



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale
LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile LM-23 o 28/S: Ingegneria civile LM-26: Ingegneria della sicurezza LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

PRIMA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si illustri il processo tecnico-amministrativo, comprensivo dei relativi riferimenti normativi e delle figure professionali coinvolte, che, partendo dal progetto e passando per la fase realizzativa fino alla conclusione dei lavori, consente a un edificio residenziale realizzato in calcestruzzo armato con copertura in legno di essere sottoposto a collaudo statico.	Erläutern Sie den technisch-administrativen Prozess einschließlich der entsprechenden Vorschriften und der beteiligten Fachleute, der es ermöglicht, ein Wohngebäude aus Stahlbeton mit Holzdach von der Planung über die Bauphase bis zum Abschluss der Arbeiten einer statischen Abnahme (Kollaudierung) vorzulegen.
---	--

Tema n. 2

Si illustrino in modo dettagliato le funzioni del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, evidenziando le differenze operative tra le attività svolte nell'ambito dei lavori pubblici e di quelli privati. Si specifichino, inoltre, i casi in cui la nomina del coordinatore per la sicurezza risulta obbligatoria. Si descrivano infine i documenti fondamentali per il coordinamento della sicurezza in cantiere e si indichino le figure professionali coinvolte.	Die Aufgaben des Sicherheitskoordinators in der Planungsphase und des Sicherheitskoordinators in der Ausführungsphase sind detailliert darzustellen, wobei die operativen Unterschiede zwischen den Tätigkeiten im Rahmen öffentlicher und privater Bauvorhaben hervorzuheben sind. Erläutern Sie die Fälle, in denen die Ernennung eines Sicherheitskoordinators obligatorisch ist. Beschreiben Sie abschließend die wichtigsten Dokumente für die Sicherheitskoordination auf der Baustelle und geben Sie die beteiligten Fachkräfte an.
---	--



Tema n. 3

Si descriva il quadro normativo di riferimento relativo alla direzione dei lavori di un'opera pubblica, in conformità alla normativa vigente. Si scelga una delle seguenti due opere: 1) "un impianto idroelettrico ad acqua fluente su un corpo idrico appartenente al reticolo principale nazionale, oppure" 2) "l'allargamento di un tratto di corso d'acqua rettificato," e se ne approfondisca il cronoprogramma operativo dell'intervento.	Beschreiben Sie den rechtlichen Rahmen für die Bauleitung von öffentlichen Bauarbeiten gemäß den geltenden Vorschriften. Wählen Sie eines der folgenden beiden Bauvorhaben aus: 1) „ein Laufwasserkraftwerk an einem Gewässer, das zum nationalen Hauptnetz gehört, oder“ 2) „die Verbreiterung eines geradlinig verlaufenden Flussabschnitts“ und den Zeitplan für die Durchführung des Bauvorhabens genauer ausarbeiten.
---	---

Tema n. 4

Si illustrino il ruolo e i compiti del Direttore dei Lavori nella fase esecutiva di un intervento pubblico, con riferimento alle disposizioni normative vigenti in materia di Opere Pubbliche (D.M. 49/2018 in materia di Direzione Lavori e D.Lgs. 36/2023 -Codice dei Contratti Pubblici). Si scelga un'opera pubblica a titolo esemplificativo e se ne descriva sinteticamente le caratteristiche al fine di contestualizzare l'esposizione. Si analizzi, in particolare: la procedura di consegna dei lavori; le attività di controllo tecnico, contabile e amministrativo durante l'esecuzione; i rapporti funzionali e gerarchici con il Responsabile Unico del Procedimento (RUP) e con le altre figure professionali coinvolte nel processo realizzativo; le procedure relative alla conclusione dei lavori e alla redazione degli atti finali.	Erläutern Sie die Rolle und die Aufgaben des Bauleiters in der Ausführungsphase eines öffentlichen Bauvorhabens unter Bezugnahme auf die geltenden gesetzlichen Bestimmungen für öffentliche Bauvorhaben (Ministerialdekret 49/2018 zur Bauleitung und Gesetzesdekret 36/2023 – Gesetz über öffentliche Aufträge). Wählen Sie ein öffentliches Bauvorhaben als Beispiel aus und beschreiben Sie dessen Eigenschaften kurz, um die Darstellung in einen Kontext zu setzen. Analysieren Sie insbesondere: das Verfahren zur Übergabe der Arbeiten; die technischen, buchhalterischen und administrativen Kontrolltätigkeiten während der Ausführung; die funktionalen und hierarchischen Beziehungen zum einzelnen Verfahrensverantwortlichen (EVV) und zu den anderen am Ausführungsprozess beteiligten Fachleuten; die Prozeduren im Rahmen der Endphase der Arbeiten und zur Erstellung der dementsprechenden Akten.
--	--



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale
LM-25 o 29/S - Ingegneria dell'automazione LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica LM-53 o 61/S: Scienza e ingegneria dei materiali

PRIMA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si illustri il ruolo del disegno tecnico nel processo di progettazione e realizzazione del prodotto industriale, soffermandosi in particolare in particolare sui seguenti aspetti: • I principi generali del disegno meccanico come linguaggio tecnico normalizzato per la comunicazione tra progettazione, produzione e controllo qualità. • Le proiezioni ortogonali, sezioni, viste ausiliarie, quotatura funzionale, tolleranze dimensionali e geometriche secondo le normative ISO. • I criteri per la corretta rappresentazione grafica di assiemi e particolari: esplosi, distinte base, codifica, riferimento normativo (es. ISO 5457, ISO 1101, ISO 2768). • I principali strumenti di disegno assistito (CAD 2D e 3D) e il ruolo dei modelli solidi parametrici nella progettazione integrata (PLM). • La documentazione tecnica associata al prodotto industriale: tavole costruttive, tavole di montaggio, cicli di lavorazione, manuali tecnici.	Erläutern Sie die Funktion der technischen Zeichnung im Prozess der Planung und Realisierung eines Industrieprodukts und gehen Sie dabei insbesondere auf folgende Punkte ein: • Die allgemeinen Grundsätze des maschinenbaulichen Zeichnens als standardisierte Fachsprache für die Kommunikation zwischen Projektierung, Fertigung und Qualitätskontrolle. • Orthogonalprojektionen, Schnitte, Hilfsansichten, funktionale Bemaßung, Maß- und Formtoleranzen gemäß den ISO-Normen • Kriterien für die korrekte grafische Darstellung von Zusammenbauzeichnung und Details: Explosionszeichnungen, Stücklisten, Kodierung, normative Referenzen (z. B. ISO 5457, ISO 1101, ISO 2768). • Die wichtigsten Instrumente für computergestützten Konstruktionszeichnung (2D- und 3D-CAD) und die Rolle parametrischer Volumenmodelle im integrierten Design (PLM) • Die mit dem Industrieprodukt verbundene technische Dokumentation: Konstruktionszeichnungen, Montagezeichnungen, Bearbeitungszyklen, technische Handbücher
--	---



Si può fare riferimento, a titolo esemplificativo, a un componente meccanico o a un assieme tecnico noto, motivando scelte rappresentative e indicando le modalità di verifica, aggiornamento e utilizzo dei disegni tecnici in ambito industriale.	Als Beispiel auf ein bekanntes mechanisches Bauteil oder ein technisches Zusammenbau Bezug nehmen, dabei die repräsentativen Entscheidungen begründen und die Modalitäten für die Überprüfung, Aktualisierung und Verwendung der technischen Zeichnungen im industriellen Bereich angeben.
---	--

Tema n. 2

Si consideri di dover redigere un progetto di fattibilità tecnico-economica di un impianto di riscaldamento per un edificio residenziale. Si illustri l'approccio per lo sviluppo della progettazione, descrivendo: • Il metodo per la valutazione dei carichi termici e per il dimensionamento dei terminali di diffusione del calore. • Lo schema della rete di distribuzione del fluido termovettore adottato, le diverse componenti impiegate e la loro funzione. • Il metodo per il bilanciamento delle portate; • la scelta della pompa di circolazione e del generatore di calore. Per la soluzione proposta, si descrivano brevemente i sistemi di regolazione, di contabilizzazione del calore e di sicurezza richiesti dalla legislazione vigente.	Sie müssen einen Entwurf für die technische und wirtschaftliche Machbarkeit einer Heizungsanlage für ein Wohngebäude erstellen. Erläutern Sie den Ansatz für die Entwicklung des Projekts und beschreiben Sie dabei Folgendes: • Das Verfahren zur Bewertung der thermischen Belastungen und zur Dimensionierung der Wärmeverteilungsendgeräte. • Das Schema des verwendeten Wärmeträgerverteilungsnetzes, die verschiedenen verwendeten Komponenten und ihre Funktion. • Das Verfahren zum Ausgleich der Durchflussmengen; • Die Wahl der Umwälzpumpe und des Wärmeerzeugers. Beschreiben Sie für die vorgeschlagene Lösung kurz die gemäß den geltenden Vorschriften erforderlichen Regelungs-, Wärmemess- und Sicherheitssysteme.
--	--



Tema n. 3

Si illustrino le principali caratteristiche meccaniche dei materiali, descrivendone il significato ingegneristico, la modalità di misura e l'impatto sulla scelta del materiale in fase di progettazione meccanica. In particolare, si dovranno trattare i seguenti aspetti: - Definizione delle principali proprietà meccaniche: modulo di elasticità, limite di snervamento, resistenza a trazione, durezza, resilienza, tenacità, duttilità, resistenza a fatica, e loro significato nel comportamento meccanico di un materiale. - Descrizione della prova di trazione: geometria del provino, funzionamento della macchina di prova, misure acquisite, curva sforzo-deformazione e modalità di elaborazione dei dati per ottenere le caratteristiche meccaniche di base. - Criteri per la scelta del materiale in funzione delle sollecitazioni previste (statiche, cicliche, da urto), delle condizioni ambientali (temperatura, corrosione) e dei vincoli progettuali (peso, costo, lavorabilità). - Cenni alle normative tecniche e alle prove meccaniche complementari, come prove di durezza, resilienza, fatica, creep, con indicazione del loro campo di impiego. - Esempio applicativo: scelta di un materiale per un componente meccanico (es. albero, ingranaggio, molla, elemento strutturale), con motivazione delle proprietà richieste e implicazioni sul dimensionamento e sulla durata.	Erläutern Sie die wichtigsten mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe und beschreiben Sie deren Bedeutung für die Technik, die Messverfahren und die Auswirkungen auf die Materialauswahl in der mechanischen Konstruktion. Insbesondere sind folgende Aspekte zu behandeln: - Definition der wichtigsten mechanischen Eigenschaften: Elastizitätsmodul, Streckgrenze, Zugfestigkeit, Härte, Kerbschlagzähigkeit, Zähigkeit, Duktilität, Dauerfestigkeit und ihre Bedeutung für das mechanische Verhalten eines Werkstoffs. - Beschreibung des Zugversuchs: Geometrie der Probekörper, Arbeitsweise der Prüfmaschine, erfasste Messwerte, Kraft-Dehnungs-Kurve und Verfahren zur Datenverarbeitung zur Ermittlung der grundlegenden mechanischen Eigenschaften. - Kriterien für die Materialauswahl in Abhängigkeit von den zu erwartenden Belastungen (statisch, zyklisch, durch Stöße), den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Korrosion) und den konstruktiven Vorgaben (Gewicht, Kosten, Verarbeitbarkeit). - Hinweise auf technische Vorschriften und ergänzende mechanische Prüfungen wie Härte-, Zähigkeits-, Ermüdungs- und Kriechprüfungen mit Angabe ihres Anwendungsbereichs. - Anwendungsbeispiel: Auswahl eines Materials für ein mechanisches Bauteil (z. B. Welle, Zahnrad, Feder, Strukturelement) mit Begründung der erforderlichen Eigenschaften und Auswirkungen auf die Dimensionierung und Lebensdauer.
---	--

Tema n. 4

Si esponcano i principali metodi di design di un sistema di controllo lineare.	Die wichtigsten Verfahren zur Entwicklung eines linearen Steuerungssystems erklären
---	--



