

1 INTRODUZIONE

1.1 La normativa e gli enti preposti al disegno tecnico

La descrizione di un oggetto può essere fatta mediante una *esposizione verbale* con parole che saranno necessariamente imprecise nell'enunciazione e soprattutto nell'interpretazione, a causa delle diversità dei linguaggi utilizzati. Con lo *strumento fotografico* si possono esprimere meglio i dettagli esterni di un oggetto, ma non quelli interni e, in ogni caso, nulla si può dire sulle dimensioni dell'oggetto.

Il *disegno tecnico* è un *linguaggio grafico universale* (valido ormai per tutte le nazioni del mondo) che consente di descrivere le forme e le dimensioni degli oggetti. Ma come ogni linguaggio ha le sue *regole* e i suoi *codici*, definiti *norme* e *convenzioni*, che possono essere suddivisi in tre categorie:

- a) *norme e convenzioni di rappresentazione*: regole a cui tutti devono attenersi nella rappresentazione grafica degli oggetti (formato dei fogli da utilizzare, tipi di linea da impiegare, sistemi di rappresentazione, metodi di proiezioni, modalità di sezionatura e quotatura ecc.);
- b) *norme di quotatura*: regole che consentono il dimensionamento degli oggetti (sistemi di quotatura degli oggetti, disposizione delle quote sul disegno, applicazione delle tolleranze dimensionali e geometriche ecc.);
- c) *norme per la designazione*: regole che consentono di definire la forma e le dimensioni degli oggetti commerciali (viti, dadi, rosette, spine, chiavette, linguette, cuscinetti, cinghie, tenute, materiali ecc.).

Queste norme semplificano notevolmente la rappresentazione grafica (ruote dentate, filettature, alberi scanalati, cuscinetti, tenute, ziggrinature, proiezioni prospettiche, assonometriche e ortogonali, ecc.), favoriscono la standardizzazione e la catalogazione dei pezzi commerciali e ne facilitano l'acquisto.

Ogni nazione industrializzata ha un proprio ente, riconosciuto e regolarmente finanziato per occuparsi della predisposizione e dell'aggiornamento delle suddette norme. Nella *tabella E.1* sono riportati gli enti che si ritrovano più frequentemente nei disegni tecnici.

L'*organismo sovranazionale* denominato *ISO (International Standard Organization)* ha il compito di omogeneizzare sempre di più e far concordare tra di loro le norme previste dai singoli *enti nazionali* per raggiungere l'obiettivo di rendere il disegno tecnico sempre più un linguaggio universale.

Tabella E.1 Enti di unificazione

<i>Paese</i>	<i>Ente</i>	<i>Organismo</i>
Internazionale	ISO	International Standard Organization
Italia	UNI	Unificazione Nazionale Italiana
Germania	DIN	Deutsche Industrie Normen
Francia	AFNOR	Association Française de Normalisation
Inghilterra	BSI	British Standard Institution
Svezia	SIS	Swedish Standards Institution
Spagna	UNE	Unificación Nacional Española
Comunità Europea	EURONORM	Norme Europee
CSI	GOST	Unificazione Governativa delle Repubbliche Sovietiche
Giappone	JIS	Japanese Industrial Standards
USA	ANSI	American National Standards Institute
USA	SAE	Society Automotive Engineers
USA	AISI	American Iron & Steel Institute
USA	ASTM	American Society for Testing & Materials

1.2 Formati, squadratura dei fogli e tabella

La scelta della grandezza del foglio da utilizzare per il disegno di un oggetto dipende dalle sue dimensioni e dal numero di viste utilizzate per rappresentarlo. Le tabelle UNI prevedono i formati unificati da utilizzare (fig. E.1 e tab. E.2).

