

I sessione

I prova

TEMA N.1

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato illustri la procedura per il calcolo del livello di servizio di una strada di tipo A secondo quanto stabilito nell'Highway Capacity Manual.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito delle costruzioni idrauliche, le caratteristiche generali degli acquedotti con impianto di sollevamento, le motivazioni di carattere ingegneristico-progettuale che rendono necessario questo tipo di infrastruttura e descriva nel dettaglio i criteri per il dimensionamento del diametro della condotta.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato descriva le problematiche connesse con la realizzazione di scavi profondi in terreni sotto falda.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri il problema di De Saint-Venant per la teoria della trave e discuta le caratteristiche di sollecitazione "sforzo normale centrato" e "sforzo normale eccentrico".

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il candidato proponga delle soluzioni di efficientamento energetico di un edificio degli anni '80 del Novecento, con gravi carenze prestazionali, intervenendo sull'involucro del quale deve descrivere lo stato di fatto e le soluzioni migliorative, anche aiutandosi con schizzi, tabelle comparative di parametri fisico-tecnici, riferimenti a principi di sostenibilità.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato descriva una prova sperimentale e la sua importanza nella progettazione industriale, ponendo particolare enfasi sul materiale investigato.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato illustri il concetto di fonti energetiche rinnovabili e descriva le principali tipologie di impianti per la conversione di energia da tali fonti.

TEMA N.2

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato illustri la procedura per il calcolo del livello di servizio di una corsia di arrampicamento secondo quanto stabilito nell'Highway Capacity Manual.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito delle correnti in pressione, i criteri e i metodi per il dimensionamento delle reti di distribuzione idrica dei centri urbani e il loro funzionamento.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato descriva i criteri per l'analisi del comportamento in esercizio delle paratie di pali.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri il problema di De Saint-Venant per la teoria della trave e discuta la trattazione approssimata per la caratteristica di sollecitazione "taglio".

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il candidato descriva un sistema di facciata a tutto vetro, indicando la concezione tecnologica, i materiali adottati per la parte strutturale e le specchiature che potranno essere differenti al fine di evidenziare vantaggi/svantaggi prestazionali, semplicità/complessità di posa in opera, maggiori/minori oneri di produzione (consumi energetici, risorse rinnovabili, riciclabilità).

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato scelga un componente o una struttura da realizzare in materiale composito, discutendo delle problematiche connesse alla sua progettazione ed evidenziando i vantaggi dell'utilizzo dello specifico materiale composito rispetto ad un materiale metallico.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Tenendo conto della peculiarità del territorio nazionale e delle sue infrastrutture energetiche, il candidato illustri i vantaggi e gli svantaggi legati all'uso delle fonti rinnovabili.

TEMA N.3

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato illustri la procedura per il calcolo del livello di servizio di una corsia di sorpasso secondo quanto stabilito nell'Highway Capacity Manual.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito delle costruzioni idrauliche, le caratteristiche generali degli acquedotti a gravità, le motivazioni di carattere ingegneristico-progettuale che rendono necessario questo tipo di infrastruttura e descriva nel dettaglio i criteri per la progettazione dell'opera.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Il candidato descriva le problematiche connesse con la realizzazione di scavi profondi in ambiente urbano.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri il problema di De Saint-Venant per la teoria della trave e discuta le caratteristiche di sollecitazione "flessione retta" e "flessione deviata".

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

Il candidato ipotizzi di dover selezionare un sistema a cappotto per un edificio con struttura in cemento armato e tamponatura in blocchi laterizi esistente in zona climatica B. Riferisca quale materiale isolante ha scelto, le motivazioni che lo hanno guidato e le valutazioni che dovrà fare per dimostrare l'efficacia dell'intervento proposto.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Materiali)

Il candidato descriva l'influenza della temperatura nella progettazione di un componente di interesse industriale.

