UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B – Prima sessione 2026

PRIMA PROVA SCRITTA DEL 31 LUGLIO 2026

SETTORE INDUSTRIALE

Tema n. 1:

Si descrivano le principali tipologie di impianto per la produzione di energia elettrica, disegnando uno schema semplificato che evidenzi i componenti che lo compongono e le loro interazioni, e tracciando la sequenza degli stati su un diagramma *T-s* o *h-s*. Si definiscano i concetti di rendimento di primo principio e di secondo principio e si illustrino alcune modalità per un loro incremento.

Tema n. 2:

Descrivere i principali fenomeni di deterioramento dei materiali utilizzati nelle apparecchiature e negli impianti industriali. Analizzare le cause e gli effetti dei processi corrosivi e degli altri meccanismi di danneggiamento, evidenziando i criteri adottati per la scelta dei materiali e per la prevenzione delle condizioni che ne compromettono l'integrità e la vita utile

Tema n. 3:

Si sviluppi una trattazione sui principali processi di deformazione plastica.
In particolare, si dovranno:

1) Illustrare i principali processi di deformazione plastica.
2) Descrivere i principali processi di lavorazione dei tubi.
3) Analizzare come i parametri di processo dei processi di imbutitura influiscano sulle proprietà meccaniche e microstrutturali dei semilavorati ottenuti, e sulla presenza dei difetti.
4) Evidenziare eventuali criticità e vantaggi dei processi trattati in relazione ai materiali coinvolti, alla produttività, alla qualità del prodotto finito e agli impieghi tipici.

Tema n. 4:

Si illustrino le principali tipologie e le principali caratteristiche dei depositi e descriva le principali funzioni che i depositi assolvono nell'ambito di una filiera logistico-produttiva.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Prima sessione 2026

SECONDA PROVA SCRITTA DEL 31 AGOSTO 2026

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea:
L-9 - Ingegneria Industriale

Tema n. 1 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

Si descrivano le modalità di scambio termico che intervengono in uno scambiatore di calore. Con riferimento ad una applicazione a propria scelta, si discutano i parametri e le scelte principali per effettuare un dimensionamento dello scambiatore, facendo riferimento a valori rappresentativi della tecnologia in uso.

Tema n. 2 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

La/il candidata/o sviluppi una trattazione tecnica sulle lavorazioni per asportazione di truciolo, analizzando in dettaglio il processo di fresatura.
In particolare, si richiede di:
1) Descrivere i principali processi di fresatura, specificando i meccanismi di formazione del truciolo e gli angoli di lavorazione.
2) Analizzare l'influenza di parametri quali velocità di taglio, avanzamento, profondità di passata, angoli caratteristici e meccanismi di fresatura discorde e concorde.
3) Affrontare il tema della rugosità superficiale, in relazione ai parametri di lavorazione, al tipo di fresatura e alle caratteristiche dell'inserto dell'utensile.
Infine, si richiede di discutere la relazione tra lo spessore del truciolo e i parametri di lavorazione dei processi di fresatura periferica e frontale, supportando con uno schema adeguato e la dimostrazione delle formule annesse.

Tema n. 3 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

Con riferimento alle decisioni aziendali di breve periodo, la/il candidata/o illustri il ruolo dell'analisi costi-volumi-risultati nel supportare le scelte gestionali. In particolare, definisca il margine di contribuzione unitario e complessivo e descriva il modello del break-even point, specificandone ipotesi, modalità di calcolo e rappresentazione grafica. Evidenzi inoltre come variazioni dei prezzi di vendita, dei costi variabili unitari, dei costi fissi e dei volumi influenzino il punto di pareggio e il risultato economico.
Successivamente, si descrivano i criteri da adottare nelle decisioni di breve periodo, distinguendo tra costi rilevanti e irrilevanti, eliminabili e non eliminabili, incrementali e sommersi. Tali concetti siano applicati alla valutazione di una scelta di make or buy, indicando le componenti economiche e gli aspetti qualitativi da considerare nel confronto tra produzione interna e approvvigionamento esterno.

