

Il movimento dei bulbi oculari nel dinamismo percettivo di alcune illusioni ottiche.^a

Renzo Beltrame^b

Questo scritto del 1968 è sostanzialmente un inedito e chiude un ciclo di esperimenti iniziato con [Beltrame et al., 1964]. Il Rapporto Interno qui riproposto fu steso essenzialmente per documentare un esperimento che aveva richiesto un paziente e relativamente lungo lavoro, ma i cui risultati non consentivano di trarre conclusioni convincenti. Tipico il lungo tratto orizzontale che collega la parte sinistra e la parte destra dei grafici. Da un lato avvalorava l'idea di un confronto tra le due diagonali tratteggiate senza tener conto del loro punto comune, e dall'altro imponeva un legame assai meno immediato tra il tracciato dei movimenti del bulbo oculare e la figura proposta. Il lavoro si concludeva poi problematicamente con l'annotazione che i movimenti dei bulbi oculari diventino meno significativi quando sia in gioco l'estensione piuttosto che delle linee. Il dubbio andava a toccare un punto che era allora centrale, ma che è rimasto tale anche nella successiva letteratura della Scuola Operativa Italiana: l'ipotesi che descrivendo a parole l'attività mentale svolta si forzasse uno sviluppo seriale di quest'ultima, una forzatura che qui emergeva quando dalla linea si passava alla superficie e al volume. Già allora, con l'esperienza della traduzione meccanica, l'ipotesi non si riferiva al linguaggio e quindi al rapporto semantico, ma ad una caratteristica delle nostre lingue, dove l'output finale e l'input iniziale hanno struttura rigorosamente seriale. In recenti interventi su questi WP ho infatti iniziato a sperimentare un approccio per processi concorrenti [Beltrame, 2015] che si rivela promettente per integrare la memoria nello svolgersi dell'attività mentale prospettando un quadro unitario. Lo scritto qui riproposto ne indizia una lontana motivazione.

Lo studio delle illusioni ottiche è sempre stato di vivo interesse per la psicologia, trattandosi di situazioni critiche in cui dovrebbe essere più facile cogliere il dinamismo percettivo. Essendo particolarmente interessati a tale dinamismo [Beltrame, 1969; Ceccato, 1965] e più specificamente avendo in questo momento interesse ai movimenti dei bulbi oculari durante la percezione, abbiamo pensato di applicare una tecnica di studio di tali movimenti ampiamente sperimentata [Beltrame, 1966, 1967, 1968; Beltrame et al., 1965a] all'illusione ottica sotto riportata.

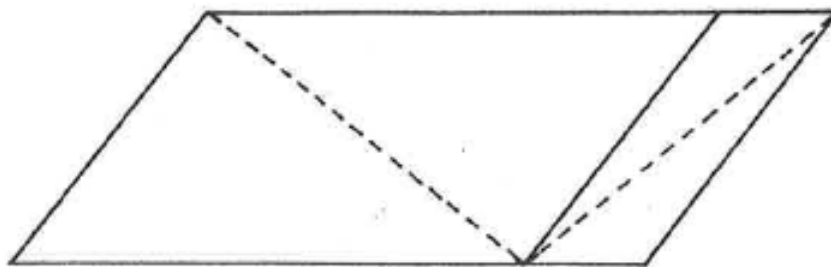


Figura 1: Illusione ottica oggetto dell'esperimento.

I due segmenti tratteggiati sono metricamente di eguale lunghezza, ma quello inserito come diagonale del parallelogramma più grande appare un poco più lungo dell'altro.

Siamo stati spinti a questo studio sperimentale anche dai risultati notevolmente interessanti ottenuti in precedenza indagando con la medesima tecnica la nota illusione di Müller-Lyer [Beltrame et al., 1965a].

^aCentro di Cibernetica e di Attività Linguistiche dell'Università di Milano - Rapporto di Ricerca 68-3, 1968 - (l'originale è stato passato ad un OCR e rimpaginato per ridurre le dimensioni del file) - *Methodologia Online* <http://www.methodologia.it> - Working Papers - WP 300 - 2016

^bCentro di Cibernetica e di Attività Linguistiche dell'Università di Milano (ora National Research Council of Italy - Area della Ricerca CNR - Via Moruzzi 1, 56124 PISA *email*: renzo.beltrame@isti.cnr.it)

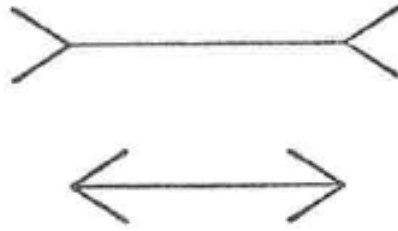


Figura 2: Illusione ottica di Müller-Lyer.

