n!$ permutazioni e potremmo riuscire ad avere le carte ordinate solo all'ultima)

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA

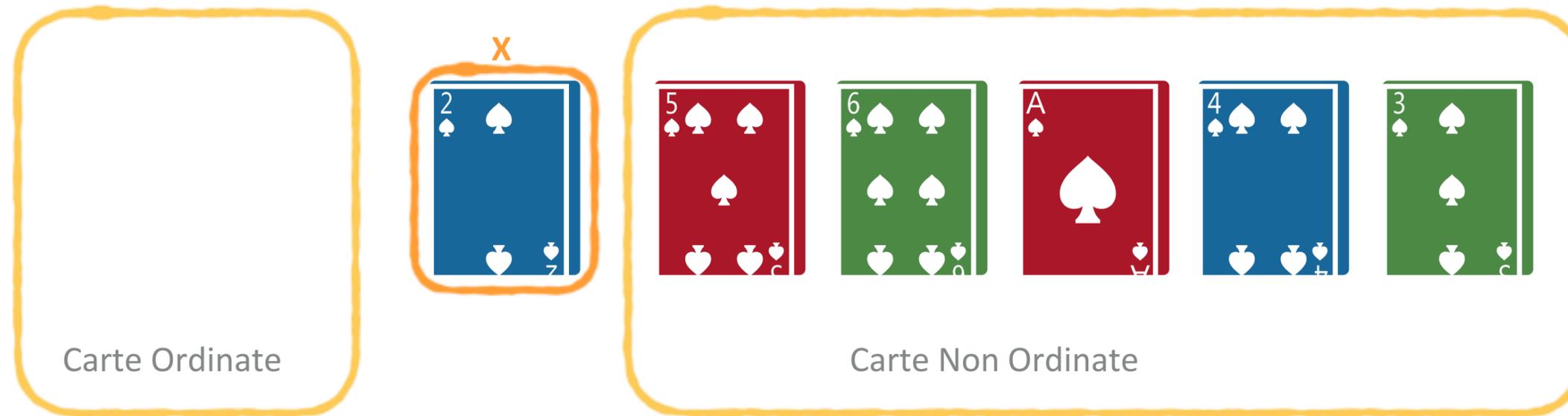


1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

→ 2. Finché ci rimangono carte non ordinate

1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

2. Finché ci rimangono carte non ordinate



1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinate e chiamala X

2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate

3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 - 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA

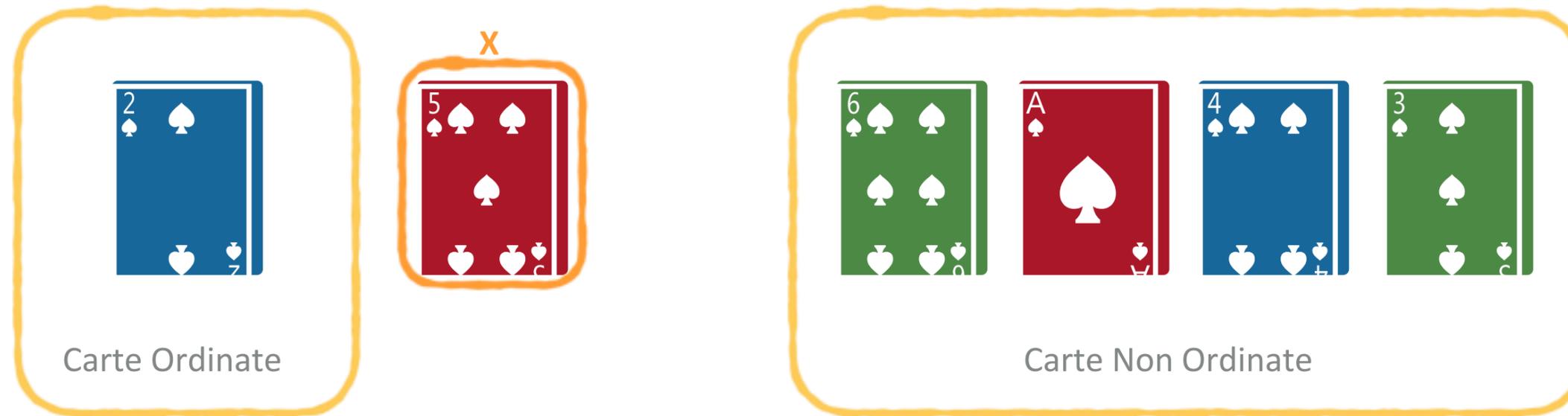


1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate

**NON DOBBIAMO FARE NIENTE
(NON CI SONO ALTRE CARTE GIÀ IN ORDINE)**

1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

2. Finché ci rimangono carte non ordinate



1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X

2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate

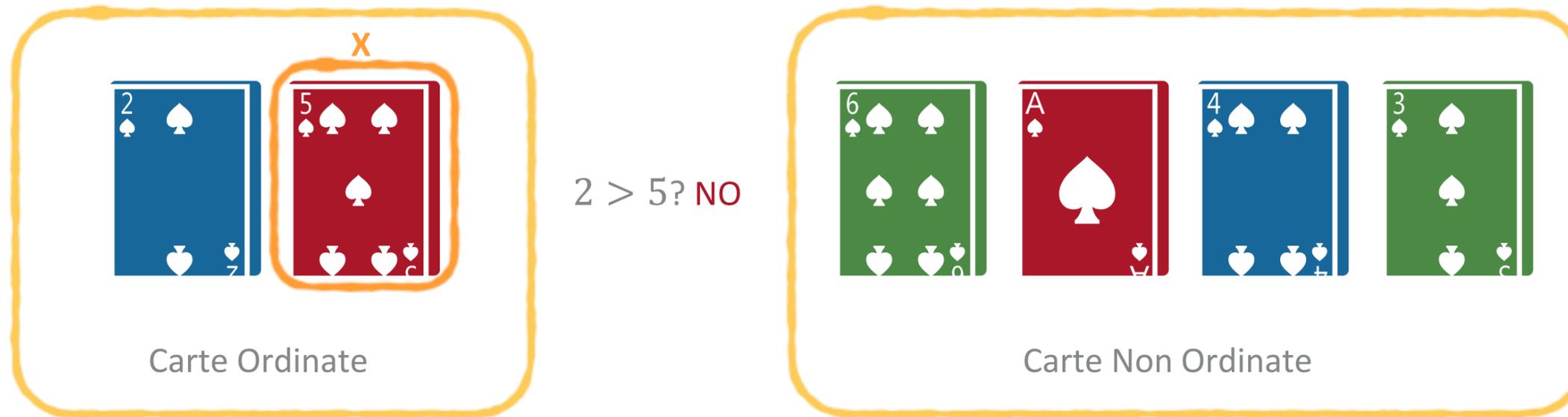
3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 - 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA

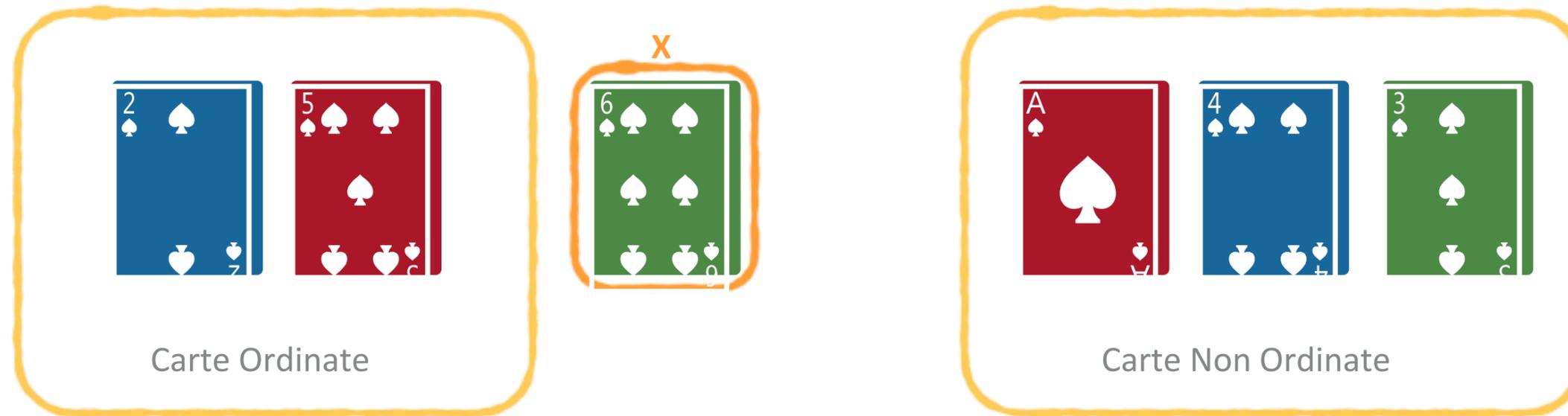


1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate

IL TEST FALLISCE
E QUINDI PROSEGUIREMO
CON L'ISTRUZIONE NUMERO...