Infine, la/il candidata/o illustri come il margine di contribuzione possa supportare le decisioni relative all'accettazione di un ordine aggiuntivo, all'eliminazione di un prodotto o di una linea e alla definizione del mix produttivo in presenza di una risorsa scarsa. Considerare e commentare anche nel caso di mix costante. Per ciascuna decisione si specifichino il criterio di convenienza economica, i dati necessari e i principali limiti dell'analisi.

Tema n. 4 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

Un impianto riceve giornalmente 1.000 kg di rifiuti plastici post-consumo, aventi la seguente composizione media:

- 45% polietilene (PE);
- 30% polipropilene (PP);
- 20% polietilene tereftalato (PET);
- 5% impurità e materiali estranei.

L'azienda intende sottoporre il materiale a operazioni di selezione, lavaggio, triturazione, separazione, essiccamento ed estrusione, allo scopo di ottenere granuli polimerici da riutilizzare in applicazioni industriali non destinate al contatto con alimenti.
La/il candidata/o rediga una relazione tecnica nella quale:

1. descriva le principali proprietà di PE, PP e PET, evidenziando le differenze di densità, comportamento termico, resistenza chimica e possibilità di riciclo;
2. proponga uno schema a blocchi del processo di trattamento, descrivendo lo scopo e il funzionamento delle principali operazioni;
3. calcoli la quantità giornaliera di ciascun polimero recuperato, assumendo:
    - un'efficienza di separazione del 90% per ciascun polimero;
    - una perdita durante il lavaggio pari al 2% del materiale correttamente separato;

determini inoltre la quantità complessiva di materiale recuperato e quella destinata a scarto o a ulteriori trattamenti;

4. descriva sinteticamente il funzionamento della fase di estrusione e granulazione, indicando le principali variabili operative da controllare e i possibili fenomeni di degradazione dei polimeri;
5. indichi almeno tre prove o analisi utilizzabili per verificare la qualità dei materiali recuperati, precisando le informazioni ottenibili da ciascuna di esse;
6. illustri i criteri essenziali per la scelta dei materiali costruttivi delle apparecchiature impiegate nelle fasi di lavaggio, triturazione ed estrusione;
7. individui i principali rischi per la sicurezza degli operatori e gli aspetti ambientali connessi al processo, con particolare riferimento alle acque di lavaggio, alle polveri, ai rifiuti prodotti e ai consumi energetici.

La/il candidata/o potrà formulare ulteriori ipotesi semplificative, purché siano chiaramente dichiarate e tecnicamente motivate.
Non è richiesto il dimensionamento dettagliato delle apparecchiature.

Tema n. 5 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

Illustrare come si progetta una trasmissione che colleghi un motore a un utilizzatore. Indicare anche le caratteristiche dei vari tipi di trasmissione e i rispettivi campi di applicazione.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

