

# Ergonomia Medica\*

FRANCO C. GROSSI\*\*

Universidad Nacional del Nordeste  
Corrientes (República Argentina)  
grossi@med.unne.edu.ar

## ABSTRACT

*Ergonomics in Medicine deals with the interactions related to man-work-environment relationships, in order to add, process and integrate the research and solutions offered by different sciences. This would allow the system to achieve an optimal adaptation between man, medical technologies and equipment and working environment, to study and create specific interfaces. In the context of the organization and management of healthcare facilities and services, ergonomic interventions are aimed at guaranteeing the effectiveness and efficiency of the process-system and the patients' and operators' satisfaction in an anthropocentric perspective. Current healthcare facilities are environments which have been made even more complex by the inclusion of increasingly advanced technologies, both for diagnosis, treatment and surgical interventions. The main case studies in ergonomics which gave objectively verifiable results are described here.*

## PAROLE CHIAVE

ERGONOMIA E OSPEDALE / ERGONOMICS AND HOSPITAL / ERGONOMÍA Y HOSPITALIDAD; ERGONOMIA IN MEDICINA / ERGONOMICS IN MEDICINE / ERGONOMÍA EN MEDICINA; ERGONOMIA E AMBIENTE SANITARIO / ERGONOMICS AND HEALTHCARE ENVIRONMENT / ERGONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE SANITARIO; ERGONOMIA IN DIAGNOSTICA / ERGONOMICS IN DIAGNOSTICS / ERGONOMÍA EN DIAGNÓSTICO; ERGONOMIA E TECNOLOGIE IN CHIRURGIA / ERGONOMICS AND TECHNOLOGIES IN SURGERY / ERGONOMÍA Y TECNOLOGÍAS EN CIRUGÍA.

## 1. PRAFAZIONE

La presente trattazione ha carattere propedeutico e si prefigge lo scopo di fornire gli elementi base per un successivo studio della disciplina ergonomica applicata alle Scienze Mediche e ai Sistemi Sanitari. In particolare, dal punto di vista pratico, si desidera sottolineare il fatto che, mediante l'utilizzo delle metodiche inerenti alla

---

\* Title: *Medical Ergonomics* / Titulo: *Ergonomía médica*.

\*\* Emeritus Professor of Ergonomics and academic delegate of National University of the Northeast (Argentina). He taught *Information & Communication Technology* and *Applied Ergonomics* at the University of Trieste, 1997 to 2013.

progettazione ergonomica si è ora in grado sia di anticipare le esigenze dei pazienti e degli operatori, sia quelle relative all'innovazione del processo e del prodotto in area medica, chirurgica e dei servizi clinici nel rispetto delle norme e dei vincoli funzionali e produttivi. Questa materia, data la sua vastità, verrà riproposta in successive trattazioni. Verranno, quindi, qui esposte solamente le basi di questa specifica disciplina.

## 2. ETIMO, NASCITA E DEFINIZIONE DELL'ERGONOMIA

Il termine *Ergonomia* deriva dai termini del greco antico *εργον* (*ergon*: lavoro, compito) e *νομος* [*nomos*: uso, usanza, costume, consuetudine, legge, regola, corradicale di: *νεμειν* (*νεμω*: governare, modo di amministrare, modo di distribuire ordinatamente)]. Quindi come “governare” le attività lavorative.

Nata per studiare e far rispettare nella progettazione una serie di norme che tutelano la vita del lavoratore e accrescono l'efficienza e l'affidabilità dei sistemi uomo-macchina, l'ergonomia ha allargato il proprio campo di applicazione in funzione dei cambiamenti che sono sopravvenuti nella domanda di *salute* e di *benessere*.

L'obiettivo attualmente perseguito è quello di contribuire alla progettazione di oggetti, servizi, ambienti di vita e di lavoro, tali da rispettare i limiti dell'uomo e da potenziarne le capacità operative. L'Ergonomia si nutre delle acquisizioni scientifiche e tecnologiche che permettono di migliorare la qualità delle condizioni di vita, in tutte le attività del quotidiano.

Veniamo ora a illustrare il percorso che ha portato, nel 1949, alla nascita dell'*Ergonomia*, quale disciplina scientifica. L'*Enciclopedia Britannica* riporta che

*diseases directly related to occupations were recognized by early Egyptian and Roman physicians. Modern occupational medicine may be said to have started with Bernardino Ramazzini.*<sup>1</sup>

Nel 1700, infatti, Bernardino Ramazzini, professore di medicina alle Università di Modena e Padova fu il primo a occuparsi dei problemi attinenti al lavoro e pubblicò

---

<sup>1</sup> Trad.: «le malattie direttamente correlate alle occupazioni furono riconosciute dai primi medici egiziani e romani. Si può dire che la medicina del lavoro moderna abbia avuto inizio con Bernardino Ramazzini».

il *De Morbis Artificum Diatriba* (dissertazione sulle malattie dei lavoratori artigiani, pubblicato nel 1713), nel quale analizzò e associò circa quaranta malattie alle mansioni lavorative, soprattutto artigianali, di quel periodo. Nel 1774, William Buchan si occupò della scomoda posizione di lavoro degli artigiani e dei sarti e, nel 1830, Charles Turner fondò la *Medicina del Lavoro* in Inghilterra.

Nel 1949, al fine di analizzare le problematiche insorte per adeguare alle possibilità umane le attrezzature e le velocità di funzionamento delle macchine e delle industrie belliche, K. F. H. Murrel (1908-1984) radunò a Oxford un gruppo di studiosi che diede vita alla *Ergonomics Research Society*. La nuova teoria di Murrel si riferiva alla *macchina* intesa come strumento di lavoro e l'*uomo* quale fruitore di tale mezzo, nel contesto di un sistema *uomo-macchina-ambiente*<sup>2</sup>.

Ogni sistema organizzativo del lavoro è quindi costituito da un operatore umano, dai mezzi e dai metodi di cui dispone e utilizza, il tutto nell'ambiente in cui opera. "Adattare il lavoro all'uomo" (*fitting the job to the worker*) è lo slogan assunto dallo stesso inventore del termine "Ergonomia", K. H. F. Murrel, in totale antitesi alla teoria della "Organizzazione scientifica del lavoro" esposta agli inizi del Novecento da Frederick Winslow Taylor ed Henry Ford, che avrebbero, invece, voluto "adattare l'uomo al lavoro". Gli studi in questo nuovo ramo della scienza ebbero, poi, ulteriore sviluppo con la costituzione, a Stoccolma nel 1959, dell'*International Ergonomics Association* (IEA).



Figura 1. Il logo dell'IEA (Fonte: <https://iea.cc/>).

---

<sup>2</sup> Cfr. MEISTER, ENDERWICK 2001.