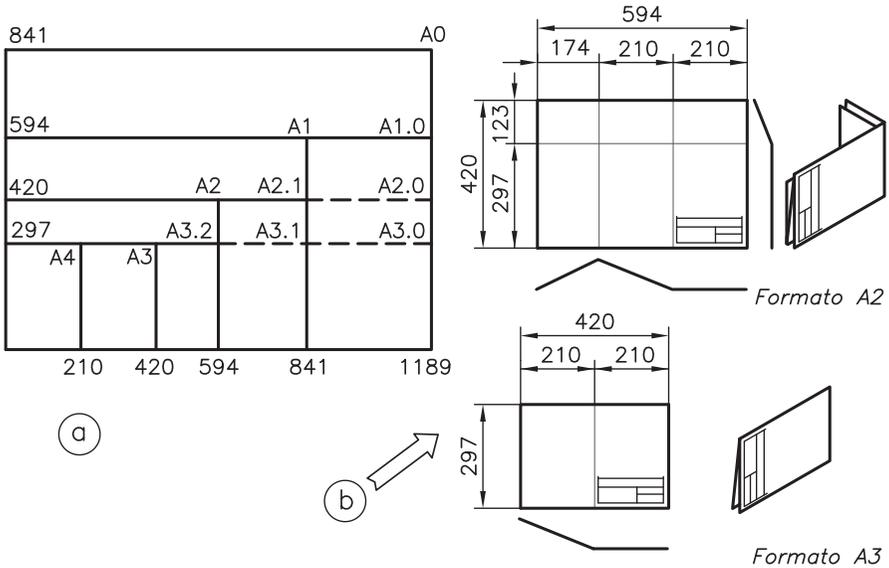


Figura E.1 Fogli da disegno: a) formati; b) piegatura.

All'interno del foglio deve essere sempre eseguita una squadratura che prevede bordi di diverse dimensioni in funzione del formato; su quello di sinistra, che può essere più grande, si possono praticare i fori di archiviazione.

Il formato base, denominato A0, ha un'area di 1 m^2 e il rapporto dei lati è pari a $\sqrt{2}$. I formati più piccoli sono ottenuti dimezzando successivamente il lato maggiore.

Il formato di riferimento è denominato A4; a esso sono riportati, con piegature successive, tutti gli altri formati più grandi per la loro archiviazione, facendo in modo che sulla facciata esterna rimanga sempre il riquadro delle iscrizioni (detto anche *tabella*), realizzato sempre nell'angolo inferiore destro del foglio (fig. E.2).

Tabella E.2 Formati comuni e allungati dei fogli unificati [mm] - UNI EN ISO 5457

Formati comuni		Formati allungati	
Designazione	Dimensioni	Designazione	Dimensioni
A0	841 × 1189		
A1	594 × 841	A1.0	594 × 1189
A2	420 × 594	A2.1	420 × 841
		A2.0	420 × 1189
A3	297 × 420	A3.2	297 × 594
		A3.1	297 × 841
		A3.0	297 × 1189
A4	210 × 297		

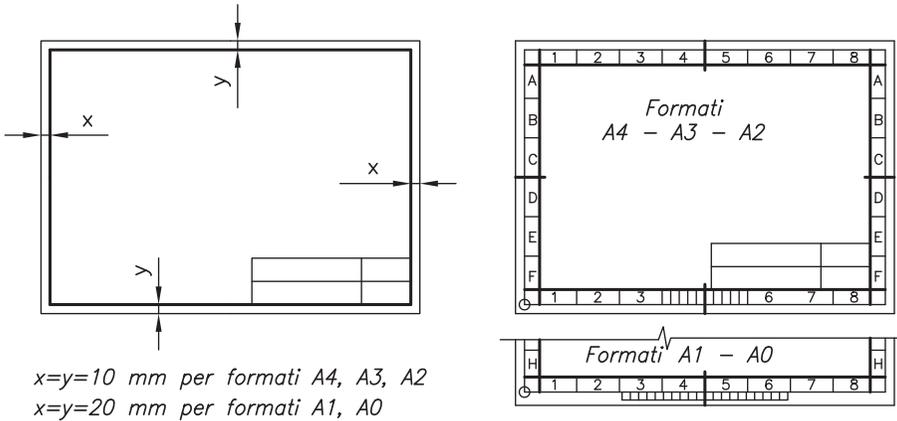


Figura E.2 Squadratura dei fogli da disegno e posizionamento della tabella.