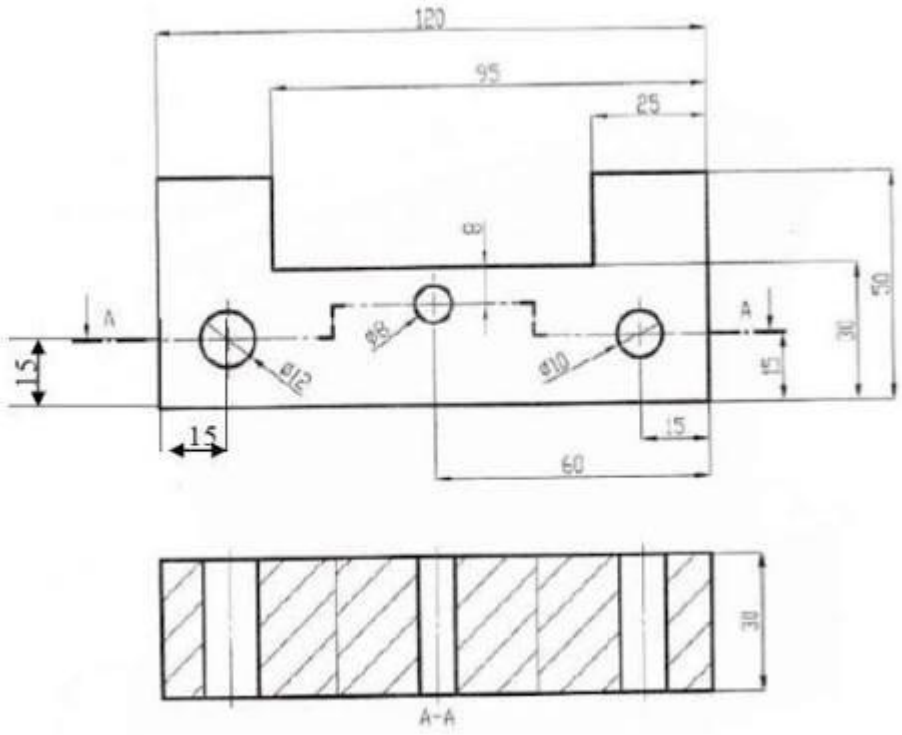
SEZIONE B - Prima sessione 2026

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 7 SETTEMBRE 2026

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea:
L-9 - Ingegneria Industriale

Tema n. 1 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):



Si vuole realizzare il pezzo in acciaio mediante stampaggio a caldo.

Si chiedono:

1. Il disegno quotato della cavità dello stampo, evidenziando i due semistampi.
2. Il dimensionamento e rappresentazione della camera scartabava
3. Il dimensionamento del semilavorato di partenza.

Si assumano un sovrametallo adatto alle lavorazioni successive e un coefficiente di ritiro coerente con il materiale scelto per il pezzo richiesto. Si richiede il calcolo della forza e dell' energia di stampaggio ipotizzando le costanti della legge di flusso e considerando la velocità della pressa a 800 mm/s.

Si ipotizzi invece di realizzare il pezzo mediante colata. Si chiede in questo caso di

1. Disegnare la forma pronta per la colata
2. Dimensionare e posizionare le materozze
3. Dimensionare il canale di colata
4. Individuare e calcolare la spinta metallostatica in relazione alle staffe.

Per la risoluzione della traccia, si utilizzino le equazioni (b) e le tabelle (c), ipotizzando eventuali dati utili alla risoluzione dei quesiti.

(b) **Equazioni** utili per la risoluzione della traccia, divise per processo:

Fonderia

Modulo Termico:	**Volume max alimentabile**	**Raggio di influenza:**	**Sezione di strozzatura**
$M = \frac{V}{S}$	$V_{max} = V_m\left(\frac{14-b}{b}\right)$ *b*: coefficiente di ritiro volumetrico; V_m: vol. materozza	$R = k \cdot S$	$S_s = \frac{Q_m}{v} = \frac{V}{t_r \cdot v}$
Velocità fluido:	**Spinta Metallostatica:**		
$v = c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$	$Fv = \gamma \cdot V$		
Calcolo Tempi:			
$t_r = 3.2 \sqrt{Q}$ *oppure* $t_r = 0.32 \cdot s \cdot Q^{0.4}$	$t_s = k_M \cdot M^{1.71}\ [s]$	$t_s = k_S \cdot s^{1.71}\ [s]$	t critico = 15 / 25 s

Stampaggio

Spessore camera scarta bave:	**Forza massima:**	**Sforzo in campo plastico:**
$s = 0.07 \cdot \frac{S}{p}$	$F_{MAX} = \sigma_m \cdot S \cdot \left(1 + 2 \cdot f \cdot \frac{b}{s}\right) \cdot \eta$	$\sigma = K' \cdot \dot{\varepsilon}^m$

(c) **Tabelle**:

Coefficiente ritiro lineare

Materiale	Ritiro (%)	Materiale	Ritiro (%)
Acciai non legati	1,80	Ghise malleabili nere	0,50
Acciai legati (esclusi quelli al Mn e inossid.)	1,80	Leghe Al (basso Si)	1,35
Acciai al manganese	2,30	Leghe Al (alto Si)	1,20
Acciai inossidabili	2,00	Leghe Cu-Sn	1,50
Ghise grigie	1,00	Leghe Cu-Zn	1,20
Ghise sfer., perlitiche	1,20	Leghe Cu-Sn-Zn	1,30
Ghise sfer., ferritiche	0,50	Leghe Cu-Zn (Mn, Fe, Al)	2,00
Ghise austenitiche	2,00	Leghe Cu-Al (Ni, Fe, Mn)	1,90
Ghise bianche	2,00	Leghe di Zn	1,30
Ghise malleabili bianche	1,60	Leghe antifrizione (metalli bianchi)	0,50

Valori sovrametallo Fonderia/Stampaggio

Quota nominale [mm]	Dimensione massima del getto [mm]		
	< 200	200÷1000	> 1000
<20	0.5	1	1.5
20÷40	1	1.5	2
40÷80	1.5	2	2.5
80÷100	2	2.5	3
100÷150	2.5	3	3.5
150÷500	3	3.5	4

Angoli di sformo Fonderia/Stampaggio

Altezza (mm)	Mod. in legno	Mod. metall.
≤ 20	4° 00' - 7,0%	2° 00' - 3,5%
20 ÷ 50	3° 00' - 5,0%	1° 30' - 2,6%
50 ÷ 80	2° 00' - 3,5%	1° 00' - 1,7%
80 ÷ 120	1° 30' - 2,6%	0° 45' - 1,3%
120 ÷ 220	1° 00' - 1,7%	0° 40' - 1,1%
≥ 220	1° 00' - 1,7%	0° 30' - 0,9%

Coefficienti per il calcolo di t_S

Materiale	Surriscaldo							
	50°C		100°C		150°C		200°C	
	k_M	k_S	k_M	k_S	k_M	k_S	k_M	k_S
Acciai	2,0	0,6	8,0	3,0	18,0	6,0	30,0	10,0
Ghise malleabili e bronzi	3,0	0,9	12,0	3,5	25,0	7,5	45,0	14,0
Ghisa grigia e sferoidale	4,0	1,3	15,0	5,0	38,0	12,0	65,0	20,0

Coefficiente correttivo per Fmax stampaggio

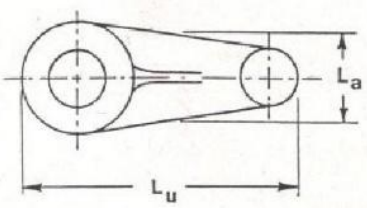


Tabella 10 - Valori di η

L_u/L_a	η
1	1,00
2	1,08
5	1,20
10	1,35

Dimensione staffe

a	b	H											
250	315	50	63	80	100	125	160	200					
280	355	50	63	80	100	125	160	200	250				
315	400	50	63	80	100	125	160	200	250	300			
355	450	--	--	80	100	125	160	200	250	300			
400	500	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355		
450	560	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355		
500	630	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	
560	710	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	
630	800	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	
710	900	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500
800	1000	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500
900	1100	--	--	--	--	--	160	200	250	300	355	400	500
1000	1300	--	--	--	--	--	--	200	250	300	355	400	500
1100	1400	--	--	--	--	--	--	200	250	300	355	400	500
1200	1500	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500
1300	1600	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500
1400	1700	--	--	--	--	--	--	--	--	300	355	400	500
1500	1800	--	--	--	--	--	--	--	--	300	355	400	500

Dimensioni camera scarta bava

s	b	r	H	L
0,6	6	1	3,3	18
0,8	6	1	3,4	20
1	7	1	3,5	22
1,6	8	1	4,3	22
2	9	1,5	5	25
3	10	1,5	6,5	28
4	11	2	8	30
5	12	2	9,5	32
6	13	2,5	11	35
8	14	3	14	38
10	15	3	17	40

