

Analisi del Disco di Festo

Ettore Scorsetti

Politecnico di Milano, DIIAR, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano (Italy)
Ph. + 39 02 2399 6501, Fax + 39 02 2399 6602, e-mail red.ettore@virgilio.it

Riassunto

Il Disco di Festo è un reperto ritrovato nell'omonima città sull'isola di Creta, sotto un muro di un palazzo minoico, durante una spedizione archeologica guidata da Luigi Pernier nel 1908 e risalente al 1700 a.C.

È un disco di terracotta non perfettamente rotondo, di dimensioni variabili tra 158 – 166 mm di diametro e 16 – 21 mm di spessore; è cosparso di simboli figurati rimasti indecifrati, impressi con stampino quando l'argilla era ancora fresca e disposti a spirale su entrambe le facce.

Molteplici e illustri studiosi si sono cimentati nel corso degli anni nella sua interpretazione, proponendo soluzioni più o meno logiche e coerenti, affascinanti o paradossali. Per questo motivo, e data l'esiguità del campione, non è possibile fare un'unica traduzione/interpretazione del contenuto del Disco, né smentire qualsiasi traduzione/interpretazione proposta, seppure di fantasia.

Entrambe le facce sono coperte di linee graffite e da caratteri impressi a stampa che determinano un'iscrizione a spirale caratterizzata da segni radunati in gruppi, separati l'uno dall'altro da un trattino che collega fra di loro i giri della spirale. Convenzionalmente abbiamo definito A e B le due facce di cui è composto: sulla faccia A sono contenuti 31 gruppi di segni per un totale di 123 segni, mentre sulla faccia B vi sono 30 gruppi di segni per un totale di 119 segni. Il numero di segni differenti leggibili sul disco è pari a 45.

Il punto di origine per la lettura del disco è indicato da una linea verticale affiancata da 5 puntini collocata nella parte più esterna sia nella faccia A che B.

Le varie "sezioni" del "testo" finiscono con l'incasellare ogni unità semantica in uno spazio fortemente delimitato che poco concede al libero dipanarsi della parola. Dall'analisi dei segni si nota che essi non appaiono assimilabili ad alcuna forma nota di scrittura, e anche la loro cifra linguistica è discutibile.

A tal fine, si è valutata la dipendenza tra i diversi caratteri di ciascuna faccia del Disco di Festo tramite la loro connessione e, dati indici molto elevati, la loro correlazione.

Abstract

The Phaistos Disk is an archaeological finding brought to light in the town of Phaistos, on the island of Crete, under the wall of a minon palace, during a scientific expedition guided by the italian archaeologist Luigi Pernier, in July 1908. Stratigraphy traces back its origin to 1700 b. C.

It is a terracotta, not perfectly round, disk, with a diameter ranging between 158 mm and 166 mm and a thickness ranging between 16 mm and 21 mm. These elements suggest that it was obtained by compression from an excellent quality potter's earth.

The Disk is strewn with undeciphered symbolic forms impressed with a stencil plate on soft clay, forming spirals on both faces.

Many famous scholars undertook its interpretation in the course of years, proposing more or less logical and coherent, but fascinating and paradoxical, solutions. For this reason - and because of the exiguosness of the piece - no unique translation of its content is possible, nor can any proposed, even fanciful, translation be excluded.

We conventionally defined A and B the two faces of the Disk. Face A contains 31 groups of signs, for a total of 123 signs; face B contains, in its turn, 30 groups of signs, for a total of 119 signs.

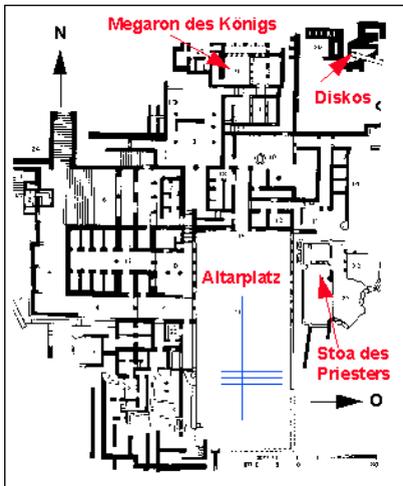
The number of legible signs on the Disk amounts to 45.

The starting point for its reading is shown by a line bordered by 5 small points on the most external part both of face A and B.

The different “sections” of the “text” are neatly separated and distinct, the ones from the others, by means of a system of vertical small bars which, together with the spiral line, enclose each semantic unity inside a strongly limited space restraining the spanning of each word. The analysis of characters does not allow to attribute them to any well-known writing system.

For such purpose we have valued the relation among the various characters on each face of the disk by means of their connection and, in the light of the high indexes detected, through their linear correlation.

Il ritrovamento del Disco di Festo



Il Disco di Festo è un reperto ritrovato nell'omonima città di Festo sull'isola di Creta, sotto un muro di un palazzo minoico, durante una spedizione archeologica guidata da Luigi Pernier nel mese di luglio dell'anno 1908. E' un disco di terracotta non perfettamente rotondo, di dimensioni variabili tra 158 – 166 mm di diametro e 16 – 21 mm di spessore, cosparso di simboli figurali rimasti indeciftrati, impressi con stampino quando l'argilla era ancora fresca e disposti a spirale su entrambe le facce.

La datazione stratigrafica ne attribuisce l'età al 1700 a.C. In effetti, il Disco di Festo fu trovato all'interno della cerchia delle mura del primo palazzo che si trovava ad un livello inferiore rispetto alla cinta muraria del secondo palazzo.

Il palazzo di Festo, eretto sull'orlo di una ripida collina con una superba vista sulla pianura di Messarà ad Est, e sul massiccio dell'Ida a Nord, godeva di una invidiabile

posizione. Secondo, per dimensioni, solo a quello di Cnosso, era, rispetto a questo, avvantaggiato per la sua posizione incantevole e per l'aria e il clima.

L'oggetto per le sue caratteristiche e per il luogo in cui è stato ritrovato è sempre stato considerato come un qualcosa di unico e antichissimo; inoltre gli si può attribuire una funzione importante, sacrale, strategica o legata al messaggio che contiene.

Molteplici e illustri studiosi si sono cimentati nel corso degli anni nella sua interpretazione, proponendo soluzioni più o meno logiche e coerenti, affascinanti o paradossali; e in effetti, sono quasi cent'anni che il Disco di Festo ha dato vita a un proliferare di storie e di teorie, quasi fosse un oggetto magico che le contenga davvero tutte e che, dotato di una propria anima, si diverta a raccontarne volta per volta una diversa.

Per questo motivo, e data l'esiguità del campione, non è possibile fare un'unica traduzione del contenuto del Disco, né smentire qualsiasi traduzione proposta, seppure di fantasia.

Caratteristiche del disco

Il disco di Festo non è perfettamente circolare: il suo diametro varia tra 158 e 166 mm, mentre lo spessore tra 16 e 21 mm, elementi che fanno supporre che sia stato ottenuto per compressione da un'argilla di ottima qualità.

Entrambe le facce sono coperte di linee graffite (a mano, probabilmente mediante uno stilo dalla punta dura e sottile) e di caratteri impressi a stampa quando l'argilla era ancora fresca.

