1ª PROVA SCRITTA SEZ. A

TEMA N.1

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato descriva l'utilità ed i vantaggi funzionali e in termini di sicurezza delle curve di transizione nella definizione dell'andamento planimetrico dei tracciati stradali, analizzando nel dettaglio la soluzione geometrica proposta dalla normativa vigente e descrivendo finalità e struttura analitica di tutti i criteri per la progettazione della curva.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito delle reti di drenaggio urbano, i criteri di progettazione idraulica dei sistemi di fognatura unitaria, con particolare riferimento al dimensionamento dei collettori e alla verifica delle velocità minime e massime e del grado di riempimento.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato illustri il quadro teorico e normativo relativo alle verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) per fondazioni superficiali realizzate su terreni a grana fine.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i principi e i criteri generali per la valutazione della sicurezza di una costruzione esistente, evidenziando le differenze rispetto alla progettazione di una nuova opera. In base alla normativa vigente, nella trattazione si discutano:

- il processo di conoscenza della costruzione, comprendente analisi storico-critica, rilievo geometrico-strutturale, caratterizzazione dei materiali e definizione dei dettagli costruttivi;
- il ruolo delle indagini sperimentali e dei livelli di conoscenza nella determinazione dei parametri da utilizzare nelle verifiche;
- la definizione delle azioni, dei modelli strutturali e dei metodi di analisi;
- i criteri di valutazione della sicurezza nei confronti delle azioni gravitazionali e sismiche;

- le possibili strategie di intervento, distinguendo tra riparazione o intervento locale, miglioramento e adeguamento.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

È noto che la maggior parte del patrimonio costruito non soddisfa le attuali esigenze di efficienza energetica, comfort termico e riduzione dell'impatto sull'ambiente. Partendo da un'analisi delle criticità e dei difetti progettuali riscontrabili negli edifici esistenti, il candidato illustri quali sono gli errori che oggi, nell'ottica della sostenibilità, non dovrebbero più commettersi in termini di scelta di materiali, soluzioni tecniche e procedimenti costruttivi.

A supporto della trattazione, è possibile menzionare casi reali o apportare esempi, eventualmente avvalendosi di schizzi, disegni o grafici.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato esponga il fenomeno della fatica dei materiali e delle sue implicazioni per la progettazione nel settore dell'ingegneria industriale.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato illustri il concetto di fonti energetiche rinnovabili, evidenziandone le caratteristiche, i vantaggi e i limiti rispetto alle fonti convenzionali. Descriva le principali tecnologie impiegate per la conversione dell'energia proveniente da fonte solare, eolica, idroelettrica, geotermica e da biomasse, analizzandone i principi di funzionamento, le componenti fondamentali, i campi di applicazione e le prestazioni energetiche. Il candidato discuta, inoltre, gli aspetti tecnici, ambientali ed economici connessi alla diffusione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, con particolare riferimento al loro ruolo nella transizione energetica e all'integrazione nel sistema elettrico nazionale.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

In un reparto di stampaggio e tranciatura lamiere, l'introduzione di nuove linee automatizzate e l'interconnessione di macchinari esistenti di diversa epoca costruttiva evidenzia criticità nella gestione della sicurezza intrinseca, dei sistemi di comando e delle protezioni perimetrali contro l'accesso accidentale alle parti in movimento. Il candidato identifichi i pericoli meccanici ed

ergonomici associati alle attrezzature, delinei la procedura di valutazione del rischio in conformità alla normativa vigente e definisca un set coerente di misure di prevenzione e protezione: segregazione fisica e ripari fissi o mobili interbloccati, dispositivi di arresto di emergenza (categorie e arresti controllati), sicurezza funzionale dei circuiti di comando (Safety PLC e PL/SIL richiesti), e gestione in sicurezza delle fasi di attrezzaggio, manutenzione e conduzione in modalità ridotta. Evidenzi, altresì, il ruolo della formazione specifica degli addetti, della verifica periodica dei dispositivi di sicurezza, dell'integrazione con il documento di valutazione dei rischi (DVR) e della gestione delle modifiche impiantistiche, concludendo sull'impatto atteso in termini di azzeramento degli infortuni gravi e conformità legale.

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

L'elettronica come tecnologia abilitante. L'elettronica rappresenta una delle principali tecnologie abilitanti della società contemporanea, contribuendo allo sviluppo di numerosi settori scientifici, industriali e sociali. Il candidato illustri il ruolo dell'elettronica nell'innovazione tecnologica, evidenziandone la trasversalità e discutendo, anche attraverso esempi, come essa abbia modificato il modo di produrre, comunicare, curare, muoversi e interagire con l'ambiente. Il candidato può approfondire gli aspetti che ritiene più significativi.

TRACCIA N. 10 (Informatica/Telecomunicazioni)

Il candidato analizzi l'evoluzione dei paradigmi di elaborazione distribuita verso il continuum Edge-Cloud, discutendo le motivazioni che ne hanno determinato l'affermazione e alcuni scenari applicativi rilevanti.

TRACCIA n.11 (Automazione)

Descrivere i metodi per l'analisi della stabilità dei sistemi lineari tempo invarianti, con particolare enfasi a criterio di Nyquist ed al luogo delle radici.

TEMA N.2

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato illustri i principali approcci analitici e procedurali per la progettazione strutturale delle pavimentazioni stradali di tipo flessibile, evidenziando con opportune considerazioni

l’influenza delle caratteristiche dei materiali, del traffico e delle condizioni ambientali e metereologiche.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito delle reti di distribuzione idrica a servizio dei centri urbani, i criteri di progettazione e verifica idraulica delle reti a maglia, con riferimento ai metodi di calcolo delle portate di dimensionamento e alla verifica delle pressioni minime e massime di esercizio.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato illustri il quadro teorico e normativo relativo alle verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) per fondazioni superficiali realizzate su terreni a grana grossa.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i principi fondamentali dell’analisi dinamica delle strutture, partendo dall’equazione del moto di un sistema a un grado di libertà soggetto ad azione sismica.

Nella trattazione si approfondiscano:

- il significato fisico di massa, rigidezza, smorzamento, periodo proprio e risonanza;
- la risposta in campo elastico e il significato dello spettro di risposta;
- l’estensione ai sistemi a più gradi di libertà mediante analisi modale;
- i criteri di combinazione delle risposte modali;
- il ruolo della duttilità, della capacità dissipativa e del fattore di comportamento nella progettazione sismica;
- le principali differenze tra analisi statica lineare, analisi dinamica modale e analisi non lineare.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il settore delle costruzioni è uno dei maggiori responsabili delle emissioni di CO_2. Il candidato descriva come la progettazione sostenibile possa fornire una risposta concreta alla decarbonizzazione, aiutare a mettere in pratica i principi dell’economia circolare e a sensibilizzare tanto i professionisti quanto i committenti verso i temi della sostenibilità.

A supporto della trattazione, è possibile menzionare casi reali o apportare esempi, eventualmente avvalendosi di schizzi, disegni o grafici.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato scelga una specifica applicazione di un componente nel settore dell'ingegneria industriale e ne definisca i criteri di progettazione.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato analizzi il ruolo delle fonti energetiche rinnovabili nel contesto del sistema energetico nazionale, tenendo conto delle caratteristiche del territorio italiano, della disponibilità delle risorse naturali e dell'attuale configurazione delle infrastrutture energetiche. Illustri i principali vantaggi e svantaggi associati alla diffusione delle fonti rinnovabili, con particolare riferimento agli aspetti energetici, ambientali, economici e tecnologici. Approfondisca inoltre le problematiche legate alla variabilità della produzione, alla necessità di sistemi di accumulo, alla gestione della rete elettrica e alle soluzioni tecniche adottate per favorire l'integrazione delle energie rinnovabili nel sistema energetico nazionale.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

Un'azienda manifatturiera con impianti di produzione fortemente usurati e caratterizzati da fermi macchina non pianificati (guasti improvvisi) intende avviare un piano di digitalizzazione e manutenzione avanzata per incrementare la disponibilità degli impianti e ridurre i costi di manutenzione correttiva. Il candidato analizzi i limiti della manutenzione tradizionale (guasto/tempo) e definisca un'architettura tecnologica per il passaggio alla manutenzione predittiva (sensori IoT, edge computing, raccolta e analisi dei dati tramite piattaforme cloud o on-premise, algoritmi di machine learning per il rilevamento delle anomalie). Definisca inoltre le competenze organizzative necessarie per la gestione del nuovo paradigma, il coinvolgimento del reparto manutenzione e produzione nella risposta agli allarmi, i KPI di efficienza (OEE, MTBF, MTTR) per il monitoraggio delle performance e i fattori critici di successo nella transizione (sicurezza informatica/cybersecurity industriale, affidabilità della sensoristica,

qualità del dato), concludendo sui benefici di lungo termine in termini di efficienza globale degli impianti e sostenibilità.

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

L'ingegnere elettronico di fronte alle sfide del futuro. Le grandi sfide della società contemporanea – transizione energetica, digitalizzazione, sostenibilità, salute, sicurezza e intelligenza artificiale – richiedono soluzioni tecnologiche sempre più avanzate. Il candidato discuta il contributo che l'elettronica può offrire nell'affrontare tali sfide, soffermandosi sul ruolo dell'ingegnere elettronico, sulle responsabilità professionali e sulle prospettive di sviluppo della disciplina.

TRACCIA N. 10 (Informatica/Telecomunicazioni)

Il candidato analizzi il ruolo dell'intelligenza artificiale nell'attuale contesto tecnologico, discutendone opportunità, criticità e implicazioni, con riferimento ad alcuni scenari applicativi.

TRACCIA n.11 (Automazione)

Il candidato discuta della linearizzazione e stabilità dei sistemi non lineari.

TEMA N.3

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato descriva natura e finalità di un masterplan aeroportuale, evidenziandone obiettivi, requisiti e contenuti di pianificazione. Il candidato sottolinei le fondamentali differenze esistenti nel caso di infrastruttura esistente o di nuova realizzazione e evidenzi le problematiche principali legate alla scelta del sito per una nuova infrastruttura.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri le funzioni e le caratteristiche generali dei serbatoi cittadini nell'ambito degli acquedotti urbani, i criteri per la determinazione della loro capacità di compenso e di riserva, e gli aspetti progettuali relativi alla loro ubicazione e al loro funzionamento idraulico in rete.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato illustri il quadro teorico e normativo relativo alle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) per fondazioni superficiali.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i principi della precompressione, intesa come tecnica mediante la quale si introduce nella struttura uno stato di coazione iniziale finalizzato a modificarne favorevolmente la risposta alle azioni durante le diverse fasi di costruzione e di esercizio.

Nella trattazione si discutano:

- le differenze tra pre-tensione e post-tensione e le principali fasi esecutive delle due tecnologie;
- il percorso delle forze di precompressione e il ruolo dei cavi, degli ancoraggi, dell'aderenza e delle zone di introduzione delle azioni;
- gli effetti della precompressione sul comportamento flessionale, sulla fessurazione, sulle deformazioni e sulla durabilità;
- le principali perdite di precompressione, distinguendo tra fenomeni istantanei e differiti;
- i possibili meccanismi di crisi e le principali criticità connesse al degrado dei cavi, degli ancoraggi e delle guaine.

Il candidato illustri, infine

fine, mediante uno schema strutturale a propria scelta, l'evoluzione dello stato tensionale dalla fase di applicazione della precompressione fino all'esercizio e alla condizione ultima.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

In epoca di transizione ecologica e digitale del settore delle costruzioni, il candidato illustri le ricadute in termini di approccio all'attività di progettazione, qualità delle scelte progettuali e riduzione dell'impatto ambientale.

A supporto della trattazione, è possibile menzionare casi reali o apportare esempi, eventualmente avvalendosi di schizzi, disegni o grafici.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato descriva la modalità di progettazione di un componente in materiale non convenzionale per una sua specifica applicazione nel settore dell'ingegneria industriale

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato illustri le principali fonti di energia rinnovabile, analizzandone i principi di conversione energetica e le tecnologie impiegate per la produzione di energia elettrica e termica. Per ciascuna fonte (solare, eolica, idraulica, geotermica e biomasse) descriva le caratteristiche degli impianti, le principali componenti e i parametri che ne influenzano le prestazioni. Approfondisca inoltre le problematiche connesse agli aspetti produttivi e di impiego dell'energia rinnovabile, con particolare riferimento alla disponibilità e variabilità della risorsa primaria, all'efficienza dei sistemi di conversione, ai costi di realizzazione e gestione, alle esigenze di accumulo e all'integrazione con le infrastrutture energetiche esistenti.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

In uno stabilimento di trattamento superficiale e verniciatura industriale vengono manipolate annualmente tonnellate di miscele chimiche classificate come tossiche, infiammabili e nocive per la salute e l'ambiente, con segnalazioni ricorrenti da parte degli operatori di lievi disturbi respiratori e irritazioni cutanee durante le fasi di preparazione dei bagni e travaso. Il candidato analizzi le criticità connesse all'esposizione professionale e ai pericoli associati alle schede dati di sicurezza (SDS), delinei la procedura di valutazione del rischio chimico secondo la normativa vigente (D.Lgs. 81/08, Titolo IX) e definisca un set coerente di misure di prevenzione e protezione: sistemi di confinamento ed estrazione localizzata dei vapori, segregazione delle aree di stoccaggio dei prodotti incompatibili (armadi di sicurezza antincendio e bacini di contenimento), fornitura e gestione dei dispositivi di protezione individuale (DPI) specifici per le vie respiratorie e la pelle. Evidenzi altresì il ruolo della sorveglianza sanitaria mirata, della formazione specifica degli addetti sulle procedure di emergenza in caso di sversamento accidentale, della manutenzione degli impianti di aspirazione e del monitoraggio ambientale, concludendo sull'impatto atteso in termini di tutela della salute dei lavoratori e conformità normativa.

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Misurare, elaborare, decidere. L'acquisizione e l'elaborazione delle informazioni costituiscono il fondamento di gran parte dei sistemi elettronici moderni. Il candidato sviluppi una riflessione sul ruolo dell'elettronica nella trasformazione dei segnali provenienti dal mondo fisico in informazioni utili ai processi decisionali, facendo riferimento alle applicazioni che ritiene più significative e alle prospettive future della disciplina.

TRACCIA N. 10 (Informatica/Telecomunicazioni)

Il candidato analizzi le problematiche connesse alla realizzazione di sistemi IoT distribuiti su larga scala, discutendone gli aspetti caratterizzanti e alcuni scenari applicativi (ad esempio smart city, smart grid, industria 4.0).