1.3 Stazione di lavoro per il disegno computerizzato: CAD

Generalità

Il termine *CAD* è l'acronimo delle parole inglesi *Computer Aided Design*, la cui traduzione letterale è *Disegno Assistito da Computer*.

La tecnologia CAD si avvale delle grandi potenzialità dei computer nella gestione di appositi programmi dedicati all'esecuzione e alla modifica dei disegni. Tale tecnologia ha avuto un grande sviluppo in questi ultimi anni, arrivando a sostituire di fatto il tradizionale modo di disegnare con il tecnigrafo.

Il successo della tecnologia CAD è dovuto ai seguenti motivi:

- elevata velocità e precisione nella realizzazione dei disegni e nella loro successiva modifica;
- facile archiviazione elettronica dei disegni su supporti magnetici e/o ottici;
- possibilità di riutilizzo di interi disegni già esistenti e/o di loro parti o gruppi;
- trasmissione a distanza dei disegni su file mediante posta elettronica;
- possibilità di utilizzo di intere librerie di simboli o componenti commerciali;
- possibilità di collegamento diretto con la produzione mediante la tecnologia *CAM* (*Computer Aided Manufacturing*);
- possibilità di effettuare simulazioni con l'applicazione di carichi statici e/o dinamici sugli organi disegnati, per valutarne le deformazioni e verificarne il dimensionamento.

Stazione grafica e unità di elaborazione

Si definisce *stazione grafica* una postazione di lavoro dedicata al disegno computerizzato. Essa si compone di un *sistema di elaborazione* vero e proprio, detto *hardware* (parti meccaniche, elettriche ed elettroniche) e da un programma di disegno, detto *software* (*CAD*). Un sistema di elaborazione è costituito dalle *unità di elaborazione* e dalle *unità periferiche*.

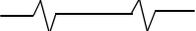
L'unità di elaborazione è il computer vero e proprio, cioè la macchina che elabora le informazioni. Le periferiche si distinguono in *unità di ingresso* (*input*) e *unità di uscita* (*output*).

1.4 Tipi di linee

Le linee sono lo strumento grafico attraverso il quale si definiscono le forme degli oggetti, si attribuiscono le dimensioni e si danno tutte le altre informazioni necessarie alla compren-

sione del disegno. La norma UNI ISO 128-24:2007, definisce i tipi e le grossezze delle linee da utilizzare nei disegni tecnici. Le denominazioni e le applicazioni (*fig. E.3*) dei vari tipi di linea sono riportati nella *tabella E.3*. Come si osserva, le linee si differenziano sostanzialmente per *forma e spessore*.