1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA

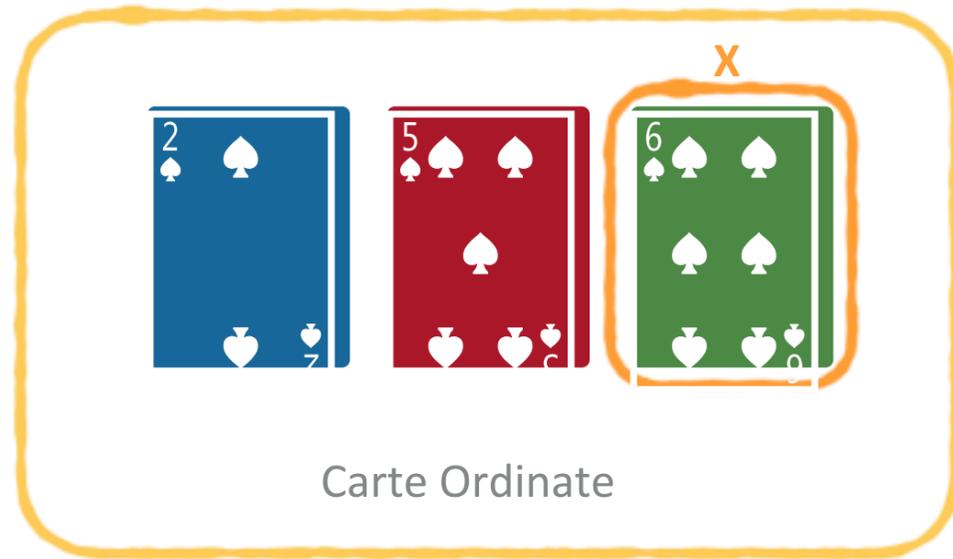


1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate



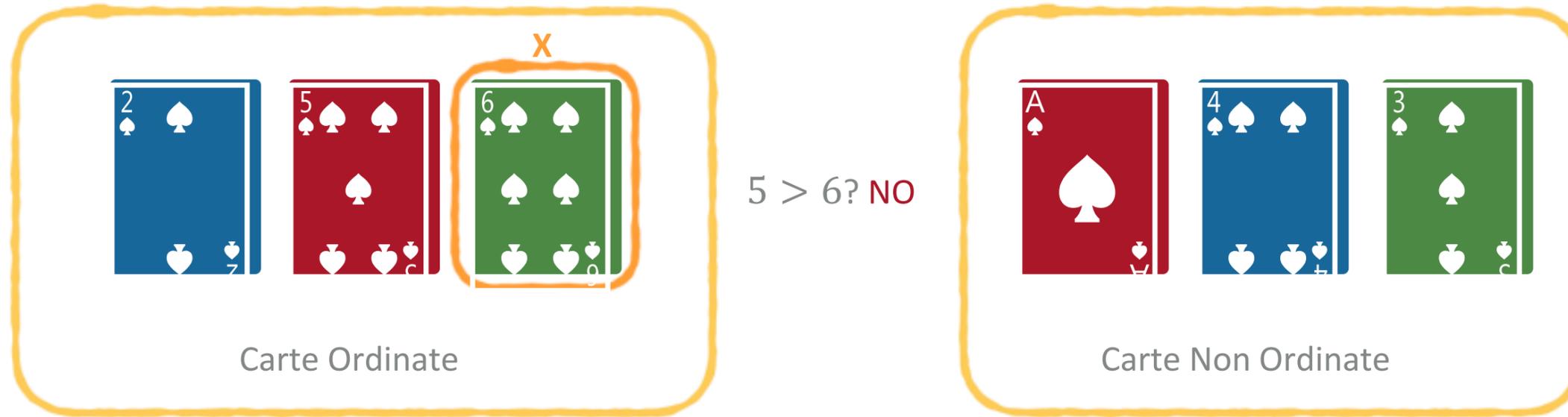
1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 - 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

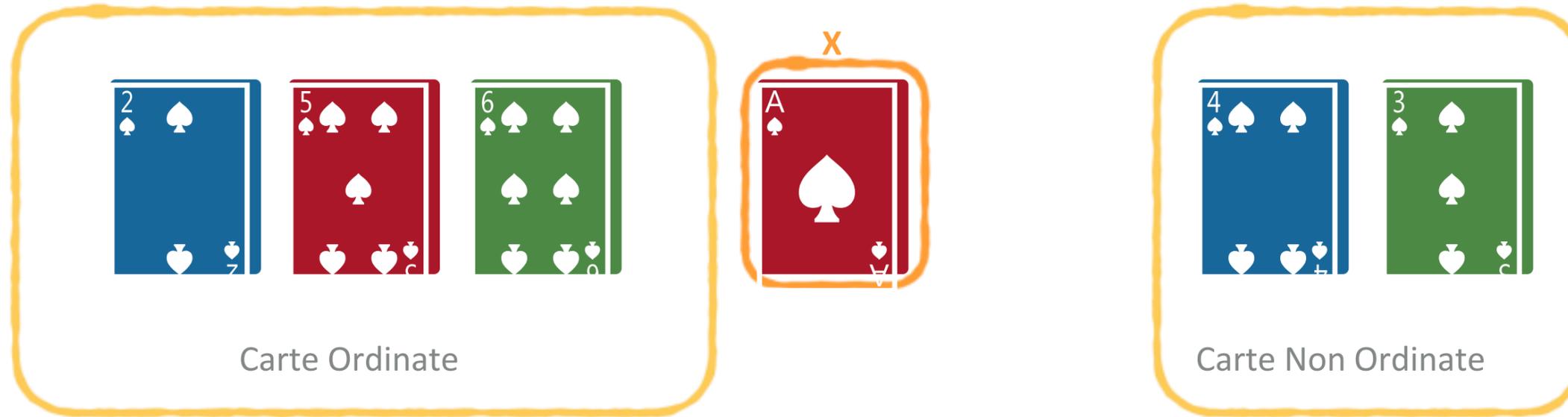
2. Finché ci rimangono carte non ordinate

1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X

2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate

→ 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA

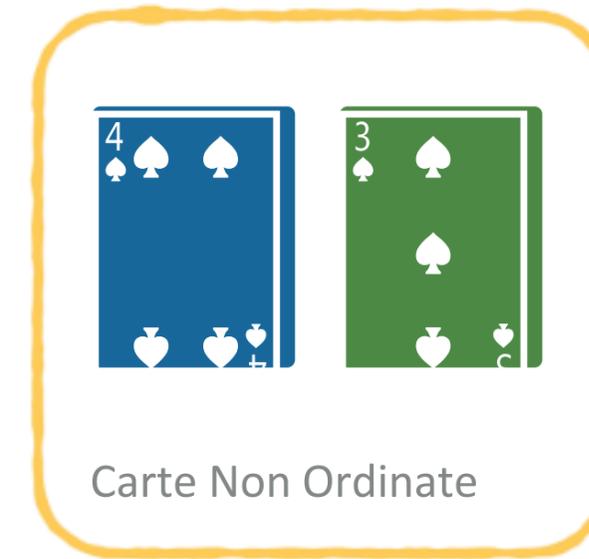


1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate



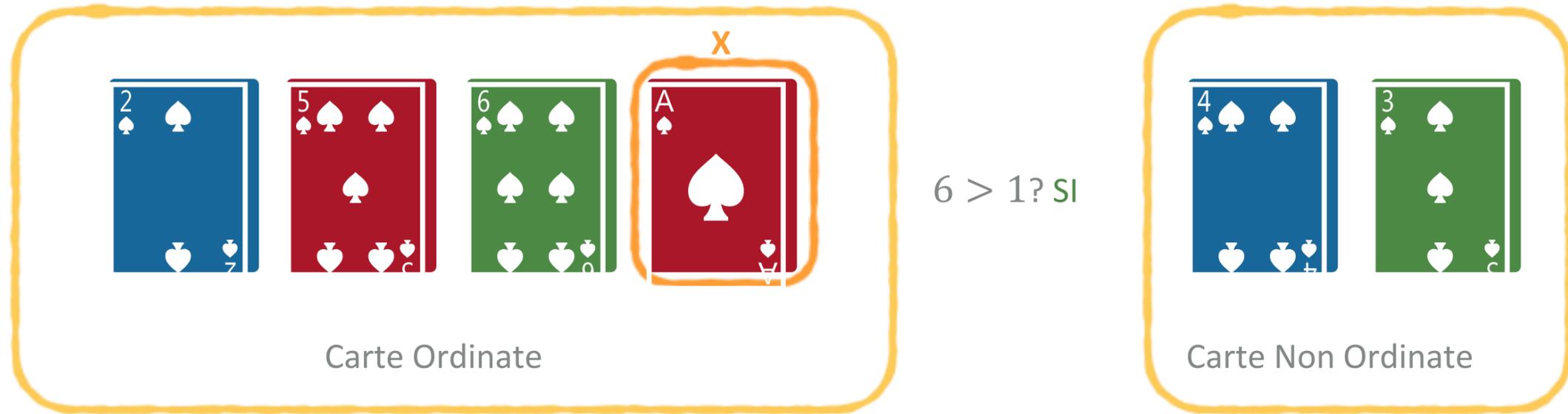
1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 - ➔ 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate

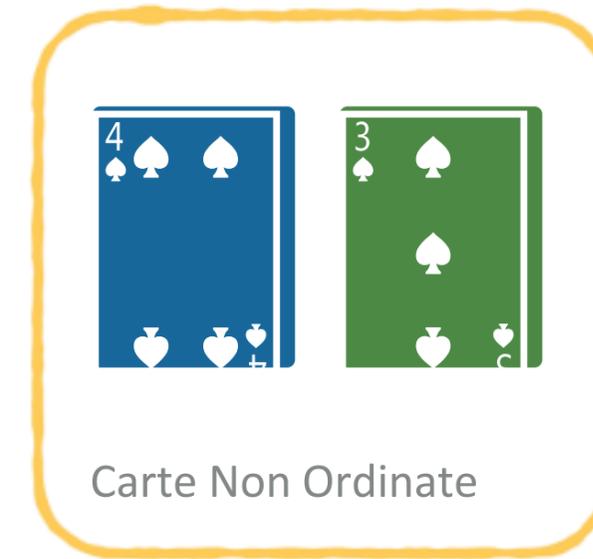
**QUI INVECE IL TEST HA SUCCESSO
QUINDI DOBBIAMO ESEGUIRE
L'OPERAZIONE DI SCAMBIO**

1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



5 > 1? SI

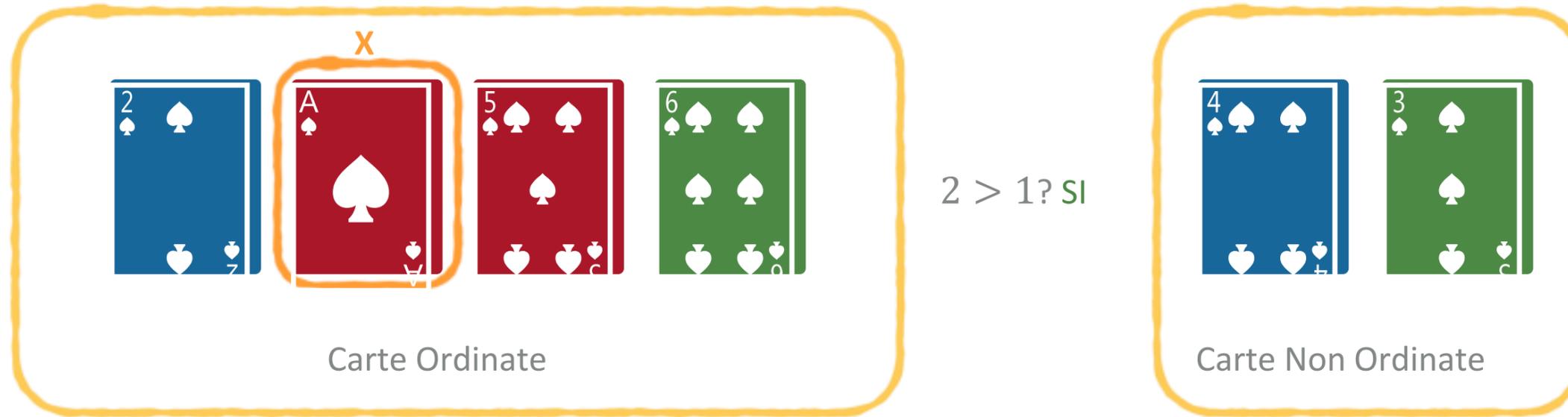


1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate

ORA CHE DOBBIAMO FARE?
CONTINUIAMO CON L'ISTRUZIONE 2.3
O TORNIAMO ALLA 2.1?

