

$$\frac{A_08}{418}$$

Giuseppe Andreoni

Il fattore uomo nel design



Copyright © MMXII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-5265-5

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: novembre 2012

Alla mia splendida famiglia

«... Egli opinava che la vita civile si dovesse fondare sopra una certa saviezza tecnica: intendendo per tale quella somma di esperienze e di tesoreggiate attenzioni, che si accumula nell'io-sintesi della collettività mediante una disamina continua, e spregiudicata, e il più possibile acuta, delle circostanze e delle modalità in cui un determinato atto o una determinata funzione devono essere compiuti. ... Secondo il capitano Gadus, questa saviezza tecnica doveva accompagnare e talvolta precedere gli impulsi del cuore e le lucubranti giroscopie del cervello. Le maniglie delle porte non possono essere fabbricate a caso, come vien viene, ma devono essere disegnate da un tecnico dotato di cognizione e di immaginativa ... »

C.E. Gadda, *Le bizze del capitano in congedo e altri racconti*.

- 13 *Prefazione*
- 15 *Introduzione*
- 29 **Capitolo I**
Il fattore dimensionale: antropometria
- 1.1. Introduzione, 29 – 1.2. Definizione e ambiti di applicazione, 29 – 1.3. Misure statiche, 49 – 1.4. Misure dinamiche e funzionali, 66 – 1.5. Elaborazione e ordinamento dei dati antropometrici, 85 – 1.6. Dati antropometrici e progetto, 93 – 1.7. Antropometria 3D, 95
- 137 **Capitolo II**
Il fattore fisiologico: anatomia e biomeccanica
- 2.1. Introduzione, 137 – 2.2. Fisiologia e Biomeccanica: Fenomenologia e Modellistica del corpo Umano, 139 – 2.3. Fisiologia generale del corpo umano, 140 – 2.4. Organizzazione del movimento e della postura, 142 – 2.5. Anatomia e fisiologia dei sistemi dell'uomo, 146 – 2.6. Il modello biomeccanico del sistema uomo, 168 – 2.7. Il corpo umano come sistema di leve, 175
- 181 **Capitolo III**
Il fattore comportamentale: dalla ricerca etnografica al codesign

12 *Indice*

3.1. Definizioni, 181– 3.2. Strumenti di indagine, 183 – 3.3. Osservazione partecipante e non partecipante, 185 – 3.4. Tecniche di raccolta e analisi dei dati, 189 – 3.5. Applicazione progettuale, 192 – 3.6. Oltre l'etnografia, 196 – 3.7. Conclusione, 198

201 **Capitolo IV**
Glossario di Antropometria

207 *Bibliografia*

Presentazione

Obiettivo di questo libro è presentare l'uomo come sorgente di informazioni per il progetto e al centro del processo progettuale. Ci si concentrerà nello specifico sul contributo dei fattori umani principalmente legati agli aspetti fisici (dimensionali e funzionali), fisiologici e comportamentali al design di prodotti ambienti e servizi a misura d'uomo. Si cercherà di fornire al lettore una panoramica storica e dello stato dell'arte tecnologico e metodologico dell'antropometria fisica, della biomeccanica occupazionale e dell'etnografia nell'ergonomia, per offrire un supporto nello studio e nella progettazione a livello quantitativo e qualitativo il problema di interfacciamento logico e fisico della macchina uomo con strumenti, ambienti e prodotti di vita quotidiana.

Con questi scopi, il testo è strutturato in tre sezioni.

La prima sezione tratterà il tema del fattore dimensionale, ovvero l'antropometria.

La seconda sezione tratterà l'uomo dal punto di vista anatomico e biomeccanico.

La terza sezione tratterà il tema dell'analisi del comportamento dell'uomo nei suoi ambienti di vita come ulteriore ambito di reperimento di informazioni cruciali per il progetto.

Un breve glossario dei termini costituirà l'elemento di chiusura del libro

Introduzione

Il neologismo «ergonomia» fu coniato dallo psicologo inglese K.H.F. Murrell in occasione della fondazione della «Ergonomics Research Society» nel 1949 data in cui si fa appunto risalire la nascita ufficiale di tale disciplina.

La parola proviene dal greco, unione dei termini «ergon», lavoro, azione, e «nomos», legge, governo, principio direttivo. Nella sua origine etimologica ergonomia significa dunque «legge del lavoro» o «principio direttivo per realizzare un lavoro», indicando il suo scopo originario di studiare l'adattamento dell'ambiente all'uomo.

Tuttavia definire univocamente l'ergonomia è arduo e ciò trova conferma anche dalla numerose «declinazioni» formulate nei cinquant'anni della sua storia (e alle quali molte altre si aggiungeranno probabilmente nel futuro). Queste sono simili per ciò che concerne principi e obiettivi di base dell'ergonomia mentre rilevanti differenze si hanno per quanto riguarda la delimitazione dei suoi confini.