TRACCIA n.11 (Automazione)

Il candidato discuta di metodi di interpolazione lineare e non lineare.

2ª PROVA SCRITTA SEZ A

TEMA N.1

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato descriva la gestione della pendenza trasversale della piattaforma stradale considerando le indicazioni previste dal DM 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” per i diversi elementi costituenti il tracciato planimetrico e le criticità progettuali nelle fasi di rotazione della piattaforma. Dopo la trattazione teorica, sulla base degli sviluppi riportati in calce, il candidato rediga il profilo dei cigli nei due scenari di pendenza trasversale a doppia falda e a falda unica, per strada di Tipo F extraurbana e nell’ipotesi che tutti i raggi siano maggiori di 437 m, effettuando le necessarie verifiche.

- Rettifilo: 74.58 m
- Clotoide: 46.22 m
- Circonferenza: 122.56 m (destrorsa)
  - Clotoide: 62.50 m
  - Rettifilo: 76.10 m
  - Clotoide: 44.45 m
- Circonferenza: 83.91 m (sinistrorsa)
  - Clotoide: 44.44 m
  - Rettifilo: 65.35 m

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato, a partire da dati pluviometrici (curve di possibilità pluviometrica) e caratteristiche del bacino, sviluppi il calcolo idrologico per la stima della portata di piena al colmo, dimensioni la rete di drenaggio principale, e discuta criticamente le scelte progettuali anche in ottica di invarianza idraulica.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato illustri il metodo di Fellenius per la valutazione della stabilità di un pendio naturale, descrivendo il ruolo fondamentale delle indagini geotecniche nella definizione del modello geotecnico del sottosuolo e nell'individuazione della superficie di scorrimento.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i criteri di progettazione e verifica degli elementi e dei sistemi strutturali in acciaio soggetti a fenomeni di instabilità.

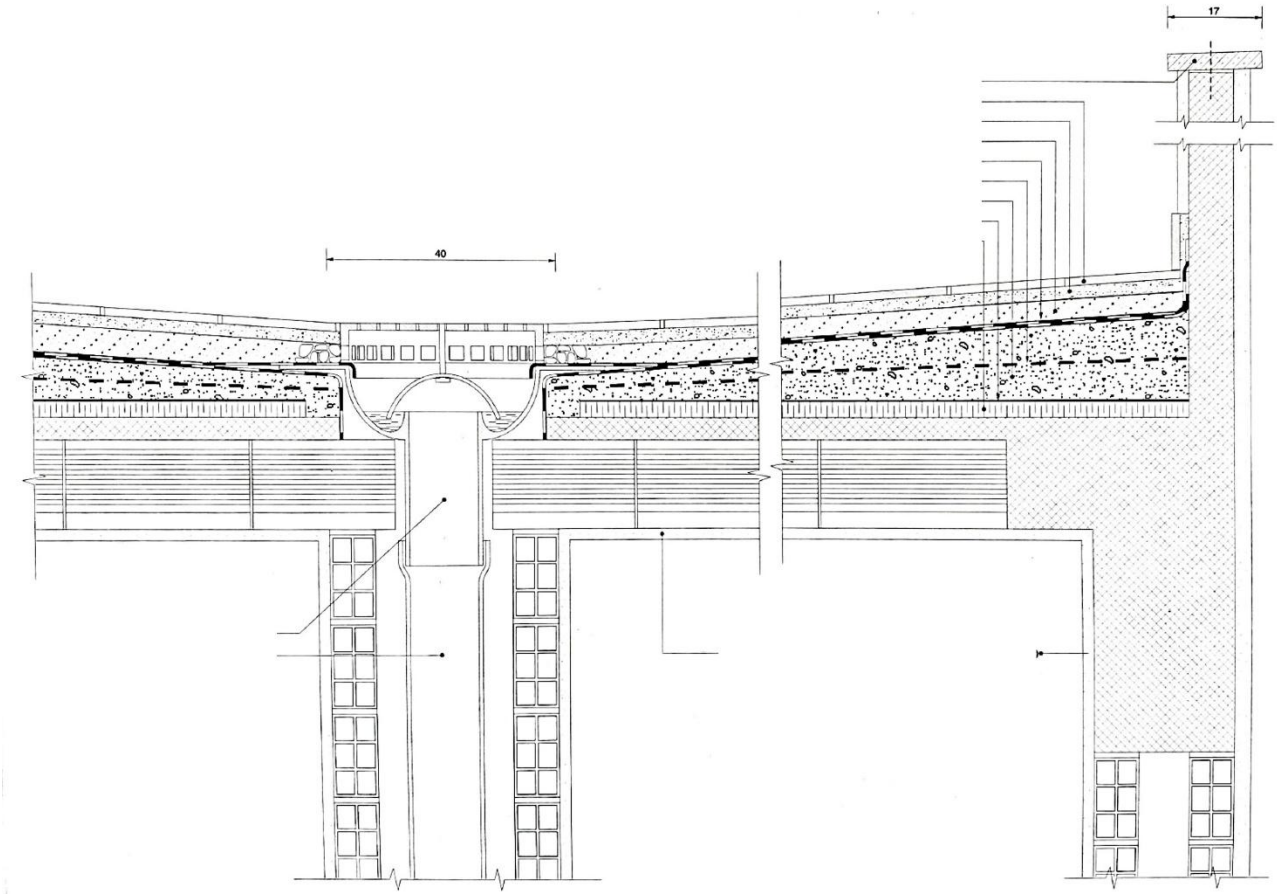
Nella trattazione si discutano:

- l'instabilità delle aste compresse e pressoinflesse;
- il ruolo della snellezza, delle imperfezioni geometriche e delle tensioni residue;
- gli effetti del secondo ordine e i criteri per la loro valutazione;
- l'instabilità locale delle sezioni e la relativa classificazione;
- l'interazione tra sforzo normale e momento flettente nelle verifiche degli elementi.

Il candidato completi la trattazione illustrando, mediante uno schema strutturale a propria scelta, le principali verifiche di stabilità necessarie per un telaio in acciaio

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il candidato descriva il dettaglio costruttivo fornito, specificando funzione e materiali degli strati già indicati nel disegno e di altri in esso riconoscibili. Si individuino eventuali difetti progettuali che compromettono le condizioni di comfort dell'utente e si propongano modalità di risoluzione o alternative alle scelte progettuali.



SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato illustri la progettazione meccanica di un componente, prevedendo la sostituzione di un materiale tradizionale con uno avanzato, dando rilievo alle prestazioni, ai costi ed all'impatto ambientale derivanti da tale scelta progettuale.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato illustri il processo di conversione dell'energia eolica in energia elettrica, analizzando i principi aerodinamici che governano l'estrazione di energia dal vento e discutendo il limite di Betz e la curva di potenza di un aerogeneratore. Descriva le principali tipologie di turbine eoliche e le caratteristiche costruttive e funzionali dei principali

componenti dell'impianto, con particolare riferimento al rotore, al sistema di trasmissione, al generatore elettrico e ai convertitori elettronici di potenza.

Il candidato analizzi inoltre i principali sistemi di regolazione e controllo, con particolare riferimento al controllo del passo delle pale (pitch control), al controllo della velocità di rotazione e alle strategie di massimizzazione della potenza estraibile (MPPT). Discuta, infine, le problematiche connesse alla connessione dell'impianto alla rete elettrica, considerando la variabilità della fonte eolica, la qualità dell'energia, il controllo della potenza attiva e reattiva, la regolazione della tensione e la necessità di garantire adeguati requisiti di stabilità e continuità del servizio.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

In un reparto di assemblaggio di componenti pesanti e linee di imballaggio, l'insorgenza di patologie muscoloscheletriche (disturbi a carico della colonna vertebrale e degli arti superiori) evidenzia criticità legate alla movimentazione manuale dei carichi e alla ripetitività dei gesti. Il candidato analizzi i fattori di rischio biomeccanico associati alle attività lavorative, delinei la procedura di valutazione del rischio mediante l'utilizzo di norme tecniche e metodi riconosciuti (es. NIOSH, OCRA, ISO 11228), e definisca un set coerente di misure di prevenzione e protezione: interventi strutturali sul layout e sui dispositivi di sollevamento ausiliari (bilanciatori, manipolatori industriali, rulliere folli), riprogettazione ergonomica delle postazioni di lavoro, adozione di logiche di rotazione del personale e pause mirate. Evidenzi, altresì, il ruolo della sorveglianza sanitaria preventiva e periodica, della formazione specifica sulle tecniche corrette di sollevamento, dell'integrazione con il piano di miglioramento aziendale e del coinvolgimento dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza (RLS).

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Acquisizione di segnali di basso livello. Nelle moderne applicazioni di misura è spesso necessario acquisire segnali analogici di piccola ampiezza provenienti da sensori e trasduttori. Il candidato illustri le principali problematiche associate all'acquisizione di tali segnali, con particolare riferimento a condizionamento, amplificazione, filtraggio e conversione analogico-digitale. Discuta le principali sorgenti di rumore e di errore e le strategie utilizzabili per migliorare il rapporto segnale-rumore e l'accuratezza complessiva della misura. Confronti, ove opportuno, differenti soluzioni tecnologiche, evidenziandone vantaggi e limiti.

TRACCIA N. 10 (Informatica/Telecomunicazioni)

Il candidato analizzi la natura e la struttura dei sistemi cyber-fisici, descrivendo l'integrazione tra componenti fisiche e digitali e le principali tecnologie abilitanti (sensori e attuatori, sistemi embedded, connettività, elaborazione distribuita). Si evidenzino i requisiti progettuali più rilevanti (tempestività della risposta, affidabilità, sincronizzazione, sicurezza) e i compromessi adottati, con riferimento a un caso applicativo significativo.

TRACCIA n.11 (Automazione)

Descrivere:

- il tracciamento ed il significato fisico dei digrammi di Bode per l'identificazione ed il controllo dei sistemi lineari tempo invarianti. Si descriva inoltre, un metodo sperimentale per il loro tracciamento.
- la rappresentazione in forma di stato e tramite funzione di trasferimento dei sistemi lineari tempo invarianti. Si riportino inoltre, le proprietà ed i criteri relativi alla loro stabilità interna ed esterna.

TEMA N.2

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato definisca il livello di servizio per un'infrastruttura stradale e ne illustri, con adeguato dettaglio, la procedura di calcolo per una strada di Tipo C, secondo i requisiti del DM 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e in accordo con la procedura di calcolo definita dall'Highway Capacity Manual. Il candidato descriva tutti le variabili utilizzate per il calcolo e ne analizzi gli effetti sul livello di servizio per la tipologia di strada considerata.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato affronti il dimensionamento completo di un impianto di sollevamento (stazione di pompaggio, condotta premente, verifica del colpo d'ariete con dispositivi di protezione).

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato illustri il metodo di Bishop per la valutazione della stabilità di un pendio naturale, descrivendo il ruolo fondamentale delle indagini geotecniche nella definizione del modello geotecnico del sottosuolo e nell'individuazione della superficie di scorrimento.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i criteri di progettazione dei telai in cemento armato soggetti ad azioni sismiche, con particolare riferimento al conseguimento di un comportamento globale duttile.

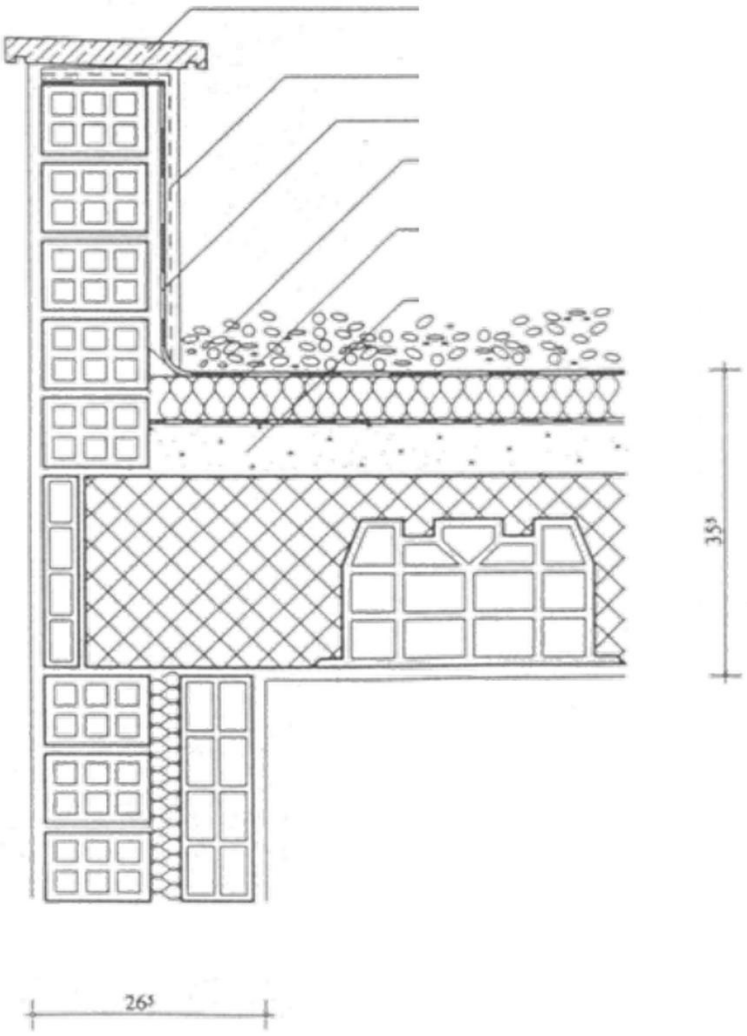
Nella trattazione si discutano:

- i principi della gerarchia delle resistenze;
- il criterio trave debole–pilastro forte;
- la progettazione a flessione e taglio di travi e pilastri;
- il comportamento e la verifica dei nodi trave-pilastro;
- il ruolo del confinamento, delle armature trasversali e dei dettagli costruttivi;
- i possibili meccanismi fragili da prevenire.

Il candidato illustri infine, mediante uno schema, la localizzazione desiderata delle zone dissipative e i principali dettagli di un nodo trave-pilastro.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il candidato descriva il dettaglio costruttivo fornito, specificando funzione e materiali degli strati già indicati nel disegno e di altri in esso riconoscibili. Si individuino eventuali difetti progettuali che compromettono le condizioni di comfort dell’utente e si propongano modalità di risoluzione o alternative alle scelte progettuali.



SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato descriva il metodo degli elementi finiti nell'ambito della progettazione meccanica, con particolare riferimento alle principali assunzioni richieste per una corretta impostazione dell'analisi strutturale ed ai limiti e vantaggi del metodo.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato illustri il processo di conversione dell’energia solare in energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, analizzando i principi fisici alla base dell’effetto fotovoltaico e il comportamento elettrico della cella fotovoltaica, con particolare riferimento alla caratteristica

corrente-tensione (I-V), alla potenza massima erogabile e ai principali fattori che ne influenzano il rendimento.

Descriva le principali componenti di un impianto fotovoltaico, dalle celle e dai moduli fino ai quadri elettrici, ai dispositivi di protezione e all'inverter, illustrando le diverse configurazioni impiantistiche e le relative modalità di collegamento alla rete elettrica.

Il candidato analizzi inoltre i principali sistemi di conversione e controllo elettronico della potenza, con particolare riferimento agli inverter e alle tecniche di inseguimento del punto di massima potenza (MPPT), discutendo l'influenza delle condizioni di irraggiamento e temperatura, nonché degli eventuali fenomeni di ombreggiamento.

Infine, illustri le principali problematiche connesse all'integrazione degli impianti fotovoltaici nella rete elettrica, con particolare riferimento alla variabilità della produzione, al controllo della potenza attiva e reattiva, alla regolazione della tensione, alla qualità dell'energia elettrica, ai sistemi di protezione e ai requisiti di connessione e sicurezza dell'impianto.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

In uno stabilimento industriale di trattamento dei metalli e verniciatura, la gestione delle emissioni convogliate in atmosfera provenienti dai forni di essiccazione e degli scarichi idrici industriali derivanti dai lavaggi presenta criticità legate al superamento dei limiti tabellari autorizzativi e a potenziali malfunzionamenti dei sistemi di depurazione. Il candidato analizzi le criticità ambientali connesse ai processi produttivi e alle prescrizioni dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), delinei la procedura di controllo e monitoraggio dei parametri ambientali e definisca un set coerente di misure tecniche e organizzative: installazione e manutenzione di sistemi di abbattimento ad alta efficienza (es. scrubber, carboni attivi, post-combustori), sistemi di monitoraggio in continuo (CEMS) per le emissioni gassose, sistemi di intercettazione e vasche di contenimento per gli sversamenti accidentali nelle reti fognarie. Evidenzi inoltre il ruolo dell'organizzazione aziendale (gestore ambientale, ruoli e responsabilità operative), della taratura periodica degli strumenti di misura, della gestione dei rifiuti pericolosi derivanti dai cicli di depurazione e dell'integrazione con il piano di emergenza ambientale, concludendo sull'impatto atteso in termini di conformità legislativa, prevenzione dell'inquinamento e sostenibilità del sito produttivo.

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Sistemi IoT e reti di sensori. I sistemi Internet of Things trovano crescente applicazione nel monitoraggio ambientale, industriale e delle infrastrutture. Il candidato descriva le principali

caratteristiche di una rete distribuita di sensori, analizzando le problematiche relative all'acquisizione e all'elaborazione locale dei dati, alla loro trasmissione e memorizzazione. Discuta criticamente i criteri di scelta delle tecnologie di comunicazione, considerando consumi energetici, copertura, quantità di dati, affidabilità, scalabilità e sicurezza informatica.

TRACCIA N. 10 (Informatica/Telecomunicazioni)

Il candidato analizzi il paradigma dell'Edge Computing nel contesto dei sistemi cyber-fisici, descrivendo i criteri che guidano la ripartizione delle funzionalità di elaborazione e controllo tra nodi periferici e infrastruttura centralizzata (latenza, banda, continuità di servizio, riservatezza dei dati, costo). Si evidenzino i vincoli imposti dai dispositivi a risorse limitate e le implicazioni rispetto ai modelli centralizzati, con riferimento a uno scenario applicativo a scelta.

TRACCIA n.11 (Automazione)

Descrivere:

- la rappresentazione in forma di stato e tramite funzione di trasferimento dei sistemi lineari tempo invarianti e le relazioni tra le due rappresentazioni.
- le specifiche statiche e dinamiche, per la progettazione dei sistemi di controllo, dei sistemi lineari tempo invarianti nel dominio del tempo e della frequenza.

TEMA N.3

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato descriva la natura e le funzioni dei raccordi verticali di una infrastruttura stradale e, quindi, proceda al calcolo del raggio minimo e al tracciamento, in accordo con il DM 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, dei raccordi caratterizzati dai seguenti dati:

A) L1 = 450 m i1 = + 2% L2 = 500 m i2 = - 3 % Vp = 50 km/h

B) L1 = 600 m i1 = - 1% L2 = 500 m i2 = + 2.5 % Vp = 70 km/h

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato affronti il dimensionamento di un eventuale serbatoio di compenso, e la verifica idraulica dell'intera rete a servizio con analisi delle condizioni critiche.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato illustri il metodo di GLE (metodo dell'Equilibrio Limite Generale) per la valutazione della stabilità di un pendio naturale, descrivendo il ruolo fondamentale delle indagini geotecniche nella definizione del modello geotecnico del sottosuolo e nell'individuazione della superficie di scorrimento.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i principi di funzionamento e i criteri di progettazione delle travi composte acciaio-calcestruzzo.

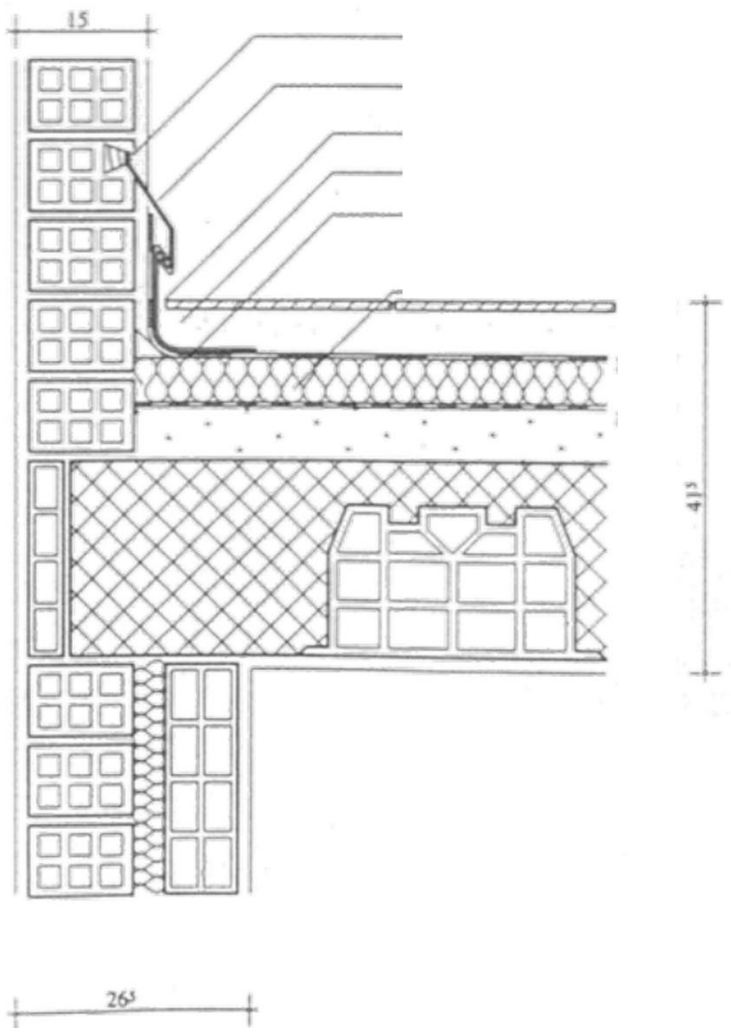
Nella trattazione si discutano:

- il ruolo della connessione tra trave metallica e soletta;
- la determinazione della larghezza efficace della soletta;
- le verifiche a flessione, taglio e scorrimento longitudinale;
- il dimensionamento dei connettori;
- l'influenza delle fasi costruttive e le principali verifiche agli stati limite di esercizio.

Il candidato rappresenti infine lo schema resistente di una trave composta e illustri qualitativamente il trasferimento delle azioni tra soletta, connettori e profilo metallico.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il candidato descriva il dettaglio costruttivo fornito, specificando funzione e materiali degli strati già indicati nel disegno e di altri in esso riconoscibili. Si individuino eventuali difetti progettuali che compromettono le condizioni di comfort dell'utente e si propongano modalità di risoluzione o alternative alle scelte progettuali.



<u>SETTORE: INDUSTRIALE</u>

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato descriva il ruolo dei controlli non distruttivi nell'ambito nella progettazione meccanica e dell'affidabilità dei componenti meccanici, con particolare riferimento ai limiti, ai costi e ai tempi di esecuzione, nonché ai principali aspetti tecnologici degli stessi.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato descriva i principali processi di conversione dell'energia da fonti rinnovabili, analizzandone gli aspetti fisici, impiantistici, tecnologici, ambientali ed economici.

Con particolare riferimento ad almeno una fonte rinnovabile, il candidato illustri:

- il principio fisico di funzionamento e la natura della risorsa energetica;

- le principali tecnologie di conversione dell’energia in energia elettrica;
- la struttura e il funzionamento dei principali componenti dell’impianto;
- i principali parametri di prestazione e rendimento e i fattori che ne influenzano il funzionamento;
- i sistemi di regolazione, controllo e conversione elettronica della potenza, ove presenti;
- le modalità di integrazione dell’impianto nella rete elettrica, evidenziando le problematiche connesse alla variabilità della fonte e alla qualità dell’energia;
- gli aspetti relativi alla sostenibilità ambientale, all’impatto sul territorio e al ciclo di vita delle principali tecnologie;

Il candidato evidenzi, infine, i principali vantaggi, limiti e ambiti applicativi della fonte rinnovabile considerata, anche attraverso un confronto con altre tecnologie di conversione da fonti rinnovabili.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

All'interno di un impianto di produzione e stoccaggio di prodotti chimici e farmaceutici, in cui si effettuano processi di macinazione di polveri organiche fini e travasi di solventi infiammabili, si evidenziano criticità nella classificazione delle zone pericolose, nella conformità delle apparecchiature elettriche e non elettriche installate e nella gestione dei potenziali inneschi legati a cariche elettrostatiche e scintille meccaniche. Il candidato analizzi le condizioni chimico-fisiche che determinano la formazione di un'atmosfera esplosiva (limiti di infiammabilità, granulometria e caratteristiche delle polveri), delinei la procedura di valutazione del rischio esplosione in conformità alla normativa vigente (D.Lgs. 81/08, Titolo XI e Direttive ATEX 2014/34/UE e 99/92/CE) e definisca un set coerente di misure tecniche e organizzative: classificazione dei luoghi pericolosi in Zone (0, 1, 2 per i gas; 20, 21, 22 per le polveri), criteri di scelta e marcatura delle apparecchiature idonee, sistemi di ventilazione e captazione localizzata, continuità elettrica e messa a terra per la prevenzione delle cariche elettrostatiche, e gestione dei permessi per lavori a caldo. Evidenzi, altresì, il ruolo del Documento di Protezione contro le Esplosioni (DPCE), della formazione specifica degli addetti, della manutenzione programmata dei dispositivi di sicurezza e dell'integrazione con il piano di emergenza aziendale, concludendo sull'impatto atteso in termini di prevenzione degli incidenti rilevanti e continuità operativa in sicurezza.

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Affidabilità e sicurezza dei sistemi elettronici connessi. La crescente diffusione di sistemi

elettronici connessi rende particolarmente rilevanti gli aspetti di affidabilità, continuità di servizio e cybersecurity. Il candidato illustri le principali cause di malfunzionamento di un sistema elettronico distribuito e le strategie utilizzabili per aumentarne l'affidabilità. Discuta inoltre le principali vulnerabilità associate alla connessione in rete, le tecniche di protezione dei dati e delle comunicazioni e il possibile compromesso tra sicurezza, prestazioni, complessità e consumo energetico.

TRACCIA N. 10 (Informatica/Telecomunicazioni)

Il candidato illustri i principi dell'apprendimento automatico e il suo impiego a supporto dei sistemi cyber-fisici, descrivendo le fasi di sviluppo di un modello (raccolta e preparazione dei dati, addestramento, valutazione, messa in esercizio). Si discutano vincoli e criticità (qualità dei dati, risorse di calcolo, latenza, aggiornamento dei modelli) facendo, se necessario, riferimento ad un caso applicativo.

TRACCIA n.11 (Automazione)

Descrivere e confrontare le tecniche di controllo con retroazione dell’uscita e dello stato.

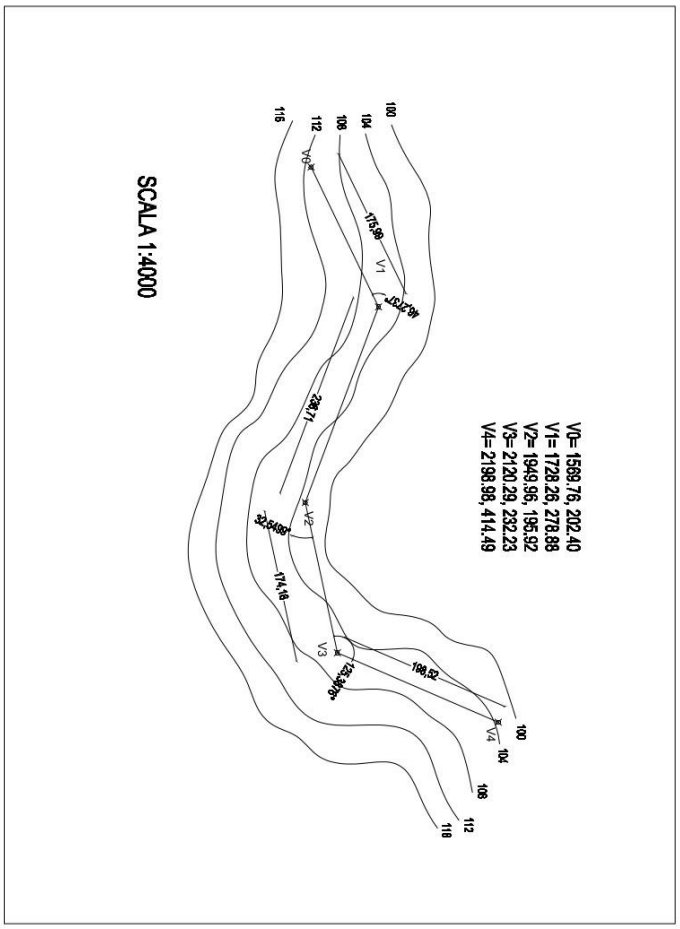
PROVA PRATICA SEZ. A

TEMA N.1

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viariee)

Il candidato definisca la composizione geometrica del tracciato stradale, per una strada di categoria F, individuato dalla poligonale d'asse riportata nello stralcio di mappa rappresentato in allegato. Il candidato, in particolare, dopo aver progettato le curve circolari e le curve di transizione in ingresso e uscita, in accordo con il DM 05/11/2001, rediga la planimetria di tracciamento e definisca compiutamente il profilo longitudinale del tracciato oltre al diagramma di velocità.



TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Un corso d'acqua con alveo rettangolare (larghezza B = 45 m) è sbarrato da una traversa a soglia sfiorante tracimabile.

Dati

- Portata di progetto (T = 200 anni): Q = 420 m^3/s
- Altezza della soglia sul fondo: p = 3,00 m
- Coefficiente di efflusso: μ = 0,42 (Q = μ·B·√(2g)·h^1,5)
- Scabrezza alveo: ks = 35 m^(1/3)/s
- Pendenza alveo i = 0,15%, larghezza 45 m
- Il fondo a valle è alla stessa quota del piede della traversa.

Quesiti

1. Calcolare il carico h sulla soglia e il livello di monte.
2. Calcolare tirante e numero di Froude al piede della traversa (trascurando le perdite).
3. Calcolare il tirante coniugato y_2 e confrontarlo con il tirante di moto uniforme a valle. Stabilire la posizione del risalto.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

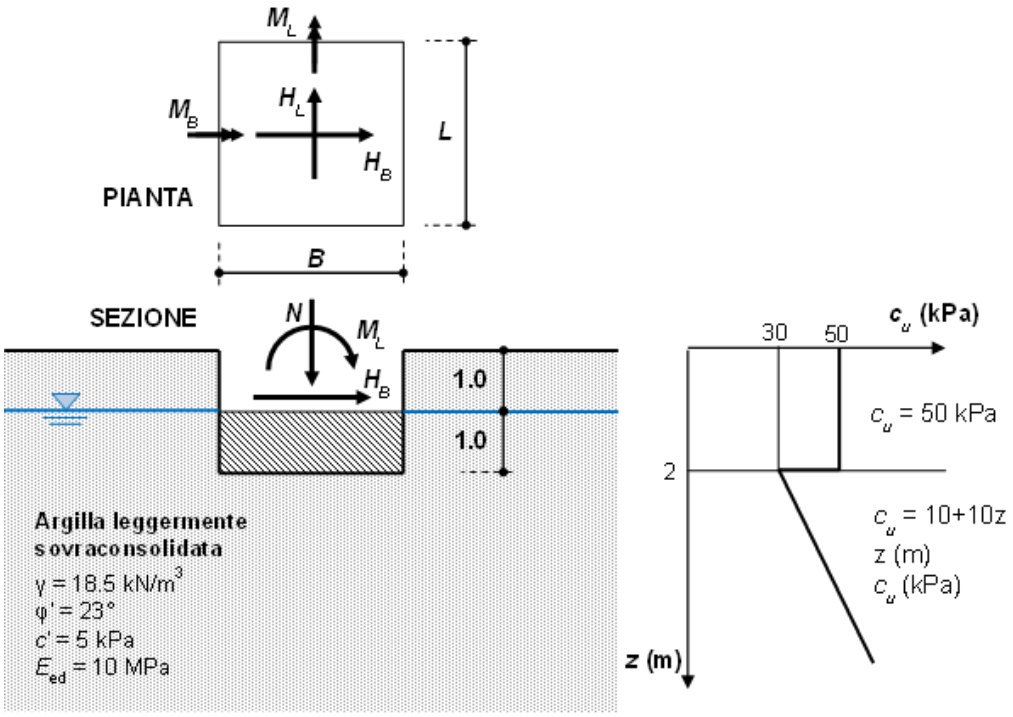
Una fondazione superficiale in c.a. (γ_{cls} = 25 kN/m^3) a pianta quadrata di lato B=L=3 m è soggetta ad una azione verticale *N*, a due azioni orizzontali H_B e H_L e a due momenti flettenti M_L ed M_B che derivano da soli carichi permanenti e i cui valori caratteristici sono:

N_k = 800 kN, $H_{L,k}$ = 160 kN, $H_{B,k}$ = 200 kN, $M_{B,k}$ = 240 kNm, $M_{L,k}$ = 120 kNm.

Eseguire le verifiche di sicurezza nei confronti degli SLU di:

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa

utilizzando le indicazioni delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2018) e la combinazione dei fattori parziali relativi alla: A1+M1+R3.



TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Trave in cemento armato precompresso

Il candidato illustri sinteticamente i principi di progettazione delle strutture in cemento armato precompresso, con particolare riferimento agli stati tensionali nelle diverse fasi, alle perdite di precompressione e alle verifiche agli stati limite.

Sulla base dei principi suddetti, il candidato esegua il dimensionamento e le principali verifiche di una trave semplicemente appoggiata post-tesa, destinata a sostenere un impalcato, determinando il quantitativo di armatura di precompressione necessario.

Dati

- luce L = 18.0 m;
- sezione rettangolare: b = 35 cm, h = 90 cm;
- carico permanente non strutturale g_{2k} = 8.0 kN/m
- carico variabile q_k =12.0 kN/m;
- calcestruzzo C45/55;
- acciaio da precompressione f_{pk} = 1860 MPa;

- trefoli di area A_p = 139 mm^2;
- perdite complessive di precompressione: 18%;
- eccentricità del cavo in mezzeria e = 30 cm, nulla in corrispondenza degli appoggi.

Si richiede di valutare gli stati tensionali nelle condizioni di trasferimento e di esercizio e di effettuare la verifica a flessione allo SLU.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Progettazione integrata di un edificio residenziale sostenibile

Il candidato elabori una proposta progettuale di massima di un edificio residenziale bifamiliare articolato su due piani fuori terra, con particolare attenzione all'integrazione tra scelte architettoniche, sistema strutturale, prestazioni energetiche dell'involucro e sostenibilità ambientale delle soluzioni costruttive.

Dati di base

- Lotto rettangolare: 30 × 25 m.
- Terreno pianeggiante.
- Accesso carrabile e pedonale dal lato nord.
- Edificio costituito da due unità abitative affiancate e indipendenti.
- Superficie lorda complessiva: 200–220 m^2, distribuita su due livelli.
- Numero di piani fuori terra: 2.
- Altezza interna netta: 2,70 m.
- Distanza minima dai confini: 5,00 m.
- Localizzazione in un comune dell'Italia settentrionale, zona climatica D.
- Sistema strutturale e tipologia di copertura a scelta del candidato.

Richiesta progettuale.

Il candidato sviluppi una proposta progettuale dell'edificio prevedendo, per ciascuna unità abitativa, una zona giorno con cucina o angolo cottura, due camere da letto, servizi igienici e uno spazio esterno privato.

Il progetto dovrà integrare le esigenze distributive e funzionali con la definizione di uno schema strutturale coerente, privilegiando soluzioni architettoniche e tecnologiche finalizzate alla riduzione del fabbisogno energetico e dell'impatto ambientale.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta all'orientamento degli ambienti, al controllo degli apporti solari, alla ventilazione naturale, alla continuità dell'isolamento termico e alla limitazione dei ponti termici.

Dovranno inoltre essere considerate strategie per la gestione sostenibile delle acque meteoriche, la permeabilità delle superfici esterne e l'eventuale integrazione di fonti energetiche rinnovabili.

.

Elaborati richiesti

Il candidato dovrà utilizzare esclusivamente due fogli formato A3, utilizzabili fronte e retro, organizzando liberamente gli elaborati nelle quattro facciate disponibili.

Dovranno essere rappresentati:

1. Planimetria generale in scala 1:200, con indicazione dell'orientamento, degli accessi, della sistemazione del lotto e delle principali strategie bioclimatiche e di gestione delle acque meteoriche.

2. Piante del piano terra e del primo piano in scala 1:100, con destinazione degli ambienti, quote principali e individuazione degli elementi strutturali.

3. Una sezione significativa in scala 1:100, con indicazione delle altezze, della soluzione di copertura e dei principali elementi strutturali e costruttivi.

4. Un particolare costruttivo in scala 1:20, relativo al nodo parete esterna–solaio oppure parete esterna–copertura, con indicazione degli strati funzionali, dei materiali e degli accorgimenti per la limitazione dei ponti termici.

5. Prospetti

Gli elaborati dovranno essere accompagnati da una breve relazione tecnico-illustrativa integrata nelle tavole, anche mediante schemi e annotazioni, nella quale il candidato:

- motivi le scelte distributive, strutturali e bioclimatiche adottate;
- confronti sinteticamente due possibili soluzioni per l'isolamento dell'involucro, considerando prestazioni termiche, impatto ambientale e possibilità di riciclo;
- illustri le principali criticità relative ai ponti termici del nodo rappresentato e le soluzioni adottate;
- descriva le strategie essenziali per la gestione delle acque meteoriche e l'eventuale utilizzo di fonti rinnovabili.

Modalità di svolgimento e presentazione degli elaborati

La prova dovrà essere svolta su un massimo di due fogli formato A3 (29,7 × 42 cm), utilizzabili su entrambe le facciate, per un totale di quattro facciate.

Il candidato dovrà organizzare liberamente gli elaborati richiesti, garantendone la leggibilità, la completezza e la coerenza grafica.

Le rappresentazioni architettoniche e i particolari costruttivi dovranno rispettare le scale indicate. Eventuali schemi bioclimatici, strutturali e prestazionali potranno essere realizzati fuori scala, purché chiaramente identificabili.

La relazione tecnico-illustrativa dovrà essere sintetica e integrata nelle tavole, mediante testi brevi, annotazioni, schemi esplicativi o tabelle comparative.

Saranno valutate la qualità architettonica e funzionale della proposta, la coerenza del sistema strutturale, l'appropriatezza delle soluzioni tecnologiche, la capacità di integrare criteri di sostenibilità ambientale e prestazionale e la chiarezza degli elaborati grafici.

Distribuzione orientativa delle quattro facciate A3

Facciata	**Elaborati prevalenti**
Foglio 1 – Fronte	Planimetria generale 1:200 e schemi bioclimatici o strutturali
Foglio 1 – Retro	Pianta o piante dell'edificio in scala 1:100
Foglio 2 – Fronte	Sezione 1:100 e prospetto 1:100
Foglio 2 – Retro	Particolare costruttivo, confronto tecnologico e relazione sintetica

La distribuzione resta comunque indicativa e potrà essere adattata dal candidato secondo le sue esigenze e le dimensioni degli elaborati.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Un motore elettrico asincrono trifase aziona, attraverso una trasmissione a cinghie trapezoidali, l'albero 1 (Figura 1). La ruota dentata cilindrica a denti elicoidali calettata

sull'albero 1 trasmette la potenza motrice all'albero 2 su cui è posto il giunto G, il quale collega il sistema illustrato a un argano per il sollevamento di materiali.

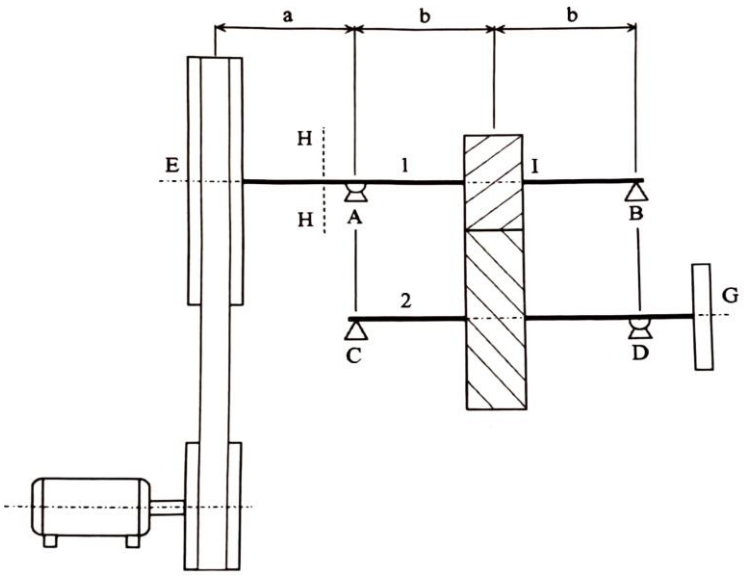


Figura 1. Schema del sistema meccanico.

Sono noti i seguenti dati:

- potenza motrice — $W = 30$ kW
- velocità angolare del motore — $\omega_m = 150$ rad/s
- diametro primitivo puleggia motrice — $d_m = 200$ mm
- diametro primitivo puleggia condotta — $d_1 = 600$ mm
- modulo normale ruote dentate — $m_n = 5$ mm
- numero di denti del pignone — $z_1 = 20$
- numero di denti della ruota condotta — $z_2 = 70$
- angolo di pressione normale — $\alpha_n = 20°$
- angolo di inclinazione dell'elica — $\beta = 10°$
- coefficiente di attrito tra cinghia e puleggia — $f = 0.2$
- angolo di avvolgimento della cinghia — $\alpha = 140°$
- diametro dell'albero nella sezione H-H — $d = 70$ mm
- quote geometriche — $a = 250$ mm, $b = 300$ mm
- materiale dell'albero 1 — C35 bonificato (+QT) (UNI EN ISO 683)

$R_m = 550 - 700$ MPa

$R_{p0.2} = 320$ MPa

$\sigma_{a,fatica} = 250$ MPa

Si vuole:

1. calcolare il tiro della cinghia che bisogna esercitare nel montaggio;
2. calcolare le spinte che si scambiano le ruote dentate;
3. tracciare i diagrammi delle azioni interne nell'albero 1;

verificare la sezione H-H prossima al supporto A (K_t = 1.70; sensibilità all'intaglio pari a 0.90).

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Si richiede di dimensionare un impianto fotovoltaico per un'abitazione con un consumo annuo di energia elettrica pari a **4.350 kWh**.