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

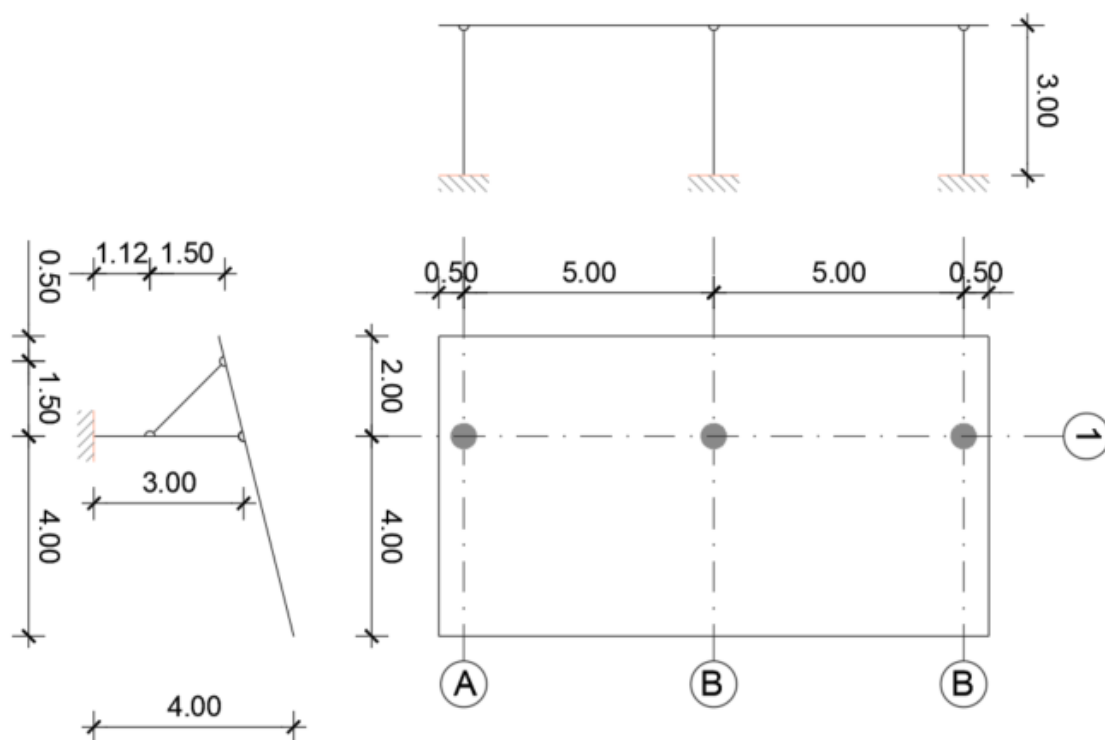
Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale
LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Dato lo schema strutturale della seguente tettoia, si rediga la relazione di calcolo degli elementi principali. Nell'elaborato tecnico dovranno risultare evidenti: • la descrizione dell'opera; • i materiali impiegati negli elementi strutturali; • la normativa di riferimento utilizzata per la redazione del progetto; • l'analisi dei carichi, assumendo un carico permanente portato in copertura pari a $g_{2k} = 1.00 \text{ kN/m}^2$ e considerando i carichi da neve e da vento, in relazione al fatto che l'opera sarà realizzata nel Comune di Cimone (TN), a quota 700 m s.l.m.; • la combinazione dei carichi e delle azioni impiegate nelle verifiche strutturali; • le verifiche degli elementi strutturali (solaio di copertura, travi principali e secondarie, pilastri e fondazione), sia per carichi gravitazionali che per le azioni orizzontali (vento); • il disegno in scala degli elementi calcolati e i relativi dettagli costruttivi. Si è liberi di scegliere quanto non espressamente indicato nelle caratteristiche sopra elencate, inclusi i materiali impiegati per la costruzione.	Erstellen Sie anhand des strukturellen Schemas des folgenden Vordachs einen Berechnungsbericht für die Hauptelemente. In der technischen Ausarbeitung muss Folgendes deutlich hervorgehen: • die Beschreibung des Bauwerks; • die in den tragenden Elementen verwendeten Materialien; • die für die Ausarbeitung des Projekts verwendete Norm; • die Lastanalyse unter der Annahme einer permanenten Dachlast von $g_{2k} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ und unter Berücksichtigung der Schnee- und Windlasten, da das Bauwerk in der Gemeinde Cimone (TN) auf einer Höhe von 700 m ü.d.M. errichtet wird; • die Kombination der Lasten und Einwirkungen, die bei den Tragwerksnachweisen verwendet wurden; • die Nachweise der tragenden Bauteile (Dachdecke, Haupt- und Nebenträger, Stützen und Fundament) sowohl für Schwerkraftlasten als auch für horizontale Einwirkungen (Wind); • die Zeichnung der berechneten Bauteile im Maßstab und die entsprechenden Details zur Konstruktion. Es steht Ihnen frei, alles zu wählen, was nicht ausdrücklich in den oben aufgeführten Eigenschaften angegeben ist, einschließlich der für die Konstruktion verwendeten Materialien.
---	--



Tema n. 2

Si esponcano le metodologie di analisi sismica previste dalla normativa cogente e come queste possano essere impiegate nella Valutazione di Vulnerabilità Sismica (VVS) di un edificio esistente.

Erläutern Sie die in den geltenden Vorschriften vorgesehenen Verfahren zur seismischen Analyse und wie diese bei der Bewertung der Seismischen Vulnerabilität (...) eines bestehenden Gebäudes angewendet werden können.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale
LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si illustri il concetto di rischio e di pericolo relativi a un corso d'acqua, scegliendo tra i seguenti casi: un fiume di pianura soggetto a fenomeni di esondazione oppure un torrente montano soggetto a colate detritiche.	Erläutern Sie das Konzept von Risiko und Gefahr in Bezug auf einen Wasserlauf und wählen Sie dabei zwischen folgenden Fällen: ein Fluss in der Ebene, der Überschwemmungen unterliegt, oder ein Gebirgsbach, der Murgängen unterliegt.
---	--

Tema n. 2

Si illustrino le caratteristiche tecnico-funzionali di un impianto di depurazione progettato per una città di 100.000 abitanti, ipotizzando che durante la stagione estiva il numero di abitanti equivalenti raddoppi.	Beschreiben Sie die technischen und funktionalen Eigenschaften einer Kläranlage, die für eine Stadt mit 100.000 Einwohnern ausgelegt ist, wobei davon ausgegangen wird, dass sich der Einwohnerwert im Sommer verdoppelt.
--	---



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale
LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si descrivano gli elementi progettuali che favoriscono il comportamento passivo dell'edificio, con l'obiettivo di ottimizzare il comfort termico interno sia nel periodo invernale sia in quello estivo, riducendo al contempo il fabbisogno energetico complessivo.

In particolare, si illustrino i principi fondamentali della progettazione passiva e si analizzino gli elementi architettonici e costruttivi che contribuiscono al raggiungimento delle condizioni di comfort, distinguendo tra:

- strategie per il periodo invernale, finalizzate al guadagno e alla ritenzione del calore;
- strategie per il periodo estivo, finalizzate al controllo dell'irraggiamento solare e alla dissipazione del calore.

È possibile integrare, a scelta, l'esposizione con esempi applicativi e schemi grafici.

Tema n. 2

Si illustri il quadro normativo di riferimento relativo ai titoli abilitativi edilizi, con particolare riferimento al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e successive modificazioni e integrazioni, nonché alla normativa urbanistica ed edilizia, sia nazionale che locale, in relazione agli strumenti urbanistici vigenti. Si descrivano le diverse tipologie di titoli abilitativi, i presupposti per la loro applicazione, gli adempimenti tecnici e amministrativi richiesti e le responsabilità del professionista.

È possibile scegliere un caso esplicativo al fine di contestualizzare l'esposizione.



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale
LM-26: Ingegneria della sicurezza

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Realizzazione di un edificio a uso misto, costituito da:

- piani fuori terra: uffici al piano terra e al piano primo e laboratorio artigianale ai piani secondo, terzo e quarto;
- piani interrati (-1 e -2): autorimessa.

L'intervento è situato in area suburbana con superficie complessiva di circa 2.500 m². La durata dei lavori prevista in 18 mesi. Sono previste più imprese e subappaltatori.

L'impresa esecutrice deve organizzare il cantiere nel rispetto di tutte le disposizioni normative vigenti, con particolare riferimento al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Si richiede di:

1. redigere una valutazione dei rischi principali;
2. definire il contenuto minimo del Piano Operativo di Sicurezza (POS) dell'impresa;
3. specificare i compiti e le responsabilità del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) relativamente al cantiere in oggetto;
4. proporre misure di prevenzione e protezione collettiva e individuale;
5. predisporre un cronoprogramma (diagramma di Gantt) con le principali (macro) lavorazioni e indicare sullo stesso:
 - a) i momenti in cui è opportuno che il CSE fissi le singole riunioni di coordinamento;
 - b) i momenti in cui è opportuno che il CSE sia presente in cantiere.



Tema n. 2

Lo stesso edificio descritto al Tema n. 1 deve essere dotato di un nuovo impianto elettrico di distribuzione a bassa tensione (400/230 V).

L'impianto dovrà alimentare:

- apparecchiature di illuminazione e prese civili negli uffici;
- macchinari trifase e quadri di comando nel laboratorio;
- sistemi di emergenza e illuminazione di sicurezza;
- rete di messa a terra unica per l'intero edificio.

Si richiede di:

1. analizzare i principali rischi elettrici connessi all'impianto (contatti diretti, indiretti, sovracorrenti, sovratensioni, fulminazione, ambienti particolari);
2. individuare le principali norme tecniche di riferimento e descrivere come si integrano con le prescrizioni legislative (CEI 64-8, CEI 11-1, D.M. 37/2008, D.Lgs. 81/2008, DPR 462/2001);
3. progettare a livello concettuale la rete di distribuzione dell'impianto, illustrando:
 - a) schema unifilare semplificato (quadri, linee, protezioni);
 - b) criteri di scelta dei dispositivi di protezione (magnetotermici, differenziali, SPD);
 - c) modalità di protezione contro i contatti diretti e indiretti.
4. Descrivere il sistema di messa a terra e protezione contro le scariche atmosferiche, indicando parametri, componenti e verifiche periodiche.
5. Definire le misure di sicurezza supplementari e gestionali, sia per l'ambiente civile (uffici) sia per quello industriale (laboratorio), specificando:
 - procedure di manutenzione e controlli periodici;
 - documentazione da redigere (dichiarazione di conformità, verbali DPR 462/2001, registro controlli);
 - formazione e informazione dei lavoratori sui rischi elettrici.



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale
LM-25 o 29/S - Ingegneria dell'automazione

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si illustri il funzionamento dei principali sensori utilizzati in ambito robotico. Per ogni sensore si illustri il principio fisico che ne governa il funzionamento, l'ambito di utilizzo, i circuiti di condizionamento. Si discuta le tecniche di filtraggio dei segnali provenienti dai sensori e le problematiche relative. Si concluda con un esempio applicativo che mostri la progettazione di un filtro per la reiezione del rumore.	Erläutern Sie die Funktionsweise der wichtigsten Sensoren, die in der Robotik verwendet werden. Für jeden Sensor sind das physikalische Prinzip, das seine Funktionsweise bestimmt, der Anwendungsbereich und die Konditionierungsschaltungen zu erläutern. Die Techniken zur Filterung der von den Sensoren kommenden Signale und die damit verbundenen Probleme sind zu diskutieren. Abschließend ist ein Anwendungsbeispiel anzuführen, das die Konstruktion eines Filters zur Rauschunterdrückung zeigt.
--	---

Tema n. 2

Si illustri come si affronterebbe la progettazione di un sistema di controllo per un robot manipolatore seriale; nella progettazione si definiscano e spieghino in dettaglio le fasi di sviluppo, supportandole con la teoria necessaria. Dopo aver fatto una panoramica sui possibili sistemi di controllo se ne scelga uno e si approfondisca facendo attenzione a dettagliare anche in modo matematico il suo funzionamento e le sue garanzie di stabilità e performance.	Erläutern Sie, wie Sie die Konstruktion eines Steuerungssystems für einen seriellen Manipulator Roboter angehen würden. In der Planung sind die Entwicklungsphasen detailliert zu definieren und zu erläutern und mit der erforderlichen Theorie zu begründen. Nach einem Überblick über die möglichen Kontrollsysteme ist eines auszuwählen und näher zu betrachten, wobei auch seine Funktionsweise und seine Garantien hinsichtlich Stabilität und Leistung mathematisch detailliert darzustellen sind.
--	--



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale
LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si presenti un progetto di fattibilità tecnico-economica per un impianto fotovoltaico da realizzarsi a terra su un lotto di terreno rettangolare di 80 m x 40 m, indicando:

- la potenza nominale dell'impianto;
- la tipologia e la disposizione dei moduli FV;
- il sistema di supporto utilizzato;
- il numero e la potenza degli inverter;
- le connessioni tra i moduli (modalità di "stringatura");
- la tensione di connessione alla rete di distribuzione;
- uno schema elettrico unifilare di massima;
- una lista dei componenti;
- il sistema di protezioni elettriche;
- gli eventuali ausiliari di impianto.

Tema n. 2

Si descrivano gli effetti dell'efficientamento energetico degli edifici connessi a una rete di teleriscaldamento esistente e l'impatto sulla gestione della rete stessa. Si propongano alcuni possibili interventi migliorativi con particolare attenzione all'integrazione con i sistemi di generazione distribuita, fonti rinnovabili e sistemi di accumulo energetico.

Si illustrino, inoltre, le verifiche richieste per l'efficientamento di un edificio, secondo il decreto "Requisiti minimi" (DM 26/6/2015).