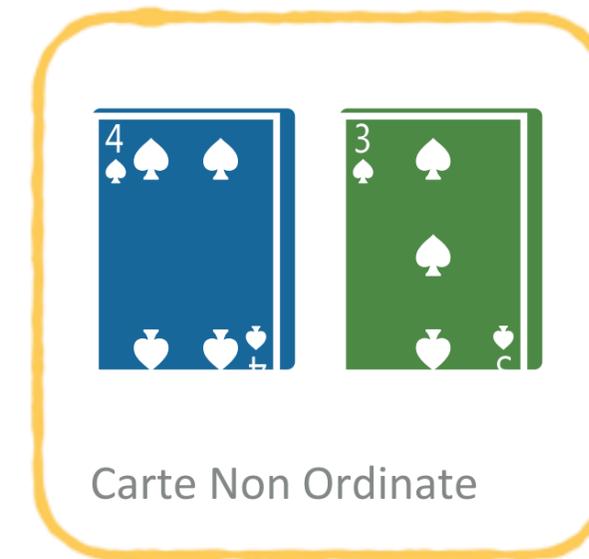
1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



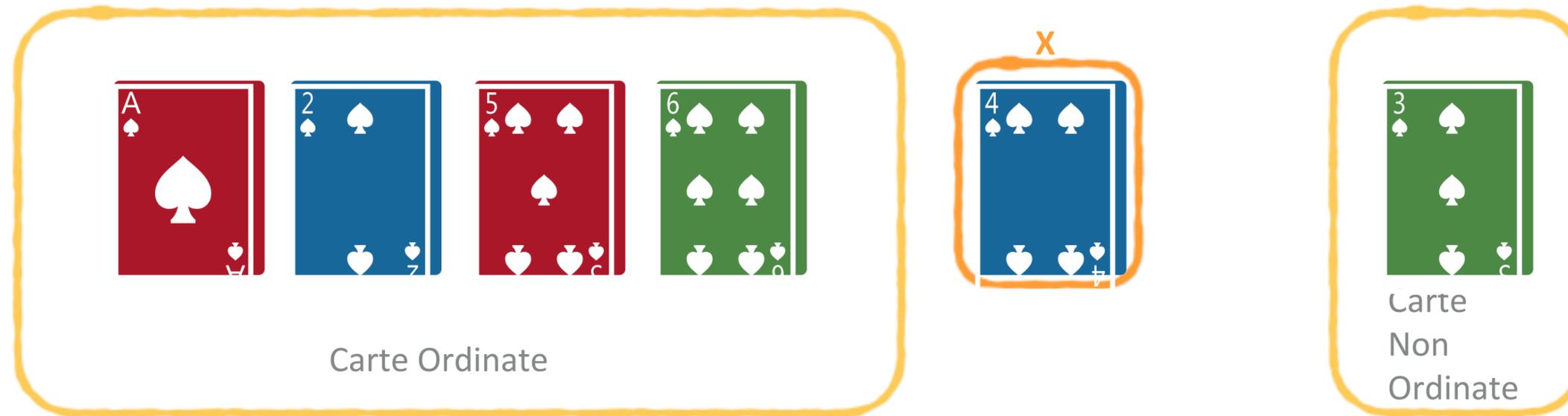
1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

2. Finché ci rimangono carte non ordinate

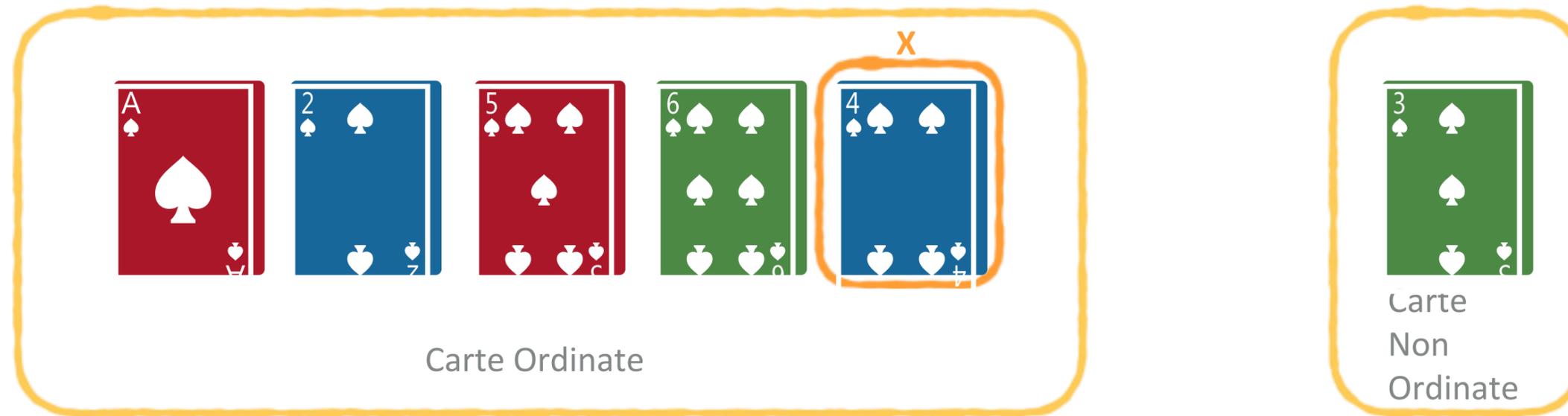


1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinate e chiamala X

2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate

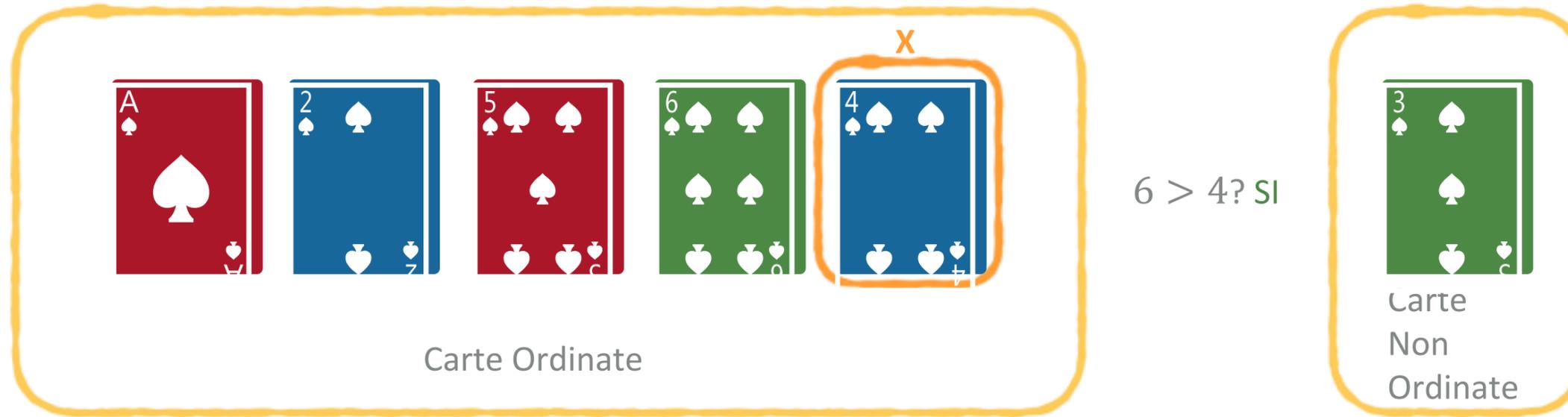
3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



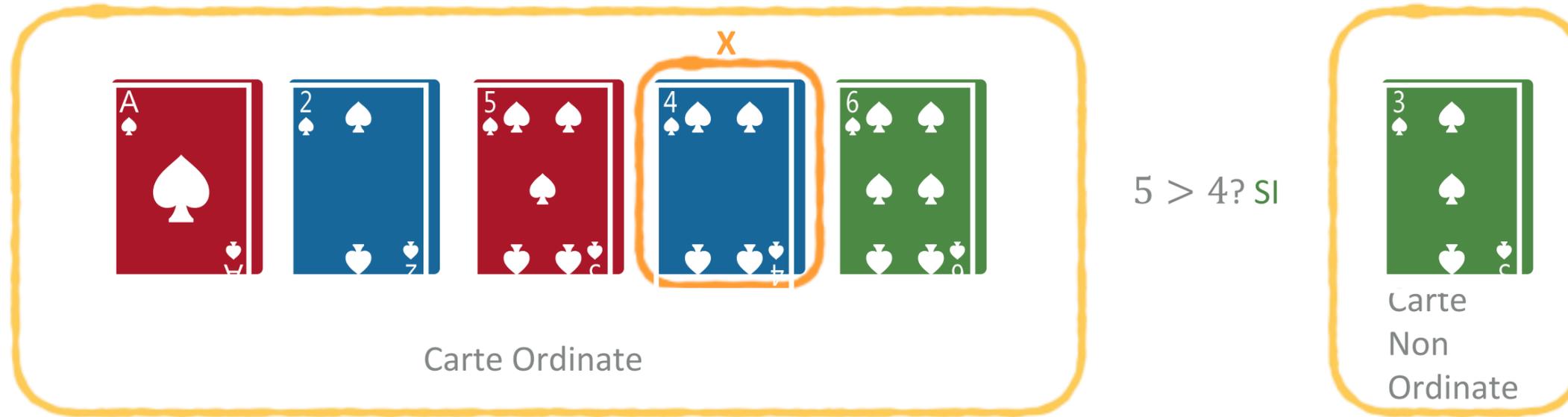
1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 - 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