TRACCIA N. 7 (Energetica)

Il candidato illustri le principali fonti di energia rinnovabile con riferimento alle problematiche inerenti agli aspetti produttivi e di impiego

Il prova

TEMA N.1

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato rappresenti l'organizzazione del seguente cantiere mediante il diagramma di Gantt e la rete Pert, determinando analiticamente le durate di ogni singola fase.

Illustri, altresì, la procedura da seguire nel caso in cui sia necessario contrarre i tempi di realizzazione del 20%.

DATI:

Costo operaio medio: 24,00 €/ora

1. Scavo a sezione: manodopera 19% - €/m³ 12,60 - quantità 18.000 m³
2. Compattazione fondo scavi: manodopera 19% - €/m² 2,93 - quantità 36.000 m²
3. Strato di fondazione in MGNL: manodopera 5% - €/m³ 25,30 - quantità 9.000 m³
4. Strato di base in conglomerato bituminoso: manodopera 3% - €/m²/cm 1,29 - quantità spessore 8 cm; superficie 30.000 m²
5. Strato di binder in conglomerato bituminoso: manodopera 2% - €/m²/cm 1,55 - quantità spessore 5 cm; superficie 30.000 m²
6. Strato di usura in conglomerato bituminoso: manodopera 3% - €/m²/cm 1,90 - quantità spessore 4 cm; superficie 30.000 m²

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito dell'idrologia, il concetto di volume di laminazione, i metodi per la stima dello stesso e le caratteristiche e funzionalità delle diverse opere progettuali in cui trova applicazione.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Le fondazioni delle pile di un viadotto devono essere realizzate in sito caratterizzato dalla prevalente presenza di terreni granulari poco addensati.

Con riferimento ad un livello esecutivo della progettazione, il candidato descriva le principali problematiche progettuali e la tecnologia esecutiva che ritiene più idonea per la realizzazione dei sistemi di fondazione.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri le modalità di progettazione delle strutture miste acciaio-calcestruzzo con particolare attenzione agli elementi trave (Verifiche per flessione, taglio e scorrimento trave-soletta).

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

L'edilizia sostenibile rappresenta oggi una delle sfide principali per l'ingegneria civile. L'obiettivo è quello di realizzare edifici capaci di garantire comfort e qualità della vita, riducendo al minimo i consumi energetici, le emissioni inquinanti e l'impatto sull'ambiente.

Il candidato sviluppi l'argomento per il quale:

1. Definisca i principi dell'edilizia sostenibile, con riferimento al concetto di edificio a energia quasi zero (nZEB).
2. Descriva le principali strategie progettuali e costruttive che un ingegnere può adottare per migliorare efficienza energetica, comfort abitativo e durabilità delle opere.
3. Evidenzi il ruolo dei materiali e delle tecnologie innovative, anche in relazione al loro ciclo di vita e al rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM).

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Progettazione meccanica)

Il candidato imposti il progetto di un albero di trasmissione per riduttore, indicando i dati minimi da acquisire, i criteri di verifica statica e a fatica, le scelte di materiali e trattamenti in funzione del servizio, e la logica di selezione di cuscinetti, tolleranze e lubrificazione. Dettagli la documentazione essenziale prevista e le prove di montaggio e collaudo.

TRACCIA N. 7 (Ingegneria della sicurezza)

Il candidato definisca il percorso metodologico per il dimensionamento e la gestione di una valvola di sicurezza soggetta a incendio esterno, chiarendo i dati necessari, le ipotesi e i passaggi chiave per la stima del carico termico, la determinazione della portata di sfogo e la selezione dell'orifizio. Illustri le verifiche impiantistiche sulle linee e sulla contropressione, i requisiti di installazione e di prova, e discuta le varianti quali il blocked outlet (scarico bloccato) e la dilatazione termica.

TEMA N.2

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato rappresenti l'organizzazione del seguente cantiere mediante il diagramma di Gantt e la rete Pert, determinando analiticamente le durate di ogni singola fase. Illustri, altresì, la procedura da seguire nel caso in cui sia necessario contrarre i costi.