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale

LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si descrivano le principali tipologie di collegamenti saldati impiegate nella costruzione di strutture e componenti meccanici, illustrando i criteri di scelta in funzione delle sollecitazioni, delle condizioni di esercizio e delle tecnologie disponibili. In particolare, si richiede di trattare: • le principali tipologie di saldatura (a piena penetrazione, d'angolo, a sovrapposizione, a cordone continuo o discontinuo), con riferimento alla simbologia tecnica secondo la normativa ISO 2553; • i principi di progettazione e dimensionamento dei giunti saldati soggetti a sollecitazioni statiche, con riferimento a tensioni nominali, efficacia del giunto, distribuzione degli sforzi e tipologie di rottura; • gli effetti metallurgici e strutturali della saldatura: zona termicamente alterata (ZTA), cricche, tensioni residue, e modalità di prevenzione dei difetti mediante tecniche di preparazione e controllo (es. trattamenti post-saldatura, controlli non distruttivi); • cenni alla verifica a fatica dei giunti saldati, secondo approcci nominali e/o basati su curve S-N standardizzate (es. Eurocodice 3, IIV); • un esempio applicativo a scelta, in cui si	Beschreiben Sie die wichtigsten Arten von Schweißverbindungen, die beim Bau von mechanischen Strukturen und Bauteilen verwendet werden, und erläutern Sie die Auswahlkriterien in Abhängigkeit von den Belastungen, den Betriebsbedingungen und den verfügbaren Technologien. Insbesondere sind folgende Themen zu behandeln: • Die wichtigsten Schweißarten (Vollpenetration, Kehlnaht, Überlappung, durchgehende oder unterbrochene Schweißnaht) unter Bezugnahme auf die technischen Symbole gemäß der Norm ISO 2553. • Die Grundsätze für die Auslegung und Dimensionierung von Schweißverbindungen, die statischen Belastungen ausgesetzt sind, unter Berücksichtigung von Nennspannungen, Wirksamkeit der Verbindung, Kraftverteilung und Brucharten. • Die metallurgischen und strukturellen Auswirkungen des Schweißens: Wärmeeinflusszone (WEZ), Risse, Restspannungen und Methoden zur Fehlervermeidung durch Vorbereitungs- und Kontrolltechniken (z. B. Nachbehandlungen, zerstörungsfreie Prüfungen) • Hinweise zur Ermüdungsprüfung von Schweißverbindungen gemäß nominalen Ansätzen und/oder auf der Grundlage standardisierter S-N-Kurven (z. B. Eurocode 3, IIV). • Ein vom Kandidaten vorgeschlagenes
--	--



descrive una configurazione di giunto saldato reale o verosimile (es. struttura in acciaio, telaio, supporto di macchina), discutendo la scelta della tipologia di saldatura, la valutazione delle sollecitazioni e la strategia di verifica adottata;	Anwendungsbeispiel, in dem eine reale oder realistische Schweißverbindungskonfiguration (z. B. Stahlkonstruktion, Rahmen, Maschinenhalterung) beschrieben wird, wobei die Wahl der Schweißart, die Bewertung der Beanspruchungen und die angewandte Prüfstrategie erläutert werden.
--	---

Tema n. 2

Si descriva il principio di funzionamento dei cuscinetti di strisciamento, illustrando le condizioni necessarie per garantire una corretta lubrificazione e il ruolo dei materiali, delle tolleranze e della rugosità superficiale nel garantire prestazioni adeguate. In particolare, si richiede di sviluppare i seguenti punti che riguardano: • la classificazione dei cuscinetti di strisciamento (radiali, assiali, flangiati, a manicotto, a guscio), distinguendo tra funzionamento in regime idrodinamico, idrostatico e limite; • i principi di lubrificazione: film lubrificante, pressione generata, parametri che influenzano la formazione del film (viscosità, velocità, carico), curva di Stribeck; • i criteri di dimensionamento: pressione specifica ammessa, velocità relativa, prodotto PV, materiali accoppiati (es. bronzo-acciaio, materiali autolubrificanti), tolleranze consigliate e smorzamento.	Beschreiben Sie die Funktionsweise von Gleitlagern und erläutern Sie die Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Schmierung sowie die Rolle von Werkstoffen, Toleranzen und Oberflächenrauheit für die Gewährleistung einer angemessenen Leistung. Insbesondere sind folgende Punkte zu behandeln: • Klassifizierung von Gleitlagern (Radial-, Axiallager, Flanschlager, Hülsenlager, Stehlager) unter Unterscheidung zwischen hydrodynamischem, hydrostatischem und Grenzbetrieb. • Grundlagen der Schmierung: Schmierfilm, erzeugter Druck, Parameter die die Filmbildung beeinflussen (Viskosität, Geschwindigkeit, Belastung), Stribeck-Kurve • Auslegungskriterien: zulässiger spezifischer Druck, Relativgeschwindigkeit, PV-Produkt, kombinierte Werkstoffe (z. B. Bronze-Stahl, selbstschmierende Werkstoffe), empfohlene Toleranzen und Dämpfung
--	--



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale
LM-53 o 61/S: Scienza e ingegneria dei materiali

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si selezioni liberamente una delle tre principali categorie di materiali (polimerici, metallici o ceramici) e se ne illustri in modo approfondito:

- la relazione che intercorre tra struttura, microstruttura e proprietà, specificando inoltre i principali ambiti applicativi di tali materiali in funzione delle loro caratteristiche;
- le metodologie sperimentali maggiormente impiegate per l'analisi e la determinazione della struttura e della microstruttura di questi materiali;
- le tecnologie di lavorazione più rilevanti per la classe di materiali scelta, evidenziando il legame tra il processo di trasformazione utilizzato e le principali proprietà fisiche che ne derivano.

Tema n. 2

Si descrivano le principali tipologie di collegamenti saldati impiegate nella costruzione di strutture e componenti meccanici, illustrando i criteri di scelta in funzione delle sollecitazioni, delle condizioni di esercizio e delle tecnologie disponibili. In particolare, si richiede di trattare:

- le principali tipologie di saldatura (a piena penetrazione, d'angolo, a sovrapposizione, a cordone continuo o discontinuo), con riferimento alla simbologia tecnica secondo la normativa ISO 2553;
- i principi di progettazione e dimensionamento dei giunti saldati soggetti a sollecitazioni statiche, con riferimento a tensioni nominali, efficacia del giunto, distribuzione degli sforzi e tipologie di rottura;
- gli effetti metallurgici e strutturali della saldatura: zona termicamente alterata (ZTA), cricche, tensioni residue, e modalità di prevenzione dei difetti mediante tecniche di preparazione e controllo (es. trattamenti post-saldatura, controlli non distruttivi);
- cenni alla verifica a fatica dei giunti saldati, secondo approcci nominali e/o basati su curve S-N standardizzate (es. Eurocodice 3, IIW);
- un esempio applicativo a scelta, in cui si descriva una configurazione di giunto saldato reale o verosimile (es. struttura in acciaio, telaio, supporto di macchina), discutendo la scelta della tipologia di saldatura, la valutazione delle sollecitazioni e la strategia di verifica adottata.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale

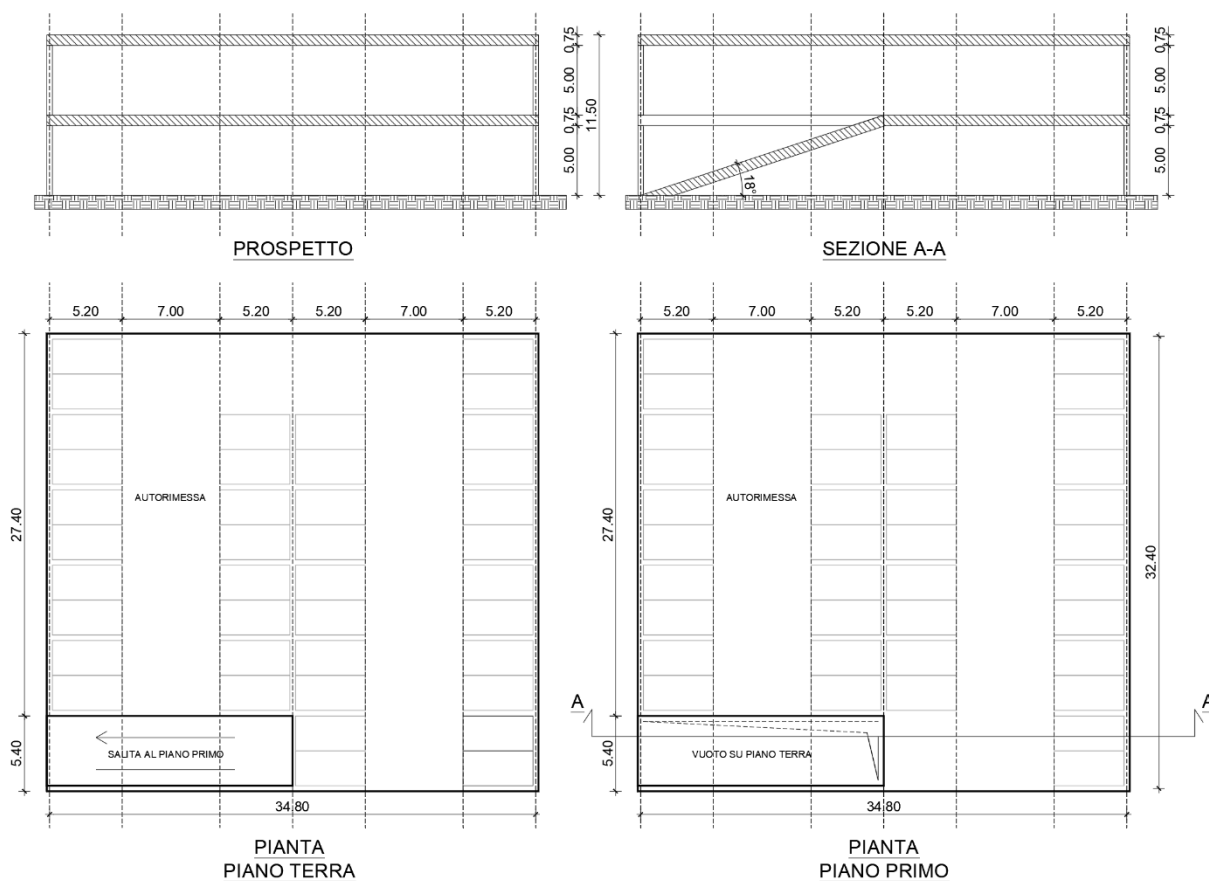
LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Il/La candidato/a progetti l'edificio multipiano ad uso autorimessa sito a Trieste (TS), a quota 650m s.l.m. Gli ingombri architettonici della struttura sono riportati in figura.

Der/Die Kandidat/in plant ein mehrstöckiges Gebäude zur Nutzung als Garage in Triest (TS) auf einer Höhe von 650 m ü.d.M. Die architektonischen Abmessungen des Bauwerks sind in der Abbildung dargestellt.





Le strutture sono descritte di seguito: • struttura libera su tutti i lati (presenti solo elementi strutturali); • copertura con pannelli sandwich, accessibile per sola manutenzione; • fondazioni in c.a., tipologia a discrezione del/della candidato/a; • strutture portanti verticali a discrezione del/della candidato/la (c.a., acciaio o legno); • strutture portanti orizzontali del solaio e della copertura a discrezione del/della candidato/a (c.a., acciaio o legno); • sistema di controventamento, se necessario, in acciaio. Le azioni di calcolo sono di seguito sintetizzate: • carichi permanenti strutturali secondo geometrie e scelte tecniche definite dal/dalla candidato/a; • carichi permanenti portati pari a $g_{2k} = 2 \text{ kN/m}^2$; • carico accidentale antropico q_k secondo destinazione d'uso; • carichi accidentali (vento e neve) secondo normativa, considerando una classe di rugosità del terreno C e la zona topograficamente pianeggiante; • $a_g/g = 0,1125$ considerando la struttura come opera ordinaria ($V_N=50$ anni) e Classe d'Uso II Le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione sono le seguenti: • terreno ghiaioso, con assenza di falda; • peso specifico del terreno pari a 18 kN/m^3; • coesione nulla (0 kPa); • angolo di attrito del terreno pari a 32°; • categoria di Sottosuolo C. Sulla base degli input progettuali forniti, il/la candidato/a deve redigere una relazione di calcolo del progetto strutturale della struttura considerando:	Diese Strukturen werden wie folgt beschrieben: • Auf allen Seiten freie Struktur (nur strukturelle Elemente vorhanden) • Abdeckung mit Sandwichpaneelen, nur für Wartungsarbeiten zugänglich • Stahlbetonfundamente, Typ nach Wahl des Kandidaten; • Vertikale Tragwerke nach Wahl des Kandidaten (Beton, Stahl oder Holz) • Horizontale Tragwerke des Dachbodens und der Decke nach Wahl des Kandidaten (Stahlbeton, Stahl oder Holz) • Windverband, falls erforderlich, aus Stahl Die Einwirkungen sind nachfolgend zusammengefasst: • Ständige Lasten der Bauteile gemäß den vom Kandidaten festgelegten Geometrien und technischen Entscheidungen • Ständige Lasten (Ausbaulasten) $g_{2k} = 2 \text{ kN/m}^2$ • Wechsellasten q_k gemäß Verwendungszweck • Wechsellasten (Wind und Schnee) gemäß den Vorschriften, unter Berücksichtigung einer Bodenrauigkeitsklasse C und einer topografisch flachen Zone; • $a_g/g = 0,1125$ unter Berücksichtigung der Struktur als gewöhnliches Bauwerk ($V_N=50$ Jahre) und Nutzungsklasse II Die geotechnischen Eigenschaften des Fundamentbodens sind wie folgt: • kiesiger Boden ohne Grundwasser; • spezifisches Gewicht des Bodens von 18 kN/m^3; • keine Kohäsion (0 kPa); • Reibungswinkel des Bodens 32°; • Unterbodenkategorie C. Anhand der bereitgestellten Planungsdaten muss der Kandidat einen Bericht zur Berechnung der Tragwerke erstellen und dabei Folgendes berücksichtigen:
---	---