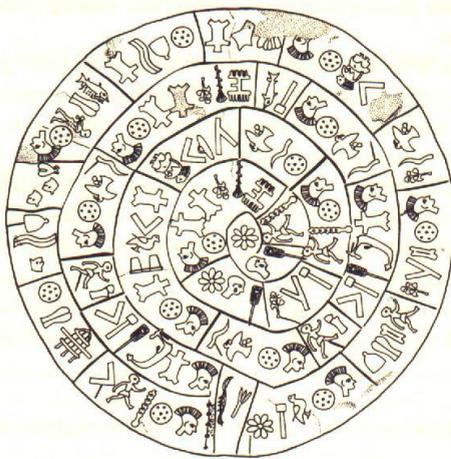
Il disco presenta un'iscrizione a spirale caratterizzata da segni radunati in gruppi, separati l'uno dall'altro da un trattino che collega fra di loro i giri della spirale.

Convenzionalmente abbiamo definito A e B le due facce di cui è composto: sulla faccia A sono contenuti 31 gruppi di segni per un totale di 123 segni, mentre sulla faccia B vi sono 30 gruppi di segni per un totale di 119 segni. Il numero di segni differenti leggibili sul disco è pari a 45.

Il punto di origine per la lettura del disco è indicato da una linea verticale affiancata da 5 puntini collocata nella parte più esterna sia nella faccia A che B.

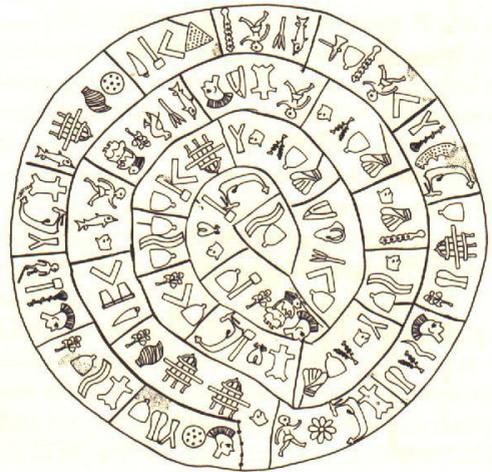
I caratteri del disco di Festo sono stati impressi con una serie di 45 punzoni e rappresentano probabilmente il primo caso nella storia di un'iscrizione realizzata con caratteri mobili, purtroppo andati persi.

Faccia A



Rappresentazione grafica della faccia A.

Faccia B



Rappresentazione grafica della faccia B.

La decifrazione

Il Disco di Festo, già sotto questo profilo, presenta una sua singolarità. Le varie "sezioni" del "testo" sono nettamente distinte e separate le une dalle altre, con un sistema di barrette verticali che, unite alla linea della spirale, finiscono con l'incassare ogni unità semantica in uno spazio fortemente delimitato che poco concede al libero dipanarsi della parola. Dall'analisi dei segni si nota che essi (123 sul lato A, e 119 sul lato B) non appaiono assimilabili ad alcuna forma nota di scrittura, ed anche la loro cifra linguistica è discutibile. Vediamo di capirne il perché.

Chi ha sostenuto la tesi che si tratti di scrittura ha dovuto affermare, a cominciare da Ventris e Chadwick nel loro *Documents in Mycenaean Greek*, che trattasi verosimilmente di una scrittura di tipo egeo, e comunque sillabica.

D'altra parte finora nessuno ha messo in dubbio che si tratti di una forma di scrittura, ma nonostante ciò nessuno è riuscito a "decifrare" l'oscuro messaggio che ci viene da un tempo tanto remoto né, peraltro, a riconoscere il registro di una tale forma di comunicazione.

Non sappiamo che valenza abbiano i segni, se acrofonica o d'altro tipo, né sappiamo se trattasi di lingua affine al ceppo ie.; ma un'analisi linguistica può anche prescindere da codesti elementi. Si nota che solo un paio di "parole" su entrambi i lati del disco finiscono con il medesimo segno, e questo denota che se si tratta di lingua non è del tipo flessivo.

Questa caratteristica appare quanto meno strana in quell'area geo-linguistica che va dai Balcani ai limiti delle regioni microasiatiche.

Inoltre anche altri elementi ci fanno dubitare che si tratti di un linguaggio. Si potrebbe ipotizzare un linguaggio di tipo sillabico, ma diverse sezioni presentano una serie di 6 o addirittura 7 segni, il che indicherebbe la presenza di parole eccessivamente lunghe.

E' bene sottolineare che dall'analisi interna dei segni per ogni sezione appare strano, ad esempio, che il segno del "guerriero con elmo" appaia soltanto all'inizio di ogni sequenza in entrambi i lati del disco; che esistano serie di due segni ripetuti ma mai all'inizio della sequenza e che esistano varianti di "posizione" di taluni segni, posti ruotati talvolta di 45° o di altri che sono stati sfasati senza, perciò, indicare una atipica loro specificità.

Insomma, la singolarità della cifra semantica delle varie sequenze del Disco di Festo impedisce agli studiosi di credere che si tratti di linguaggio.

In sintesi, il fatto che ogni "parola", ovvero ogni sequenza, presenti un impianto strutturale e morfologico sempre diverso, nel quale si individuano ben 33 "suffissi" diversi (23 A / 10 B), in un "testo" tutto sommato così breve, rafforza l'ipotesi che non si tratta di scrittura.

Proprio per questo si sono sviluppate altre ipotesi interpretative, tra cui quella iniziale secondo la quale il Disco di Festo altro non è che un "normalissimo" calendario-diario ad uso e consumo, forse, dei giovani (o della gente in genere) di quel tempo; per cui altro dev'essere il codice di lettura del reperto per poterne valutare esattamente lo spessore.

Quello che colpisce è il numero delle sezioni in cui è divisa ogni faccia del disco: 31 sul lato A, e 30 sul lato B. E' una singolarità troppo evidente per essere trascurata, né può trattarsi di semplice coincidenza. Qui, la circolarità dell'oggetto è in relazione al circolo solare ed al suo moto durante l'anno e appare configurare l'immagine del cielo e quindi il computo del tempo in relazione agli eventi astrali o stagionali.

Questo si legge, si intuisce, immediatamente al primo approccio; quindi, analizzando il "testo", inizia a prendere forma la consapevolezza che il cerchio voglia esprimere, rappresentare in maniera immediata e simbolica, conoscenze geo-matematiche che attengono alla figura.

Si tratta, fra l'altro, di un oggetto didattico, come tanti altri in uso in antichità; come le anforette etrusche che recano graffito l'alfabeto, quelle di Graviscae, di Formello, di Viterbo, e di Cerveteri. All'inizio si pensò erroneamente che il mese potesse essere suddiviso per "settimane". Considerando che potevano essere, ad esempio, di 31 giorni i mesi estivi e di 30 quelli invernali, era intuitivo domandarsi se c'era un numero distintivo di quella cultura per il quale il mese potesse essere suddiviso. Ponendo, difatti, il 5, le serie che si formano sono.

19, 20, 19, 23, 19, 19, 3

20, 19, 19, 19, 19, 21.

Il 19, come insieme di attività da compiere per "settimana", ritorna con una certa frequenza. Ma una suddivisione del mese in periodi, per quel tempo, non è assolutamente ipotizzabile.

Ma v'è un'altra analisi che appare ancor più sconvolgente. Se si assume come "diagonale" del disco il raggio, la sezione, che individua il cerchio presso il punto d'inizio del "testo", si vede chiaramente che per ogni "spira" v'è (per ambo i lati) una sola serie che appare, multipla del 3.