## L'IEA, definisce l'Ergonomia (o Fattori Umani) come

*the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans 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. The terms ergonomics and human factors are often used interchangeably or as a unit (e.g., human factors and ergonomics – HFE or EHF).*<sup>3</sup>

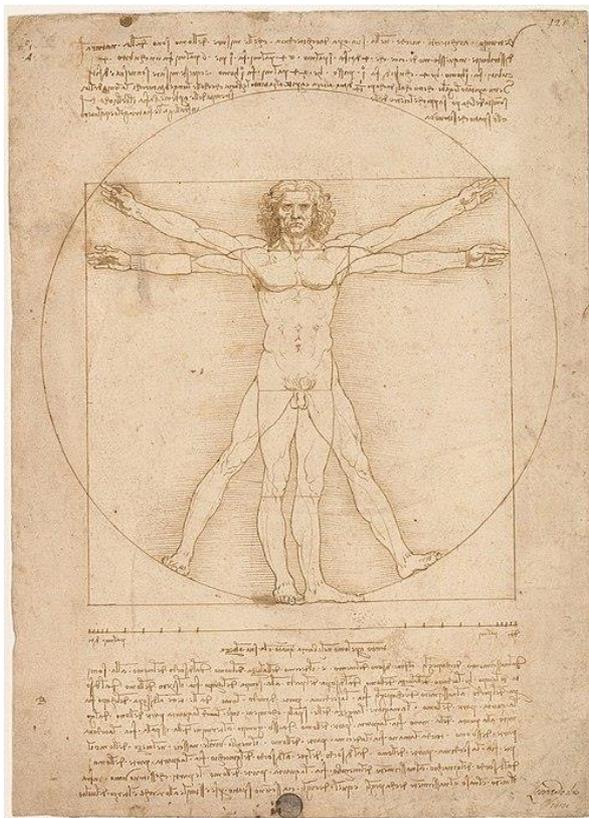


Figura 2. Il disegno di Leonardo da Vinci (Anchiano, 15 aprile 1452 – Amboise, 2 maggio 1519) (Fonte: <[https://it.wikipedia.org/wiki/Uomo\\_vitruviano](https://it.wikipedia.org/wiki/Uomo_vitruviano)>) assunto a simbolo dell'Ergonomia<sup>4</sup>. È stato intitolato *l'uomo vitruviano*, ovvero *l'uomo come misura di tutte le cose*, in cui si analizzano le proporzioni del corpo umano secondo gli scritti dell'architetto romano Vitruvio<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Trad.: «la disciplina scientifica interessata alla comprensione delle interazioni tra esseri umani e altri elementi di un sistema e la professione che applica teorie, principi, dati e metodi alla progettazione al fine di ottimizzare il benessere umano e le prestazioni complessive del sistema. I termini ergonomia e fattori umani sono spesso usati in modo intercambiabile o come unità (ad esempio, fattori umani ed ergonomia – HFE o EHF)».

<sup>4</sup> Questa celeberrima rappresentazione delle proporzioni ideali del corpo umano, cerca di dimostrare come esso possa essere armoniosamente inscritto nelle due figure “perfette” del cerchio, che simboleggia il Cielo, il cosmo, la perfezione divina e del quadrato, che simboleggia la Terra, il mondo terreno. Da un punto di vista filosofico, riconducendo tale visione alla filosofia platonica, aristotelica e neoplatonica, l'uomo viene considerato “specchio dell'universo”. Si tratta di un disegno a penna e inchiostro su carta, con le dimensioni di cm. 34,4 × 24,5, eseguito nel 1490 da Leonardo da Vinci e conservato, nel Gabinetto dei Disegni e delle Stampe delle Gallerie dell'Accademia di Venezia. È stato intitolato *l'uomo vitruviano*, ovvero *l'uomo come misura di tutte le cose*, in cui si analizzano le proporzioni del corpo umano secondo gli scritti dell'architetto romano Vitruvio.

<sup>5</sup> Marco Vitruvio Pollione (in latino: *Marcus Vitruvius Pollio*; Formia, 80 a. C. circa – dopo il 15 a. C. circa) è stato un architetto e scrittore romano, attivo nella seconda metà del I secolo a. C., considerato il più famoso teorico dell'architettura di tutti i tempi. Il suo trattato *De Architectura* è stato il fondamento dell'architettura occidentale fino alla fine del XIX secolo.

### 3. L'ERGONOMIA APPLICATA

L'*Ergonomia applicata* tratta, con modalità sistemica<sup>6</sup>, i metodi e le fasi peculiari di qualsiasi progetto, al fine di recare alla realizzazione antropocentrica di un adattamento ottimale del sistema “uomo, ciò che l'uomo costruisce e l'ambiente circostante” alle capacità e ai limiti psico-fisiologici dell'essere umano, mediante lo studio di apposite interfacce<sup>7</sup>. Innanzitutto si tratta di rispondere alle necessità di *sicurezza* e di *qualità*, espressamente richieste, in questo caso, dagli operatori sanitari e dai pazienti, per passare poi alla *qualità ergonomica*, che è oggetto della presente trattazione preliminare.

#### 3.1 LA SICUREZZA

Il concetto di *sicurezza*, posizionato al secondo posto nella gerarchia dei bisogni proposta da Abraham Maslow, dopo quello delle necessità fisiologiche, è di natura ancestrale, appartiene al nostro cervello più antico, quello denominato “rettile” ed è da sempre correlato al nostro istinto di paura per la sopravvivenza.

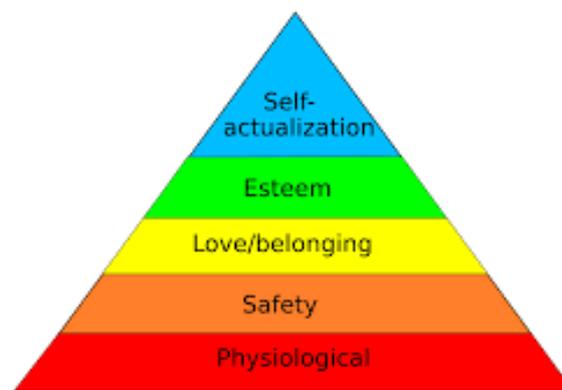


Figura 3. La piramide di Maslow.

(Fonte: <<https://courses.lumenlearning.com/suny-monroec-hed110/chapter/theory/>>)

In epoche più recenti si stanno sviluppando ulteriori tematiche riguardanti la sicurezza del lavoro, la sicurezza nelle comunicazioni e nell'*Information Technology*, la sicurezza ambientale e la sicurezza nazionale e così via, continuamente alimentate dallo sviluppo

---

<sup>6</sup> Cfr. BANDINI BUTI 2001.

<sup>7</sup> Cfr. NORMAN 1988.

della “società del rischio”. Anche per le strutture sanitarie gli argomenti relativi alla sicurezza assumono oggi estrema attualità e importanza, soprattutto per i provvedimenti legislativi nazionali e internazionali, atti a normare settori che sino a pochi anni orsono venivano lasciati alla quasi totale discrezionalità delle parti.

### 3.2 LA QUALITÀ

Per quanto attiene alla *Qualità*, l'ISO (*International Organization for Standardization*) la definisce come

*The totality of features and characteristics of a product or service that bear on its ability to satisfy stated or implied needs<sup>8</sup>,*

in altre parole l'insieme delle proprietà e caratteristiche intrinseche di un prodotto o servizio, che consentono di soddisfare bisogni dichiarati o impliciti, con piena soddisfazione del cliente. Inoltre, la qualità di un bene o di un servizio è la percezione che un cliente ha di esso.

La necessità di sottostare ai principi della qualità insorse all'inizio del Novecento, in concomitanza con la nascita della produzione industriale di massa, poiché la concorrenza e la crescente competizione indussero le aziende a immettere nel mercato prodotti idonei a soddisfare le esigenze dei consumatori. Inizialmente venne individuato nel “collaudo” il meccanismo operativo, atto a consentire la differenziazione tra i prodotti validi e permettendo lo scarto di quelli non idonei.

Successivamente si passò a tecniche di controllo da effettuarsi nel corso del processo produttivo ma senza una vera e propria pianificazione degli eventi. Nel 1920 la *Western Electric Company* creò un dipartimento di qualità per risolvere i guasti della centrale telefonica. La nascita della qualità totale nel mondo fu la risposta diretta alla rivoluzione della qualità avvenuta in Giappone dopo la seconda guerra mondiale, quando i principali produttori giapponesi passarono dalla produzione di beni militari per uso interno alla produzione di beni civili per il commercio.

---

<sup>8</sup> Trad.: «L'insieme delle peculiarità e delle caratteristiche di un prodotto o servizio che incidono sulla sua capacità di soddisfare bisogni dichiarati o impliciti».

Quindi, chi ne ha fatto un pilastro della propria rinascita industriale postbellica sono stati proprio i giapponesi, i quali poi, alla fine degli anni Sessanta, ne presentarono il proprio modello con la denominazione di *Company Wide Quality Control* (CWQC)<sup>9</sup>.