Ai fini del dimensionamento, si assumano i seguenti parametri:

- Ore equivalenti annue di funzionamento: **1.450 h**, valore assunto come riferimento per il contesto territoriale siciliano;

Sulla base dei dati assegnati e consultando le schede tecniche allegate, il candidato svolga le seguenti attività:

1. **Calcolo della potenza necessaria:** determinare la potenza nominale di picco dell'impianto fotovoltaico, espressa in kWp.
2. **Scelta dei moduli fotovoltaici:** selezionare, tra i modelli disponibili nelle schede tecniche allegate, il modulo fotovoltaico più idoneo e calcolare il numero di pannelli necessari per raggiungere la potenza richiesta.
3. **Scelta dell'inverter:** individuare, tra i modelli riportati nelle schede tecniche allegate, l'inverter più appropriato, verificandone la compatibilità con la potenza e le caratteristiche elettriche del generatore fotovoltaico.
4. **Calcolo della superficie occupata:** determinare la superficie complessiva occupata dai moduli fotovoltaici, sulla base delle dimensioni riportate nelle schede tecniche.
5. **Stima della produzione annua:** calcolare la produzione energetica annua prevista dell'impianto fotovoltaico dimensionato.
6. **Verifica energetica e schema a blocchi:** verificare la corrispondenza tra la produzione annua stimata e il consumo energetico dell'abitazione. Disegnare lo schema a blocchi dell'impianto, indicando i principali componenti, i collegamenti tra il generatore fotovoltaico, l'inverter, le protezioni elettriche e l'utenza connessa alla rete.
7. **Verifica della tensione a circuito aperto:** calcolare la tensione a circuito aperto (Voc) della stringa, considerando il numero di moduli collegati in serie e la temperatura minima di progetto. Verificare che il valore ottenuto non superi la tensione massima ammessa in ingresso in corrente continua dell'inverter.
8. **Verifica dell'intervallo MPPT:** verificare che la tensione operativa della stringa rientri nell'intervallo di inseguimento del punto di massima potenza (MPPT) dell'inverter selezionato.

Il candidato dovrà riportare le formule utilizzate, i passaggi di calcolo, le unità di misura e i dati estratti dalle schede tecniche allegate, motivando le scelte progettuali e documentando le verifiche effettuate.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

Il candidato applichi le metodologie richieste con lo scopo di eseguire un'analisi di sicurezza su un impianto di sintesi dell'ammoniaca ad alta pressione. La sintesi industriale dell'ammoniaca avviene tipicamente a pressioni elevate (spesso comprese tra 150 e 250 bar) e temperature medio-alte (400-500 °C) in presenza di un catalizzatore a base di ferro. Il gas di sintesi (miscela stechiometrica di azoto e idrogeno) viene compresso e inviato al reattore. Data la presenza di idrogeno ad alta pressione e temperatura, un parametro critico di progetto e gestione è la prevenzione dell'attacco da idrogeno all'acciaio delle apparecchiature (fenomeno di decarburazione e perdita di resistenza meccanica) e il controllo rigoroso della temperatura del letto catalitico per evitare runaway termici. Il flusso di alimentazione è regolato tramite sistemi di controllo di portata e di temperatura interfacciati con valvole di blocco di sicurezza (ESD).

- Esecuzione della procedura di HazID qualitativa in forma di Checklist e What-If;
- Esecuzione di un'analisi HAZOP sul reattore catalitico di sintesi;
- Elencare i Top Event ritenuti plausibili legati a fenomeni di infragilimento da idrogeno o sovrapressione;
- Costruzione di una Fault Tree (albero dei guasti) in relazione ad uno dei Top Event individuati (es. perdita di contenimento di gas di sintesi ricco di idrogeno/azoto);
- Stima della frequenza di accadimento del Top Event con i valori di guasto dei componenti forniti in tabella;
- Considerando lo scenario di rilascio e flash di ammoniaca liquefatta con formazione di una nube tossica/infiammabile, si valuti la dispersione o la sovrappressione associata utilizzando metodi semplificati.

Il candidato illustri le misure di protezione e mitigazione (tecnologiche e gestionali) che si potrebbero adottare per migliorare la sicurezza di tale sistema.

Tabella dei Tassi di Guasto e MTBF Tipici per Componenti d'Impianto

Componente / Dispositivo	Tasso di Guasto (λ) [1/anno]	Modalità di Guasto Principale	MTTR Tipico [ore]
Valvola di regolazione (CV)	$0.05 - 0.15$	Blocco in posizione / Perdita	$8 - 24$

Componente / Dispositivo	Tasso di Guasto (λ) [1/anno]	Modalità di Guasto Principale	MTTR Tipico [ore]
Valvola di intercettazione manuale	$0.01 - 0.05$	Perdita interna / Blocco	$4 - 12$
Valvola di blocco pneumatica (ESD)	$0.02 - 0.08$	Mancata chiusura a comando	$8 - 16$
Sensore di pressione / temperatura (PT/TT)	$0.05 - 0.10$	Deriva di taratura / Guasto totale	$4 - 8$
Trascmettitore/Controller di flusso (FT/FC)	$0.08 - 0.20$	Perdita segnale / Blocco attuatore	$8 - 16$
Pompa centrifuga (con tenuta standard)	$0.20 - 0.50$	Guasto tenuta meccanica / Cuscinetti	$24 - 48$
Compressore centrifugo / alternativo	$0.50 - 1.50$	Guasto meccanico / Surriscaldamento	$72 - 168$
Scambiatore di calore (a fascio tubiero)	$0.02 - 0.08$	Trafilamento tubi / Guarnizioni	$48 - 120$
Vaso in pressione / Tubazioni (per km)	$0.001 - 0.01$	Perdita di contenimento (foro/rottura)	$72 - 200$
Interlock logico / PLC di sicurezza	$0.01 - 0.03$	Guasto scheda I/O o CPU	$4 - 12$

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Progettazione di un sistema di acquisizione per sensore analogico

Si consideri un sensore analogico che fornisce una tensione differenziale compresa nell'intervallo ±20 mV, con banda utile 0–100 Hz. Si vuole progettare un sistema di acquisizione che consenta di digitalizzare il segnale mediante un convertitore A/D con ingresso unipolare 0–3,3 V e risoluzione 12 bit.

Il candidato, formulando e motivando eventuali ipotesi aggiuntive ritenute necessarie, dovrà:

1. proporre lo schema a blocchi dell'intera catena di acquisizione;

2. progettare lo stadio analogico di condizionamento, scegliendo opportunamente configurazione e guadagno;

3. prevedere un opportuno offset per adattare il segnale bipolare all'ingresso unipolare dell'ADC;

4. progettare un filtro anti-aliasing, giustificandone tipologia, ordine e frequenza di taglio;

5. scegliere una opportuna frequenza di campionamento;

6. determinare la risoluzione equivalente riferita all'ingresso del sensore;

7. discutere le principali sorgenti di rumore ed errore della catena (rumore elettronico, offset, deriva, quantizzazione, interferenze);

8. indicare gli accorgimenti circuitali e di layout necessari per ottenere buone prestazioni sperimentali;

9. proporre, anche mediante pseudocodice o diagramma di flusso, una semplice procedura per l'acquisizione, la calibrazione e la visualizzazione della grandezza misurata.

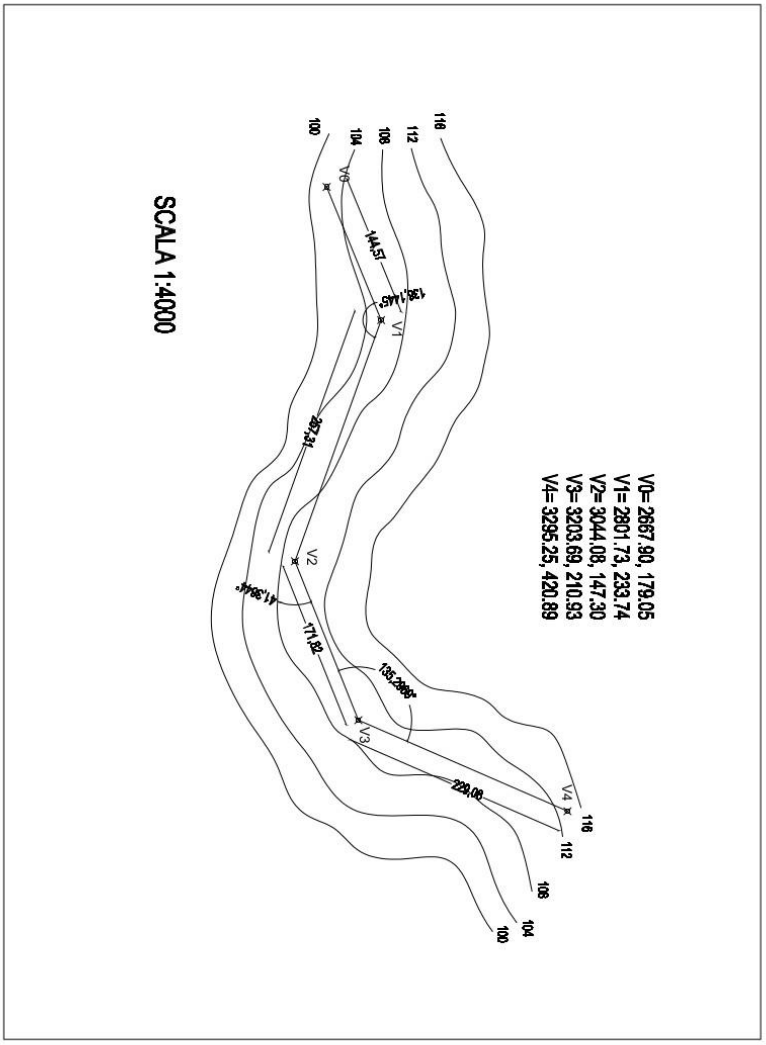
Il candidato dovrà corredare il progetto con schemi circuitali, calcoli di dimensionamento e diagrammi ritenuti significativi.

TEMA N.2

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato definisca la composizione geometrica del tracciato stradale, per una strada di categoria F, individuato dalla poligonale d'asse riportata nello stralcio di mappa rappresentato in allegato. Il candidato, in particolare, dopo aver progettato le curve circolari e le curve di transizione in ingresso e uscita, in accordo con il DM 05/11/2001, rediga la planimetria di tracciamento e definisca compiutamente il profilo longitudinale del tracciato oltre al profilo dei cigli.



TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Una condotta in acciaio collega una stazione di pompaggio a un serbatoio di carico.

Dati

- Diametro interno D = 600 mm, spessore s = 8 mm, lunghezza L = 2400 m
- Dislivello geodetico: 85 m
- Portata: Q = 0,40 m^3/s
- Scabrezza assoluta ε = 0,1 mm, viscosità n = 10^{-6} m^2/s
- Rendimento della pompa η = 0,75
- Moduli elastici: E (acciaio) = 206 GPa, K (acqua) = 2,06 GPa

Quesiti

1. Calcolare perdite continue (Colebrook), prevalenza manometrica e potenza assorbita.

2. Calcolare la celerità dell'onda a e la durata di fase $2L/a$.
3. In caso di arresto istantaneo della pompa, calcolare la sovrapressione massima di colpo d'ariete e la depressione. Confrontare i valori con la pressione nominale della condotta.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

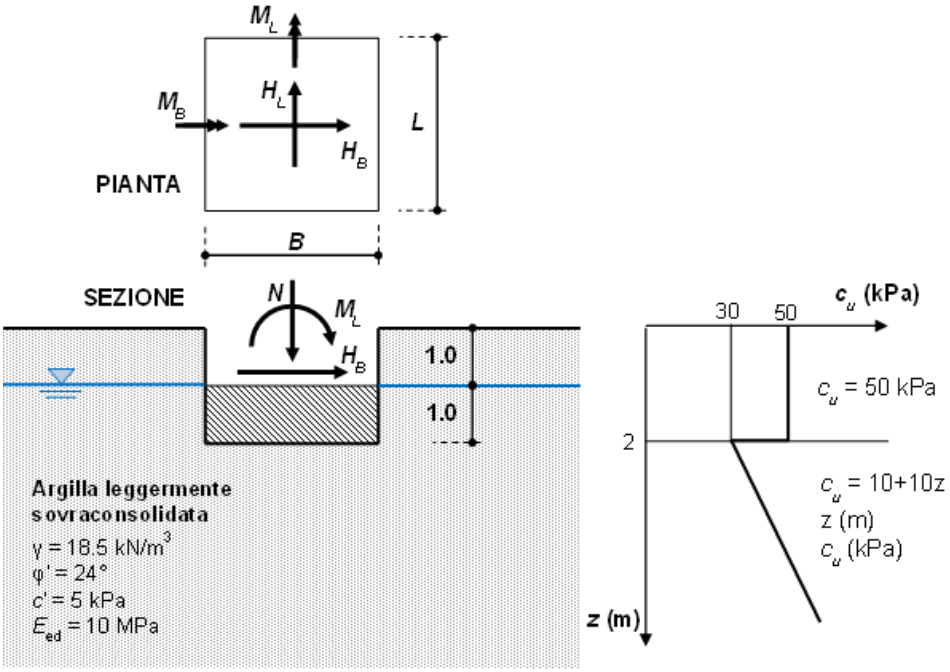
Una fondazione superficiale in c.a. (γ_{cls} = 25 kN/m^3) a pianta quadrata di lato B=L=3 m è soggetta ad una azione verticale N, a due azioni orizzontali H_B e H_L e a due momenti flettenti M_L ed M_B che derivano da soli carichi permanenti e i cui valori caratteristici sono:

N_k = 750 kN, $H_{L,k}$ = 110 kN, $H_{B,k}$ = 150 kN, $M_{B,k}$ = 200 kNm, $M_{L,k}$ = 80 kNm.

Eseguire le verifiche di sicurezza nei confronti degli SLU di:

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa

utilizzando le indicazioni delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2018) e la combinazione dei fattori parziali relativi alla: A1+M1+R3.



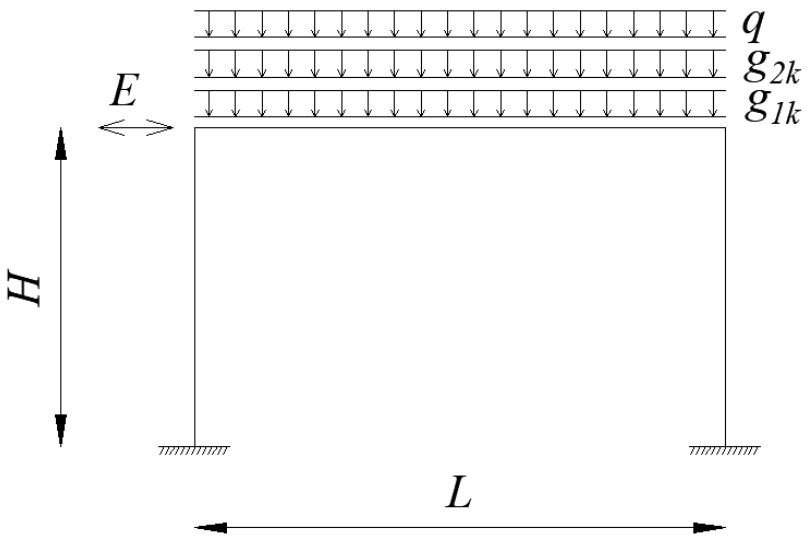
TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Portale in cemento armato in zona sismica

Il candidato illustri sinteticamente i criteri di progettazione delle strutture intelaiate in cemento armato in zona sismica, con particolare riferimento alla gerarchia delle resistenze, alla duttilità e alla progettazione dei nodi trave-pilastro.