DATI:

Costo operaio medio: 24,00 €/ora

1. Scavo a sezione: manodopera 19% - €/m³ 12,60 - quantità 18.000 m³
2. Compattazione fondo scavi: manodopera 19% - €/m² 2,93 - quantità 36.000 m²
3. Strato di fondazione in MGNL: manodopera 5% - €/m³ 25,30 - quantità 9.000 m³
4. Strato di base in conglomerato bituminoso: manodopera 3% - €/m²/cm 1,29 - quantità spessore 8 cm; superficie 30.000 m²
5. Strato di binder in conglomerato bituminoso: manodopera 2% - €/m²/cm 1,55 - quantità spessore 5 cm; superficie 30.000 m²
6. Strato di usura in conglomerato bituminoso: manodopera 3% - €/m²/cm 1,90 - quantità spessore 4 cm; superficie 30.000 m²

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito dell'idraulica, il concetto di moto uniforme in una sezione fluviale, i metodi per la valutazione delle grandezze idrodinamiche (velocità, altezze idrica, ecc.) in questa tipologia di moto e la funzionalità delle diverse opere progettuali per le quali l'ipotesi di moto uniforme è scelta a base del loro dimensionamento.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Le fondazioni delle pile di un viadotto devono essere realizzate in sito caratterizzato dalla prevalente presenza di terreni coesivi teneri.

Con riferimento ad un livello esecutivo della progettazione, il candidato descriva le principali problematiche progettuali e la tecnologia esecutiva che ritiene più idonea per la realizzazione dei sistemi di fondazione.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri i principi generali di progettazione antisismica degli edifici metallici secondo la normativa tecnica D.M. 2018.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

L'edilizia sostenibile rappresenta oggi una delle sfide principali per l'ingegneria civile. L'obiettivo è quello di realizzare edifici capaci di garantire comfort e qualità della vita, riducendo al minimo i consumi energetici, le emissioni inquinanti e l'impatto sull'ambiente.

Il candidato sviluppi l'argomento per il quale:

1. Definisca i principi dell'edilizia sostenibile, con riferimento al concetto di edificio a energia quasi zero (nZEB).
2. Descriva le principali strategie progettuali e costruttive che un ingegnere può adottare per migliorare efficienza energetica, comfort abitativo e durabilità delle opere.
3. Evidenzi il ruolo dei materiali e delle tecnologie innovative, anche in relazione al loro ciclo di vita e al rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM).

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Progettazione meccanica)

Il candidato imposti un piano di prova per ricavare campi di deformazione e tensione su un componente in esercizio: indichi obiettivo, casi di carico e vincoli; motivi la scelta delle tecniche in funzione di geometria, materiale, risoluzione e ambiente; descriva la preparazione, il posizionamento di sensori/area di misura, acquisizione e filtraggio; spieghi come ricavare le tensioni dalle deformazioni con leggi costitutive e come validare i risultati con modelli analitico/FEM.

TRACCIA N. 7 (Ingegneria della sicurezza)

Il candidato progetti l'impostazione di uno studio HAZOP (Hazard and Operability analysis) e della successiva analisi LOPA (Layer of Protection Analysis) applicate a un reattore esotermico agitato, specificando l'individuazione dei nodi e delle deviazioni, la documentazione necessaria e i criteri per la determinazione del livello SIL (Safety Integrity Level) richiesto per le funzioni strumentate di sicurezza (SIF). Proponga inoltre un'architettura di massima del SIS

(Safety Instrumented System), con i relativi principi di prova e manutenibilità, integrando il ruolo della PSV (Pressure Safety Valve), degli allarmi e delle procedure di emergenza.

TEMA N.3

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato rappresenti l'organizzazione del seguente cantiere mediante il diagramma delle precedenze, determinando analiticamente le durate di ogni singola fase e dimensionando opportunamente la manodopera coinvolta. Illustri, altresì, la procedura EVM disposta a metà del tempo di realizzazione dei lavori.