12, 9, 6, 3, 1 (lato A)

12, 9, 6, 3 (lato B).

Il che è ancora più straordinario, in quanto dimostra che a quel tempo il calcolo (sia pure in un sistema a base dieci) era già basato sul 3 e sui suoi multipli. L'immagine esplosa delle due facce appena vista lo indica chiaramente. Per cui anche l'anno doveva essere, anzi già era di dodici mesi.

Difatti:

6 mesi di 31 gg. = 186 gg.

6 mesi di 30 gg. = 180 gg.

totale 366 gg.

Per quanto riguarda i segni, tutte e due le facce iniziano con la stessa immagine, quella del guerriero

con l'elmo  : segno che l'attività guerresca era primaria e fondamentale per la comunità. Altre attività appaiono chiaramente identificabili, come quella dell'esercitarsi con

l'arco , quella di saper andar per mare  | , di costruire elmi o

corazze , di dedicarsi poi alla concia delle pelli , del saper usare la raspa, il

trapano  e l'ascia , o di dedicarsi all'agricoltura, o addirittura di fare musica  .

Altri segni sono meno facilmente identificabili, e dalla capacità che si avrà di poterli riconoscere dipenderà la possibilità di poter tracciare un quadro delle abitudini e della cultura di tale popolo, il quale fu anche pescatore, curò le attività ginniche, fu dedito alla pastorizia, introdusse la coltura del fico e stabilì probabilmente rapporti particolari con l'altro sesso, infatti la figurina di donna deve pur avere un suo particolare significato, anche se ancora esso non ci appare chiaro. Così come non sono chiari altri segni, la cui valenza e cifra devono essere riconosciute.

Altri segni, poi, sembrano richiamarci ad alcuni elementi che troviamo nella scrittura Lineare B, di cui il Disco di Festo deve essere coevo; perché, se la scrittura Lineare B è testimoniata in tavolette stilate intorno al XVI sec. a.C., essa è così bene e compiutamente strutturata che la sua formazione deve risalire per forza di cose a secoli precedenti, per cui il disco in questione, in questo caso, altro non fa che testimoniare la presenza di elementi pittografici che, nel linguaggio, assumono intanto la valenza di fonogrammi.

Questi sono il cerchio puntato  e l'ascia bipenne  che nel miceneo appare nettamente stilizzata  nel segno che anticipa il moderno fonema T.

Nonostante ciò che è stato detto fino ad ora, in questo lavoro è stata presa in considerazione l'ipotesi che i simboli presenti nelle due facce siano lettere e che ciascun gruppo sia una parola; facendo uso di note specifiche di matematica discreta, si è quindi sviluppata un'analisi statistica sulle sequenze dei caratteri contenuti.

Il lavoro presentato nel seguito è stato così strutturato: si è innanzitutto sviluppato uno studio di tipo prettamente statistico dei dati forniti, partendo dalla statistica descrittiva generale, affrontando l'analisi della variabile statistica semplice e successivamente di quella doppia.

Sono stati costruiti, di volta in volta, grafici sulle frequenze dei simboli sia dal punto di vista globale che considerando le due facce prese singolarmente.

Si è valutata la dipendenza tra i diversi caratteri di ciascuna faccia del Disco di Festo – ognuna analizzata prima dall'interno verso l'esterno e poi viceversa – tramite il coefficiente di Bonferroni e un'analisi di correlazione lineare attraverso un apposito programma, che ci ha permesso di disegnare le rette di regressione dei dati.

Abbiamo poi proseguito con i test di buon adattamento sugli indici statistici provenienti da quest'ultima analisi, test di indipendenza classici e di Kolmogorov-Smirnov, test di Pearson per la normalità, test chi quadro sulla varianza, test t su ciascun parametro delle rette e test sul coefficiente di correlazione.

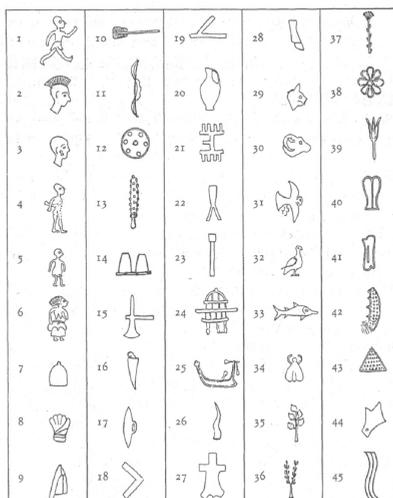
Lo studio dei grafi per la visualizzazione delle successioni tra sillabe, la Cluster Analysis per la visualizzazione delle frequenze tematiche nelle due facce e in conclusione lo studio dei piani 2^f.

STATISTICA DESCRITTIVA DEI SIMBOLI DEL DISCO DI FESTO

Il trattamento dei dati relativi al Disco di Festo

Il Disco di Festo presenta sulla faccia A 31 gruppi di segni, per un totale di 122 segni, e sulla faccia B 30 gruppi di segni per un totale di 119 segni (tabella 1). Il numero di segni differenti e leggibili sul Disco è pari a 45.

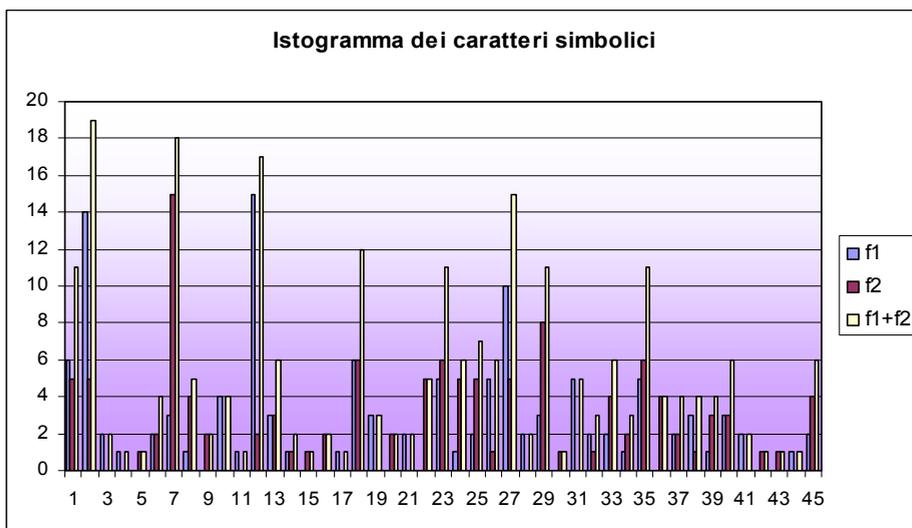
Per poter effettuare la nostra analisi, si sono infatti numerati i simboli dall'1 al 45 come indicato in Figura 4 e sulla base di questi, si sono costruiti tutti i principali indici statistici, nonché le varie distribuzioni di frequenze assolute.



I 45 simboli raffigurati sul Disco di Festo secondo la numerazione di riferimento utilizzata nel presente lavoro.