Tabella E.3 Denominazione e applicazioni dei tipi di linea: UNI ISO 128-24:2007

N°	Tipo di linea	Applicazioni (<i>fig. E.3</i>)	
01.1	Linea continua fine  Linea continua fine irregolare  Linea continua fine a zig-zag 	.1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .10 .11 .12 .13 .14 .15 .16 .17 .18 .19	Intersezioni fittizie Linee di misura Linee di riferimento Linee di richiamo Tratteggi contorni di sezioni ribaltate Assi brevi Fondi di filettature Origine di estremità di linee di misura Diagonali indicanti superfici piane Individuazione di spigoli fittizi Identificazione di dettagli Identificazione di dettagli ripetitivi Linee di definizione di elementi conici Collocazione di lamierini sottili Linee di proiezione Linee di griglia Limiti tracciati a mano di viste o sezioni interrotte che non siano assi di simmetria Limiti tracciati con sistemi assistiti dall'elaboratore di viste o sezioni interrotte che non siano assi di simmetria
01.2	Linea continua grossa 	.1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8	Spigoli in vista Contorni in vista Creste di filettatura Termine della filettatura a filetti completi Rappresentazione in diagrammi e schemi Schemi di strutture di carpenteria metallica Tracce in vista generate dalla separazione degli stampi Frecce indicative di tagli di sezioni
02.1	Linea a tratti fine 	.1 .2	Spigoli nascosti Contorni nascosti
0.2.2	Linea a tratti grossa 	.1	Indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio: trattamento termico
04.1	Linea mista fine a punto e tratto lungo 	.1 .2 .3 .4	Assi di simmetria Tracce di piani di simmetria Circonferenze primitive di ingranaggi Circonferenze su cui si trovano assi di fori
04.2	Linea mista grossa a punto e tratto lungo 	.1 .2	Porzioni di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio: trattamento termico Posizione di taglio e di sezione
05.1	Linea mista fine a due punti e tratto lungo 	.1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8	Contorni di pezzi adiacenti Posizioni estreme di parti mobili Contorni prima delle lavorazioni (sovrametallo) Parti situate anteriormente al piano di sezione Contorni di possibili esecuzioni alternative Contorni di parti finite sovrapposte al disegno dei grezzi Riquadri indicativi di zone particolari Zone di tolleranze proiettate
Per la stessa rappresentazione, nello stesso disegno, deve essere utilizzato un solo tipo di linea			

Nel caso in cui, in uno stesso disegno, si dovessero sovrapporre differenti tipi di linea, l'ordine di priorità è il seguente:

- contorni e spigoli in vista (tipo 01.2.1 o 01.2.2);
- contorni e spigoli nascosti (tipo 02.1.1 o 01.1.2);
- tracce dei piani di sezione (tipo 04.2.2);
- assi di simmetria o tracce dei piani di simmetria (tipo 04.1.1 e 04.1.2);
- linee per applicazioni particolari (tipo 05.1);
- linee di riferimento (tipo 01.1.3).

Nella *figura E.3* viene esemplificato l'utilizzo dei diversi tipi di linea.

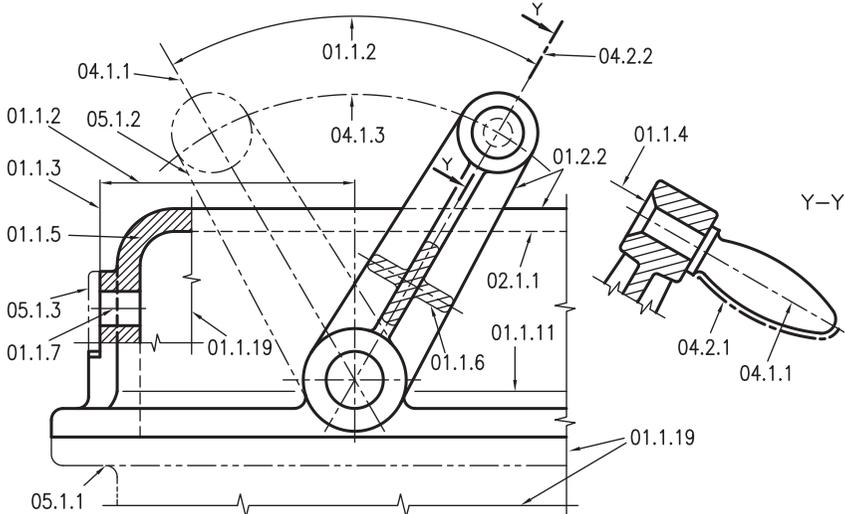


Figura E.3 Diversi tipi di linea utilizzati nel disegno tecnico.

1.5 Scritte sui disegni

Le scritte sui disegni tecnici, devono avere le seguenti caratteristiche (UNI EN ISO 3098):

- leggibilità (forma e caratteri unificati);
- uniformità e omogeneità (proporzioni tra le lettere);
- riproducibilità (spessore e distanze appropriate).