Questa è un'illusione ottica piuttosto forte e consiste, come si può vedere dalla Fig. 2 a pag. 2, nell'impressione che i due segmenti orizzontali abbiano lunghezza notevolmente diversa quantunque sia facile controllare che essi sono stati disegnati di eguale lunghezza.

La tecnica impiegata è quella ampiamente descritta in precedenti lavori [Beltrame et al., 1964, 1965a,b] per cui qui ne riassumiamo soltanto i punti essenziali.

Il soggetto è seduto a un'estremità di un apposito banco [Berbenni, 1965] su cui è fissata anche la cinepresa. Si provvede a fissare la testa del soggetto in modo da impedirne ogni movimento e per aumentarne l'immobilità si fa serrare tra i denti al soggetto una tavoletta di legno opportunamente sagomata e saldamente fissata al banco.

Il soggetto attende ad occhi chiusi, nell'apposita tavola portafogli viene inserito il cartone con la situazione da osservare, al "Via!" dell'operatore il soggetto apre gli occhi, esegue il compito e li richiude quando ritiene di averlo completato.

Durante le riprese viene filmato uno solo dei due occhi, qui il destro; filmandoli entrambi si dovrebbero impiegare per eseguire i successivi rilievi ingrandimenti troppo forti con notevole perdita di dettaglio. Poiché gli spostamenti del centro della pupilla che si osservano durante le riprese sono piuttosto modesti, si richiede una buona definizione dei contorni per non portare a livelli inaccettabili la sensibilità del metodo.

Qui, come del resto in precedenti esperimenti, si sono impiegate figure bidimensionali e prive di suggerimenti prospettici, possiamo pertanto ritenere che tale limitazione non infirmi la validità degli esperimenti.

I dati tecnici relativi alle riprese sono riportati in Tab. II.

Allo scopo di evitare fastidiosi riflessi nel campo pupillare che avrebbero ostacolato il successivo rilevamento degli spostamenti del centro della pupilla, ci si è serviti di cartoncini neri su cui le figure erano disegnate in china bianca.

Per un analogo motivo, evitare i riflessi dei pannelli bianchi cui è affidata la funzione di creare un'illuminazione diffusa del bulbo oculare nella zona interessata ai rilevamenti, le situazioni da osservare sono sistemate come indicato in Tab. I, richiedendo ai soggetti una certa elevazione dello sguardo. I possibili effetti prospettici sono stati in parte compensati inclinando verso avanti la tavola su cui sono fissati i cartoni; in tal modo, nelle condizioni di lavoro, l'asse ottico del bulbo oculare viene ad essere sempre in un intorno della normale al piano in cui è posta la situazione da osservare.

I movimenti vengono rilevati proiettando il film tramite un apposito analizzatore di fotogrammi e misurando fotogramma per fotogramma le coordinate del centro della pupilla rispetto ad un riferimento fisso.

I dati così ottenuti vengono posti in diagramma ottenendo i grafici riportati da Fig. 7 a pag. 6 sino a Fig. 11 a pag. 10. Per i grafici sono state adottate le seguenti convenzioni.

Gli assi sono stati graduati nelle unità standard dell'analizzatore; in ogni grafico sono riportate le scale che consentono di passare dagli spostamenti rilevati agli spostamenti effettivi. Queste sono state ricavate riprendendo accanto al bulbo oculare una piastrina di 10 mm di altezza.

Lo schema semplificato dei movimenti per la Fig. 7 a pag. 6 è in Fig. 3 a pag. 3.

Il tratto 0-1 appare parzialmente motivato dall'elevazione dello sguardo richiesta dalla posizione della

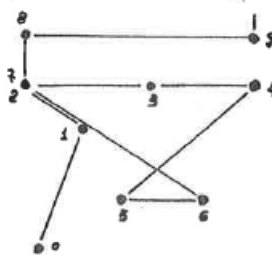


Figura 3: Schema dei grandi movimenti per l'illusione di Müller-Lyer.

figura in rapporto al soggetto. Il tratto 8-9 è interpretabile come una ripetizione del tratto 2-4: infatti il primitivo punto di arresto, punto 1, appare ragionevole collocarlo tra le due figure dell'illusione e, soprattutto, i tratti 4-5-6-7 non si spiegherebbero senza la presenza di una parte del disegno.