Costanti legge di flusso dei materiali

Materiale	Temperatura [°C]	K'	m
Alluminio	450	22.1	0.150
	500	17	0.170
Ottone	750	51	0.100
	900	32	0.130
CuZn7	750	48	0.310
	800	38	0.320
C16	900	158	0.102
	1000	123	0.121
	1100	86	0.147
	1200	59	0.185
C20	900	145	0.130
	1000	105	0.140
	1100	80	0.170
	1200	52	0.200
38 NCD 4	900	158	0.085
	1000	130	0.100
	1100	80	0.140
	1150	51	0.160

Coefficienti d'attrito

Materiale	f
acciai	0,20 ÷ 0,25
ottoni	0,12 ÷ 0,17
leghe Al	0,30 ÷ 0,35

Tema n. 2 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

OVS S.p.A. è il gruppo leader in Italia nel settore del retail abbigliamento e *fashion apparel* (insegne OVS, Upim, Stefanel, Blukids, CROFF). L'azienda opera attraverso un modello di business integrato e multiformato, fortemente orientato all'omnicanalità e all'innovazione tecnologica e logistica. Di seguito vengono forniti gli schemi di Stato Patrimoniale e Conto Economico consolidati e rettificati (pre-IFRS 16 / gestione caratteristica) relativi al triennio 2022-2024 (esercizi chiusi al 31 gennaio 2023, 31 gennaio 2024 e 31 gennaio 2025).

STATO PATRIMONIALE SINTETICO CONSOLIDATO (valori in milioni di Euro)

VOCI DI STATO PATRIMONIALE	31/01/2025 (FY24)	31/01/2024 (FY23)	31/01/2023 (FY22)
ATTIVO IMMOBILIZZATO			
Immobilizzazioni Immateriali (marchi, software, avviamento)	682,4	689,1	697,5
Immobilizzazioni Materiali (proprietà, impianti, macchinari)	338,5	321,4	315,2
Immobilizzazioni Finanziarie e altre attività non correnti	88,3	79,2	72,1
TOTALE ATTIVO FISSO IMMOBILIZZATO (NFA)	**1.109,2**	**1.089,7**	**1.084,8**
ATTIVO CIRCOLANTE			
Rimanenze di magazzino	412,8	388,5	405,1
Crediti commerciali	89,4	82,1	78,4
Altre attività correnti e crediti tributari	61,2	58,4	62,3
Disponibilità liquide e mezzi equivalenti	74,1	81,2	90,5
TOTALE ATTIVO CIRCOLANTE (CA)	**637,5**	**610,2**	**636,3**
TOTALE ATTIVO	**1.746,7**	**1.699,9**	**1.721,1**
PATRIMONIO NETTO (EQUITY)			
Capitale Sociale	290,9	290,9	290,9
Riserve e Utili portati a nuovo	520,3	498,7	471,2
Utile d'esercizio dell'anno	77,9	75,9	66,2
TOTALE PATRIMONIO NETTO (E)	**889,1**	**865,5**	**828,3**
PASSIVITÀ NON CORRENTI (A M/L TERMINE)			
Prestiti e finanziamenti bancari a M/L termine	185,0	198,0	225,0
TFR, Fondi Rischi e Imposte Differite	49,2	48,7	52,4
TOTALE PASSIVITÀ NON CORRENTI	**234,2**	**246,7**	**277,4**
PASSIVITÀ CORRENTI (A BREVE TERMINE)			
Debiti commerciali verso fornitori	512,8	482,1	515,6
Debiti bancari a breve e quote correnti di finanziamenti	37,4	28,7	27,5
Altri debiti correnti e passività tributarie	73,2	76,9	72,3
TOTALE PASSIVITÀ CORRENTI	**623,4**	**587,7**	**615,4**
TOTALE PASSIVO E PATRIMONIO NETTO	**1.746,7**	**1.699,9**	**1.721,1**