Regole pratiche per la scrittura:

- rispettare le proporzioni (*fig. E.4*);

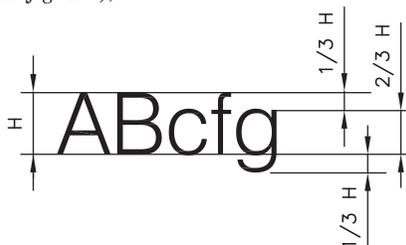


Figura E.4 Altezze dei caratteri nella scrittura.

- usare mina tenera (HB) e mai ripassare due volte lo stesso carattere;
- utilizzare le altezze *H* raccomandate: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20;
- per la forma e la disposizione dei caratteri attenersi alla proposta delle tabelle UNI (fig. E.5) e preferire la scrittura inclinata con caratteri larghi che minimizza le irregolarità della forma.

Caratteri tipo A – Scrittura inclinata (15°) e scrittura verticale

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ, 1234567890
abcdefghijklmn opqrstuvwxyz, 1234567890

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ, 1234567890
 abcdefghijklmn opqrstuvwxyz, 1234567890

Caratteri tipo B – Scrittura inclinata (15°) e scrittura verticale

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ, 1234567890
abcdefghijklmn opqrstuvwxyz, 1234567890

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ, 1234567890
abcdefghijklmn opqrstuvwxyz, 1234567890

Figura E.5 Forma e disposizione dei caratteri unificati.

1.6 Scale di rappresentazione

Si utilizzano le scale di riduzione o di ingrandimento quando risulta difficile rappresentare nel disegno al *naturale* un oggetto molto grande o molto piccolo.

In questi casi si ricorre alla *rappresentazione dell'oggetto in scala*, riducendo o ingrandendo tutte le dimensioni del pezzo, in modo che il disegno risulti ugualmente *chiaro* e possa contenere *tutte le informazioni necessarie*. Il rapporto di riduzione o di ingrandimento si chiama *scala*.

Le scale normalizzate, previste dalla tabella UNI EN ISO 5455, sono riportate nella *tabella E.4* (sono indicate in carattere corsivo quelle di uso più frequente).

Tabella E.4 Scale di ingrandimento e di riduzione normalizzate - UNI EN ISO 5455

<i>Scale di ingrandimento</i>	50 : 1 5 : 1	<i>Scale di riduzione</i>	<i>I</i> : 2	1 : 50	1 : 1000
	20 : 1 2 : 1		<i>I</i> : 5	1 : 100	1 : 2000
	10 : 1		1 : 10	1 : 200	1 : 5000
<i>Scala naturale</i>	<i>I</i> : <i>I</i>		1 : 20	1 : 500	1 : 10.000

1.7 I tratteggi dei materiali

Il tratteggio viene utilizzato nel disegno quando si ricorre alla rappresentazione, con la tecnica delle *sezioni*, di un oggetto idealmente tagliato in corrispondenza delle sue parti interne (fori e cavità) che vengono così messe in evidenza. La parte del materiale che è interessata dalla suddetta immaginaria operazione di taglio viene ricoperta da campitura con linee continue fini (tipo 01.1.5, UNI ISO 128-24); tale operazione è denominata *tratteggio*, secondo quanto prescrive la norma UNI 3972.

Per i tratteggi da utilizzare nelle sezioni si possono verificare i seguenti tre casi:

- *tratteggio generico di sezionatura* (fig. E.6a) eseguito con linee parallele continue fini (tipo 01.1.5, UNI ISO 128-24), inclinate di 45° rispetto agli assi principali o ai contorni;

- *tratteggi generali di identificazione* (figg. E.6a, b, c e d) utilizzati per esprimere la differenza tra materiali solidi, terreni, aeriformi e fluidi;
- *tratteggi specifici per materiali solidi* (fig. E.7) impiegati quando si vuole specificare la differenza tra i diversi materiali solidi.