Figura 4. Rappresentazione grafica del CWQC.

(Fonte: <<https://www.kenmode.com/blog/metal-stamping-defects-can-spell-disaster-for-medical-devices>>)

I dispositivi medici difettosi costano ogni anno ai produttori miliardi di dollari. Ancora più allarmante è il fatto che tali difetti possono portare alla morte e a gravi danni per i pazienti. Secondo la *Food and Drug Administration* statunitense,

*Ogni anno, la FDA riceve diverse centinaia di migliaia di segnalazioni di dispositivi medici riguardanti sospetti decessi, lesioni gravi e malfunzionamenti associati a tali dispositivi.*<sup>10</sup>

Per comprendere in che modo la qualità sia una variabile strategica essenziale per l'eccellenza competitiva di qualsiasi organizzazione, vediamo di analizzare le quattro tappe fondamentali dello sviluppo della diffusione del modello della qualità totale istituzionalizzato nel tempo dalle aziende giapponesi.

- La *qualità del prodotto*, ovvero la conformità che esso presenta in relazione a norme predefinite o a specifiche di fabbricazione. Le aziende giapponesi così come i modelli organizzativi occidentali affidano il presidio della qualità del prodotto a organi di staff denominati “i controllori della qualità”, che hanno il compito di verificare il grado di congruenza tra le caratteristiche qualitative dei prodotti ottenuti e gli standard prestabiliti.

<sup>9</sup> Trad.: Controllo di qualità a livello aziendale.

<sup>10</sup> Cfr. KENMODE in Siti web.

- La *qualità dell'organizzazione*, che rappresenta una caratteristica fondamentale per comprendere ciò che avviene all'interno dell'azienda. È necessario che l'impresa sia in grado di identificare i processi e diagnosticare in che misura essi contribuiscono alla qualità del prodotto finale e ciò deve avvenire in un momento successivo allo sviluppo della consapevolezza del fatto che ogni attività svolta costituisce un input per l'attività successiva. Uno dei fattori di successo delle industrie giapponesi è che tutto il personale viene difatti coinvolto per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.
- La *qualità come soddisfazione del cliente*. Quando si parla di *qualità totale* si fa riferimento sia alla *qualità negativa* cioè il grado di non conformità di un prodotto alle aspettative del cliente e o presenza di difetti, sia alla *qualità positiva* cioè il superamento di tali attese, presupponendo la presenza di un plus rispetto alle aspettative. Non sempre però il cliente è consapevole dei plus che gli possono dare soddisfazione. L'azienda di successo deve saper individuare questi bisogni inespressi o qualità latenti traducendoli in qualità positiva dei prodotti.
- La *qualità come eccellenza competitiva*. L'azienda deve assumere come obiettivo strategico la capacità di soddisfare le esigenze dei propri clienti, e ciò, meglio di quanto non facciano i propri concorrenti. Valutare in termini non più assoluti ma relativi questa capacità significa essere in grado di orientare gli sforzi dell'organizzazione verso l'obiettivo della qualità come eccellenza competitiva.

Oggi, per la certificazione del processo di qualità, vigono le norme ISO 9000<sup>11</sup>.



Figura 5. I simboli delle ISO 9000 (Fonte: <<https://www.iso.org/home.html>>).

<sup>11</sup> La ISO 9000 è un documento da leggere e con cui familiarizzare per comprendere tutti gli altri standard specifici relativi alla *qualità*, mentre la ISO 9001 è una vera e propria norma in base alla quale le organizzazioni mettono in atto azioni al fine di certificare il proprio sistema di gestione della *qualità*.

### 3.3 L'APPROCCIO ERGONOMICO

Abbiamo visto che, per poter attuare fattivamente l'approccio ergonomico, devono essere prima già state soddisfatte le esigenze di *sicurezza e qualità*<sup>12</sup>. Poi è necessario ragionare sul fatto che, oggi, tutti desidererebbero poter contribuire al progetto: operatori sanitari, pazienti, addetti alle pulizie, e così via e ciò anche al fine di essere in grado di diminuire il divario di prestazioni esistente tra la sanità pubblica e quella privata. Infine, nel mercato oramai globale, si rende necessario assoggettare il progetto di apparecchiature mediche e servizi ai canoni dei moderni stakeholders dei social media, denominati "influencers"<sup>13</sup>. L'*approccio ergonomico*, in quanto essenzialmente *metodologico*, si presta a essere applicato in una vasta gamma di attività umane. Per ciò che attiene alle aree di competenza dell'Ergonomia Applicata, possiamo tentarne una prima suddivisione in tre tipologie, che peraltro hanno subito nel tempo un'importante evoluzione antropocentrica ossia l'*Area Biomedica*, l'*Area Politecnica* e l'*Area Psicosociale e delle Organizzazioni*<sup>14</sup>.

### 4. L'ERGONOMIA MEDICA

Viene ora sommariamente delineata la trattazione, nei suoi caratteri generali, dell'*Ergonomia Medica*, che si esplica nella costituzione di un gruppo di lavoro per la valutazione, la progettazione e la gestione di *ambienti sanitari*, comprensivi delle tecnologie emergenti, dell'organizzazione e dei servizi resi<sup>15</sup>.

La crisi emergente del Sistema Sanitario Nazionale Italiano, dovuta a molteplici fattori e, tra i primi, il sottofinanziamento e la mancanza di una programmazione in campo formativo che ha comportato l'estrema carenza di medici e infermieri, ha prodotto una grande tendenza, da parte dei cittadini, all'*auto cura* e all'*auto prescrizione*, sottoponendoli a gravi rischi e pericoli. Inoltre, spesso l'architettura degli edifici e l'organizzazione gestionale producono delle problematiche non indifferenti.

---

<sup>12</sup> Cfr. ARELLANO *et al.* 2018.

<sup>13</sup> Sono denominati *influencers* persone che sono in grado di generare interesse per qualcosa (prodotti o servizi) pubblicandolo sui social media.

<sup>14</sup> Cfr. ALEXANDER, RABOURN 2020.

<sup>15</sup> Cfr. CARAYON 2017.

Il percorso progettuale dell'Ergonomia medica inizia, allora, con un robusto piano comunicativo, atto a coinvolgere tutti gli attori del sistema sanitario, in modo da rivalorizzare il ruolo delle aziende ospedaliere, che non dovranno essere più identificate solamente come *luogo e cura delle acuzie*, ma anche delegate alla *prevenzione* e, in generale, alla *salute* dei cittadini<sup>16</sup>. Quindi, il progetto ergonomico in sanità si occupa di garantire l'efficacia e l'efficienza del sistema, nonché della soddisfazione degli operatori e dei pazienti, il tutto nell'ottica di una "visione" antropocentrica.

Anche nell'Ergonomia Medica vigono i principi generali di questa disciplina, quali la *globalità applicativa*, l'*interdisciplinarietà*<sup>17</sup> e la *partecipazione attiva* di tutti coloro che fruiscono del sistema sanitario<sup>18</sup>. In particolare l'ergonomo condurrà il gruppo di progetto a definire le caratteristiche ergonomiche, ovvero gli aspetti che influenzano la qualità del rapporto tra le apparecchiature/complesso ospedaliero e la generalità degli utenti, al fine di ricavare i *parametri ergonomici*, cioè i criteri necessari per valutare o giudicare le caratteristiche ergonomiche delle apparecchiature/complesso ospedaliero. Ciò condurrà alla formulazione delle qualità ergonomiche da indicare ai progettisti, affinché possano svolgere il loro lavoro sottostando alle linee guida proposte<sup>19</sup>.