Caratteri	Presenze Faccia A	Presenze Faccia B	Presenze Faccia A+B
1	6	5	11
2	14	5	19
3	2	0	2
4	1	0	1
5	0	1	1
6	2	2	4
7	3	15	18
8	1	4	5
9	0	2	2
10	4	0	4
11	1	0	1
12	15	2	17
13	3	3	6
14	1	1	2
15	0	1	1
16	0	2	2
17	1	0	1
18	6	6	12
19	3	0	3
20	0	2	2
21	2	0	2
22	0	5	5
23	5	6	11
24	1	5	6
25	2	5	7
26	5	1	6
27	10	5	15
28	2	0	2
29	3	3	8
30	0	1	1
31	5	0	5
32	2	1	3
33	2	4	6
34	1	2	3
35	5	6	11
36	0	4	4
37	2	2	4
38	3	1	4
39	1	3	4
40	3	3	6
41	2	0	2
42	0	1	1
43	0	1	1
44	1	0	1
45	2	4	6
totale	122	119	241

Frequenze assolute dei simboli sulle due facce.



Istogramma delle frequenze assolute dei simboli su ciascuna faccia separatamente e complessivamente.

Per dare un aspetto più regolare all'istogramma sopra riportato sono stati riordinati i dati, attribuendo il valore 1 al carattere che compare con la frequenza maggiore e valori crescenti al diminuire delle presenze (come evidenziato in tabella), in seguito, sono stati realizzati i corrispondenti istogrammi.

Studio della variabile statistica semplice

Per le variabili a una dimensione (rappresentabili con diagrammi di frequenza o istogrammi, come pure con istogrammi cumulati o cumulogrammi), le principali statistiche rispondono alla quantizzazione delle idee di:

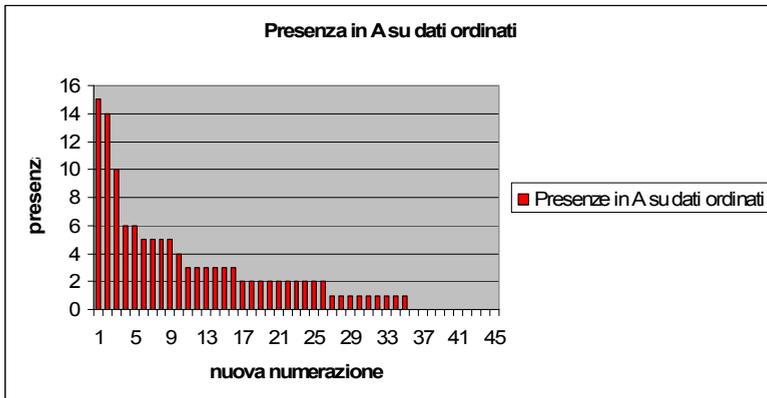
- centro, ovvero la determinazione, attraverso opportune procedure, di moda e mediana e, attraverso algoritmi, della media (aritmetica, geometrica, armonica, ponderata, potata, ecc.);
- dispersione, descrivibile ricorrendo al calcolo di ampiezza, mav e varianza;
- forma, ovvero al calcolo dell'indice di simmetria e della curtosi (comportamento delle code).

Per poterci riferire ad una distribuzione approssimabile ad una normale, abbiamo proceduto allo sdoppiamento dei dati, ovvero abbiamo alternativamente attribuito valori negativi ai dati presenti, in modo da ottenere i seguenti istogrammi a campana; abbiamo poi calcolato le principali statistiche relative alle due facce del Disco.

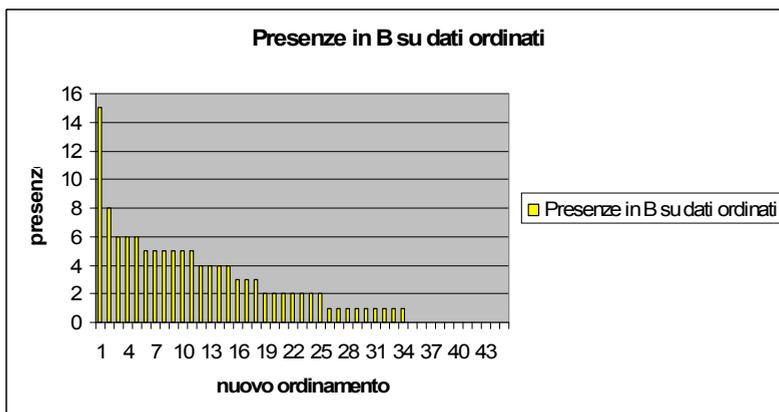
Sono stati quindi valutati alcuni indici di posizione (media, mediana, moda), di dispersione (varianza, m.a.v. e M.A.V.) e di forma (asimmetria e curtosi) relativamente ai dati precedentemente riordinati (i risultati sono riportati nella tabella).

simbolo A	nuovo ordinamento	simbolo B	nuovo ordinamento	simbolo totale	nuovo ordinamento
12	1	1	1	2	1
2	2	2	2	7	2
27	3	18	3	12	3
1	4	28	4	27	4
18	5	35	5	19	5
28	6	1	6	1	6
26	7	2	7	28	7
31	8	22	8	28	8
35	9	24	9	35	9
10	10	25	10	25	10
7	11	27	11	19	11
13	12	8	12	24	12
19	13	38	13	26	13
28	14	35	14	31	14
38	15	45	15	41	15
40	16	18	16	45	16
3	17	38	17	8	17
5	18	40	18	18	18
21	19	5	19	26	19
25	20	9	20	6	20
28	21	12	21	10	21
32	22	15	22	38	22
38	23	40	23	32	23
37	24	34	24	38	24
41	25	37	25	38	25
45	26	5	26	18	26
4	27	14	27	32	27
8	28	15	28	34	28
11	29	25	29	3	29
14	30	30	30	9	30
17	31	32	31	14	31
24	32	38	32	18	32
34	33	42	33	20	33
38	34	48	34	21	34
44	35	3	35	28	35
5	36	4	36	41	36
9	37	10	37	4	37
15	38	11	38	5	38
18	39	17	39	11	39
20	40	19	40	15	40
22	41	21	41	17	41
30	42	28	42	31	42
36	43	31	43	42	43
42	44	41	44	43	44
43	45	44	45	44	45

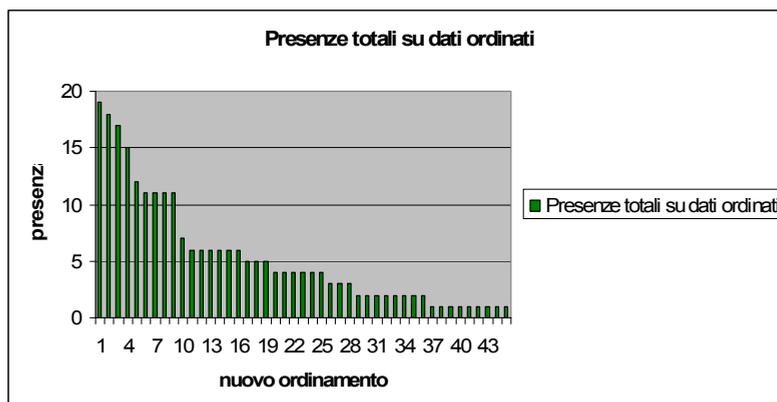
Corrispondenze tra i simboli e il nuovo ordinamento.