Lo spostamento parallelo verso l'alto del tratto 8-9, può forse venir spiegato tenendo presente che nel punto 7 si ha un parziale battito di palpebre e che questo, come è noto, varia lo spessore del velo di liquido lacrimale, di qui lo spostamento apparente nonostante il soggetto ripercorra percettivamente il medesimo tratto della figura.

Alcuni controlli da noi eseguiti confermerebbero questa ipotesi: chiedendo a dei soggetti di fissare un punto, poi di chiudere gli occhi, riaprirli e fissare ancora lo stesso punto, e così via per un certo numero di volte, si osserva che il centro della pupilla non si muove sempre nell'intorno dello stesso punto del fotogramma, ma si hanno ad ogni chiusura di palpebre spostamenti di apprezzabile entità.

Per questo nei successivi cicli di esperimenti si è chiesto ai soggetti di evitare ogni battito di palpebre e si sono comunque considerate valide soltanto le riprese in cui per tutta la durata del compito non si verificavano battiti di palpebre, ripetendo, quando necessario, le riprese a conveniente distanza di tempo.

Questo spiega anche perché non si sia riusciti a sovrapporre con sicurezza i tracciati dei movimenti alle figure date da osservare: uno dei limiti della tecnica impiegata è anche quello di dover ricavare induttivamente a quale parte della figura si riferiscano i movimenti osservati.

Nel caso di Fig. 7 a pag. 6 tale correlazione mi sembra possa venir stabilita senza incertezze: il tratto 2-4 e il tratto 5-6 dovrebbero riferirsi ai due tracciati che compongono l'illusione di Müller-Lyer. Come si vede il primo è lungo circa il doppio dell'altro, ponendo così in luce come all'impressione di diversa lunghezza del segmento orizzontale nei due tracciati corrispondano due movimenti dei bulbi di ampiezza diversa. È quindi un caso in cui i movimenti dei bulbi mettono in luce piuttosto bene il meccanismo dell'illusione ottica.

Per completare l'indagine di tale meccanismo ricavando nel contempo ulteriori dati sul dinamismo percettivo, abbiamo mostrato ai soggetti la Fig. 4 a pag. 3, chiedendo una volta di percepirla come 'linea' e in altre sedute come 'angolo'.



Figura 4:

I tracciati per il soggetto di cui a Fig. 7 a pag. 6 sono rispettivamente quelli di Fig. 8 (linea) e Fig. 8 (angolo) a pag. 7; gli schemi di movimento sono in Fig. 5 a pag. 4:

Nel caso dell'angolo osserviamo delle oscillazioni a partire da un punto centrale, punto 2 nello schema, che presumibilmente vanno da un lato all'altro dell'angolo: i tratti 0-1 e in certa misura 1-2 sono infatti da interpretare come un'elevazione dello sguardo dovuta alla posizione della figura, il tratto 7-8 e invece

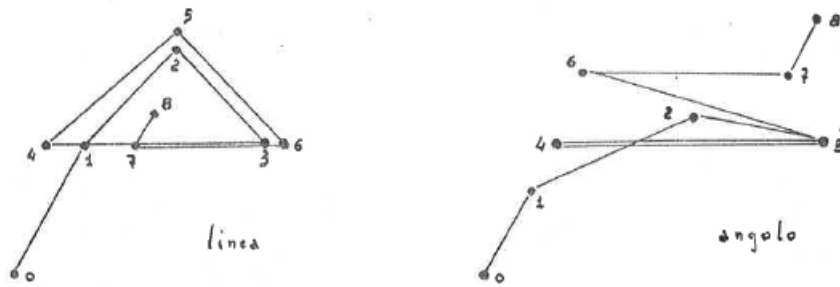


Figura 5: Schemi dei grandi movimenti per la Fig. 4

qualcosa che compare con una certa sistematicità nei tracciati di questo soggetto e pertanto non sembra avere rilevanza per il compito assegnato.

Nell'illusione di Müller-Lyer, se le appendici sono prese come angoli e non come linee, cosa molto probabile data la loro posizione nella Fig. 6 a pag. 4, i movimenti orizzontali dovrebbero estendersi rispettivamente da A a B e da A' a B'. Si ha così una spiegazione molto plausibile sia del tracciato di Fig. 7 a pag. 6, sia del dinamismo dell'illusione a suo tempo proposto da Ceccato.