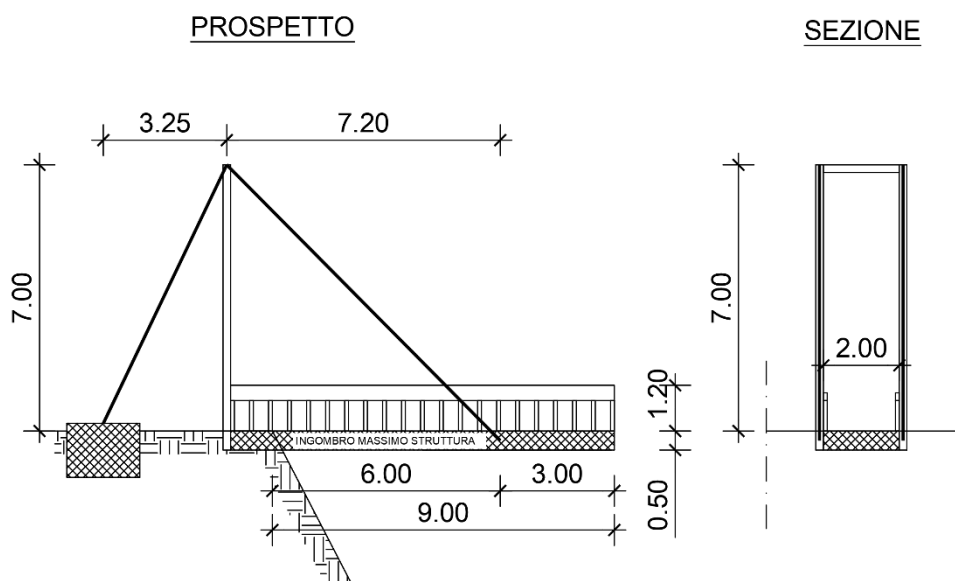


• Progettazione per azioni statiche; • Progettazione per azioni sismiche; • Considerazioni preliminari ed eventuali scelte progettuali in termini di progettazione per carico di incendio (R60). La relazione dovrà includere: • descrizione dell'opera, con indicazione delle scelte progettuali intraprese nella definizione degli elementi strutturali costituenti l'edificio; • i riferimenti normativi per la redazione del documento; • le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati, l'analisi dei carichi e le relative combinazioni di carico agli SLU e agli SLE; • indicare gli schemi di carico adottati, il dimensionamento degli elementi strutturali principali (solai, travi secondarie - se presenti - e principali, pilastri, sistema di controvento, fondazioni); • elaborati grafici quali: pianta fondazioni, pianta del solaio di piano primo e copertura, sezioni tipologiche, dettagli costruttivi dei nodi progettati in scala adeguata.	• Planung für statische Einwirkungen; • Planung für seismische Einwirkungen • Vorläufige Überlegungen und eventuelle Entscheidungen hinsichtlich der Planung für die Brandlast (R60) Der Bericht muss Folgendes enthalten: • Beschreibung des Bauwerks unter Angabe der bei der Festlegung der Tragelemente des Gebäudes getroffenen Planungsentscheidungen • die verwendeten Normen für die Erstellung des Dokuments • die mechanischen Eigenschaften der verwendeten Materialien, die Analyse der Lasten und die entsprechenden Lastkombinationen bei Grenzzustände der Tragfähigkeit (GUT) und Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) • die verwendeten Lastannahmen, die Dimensionierung der wichtigsten Bauteile (Decken, Nebenträger – falls vorhanden – und Hauptträger, Stützen, Windverbände, Fundamente) angeben; • grafische Darstellungen wie: Fundamentplan, Grundriss des ersten Stockwerks und Dachkonstruktion, typologische Schnitte, Konstruktionsdetails der Knotenpunkte in angemessenem Maßstab.
---	---



Tema n. 2

Il/la candidato/a progetti le strutture portanti di una passerella panoramica realizzata su un versante roccioso sito a Mezzocorona (TN), a quota 900m s.l.m. Gli ingombri architettonici della struttura sono riportati in figura.	Der/Die Kandidat/in plant die Tragwerke einer Aussichtsplattform, die auf einem Felsvorsprung in Mezzocorona (TN) in 900 m Höhe über dem Meeresspiegel errichtet werden soll. Die architektonischen Abmessungen der Konstruktion sind in der Abbildung dargestellt.
---	---



Le strutture sono descritte di seguito: • fondazioni in c.a., tipologia a discrezione del/della candidato/a; • strutture portanti orizzontali (orditura principale, secondaria e sistema di controvento) dell'impalcato a discrezione del/della candidato/a (c.a., acciaio o legno); • antenna di supporto a discrezione del/della candidato/a; • tiranti di supporto in acciaio. Le azioni di calcolo sono di seguito sintetizzate: • carichi permanenti strutturali secondo geometrie e scelte tecniche definite dal/dalla candidato/a; • carichi permanenti portati pari a $g_{2k} = 2\text{kN/m}^2$; • carichi accidentali di folla compatta per un ponte pedonale pari a $q_k = 5\text{kN/m}^2$, secondo normativa;	Die Tragwerke werden wie folgt beschrieben: • Fundamente aus Stahlbeton, Typ nach Wahl des Kandidaten; • horizontale Tragkonstruktionen (Haupt- und Nebentragwerk sowie Windverstreibungen) der Fahrbahn nach Wahl des Kandidaten (Stahlbeton, Stahl oder Holz); • Stütze nach Wahl des Kandidaten • Stützstreben aus Stahl Die Einwirkungen sind nachfolgend zusammengefasst: • Ständige Lasten der Bauteile gemäß den vom Kandidaten festgelegten Geometrien und technischen Entscheidungen • Ständige Lasten (Ausbaulasten) $g_{2k} = 2\text{kN/m}^2$ • Wechsellasten durch Menschengedränge für eine Fußgängerbrücke gemäß Norm mit $q_k = 5\text{kN/m}^2$
--	--



- carico accidentale neve secondo normativa.

Le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione sono le seguenti:

- terreno roccioso, con assenza di falda;
- peso specifico del terreno pari a 22 kN/m^3 ;
- angolo di attrito del terreno pari a 40° .

Sulla base degli input progettuali forniti, il/la candidato/a deve redigere una relazione di calcolo del progetto strutturale della struttura includendo:

- descrizione dell'opera, con indicazione delle scelte progettuali intraprese nella definizione degli elementi strutturali costituenti la passerella;
- i riferimenti normativi per la redazione del documento;
- le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati, l'analisi dei carichi e relative combinazioni di carico;
- indicare gli schemi di carico adottati, il dimensionamento degli elementi strutturali principali;
- elaborati grafici quali: pianta e sezione tipologica e dettagli costruttivi progettati (con particolare attenzione ai dettagli del sistema di aggancio della struttura della passerella ai tiranti di supporto e di questi all'antenna ed al basamento di contrasto) in scala adeguata.

Il/La candidato/a dovrà inoltre evidenziare nella relazione quali potranno essere le scelte progettuali per garantire la migliore durabilità della struttura e fornire le preliminari informazioni circa il piano di manutenzione degli elementi strutturali principali.

- Wechsellasten durch Schnee gemäß den Vorschriften.

Die geotechnischen Eigenschaften des Bodens sind wie folgt:

- felsiger Boden ohne Grundwasser;
- spezifisches Gewicht des Bodens von 22 kN/m^3 ;
- Reibungswinkel des Bodens von 40° .

Anhand der bereitgestellten Planungsdaten muss der Kandidat einen Bericht zur Berechnung der Tragwerke erstellen und dabei Folgendes berücksichtigen:

- Beschreibung des Bauwerks unter Angabe der bei der Festlegung der Tragelemente der Brücke getroffenen Planungsentscheidungen
- die verwendeten Normen für die Erstellung des Dokuments
- die mechanischen Eigenschaften der verwendeten Materialien, die Analyse der Lasten und die entsprechenden Lastkombinationen
- die verwendeten Lastannahme und die Dimensionierung der wichtigsten Bauelemente angeben;
- Grafische Darstellungen wie: Grundriss und typologischer Schnitt sowie geplante Details (mit besonderem Hinweis auf die Details der Befestigung der Brücke an den Stützstreben und dieser an der Stütze und an dem Gegengewicht) in geeignetem Maßstab.

Der/Die Kandidat/in muss in seinem Bericht außerdem darlegen, welche planerischen Entscheidungen getroffen werden können, um die bestmögliche Haltbarkeit der Konstruktion zu gewährleisten, und vorläufige Informationen zum Wartungsplan für die wichtigsten Konstruktionselemente liefern.



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale

LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Un Comune di un territorio pianeggiante della pianura padana ha approvato una nuova lottizzazione residenziale composta da 50 unità abitative per un totale di circa 200 abitanti equivalenti (AE). La nuova area si sviluppa su un rettangolo di circa 300 m x 400 m, con strade interne a maglia ortogonale. L'allaccio alla rete fognaria comunale avverrà presso un collettore esistente lungo la strada provinciale adiacente, a quota di imbocco nota. Il/la candidato/a deve: 1. Determinare la portata di progetto delle acque reflue civili, assumendo: • dotazione idrica specifica per abitante e coefficienti di afflusso in fognatura; • eventuale contributo di acque parassite e/o di infiltrazione, se ritenuto opportuno; • motivare i valori assunti facendo riferimento a normative (UNI EN 752, linee guida regionali, ecc.). 2. Progettare la rete di fognatura nera interna alla lottizzazione, comprendente: • definizione dello schema planimetrico delle condotte (maglia principale, allacci laterali); • scelta del materiale (ad es. PVC, PEAD, calcestruzzo armato); • determinazione dei diametri minimi e delle pendenze, nel rispetto delle velocità autopulenti e delle norme vigenti.	Eine Gemeinde in einem flachen Gebiet der Poebene hat eine neue Wohnsiedlung mit 50 Wohneinheiten für insgesamt etwa 200 Einwohnerwerte (EW) genehmigt. Das neue Gebiet erstreckt sich über eine Fläche von etwa 300 m x 400 m mit einem rechtwinkligen Straßennetz. Der Anschluss an das gemeindliche Kanalisationsnetz erfolgt über einen bestehenden Sammelkanal entlang der angrenzenden Landesstraße auf bekannter Einmündungskote. Der/die Kandidat/in muss: 1. Bestimmung der Projekt Abwassermenge für zivile Abwässer unter der Annahme, dass: • spezifische Wasserversorgung pro Einwohner und Koeffizienten für den Abfluss in die Kanalisation; • eventuellen Beitrag von Fremdwasser und/oder Infiltration, falls dies als angemessen erachtet wird; • Begründung der angenommenen Werte unter Bezugnahme auf Normen (UNI EN 752, regionale Richtlinien usw.). 2. Planung des Abwasserkanalisationsnetzes innerhalb der Erschließung, einschließlich: • Festlegung des Lageplans der Rohrleitungen (Hauptnetz, seitliche Anschlüsse); • Auswahl des Materials (z. B. PVC, HDPE, Stahlbeton); • Festlegung der Minstdurchmesser und Gefälle unter Berücksichtigung der
--	---



3. Verificare il funzionamento idraulico delle condotte mediante: • verifica del grado di riempimento ammissibile (tipicamente $\leq 2/3$ del diametro a portata di punta); • calcolo delle velocità per il rispetto delle condizioni di autopulizia (ad es. $\geq 0.5-0.6$ m/s); • verifica delle perdite di carico concentrate e continue se significativo. 4. Verificare il recapito finale al collettore esistente: • quota di allaccio; • verifica della profondità di posa e dei dislivelli disponibili. 5. Redigere una breve relazione tecnica comprendente: • criteri e dati di base adottati; • calcolo delle portate e tabelle riepilogative delle condotte (diametro, pendenza, lunghezza, portata di progetto, velocità, grado di riempimento); • schema planimetrico semplificato con quote e direzioni di deflusso; • considerazioni di massima sulla manutenzione e sugli accessori (pozzetti di ispezione, sfiati, allacci). Dati di base forniti: • quota media del terreno: 35 m s.l.m.; • quota di imbocco al collettore comunale: 33.5 m s.l.m. (presso il punto di allaccio); • lunghezza indicativa della rete interna: circa 1200 m complessivi; • profondità di posa consigliata alla partenza: ≥ 1.5 m dal piano campagna • pendenza del terreno trascurabile (area pianeggiante). Il/la candidato/a può assumere ulteriori dati mancanti purché motivati e coerenti con la normativa tecnica.	Selbstreinigungsgeschwindigkeiten und der geltenden Vorschriften. 3. Hydraulische Überprüfung der Rohrleitungen durch: • Überprüfung des zulässigen Füllgrades (in der Regel $\leq 2/3$ des Durchmessers bei Spitzendurchfluss); • Berechnung der Geschwindigkeiten zur Einhaltung der Selbstreinigungsbedingungen (z. B. $\geq 0,5-0,6$ m/s); • Überprüfung der konzentrierten und kontinuierlichen Druckverluste, falls diese maßgeblich sind. 4. Überprüfen Sie die Anlieferung am vorhandenen Sammelbehälter: • Anschlusskote; • Überprüfung der Tiefe der Verlegung und der verfügbaren Höhenunterschiede. 5. Erstellen Sie einen kurzen technischen Bericht mit folgenden Angaben: • verwendete Kriterien und Grunddaten; • Berechnung der Durchflussmengen und zusammenfassende Tabellen der Leitungen (Durchmesser, Gefälle, Länge, Auslegungsdurchfluss, Geschwindigkeit, Füllgrad); • vereinfachter Lageplan mit Höhenangaben und Abflussrichtungen; • allgemeine Überlegungen zu Wartung und Zubehör (Inspektionsschächte, Entlüftungen, Anschlüsse). Grundlegende Daten: • Durchschnittliche Geländehöhe: 35 m ü.d.M.; • Kote des Anschlusses an den gemeindlichen Sammelkanal: 33,5 m ü.d.M. (am Anschlusspunkt); • Ungefähre Länge des internen Netzes: insgesamt ca. 1200 m; • Empfohlene Tiefe der Verlegung am Startpunkt: $\geq 1,5$ m • Gefälle des Geländes vernachlässigen (flaches Gebiet). Der/die Kandidat/in kann weitere fehlende Daten hinzufügen, sofern diese begründet sind und mit den technischen Vorschriften übereinstimmen.
---	---



Tema n. 2

Si sviluppi la progettazione di massima di un impianto di trattamento di acque reflue per un insediamento urbano servito da fognatura di tipo separato. Si chiede il dimensionamento di massima su più linee delle unità di trattamento necessarie per la linea acque e per la linea fanghi; riguardo le scelte progettuali, si tenga presente che:

- la linea fanghi deve prevedere come ultimo stadio un essiccamento termico;
- la destinazione dei fanghi essiccati sarà la termovalorizzazione.