In particolare, l'Ergonomia fa riferimento a tutte quelle discipline scientifiche che possano migliorare la qualità di vita lavorativa degli operatori sanitari e dei pazienti, fornendo i canoni necessari per formulare un layout appropriato dell'ambiente lavorativo, facilitando una vera e propria "cultura medica" (carico di lavoro, carenza di personale sanitario e comunicazione di messaggi relativi alla salute), proponendo l'utilizzo di dispositivi medici interattivi, riducendo lo stress psicologico legato al lavoro, minimizzando gli errori terapeutici e aumentando la sicurezza dei pazienti<sup>20</sup>. Oggi l'interesse principale dell'ergonomia è quello di annullare i fattori di stress legati al lavoro al fine di evitare qualsiasi esito negativo correlato alla salute.

---

<sup>16</sup> Cfr. DUFFY 2017.

<sup>17</sup> L'Ergonomia nasce come settore di ricerca che si avvale di tutte le discipline scientifiche.

<sup>18</sup> Cfr. LIGHTNER, KALRA 2019.

<sup>19</sup> Cfr. PUNNETT *et. al.* 2013.

<sup>20</sup> Cfr. SALVENDY, KARWOWSKY 2021.

Questi fattori di *stress lavorativo* (vale a dire, sforzi, posture errate, scarsa progettazione della postazione di lavoro, ecc.) facilitano lo sviluppo di lesioni cumulative e quindi aumentano il rischio di molteplici disturbi muscolo-scheletrici<sup>21</sup>. Inoltre, anche altre conseguenze legate alla salute come rischi chimici/biologici/psicosociali, tumori maligni, incidenti e assenteismo per malattia sono state associate all'assenza di una progettazione ergonomica<sup>22</sup>.

Quindi, al fine di migliorare gli standard qualitativi sia degli operatori sanitari sia dei pazienti, è assolutamente necessario attuare una strategia olistica progettata con le metodologie proprie dell'*ergonomia medica*. Tutto ciò deve, naturalmente, sottostare alle norme in vigore<sup>23</sup>.

#### 4.1 IL SISTEMA NORMATIVO VIGENTE

La legislazione italiana ha recepito le norme mondiali ed europee sull'Ergonomia dapprima emanando il decreto legislativo del 19 settembre 1994, n. 626, sino a giungere, poi al D. Lgs. 81/08<sup>24</sup>, divenuto Legge dello Stato, pubblicata il 17/12/2021, con il n. 215. In particolare, una delle misure generali di tutela, comprese nell'articolo 15 del D. Lgs. 81/2008, è (comma 1, lettera d)

*il rispetto dei principi ergonomici nell'organizzazione del lavoro, nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo.*

Quindi, l'applicazione dell'Ergonomia è orientata alla

*valutazione e progettazione di attrezzature, procedure operative e contesto ambientale delle postazioni di lavoro in funzione dei compiti richiesti all'operatore; pertanto, l'approccio ergonomico richiede di considerare le interazioni e le possibili interferenze che possono evidenziarsi dalla considerazione complessiva di tutti gli aspetti materiali e immateriali che incidono sull'esecuzione dei compiti lavorativi.*

Nel corso degli anni sono state promulgate tutta una serie di norme, il cui elenco è stato rubricato nell'Appendice.

---

<sup>21</sup> Cfr. STANTON, YOUNG, HARVEY 2017.

<sup>22</sup> Cfr. SHRIVASTAVA, SHRIVASTAVA, RAMASAMY 2014.

<sup>23</sup> Cfr. SUJAN *et al.* 2022.

<sup>24</sup> Denominato anche *Testo Unico Sicurezza sul Lavoro*, è il principale riferimento legislativo in Italia sul tema della salute e sicurezza sul lavoro.

## 4.2 LA NORMA ISO 13485 PER I DISPOSITIVI MEDICI

Per ciò che attiene alla norma internazionale specifica riferentesi al comparto medico, vige la ISO 13485 “*Medical devices - Quality management systems - Requirements for regulatory purposes*<sup>25</sup>”, la quale identifica uno standard per il sistema di gestione della qualità specifico per le aziende del settore medicale, armonizzato nel settore dei dispositivi medici. Essa è stata pensata al fine di specificare i requisiti che devono essere rispettati da un’organizzazione che deve progettare e implementare un sistema di gestione della qualità. Tale organizzazione deve dimostrarsi in grado nel fornire dispositivi medici e servizi correlati, in modo da soddisfare costantemente i clienti e i requisiti normativi di riferimento.

La sicurezza del paziente è stata posta al centro della norma ISO 13485, il cui scopo principale è quello di garantire la coerenza della progettazione, dello sviluppo, della produzione, della conservazione, della distribuzione, dell’installazione, della manutenzione e dello smaltimento dei dispositivi medici. La ISO 13485 richiede alle organizzazioni di implementare questi processi in conformità ai requisiti normativi dei mercati in cui intendono operare.

## 4.3 GLI AMBITI DEL PROGETTO ERGONOMICO IN AMBITO SANITARIO

Per ciò che attiene all’intervento ergonomico, esso può essere definito o di *concezione*, o di *correzione*. Si parla di *Ergonomia di concezione*, quando i principi di tale disciplina vengono utilizzati già in fase progettuale e quindi vengono già fornite ai progettisti le linee guida per l’attuazione dell’opera.

Si parla, invece, di *Ergonomia di correzione* quando ci si trova di fronte a un progetto già realizzato e si rende necessario apportare le modifiche necessarie. Ed è quasi sempre questo secondo caso nel quale si imbattono gli ergonomi per tentare di modificare le realtà ospedaliere oramai vetuste e con necessità di adeguarsi alle normative vigenti e all’inserimento di tecnologie sempre più avanzate.

---

<sup>25</sup> Trad.: Dispositivi medici - Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti per scopi regolamentari.

#### 4.4 ESEMPI NEI QUALI È OPPORTUNO UTILIZZARE LE SISTEMICHE DEL PROGETTO ERGONOMICO

Vediamo ora di rappresentare tre casi in cui, in ambito sanitario, i requisiti ergonomici di realizzazione implicano il dover soddisfare tutte le branche di modalità progettuale: *politecnica, cognitiva/organizzativa e medica.*

##### 4.4.1 SALA OPERATORIA ROBOTIZZATA

Sulla base del D.P.R. 14 gennaio 1997, viene definito quanto segue, in materia di requisiti strutturali, tecnologici e organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private.

*Il numero complessivo di sale operatorie deve essere definito, per ogni singola struttura, in funzione della tipologia e complessità delle prestazioni per specialità che vengono erogate, ed in particolare in relazione alla attivazione o meno della Day Surgery. I locali e gli spazi devono essere correlati alla tipologia e al volume delle attività erogate. La dotazione minima di ambienti per il gruppo operatorio è la seguente: spazio filtro di entrata degli operandi; zona filtro personale addetto; zona preparazione personale addetto; zona preparazione utenti; zona risveglio utenti; sala operatoria; deposito presidi e strumentario chirurgico; deposito materiale sporco. La sala operatoria deve essere dotata di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrotermiche: temperatura interna invernale e estiva: compresa tra 20-24 °C; umidità relativa estiva e invernale: 40-60%; ricambi aria/ora (aria esterna senza ricircolo): 15 v/h; filtraggio aria: 99.97%; impianto di gas medicali e impianto di aspirazione gas anestetici direttamente collegato alle apparecchiature di anestesia; stazioni di riduzione della pressione per il reparto operatorio, le quali devono essere doppie per ogni gas medicale/tecnico e tali da garantire un adeguato livello di affidabilità; impianto rilevazione incendi; impianto allarmi di segnalazione esaurimento gas medicali. Per ogni sala operatoria questi sono i requisiti minimi tecnologici: tavolo operatorio; apparecchio per anestesia con sistema di evacuazione dei gas dotato anche di spirometro e di monitoraggio della concentrazione di ossigeno erogato, respiratore automatico dotato anche di allarme per deconnessione paziente; monitor per la rilevazione dei parametri vitali; elettrobisturi; aspiratori distinti chirurgici e per broncoaspirazione; lampada scialitica; diafanoscopio a parete; strumentazione adeguata per gli interventi di chirurgia generale e delle specialità chirurgiche. Per ogni gruppo operatorio: frigoriferi per la conservazione di farmaci e emoderivati; amplificatore di brillantezza; defibrillatore. Per la zona risveglio: gruppo per ossigenoterapia; cardiomonitor e defibrillatore; aspiratore per broncoaspirazione. Ogni struttura erogante prestazione deve prevedere i seguenti requisiti organizzativi: la dotazione organica del personale medico ed infermieristico deve essere rapportata alla tipologia e al volume degli interventi chirurgici; l'attivazione di una sala operatoria deve comunque prevedere almeno un medico anestesista, due chirurghi e due infermieri professionali.<sup>26</sup>*