DATI:

Costo operaio medio: 24,00 €/ora

1. Scavo a sezione: manodopera 19% - €/m³ 12,60 - quantità 18.000 m³
2. Compattazione fondo scavi: manodopera 19% - €/m² 2,93 - quantità 36.000 m²
3. Strato di fondazione in MGNL: manodopera 5% - €/m³ 25,30 - quantità 9.000 m³
4. Strato di base in conglomerato bituminoso: manodopera 3% - €/m²/cm 1,29 - quantità spessore 8 cm; superficie 30.000 m²
5. Strato di binder in conglomerato bituminoso: manodopera 2% - €/m²/cm 1,55 - quantità spessore 5 cm; superficie 30.000 m²
6. Strato di usura in conglomerato bituminoso: manodopera 3% - €/m²/cm 1,90 - quantità spessore 4 cm; superficie 30.000 m²

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Il candidato illustri, nell'ambito dell'idraulica, il concetto di moto permanente in una sezione fluviale, i metodi per la valutazione delle grandezze idrodinamiche (velocità, altezze idrica, ecc.) in questa tipologia di moto e la funzionalità delle diverse opere progettuali per le quali l'ipotesi di moto permanente è scelta a base del loro dimensionamento.

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

Le fondazioni delle pile di un viadotto devono essere realizzate in sito molto eterogeneo caratterizzato dalla presenza di terreni granulari poco addensati e terreni coesivi teneri.

Con riferimento ad un livello esecutivo della progettazione, il candidato descriva le principali problematiche progettuali e la tecnologia esecutiva che ritiene più idonea per la realizzazione dei sistemi di fondazione.

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

Il candidato illustri le modalità di progettazione delle travi precomprese secondo la normativa tecnica D.M. 2018.

TRACCIA N. 5 (Edilizia sostenibile)

L'edilizia sostenibile rappresenta oggi una delle sfide principali per l'ingegneria civile. L'obiettivo è quello di realizzare edifici capaci di garantire comfort e qualità della vita, riducendo al minimo i consumi energetici, le emissioni inquinanti e l'impatto sull'ambiente.

Il candidato sviluppi l'argomento per il quale:

1. Definisca i principi dell'edilizia sostenibile, con riferimento al concetto di edificio a energia quasi zero (nZEB).
2. Descriva le principali strategie progettuali e costruttive che un ingegnere può adottare per migliorare efficienza energetica, comfort abitativo e durabilità delle opere.
3. Evidenzi il ruolo dei materiali e delle tecnologie innovative, anche in relazione al loro ciclo di vita e al rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM).

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Progettazione meccanica)

Il candidato esponga in modo organico il fenomeno della fatica dei materiali, descrivendo il meccanismo di danneggiamento dalla nucleazione delle cricche alla loro propagazione fino al collasso; presenti e commenti il diagramma S-N in tutte le sue parti, chiarendo modalità di prova, campo a vita finita e limite di fatica. Discuta infine l'effetto delle discontinuità geometriche dei componenti sulla resistenza a fatica, con riferimento alla concentrazione di tensione, alla finitura superficiale e alle condizioni di esercizio.

TRACCIA N. 7 (Ingegneria della sicurezza)

Il candidato definisca il percorso per la valutazione del rischio ATEX (ATmosphères EXplosibles) per polveri in un miscelatore e per il progetto preliminare del sistema di sfogo di esplosione, impostando la zonizzazione interna ed esterna sulla base delle sorgenti di emissione e della ventilazione e individuando i dati di base necessari. Descriva inoltre il dimensionamento dell'area di sfogo e i casi in cui adottare condotti di sfogo o dispositivi flameless, selezionando le apparecchiature idonee e le misure tecnico-organizzative essenziali, comprese le attività di controllo periodico.