Ciò fa ipotizzare che il motivo di tale difficoltà sia da ricercarsi nei numerosi ambiti di applicazione dell'ergonomia e soprattutto nella progressiva evoluzione dei suoi contenuti e dei suoi campi di intervento nel corso del tempo. A tutto ciò si aggiunge l'interpretazione soggettiva e quindi più o meno estesa che di essa hanno dato ricercatori e professionisti.

In seguito sono riportate in ordine cronologico alcune citazioni tratte da atti ufficiali delle principali associazioni ed esponenti del settore allo scopo di mettere in luce come il concetto

di ergonomia si sia evoluto nel tempo sia a livello concettuale che di metodo.

- K.H.F. Murrell (1949): Adattare il lavoro all'uomo.
- C.P. Odescalchi(1974): Tecnica di procedure che, avvalendosi di apporti interdisciplinari, studia i rapporti nel sistema uomo-macchina-ambiente al fine di intercorrelarli in termini umani.
- Società Italiana di Ergonomia – SIE - (1981): Disciplina scientifica in formazione, già in grado di fornire contributi metodologicamente originali alla progettazione dei sistemi produttivi, degli oggetti di consumo in senso lato e dei servizi. Attraverso l'utilizzazione e la integrazione delle conoscenze derivate dalle discipline tecniche, biomediche, psicologiche e sociologiche, essa tende al conseguimento dei massimi livelli di sicurezza e di benessere degli operatori intesi come protagonisti e utenti della produzione, dei prodotti e dei servizi.
- A. Grieco (1988): «L'ergonomia si va delineando nel nostro paese come un incontro interdisciplinare tra conoscenze scientifiche derivanti da almeno tre aree disciplinari diverse e consolidate: politecnica, biomedica, sociale... Gli obiettivi sono individuabili nell'analisi, l'interpretazione, la valutazione e la progettazione delle relazioni esistenti o prefigurabili, all'interno di sistemi semplici o complessi, tra le variabili umane e le variabili di altra natura allo scopo di conseguire tra loro adeguati livelli di compatibilità, riorientando le seconde in direzione antropocentrica.»
- International Ergonomics Association - IEA- (2000): «Ergonomics (or Human Factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of the interactions among human and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance. Ergonomists contribute to the design and evaluation of tasks, jobs, products, environments and systems in order to make

them compatible with the needs, abilities and limitations of people. »

- Ergonomics Society (United Kingdom): «Ergonomics, or Human Factors as it is known in North America, is a branch of science that aims to learn about human abilities and limitations and then apply that knowledge to improve people's interaction with products, systems and environments.»
- Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF): «L'intervention ergonomique est une construction: la demande comme les réponses s'élaborent dans l'action. Situation et activité de travail sont complexes. Ces complexités recouvrent des contradictions que les acteurs sont amenés individuellement et collectivement à gérer (régulation) et à résoudre. L'ergonomie peut alors être définie comme: «l'adaptation du travail à l'homme» ou plus précisément: «la mise en œuvre de connaissances scientifiques relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés par le plus grand nombre avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité».
- Società Italiana di Ergonomia: «Corpus di conoscenze interdisciplinari in grado di analizzare, progettare e valutare sistemi semplici o complessi, nei quali l'uomo figura come operatore o come utente. Persegue competenza e compatibilità tra il mondo che ci circonda - oggetti, servizi, ambienti di vita e di lavoro - ed esigenze umane di natura psicofisica e sociale, anche con l'obiettivo di migliorare l'efficienza e l'affidabilità dei sistemi.»

Si vede come il termine ergonomia ha assunto significati progressivamente più estesi dell'originario «adattamento del lavoro all'uomo», comprendendo oggi l'analisi, la valutazione e la progettazione dell'interazione uomo-macchina-ambiente-prodotto nei diversi contesti in cui si svolgono le attività dell'uomo.

Il raggiungimento di tali obiettivi presuppone il riferimento a ricerche e studi di diversi ambiti. Questa necessità fu chiara sin da quando si formalizzò per la prima volta l'approccio ergonomico.

La multidisciplinarietà rappresenta il carattere distintivo dell'ergonomia fin dalla sua nascita. Essa si configura quindi non come «disciplina», intesa come settore di ricerca definito dalla specificità dell'approccio scientifico e dall'identificabilità dell'oggetto di studio, ma come «corpus di conoscenze» nel quale si integrano nozioni e strumenti metodologici provenienti da differenti settori disciplinari.