Frequenze del nuovo ordinamento per la faccia A



Frequenze del nuovo ordinamento per la faccia B



Frequenze del nuovo ordinamento considerando entrambe le facce del disco

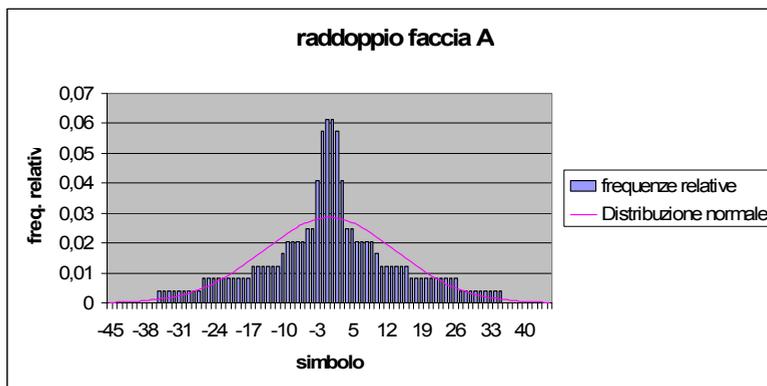
INDICI DI POSIZIONE	Faccia A	Faccia B	Disco totale
Media	10,40	10,97	12,67
Mediana	7,50	9,00	9,00
Moda	1,00	1,00	1,00
1° quartile	3,00	4,00	4,00
3° quartile	16,00	16,00	19,00
INDICI DI DISPERSIONE			
Varianza	84,37	74,80	115,87
s.q.m.	9,19	8,65	10,76
M.A.V.	7,25	6,94	8,39
m.a.v.	5,50	6,00	6,00
INDICI DI FORMA			
Asimmetria	0,92	0,79	1,01
Curtosi	2,81	2,74	3,19

Indici statistici ottenuti a partire dalle distribuzioni delle frequenze dei dati del nuovo ordinamento.

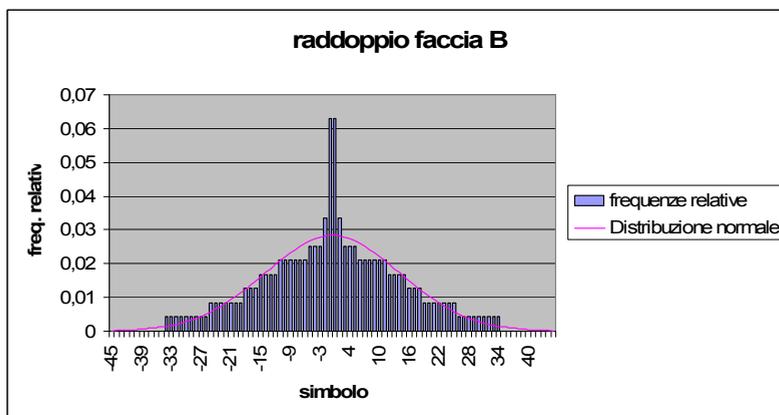
Dai dati riportati in tabella 3, sono state formulate alcune considerazioni: la curtosi fornisce un'informazione sull'allontanamento dalla normalità distributiva, quindi, per quanto riguarda i valori relativi alle facce A e B risulta, benchè vicini al valore di 3, ancora platicurtica, cioè risulta più "piatta" di una normale, mentre, considerando il disco nel suo complesso, risulta leptocurtica, cioè più "appuntita" di una normale.

In statistica una distribuzione, una funzione di probabilità, una funzione di densità o comunque una variabile casuale si dicono simmetriche quando esiste un valore X_m (che coincide con la media aritmetica ovvero con il valore atteso) per il quale a tutti i valori minori X_a (con $X_a = X_m - \Delta$, $\Delta > 0$) corrisponde una frequenza o funzione di probabilità o funzione di densità identica a quella che corrisponde al valore $X_b = X_m + \Delta$. Il risultato ottenuto per le distribuzioni delle facce A, B e del disco nel complesso è positivo, quindi con coda a destra: ciò era intuibile anche osservando gli istogrammi riportati nelle figure.

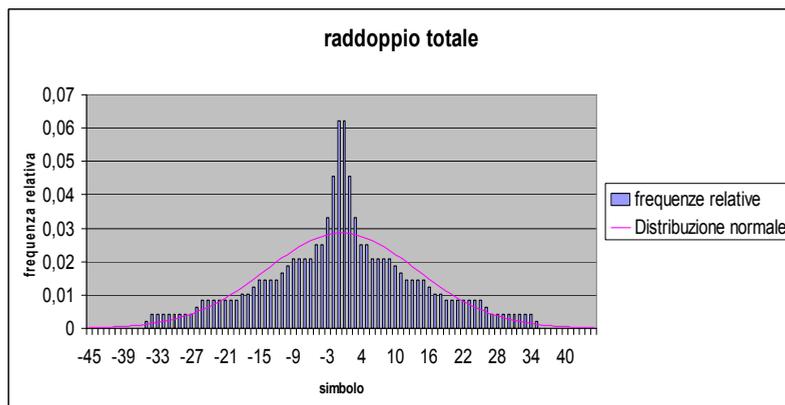
Ribaltando il grafico delle frequenze riportate nelle figure rispetto all'asse delle ordinate, ossia generando una distribuzione speculare rispetto all'asse delle ordinate, si ottiene un andamento simmetrico degli istogrammi e, quindi, è lecito considerare il grafico ottenuto come una discretizzazione della distribuzione normale.



Distribuzione delle frequenze della faccia A dopo il ribaltamento rispetto all'asse delle ordinate.



Distribuzione delle frequenze della faccia B dopo il ribaltamento rispetto all'asse delle ordinate.



Distribuzione delle frequenze totale dopo il ribaltamento rispetto all'asse delle ordinate.

Sono stati infine valutati gli indici di posizione, dispersione e forma anche per la distribuzione di dati raddoppiata, come riassunto in tabella.

INDICI DI POSIZIONE	Faccia A	Faccia B	Disco totale
1° quartile	-7,25	-9	-8
3° quartile	7,25	9	8
INDICI DI DISPERSIONE			
Varianza	192,67	195,25	193,54
M.A.V.	10,40	10,97	10,68
m.a.v.	7,50	9,00	8,00
s.q.m.	13,88	13,97	13,91
INDICI DI FORMA			
Asimmetria	0	0	0
Curtosi	3,13	2,77	2,96

Indici statistici ottenuti a partire dalle distribuzioni delle frequenze dopo il raddoppio dei dati.

Dopo il raddoppio della distribuzione, i valori di m.a.v. e M.A.V. risultano ancora vicini a quelli riportati nella precedente tabella: ciò per definizione stessa dei due indici, ossia rispettivamente di deviazione mediana dei moduli rispetto alla mediana e di deviazione media assoluta dalla mediana. I valori di varianza, e quindi di s.q.m., risultano superiori a quelli precedenti, poiché raddoppiando la distribuzione aumenta la sua dispersione. I valori di asimmetria riportati in tabella risultano pressoché nulli poiché, raddoppiando la distribuzione, si è ottenuta una distribuzione esattamente simmetrica. Infine, per quanto riguarda la curtosi, benché si avvicini in tutti e tre i casi al valore 3 e, quindi, alla normalità, la faccia A risulta leptocurtica, la B e il disco nel complesso platicurtici.