Sulla base dei principi suddetti, il candidato esegua il dimensionamento del **portale in cemento armato** (trave, pilastri e nodi) avente geometria e carichi come indicato nello schema seguente.

Il candidato rappresenti inoltre uno schema delle armature degli elementi dimensionati, evidenziando i dettagli necessari nelle zone dissipative.



Dati

- luce *L* 5.5 m
- altezza H 3.2 m
- carico permanente strutturale g_{1k} 20.0 kN/m
- carico permanente non strutturale g_{2k} 15.0 kN/m
- carico variabile *q* destinazione d'uso uffici [1]
- azione sismica *E* da calcolare secondo normativa [2]
- calcestruzzo C30/37;
- acciaio B450C.

[1] si consideri che il portale ha un'area di influenza nella dimensione trasversale di 5.0 m

[2] si consideri un sito con categoria topografica T1, suolo tipo B, accelerazione di picco al suolo a_g = 0.25g

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Riqualificazione energetica e ambientale di un edificio scolastico esistente

Il candidato elabori una proposta progettuale di riqualificazione energetica e ambientale di un edificio scolastico esistente, con particolare attenzione al miglioramento delle prestazioni dell'involucro edilizio, del comfort interno e della qualità degli spazi esterni.

Dati di base

- Edificio scolastico realizzato negli anni Ottanta.
- Pianta rettangolare: 18 × 12 m.
- Numero di piani fuori terra: 1.
- Altezza interna netta: 3,30 m.
- Struttura portante a telaio in calcestruzzo armato.
- Pareti esterne in laterizio intonacato, prive di isolamento termico.
- Copertura piana non praticabile.
- Serramenti con telaio metallico e vetro singolo.
- Ingresso principale sul fronte nord.
- Tre aule didattiche esposte a sud, ciascuna con finestra di dimensioni 2,40 × 1,50 m.
- Area esterna disponibile sul fronte sud: 18 × 8 m.
- Localizzazione in un comune dell'Italia centrale, zona climatica C.

Si assumano la struttura portante in buone condizioni di conservazione e l'assenza di vincoli storico-architettonici.

Richiesta progettuale

Il candidato sviluppi una proposta di riqualificazione dell'edificio, individuando le principali criticità dell'involucro esistente e definendo interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche e della qualità ambientale degli spazi didattici.

Il progetto dovrà prevedere soluzioni per l'isolamento termico delle pareti e della copertura, la sostituzione dei serramenti e il controllo dell'irraggiamento solare estivo.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla continuità dell'isolamento, alla limitazione dei ponti termici, al mantenimento di adeguate condizioni di illuminazione naturale e al miglioramento della ventilazione degli ambienti.

La proposta dovrà comprendere anche interventi di sistemazione dell'area esterna sul fronte sud, finalizzati all'incremento delle superfici permeabili e alla mitigazione del surriscaldamento estivo.

Elaborati richiesti

Il candidato dovrà utilizzare esclusivamente due fogli formato A3, utilizzabili fronte e retro, organizzando liberamente gli elaborati nelle quattro facciate disponibili.

Dovranno essere rappresentati:

1. Planimetria generale schematica in scala 1:200, con indicazione dell'edificio, dell'area esterna a sud e dei principali interventi di sistemazione ambientale.

2. Pianta schematica dell'edificio in scala 1:100, con individuazione delle principali opere di riqualificazione dell'involucro e delle strategie di ventilazione naturale. La distribuzione interna, non completamente definita dai dati di base, potrà essere assunta dal candidato in modo coerente con le caratteristiche indicate.

3. Prospetto sud in scala 1:100, con rappresentazione dei nuovi serramenti e dei sistemi di schermatura solare previsti.

4. Una sezione significativa in scala 1:100, con indicazione degli interventi sulla copertura, sulle pareti esterne e dei dispositivi di protezione solare.

5. Un particolare costruttivo in scala 1:10 o 1:20, relativo al nodo parete esterna–serramento, con indicazione del sistema di isolamento, della posizione del serramento e degli accorgimenti per la riduzione del ponte termico.

6. Prospetto.

Gli elaborati dovranno essere accompagnati da una breve relazione tecnico-illustrativa integrata nelle tavole, anche mediante schemi e annotazioni, nella quale il candidato:

- individui le principali criticità energetiche dell'edificio esistente e motivi gli interventi proposti;
- confronti sinteticamente due materiali isolanti alternativi, considerando prestazioni termiche, comportamento igrometrico e sostenibilità ambientale;
- illustri i criteri adottati per la scelta delle schermature solari, con riferimento alla tipologia, alla geometria, ai materiali e alla disposizione rispetto ai serramenti;
- descriva le strategie per il miglioramento della ventilazione, del microclima esterno e della permeabilità del suolo.

Modalità di svolgimento e presentazione degli elaborati

La prova dovrà essere svolta su un massimo di due fogli formato A3 (29,7 × 42 cm), utilizzabili su entrambe le facciate, per un totale di quattro facciate.

Il candidato dovrà organizzare liberamente gli elaborati richiesti, garantendone la leggibilità, la completezza e la coerenza grafica.

Le rappresentazioni architettoniche e i particolari costruttivi dovranno rispettare le scale indicate. Eventuali schemi bioclimatici, strutturali e prestazionali potranno essere realizzati fuori scala, purché chiaramente identificabili.

La relazione tecnico-illustrativa dovrà essere sintetica e integrata nelle tavole, mediante testi brevi, annotazioni, schemi esplicativi o tabelle comparative.

Saranno valutate la qualità architettonica e funzionale della proposta, la coerenza del sistema strutturale, l'appropriatezza delle soluzioni tecnologiche, la capacità di integrare criteri di sostenibilità ambientale e prestazionale e la chiarezza degli elaborati grafici.

Distribuzione orientativa delle quattro facciate A3

Facciata	**Elaborati prevalenti**
Foglio 1 – Fronte	Planimetria generale 1:200 e schemi bioclimatici o strutturali
Foglio 1 – Retro	Pianta o piante dell'edificio in scala 1:100
Foglio 2 – Fronte	Sezione 1:100 e prospetto 1:100
Foglio 2 – Retro	Particolare costruttivo, confronto tecnologico e relazione sintetica

La distribuzione resta comunque indicativa e potrà essere adattata dal candidato secondo le sue esigenze e le dimensioni degli elaborati.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Un argano sollevatore è montato su un carrello sospeso agganciato alla trave AB orizzontale, saldata la trave BC verticale, che a sua volta è saldata alla trave CE orizzontale, incastrata in E. L'argano, in posizione A, solleva da terra la massa M (vedi Figura 1). Successivamente il carrello si sposta in posizione B, scarica la massa a terra e torna a vuoto in A, per poi riprendere il ciclo.

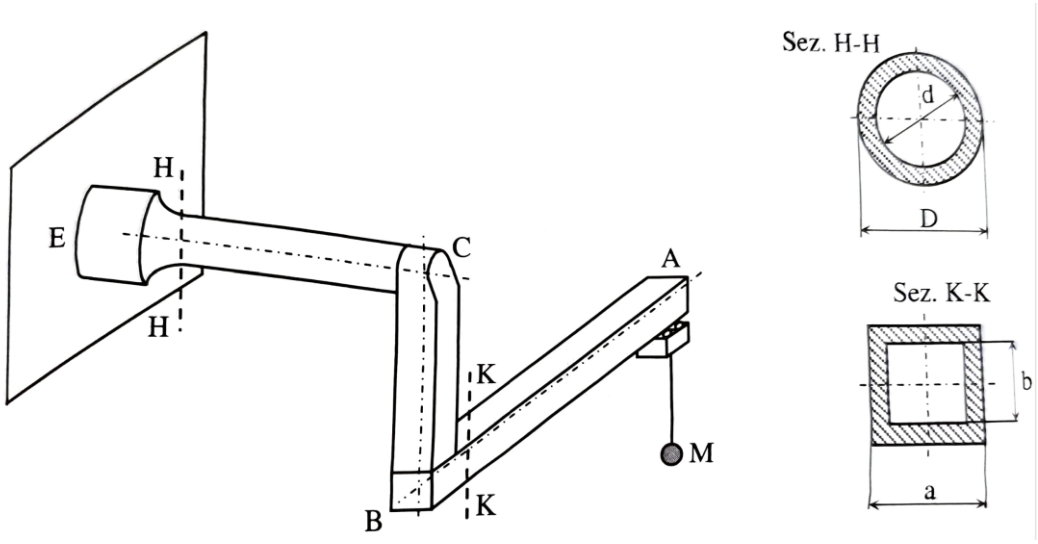


Figura 1. Schema del sistema meccanico.

Valgono le seguenti ipotesi:

a) movimenti lenti e quindi inerzie trascurabili;
b) massa delle travi e del carrello-argano trascurabili.

Con riferimento ai simboli in Figura 1, sono noti i seguenti dati (la sezione K-K è quadrata):

- masse da sollevare
  M = 300 kg
  M_1 = 450 kg
  M_2 = 550 kg
- quote geometriche
  AB = c =500 mm
  BC = e = 500 mm
  CE = f = 500 mm
  D = 50 mm
  d = 30 mm
  a = 40 mm
  b = 25 mm

Si vuole:

1) tracciare i diagrammi delle azioni interne delle tre travi per la condizione di carrello in A e massa M sollevata;
2) tracciare l'andamento, in funzione del tempo, degli sforzi massimi nella sezione H-H vicinissima all'incastro E della trave CE;

3) scegliere un opportuno materiale per la trave CE e verificare la sezione H per un numero di cicli carico - scarico pari a 10^7. Si consideri un raggio di raccordo pari a 5 mm ed un diametro, all'incastro in E, uguale a 60 mm;
4) verificare che non giunga rottura alla sezione K-K della trave AB nell'ipotesi in cui i cicli di carico - scarico siano i seguenti: $n_1 = 10^5$ con massa sollevata M_1 seguiti da $n_2 = 10^4$ con massa sollevata M_2. Si considerino trascurabili gli effetti peggiorativi locali (intaglio, superficiale, dimensionale) e che l'acciaio con cui la trave AB è stata realizzata abbia le seguenti caratteristiche: R_m = 400 MPa, $\sigma'_{a,\,FATICAp}$ (limite di fatica pulsante a flessione) = 150 MPa;
5) calcolare l'abbassamento (freccia) nel punto A rispetto al punto E quando il carrello, in A, solleva la massa M.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Si richiede al candidato di effettuare il dimensionamento preliminare di un impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica, destinato a un'abitazione con un consumo annuo di energia elettrica pari a **8.700 kWh**.

Ai fini del dimensionamento, si assumano i seguenti parametri:

- Ore equivalenti annue di funzionamento: **1.450 h**;

Sulla base dei dati assegnati e consultando le schede tecniche allegate, il candidato sviluppi le seguenti attività:

1. **Dimensionamento della potenza:** determinare la potenza nominale di picco dell'impianto fotovoltaico, espressa in kWp, necessaria a soddisfare il fabbisogno energetico annuo dell'abitazione.
2. **Selezione dei componenti:** individuare, tra i modelli riportati nelle schede tecniche allegate, i moduli fotovoltaici e l'inverter più idonei, motivando le scelte sulla base delle rispettive caratteristiche tecniche ed elettriche.
3. **Dimensionamento del generatore fotovoltaico:** determinare il numero complessivo di moduli necessari per raggiungere la potenza richiesta e definire la configurazione delle stringhe, specificando il numero di moduli collegati in serie.
4. **Calcolo della superficie occupata:** determinare la superficie complessiva occupata dai moduli fotovoltaici, utilizzando le dimensioni indicate nelle schede tecniche.
5. **Verifica della produzione annua:** stimare la produzione energetica annua dell'impianto dimensionato e verificare se essa sia sufficiente a coprire il fabbisogno energetico dell'abitazione.
6. **Schema elettrico unifilare:** disegnare lo schema unifilare dell'impianto fotovoltaico, rappresentando la disposizione dei moduli nelle stringhe, i collegamenti all'inverter, le principali protezioni elettriche lato corrente continua e lato corrente alternata e il punto di connessione alla rete.
7. **Verifica della compatibilità elettrica:** calcolare la tensione a circuito aperto (Voc) della stringa, tenendo conto del numero di moduli collegati in serie e delle condizioni di temperatura minima di progetto. Verificare che tale tensione non superi il valore

massimo ammesso in ingresso all'inverter. Verificare inoltre che la tensione di funzionamento della stringa rientri nell'intervallo MPPT dell'inverter selezionato.

Il candidato dovrà esplicitare le ipotesi progettuali adottate, riportare le formule utilizzate, i passaggi di calcolo e le unità di misura, indicando i dati ricavati dalle schede tecniche allegate e motivando le scelte effettuate.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

Il candidato applichi le metodologie richieste con lo scopo di eseguire un'analisi di sicurezza su una colonna di frazionamento atmosferico di petrolio greggio (Topping). La distillazione atmosferica è la prima fase di lavorazione del greggio in raffineria. Il greggio viene purificato sai sali contenuti, preriscaldato nel treno di scambiatori e portato alla temperatura di vaporizzazione parziale (circa 350-370 °C) nel forno di carica, prima di entrare nella colonna di frazionamento. In testa alla colonna si sviluppano vapori di idrocarburi leggeri, che vengono condensati parzialmente, per poi essere separati nel serbatoio di accumulo di testa. I rischi principali includono la corrosione da sali di ammonio, la presenza di acido solfidrico (H_2S) e la gestione dei transitori di avviamento e spegnimento. La temperatura e la pressione di testa sono regolate mediante anelli di controllo in cascata su flussi di riflusso e spurghi gas.