I dati di progetto sono i seguenti:

- portata media giornaliera: $4.4 \text{ m}^3/\text{s}$
- coefficiente di punta nera: 1.25

Parametri in ingresso (media giornaliera)	Concentrazioni
BOD5 mg/L	245
COD mg/L	440
Solidi Sospesi mg/L	307
Fosforo totale (P mg/L)	3.2
TKN (N mg/L)	21
Nitrati (N mg/L)	1.4

Gli standard allo scarico sono quelli richiesti nella tabella seguente:

Parametri allo scarico (media giornaliera)	Concentrazione
BOD5 mg/L	≤ 10
COD mg/L	≤ 100
Solidi Sospesi mg/L	≤ 10
Fosforo totale (P mg/L)	≤ 1
Azoto totale (N mg/L)	≤ 10
Azoto ammoniacale (N mg/L)	≤ 3

Temperatura minima invernale: 12°C .
Temperatura massima estiva: 22°C

Si sviluppi inoltre la progettazione di fattibilità dell'essiccamento termico (eventualmente su più linee).

Sono richiesti:

- La quantità di acqua da evaporare ipotizzando di essiccare i fanghi al 90% di secco
- La valutazione del consumo di metano e dell'eventuale contributo ottenibile dal

Entwickeln Sie ein Vorprojekt für eine Abwasserbehandlungsanlage für eine städtische Siedlung, die über ein Trennsystem verfügt. Erstellen Sie eine Vordimensionierung für mehrere Leitungen der für die Wasser- und Schammleitung erforderlichen Behandlungseinheiten. Beachten Sie bei den Planungsentscheidungen Folgendes:

- Die Schammlinie muss als letzte Phase eine thermische Trocknung vorsehen.
- Der getrocknete Schlamm wird der thermischen Verwertung zugeführt.

Die Projektdaten lauten wie folgt:

- mittlere tägliche Abwassermenge: $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Spitzenkoeffizient: 1,25

Eingangsparameter (täglicher Mittelwert)	Konzentrationen
BSB5 mg/L	245
CSB mg/L	440
Schwebstoffkonzentration mg/L	307
Gesamtphosphor (P mg/L)	3.2
TKN (N mg/L)	21
Nitrate (N mg/L)	1.4

Die Grenzwerte für den Abfluss sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Abfluss Parameter (täglicher Mittelwert)	Konzentration
BSB5 mg/L	≤ 10
CSB mg/L	≤ 100
Schwebstoffkonzentration mg/L	≤ 10
Gesamtphosphor (P mg/L)	≤ 1
Gesamtstickstoff (N mg/L)	≤ 10
Ammoniumstickstoff (N mg/L)	≤ 3

Minimale Temperatur im Winter: 12°C .
Maximale Temperatur im Sommer: 22°C .

Weiterhin soll die Machbarkeitsplanung für die thermische Trocknung (eventuell auf mehreren Linien) entwickelt werden.

Erforderlich sind:

- Die Menge an zu verdampfendem Wasser unter der Annahme, dass der Schlamm zu 90 % getrocknet wird
- Die Bewertung des Methanverbrauchs und des möglichen Beitrags, der durch



biogas generabile da una digestione anaerobica in linea fanghi Si indichino (qualitativamente) quali criteri devono essere adottati per evitare sovraccarichi di azoto a causa del ricircolo delle acque di condensa (dell'essiccatore) in testa all'impianto di depurazione. Indicare cosa cambierebbe nel dimensionamento dell'impianto di depurazione e nel consumo di combustibile in essiccamento se si adottasse la co-digestione di fanghi e FORSU (da raccolta differenziata).	das aus einer anaeroben Faulung in der Schlammlinie gewonnene Biogas erzielt werden kann Geben Sie (qualitativ) an, welche Kriterien anzuwenden sind, um eine Stickstoffüberlastung durch die Rückführung des Kondenswassers (aus dem Trockner) zum Kopf der Kläranlage zu vermeiden. Geben Sie an, was sich hinsichtlich der Dimensionierung der Kläranlage und des Brennstoffverbrauchs bei der Trocknung ändern würde, wenn eine Co-Vergärung von Klärschlamm und Bioabfalls (aus der getrennten Sammlung) eingeführt würde.
---	--



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: Civile e Ambientale
LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Si propone il progetto di una residenza collettiva per studenti universitari da realizzare in un'area del centro urbano di Trento con edifici residenziali di bassa altezza (2-3 piani). Il lotto ha forma rettangolare, di dimensioni 100 m x 80 m con possibilità di costruire fino a tre piani fuori terra; due lati sono delimitati da strade a bassa percorrenza; gli altri due confinano con due lotti già edificati. Il numero di studenti previsto è 40.

La residenza dovrà prevedere:

- Spazi abitativi: camere singole con bagno privato; camere doppie con bagno privato.
- Spazi comuni: ingresso/foyer con area di accoglienza; sala studio di uso collettivo; cucina comune attrezzata e sala da pranzo; spazi di soggiorno collettivi; locale lavanderia; area tecnica e locali di servizio, ecc....
- Spazi esterni: area verde fruibile dagli studenti, aree di sosta e incontro, spazio parcheggi, deposito bici (interno o esterno coperto), ecc...

Il/la candidato/la dovrà illustrare le proprie scelte progettuali, avvalendosi di disegni e schemi funzionali, e si dovranno definire i seguenti aspetti.

- Aspetti dimensionali e distributivi: rapporto con il contesto, organizzazione degli spazi d'uso, criteri di aggregazione delle cellule abitative, relazioni fra spazi privati e comuni, gestione degli spazi esterni comuni e della viabilità interna.
- Aspetti costruttivi: scelta dei materiali, definizione del sistema strutturale.

Sarà data particolare attenzione alla capacità di applicare soluzioni tipologiche, costruttive e impiantistiche ecosostenibili e innovative, con riferimento alle più recenti evoluzioni nel campo dell'edilizia. Dovranno essere garantiti il pieno rispetto delle normative vigenti in materia di accessibilità e l'ottimizzazione dell'orientamento dell'edificio.



Si dovranno produrre i seguenti elaborati tecnici e descrittivi.

A. Elaborati grafici

1. Planimetria generale (scala 1:500). Rappresentazione dell'intero insediamento, del rapporto con il contesto, della viabilità pedonale e carrabile, degli spazi comuni e dei parcheggi.
2. Tavole della residenza collettiva (scala 1:200 o 1:100, con dettagli in scala opportuna).
 - Pianta del piano terra con indicazione delle funzioni e dell'arredamento essenziale.
 - Pianta di un piano tipo con indicazione delle funzioni e dell'arredamento essenziale.
 - Una sezione significativa che evidenzi la tipologia costruttiva.
 - Un prospetto significativo.

B. Relazione tecnico-descrittiva

La relazione deve contenere una descrizione sintetica delle scelte progettuali organizzata nei seguenti punti.

- Scelte strutturali. Descrizione del sistema strutturale adottato con una giustificazione tecnica della scelta in relazione ai carichi, alle prestazioni sismiche e agli obiettivi di sostenibilità.
- Materiali impiegati: elenco e descrizione dei materiali scelti per la struttura, l'involucro edilizio, le finiture interne ed esterne.
- Impianti tecnologici. Illustrazione delle scelte impiantistiche principali (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione meccanica controllata, produzione di acqua calda sanitaria, impianto fotovoltaico, ecc...).
- Contenimento dei consumi energetici: descrizione delle strategie passive e attive. Vanno esplicitate le classi energetiche di riferimento per la progettazione.



Tema n. 2

Si progetti un edificio residenziale unifamiliare destinato a un nucleo familiare composto da 4 persone, con annesso studio professionale privato per lavoro autonomo (ad esempio, un architetto, ingegnere, ecc..).

L'edificio deve essere realizzato su un lotto situato in un contesto periurbano ai margini della città di Trento, caratterizzato da presenza di lotti residenziali, aree verdi e una viabilità locale a bassa intensità.

Il progetto dovrà essere concepito secondo criteri di qualità architettonica, sostenibilità energetica, funzionalità degli spazi e rispetto delle normative vigenti relative all'edilizia residenziale; dovrà integrare in un'unica idea compositiva lo spazio domestico e lo spazio di lavoro, garantendo indipendenza funzionale.

Il lotto è pianeggiante con superficie di circa 800 m². È privo di vincoli paesaggistici, con possibilità di costruire fino a due piani fuori terra; distanza minima dai confini: 5 m; distanza dalla strada: 5 m. Due lati sono delimitati da strade a bassa percorrenza; gli altri due confinano con due lotti già edificati.

L'edificio dovrà ospitare due distinte attività funzionali.

1. Residenza unifamiliare (superficie utile orientativa 120- 150 m²).

Dovranno essere previsti almeno:

- soggiorno-pranzo con affaccio su spazio esterno;
- cucina abitabile o in continuità con la zona giorno;
- 3 camere da letto (1 matrimoniale + 2 singole);
- doppi servizi;
- uno spazio studio/lettura interno alla residenza
- locali di servizio;
- locale tecnico e deposito.

2. Studio professionale (superficie utile orientativa: 45–60 m²).

Lo studio dovrà avere accesso dedicato e autonomo, diretto dalla strada o da percorso indipendente.

Spazi richiesti:

- sala d'attesa-ingresso;
- ufficio autonomo;
- spazio con più postazioni di lavoro;
- spazio per archivio;
- servizio igienico.

3. Spazi esterni con:

- giardino privato;
- parcheggio per 2 posti auto privati e 1 posto per i clienti.

Si dovranno illustrare le proprie scelte progettuali, avvalendosi di disegni e schemi funzionali, e si dovranno definire i seguenti aspetti.

- Aspetti dimensionali e distributivi: organizzazione funzionale degli spazi e delle relazioni fra spazi privati e comuni.
- Aspetti costruttivi: definizione del sistema strutturale, scelta dei materiali e delle finiture.
- Aspetti tecnologici: Illustrazione delle scelte impiantistiche principali (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione meccanica controllata, produzione di acqua calda sanitaria, impianto fotovoltaico, ecc...)
- Contenimento dei consumi energetici: descrizione delle strategie passive e attive. Vanno esplicitate le classi energetiche di riferimento per la progettazione.



Elaborati tecnici e descrittivi da produrre.

A. Elaborati grafici

1. Planimetria generale (scala 1:200): Rappresentazione del lotto, dell'edificato, della viabilità e degli spazi esterni
2. Tavole di progetto (scala 1:100).
 - Pianta di tutti i livelli con indicazione delle funzioni e dell'arredamento essenziale.
 - Una sezione trasversale che evidenzi la tipologia costruttiva
 - Un prospetto significativo

B. Relazione tecnico-descrittiva.

La relazione deve descrivere, in maniera sintetica, i seguenti temi.

- Scelte strutturali. Descrizione e giustificazione tecnica del sistema strutturale in relazione ai carichi, alle prestazioni sismiche e agli obiettivi di sostenibilità.
- Materiali impiegati. Elenco e descrizione dei materiali scelti per la struttura, l'involucro edilizio, le finiture interne ed esterne con un'attenzione particolare alle loro prestazioni termiche, acustiche e alla loro sostenibilità (ad esempio, ciclo di vita, riciclabilità).
- Impianti tecnologici. Illustrazione delle scelte impiantistiche principali (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione meccanica controllata, produzione di acqua calda sanitaria, impianto fotovoltaico, ecc...) con una breve spiegazione del loro funzionamento e della loro integrazione nel progetto.
- Contenimento dei consumi energetici. Descrizione delle strategie passive e attive per l'efficienza energetica e indicazione delle classi energetiche di riferimento per la progettazione.



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale

LM-25 o 29/S - Ingegneria dell'automazione

PROVA PRATICA

Tema n. 1

L'ABB CBR 15000 (GoFa), descritto nel relativo datasheet del costruttore (in allegato), è un manipolatore a sei giunti rotoidali privo di polso sferico. 1) Si determini la cinematica diretta del robot (si può utilizzare la convenzione DH), rispettando le seguenti condizioni: • il sistema di riferimento 0 è posto sul pavimento, alla base del robot, come indicato nel datasheet; • l'origine O_6 di RF_6 si trova al centro della flangia dell'end-effector, con l'asse z_6 orientato secondo la direzione di avvicinamento; • tutti gli angoli di torsione devono essere non negativi; • le rotazioni positive dei giunti devono essere coerenti con quelle indicate dal costruttore nel datasheet. Quindi: a) Si disegni i sistemi di riferimento scelti per ogni giunto. b) Si definiscano le matrici omogenee tra ogni giunto e quello successivo (e/o la tabella DH). c) Si scelga una posizione per l'end-effector e si trovino i corrispondenti valori per le variabili di giunto $q_i = 1, \dots, 6$. Si verifichi la correttezza della posizione e dell'orientamento dell'end-effector rispetto a RF_0.	Der ABB CBR 15000 collaborative robot (GoFa), der im entsprechenden Datenblatt des Herstellers (im Anhang) beschrieben ist, ist ein Manipulator mit sechs Drehgelenken ohne Kugelgelenk. 1) Bestimmen Sie die direkte Kinematik des Roboters (Sie können die DH-Konvention verwenden) unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen: • Das Referenzsystem 0 befindet sich auf dem Boden, an der Unterseite des Roboters, wie im Datenblatt angegeben. • Der Ursprung O_6 von RF_6 befindet sich in der Mitte der Flanschfläche des Endeffektors, wobei die Achse z_6 in Anfahrrichtung ausgerichtet ist. • Alle Torsionswinkel müssen nicht negativ sein. • Die positiven Drehungen der Verbindungsstücke müssen mit den vom Hersteller im Datenblatt angegebenen Drehungen übereinstimmen. Also: a) Zeichnen Sie die für jedes Gelenk ausgewählten Referenzsysteme. b) Definieren Sie die homogenen Matrizen zwischen jedem Gelenk und dem nächsten (und/oder die DH-Tabelle). c) Wählen Sie eine Position für den Endeffektor und ermitteln Sie die entsprechenden Werte für die Gelenkvariablen $q_i = 1, \dots, 6$. Überprüfen Sie die Richtigkeit der Position und Ausrichtung des Endeffektors in Bezug auf RF_0.
---	---