In particolare le aree che primariamente contribuiscono all'efficacia dell'approccio sono:

- discipline *politecniche*: ingegneria, architettura, industrial design, statistica, informatica, ... ;
- discipline *biomediche*: antropometria, fisiologia, igiene, medicina del lavoro, ... ;
- discipline *sociali*: psicologia del lavoro, sociologia, scienze della comunicazione, Inoltre per ottimizzare il rapporto uomo- prodotto- sistema, diversi sono i livelli di analisi a cui l'Ergonomia può far riferimento e di cui in seguito si riporta una descrizione.
- *Ergonomia fisica*
Si occupa di tutto ciò che concerne l'interazione «fisica» dell'uomo con ciò che lo circonda (caratteristiche anatomiche, antropometriche e biomeccaniche). Argomenti di studio sono: postura durante il lavoro, manipolazione di materiali, esecuzione di movimenti ripetitivi, disordini muscolo-scheletrici relativi all'attività lavorativa, progettazione di ambienti di lavoro, salute e sicurezza.
- *Ergonomia cognitiva*
Si occupa dei processi mentali (percezione, memoria, ragionamento, risposta motoria, ...) che intervengono e condizionano e durante l'interazione uomo- prodotto- sistema. Argomenti di studio sono: lavoro intellettuale, processi decisionali, incremento delle performance

mentali, interazione uomo-computer, affidabilità, stress lavorativo,

- *Ergonomia organizzativa o organizzazionale*

Si occupa dell'ottimizzazione del sistema socio-tecnologico da un punto di vista della struttura organizzativa, delle politiche decisionali nonché dei processi. Argomenti di studio sono: comunicazione, gestione delle squadre di lavoro, organizzazione dei tempi di lavoro, nuovi paradigmi per lo svolgimento dell'attività lavorativa, telelavoro,

Oggetto dei primi due ambiti di studio è l'utente che interagisce con un prodotto o con un ambiente: la loro applicazione si riferisce ad un livello microergonomico, ossia relativo allo studio, alla progettazione e alla valutazione dell'interazione uomo-ambiente-prodotto all'interno di un delimitato contesto d'uso.

L'Ergonomia organizzazionale o macroergonomia si occupa, invece, dell'interazione uomo-organizzazione. Secondo Hendrick, questa può essere definita concettualmente come: «(...) un approccio socio-tecnico top-down al progetto di organizzazioni, sistemi di lavoro, mansioni, interfacce, rapporti uomo-macchina e uomo-ambiente».

E' interessante anche proporre alcuni cenni storici ed evoluzioni della disciplina per meglio comprendere l'obiettivo di questo testo.

Storia dell'Ergonomia

Dal punto di vista degli esordi, la prima associazione di ergonomia, la Ergonomics Research Society, nasce ufficialmente nel primo dopo guerra in Inghilterra, come prodotto finale di una pratica empirica che già operava fin dagli inizi del ventesimo secolo con lo scopo di «adattare il lavoro all'uomo» (Murrell, 1965, 1976). Tuttavia anche se l'ergonomia esiste formalmente dal 1949, l'uomo, sin dai tempi più remoti, ha costantemente cercato di risolvere «problemi ergonomici» progettando strumenti in grado di alleviare le fatiche del lavoro. La destinazione d'uso di qualsiasi utensile è da sempre combinata in modo

indissolubile con la facilità di apprendimento, la comodità d'uso e la gradevolezza estetica: dai primi rudimentali coltelli di pietra ai più moderni strumenti tecnologici (Maier e Tartaglia, 2003)

La messa a sistema dell'approccio ergonomico si ebbe però solo al termine della Seconda Guerra Mondiale come naturale conseguenza di un processo del quale è difficile identificarne l'origine.

Nella prima metà del novecento, negli USA, si svilupparono studi che avevano come oggetto il «fattore umano» (human factors, human engineering), ossia le caratteristiche fisiche e psicoperceptive dell'uomo con riferimento, in particolare, ai limiti, alle esigenze e alle capacità dell'individuo all'interno del processo industriale. A tale periodo risalgono infatti le prime ricerche sulla fatica fisica e mentale, sulla noia e la monotonia derivanti dall'organizzazione tayloristica del lavoro (Kraepelin, 1902; Wright, 1906).

Questi studi si intensificarono nel corso della prima e della seconda guerra mondiale, quando la crescente complessità delle apparecchiature militari pose in primo piano i livelli di performance richiesti agli operatori, i rischi connessi all'errore umano e l'affidabilità dei sistemi. In tale periodo l'obiettivo era ottimizzare le prestazioni dei piloti degli aerei permettendo a loro di essere efficienti ed efficaci in missione il più a lungo possibile. In particolare analizzando l'efficienza dei sistemi bellici in condizioni particolarmente stressanti ci si rese conto che anche se i mezzi materiali erano potenzialmente in grado di funzionare perfettamente, era l'interazione con l'uomo a rendere spesso inefficiente il sistema uomo-macchina. Da tali ricerche di carattere pratico emerse l'importanza di progettare macchine, sistemi e utensili in funzione dei fattori ambientali e umani per aumentarne l'efficacia e la sicurezza e conseguentemente la produttività del «lavoratore» durante l'esecuzione delle proprie mansioni.