La posizione dei simboli nei segmenti

Per questo tipo di studio, si sono numerati i segmenti di ogni faccia del Disco dall'interno verso l'esterno. Nella faccia A sono presenti 31 segmenti, indicati con A1, A2...A31, mentre sulla faccia B si possono contare 30 segmenti, denominati B1,B2...B30. La lunghezza dei segmenti varia sia fra le due facce che all'interno di ognuna di esse. Sul segmento A si possono osservare segmenti formati da un minimo di 2 simboli ad un massimo di 7, mentre il lato B presenta sequenze lunghe da 2 a 5 caratteri. L'analisi consiste nel trovare se su ogni faccia sono ripetute sequenze di simboli. La numerazione dei caratteri è sempre quella fornita inizialmente. Dall'osservazione diretta si è evidenziato quanto segue:

A1-A4 segmenti identici formati dalla sequenza 38-3-10

A6-A31 segmenti identici formati dalla sequenza 1-13-12-2

A11-A17 segmenti identici formati dalla sequenza 1-28

A3-A15 segmenti identici formati dalla sequenza 21-37-35-27-12-2

A9-A24 segmenti identici formati dalla sequenza 2-12-28 (il segmento A9 ha in comune con A3 e A15 la sequenza 27-12-2)

A12-A18 segmenti identici formati dalla sequenza 18-23-10-25-27-2

A10-A13-A6 segmenti identici formati dalla sequenza 26-31-12-2

A7 segmento che ha in comune con A10, A13, e A16 i simboli 12, 26 e 31.

Inoltre sono presenti molte altre ripetizioni di sequenze formate da due simboli.

Dalla faccia B si vince invece:

B1-B7-B11-B29 segmenti in cui si ripete la sequenza 7-45

B2-B9 segmenti in cui si ripete la sequenza 25-23-34

B5-B10-B13 segmenti in cui si ripete la sequenza 8-7-36-29 (i segmenti B5-B10 sono uguali)

Anche in questo lato del disco si notano ripetizioni di sequenze di due simboli.

Confrontando le due facce del disco tuttavia non si riscontrano particolari sequenze ripetute in entrambi i lati, ad esclusione della coppia A29-B11. Questa differenza supporta quindi l'idea che le due facce del disco si riferiscano a periodi diversi (cioè le stagioni), in cui probabilmente si svolgevano attività del tutto differenti.

Analisi di dipendenza della variabile doppia

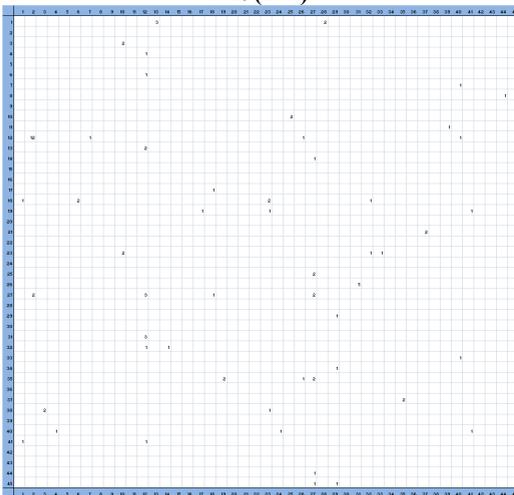
Lo studio della variabile statistica doppia è stato condotto a partire dalla realizzazione di matrici 45 x 45 contenenti all'interno di ogni cella la frequenza assoluta con cui una determinata successione di simboli si ripete all'interno della medesima faccia del disco.

Si è scelto di individuare dapprima la frequenza con cui due simboli adiacenti si ripresentano (indicando con $k+1$ tale analisi); successivamente sono state realizzate analoghe matrici considerando il passo tra le sillabe pari a $k+2$. Dal momento che, come precedentemente illustrato, i simboli riportati sul disco sono suddivisi in gruppi mediante linee verticali, si è scelto dapprima di individuare la ricorrenza delle sole sillabe all'interno della medesima "parola" (non considerando quindi i simboli adiacenti appartenenti a segmenti differenti) e, in una seconda fase, di rilevare tale ricorrenza per le sole sillabe iniziali di parola.

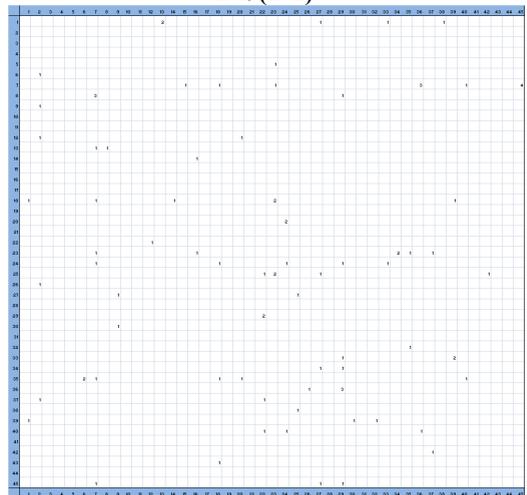
Inoltre dal momento che il "discorso" presente sul disco è strutturato secondo una spirale, queste elaborazioni sono state sviluppate, sia per la faccia A che B, leggendo le combinazioni dei simboli sia dall'esterno del disco verso l'interno, che viceversa.

Si riportano tutte le matrici realizzate della variabile doppia relative ai passi $k+1$ e $k+2$ (successione di 2 e 3 simboli). Si sarebbero potute realizzare analoghe matrici considerando i passi tra le sillabe pari a $k+3$, $k+4$, $k+5$, $k+6$ (in quanto le "parole" sono costituite da un minimo di 2 a un massimo di 7 simboli) ma queste ultime sono state tralasciate per scarsità di ricorrenze rendendole poco rappresentative. A maggior ragione ha poco senso e significato un'analisi delle ricorrenze tra le "parole" (in tutto rispettivamente 31 e 30 per le facce A e B). Infatti uno studio della variabile doppia richiede quantomeno un centinaio di dati ed evidentemente un terzo di questi non costituisce un campione capace di fornire stime consistenti.

Lato A
interno → esterno t tutte le parole ($k+1$)
A it ($k+1$)



Lato B
interno → esterno t tutte le parole ($k+1$)
B it ($k+1$)



Connessione e regressione: indici di Bonferroni e Pearson

Per individuare l'eventuale presenza di una connessione all'interno della variabile doppia sono stati calcolati gli indici di Bonferroni e di Pearson (unilaterali e bilaterali).

Gli indici di Bonferroni ottenuti sono i seguenti:

	β_x	β_y	β_0	β_1
A et (k+1)	0.931	0.924	0.928	0.928
A et (k+2)	0.894	0.819	0.856	0.855
A it (k+1)	0.924	0.931	0.928	0.928
A it (k+2)	0.815	0.888	0.851	0.850
A e1 (k+1)	0.989	0.931	0.960	0.959
A e1 (k+2)	0.978	0.719	0.839	0.829
A i1 (k+1)	0.968	0.944	0.956	0.956
A i1 (k+2)	0.905	0.908	0.906	0.906
B et (k+1)	0.888	0.892	0.890	0.890
B et (k+2)	0.863	0.868	0.866	0.866
B it (k+1)	0.892	0.888	0.890	0.890
B it (k+2)	0.868	0.863	0.866	0.866
B e1 (k+1)	0.897	0.836	0.866	0.865
B e1 (k+2)	0.847	0.798	0.822	0.822
B i1 (k+1)	0.885	0.867	0.876	0.876
B i1 (k+2)	0.941	0.909	0.925	0.925

Gli indici di Pearson ottenuti sono i seguenti:

	η_x^2	η_y^2	η^2
A et (k+1)	0.640	0.650	0.645
A et (k+2)	0.175	0.772	0.508
A it (k+1)	0.650	0.640	0.645
A it (k+2)	0.755	0.175	0.497
A e1 (k+1)	0.904	0.971	0.937
A e1 (k+2)	0.419	0.983	0.696
A i1 (k+1)	0.717	0.800	0.755
A i1 (k+2)	0.778	0.364	0.586
B et (k+1)	0.452	0.482	0.467
B et (k+2)	0.459	0.413	0.438
B it (k+1)	0.482	0.452	0.467
B it (k+2)	0.413	0.459	0.438
B e1 (k+1)	0.500	0.653	0.572
B e1 (k+2)	0.529	0.558	0.542
B i1 (k+1)	0.674	0.550	0.613
B i1 (k+2)	0.373	0.719	0.580

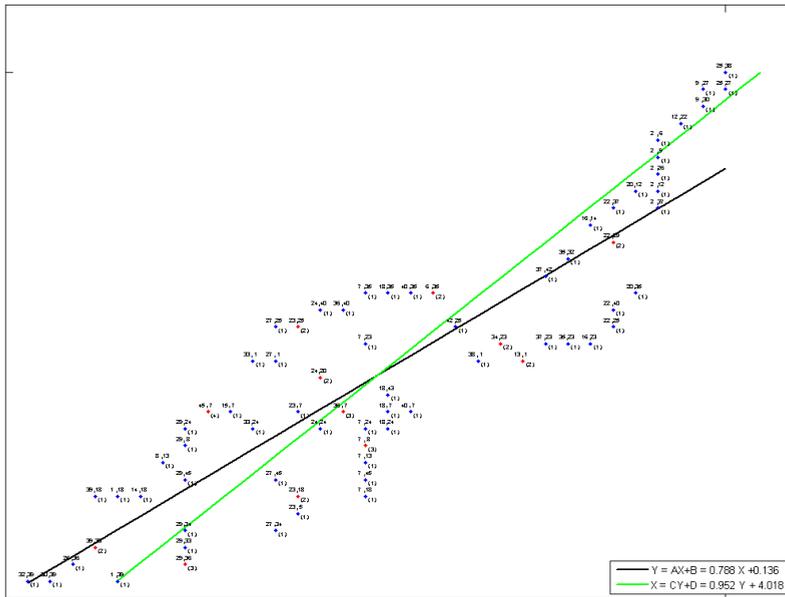
Correlazione: dipendenza lineare

A causa dell'elevato valore degli indici di Bonferroni precedentemente ottenuti, è possibile affermare che non sussiste indipendenza all'interno della variabile doppia, tuttavia la presenza di una connessione non è sufficiente per determinare il tipo di dipendenza esistente.

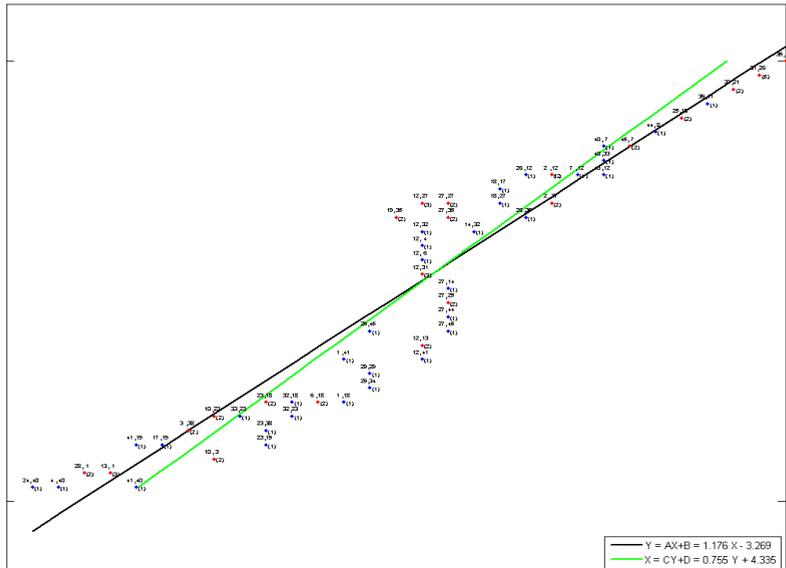
Volendo considerare la possibilità di un'eventuale dipendenza lineare all'interno della variabile doppia, mediante un apposito programma sono stati riorganizzati i dati in modo tale da valutare se effettivamente essi si distribuiscono approssimativamente secondo una retta.

Sono riportate le rette di regressione ottenute relative al lato A e B riferite ai 16 casi precedentemente considerati.

Retta di regressione, B_{1,3,4,1}



Retta di regressione, A_{1,3,4,1}



	r = coeff. di correlazione lineare	σ_{ox}	σ_{oy}	η_x^2	η_y^2	η^2
A et (k+1)	0.94	2.178	3.310	0.975	0.951	0.960
A et (k+2)	0.90	1.668	3.436	0.937	0.942	0.941
A it (k+1)	0.94	2.754	2.611	0.956	0.977	0.964
A it (k+2)	0.89	3.228	1.854	0.919	0.934	0.922
A e1 (k+1)	0.96	0.820	0.524	0.997	0.994	0.996
A e1 (k+2)	0.85	1.376	2.207	0.991	0.854	0.889
A il (k+1)	0.96	0.713	0.684	0.995	0.992	0.993
A il (k+2)	0.94	0.884	0.856	0.984	0.982	0.983
B et (k+1)	0.86	3.981	3.973	0.823	0.861	0.840
B et (k+2)	0.87	3.111	2.700	0.863	0.841	0.854
B it (k+1)	0.87	3.652	4.368	0.863	0.824	0.842
B it (k+2)	0.88	2.438	3.300	0.870	0.860	0.864
B e1 (k+1)	0.92	0.997	1.685	0.967	0.943	0.949
B e1 (k+2)	0.83	1.429	2.299	0.915	0.834	0.856
B il (k+1)	0.94	1.045	0.959	0.962	0.959	0.960
B il (k+2)	0.94	0.849	1.037	0.978	0.975	0.976

Avendo ottenuto dei valori di r elevati è possibile affermare che i dati sono ben distribuiti attorno alle rette stimate. Per completezza si riportano anche gli indici di Pearson (unilaterali e bilaterali), calcolati sui dati riordinati.