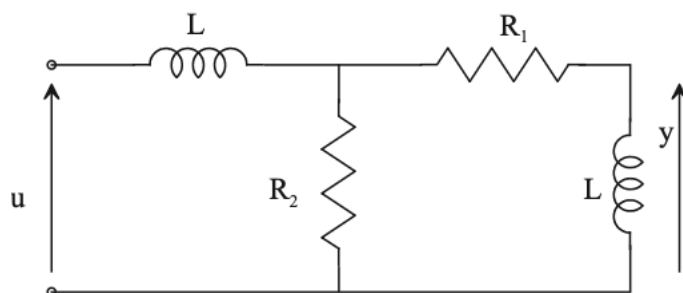


2) Si definisca un controllo PID per il controllo del 5° giunto e se ne dimensionino i guadagni considerando il manipolatore come un sistema a inerzia equivalente. Si faccia riferimento al datasheet sezione 1.5.3. Si dimensionino i parametri del PID in modo che il robot abbia una risposta a gradino del primo ordine. Si mostri il luogo delle radici e il diagramma di Bode del sistema prima e dopo l'aggiunta del sistema di controllo, calcolando margine di fase e di guadagno.	2) Definieren Sie eine PID-Regelung für die Steuerung des 5. Gelenks und dimensionieren Sie deren Verstärkungen unter Berücksichtigung des Manipulators als ein System mit äquivalenter Trägheit. Beziehen Sie sich dabei auf das Datenblatt, Abschnitt 1.5.3. Dimensionieren Sie die PID-Parameter so, dass der Roboter eine Sprungantwort erster Ordnung aufweist. Zeigen Sie den Ort der Wurzeln und das Bode-Diagramm des Systems vor und nach dem Hinzufügen des Regelsystems und berechnen Sie dabei die Phasen- und Verstärkungsreserve.
---	--



Tema n. 2

Si consideri la rete elettrica riportata in Figura. 1) Si risponda alle seguenti domande: • si scrivano le equazioni del sistema che descrivono la dinamica della rete; • posto $L = 1$, $R_1 = 3$ e $R_2 = 2$ si determini la funzione di trasferimento del sistema; • si determini il valore dell'uscita y quando l'ingresso assume il valore costante $u = \bar{u} = 2$, fornendo anche un'interpretazione fisica del risultato. • si scriva l'espressione analitica dell'uscita del sistema ($y(t) = \dots$) quando l'ingresso è $u(t) = 2t, t > 0$ verificando che il valore iniziale sia coerente con il teorema del valore iniziale. 2) Si definisca un controllore per comandare il sistema attraverso la tensione di ingresso "u" in modo che "y" abbia una risposta del secondo ordine (i poli più vicini all'origine devono essere complessi coniugati). Si mostri il luogo delle radici e il diagramma di Bode del sistema prima e dopo l'aggiunta del sistema di controllo, calcolando margine di fase e di guadagno. Infine, si mostri il corrispettivo elettrico del controllore così definito.	Betrachten Sie das in Abbildung dargestellte Stromnetz. 1) Beantworten Sie bitte die folgenden Fragen: • die Gleichungen des Systems schreiben, die die Dynamik des Netzwerks beschreiben; • Stelle $L = 1$, $R_1 = 3$ und $R_2 = 2$, bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des Systems. • Bestimmen Sie den Wert des Ausgangs y, wenn der Eingang den konstanten Wert $u = \bar{u} = 2$ annimmt, und geben Sie auch eine physikalische Interpretation des Ergebnisses. • Schreiben Sie den analytischen Ausdruck des Systemausgangs ($y(t) = \dots$) auf, wenn der Eingang $u(t) = 2t, t > 0$ ist Überprüfen Sie, ob der Anfangswert mit dem Anfangswertsatz übereinstimmt. 2) Definieren Sie einen Regler, um das System über die Eingangsspannung „u“ so zu steuern, dass „y“ eine Antwort zweiter Ordnung hat (die Pole, die dem Ursprung am nächsten liegen, müssen komplex konjugiert sein). Zeigen Sie den Ort der Wurzeln und das Bode-Diagramm des Systems vor und nach dem Hinzufügen des Regelsystems und berechnen Sie die Phasen- und Verstärkungsreserve. Zeigen Sie schließlich das elektrische Äquivalent des so definierten Reglers.
---	---





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale
LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Si dimensiona un impianto di climatizzazione per un ufficio open-space da 30 persone, situato nel Comune di Trento, con pianta quadrata di 10x10 m ed un'altezza d'interpiano di 3 m.

L'ufficio si trova ad un piano intermedio confinante superiormente ed inferiormente con locali climatizzati. Inoltre:

- a Nord la parete è totalmente vetrata e presenta una trasmittanza di $U_{\text{facade}}=1.4 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ con un fattore solare $g_{\text{gl}} = 0.62$;
- a Sud la parete è completamente opaca;
- ad Est e ad Ovest le pareti hanno un rapporto fra superficie finestrata e superficie della parete (WWR) pari al 20%;
- le pareti opache sono in laterizio con isolamento a cappotto esterno caratterizzate da una trasmittanza $U_{\text{wall}}=0.5 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$;
- i serramenti hanno una trasmittanza complessiva di $U_{\text{win}}=1.2 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ ed una trasmittanza solare $g_{\text{gl}}=0.5$.

Si trascurino nei calcoli le presenze di eventuali ostruzioni esterne e l'effetto di accumulo di calore nelle componenti opache d'involucro.

Si assuma che i carichi interni, sensibili e latenti, siano dovuti esclusivamente alla presenza delle persone e di 30 Personal Computer.

Nella fascia oraria (8 ÷ 18), è richiesto di mantenere nell'ufficio le condizioni di temperatura e umidità relativa pari a:

- $t_A = 20^\circ\text{C}$ e $UR_A = 50\%$, nella stagione invernale;
- $t_A = 24^\circ\text{C}$ e $UR_A = 50\%$, nella stagione estiva.

Il locale viene climatizzato attraverso un impianto a tutt'aria che, in aggiunta alla climatizzazione, fornisce la quantità d'aria primaria per la ventilazione.

Utilizzando i dati climatici di progetto riportati nella Tabella 1 e nella Tabella 2, si richiede di:

- valutare il carico sensibile ed il carico latente da asportare/fornire al locale per mantenerlo nelle condizioni interne di progetto;
- progettare e schematizzare l'impianto a tutt'aria con ricircolo, ipotizzando un'efficienza:
 - dell'80% per il saturatore adiabatico;
 - del 90% per lo scambio termico nelle batterie alettate;



- del 60% per l'eventuale recuperatore di calore;
- tracciare sui diagrammi ASHRAE allegati le trasformazioni termodinamiche dell'aria umida eseguite nell'Unità di Trattamento Aria (UTA) per portare l'aria dalle condizioni esterne a quelle di immissione;
- dimensionare il generatore di calore ed il chiller da collegare alle batterie alettate valutando, inoltre, la portata d'acqua necessaria per alimentare l'umidificatore adiabatico e quella condensata nel deumidificatore;
- schematizzare l'impianto progettato, evidenziando gli asservimenti richiesti e le possibili strategie di controllo.

Si integrino gli eventuali dati mancanti dando le opportune giustificazioni circa i valori numerici e le scelte costruttive effettuate.

Tabella 1 - Dati climatici di progetto (fonte: UNI 10349-2:2016)

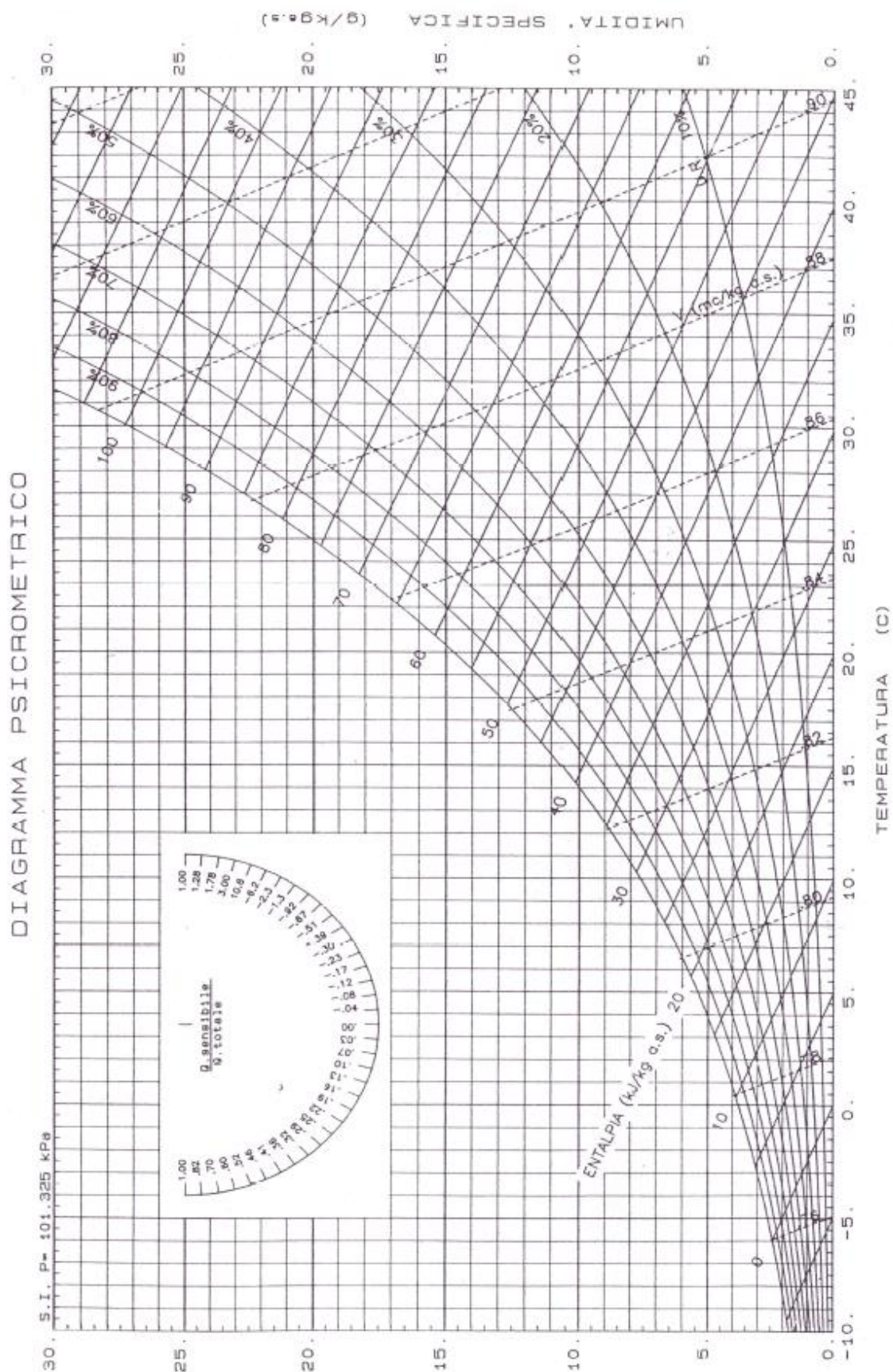
Località	$q_{\min}$ [°C]	$U_{\text{re, invernale}}$ [%]	$q_{\max}$ [°C]	$Dq_{\max}$ [°C]	$U_{\text{re, estiva}}$ [%]
Trento	-12	90%	32	12	45%

Tabella 2 – Irradianza solare massima estiva indicente su superfici verticali in W/m^2 (fonte: UNI 10349-2:2016)

Ora	Sud	Est	Nord	Ovest	Diffusa	Orizzontale
6	50	562	192	50	50	198
7	86	750	147	79	79	381
8	177	764	109	102	102	552
9	321	713	120	120	120	698
10	439	568	133	133	133	810
11	515	374	141	141	141	881
12	541	156	144	156	144	909
13	515	141	141	374	141	881
14	439	133	133	568	133	810
15	321	120	120	713	120	698
16	177	102	109	764	102	552
17	86	79	147	750	79	381
18	50	50	192	562	50	198