Le analisi compiute iniziarono progressivamente a strutturarsi prendendo la forma di un ambito di ricerca teorica e applicata nel quale convergevano conoscenze e contributi di differenti discipline.

Questo processo fornì le basi per la nascita dell'ergonomia.

Alla fine della seconda guerra mondiale, nel luglio del 1949, ritenendo le esperienze fatte molto interessanti e stimolanti, K.H.F. Murrell e altri ricercatori si riunirono e fondarono ad Oxford l'«Ergonomics Research Society» con l'obiettivo di studiare i bisogni umani nell'ambiente di lavoro. Di questo gruppo facevano parte fisiologi, ingegneri, psicologi particolarmente esperti in psicologia applicata nonché studiosi della valutazione del lavoro. Lo scopo iniziale era di costituire un forum per uno scambio interdisciplinare di informazioni tra ricercatori di diversa formazione.

In quest'occasione fu coniato il termine «ergonomics» o «ergonomia», atto a definire un nuovo modo di studiare e risolvere i rapporti tra l'uomo e l'ambiente di lavoro.

In mezzo secolo di storia, parallelamente alle modificazioni sociali e tecnologiche, l'ergonomia ha mutato obiettivi, approcci e ambiti di applicazione.

Gli studi caratterizzanti l'attività ergonomica degli anni '50 furono rivolti principalmente all'analisi dei fattori di nocività industriale e alle caratteristiche fisiche del posto di lavoro in rapporto alle risposte energetiche e meccaniche dell'organismo umano (Maier e Tartaglia, 2003, Mc Cormick, 1964). Il campo di intervento era prevalentemente il settore delle lavorazioni industriali ad alto rischio (industria siderurgica, mineraria, automobilistica) in cui i problemi più urgenti erano la sicurezza delle mansioni e la salute degli operai.

Il lavoratore era però ancora concepito come un fornitore di prestazioni e ciò che importava principalmente era il suo rendimento, soprattutto in ambienti di lavoro ad alto rischio. In un siffatto contesto l'ergonomia aveva lo scopo di tutelare l'uomo, migliorarne la salute, la sicurezza ma nell'ottica di aumentare la produttività aziendale. Conseguentemente l'obiettivo non era progettare macchinari sicuri e utilizzabili da chiunque ma, al contrario, individuare le persone adatte a svolgere un determinato compito e ad utilizzare con profitto un certo tipo di strumento.

Con il progressivo crescere del potere della forza lavoro questo atteggiamento mutò profondamente. I maggiori diritti acquisiti permisero ai lavoratori di esigere maggiore tutela sul lavoro portando a un ribaltamento di prospettiva nello studio delle attività umane. L'ergonomia modificò di conseguenza il suo approccio: per adattare la macchina all'uomo piuttosto che il contrario è necessario partire dall'analisi delle caratteristiche dell'utilizzatore, poiché esso rappresenta in tal caso la variabile indipendente.

Al centro dell'attenzione venne quindi posto il lavoratore osservato in rapporto alla macchina, nel microcosmo della postazione lavoro analizzata al di fuori del contesto organizzativo e sociale in cui è collocata.

In questo primo periodo, in cui l'ergonomia si può definire propriamente scienza del lavoro, sono quindi gli aspetti antropometrici, biomeccanici e fisiologici ad assumere in il ruolo principale al fine di:

- ottimizzare il rapporto uomo-macchina;
- adattare le esigenze dell'attività all'efficienza dell'uomo per ridurre la fatica;
- progettare e installare dispositivi, macchine ed attrezzature efficienti, sicure e in grado di rispettare i limiti dell'uomo, potenziandone le capacità operative;
- collocare postazioni di lavoro con dimensioni opportune per assicurare una corretta posizione del corpo;
- adattare le condizioni dell'ambiente alle esigenze fisiologiche dell'uomo in termini di salute e benessere.

Verso la fine degli anni '50 anche in Italia iniziarono le prime ricerche in campo ergonomico, rifacendosi per lo più alle esperienze segnalate dalla comunità scientifica nel resto d'Europa. I primi studi riguardarono quindi la fisiologia e l'igiene del lavoro, cui fecero seguito esperienze di psicologia. Nel 1961 venne costituita a Roma la Società Italiana di Ergonomia e successivamente a Milano l'Associazione Italiana di Ergonomia. Dalla fusione delle due società ebbe origine la Società Italiana di Ergonomia (SIE).