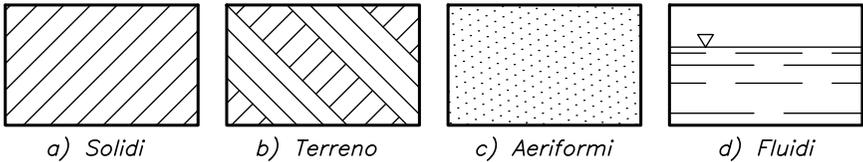


Figura E.6 Tratteggi generali per l'identificazione di materiali solidi, aeriformi e fluidi.

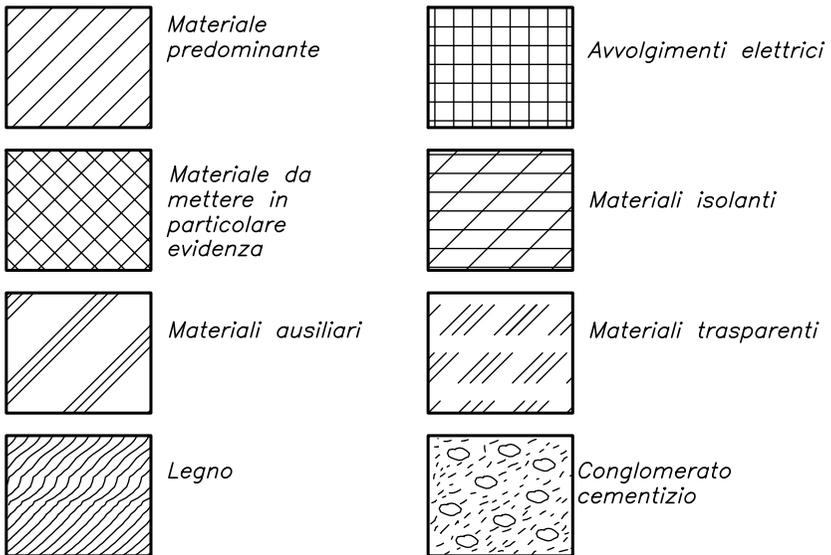


Figura E.7 Tratteggi specifici per materiali solidi.

Norme particolari

Di seguito sono elencate alcune norme particolari che regolano le modalità di tratteggio dei materiali nel disegno tecnico.

- Nella sezionatura di *superfici ampie* il tratteggio può essere limitato alla sola zona vicina ai bordi per una fascia di larghezza proporzionale all'estensione della superficie stessa (fig. E.8a).
- Nella sezionatura *superfici strette* (esempio: lamiere o profilati) si procede al riempimento totale della parte sezionata, lasciando una fessura bianca di separazione tra i diversi particolari quando più pezzi sono rappresentati affiancati e l'annerimento non evidenzerebbe compiutamente i profili (fig. E.8b).

- c) Nella rappresentazione di *complessivi sezionati*, per meglio identificare i diversi particolari si cambiano le direzioni o le distanze dei tratteggi dei pezzi attigui, con l'avvertenza che il tratteggio delle diverse parti dello stesso particolare deve mantenere la stessa direzione e lo stesso passo (fig. E.9).

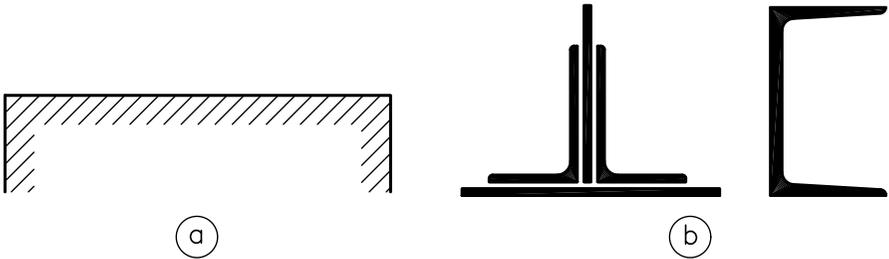


Figura E.8 Tratteggio di superfici: a) ampie; b) strette.