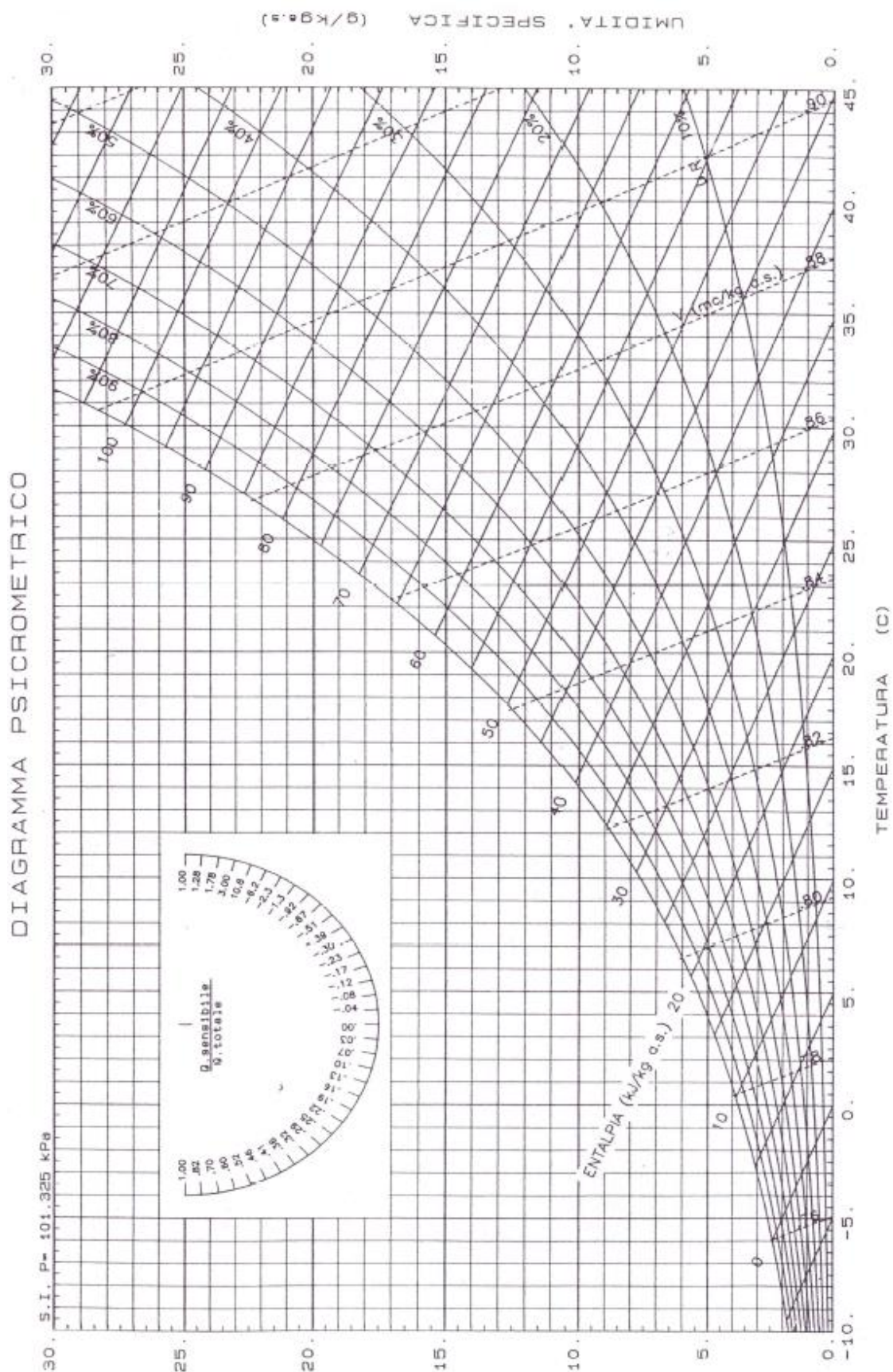


Funzionamento Invernale





Funzionamento Estivo





Tema n. 2

Si progetti un impianto di cogenerazione operante secondo un ciclo ORC senza surriscaldamento per soddisfare i profili di domanda elettrica e termica di un edificio commerciale.

In inverno, l'energia termica a 90°C verrà utilizzata per i carichi di processo e per il riscaldamento dell'edificio.

In estate, l'energia termica a 90°C entrerà in un assorbitore per produrre acqua refrigerata.

Il sistema verrà alimentato attraverso la combustione diretta della biomassa.

Il fluido operante del ciclo ORC sarà l'ottametiltrisilossano (MDM) per il quale si riporta la tabella di saturazione.

Profilo Invernale tipico

Orario	Domanda elettrica [kW]	Domanda termica [kW]
0 ÷ 6	100	300
7 ÷ 20	200	700
21 ÷ 23	100	300

Profilo Estivo tipico

Orario	Domanda elettrica [kW]	Domanda termica Assorbitore [kW]
0 ÷ 7	120	0
8 ÷ 21	250	500
22 ÷ 23	120	0

Si richiede di:

- sviluppare una soluzione impiantistica adeguata ai carichi ed alla fonte energetica;
- schematizzare il layout d'impianto;
- proporre dei sistemi per il contenimento delle emissioni nell'impianto di combustione;
- realizzare un dimensionamento di massima dell'impianto ORC (condensatore, turbina, ecc.);
- effettuare una valutazione energetica della soluzione proposta attraverso una valutazione IRE-LT assumendo l'efficienza di riferimento della caldaia pari a 0,8 per la produzione di calore.

Tutti i parametri non esplicitamente indicati possono essere ipotizzati in base a considerazioni di buon progetto.



Tabella di Saturazione fluido MDM

t [°C]	T [K]	p [bar]	ρ_{Liq} [kg/m ³]	ρ_{Vap} [kg/m ³]	h_{Liq} [kJ/(kg K)]	h_{Vap} [kJ/(kg K)]	s_{Liq} [kJ/kg]	s_{Vap} [kJ/kg]
20.0	293.15	0.004	820.25	0.03	-256.59	-50.30	-0.72	-0.01
30.0	303.15	0.007	810.22	0.06	-238.75	-36.41	-0.66	0.01
40.0	313.15	0.013	800.10	0.11	-220.69	-22.26	-0.60	0.03
50.0	323.15	0.022	789.88	0.19	-202.39	-7.86	-0.54	0.06
60.0	333.15	0.036	779.55	0.31	-183.84	6.79	-0.49	0.09
70.0	343.15	0.059	769.08	0.49	-165.04	21.69	-0.43	0.11
80.0	353.15	0.091	758.48	0.74	-145.99	36.82	-0.38	0.14
90.0	363.15	0.137	747.70	1.09	-126.68	52.18	-0.32	0.17
100.0	373.15	0.200	736.75	1.56	-107.11	67.76	-0.27	0.20
110.0	383.15	0.284	725.58	2.18	-87.27	83.54	-0.22	0.23
120.0	393.15	0.396	714.19	2.98	-67.17	99.52	-0.16	0.26
130.0	403.15	0.540	702.53	4.00	-46.80	115.68	-0.11	0.29
140.0	413.15	0.722	690.57	5.28	-26.15	132.00	-0.06	0.32
150.0	423.15	0.949	678.27	6.87	-5.23	148.47	-0.01	0.35
160.0	433.15	1.228	665.59	8.82	15.97	165.07	0.04	0.38
170.0	443.15	1.567	652.46	11.20	37.46	181.77	0.09	0.41
180.0	453.15	1.973	638.81	14.08	59.24	198.56	0.13	0.44
190.0	463.15	2.455	624.55	17.54	81.33	215.41	0.18	0.47
200.0	473.15	3.021	609.59	21.71	103.73	232.29	0.23	0.50
210.0	483.15	3.682	593.77	26.73	126.48	249.14	0.28	0.53
220.0	493.15	4.446	576.91	32.78	149.59	265.92	0.32	0.56
230.0	503.15	5.325	558.76	40.12	173.10	282.56	0.37	0.59
240.0	513.15	6.331	538.95	49.15	197.06	298.94	0.42	0.62
250.0	523.15	7.477	516.89	60.46	221.55	314.92	0.47	0.64
260.0	533.15	8.781	491.58	75.12	246.72	330.22	0.51	0.67
270.0	543.15	10.263	460.99	95.26	272.87	344.33	0.56	0.69
280.0	553.15	11.953	419.89	126.43	300.72	356.00	0.61	0.71
290.0	563.15	13.901	340.67	197.35	334.32	359.59	0.67	0.71
290.9	564.09	14.110	256.74	256.74	349.79	349.79	0.70	0.70



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale

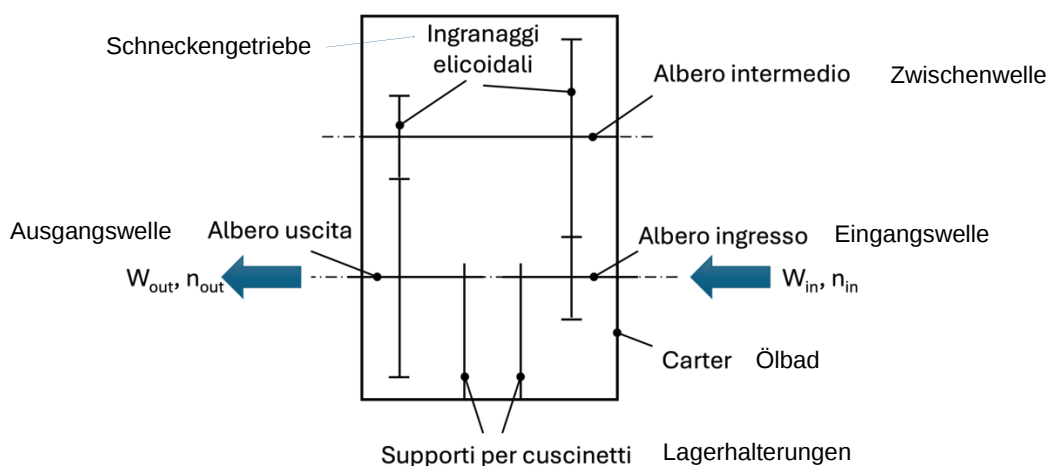
LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica

PROVA PRATICA

Tema n. 1

È richiesto di progettare un riduttore a due stadi a ingranaggi elicoidali, a trasmissione di potenza da un albero di ingresso ad alta velocità a un albero di uscita a bassa velocità. Il sistema è a tre alberi (ingresso, intermedio, uscita), con albero di ingresso e uscita collineari, montati all'interno di un carter riempito d'olio per lubrificazione forzata.

Es soll ein zweistufiges Schneckengetriebe entwickelt werden, das die Leistung von einer Hochgeschwindigkeits-Eingangswelle auf eine Niedriggeschwindigkeits-Ausgangswelle überträgt. Das System besteht aus drei Wellen (Eingangs-, Zwischen- und Ausgangswelle), wobei die Eingangs- und Ausgangswelle kollinear in einem Ölbad für die Zwangsschmierung montiert sind.



Si richiede di:

- 1) Progettare le due coppie di ingranaggi elicoidali, scegliendo:
 - modulo, larghezza, angolo d'elica;
 - materiale e qualità di lavorazione;
 - verifica di resistenza a flessione e a pitting.

- 2) Progettare l'albero intermedio:

Aufgabe ist:

- Die Planung der beiden Paare von Schneckenrädern ausführen und wählen Sie dabei:
- Modul, Breite, Schneckenwinkel;
 - Material und Verarbeitungsqualität;
 - Überprüfung der Biegefestigkeit und der Pitting-Beständigkeit.

- 2) Die Planung der Zwischenwelle ausführen:

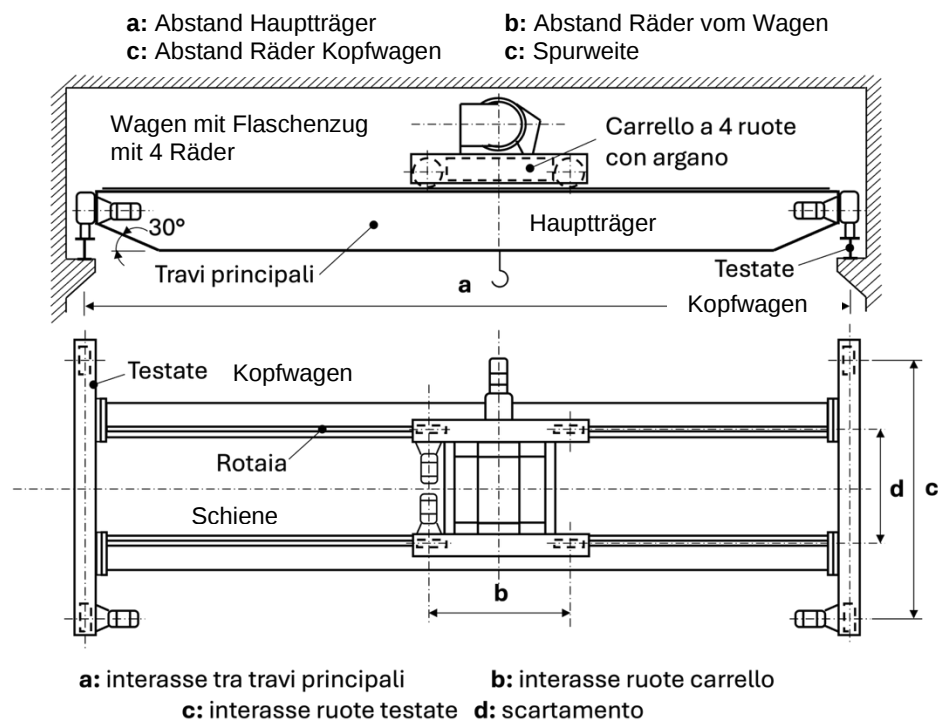


- proponendo un opportuno sistema di vincolo; - verificando la resistenza statica e a fatica secondo i carichi trasmessi (momento torcente, carichi radiali/assiali generati dagli ingranaggi); - verificando la rigidezza flessionale e torsionale, utilizzando i criteri consigliati dal Manuale dell'Ingegnere Meccanico o da altri testi tecnici di riferimento. 3) Selezionare i cuscinetti volventi: - in base a carico radiale/assiale e vita utile; - verificare compatibilità dimensionale con gli alberi progettati. 4) Progettare le chiavette per il collegamento ingranaggio-albero: - verifica a pressione ammissibile e taglio; - considerare i fattori di intaglio (3 in flessione, 2 in torsione). 5) Identificare una possibile interfaccia meccanica di input/output (ad es. giunto rigido, flessibile, calettamento). Dati assegnati: - potenza in ingresso: 10 kW; - velocità di ingresso: 1400 rpm; - velocità di uscita: 29 rpm; - rendimento globale stimato: $\eta = 0.95$; - temperatura di esercizio: 60 °C; - affidabilità: 95%; - durata richiesta: 20.000 ore; - massimo ingombro esterno del carter (Lmax): 600 mm; - condizioni d'uso: carichi con urti leggeri (fattore di servizio $K_s=1.1$).	- durch den Vorschlag eines geeigneten Befestigungssystems; - durch die Überprüfung der statischen Festigkeit und Ermüdungsfestigkeit entsprechend den übertragenen Lasten (Drehmoment, durch die Zahnräder erzeugte Radial-/Axialkräfte); - durch die Überprüfung der Biege- und Torsionssteifigkeit unter Verwendung der im Handbuch für Maschinenbauingenieure oder anderen technischen Fachbüchern empfohlenen Kriterien. 3) Die Wälzlager auswählen: - anhand der radialen/axialen Belastung und der Lebensdauer; - überprüfen Sie die Maßkompatibilität mit den vorgesehenen Wellen. 4) Die Planung der Keile für die Verbindung zwischen Zahnrad und Welle ausführen: - Überprüfen Sie den zulässigen Druck und die Scherfestigkeit. - Berücksichtigen Sie die Spannungskonzentration Koeffizienten (3 bei Biegung, 2 bei Torsion). 5) Identifizieren Sie eine mögliche mechanische Eingabe-/Ausgabe-Schnittstelle (z. B. starre Verbindung, flexible Verbindung, Kupplung). Gegebene Daten: - Eingangsleistung: 10 kW; - Eingangsrehzahl: 1400 U/min; - Ausgangsrehzahl: 29 U/min; - Geschätzter Gesamtwirkungsgrad: $\eta = 0,95$; - Betriebstemperatur: 60 °C; - Zuverlässigkeit: 95 %; - geforderte Lebensdauer: 20.000 Stunden; - maximale Außenabmessung des Gehäuses (Lmax): 600 mm; - Einsatzbedingungen: Lasten mit leichten Stößen (Betriebsfaktor $K_s=1,1$).
--	---