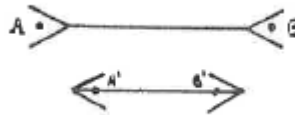


Figura 6: Possibile spiegazione dell'illusione di Müller-Lyer.

Sulla scorta di un risultato indubbiamente soddisfacente ottenuto per l'illusione di Müller-Lyer abbiamo pensato di esaminare allo stesso modo l'illusione delle due diagonali di cui si è detto all'inizio. Le conclusioni, come si può vedere dai grafici della Fig. 9 a pag. 8, Fig. 10 a pag. 9 e Fig. 11 a pag. 10, non sono però altrettanto univoche ed evidenti.

I grafici si riferiscono a tre sedute distanziate nel tempo e a due soggetti diversi, più precisamente il I e il III soggetto del ciclo riportato in [Beltrame, 1967]. Quelli delle Fig. 9 a pag. 8 e Fig. 11 a pag. 10 sono i movimenti osservati quando ai soggetti veniva chiesto se i due segmenti tratteggiati fossero uguali oppure no, mentre quello di Fig. 10 a pag. 9 si riferisce a una percezione libera della figura illusiva.

Si è preferita questa procedura, e in particolare la ripetizione del compito che forzava i soggetti a vedere l'illusione, dal momento che quest'ultima non è particolarmente forte.

La corrispondenza tra grafici e tracciato della figura illusiva è piuttosto difficile da porre, francamente non sono riuscito a dare un'interpretazione convincente dell'ampio e rapido movimento orizzontale che separa in tutti i grafici due serie di movimenti minori.

I soggetti, sottoposti a intervista dopo le riprese, in corrispondenza ai grafici della Fig. 9 a pag. 8 e Fig. 11 a pag. 10 avevano avuta netta l'impressione di percorrere con lo sguardo i due segmenti tratteggiati, anche se in momenti non immediatamente successivi, e si trattava di soggetti con un certo allenamento al lavoro introspettivo.

Anche un esame dei tempi non offre elementi decisivi. I tempi globali dei due gruppi di movimenti separati dall'ampio tratto centrale sono all'incirca uguali nella Fig. 9 a pag. 8 e Fig. 10 a pag. 9, uno il doppio dell'altro in Fig. 11 a pag. 10, ma senza concordanza tra i due soggetti.

I grafici del II soggetto nella Fig. 9 a pag. 8 e Fig. 11 a pag. 10 mostrano dei movimenti che per l'orientamento potrebbero riferirsi alla diagonale tratteggiata di sinistra nella figura. Questi hanno effettivamente una ampiezza maggiore di quelli che osserviamo nella parte destra del grafico, ma tenuto conto degli elementi precedentemente visti non mi sembra che questo fatto possa venire assunto come decisivo.

I tracciati, però, mostrano anche come sia difficilmente separabile allo stadio attuale delle nostre co-

noscenze la parte del dinamismo percettivo ascrivibile al movimento dei bulbi quando siano in gioco non semplici linee, ma regioni.

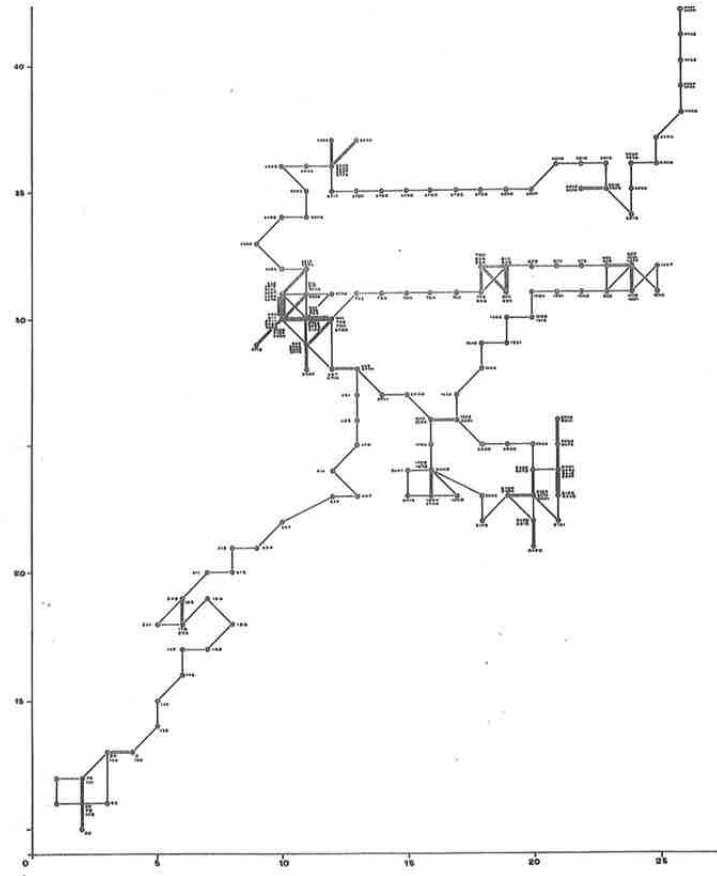


Figura 7:

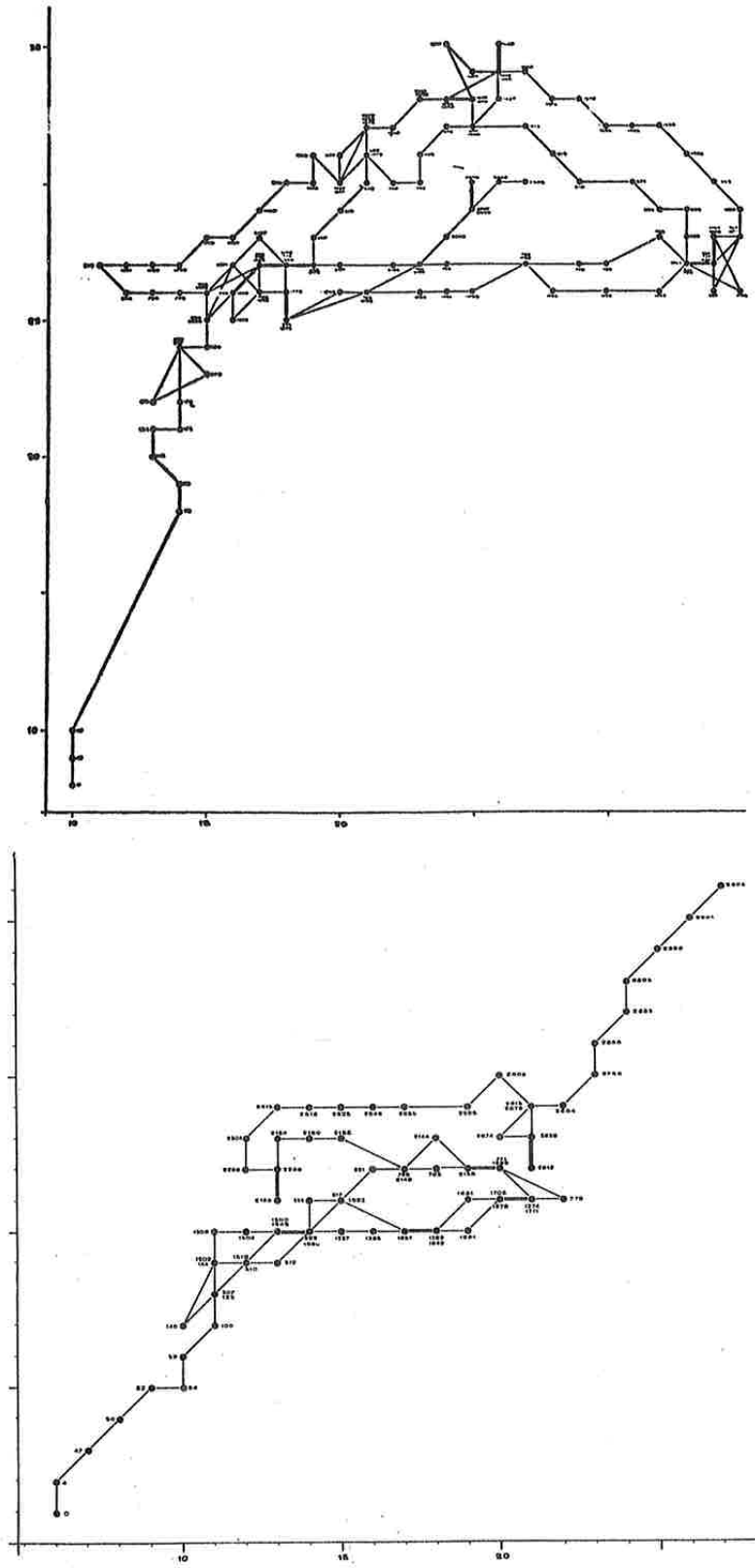


Figura 8:

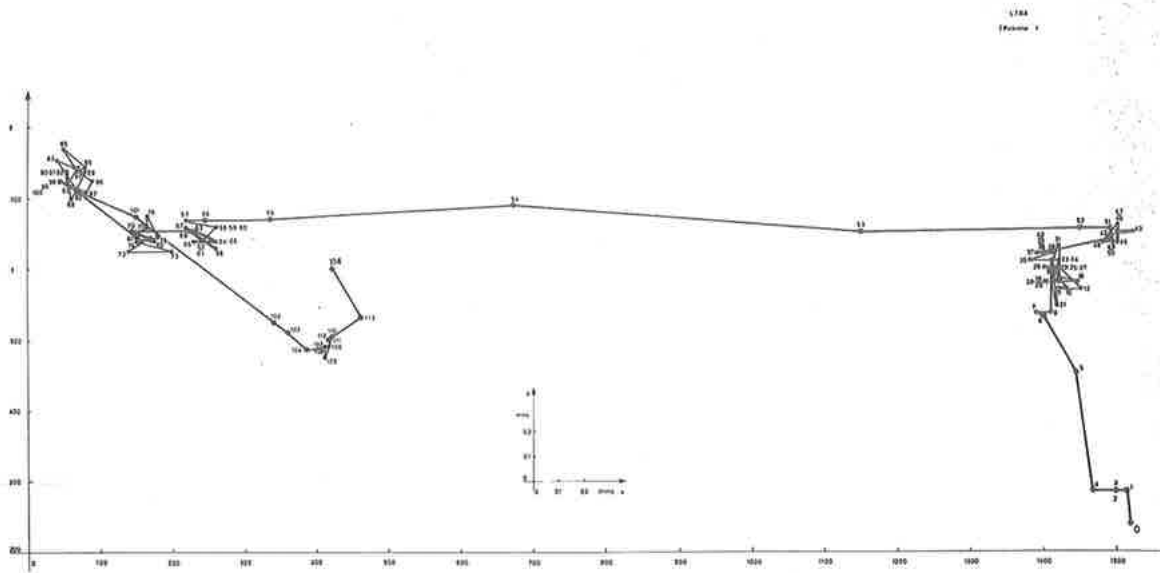
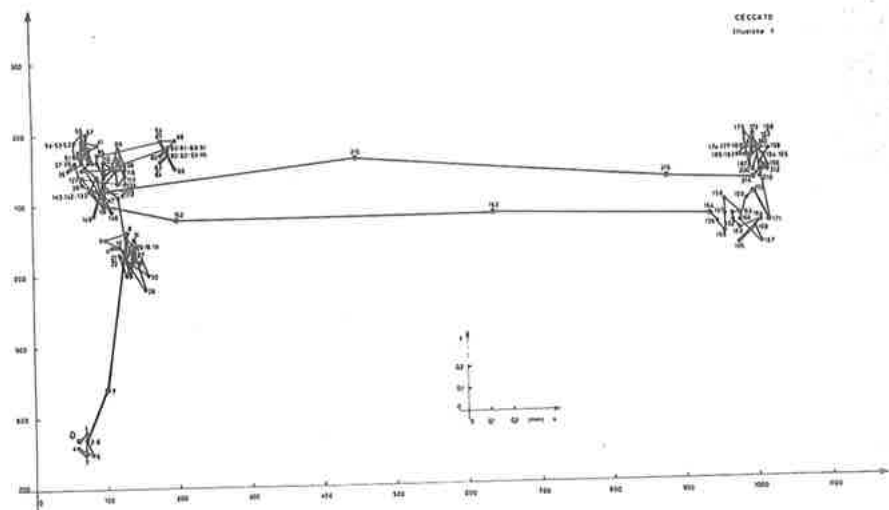


Figura 9:

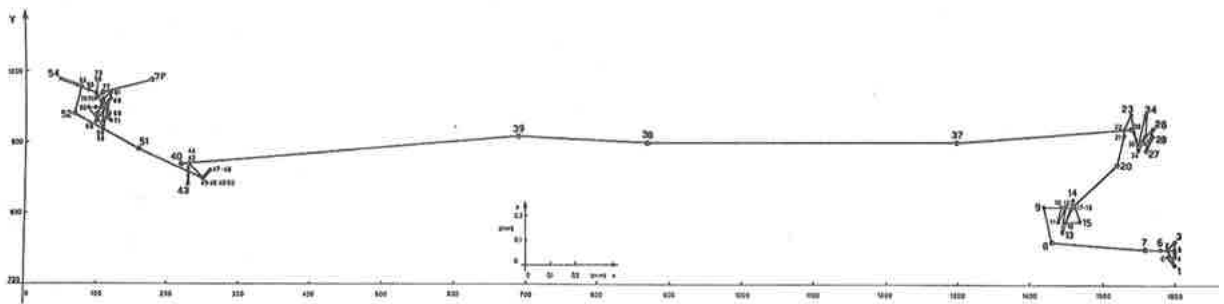
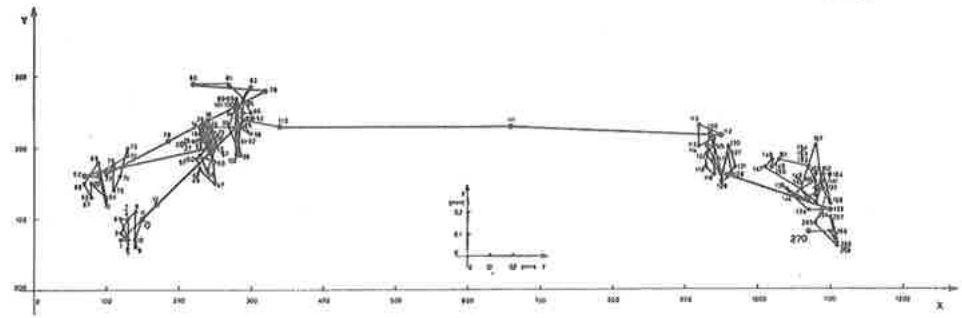


Figura 10:

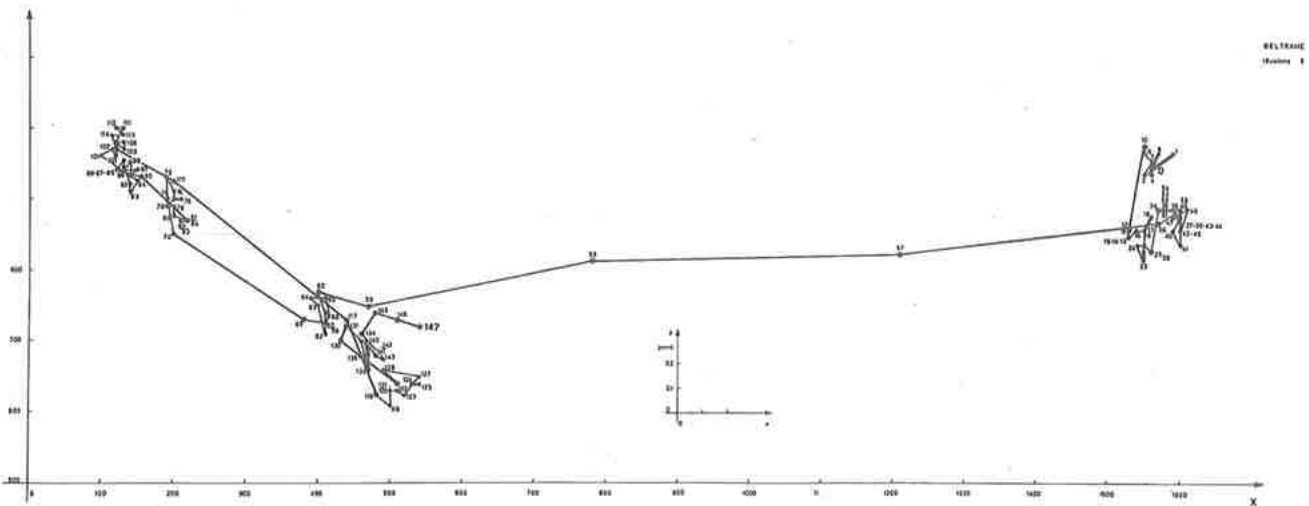
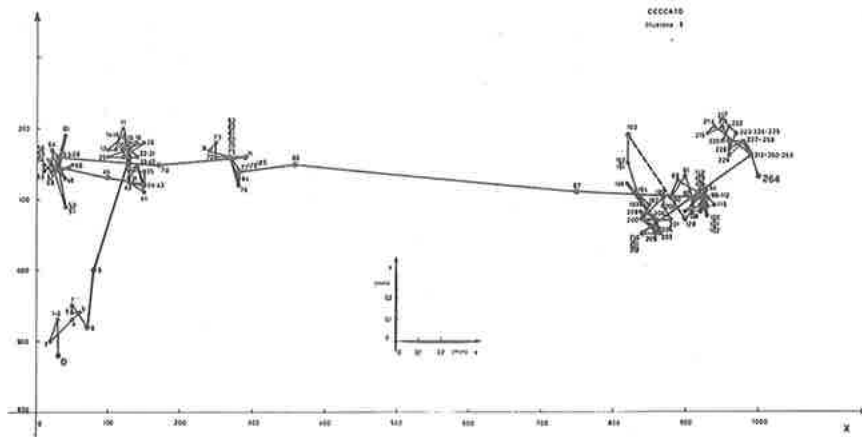