Le indicazioni minime sopradescritte si riferiscono a sale operatorie di tipo “tradizionale”, ma la continua evoluzione sia in ambito edilizio sanitario sia nelle tecnologie innovative utilizzate richiedono che siano soddisfatti tutti i criteri di progettazione architettonica

---

<sup>26</sup> D.P.R. 14 gennaio 1997 Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 20 febbraio 1997, n. 42, S.O

e ingegneristica, tenendo nella dovuta considerazione le esigenze di interfaccia antropocentrica insorte nell'interazione tra pazienti/operatori, con le apparecchiature medicali e l'ambiente ospedaliero<sup>27</sup>.



Figura 6. Nuovissima Sala Operatoria di tipo “tradizionale”.  
(Fonte: <<https://www.bresciatoday.it/benessere/salute/poliambulanza-sala-operatoria.html>>)

Ad esempio nelle sale operatorie vengono sempre più spesso utilizzati impianti robotizzati evoluti per la *chirurgia mininvasiva*, con applicazioni differenti, che spaziano dall'urologia alla ginecologia, dalla chirurgia toracica alla chirurgia generale. Con queste configurazioni il chirurgo si trova fisicamente lontano dal campo operatorio ed è seduto di fronte a una postazione dotata di monitor e comandi, muove i bracci del robot tramite *joystick*<sup>28</sup>, collegati agli strumenti endoscopici, che vengono introdotti attraverso piccole incisioni. Il campo operatorio è proiettato tridimensionalmente, con immagini ad altissima risoluzione. In questa situazione si applicano i principi ergonomici politecnici. Ad esempio per ciò che attiene all'uso del videoterminale, tale postazione

<sup>27</sup> Cfr. HEDGE 2016.

<sup>28</sup> Il *joystick* (la cui traduzione è leva di comando) è una unità periferica, esterna al computer, che trasforma i movimenti di una levetta manovrata dall'utente in una serie di segnali elettrici o elettronici che permettono di controllare un programma, un'apparecchiatura o un attuatore meccanico.

deve sottostare ben undici serie di requisiti ergonomici, che sono descritti nelle seguenti norme internazionali:

- UNI EN ISO 9241-1:2003 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Introduzione generale.
- UNI EN ISO 9241-4:2002 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Requisiti della tastiera.
- UNI EN ISO 9241-5:2001 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Requisiti posturali e per la configurazione del posto di lavoro.
- UNI EN ISO 9241-6:2001 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Guida sull'ambiente di lavoro.
- UNI EN ISO 9241-9:2001 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Requisiti per i dispositivi di immissione dei dati diversi dalle tastiere.
- UNI EN ISO 9241-11:2018 - Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Parte 11: Usabilità: Definizioni e concetti.
- UNI EN ISO 9241-13:2002 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Guida per l'utente.
- UNI EN ISO 9241-14:2002 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Menu dialogici.
- UNI EN ISO 9241-15:1999 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Comandi dialogici.
- UNI EN ISO 9241-16:2001 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Dialoghi per manipolazione diretta.
- UNI EN 29241-2:1994 - Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT). Guida ai requisiti dei compiti.

Sempre dal punto di vista dell'ergonomia, l'operatore al videoterminale deve, poi, poter disporre di un DPI<sup>29</sup> per proteggere i propri occhi dalla "luce blu"<sup>30</sup>.

Queste sono solamente alcune delle prescrizioni che devono essere osservate nella progettazione di queste nuove tipologie di sale operatorie. Un progetto ergonomico strutturato sarà in grado di fornire le necessarie linee guida da fornire ai progettisti per una corretta esecuzione del loro lavoro.

Una *sala operatoria robotizzata* comprende tre componenti principali<sup>31</sup>:

- La *console chirurgica*, che è posizionata esternamente al campo sterile, consente al chirurgo di operare per mezzo di due manipolatori (simili a *joystick*) e di pedali

---

<sup>29</sup> Dispositivo di Protezione Individuale (Cfr. D. Lgs. 81/2008).

<sup>30</sup> La Luce Blu è una forma di radiazione elettromagnetica dello spettro del visibile che è compresa tra i 380 e i 500 nm. Essa è particolarmente dannosa tra i 390 e i 455 nm.

<sup>31</sup> Cfr. IRCCS HUMANITAS RESEARCH HOSPITAL in Siti web.

- che guidano la strumentazione, e di osservare il campo operatorio tramite il monitor dell'endoscopio 3D. Il robot replica i gesti eseguiti dal chirurgo alla *console*, ma consente di operare con maggiore precisione, sia sopprimendo il tremore naturale delle mani, sia demoltiplicando i movimenti. Inoltre la visione ingrandita e tridimensionale del campo operatorio permette al chirurgo di distinguere le strutture anatomiche più piccole, difficilmente visibili a occhio nudo.
- Il *carrello paziente*, che sostiene le braccia del robot, le quali eseguono materialmente l'operazione. Sui bracci dei robot sono installati gli strumenti chirurgici, che dispongono della possibilità di compiere una rotazione di quasi 360°. Gli strumenti sono progettati con sette gradi di movimento, un raggio di gran lunga superiore rispetto a quello del polso umano.
  - Il *carrello visione*, che contiene l'unità centrale di elaborazione e un sistema video ad alta definizione (*Full HD*). Il campo operatorio viene catturato dall'endoscopio e ritrasmeso alla testa della videocamera stereo ad alta definizione, progettata per disporre di un campo visivo di 60°. Unitamente agli endoscopi *Intuitive Surgical*, il sistema di visione consente di ingrandire l'area chirurgica di 6-10 volte.



Figura 7. Una sala operatoria attrezzata per l'effettuazione di interventi di chirurgia robotizzata.  
(Fonte: <https://www.intuitive.com/en-us/patients/da-vinci-robotic-surgery>)<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Il sistema chirurgico da Vinci è un sistema chirurgico robotico. Il sistema è controllato da un chirurgo da una *console*. Questo approccio chirurgico minimamente invasivo è comunemente utilizzato per le prostatectomie e sempre più spesso per la riparazione delle valvole cardiache e le procedure chirurgiche ginecologiche.



Figura 8. Il chirurgo manipola, con il joystick, l'estremità di uno strumento chirurgico all'esterno del corpo mentre visualizza l'azione all'interno del corpo su un monitor televisivo (Fonte: <<https://www.kasselmvcvey.com/robot-case/>>).

Il sistema è in grado di effettuare automaticamente più di un milione di controlli di sicurezza al secondo, offrendo così la massima sicurezza e affidabilità durante il funzionamento. I chirurghi e il personale della sala operatoria vengono tenuti informati sullo stato del sistema e sullo stato di salute del paziente per mezzo di *Feed-back* audio e video. Degli schermi *touchscreen*, che offrono la possibilità di tracciare disegni a mano libera sulla proiezione del campo operatorio agevolano la comunicazione all'interno dell'équipe.

#### 4.4.2 IL COMPLESSO OSPEDALIERO<sup>33</sup>

L'ospedale viene definito come una struttura che eroga prestazioni per acuti in regime di ricovero ospedaliero a ciclo continuativo, oppure solamente diurno. Tale struttura presenta uno dei massimi livelli di complessità, non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche organizzativo. Purtroppo, la maggior parte dei nosocomi sono obsoleti sia dal punto di vista architettonico-strutturale, sia da quello tecnologico e organizzativo e presentano considerevoli gap<sup>34</sup> tra il valore atteso<sup>35</sup> e quello percepito<sup>36</sup>.