TEMA N.1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2025 – PRIMA SESSIONE
SEZIONE A

4° PROVA

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato definisca la composizione planimetrica ed altimetrica di una strada di tipo F partendo dalla conoscenza dei vertici e delle isoipse riportati in allegato. In particolare, si richiede la definizione della planimetria di tracciamento, del profilo longitudinale e delle sezioni trasversali tipo.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Progettare il tratto terminale (collettore) della rete di drenaggio unitaria per la raccolta delle acque meteoriche nell'area urbana rappresentata in Figura. Il tratto terminale riceve in ingresso i deflussi meteorici solo nel nodo di monte (immissione da bacino) e li veicola sino al recapito finale costituito da un manufatto di scarico in mare (vedi figura). Il collettore va posato in trincea lungo una strada per la quale è stata rilevato l'andamento topografico tramite rilievo di dettaglio (vedi tabella).

Viene richiesto di:

1. *Dimensionare il collettore principale individuando i diametri nei vari tratti stradali (vedi tabella)*
2. *Verificare le velocità massime e minime nel collettore in funzione del materiale scelto per la sua realizzazione*
3. *Verificare il massimo grado di riempimento compatibile con le sue dimensioni e forma*
4. *Rappresentare il profilo longitudinale del collettore*
5. *Individuare il volume della vasca volano da inserire nella parte terminale del collettore assumendo una portata massima in uscita pari a 20 l/s per ogni ettaro di superficie impermeabile drenata.*

Dati di progetto:

- Area del bacino urbano $S = 32.8$ ha

- Percentuale area impermeabile 80%
- Tempo di corrivazione del bacino $t_c = 25$ min
- Curva di probabilità pluviometrica per $T=20$ anni:

$$h = 35.7 t^{0.375} \text{ per } t \leq 1 \text{ ora}$$

$$h = 34.5 t^{0.321} \text{ per } t > 1 \text{ ora}$$

con h altezza di pioggia in mm e t durata in ore.

- Topografia tratto stradale

Stazione	Quota (m.s.m)	Progressiva (m)		Stazione	Quota (m.s.m)	Progressiva (m)
Immissione	10.82	0		8	5.62	312.5
2	10.17	29.4		9	4.94	365.2
3	9.57	66.7		10	4.08	427.3
4	8.9	105.7		11	3.88	471.2
5	8.17	147		12	3.79	507.6
6	7.51	190.3		Scarico	3.78	519.5
7	6.47	253.6				

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

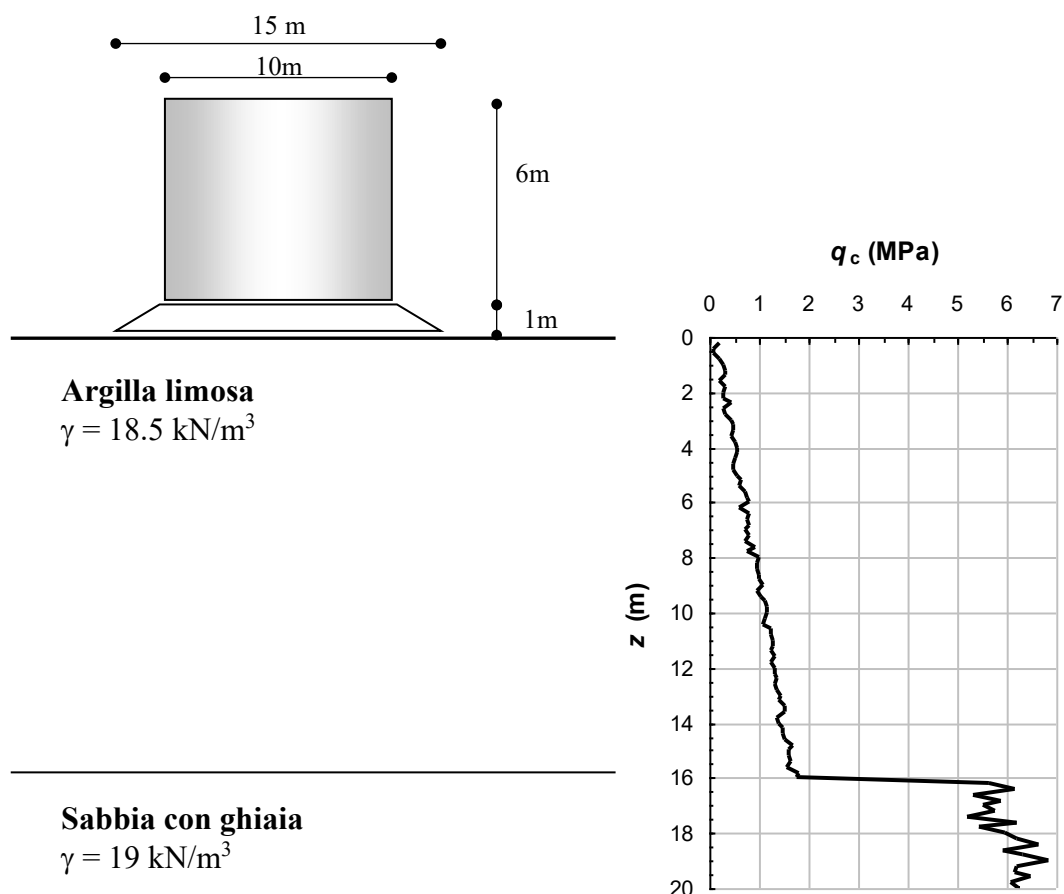
Un serbatoio circolare deve essere realizzato in un sito (la cui stratigrafia è descritta in figura), previa esecuzione di un rilevato in terra di altezza pari ad 1m che fungerà da fondazione.