Grafi per la visualizzazione delle successioni tra sillabe nelle due facce

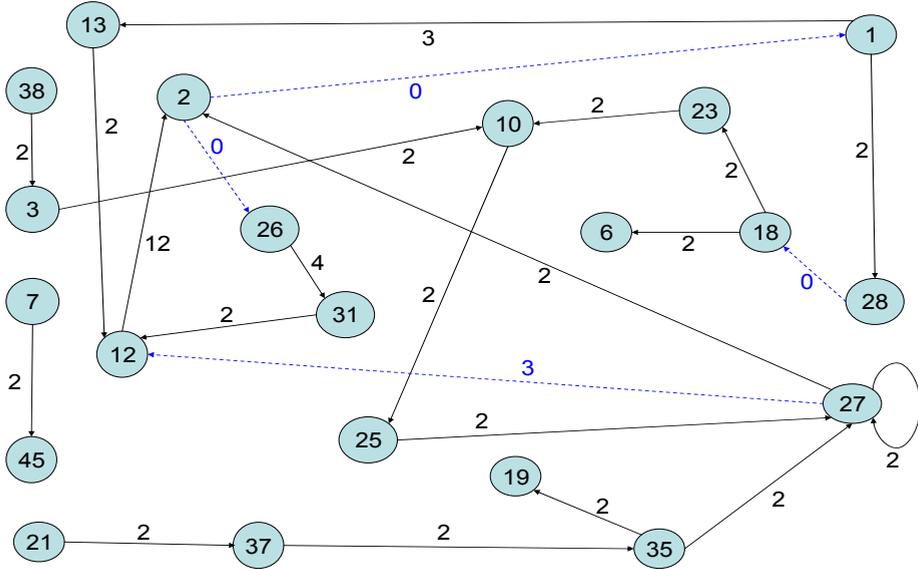
L'idea utilizzata per analizzare con la tecnica dei grafi il Disco di Festo è quella di rappresentare come nodi i simboli disegnati sul disco e collegarli con archi in base alle ricorrenze tra sillabe all'interno di una parola. Per facilitarne la lettura, in ogni grafo sono rappresentati solo alcuni nodi (quelli relativi ai simboli che soddisfano le richieste dei criteri) e sono numerati secondo la seguente tabella di corrispondenze numero-carattere:

1		10		19		28		37	
2		11		20		29		38	
3		12		21		30		39	
4		13		22		31		40	
5		14		23		32		41	
6		15		24		33		42	
7		16		25		34		43	
8		17		26		35		44	
9		18		27		36		45	

Corrispondenze numero-carattere.

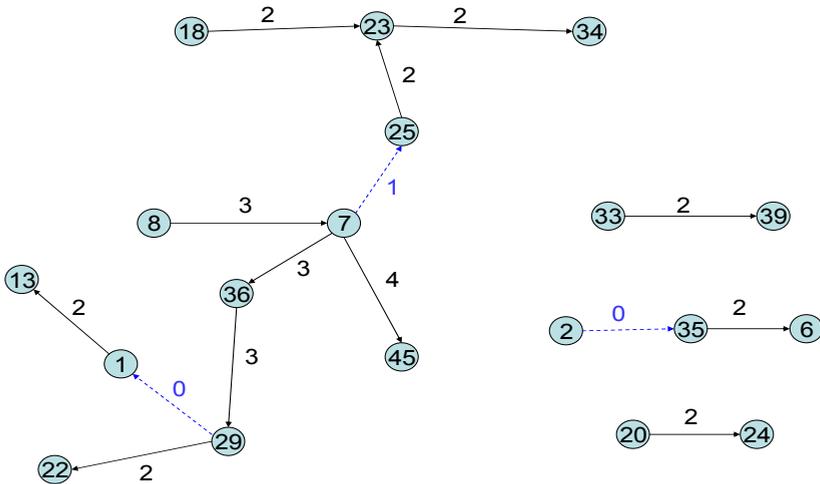
Si traccia un arco dal nodo i al nodo j solo se il numero di volte che il simbolo j segue il simbolo i , all'interno di una stessa parola, è maggiore di una soglia prestabilita. Di conseguenza non vengono conteggiati due simboli consecutivi che cadono in due parole diverse. Nei grafi seguenti si è scelta come soglia 2; il peso di ciascun arco è il numero di volte in cui il simbolo j segue il simbolo i . L'ordine dei simboli (e quindi delle parole) è considerato sempre dall'interno verso l'esterno.

Faccia A: Grafo in cui l'arco (i,j) rappresenta il numero di volte in cui il simbolo j segue il simbolo i in uno stesso segmento



Faccia B del disco:

Grafo in cui l'arco (i,j) rappresenta il numero di volte in cui il simbolo j segue il simbolo i in uno stesso segmento



Guardando il grafo della faccia A, si può dedurre, ad esempio, che l'attività rappresentata dal simbolo 2 segue l'attività rappresentata dal simbolo 12 per ben 12 volte e l'attività rappresentata dal simbolo 18 dovrebbe essere successiva all'attività rappresentata dal simbolo 28, di conseguenza può essere ragionevole ritenere che queste due attività dovessero essere eseguite consecutivamente per raggiungere un particolare obiettivo (per esempio l'inizio di una determinata attività era vincolata al completamento di un'altra in precedenza, nell'ipotesi, comunque non confermata, che il disco sia un calendario).

Osservazioni analoghe possono essere fatte relativamente ai grafi della faccia B, ad esempio, evincendo che la sequenza ripetuta con più frequenza è quella fra i caratteri 7 e 45, che si presenta per 4 volte.

Un'osservazione conclusiva mette in luce un numero particolarmente esiguo (4 nel grafo della faccia A e 3 in quello della faccia B) di ricorrenze multiple diverse (ovvero superiori alla soglia 2, e qui indicate comunque con il numero 0) tra due parole adiacenti, confermando ulteriormente l'intraducibilità del discorso del Disco.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del Dottorato di Ricerca in Geomatica e Infrastrutture (22° ciclo) del Politecnico di Milano e ha portato alla stesura della Tesi di Dottorato: Analisi statistica del Disco di Festo, di cui il Prof. Luigi Mussio è stato Tutore e Relatore.

Bibliografia

1. Balistier T. (2000): *The Phaistos Disc - an account of its unsolved mystery*, Thomas Balistier Verlag
2. Bennett, Emmett L. (1996): *Alfabeti egei*, (in: *I sistemi di scrittura nel mondo*, Peter T. Daniels e William Bright (Editori.) Oxford: University Press.
3. Chadwick J. (1958): *The Decipherment of Linear B*, Cambridge University Press
4. Duhoux Y. (1977): *Le disque de Phaistos*, Leuven
5. Duhoux Y. (2000): *Come non decifrare il disco di Festo*, *American Journal of Archaeology*, Vol. 104, n° 3 p. 597-600
6. Evans A. J. (1909): *Scripta Minoa, i documenti scritti della Creta minoica, con speciale riferimento agli archivi di Cnosso*, Classic Books
7. Faure P. (2003) "Tourne disque", *l'enigma del disco di Festo*, *Notre Histoire* n°213
8. Faucounau J. (1999): *Le déchiffrement du Disque de Phaistos*, L'Harmattan, Paris
9. Gaur A. (1984): *Una storia di scrittura*, Charles Scribner's Sons.
10. Glotz G., Dobie M. R., Riley E. M. (1925): *La Civiltà Egea*, A. A. Knopf
11. Godart L. (1994): *Il disco di Festo. L'enigma di una scrittura*, Einaudi, Saggi, Torino
12. Kober A. (1948): *Gli alfabeti minoici: fatti e teorie*. *American Journal of Archaeology*, Volume 52, pp. 82 – 103.
13. Madau E.G. (2007): *"Il disco di Phaistos- un nuovo approccio e una sua traduzione"* Zonza Editori
14. Robinson A. (2008): *The Phaistos code: Write only*. *Nature*: 990–991.
15. Sornig K. (2006): *L'ultima valutazione*. *Grazer Linguistische Studien*: 151–155.
16. Torsten T. (2005): *Der Diskos von Phaistos – Fremdeinfluss oder kretisches Erbe*, BoD
17. Trauth M. (1990): *Il disco di Festo e l'avvocato del diavolo. Sulle teorie di un antico argomento di ricerca.*, *Glottometrika* 12, pp. 151 – 173.
18. *International Phaistos Disk Conference 2008*, sponsorizzata da Minerva Magazine abstracts