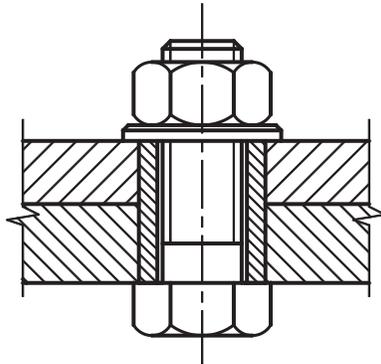


Figura E.9 Differenziazione dei pezzi con i tratteggi nei complessivi.

1.8 Serie dei numeri normali o di Renard

In fase di progettazione il disegnatore si trova sempre nelle condizioni di dover assegnare le dimensioni agli oggetti che sta rappresentando. Se l'assegnazione di tali dimensioni fosse lasciata alla libera attribuzione dei singoli progettisti, questi darebbero origine a un'infinità di soluzioni diverse tra loro.

Si è pensato, pertanto, di limitare l'utilizzo dei possibili valori a una ristretta fascia di numeri. Nella *tabella E.5* sono riportate le serie dei numeri normali, detti anche *numeri di Renard*, a cui si deve far riferimento quando si assegnano non solo grandezze dimensionali, ma anche volumi, pesi, pressioni, potenze, velocità ecc.

Gli obiettivi dichiarati sono quelli di favorire una maggior uniformità, realizzare un'economia di spazio nell'immagazzinamento dei pezzi ottenendo una riduzione del numero di prodotti, una maggior intercambiabilità fra loro e un più facile raffronto.

È possibile assegnare le grandezze utilizzando i numeri della serie R5; in caso di necessità, si passa all'utilizzo dei numeri della serie R10 e, successivamente, a quelli della serie R20. I valori della serie complementare R40 devono essere raramente utilizzati e solo in caso di estrema necessità.

Tabella E.5 Dimensioni lineari nominali per organi meccanici

<i>Valori fondamentali</i>			<i>Valori complem.</i>	<i>Valori fondamentali</i>			<i>Valori complem.</i>
<i>Serie R 5</i>	<i>Serie R 10</i>	<i>Serie R 20</i>	<i>Serie R 40</i>	<i>Serie R 5</i>	<i>Serie R 10</i>	<i>Serie R 20</i>	<i>Serie R 40</i>
0,1	0,1	0,1		10	10	10	
		0,11				11	
0,16	0,12	0,12	0,13	16	12	12	13
		0,14				14	
	0,16	0,16	0,15		16	15	
		0,2	0,18		0,17	18	17
			0,2		0,19	20	19
0,25	0,25	0,22	0,21	25	20	20	21
		0,25				0,24	
	0,3	0,28	0,26		25	26	
		0,3	0,3		32	30	
			0,35		0,32	32	34
0,4	0,4	0,4	0,38	40	40	36	38
		0,45				0,42	
	0,5	0,5	0,48		50	48	
		0,6	0,55		0,52	50	52
			0,6		0,58	63	60
1	0,8	0,6	0,65	63	63	63	68
		0,7				0,7	
	1	0,8	0,85		80	80	
		1	0,9		0,95	80	85
			1		1	100	95
1,6	1,2	1,1	1,3	160	100	100	105
		1,2				110	
	1,6	1,4	1,5		125	125	
		2	1,6		1,7	140	130
			2		1,8	160	150
2,5	2	1,9	2,1	250	200	180	190
		2,2				2,4	
	2,5	2,5	2,6		250	240	
		3	2,8		3	250	260
			3		3,2	315	300
4	4	3,5	3,8	400	315	315	340
		4				4	
	5	4,5	4,2		400	400	
		6	4,8		5	450	420
			5		5	500	480
6	6	5,2	5,8	630	500	500	530
		5,5				6	
	8	6	6,5		630	630	
		8	7		7,5	710	670
			8		8	800	750
10	10	9	8,5	1000	800	800	870
		10	9,5			900	
	10	10	10		1000	1000	