Il candidato esegua le verifiche di sicurezza previste dal D.M. 17.01.2018 per gli stati limite di esercizio assumendo che il massimo cedimento differenziale tollerabile dalla fondazione del serbatoio sia pari a 3 cm.

Nelle analisi si assuma, inoltre, che:

- il peso delle pareti metalliche del serbatoio sia trascurabile;
- il peso dell'unità di volume del liquido contenuto nel serbatoio sia pari a 9 kN/m^3 ;
- il deposito di terreni sia interessato da una falda freatica con superficie libera posta ad 1 m dal piano campagna;
- l'opera sia inquadrabile come struttura sia di *Tipo 2*, con vita nominale $V_N = 75$ anni, e deve essere realizzata in provincia di Messina in un sito che il candidato può liberamente individuare.

I parametri meccanici dei terreni di fondazione del serbatoio possono essere desunti dai dati riportati in figura e nei grafici e tabelle allegate.



Letture eseguite in un piezometro tipo Casagrande installato, alla profondità di 8 m dal piano campagna, molto tempo prima della costruzione del rilevato.

$L = 4,12 \text{ m}$	a 10 giorni dall'installazione del piezometro
$L = 2,17 \text{ m}$	a 25 giorni dall'installazione del piezometro
$L = 1,82 \text{ m}$	a 33 giorni dall'installazione del piezometro

Per il sistema terreno-piezometro si assuma un tempo fondamentale di ritardo pari a 33 giorni

Risultati di prove di laboratorio eseguite su un campione di argilla limosa prelevato alla profondità di 5 m dal p.c.

$IP = 30 \%$	$w_L = 43 \%$	$w = 21 \%$	$\gamma_s = 19 \text{ kN/m}^3$	$S_r = 95 \%$
--------------	---------------	-------------	--------------------------------	---------------

Prova TRX-CID

Provino	Pressione di cella σ_3 (kPa)	Contro pressione u_{bp} (kPa)	Deviatore a rottura q_f (kPa)
1	100	50	68
2	200	50	221
3	300	50	345