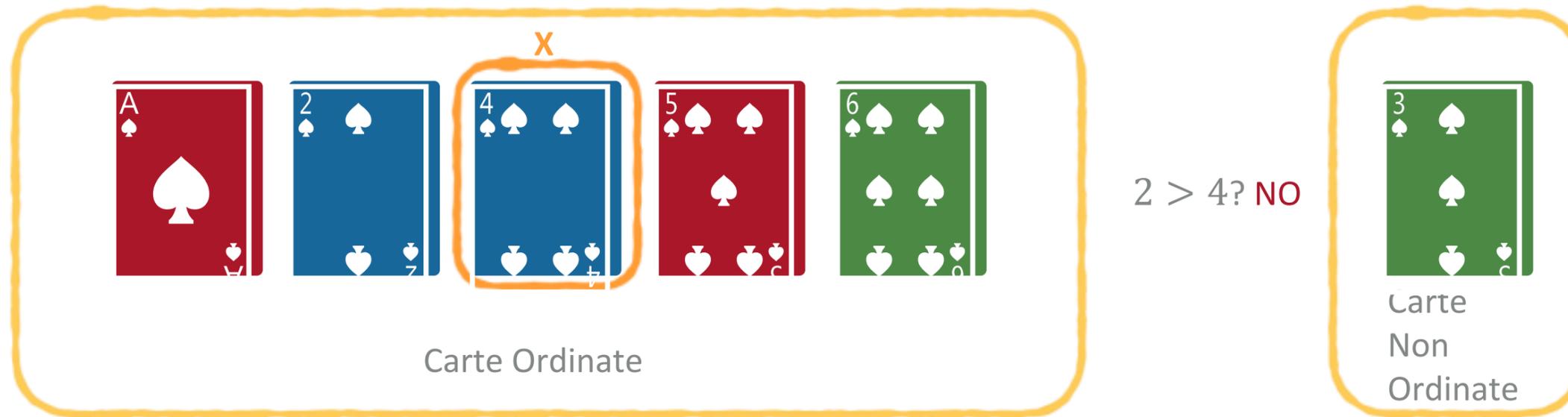
1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



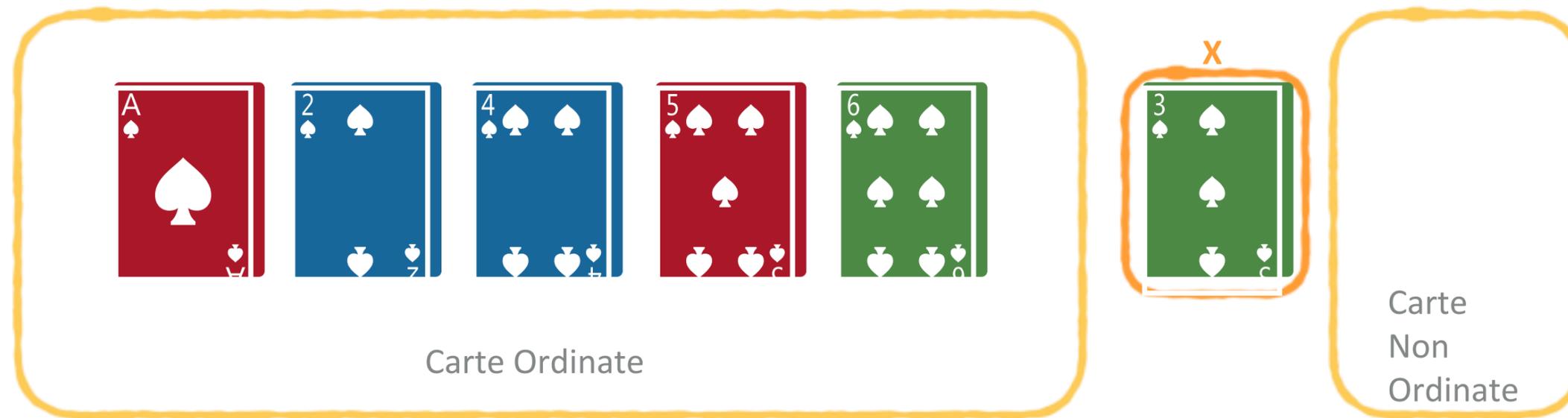
1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 - 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 - 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

2. Finché ci rimangono carte non ordinate

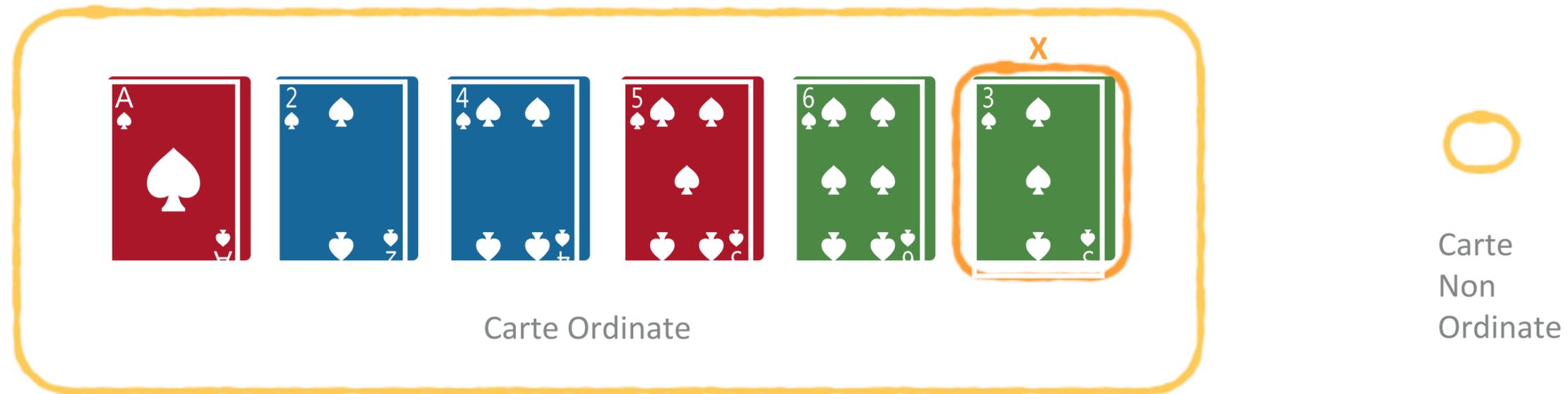


1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X

2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate

3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 - 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
 - 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



1. Inizialmente non si hanno carte ordinate
2. Finché ci rimangono carte non ordinate
 1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinata e chiamala X
 2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
- 3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



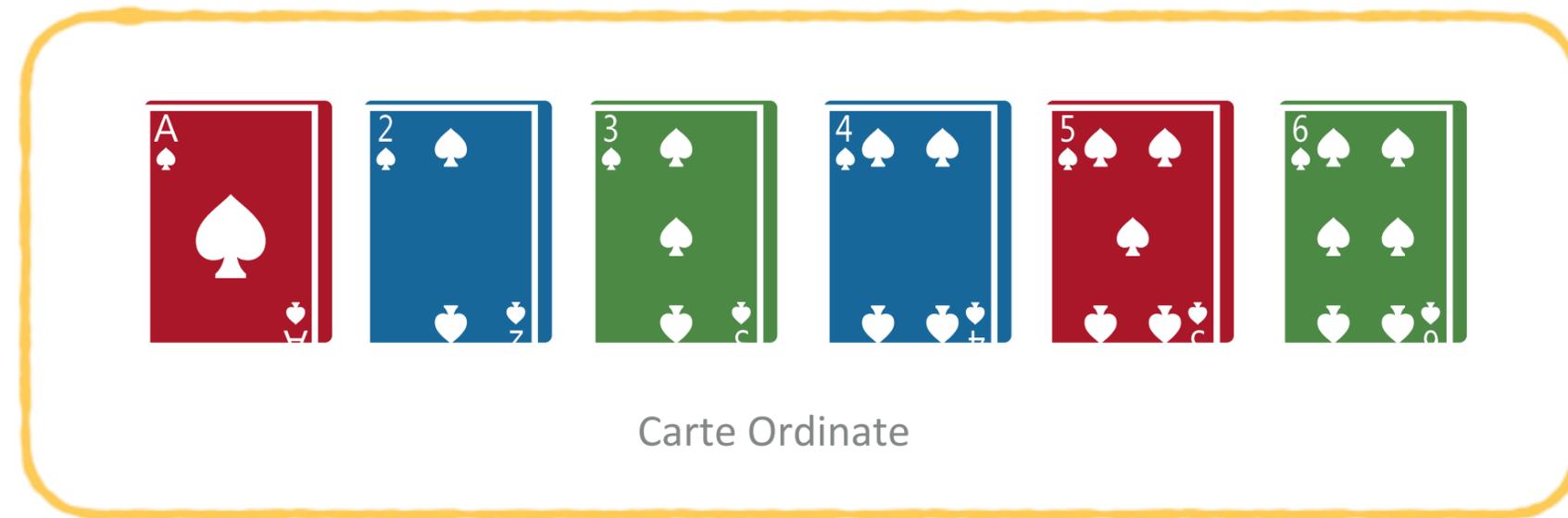
1. Inizialmente non si hanno carte ordinate

→ 2. Finché ci rimangono carte non ordinate

1. Prendi una carta dalla lista di carte non ordinate e chiamala X
2. Metti X in fondo alla lista di carte ordinate
3. Finché la carta che precede X ha valore maggiore del valore di X, scambia X con la carta che lo precede

**ORA LA CONDIZIONE NON È PIÙ VERA
E ABBIAMO TERMINATO**

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA



Siamo riusciti ad ottenere un mazzo di carte ordinato

Rimangono alcune domande:

- ▶ Correttezza: questo algoritmo funziona con ogni input?
- ▶ Efficienza: quanti passi ci mettiamo ad ordinare un mazzo di n carte al crescere di n ?

OPZIONE 2: INSERIMENTO DI UNA CARTA ALLA VOLTA

- ▶ Quante comparazioni dobbiamo fare nel caso peggiore?
- ▶ Inserire una carta nella lista delle carte ordinate richiede non più di n comparazioni
- ▶ Dobbiamo inserire n carte nella lista delle carte ordinate per ordinarle tutte
- ▶ Quindi il numero di comparazioni è limitato superiormente da n^2

UNA NUOVA IDEA

- ▶ Supponiamo di avere una procedura che ci permette di unire due mazze di lunghezza $n/2$ in n comparazioni.
- ▶ Proviamo a spezzare il mazzo originale in due e ordinarlo (ogni ordinamento richiede $(n/2)^2 = n^2/4$ comparazioni)
- ▶ Uniamo i due “mezzi mazze” ordinati.
- ▶ Costo totale $2n^2/4 + n = n^2/2 + n$
- ▶ Per n abbastanza grande facciamo meno comparazioni!