Tema n. 2

Si richiede di progettare e verificare dal punto di vista strutturale una gru a ponte a doppia trave, utilizzata per il sollevamento di carichi industriali tramite un carrello argano a quattro ruote che scorre sopra due travi principali collegate a due carrelli d'estremità (testate). L'intera struttura è realizzata in acciaio da costruzione saldabile.	Aufgabe ist die Planung und strukturelle Überprüfung eines Zweiträger-Brückenkrans, der zum Heben von Industrielasten mittels eines vierrädrigen Wagens mit Flaschenzug verwendet wird, der auf zwei Hauptträgern läuft, die mit zwei Endwagen (Kopfwagen) verbunden sind. Die gesamte Konstruktion besteht aus schweißbarem Baustahl.
---	--



Si richiede di:	Aufgabe ist:
1) Progettare e dimensionare le sezioni trasversali delle travi principali (girder beams), considerando: - carico massimo (trolley centrato); - freccia massima ammessa; - resistenza a flessione e instabilità; - verifica strutturale con fattore di sicurezza = 3.	1) Planung und Dimensionierung der Querschnitte der Hauptträger (Girder Beams) unter Berücksichtigung folgender Faktoren: - maximale Belastung (zentrierter Wagen); - maximal zulässige Durchbiegung; - Biegefestigkeit und Instabilität; - strukturelle Überprüfung mit Sicherheitsfaktor = 3
2) Progettare e verificare i giunti saldati: - giunti utilizzati per realizzare la trave scatolata saldata (es. a T o a piena penetrazione); - collegamento tra trave principale e testate; - indicazione della simbologia di saldatura secondo UNI EN ISO 2553.	2) Planung und Überprüfung der Schweißverbindungen: - Verbindungen zur Herstellung des geschweißten Kastenträgers (z. B. T-förmig oder mit voller Eindringtiefe); - Verbindung zwischen Hauptträger und Kopfwagen; - Angabe der Schweißsymbole gemäß UNI EN ISO 2553.



3) Indicare i materiali scelti per le piastre e i giunti saldati, considerando le condizioni di carico e i requisiti di saldabilità. 4) Realizzare uno schizzo costruttivo quotato, a mano libera, del sistema travi + carrello + testate, indicando: - la geometria generale della struttura; - le posizioni e le caratteristiche dei giunti saldati; - la posizione del binario del carrello rispetto alla sezione della trave. 5) Eseguire uno schizzo quotato della sezione trasversale della trave, indicando: - dimensioni principali delle lamiere; - tipo e posizione delle saldature; - materiali, spessori e indicazioni funzionali (es. posizione dei carichi, centri di simmetria). Dati assegnati: - capacità massima di sollevamento: 12 tonnellate; - freccia verticale massima ammessa al centro della trave: 100 mm; - interasse tra le due travi principali: 25 m. - Carrello argano: interasse ruote: 2 m; scartamento: 2.5 m. - Carrelli di estremità: Interasse ruote: 5 m. - Geometria della trave: sezione chiusa saldata in lamiera - tipo di carico: statico; - fattore di sicurezza da utilizzare per le verifiche: 3.	3) Geben Sie die für die Platten und Schweißverbindungen ausgewählten Werkstoffe unter Berücksichtigung der Belastungsbedingungen und Schweißbarkeitsanforderungen an. 4) Erstellen Sie eine bemaßte Konstruktionsskizze von Hand des Systems aus Trägern + Laufwagen + Kopfstücken und geben Sie dabei Folgendes an: - die allgemeine Geometrie der Struktur; - die Positionen und Eigenschaften der Schweißverbindungen; - die Position der Laufbahn des Laufwagens im Verhältnis zum Querschnitt des Trägers. 5) Erstellen Sie eine bemaßte Skizze des Querschnitts des Trägers und geben Sie dabei Folgendes an: - Hauptabmessungen der Bleche; - Art und Position der Schweißnähte; - Materialien, Dicken und funktionale Angaben (z. B. Position der Lasten, Symmetriezentren). Zugewiesene Daten: - maximale Hubkraft: 12 Tonnen; - maximal zulässige vertikale Durchbiegung in der Mitte des Trägers: 100 mm; - Abstand zwischen den beiden Hauptträgern: 25 m. - Wagen mit Flaschenzug: Rad Abstand: 2 m; Spurweite: 2,5 m. - Kopfwagen: Rad Abstand: 5 m; - Geometrie des Trägers: geschweißter geschlossener Querschnitt aus Blech - Art der Belastung: statisch; - Für die Überprüfungen zu verwendender Sicherheitsfaktor: 3.
--	--



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2025

Settore: industriale
LM-53 o 61/S: Scienza e ingegneria dei materiali

PROVA PRATICA

Tema n. 1

In un materiale composito a matrice polimerica, si consideri una lamina unidirezionale fibra di vetro/resina epossidica (GFRP-UD), costituita da fibre di vetro orientate nella direzione L (longitudinale) e da una matrice epossidica continua. La direzione T è la direzione trasversale, ortogonale alle fibre. Il contenuto volumetrico di fibra è pari al 50%. Si assumano le seguenti proprietà per i costituenti.

Fibra di vetro E

- Modulo elastico $E_f = 73 \text{ GPa}$
- Coefficiente di Poisson $\nu_f = 0.22$
- Resistenza a trazione $\sigma_{f,t} = 2400 \text{ MPa}$
- Resistenza a compressione $\sigma_{f,c} = 1000 \text{ MPa}$

Resina epossidica

- Modulo elastico $E_m = 3 \text{ GPa}$
- Coefficiente di Poisson $\nu_m = 0.35$
- Resistenza a trazione $\sigma_{m,t} = 70 \text{ MPa}$
- Resistenza a compressione $\sigma_{m,c} = 200 \text{ MPa}$
- Resistenza a taglio $\tau_m = 60 \text{ MPa}$

- 1) Si calcolino le proprietà elastiche nel sistema di riferimento della lamina E_L , E_T , G_{LT} , ν_{LT} (si usi la formula di Halpin-Tsai per il calcolo del modulo elastico trasversale e del modulo di taglio).
- 2) Si determinino le proprietà di resistenza della lamina $\sigma_{L,t,u}$, $\sigma_{L,c,u}$, $\sigma_{T,t,u}$, $\sigma_{T,c,u}$, $\tau_{LT,u}$.
- 3) Si usi questa configurazione di lamina per produrre un laminato composito con spessore totale 3.0 mm e sequenza di impilamento $[0^\circ/0^\circ/-45^\circ/+45^\circ/90^\circ/90^\circ]_s$ (l'orientazione si riferisce alla direzione longitudinale delle lamine). Si calcolino le matrici di rigidezza del laminato (A,B,D).
- 4) Sia dato un sistema di riferimento con asse x = direzione longitudinale del laminato (direzione 0°), asse y = direzione trasversale nel piano del laminato (direzione 90°), asse z = perpendicolare al piano del laminato. Applicato un generico valore di forza N_x diverso da zero, si determinino le espressioni dello stato di sforzo nelle singole lamine nel sistema (x,y,z) e nel sistema locale (L,T) assegnati (in funzione della deformazione nel piano mediano ε_{x0}).

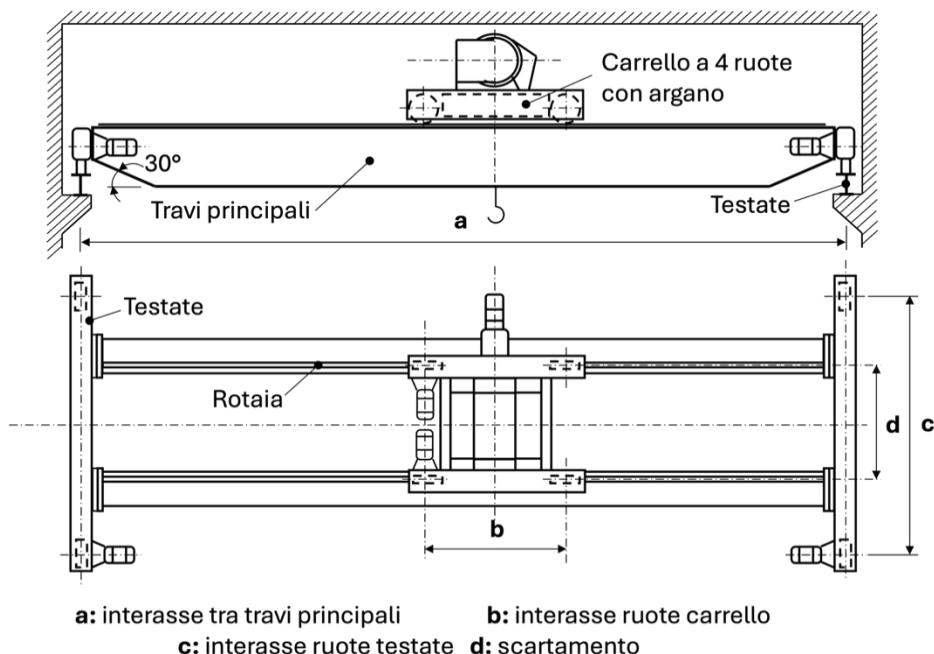


- 5) Individuare la lamina critica ed il massimo livello di deformazione ε_{x0} accettabile, applicando il criterio del massimo sforzo (maximum stress theory), oppure il criterio di Tsai-Hill (maximum work theory).
- 6) Si calcoli il valore massimo di N_x accettabile, oltre che il massimo valore di sforzo σ_x accettabile.
- 7) Se questo laminato viene utilizzato per la costruzione di una tubazione per impianti idrici industriali in pressione (linee di alimentazione acqua di processo/raffreddamento), avente diametro interno 20 mm, si calcoli la pressione del fluido massima ammissibile (in bar), considerando un coefficiente di sicurezza pari a 5 (si consideri la direzione x come circonferenziale).



Tema n. 2

Si richiede di progettare e verificare dal punto di vista strutturale una gru a ponte a doppia trave, utilizzata per il sollevamento di carichi industriali tramite un carrello argano a quattro ruote che scorre sopra due travi principali collegate a due carrelli d'estremità (testate). L'intera struttura è realizzata in acciaio da costruzione saldabile.



Si richiede di:

1. Progettare e dimensionare le sezioni trasversali delle travi principali (girder beams), considerando:
 - carico massimo (trolley centrato)
 - freccia massima ammessa
 - resistenza a flessione e instabilità
 - verifica strutturale con fattore di sicurezza = 3
2. Progettare e verificare i giunti saldati:
 - giunti utilizzati per realizzare la trave scatolata saldata (es. a T o a piena penetrazione)
 - collegamento tra trave principale e testate
 - indicazione della simbologia di saldatura secondo UNI EN ISO 2553
3. Indicare i materiali scelti per le piastre e i giunti saldati, considerando le condizioni di carico e i requisiti di saldabilità.
4. Realizzare uno schizzo costruttivo quotato, a mano libera, del sistema travi + carrello + testate, indicando:
 - la geometria generale della struttura
 - le posizioni e le caratteristiche dei giunti saldati
 - la posizione del binario del carrello rispetto alla sezione della trave.



5. Eseguire uno schizzo quotato della sezione trasversale della trave, indicando:

- dimensioni principali delle lamiere
- tipo e posizione delle saldature
- materiali, spessori e indicazioni funzionali (es. posizione dei carichi, centri di simmetria).

Dati assegnati:

- capacità massima di sollevamento: 12 tonnellate
- freccia verticale massima ammessa al centro della trave: 100 mm
- interasse tra le due travi principali: 25 m
- carrello argano:
 - interasse ruote: 2 m
 - scartamento: 2.5 m
- carrelli di estremità:
 - interasse ruote: 5 m
- geometria della trave: sezione chiusa saldata in lamiera
- tipo di carico: statico
- fattore di sicurezza da utilizzare per le verifiche: 3