Prova edometrica

$$e_0 = 0,57$$

$$C_c = 0,35$$

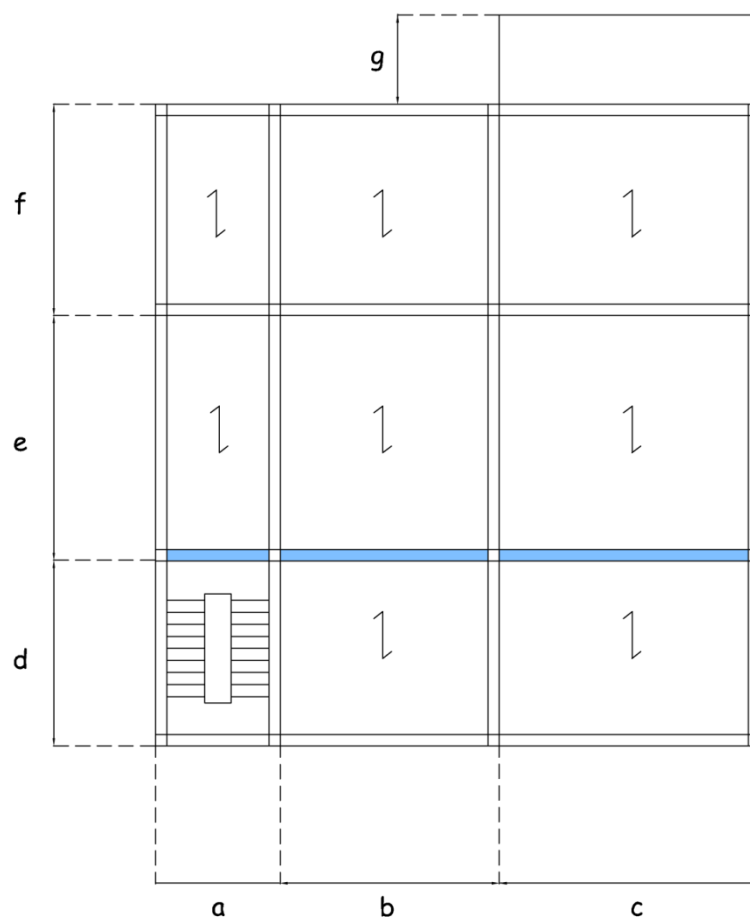
$$C_s = 0,06$$

$$C_v = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_\alpha = 0,015$$

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

In figura è riportata la pianta di un fabbricato per civile abitazione. Dopo avere effettuato il dimensionamento di massima e l'analisi dei carichi, il candidato valuti l'andamento delle caratteristiche di sollecitazione ed esegua verifica e progetto delle armature della travata indicata in figura.



Dati: $a = 280 \text{ cm}$, $b = 500 \text{ cm}$, $c = 550 \text{ cm}$, $d = 400 \text{ cm}$, $e = 550 \text{ cm}$, $f = 500 \text{ cm}$, $g = 120 \text{ cm}$

TRACCIA N. 5 (Architettura tecnica e progettazione edilizia)

Progettare una casa-studio per un medico e la sua famiglia composta da cinque persone. Il lotto di mq 1.100 è collocato in un'area periurbana con accesso su strada comunale di larghezza mt. 8,00, al suo

interno oltre alla residenza si dovrà prevedere anche una zona destinata a parcheggio. La costruzione si svilupperà su due livelli fuori terra e su un livello (opzionale) seminterrato destinato a box e cantine.

Il progetto complessivo dovrà essere definito attraverso i seguenti elaborati grafici:

- planimetria quotata, calcolo delle superfici, prospetti e sistemazione esterna (1:200);
- piante con arredi, prospetti e sezioni almeno in scala 1:100;
- schizzi che restituiscano la visione complessiva del progetto;
- breve relazione tecnica.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Ingegneria meccanica)