Esecuzione della procedura di HazID qualitativa in forma di What-If;

Esecuzione di un'analisi HAZOP sulla sezione di testa della colonna (condensazione e riflusso);

Elencare i Top Event ritenuti plausibili (es. sovraccarico termico, perdita di contenimento sui sistemi di accumulo GPL/nafta);

Costruzione di una Fault Tree (albero dei guasti) in relazione ad uno dei Top Event individuati (es. fallimento del sistema di controllo di livello sul vaso di accumulo in testa);

Stima della frequenza di accadimento e del MTBF del Top Event con i valori forniti a tabella;

Considerando uno scenario di rilascio di idrocarburi leggeri con conseguente Flash Fire o Pool Fire, si stimi l'irraggiamento termico a distanza di sicurezza o la sovrappressione da BLEVE/VCE utilizzando i metodi convenzionali.

Il candidato illustri le misure di protezione e mitigazione che si potrebbero adottare per migliorare la sicurezza di tale sistema.

Tabella dei Tassi di Guasto e MTBF Tipici per Componenti d'Impianto

Componente / Dispositivo	Tasso di Guasto (λ) [1/anno]	Modalità di Guasto Principale	MTTR Tipico [ore]
Valvola di regolazione (CV)	$0.05 - 0.15$	Blocco in posizione / Perdita	$8 - 24$
Valvola di intercettazione manuale	$0.01 - 0.05$	Perdita interna / Blocco	$4 - 12$
Valvola di blocco pneumatica (ESD)	$0.02 - 0.08$	Mancata chiusura a comando	$8 - 16$
Sensore di pressione / temperatura (PT/TT)	$0.05 - 0.10$	Deriva di taratura / Guasto totale	$4 - 8$
Trascmettitore/Controller di flusso (FT/FC)	$0.08 - 0.20$	Perdita segnale / Blocco attuatore	$8 - 16$
Pompa centrifuga (con tenuta standard)	$0.20 - 0.50$	Guasto tenuta meccanica / Cuscinetti	$24 - 48$
Compressore centrifugo / alternativo	$0.50 - 1.50$	Guasto meccanico / Surriscaldamento	$72 - 168$
Scambiatore di calore (a fascio tubiero)	$0.02 - 0.08$	Trafilamento tubi / Guarnizioni	$48 - 120$
Vaso in pressione / Tubazioni (per km)	$0.001 - 0.01$	Perdita di contenimento (foro/rottura)	$72 - 200$
Interlock logico / PLC di sicurezza	$0.01 - 0.03$	Guasto scheda I/O o CPU	$4 - 12$

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Progettazione di un sistema di monitoraggio della temperatura

Si vuole realizzare un sistema elettronico per il monitoraggio della temperatura di un'apparecchiatura industriale nell'intervallo 0–100 °C. Il sistema deve acquisire la temperatura, visualizzarne il valore e generare un segnale di allarme quando viene superata una soglia programmabile.

Il candidato, formulando e motivando eventuali ipotesi aggiuntive, dovrà:

1. scegliere una tecnologia di sensore adeguata (termoresistenza, termistore, sensore integrato o altra soluzione), motivando la scelta;

2. progettare la relativa interfaccia analogica, dimensionandone i componenti principali;

3. definire le caratteristiche del convertitore A/D e la frequenza di campionamento necessaria;

4. valutare la risoluzione in temperatura ottenibile;

5. progettare lo schema a blocchi della sezione digitale, basata su microcontrollore;

6. definire una procedura di calibrazione del sistema;

7. progettare la gestione della soglia di allarme, prevedendo un'adeguata isteresi per evitare commutazioni indesiderate;

8. discutere le principali sorgenti di errore, con particolare riferimento a offset, deriva termica, rumore e tolleranze dei componenti;

9. indicare eventuali tecniche hardware e software per migliorare l'accuratezza della misura;

10. descrivere una procedura sperimentale per la caratterizzazione dell'intero sistema.

Il progetto dovrà essere corredato da schemi, calcoli e diagrammi ritenuti opportuni.

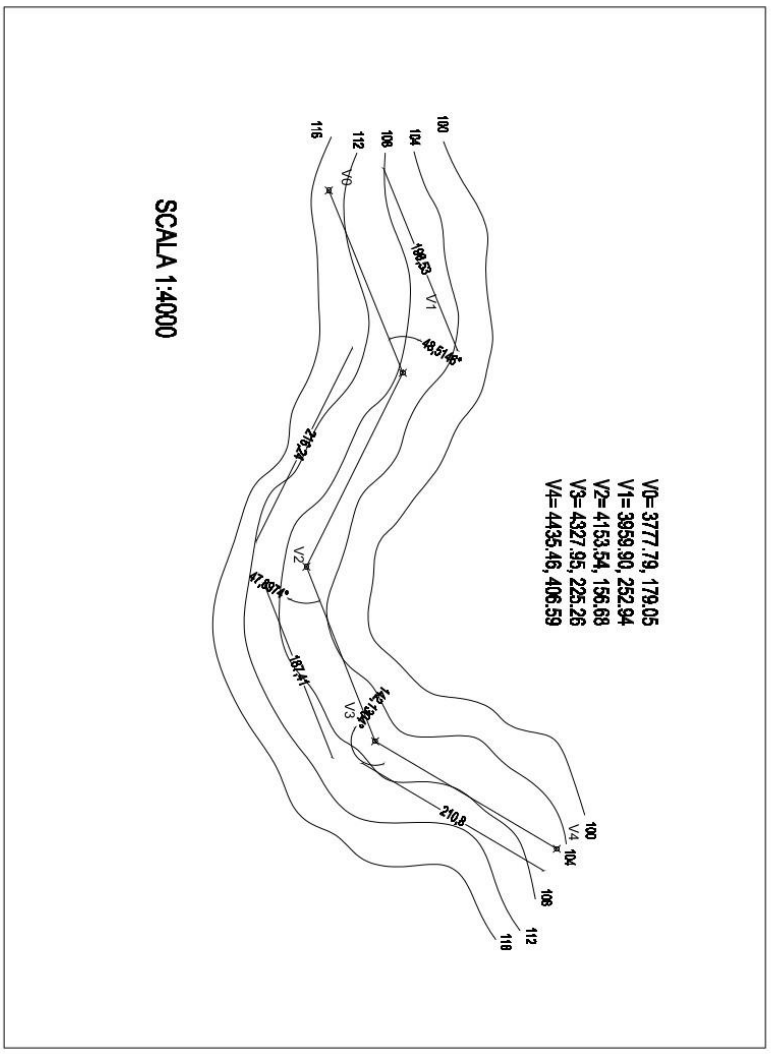
TEMA N.3

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Infrastrutture viarie)

Il candidato definisca la composizione geometrica del tracciato stradale, per una strada di categoria F, individuato dalla poligonale d’asse riportata nello stralcio di mappa rappresentato

in allegato. Il candidato, in particolare, dopo aver progettato le curve circolari e le curve di transizione in ingresso e uscita, in accordo con il DM 05/11/2001, rediga la planimetria di tracciamento e definisca compiutamente il profilo longitudinale del tracciato e rappresenti le sezioni trasversali nei punti di intersezione dello stesso con le isoipse.



TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Si deve proteggere un abitato a valle di un bacino di 18 km^2 limitando la portata in uscita mediante una vasca di laminazione.

Dati

- Idrogramma di piena di progetto, approssimato come triangolare: Q_p = 95 m^3/s, picco a t = 2 h, base di 6 h
- Portata massima ammissibile a valle: $Q_{u,max}$ = 35 m^3/s
- Scarico di fondo a luce rettangolare sotto battente, μ = 0,60

- Battente medio di progetto sulla luce: circa 3 m
- Invaso con superficie quasi costante di 0,15 km^2 (sponde ripide)

Quesiti

1. Calcolare il volume minimo dell'invaso necessario per la laminazione (con portata in uscita costante).
2. Dimensionare la luce dello scarico di fondo.
3. Dimensionare lo sfioratore di sicurezza per Q = 120 m^3/s (portata millenaria, con scarico di fondo chiuso).

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

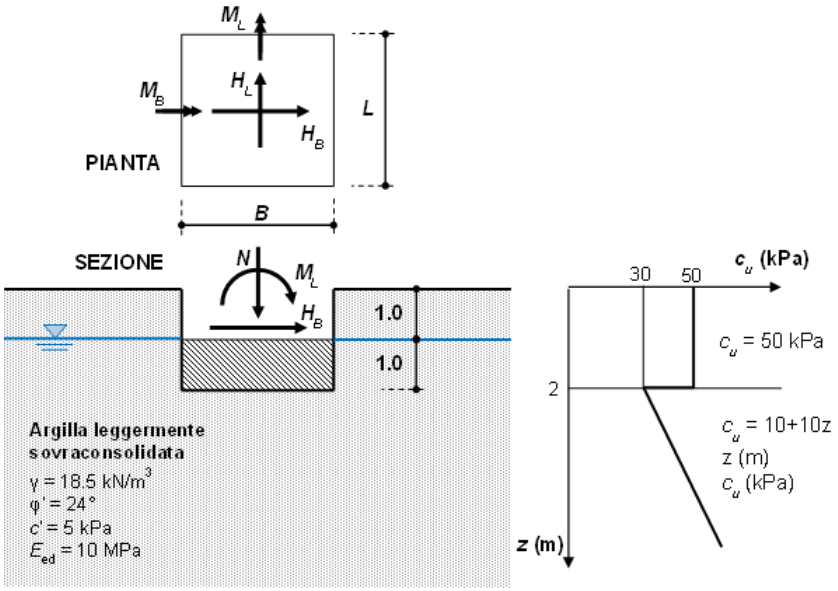
Una fondazione superficiale in c.a. (γ_{cls} = 25 kN/m^3) a pianta quadrata di lato B=L=3 m è soggetta ad una azione verticale N, a due azioni orizzontali H_B e H_L e a due momenti flettenti M_L ed M_B che derivano da soli carichi permanenti e i cui valori caratteristici sono:

N_k = 780 kN, $H_{L,k}$ = 140 kN, $H_{B,k}$ = 180 kN, $M_{B,k}$ = 220 kNm, $M_{L,k}$ = 100 kNm.

Eseguire le verifiche di sicurezza nei confronti degli SLU di:

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa

utilizzando le indicazioni delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2018) e la combinazione dei fattori parziali relativi alla: A1+M1+R3.

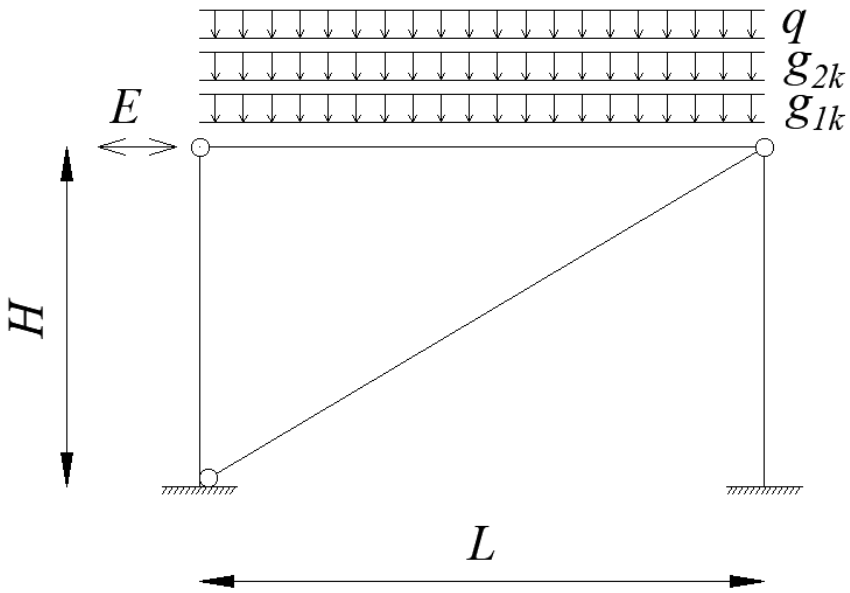


TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Portale in acciaio a schema pendolare in zona sismica

Il candidato confronti i principi di funzionamento ed i metodi di progettazione delle strutture intelaiate in cemento armato e quelle in acciaio a schema pendolare con controventi concentrici ubicate in zona sismica alla luce delle normative vigenti in materia.

Sulla base dei principi suddetti, il candidato esegua il dimensionamento del **portale in acciaio a schema pendolare** (trave, colonne e controvento) come indicato nello schema seguente:



Dati

- luce *L* 6.2 m
- altezza H 4.0 m
- carico permanente strutturale g_{1k} 18.0 kN/m
- azione permanente non strutturale g_{2k} 20.0 kN/m
- carico variabile *q* destinazione d'uso uffici [1]
- azione sismica *E* da calcolare secondo normativa [2]

[1] si consideri che il portale ha un'area di influenza nella dimensione trasversale di 5.5 m

[2] si consideri un sito con categoria topografica T1, suolo tipo B, accelerazione di picco al suolo a_g = 0.25g

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Progettazione di un centro civico sostenibile con gestione integrata delle risorse ambientali

Il candidato elabori una proposta progettuale di massima di un centro civico di quartiere articolato su un unico livello fuori terra, con particolare attenzione all'integrazione tra qualità architettonica, sistema strutturale, efficienza energetica, sostenibilità dei materiali e gestione delle risorse ambientali.

Dati di base

- Lotto rettangolare: 35 × 30 m.
- Superficie complessiva del lotto: 1.050 m^2.
- Terreno pianeggiante.
- Accesso principale dal lato est.
- Edificio monopiano.
- Superficie lorda indicativa: 140–170 m^2.
- Altezza interna minima degli ambienti principali: 3,00 m.
- Distanza minima dai confini: 5,00 m.
- Sistema strutturale e tipologia di copertura a scelta del candidato.
- Localizzazione in un comune dell'Italia meridionale, zona climatica B.

Richiesta progettuale

Il candidato sviluppi una proposta progettuale di un centro civico destinato ad attività culturali, sociali e ricreative, comprendente una sala polifunzionale di circa 60–70 m^2, un ufficio o sala riunioni di circa 20 m^2, servizi igienici accessibili, un deposito e gli spazi necessari all'ingresso e alla distribuzione.

L'edificio dovrà essere collegato a un'area esterna attrezzata di circa 60 m^2, garantendo adeguate condizioni di accessibilità e la possibilità di utilizzo flessibile degli ambienti.

Il progetto dovrà integrare le scelte architettoniche e strutturali con strategie bioclimatiche passive, soluzioni per il contenimento del fabbisogno energetico e l'impiego di materiali a ridotto impatto ambientale.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta al controllo del surriscaldamento estivo, alla ventilazione naturale, alla flessibilità del sistema costruttivo e alla gestione sostenibile delle acque meteoriche.