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

1. Se il mazzo ha 1 carta è ordinato
2. Altrimenti spezza il mazzo in due parti $\lceil n/2 \rceil$ e $\lfloor n/2 \rfloor$
3. Applica questa procedura ad entrambe le parti
4. Unisci le due parti A e B seguendo la procedura MERGE, per unire due mazzi ordinati in un unico mazzo anch'esso ordinato

DOPO QUESTO PASSO
LE DUE PARTI SONO ORDINATE



ORA DETTAGLIAMO LA PROCEDURA DI MERGE

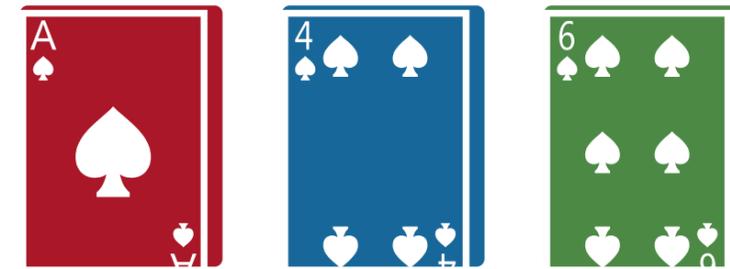


OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

Mazzo *A*



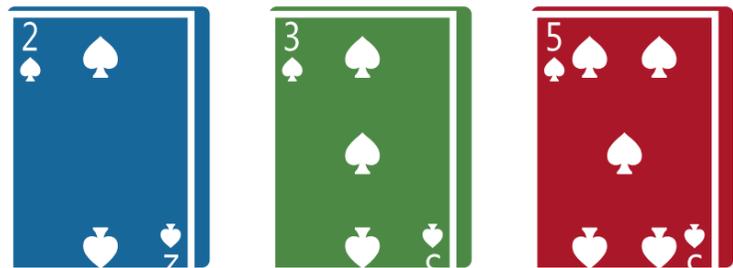
Mazzo *B*



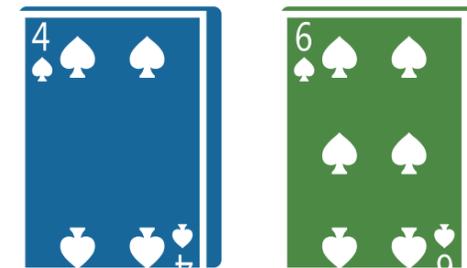
Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

Mazzo *A*



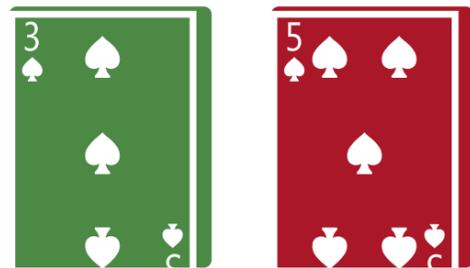
Mazzo *B*



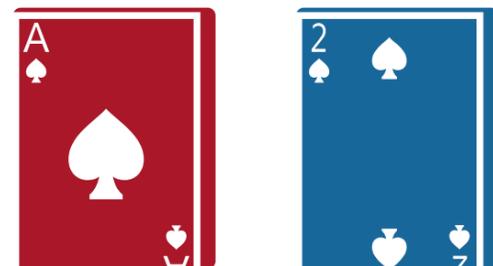
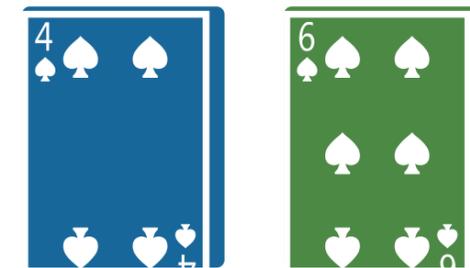
Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

Mazzo *A*



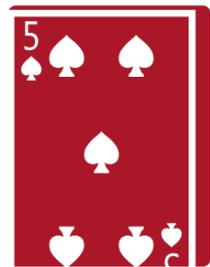
Mazzo *B*



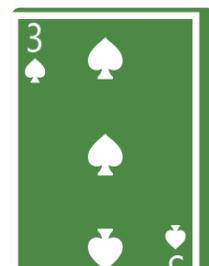
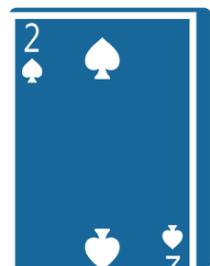
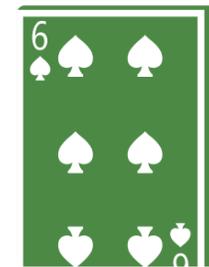
Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

Mazzo *A*



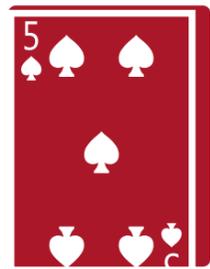
Mazzo *B*



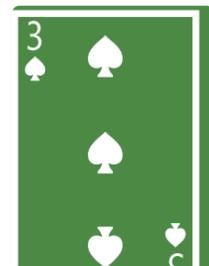
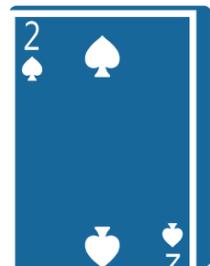
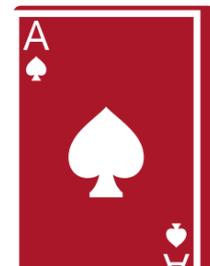
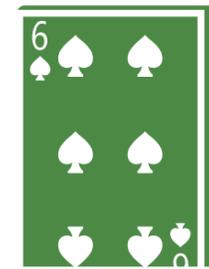
Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

Mazzo *A*



Mazzo *B*

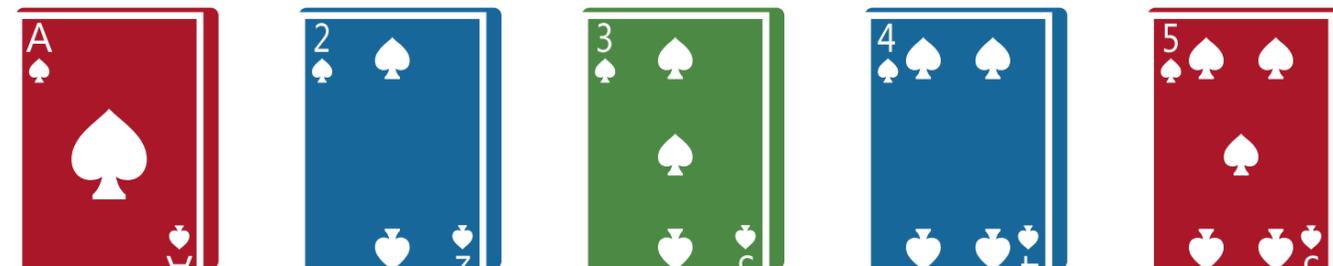
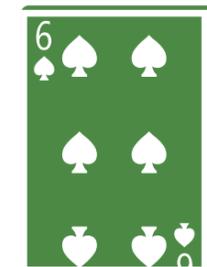


Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

Mazzo *A*

Mazzo *B*

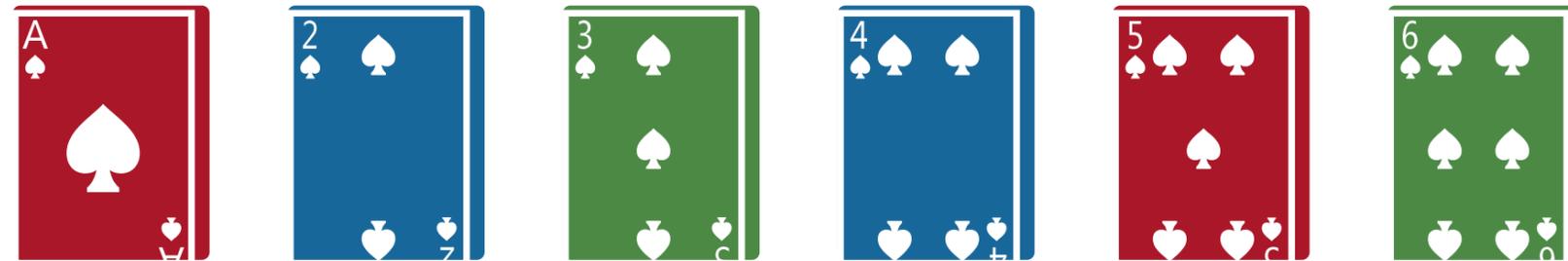


Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO - MERGE

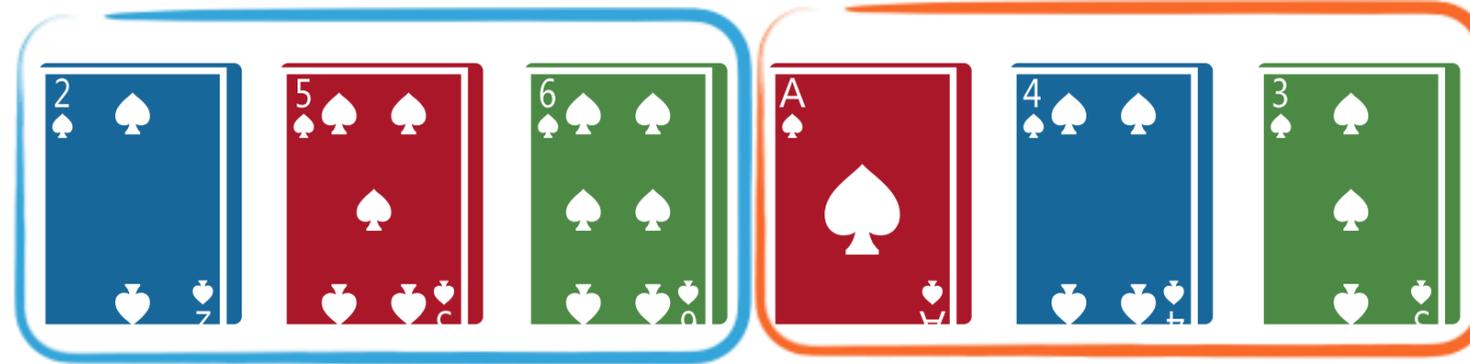
Mazzo *A*

Mazzo *B*



Mazzo unificato

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



SPEZZARE IL MAZZO

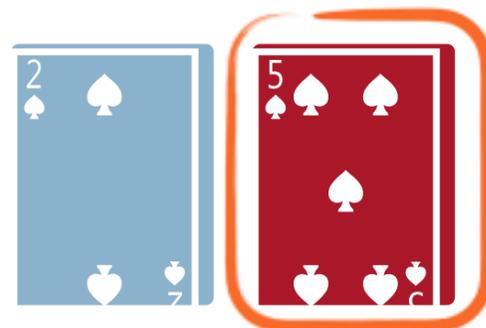
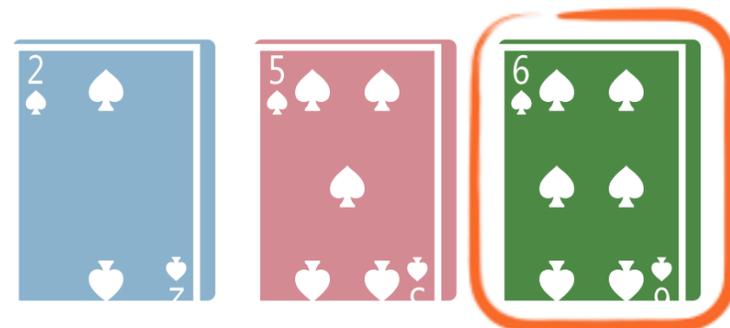
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

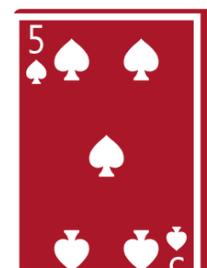
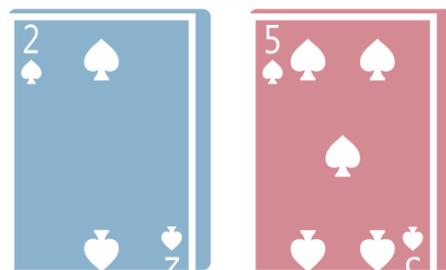


OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



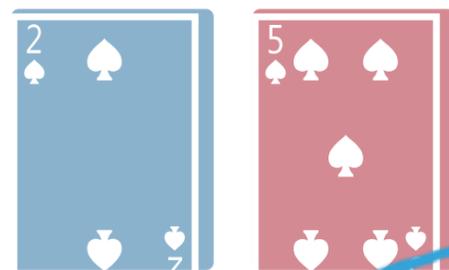
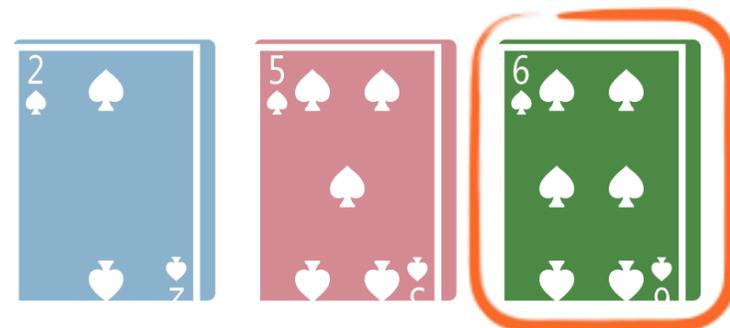
QUESTO MAZZO È COMPOSTO
DA UNA CARTA SOLA
E QUINDI È ORDINATO

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

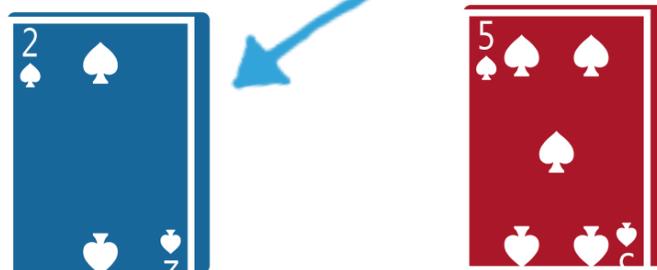


QUESTO MAZZO È COMPOSTO
DA UNA CARTA SOLA
E QUINDI È ORDINATO

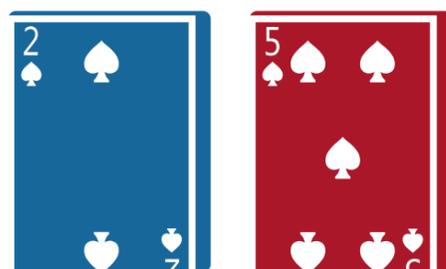
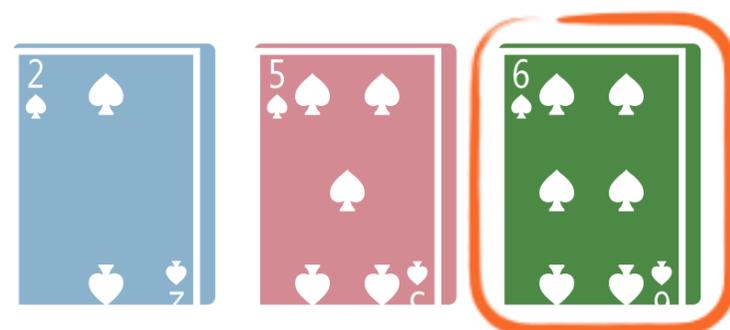
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



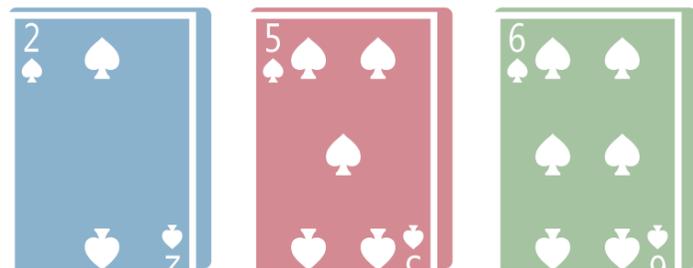
UNIFICHIAMO QUESTI DUE MAZZI
CON LA PROCEDURA DI MERGE



OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

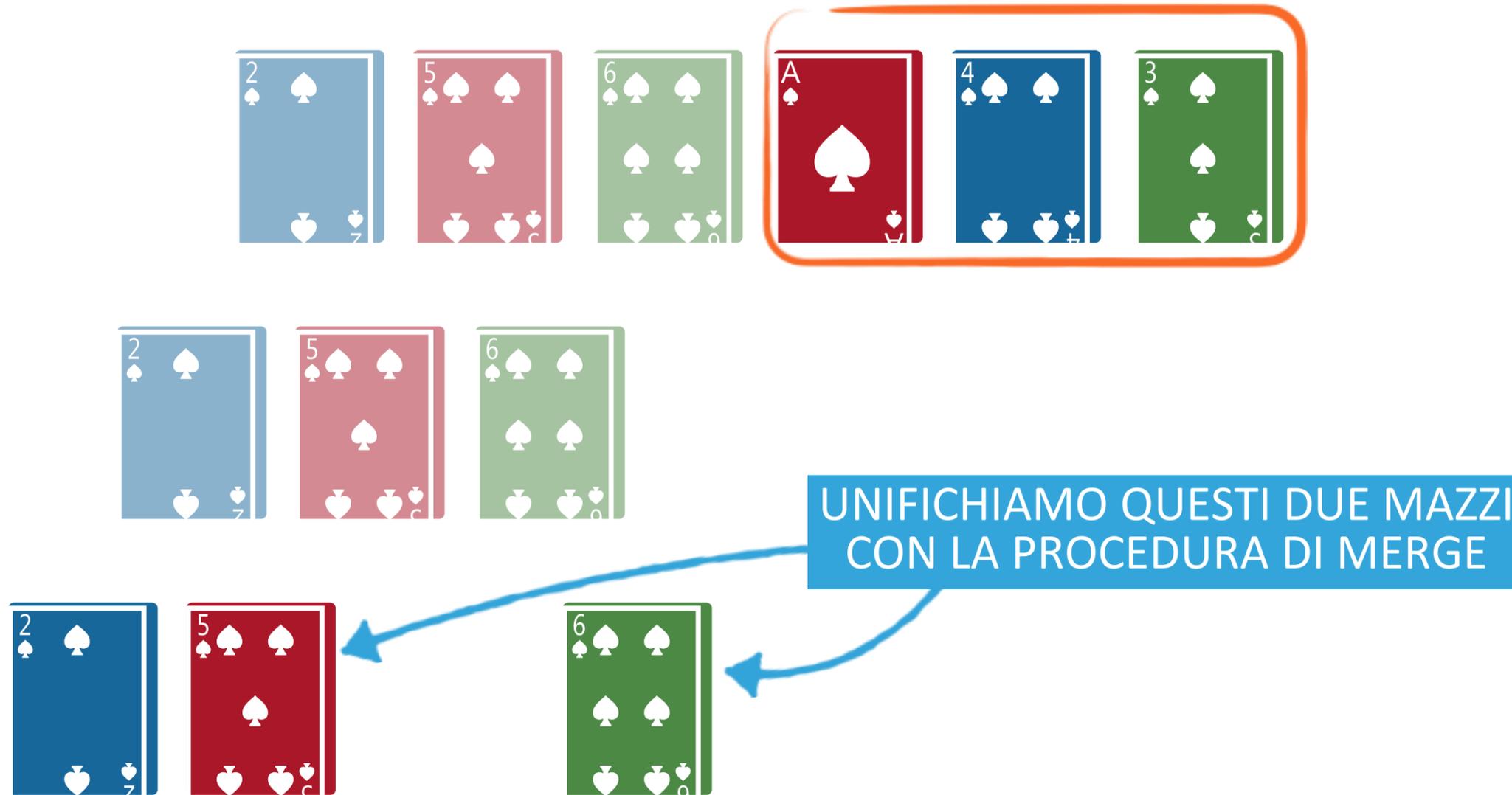


OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

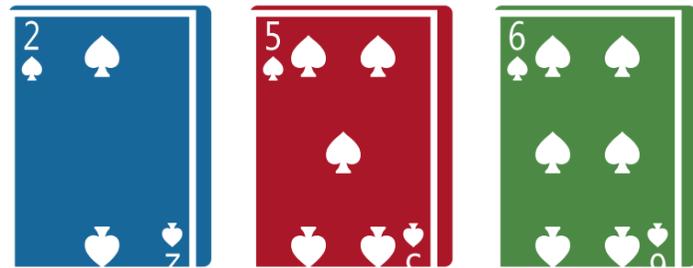


QUESTO MAZZO È COMPOSTO
DA UNA CARTA SOLA
E QUINDI È ORDINATO

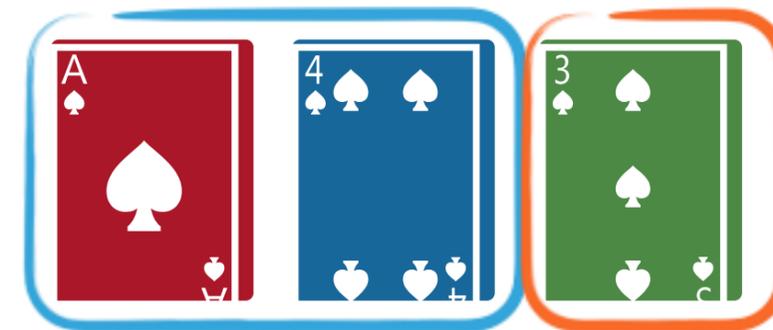
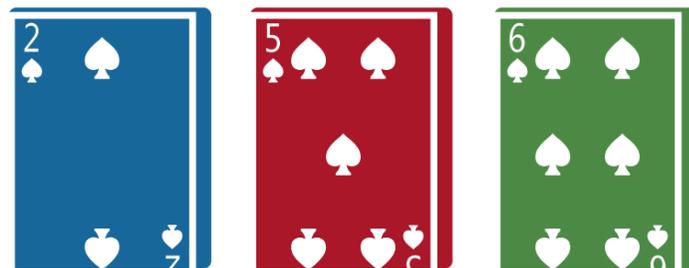
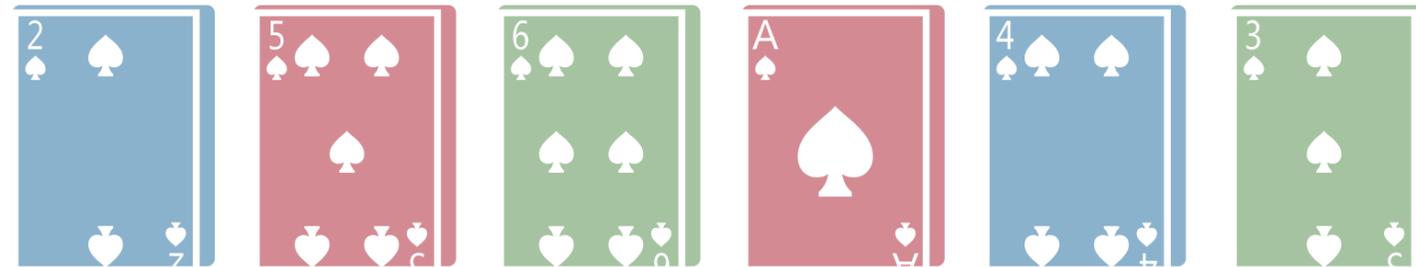
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

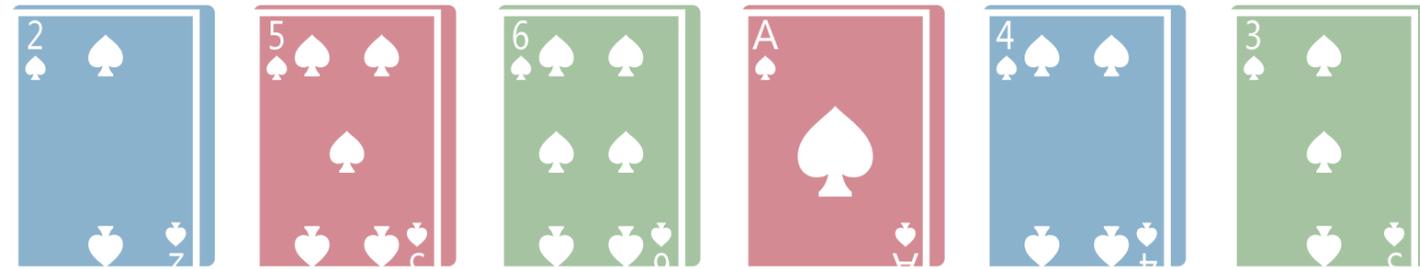


OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO

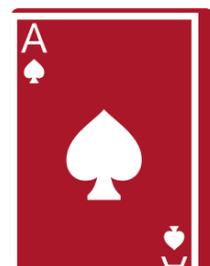
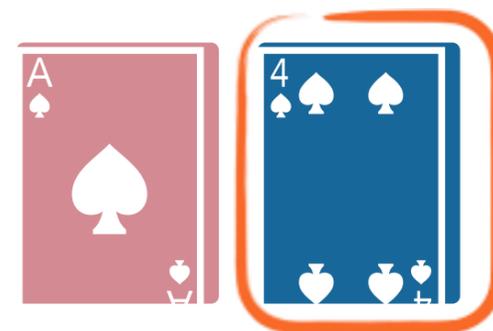
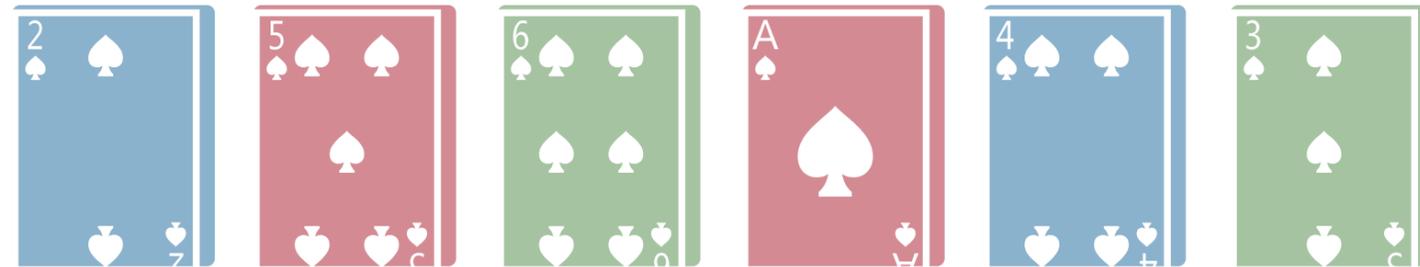


SPEZZARE IL MAZZO

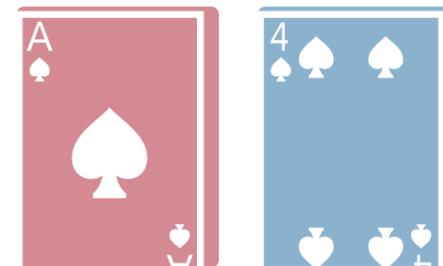
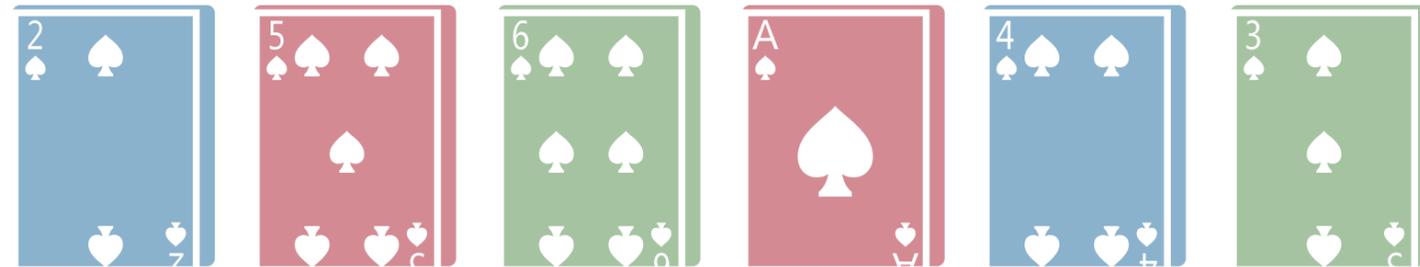
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



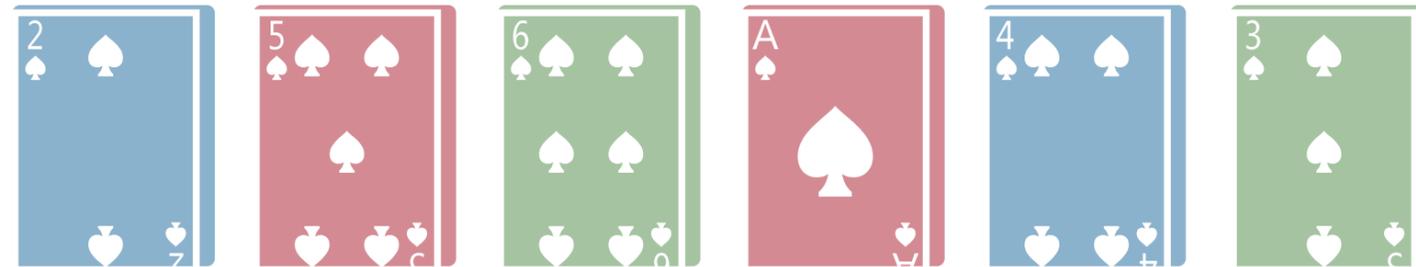
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



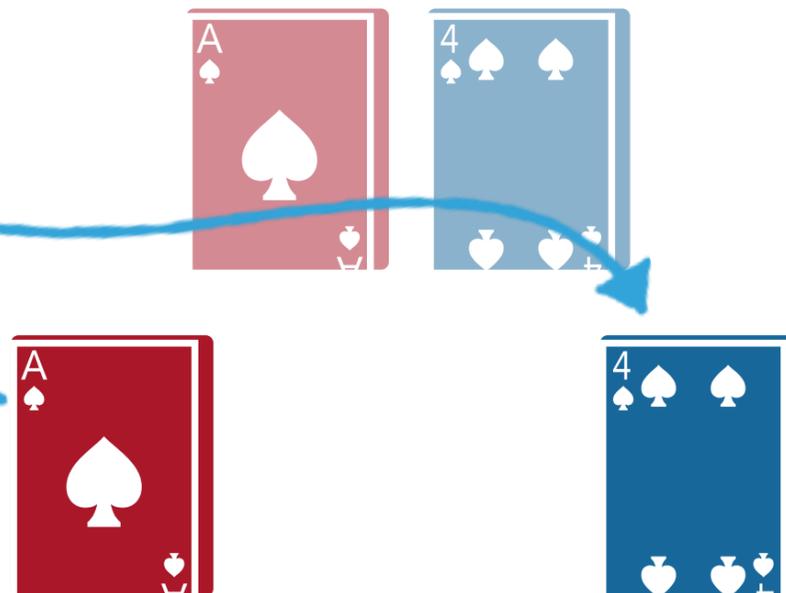
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