<sup>33</sup> Cfr. D.P.R. 14 GENNAIO 1997 *Approvazione ...* in Siti web.

<sup>34</sup> Scarto, divario.

<sup>35</sup> In generale il "valore atteso" è determinato dal rapporto tra i benefici desiderati e i costi che si ritiene di dover sostenere per l'acquisizione e il godimento di tali benefici.

<sup>36</sup> Si intende per "valore percepito" il risultato della valutazione dei consumatori di un prodotto o servizio, sulla base delle sue caratteristiche e sulla possibilità che queste soddisfino un bisogno.

Le strutture ospedaliere non si caratterizzano per una dinamica predittiva, tale da renderle fruibili per i prossimi anni, ma, bensì, vengono di volta in volta adattate alle innovazioni organizzative e tecnologiche<sup>37</sup>.



Figura 9. Una parte del complesso ospedaliero *Boao Evergrande International Hospital*, che sta sorgendo sull'isola di Hainan in Cina e che è già il più grande nosocomio del mondo, basato sulla formula del turismo in sanità (Fonte: <<https://global.chinadaily.com.cn/a/201912/31/WS5e0a46ffa310cf3e35581910.html>>).

Un esempio di progettazione integrata, con una visione per i prossimi vent'anni, è stato sviluppato nella zona pilota di turismo medico internazionale di Hainan Boao Lecheng, che tiene nel dovuto conto le esigenze dei pazienti e degli operatori socio-sanitari.

#### 4.4.3 IL PRONTO SOCCORSO

Per il Pronto Soccorso vige la seguente definizione

*L'unità organizzativa deputata all'emergenza deve assicurare gli interventi diagnostico-terapeutici di urgenza compatibili con le specialità di cui è dotata la struttura, deve poter eseguire un primo accertamento diagnostico strumentale e di laboratorio e gli interventi necessari alla stabilizzazione dell'utente. Deve garantire il trasporto protetto.*<sup>38</sup>

Il Pronto Soccorso può essere rappresentato come un organismo ospedaliero Input-Output, nel quale si generano flussi di pazienti in entrata, pazienti in trattamento e flussi di pazienti in uscita<sup>39</sup>.

<sup>37</sup> Cfr. GROSSI 2006.

<sup>38</sup> D.P.R. 14 gennaio 1997 *Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private* pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 20 febbraio 1997, n. 42, S.O.

<sup>39</sup> Cfr. FERRIS 2013.

I problemi attualmente più gravi, a parte la mancanza di personale sanitario, si riferiscono al grande afflusso di utenti in entrata, al fatto che molti di questi utenti sono “da Codice Bianco”, all’inadeguatezza delle strutture ricettive e al mancato coinvolgimento del personale sanitario dopo i trattamenti, che non si sentono così appagati da una gratificazione per il lavoro svolto.

Riguardo al problema dello straordinario afflusso di utenti al pronto soccorso, abbiamo potuto verificare che ciò è conseguente alla debolezza delle strutture sociosanitarie territoriali, le quali non sono adeguatamente organizzate, per cui qualsiasi esigenza di pseudo-urgenza o di reale urgenza viene immediatamente delegata agli ospedali.



Figura 10. Un'immagine del pronto soccorso dell'Ospedale Cardarelli di Napoli.  
(Fonte: <<https://nursetimes.org/napoli-caos-cardarelli-chiude-il-pronto-soccorso/144737>>)

In più è stato dimostrato che, attualmente, quasi il 70% degli accessi in pronto soccorso è codificata come codici bianchi o verdi<sup>40</sup>, cioè situazioni che normalmente non richiedono cure salva-vita né interventi tempo-dipendenti e che dovrebbero e potrebbero essere quindi gestite a livello territoriale.

Al fine di ridurre il carico di pazienti in entrata si potrebbe prevedere una *Consolle di Pre-triage*, gestita da un infermiere il quale, fatte salve le condizioni di garanzia di rispetto delle norme sulla privacy, raccolga i dati anagrafici dei pazienti, esegua un *pre-triage* informale sulla porta e crei un registro di afferenza, inviando, poi, i codici bianchi e verdi in una sala a parte, ove, invece di specialisti operino medici di medicina generale.

<sup>40</sup> Sulla stampa italiana appaiono continuamente articoli come il seguente (cfr. PIACENZASERA in Siti web).

Nel caso, invece, che vengano ravvisati sintomi da codice rosso, i pazienti verranno immediatamente inviati all'area rossa e la scheda di Triage verrà compilata a posteriori. Il personale di Pronto soccorso verrà, poi, costantemente edotto sulle condizioni di salute dei pazienti trattati, anche dopo il termine del loro turno di lavoro, in modo da valorizzare sempre il loro lavoro. La fase successiva alle dimissioni dal Pronto Soccorso dovrà prevedere l'avvio di un percorso assistenziale post intervento e la compilazione di un questionario di gradimento da parte degli utenti.

## 6. MENZIONE

Desidero dar nota delle partecipanti ai gruppi di lavoro della Facoltà di Medicina di UNNE<sup>41</sup>, svoltisi presso gli Ospedali di Cattinara a Trieste e Santa Maria della Misericordia a Udine: Fátima Isabel Soler Zozaya, Estefanía Lis Luque, Luz Maria Centanaro, Ariana Leonor Chaz (dottoresse mediche) e Maria Vara Gómez Pilar, Adriana Azul Queirel Ferro, Cecilia Mariana Sena (studentesse del sesto anno di medicina).

## 7. APPENDICE

Si riporta di seguito una lista di *norme internazionali (ISO), europee (EN) e italiane (UNI)* inerenti all'Ergonomia. Per ogni norma viene presentato il *numero, il titolo e la data di entrata in vigore*.

Numero norma	Titolo norma	entrata in vigore
UNI EN 547-1	Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano - Parte 1: Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture per l'accesso di tutto il corpo nel macchinario.	marzo 09
UNI EN 547-2	Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano Parte 2: - Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture di accesso.	marzo 09
UNI EN 547-2	Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano Parte 2: - Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture di accesso.	marzo 09
UNI EN 547-3	Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano - Parte 3: Dati antropometrici.	marzo 09
UNI EN 614-1	Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione. Parte 1: Requisiti Terminologia e principi generali.	ottobre 09
UNI EN 614-2	Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione Parte 2: Interazioni tra la progettazione del macchinario e i compiti lavorativi.	marzo 09
UNI EN 842	Sicurezza del macchinario. Segnali visivi di pericolo. Requisiti generali, progettazione e prove.	marzo 09
UNI EN 894-1	Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 1: Principi generali per interazioni dell'uomo con dispositivi di informazione e di comando.	marzo 09
UNI EN 894-2	Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 2: Dispositivi di informazione.	marzo 09
UNI EN 894-3	Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 3: Dispositivi di comando.	marzo 09
UNI EN 894-4	Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 4: Ubicazione e sistemazione di dispositivi di informazione e di comando.	luglio 10
UNI EN 981	Sicurezza del macchinario - Sistemi di segnali di pericolo e di informazione uditivi e visivi.	marzo 09
UNI EN 1005-1	Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Termini e definizioni.	luglio 03
UNI EN 1005-2	Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 2: Movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario.	novembre 04
UNI EN 1005-3	Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Limiti di forza raccomandati per l'utilizzo del macchinario.	luglio 03
UNI EN 1005-4	Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 4: Valutazione delle posture e dei movimenti lavorativi in relazione al macchinario.	marzo 09

<sup>41</sup> UNNE, Universidad Nacional del Nordeste, República Argentina.