CONTO ECONOMICO CONSOLIDATO RETTIFICATO (valori in milioni di Euro)

VOCI DI CONTO ECONOMICO	FY2024 (31/01/25)	FY2023 (31/01/24)	FY2022 (31/01/23)
Ricavi delle vendite e prestazioni (Vendite Nette)	**1.631,4**	**1.535,6**	**1.513,1**
Costo delle merci vendute e acquisti materie	-682,2	-656,1	-662,8
MARGINE DI CONTRIBUZIONE GREZZO (Gross Margin)	**949,2**	**879,4**	**850,3**
% sul fatturato	*58,2%*	*57,3%*	*56,2%*
Costo del personale	-333,9	-309,8	-298,4
Costi per servizi (logistica, utenze, marketing)	-246,9	-233,3	-231,1
Affitti e godimento beni di terzi (Pre-IFRS 16)	-221,3	-214,5	-212,0
Accantonamenti, altri oneri e proventi operativi netti	48,2	60,4	52,8
MARGINE OPERATIVO LORDO (EBITDA)	**195,3**	**182,2**	**161,6**
% sul fatturato	*12,0%*	*11,9%*	*10,7%*
Ammortamenti e svalutazioni immobilizzazioni	-66,3	-63,1	-61,4
RISULTATO OPERATIVO (EBIT)	**129,0**	**119,1**	**100,2**
% sul fatturato	*7,9%*	*7,8%*	*6,6%*
Oneri e proventi finanziari netti	-19,5	-17,8	-18,2
RISULTATO PRIMA DELLE IMPOSTE (PBT)	**109,5**	**101,3**	**82,0**
Imposte sul reddito d'esercizio	-31,6	-25,4	-15,8
RISULTATO DI ESERCIZIO (UTILE NETTO)	**77,9**	**75,9**	**66,2**

RICHIESTE PER IL/LA CANDIDATO/A

1. **Analisi delle principali voci di bilancio**: Identificare e commentare la rilevanza delle principali voci patrimoniali ed economiche, commentando il trend nel triennio 2022-2024.
2. **Riclassificazione dei prospetti di bilancio**: Eseguire la riclassificazione dello Stato Patrimoniale (Criterio Finanziario) e del Conto Economico (a Valore Aggiunto / Margine Operativo).
3. **Calcolo e interpretazione degli indici di bilancio**: Calcolare e commentare gli indici di Liquidità, Solidità, Redditività e Rotazione per gli anni 2023 e 2024.
4. **Valutazione complessiva e Giudizio Tecnico-Gestionale**: Evidenziare punti di forza, criticità e formulare un giudizio finale sulla sostenibilità economico-finanziaria.

Tema n. 3 (valido per tutti gli ambiti della classe di laurea L-9):

Una macchina ha un motore e un utilizzatore, le cui caratteristiche meccaniche sono indicate dalle equazioni (1) per il motore e (2) per l'utilizzatore.

$$C_m = C_{m0} - a\,\omega_m^2 \quad (1)$$
$$C_r = C_{r0} + b\,\omega_r^2 \quad (2)$$

dove:

$C_{m0} = 20\ Nm$
$C_{r0} = 40\ Nm$
$a = 2{,}22\ 10^{-4}\ \frac{N\,m\,s^2}{s^2}$
$b = 0{,}4\ \frac{N\,m\,s^2}{s^2}$
$\omega_m = 0 \div 300\ rad/s$
$\omega_r = 0 \div 20\ rad/s$

Per i momenti d'inerzia si assumano i seguenti valori:

$J_m = 0{,}03\ \frac{kg}{m^2}$
$J_r = 2{,}5\ \frac{kg}{m^2}$

Rispondere ai seguenti quesiti:

1. la velocità di regime;
2. l'accelerazione iniziale;
3. il tempo di avviamento;
4. l'andamento dell'accelerazione nel tempo;
5. l'andamento della velocità nel tempo;
6. discutere la stabilità del punto di funzionamento.

Giustificare le scelte e i valori assunti.