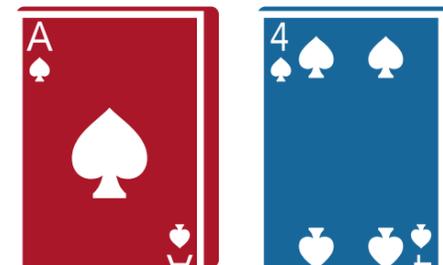
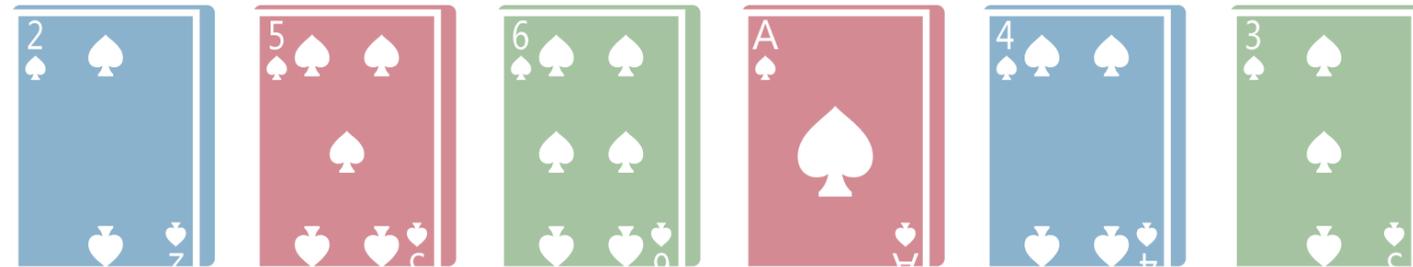
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



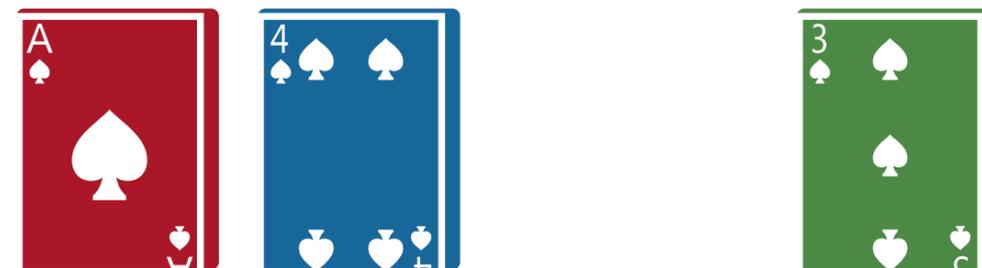
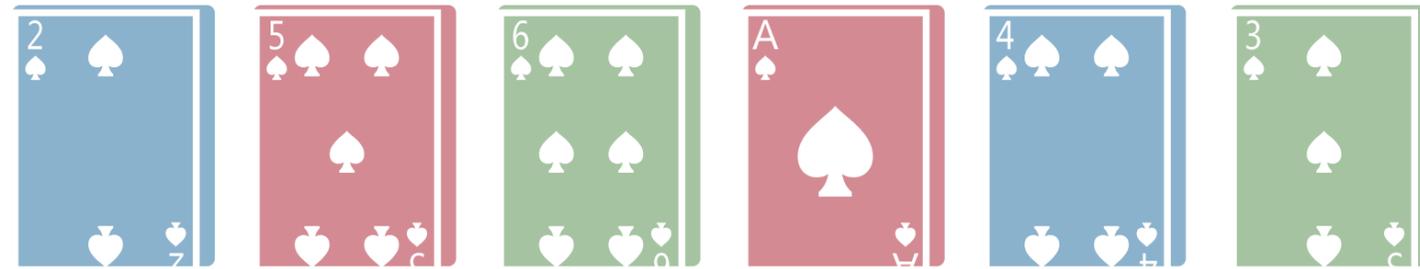
UNIFICHIAMO QUESTI DUE MAZZI
CON LA PROCEDURA DI MERGE



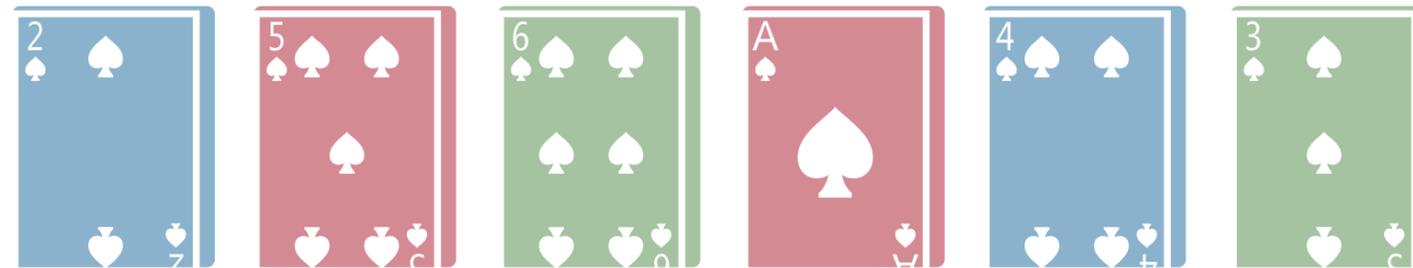
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



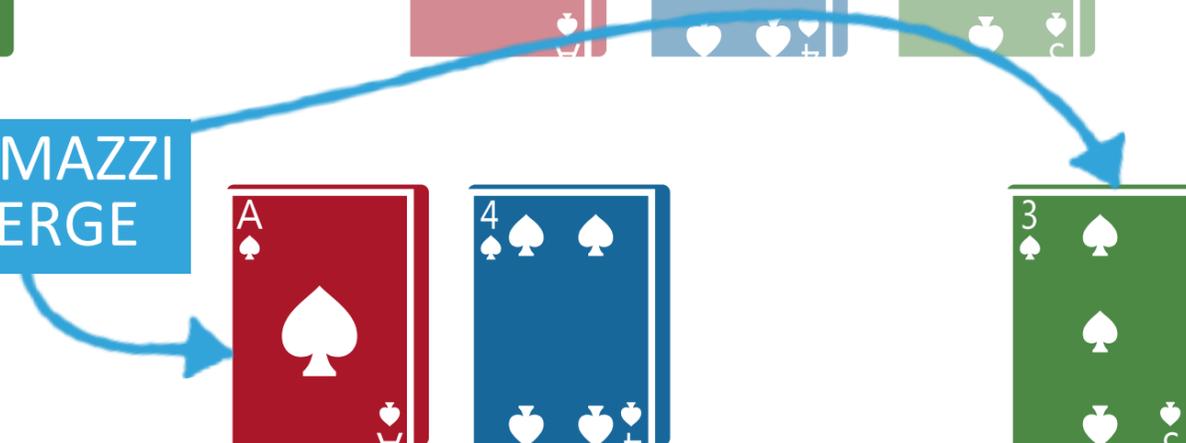
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



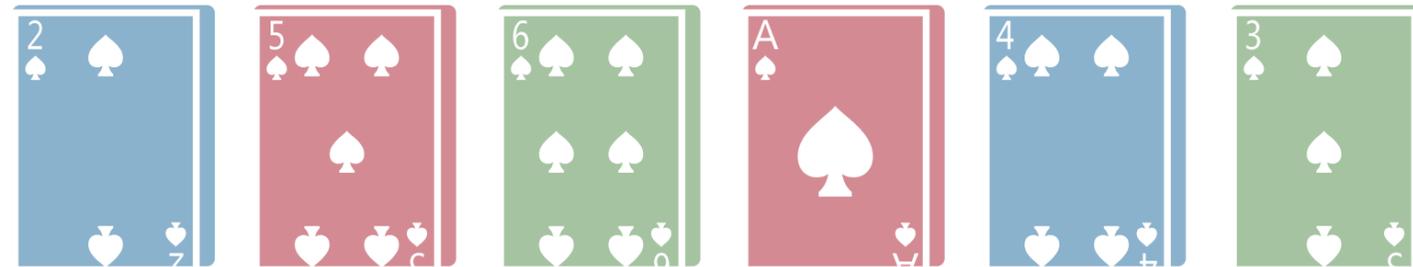
OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



UNIFICHIAMO QUESTI DUE MAZZI
CON LA PROCEDURA DI MERGE

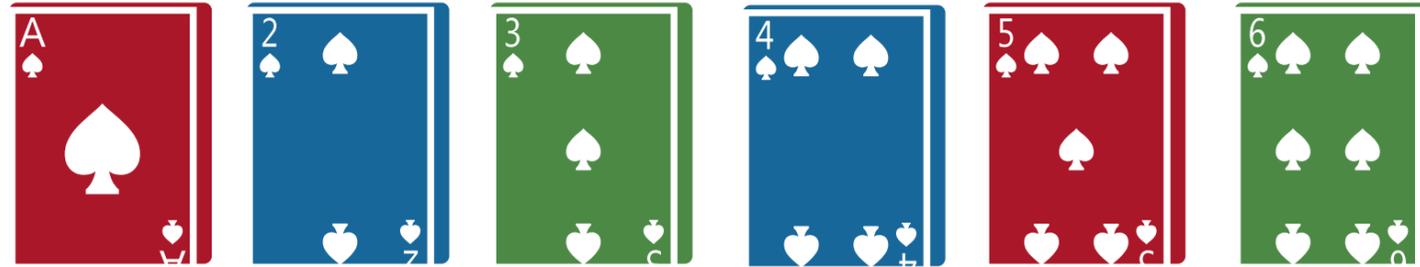


OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



UNIFICHIAMO QUESTI DUE MAZZI
CON LA PROCEDURA DI MERGE

OPZIONE 3: SPEZZARE IL MAZZO



Abbiamo ottenuto il mazzo ordinato!

Ma quale è il costo in numero di comparazioni?



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

Prossima lezione: 9 maggio, h.11:00, aula 5B