UNI EN ISO 6385	Principi ergonomici nella progettazione dei sistemi di lavoro.	luglio 04
UNI EN ISO 7250	Misurazioni di base del corpo umano per la progettazione tecnologica.	febbraio 00
UNI EN ISO 7250-1	Misurazioni di base del corpo umano per la progettazione tecnologica – Parte 1: Definizioni delle misurazioni del corpo umano e luoghi.	maggio 10
UNI EN ISO 7726	Ergonomia degli ambienti termici – Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche.	gennaio 02
UNI EN ISO 7730	Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.	febbraio 06
UNI EN ISO 7731	Ergonomia – Segnali di pericolo per luoghi pubblici e aree di lavoro – Segnali acustici di pericolo.	marzo 09
UNI EN ISO 7933	Ergonomia dell'ambiente termico – Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile.	febbraio 05
UNI 8459	Ergonomia dei sistemi di lavoro. Terminologia di base e principi generali.	febbraio 83
UNI EN ISO 8996	Ergonomia dell'ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico.	febbraio 05
UNI EN ISO 9241-1	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Introduzione generale.	dicembre 03
UNI EN ISO 9241-4	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Requisiti della tastiera.	aprile 02
UNI EN ISO 9241-5	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Requisiti posturali e per la configurazione del posto di lavoro.	settembre 01
UNI EN ISO 9241-6	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Guida sull'ambiente di lavoro.	ottobre 01
UNI EN ISO 9241-7	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Requisiti dello schermo soggetto a riflessi.	maggio 02
UNI EN ISO 9241-8	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Requisiti per i colori visualizzati.	maggio 01
UNI EN ISO 9241-9	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Requisiti per i dispositivi di immissione dei dati diversi dalle tastiere.	ottobre 01
UNI EN ISO 9241-10	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Principi dialogici.	febbraio 97
UNI EN ISO 9241-11	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Guida sull'usabilità.	maggio 02
UNI EN ISO 9241-12	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Presentazione delle informazioni.	ottobre 01
UNI EN ISO 9241-13	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Guida per l'utente.	maggio 02
UNI EN ISO 9241-14	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Menu dialogici.	ottobre 02
UNI EN ISO 9241-15	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Comandi dialogici.	dicembre 99
UNI EN ISO 9241-16	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Dialoghi per manipolazione diretta.	ottobre 01
UNI EN ISO 9241-17	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Dialoghi per compilazione di moduli.	luglio 02
UNI EN ISO 9241-20	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 20: Linee guida sull'accessibilità dell'attrezzatura e dei servizi della tecnologia dell'informazione e della comunicazione.	maggio 09
UNI CEN ISO/TR 9241-100	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 100: Introduzione alle norme relative all'ergonomia del software.	giugno 11
UNI EN ISO 9241-110	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 110: Principi dialogici.	ottobre 06
UNI EN ISO 9241-129	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 129: Guida sull'individualizzazione del software.	gennaio 11
UNI EN ISO 9241-151	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 151: Guida relativa alle interfacce dell'utente della rete.	novembre 08
UNI EN ISO 9241-171	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 171: Guida sull'accessibilità dei software.	dicembre 08
UNI EN ISO 9241-210	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 210: Processi di progettazione orientata all'utente per sistemi interattivi.	novembre 10
UNI EN ISO 9241-300	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 300: Introduzione ai requisiti dei visualizzatori elettronici.	maggio 09
UNI EN ISO 9241-302	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 302: Terminologia per visualizzatori elettronici.	giugno 09
UNI EN ISO 9241-303	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 303: Requisiti per visualizzatori elettronici.	giugno 09
UNI EN ISO 9241-304	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 304: Metodi di prova delle prestazioni per gli utenti per visualizzatori elettronici.	giugno 09
UNI EN ISO 9241-305	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 305: Metodi di prova di laboratori ottici per visualizzatori elettronici.	giugno 09
UNI EN ISO 9241-306	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 306: Metodi di valutazione in campo per visualizzatori elettronici.	maggio 09
UNI EN ISO 9241-307	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 307: Metodi di prova di analisi e di conformità per visualizzatori elettronici.	giugno 09
UNI EN ISO 9241-400	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 400: Principi e requisiti per i dispositivi fisici di ingresso.	ottobre 07
UNI EN ISO 9241-410	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 410: Criteri di progettazione per i dispositivi fisici di ingresso.	agosto 08
UNI EN ISO 9241-420	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 420: Selezione dei dispositivi di inserimento dati.	settembre 11
UNI EN ISO 9241-910	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema – Parte 910: Quadro di riferimento per interazioni tattili.	settembre 11
UNI EN ISO 9886	Ergonomia – Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche.	luglio 04
UNI EN ISO 9920	Ergonomia dell'ambiente termico – Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento.	novembre 09
UNI EN ISO 9921	Ergonomia – Valutazione della comunicazione verbale.	aprile 04
UNI 10530	Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione.	febbraio 97
UNI EN ISO 10064-4	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Parte 4: Disposizione e dimensionamento delle postazioni di lavoro.	febbraio 05
UNI EN ISO 10075-1	Principi ergonomici relativi al carico di lavoro mentale – Termini generali e definizioni.	marzo 03
UNI EN ISO 10075-2	Principi ergonomici relativi al carico di lavoro mentale – Principi di progettazione.	giugno 02