La sistemazione esterna dovrà privilegiare superfici permeabili, aree ombreggiate e soluzioni per la raccolta, il recupero o l'infiltrazione delle acque piovane.

Elaborati richiesti

Il candidato dovrà utilizzare esclusivamente due fogli formato A3, utilizzabili fronte e retro, organizzando liberamente gli elaborati nelle quattro facciate disponibili.

Dovranno essere rappresentati:

1. Planimetria generale in scala 1:200, con orientamento, accessi, percorsi accessibili, sistemazioni esterne, superfici permeabili e principali soluzioni per la gestione delle acque meteoriche.

2. Pianta del piano terra in scala 1:100, con destinazione degli ambienti, arredi essenziali, quote principali e individuazione del sistema strutturale.

3. Una sezione significativa in scala 1:100, con indicazione delle altezze, della soluzione di copertura, degli elementi di controllo solare e delle principali strategie per l'illuminazione e la ventilazione naturali.

4. Un particolare costruttivo in scala 1:20, relativo alla copertura oppure all'attacco a terra della parete esterna, con indicazione dei materiali, degli strati funzionali e delle soluzioni tecnologiche adottate.

5. Prospetti

Gli elaborati dovranno essere accompagnati da una breve relazione tecnico-illustrativa integrata nelle tavole, anche mediante schemi e annotazioni, nella quale il candidato:

- motivi le scelte distributive, architettoniche e strutturali in relazione all'accessibilità e alla flessibilità d'uso;
- confronti sinteticamente due possibili soluzioni di copertura, considerando comportamento termico estivo, sostenibilità dei materiali e carichi sulla struttura;
- illustri le strategie bioclimatiche adottate per il controllo del surriscaldamento e il miglioramento del comfort;
- descriva una possibile soluzione per la raccolta e il riutilizzo delle acque meteoriche, individuandone i principali componenti, i possibili impieghi e le condizioni necessarie al funzionamento.

Modalità di svolgimento e presentazione degli elaborati

La prova dovrà essere svolta su un massimo di due fogli formato A3 (29,7 × 42 cm), utilizzabili su entrambe le facciate, per un totale di quattro facciate.

Il candidato dovrà organizzare liberamente gli elaborati richiesti, garantendone la leggibilità, la completezza e la coerenza grafica.

Le rappresentazioni architettoniche e i particolari costruttivi dovranno rispettare le scale indicate. Eventuali schemi bioclimatici, strutturali e prestazionali potranno essere realizzati fuori scala, purché chiaramente identificabili.

La relazione tecnico-illustrativa dovrà essere sintetica e integrata nelle tavole, mediante testi brevi, annotazioni, schemi esplicativi o tabelle comparative.

Saranno valutate la qualità architettonica e funzionale della proposta, la coerenza del sistema strutturale, l'appropriatezza delle soluzioni tecnologiche, la capacità di integrare criteri di sostenibilità ambientale e prestazionale e la chiarezza degli elaborati grafici.

Distribuzione orientativa delle quattro facciate A3

Facciata	**Elaborati prevalenti**
Foglio 1 – Fronte	Planimetria generale 1:200 e schemi bioclimatici o strutturali
Foglio 1 – Retro	Pianta o piante dell'edificio in scala 1:100
Foglio 2 – Fronte	Sezione 1:100 e prospetto 1:100
Foglio 2 – Retro	Particolare costruttivo, confronto tecnologico e relazione sintetica

La distribuzione resta comunque indicativa e potrà essere adattata dal candidato secondo le sue esigenze e le dimensioni degli elaborati.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Nella Figura 1 è schematizzato il motore asincrono M che aziona, attraverso la coppia di ruote cilindriche a denti elicoidali 1 e 2, l'albero ABC. Il giunto G trasmette momento torcente e taglio. Sul tamburo T si avvolge la fune che solleva a velocità ω_2 costante la massa m. Sono trascurabili i pesi del tamburo e della ruota dentata.

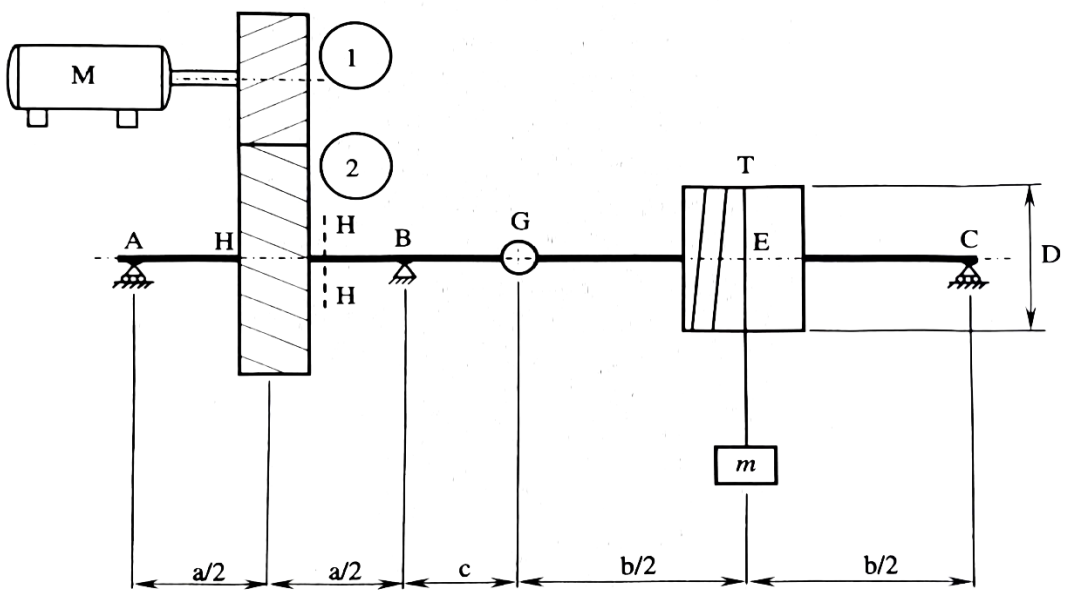


Figura 1. Schema del sistema meccanico.

Sono noti i seguenti dati:

- massa da sollevare — m = 1000 kg
- velocità di rotazione dell'albero ABC — ω_2 = 10 rad/s
- diametro di riferimento dell'albero ABC — d = 40 mm
- diametro del tamburo — D = 300 mm
- materiale dell'albero ABC bonificato — 39NiCrMo3
  - R_m = 980 - 1180 MPa
  - $R_{p0.2}$ = 685 MPa
  - $\sigma_{a,fatica}$ = 500 MPa
- numero di denti ruota motrice — z_1 = 20
- numero di denti ruota condotta — z_2 = 80
- modulo normale — m_n = 5 mm
- angolo di pressione normale — α_n = 20°
- angolo di inclinazione dei denti — β = 10°
- quote geometriche
  - a = 200 mm
  - b = 500 mm
  - c = 50 mm

Si vuole:

1. calcolare la potenza nominale W del motore;

2. tracciare i diagrammi del momento flettente e del momento torcente nell'albero ABC;
3. effettuare la verifica di resistenza dell'albero ABC nella sezione H-H per un numero di cicli di carico superiore a 10^7.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Si richiede il dimensionamento preliminare di un impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica per un'abitazione caratterizzata da un consumo annuo di energia elettrica pari a **13.050 kWh**.

Ai fini del dimensionamento, si assumano i seguenti parametri:

- Ore equivalenti annue di funzionamento: **1.450 h**;

Sulla base dei dati assegnati e consultando le schede tecniche allegate, il candidato sviluppi i seguenti punti:

1. **Determinazione della potenza nominale:** calcolare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico, espressa in kWp, necessaria a soddisfare il fabbisogno energetico annuo dell'abitazione.
2. **Selezione dei componenti:** individuare, tra quelli riportati nelle schede tecniche allegate, i moduli fotovoltaici e l'inverter più idonei, motivando le scelte sulla base delle rispettive caratteristiche tecniche ed elettriche.
3. **Dimensionamento del generatore fotovoltaico:** determinare il numero complessivo di moduli necessari e definire la configurazione delle stringhe, specificando il numero di moduli collegati in serie e il numero di stringhe previste.
4. **Calcolo della superficie occupata:** determinare la superficie complessiva richiesta dai moduli fotovoltaici, utilizzando le dimensioni indicate nelle schede tecniche.
5. **Verifica della produzione energetica:** stimare la produzione annua dell'impianto dimensionato e verificare se essa sia sufficiente a coprire il consumo annuo previsto.
6. **Schema elettrico unifilare:** disegnare lo schema unifilare dell'impianto, rappresentando la distribuzione dei moduli nelle stringhe, i collegamenti all'inverter e le principali protezioni elettriche lato corrente continua e lato corrente alternata.
7. **Verifica della compatibilità elettrica:** verificare la compatibilità tra il generatore fotovoltaico e l'inverter selezionato. In particolare, calcolare la tensione a circuito aperto (Voc) della stringa, in funzione del numero di moduli collegati in serie, e verificare che essa non superi la tensione massima ammissibile in ingresso all'inverter, tenendo conto delle condizioni di temperatura minima di progetto. Verificare inoltre la

compatibilità delle tensioni e delle correnti di funzionamento con i limiti degli ingressi MPPT dell'inverter.

Il candidato illustri il procedimento seguito, riportando le formule utilizzate, i passaggi di calcolo, le unità di misura e i dati estratti dalle schede tecniche. Dovrà inoltre motivare le scelte progettuali effettuate e documentare le verifiche di dimensionamento e di compatibilità elettrica.

TRACCIA N. 8 (Gestionale e sicurezza)

Il candidato applichi le metodologie richieste con lo scopo di eseguire un'analisi di sicurezza su un reattore di ossidazione catalitica per la produzione di ossido di etilene. La produzione di ossido di etilene (EO) si ottiene per ossidazione diretta dell'etilene con ossigeno puro o aria in presenza di un catalizzatore a base di argento supportato. La reazione è fortemente esotermica e viene condotta all'interno di reattori tubolari a fascio immersi in un bagno refrigerante per rimuovere rapidamente il calore ed evitare punti caldi (hot spots) che innescherebbero reazioni incontrollate o decomposizioni esplosive dell'EO. La composizione della miscela gassosa (etilene, ossigeno, anidride carbonica e gas inerti come metano o azoto) deve essere rigorosamente mantenuta all'esterno del campo di infiammabilità (zona sicura povera di ossigeno o ricca di combustibile). Il controllo della concentrazione dei reagenti è affidato ad analizzatori in linea accoppiati a valvole di intercettazione rapida.

- Esecuzione della procedura di HazID qualitativa in forma di What-If;
- Esecuzione di un'analisi HAZOP sul reattore multifubitale raffreddato a fluido diatermico o acqua bollente;
- Elencare i Top Event ritenuti plausibili (es. innesco di decomposizione dell'ossido di etilene o superamento dei limiti di infiammabilità nella miscela reagente);
- Costruzione di una Fault Tree (albero dei guasti) in relazione ad uno dei Top Event individuati;
- Stima della frequenza di accadimento e del MTBF del Top Event con i valori di affidabilità forniti a tabella;
- Considerando uno scenario di rilascio massivo di ossido di etilene liquefatto con formazione di una nube e successivo evento di esplosione di vapori non confinati (VCE), si valuti la distanza di danno associata a una soglia di sovrappressione di 0,3 bar.

Il candidato illustri le misure di protezione e mitigazione che si potrebbero adottare per migliorare la sicurezza di tale sistema.

Tabella dei Tassi di Guasto e MTBF Tipici per Componenti d'Impianto

Componente / Dispositivo	Tasso di Guasto (λ) [1/anno]	Modalità di Guasto Principale	MTTR Tipico [ore]
Valvola di regolazione (CV)	$0.05 - 0.15$	Blocco in posizione / Perdita	$8 - 24$
Valvola di intercettazione manuale	$0.01 - 0.05$	Perdita interna / Blocco	$4 - 12$
Valvola di blocco pneumatica (ESD)	$0.02 - 0.08$	Mancata chiusura a comando	$8 - 16$
Sensore di pressione / temperatura (PT/TT)	$0.05 - 0.10$	Deriva di taratura / Guasto totale	$4 - 8$
Trascmettitore/Controller di flusso (FT/FC)	$0.08 - 0.20$	Perdita segnale / Blocco attuatore	$8 - 16$
Pompa centrifuga (con tenuta standard)	$0.20 - 0.50$	Guasto tenuta meccanica / Cuscinetti	$24 - 48$
Compressore centrifugo / alternativo	$0.50 - 1.50$	Guasto meccanico / Surriscaldamento	$72 - 168$
Scambiatore di calore (a fascio tubiero)	$0.02 - 0.08$	Trafilamento tubi / Guarnizioni	$48 - 120$
Vaso in pressione / Tubazioni (per km)	$0.001 - 0.01$	Perdita di contenimento (foro/rottura)	$72 - 200$
Interlock logico / PLC di sicurezza	$0.01 - 0.03$	Guasto scheda I/O o CPU	$4 - 12$

SETTORE: INFORMAZIONE

TRACCIA N. 9 (Elettronica)

Progettazione di un alimentatore stabilizzato per strumentazione elettronica

Si vuole progettare un sistema di alimentazione destinato a una apparecchiatura elettronica di misura. A partire da una sorgente continua non stabilizzata compresa tra 12 V e 15 V, il sistema deve fornire una tensione di uscita di 5 V, con corrente massima di 1 A, ridotto ripple e adeguata protezione del carico.

Il candidato dovrà:

1. proporre e motivare una possibile architettura dell'alimentatore, valutando l'impiego di regolatori lineari e/o switching;

2. dimensionare i principali componenti del circuito;

3. valutare il rendimento nelle diverse condizioni di funzionamento;

4. calcolare la potenza dissipata dagli elementi principali e valutare l'eventuale necessità di dissipatori;

5. progettare opportuni sistemi di protezione contro sovracorrenti, cortocircuiti e inversioni di polarità;

6. discutere le problematiche relative al ripple e al rumore di uscita, particolarmente importanti nell'alimentazione di circuiti analogici di misura;

7. indicare gli accorgimenti di layout e filtraggio necessari per ridurre disturbi condotti e irradiati;

8. descrivere una procedura sperimentale per misurare regolazione di linea, regolazione di carico, ripple e rendimento;

9. discutere eventuali modifiche necessarie qualora il sistema debba alimentare una sezione analogica particolarmente sensibile al rumore.