Figura 11:

Tab I - Dati relativi alle situazioni proposte all'osservazione

Soggetto	Distanza di Osservazione	
	A cm	B cm
1	104	47
2	96	42

(A e B sono rispettivamente la distanza orizzontale e l'elevazione rispetto alla pupilla del centro della figura presentata ai soggetti)

Dimensioni cartone 43x21.5 cm

Fondo nero

Linee in china bianca

Tab II - Dati tecnici relativi alle riprese cinematografiche

Località	Ist. Cinematografia Scientifica - Politecnico di Milano - 1968
Oggetto filmato colore preparazione	Bulbo oculare destro naturale nessuna
Cinepresa	Paillard Bolex 16mm Reflex
Obiettivo	Kodak Cine Ektanon Lens 102 mm f/2.7, con allungo 27 mm
Diaframma calcolato impiegato	 f/6.5 f/5.6
Velocità di ripresa	64 fotogrammi/sec
Fotometria tipo metodo	 Weston riflessione su cartoncino Grigio-Kodak
Film tipo	Negativo Kodak per luce artificiale Double X - 250 ASA
Sviluppo	$\gamma = 0.65 - 0.70$
Anal. fotogrammi	NAC 26 - Nissei Sangyo Co.

Ringraziamenti. Un vivo ringraziamento va all'Istituto di Cinematografia Scientifica del Politecnico di Milano e in particolare all'ing. A. Berbenni per l'assistenza tecnica fornita durante le riprese cinematografiche e a E. Dall'Ora per la collaborazione prestata nella fase di rilevamento dei dati.

Il presente lavoro è stato eseguito con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito del Gruppo Nazionale di Cibernetica.

Riferimenti bibliografici

- R. Beltrame. Esperimenti di controllo sull'atteggiamento estetico. In *II Colloquio internazionale di estetica sperimentale, Rimini-Ferrara*, 1966.
- R. Beltrame. Su alcune differenze individuali nella percezione visiva studiate attraverso il movimento dei bulbi oculari. Rapporto di Ricerca 67-1, Centro di Cibernetica e di Attività Linguistiche dell'Università di Milano, 1967. Riproposto su *Methodologia Online* WP 269 (2013).
- R. Beltrame. An experimental contribution to the problem of the influence of the difference of colours in visual perception. Two-dimensional greyscale situations. In *3rd International Colloquium of Empirical Aesthetics, Mainz*, 1968.
- R. Beltrame. Osservazione e descrizione meccaniche. In S. Ceccato, editor, *Corso di Linguistica Operativa*, pages 115–139. Longanesi, Milano, 1969.
- R. Beltrame. La stimolazione linguistica e il suo contesto; qualche annotazione. *Methodologia Online - WP*, 296:13 pp., 2015. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame, A. Berbenni, and G. Galassi. Primi contributi allo studio dei movimenti dei bulbi oculari durante la percezione visiva tramite cinematografia ultraveloce. *Methodos*, XVI(62):141–162, 1964.
- R. Beltrame, A. Berbenni, and G. Galassi. Contribution to the studies of the movements of the eyeballs during optical perception by means of high speed motion picture photography. In O. Helwich, editor, *Proceedings of the 7th International Congress on High-speed Photography*, pages 257–64, Zurich, 1965a.
- R. Beltrame, A. Berbenni, and G. Galassi. Movimento dei bulbi oculari durante la percezione visiva. Studio mediante riprese ultraveloci (parte seconda). Rapporto di Ricerca RR/15, Istituto di Cinematografia Scientifica del Politecnico di Milano, 1965b.
- A. Berbenni. Banco per riprese macro-cinematografiche ultraveloci. Technical Report RT/10, Istituto di Cinematografia Scientifica del Politecnico di Milano, 1965.
- S. Ceccato. A Model of the Mind. In E. Caianiello, editor, *Cybernetics of Neural Processes*, pages 21–79. Quaderni della Ricerca Scientifica, CNR Roma, 1965.