UNI EN ISO 10075-3	Principi ergonomici relativi al carico di lavoro mentale – Parte 3: Principi e requisiti riguardanti i metodi per la misurazione e la valutazione del carico di lavoro mentale.	febbraio 05
UNI EN ISO 10551	Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo.	gennaio 02
UNI EN ISO 11064-1	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Principi per la progettazione di centri di controllo.	marzo 01
UNI EN ISO 11064-2	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Principi per la sistemazione delle suite di controllo.	marzo 01
UNI EN ISO 11064-3	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Disposizione della sala di controllo.	aprile 02
UNI EN ISO 11064-4	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Parte 4: Disposizione e dimensionamento delle postazioni di lavoro.	febbraio 05
UNI EN ISO 11064-5	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Parte 5: Dispositivi di presentazione delle informazioni e di comando.	gennaio 09
UNI EN ISO 11064-6	Progettazione ergonomica di centri di controllo – Parte 6: Requisiti ambientali per centri di controllo.	ottobre 05
UNI EN ISO 11079	Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale.	giugno 08
UNI ISO 11228-1	Ergonomia – Movimentazione manuale – Parte 1: Sollevamento e trasporto.	aprile 09
UNI ISO 11228-2	Ergonomia – Movimentazione manuale – Parte 2: Spinta e traino.	aprile 09
UNI ISO 11228-3	Ergonomia – Movimentazione manuale – Parte 3: Movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza	aprile 09
UNI 11377-1	Usabilità dei prodotti industriali – Parte 1: Principi generali, termini e definizioni.	settembre 10
UNI 11377-2	Usabilità dei prodotti industriali – Parte 2: Metodi e strumenti di intervento.	settembre 10
UNI EN ISO 11399	Ergonomia degli ambienti termici – Principi e applicazione delle relative norme internazionali.	marzo 01
UNI EN ISO 12894	Ergonomia degli ambienti termici – Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi.	gennaio 02
UNI EN 13202	Ergonomia degli ambienti termici – Temperature delle superfici di contatto calde – Guida per stabilire nelle norme di prodotto i valori limite della temperatura delle superfici mediante la EN 563.	febbraio 02
UNI EN 13356	Accessori di visualizzazione per uso non professionale – Metodi di prova e requisiti.	gennaio 03
UNI EN 13406-1	Requisiti ergonomici per il lavoro con visualizzatori a pannelli piatti – Introduzione.	aprile 00
UNI EN 13406-2	Requisiti ergonomici per il lavoro con visualizzatori a pannelli piatti – Requisiti ergonomici per video a schermo piatto.	luglio 02
UNI EN 13731	Ergonomia degli ambienti termici – Vocabolario e simboli.	ottobre 04
UNI EN ISO 13732-1	Ergonomia degli ambienti termici – Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici – Parte 1: Superfici calde.	marzo 09
UNI EN ISO 13732-3	Ergonomia degli ambienti termici – Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici – Parte 3: Superfici fredde.	febbraio 06
UNI EN 13861	Sicurezza del macchinario – Guida per l'applicazione delle norme relative all'ergonomia nella progettazione del macchinario.	dicembre 11
UNI EN 14434	Superfici verticali di scrittura per istituzioni scolastiche – Requisiti ergonomici, tecnici e di sicurezza e metodi di prova.	marzo 10
UNI EN ISO 14505-2	Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'ambiente termico nei veicoli – Parte 2: Determinazione della temperatura equivalente.	aprile 07
UNI EN ISO 14505-2 – EC 1-2009	Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'ambiente termico nei veicoli – Parte 2: Determinazione della temperatura equivalente.	agosto 09
UNI EN ISO 14505-3	Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'ambiente termico nei veicoli – Parte 3: Valutazione del benessere termico mediante l'utilizzo di soggetti umani.	gennaio 07
UNI EN ISO 14738	Sicurezza del macchinario – Requisiti antropometrici per la progettazione di postazioni di lavoro sul macchinario.	marzo 09
UNI EN ISO 14915-1	Ergonomia del software per interfacce utenti e sistemi multimediali – Principi di progettazione e sistema di riferimento.	maggio 03
UNI EN ISO 14915-2	Ergonomia del software per interfacce utenti e sistemi multimediali – Navigazione e comandi per sistemi multimediali.	marzo 04
UNI EN ISO 14915-3	Ergonomia del software per interfacce utenti e sistemi multimediali – Selezione e combinazione dei mezzi di comunicazione.	maggio 03
UNI EN ISO 15006	Veicoli stradali – Aspetti ergonomici dei sistemi di informazione e di controllo del trasporto – Specifiche e procedure di conformità per la presentazione audio all'interno del veicolo.	febbraio 06
UNI EN ISO 15535	Requisiti generali per la creazione di banche dati antropometrici.	aprile 07
UNI EN ISO 15536-1	Ergonomia – Manichini computerizzati e sagome del corpo umano – Parte 1: Requisiti generali.	marzo 09
UNI EN ISO 15536-2	Ergonomia – Manichini computerizzati e sagome del corpo umano – Parte 2: Verifica delle funzioni e validazione delle dimensioni per sistemi di manichini computerizzati.	luglio 07
UNI EN ISO 20685	Metodologie di scansione tridimensionale (3-D) per banche dati antropometrici compatibili a livello internazionale.	luglio 10
UNI EN ISO 24500	Ergonomia – Progettazione accessibile – Segnali uditivi per prodotti di consumo.	dicembre 10
UNI EN ISO 24501	Ergonomia – Progettazione accessibile – Livelli di pressione sonora di segnali uditivi per i prodotti di consumo.	marzo 11
UNI EN ISO 24502	Ergonomia – Progettazione accessibile – Specificazione del contrasto di luminanza correlato all'età per la luce colorata.	marzo 11
UNI EN ISO 24503	Ergonomia – Progettazione accessibile – Puntini e barre tattili su prodotti di consumo.	aprile 11
UNI EN 28996	Ergonomia. Determinazione della produzione di energia termica metabolica.	maggio 96
UNI EN 29241-2	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT). Guida ai requisiti dei compiti.	giugno 94
UNI EN 29241-3	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Requisiti dell'unità video.	febbraio 04
UNI EN 26385	Principi ergonomici nella progettazione dei sistemi di lavoro.	maggio 91
UNI EN ISO 26800	Ergonomia – Approccio generale, principi e concetti.	ottobre 11

## BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER D., RABOURN R.  
2020, *Applied Ergonomics*, Boca Raton (USA), CRC Press.
- ARELLANO J. L. H., MACÍAS A. A. M., MARTÍNEZ J. A. C., CORONADO P. P.  
2018, *Handbook of Research on Ergonomics and Product Design*, Engineering Science Reference, an imprint of IGI Global, Hershey (USA).
- BANDINI BUTI L.  
2001, *Ergonomia e prodotto*, Milano, Il Sole 24 Ore.
- CARAYON P.  
2017, *Handbook of Human Factors and Ergonomics in Health Care and Patient Safety*, Boca Raton (USA), CRC Press.
- DUFFY V. G.  
2017, *Advances in Human Factors and Ergonomics in Healthcare*, Boca Raton (USA), CRC Press.
- FERRIS T. K.  
2013, «Evidence-based design and the fields of human factors and ergonomics: Complementary systems-oriented approaches to healthcare design», *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 6(3), pp. 3-5, doi:10.1177/193758671300600301.
- GROSSI F.  
2006, *A New Ergonomic Healthcare Logistical Model Based on ICT Systems*, presentato all'International Symposium ICOH 2006 "Shiftwork and Ageing in Health Care and Community Services" (Venezia, 8-10 June 2006).
- HEDGE A.  
2016, *Ergonomic Workplace Design for Health, Wellness, and Productivity*, Boca Raton (USA), CRC Press.
- LIGHTNER N. J., KALRA J.  
2019, *Advances in Human Factors and Ergonomics in Healthcare and Medical Devices*, Berlino, Springer.
- MEISTER D., ENDERWICK T. P.  
2001, *Human Factors in System Design, Development, and Testing*, Boca Raton (USA), CRC Press.
- NORMAN, D. A.  
1988, *The Design of Everyday Things*, New York (USA), Basic Books.
- PUNNETT L., WARREN N., HENNING R., NOBREGA S., CHERNIACK M., CPH-NEW RESEARCH TEAM  
2013, «Participatory ergonomics as a model for integrated programs to prevent chronic disease», *J Occup Environ Med.* 2013 Dec; 55(12 Suppl), pp. S19-24, doi: 10.1097/JOM.000000000000040, PMID: 24284754.
- SALVENDY G., KARWOWSKI W.  
2021, *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, Fifth Edition, Hoboken (USA), John Wiley & Sons Inc.
- SHRIVASTAVA S. R., SHRIVASTAVA P. S., RAMASAMY J.  
2014, «Application of principles of ergonomics in medicine», *Indian J Occup Environ Med.*, 18(2), 100, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4280771/>>.

STANTON N. A., YOUNG M. S., HARVEY C.  
2017, *Guide to Methodology in Ergonomics: Designing for Human Use*, Second Edition, Boca Raton (USA), CRC Press.

SUJAN M., PICKUP L., VOSPER H., CATCHPOLE K.  
2022, *Making human factors and ergonomics work in health and social care*, Wootton Wawe (UK), Chartered Institute of Ergonomics & Human Factors.

## SITI WEB

D.P.R. 14 gennaio 1997 Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 20 febbraio 1997, n. 42, S.O,  
<[https://www.aipac.info/wp-content/uploads/2018/11/C\\_17\\_normativa\\_1163\\_allegato.pdf](https://www.aipac.info/wp-content/uploads/2018/11/C_17_normativa_1163_allegato.pdf)>, sito consultato il 9.10.2023.

### KENMODE

*Metal Stamping Defects Can Spell Disaster for Medical Devices*,  
<<https://www.kenmode.com/blog/metal-stamping-defects-can-spell-disaster-for-medical-devices>>, sito consultato il 9.10.2023.

### IRCCS HUMANITAS RESEARCH HOSPITAL

*Robot Da Vinci*,  
<<https://www.humanitas.it/cure/robot-da-vinci/>>, sito web consultato il 9.12.2023.

### PIACENZASERA

*Codici verdi il 70% degli accessi al Pronto Soccorso, numero dedicato per i casi meno gravi*,  
<<https://www.piacenzasera.it/2023/05/codici-verdi-il-70-degli-accessi-al-pronto-soccorso-numero-dedicato-per-i-casi-meno-gravi/485332/>>, sito web consultato il 9.12.2023.