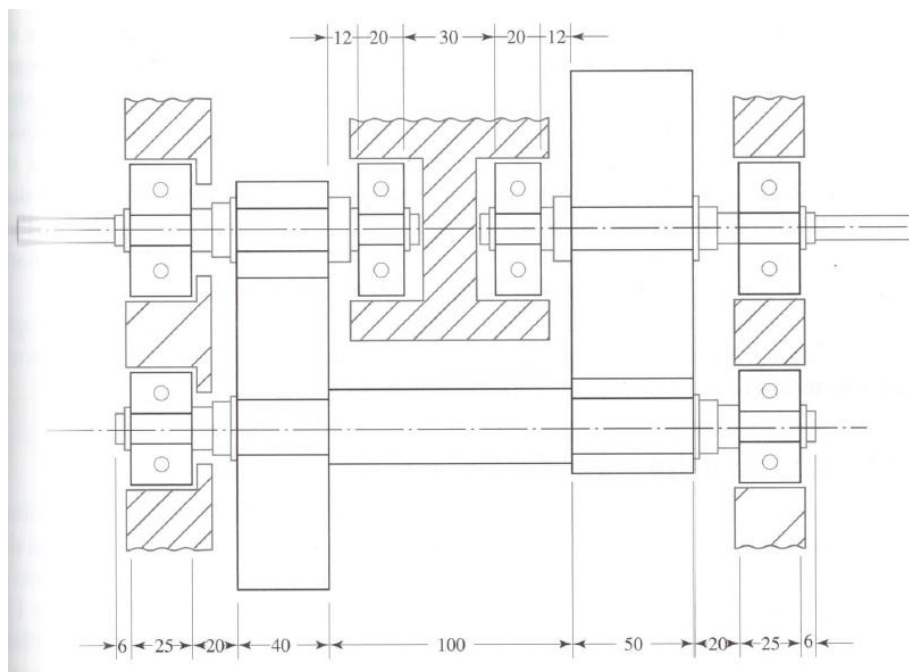
Il layout approssimativo di un riduttore di velocità è riportato in figura 1 e sono date le seguenti informazioni di progetto:

- Potenza trasmessa $W = 15 \text{ kW}$
- Velocità in ingresso $\omega_i = 1750 \text{ giri/min}$
- Velocità di rotazione per l'albero intermedio $\omega_a = 388.9 \text{ giri/min}$
- Velocità di rotazione per l'albero di uscita $\omega_u = 86.42 \text{ giri/min}$
- Numero minimo di denti per gli ingranaggi $N_{in} = 16$
- Modulo delle ruote $m = 4 \text{ mm}$

Si richiede al candidato di:

1. scegliere con senso critico il materiale per la realizzazione dell'albero intermedio,
2. rappresentare i diagrammi di taglio, momento flettente e momento torcente per l'albero intermedio,
3. dimensionare l'albero intermedio,
4. scegliere i cuscinetti dell'albero intermedio definendo lo schema di montaggio,
5. rappresentare graficamente l'albero intermedio con relativi cuscinetti e ruote dentate.

I parametri di progetto non assegnati possono essere definiti liberamente dal candidato che deve motivarne la scelta

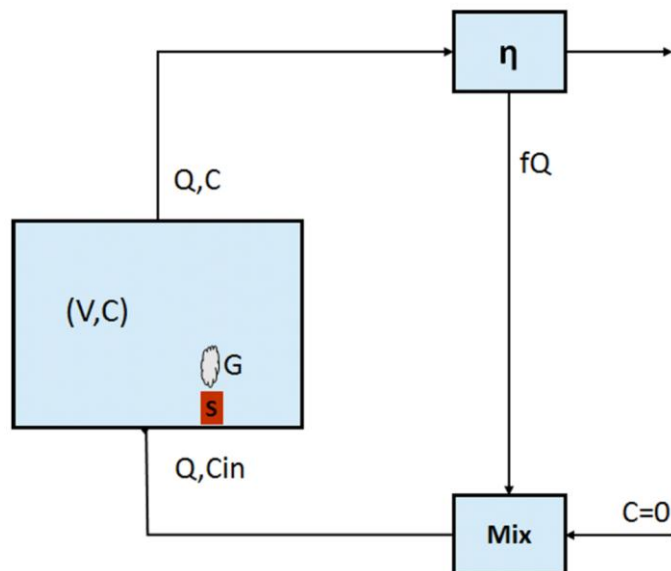


TRACCIA N. 7 (Ingegneria della sicurezza)

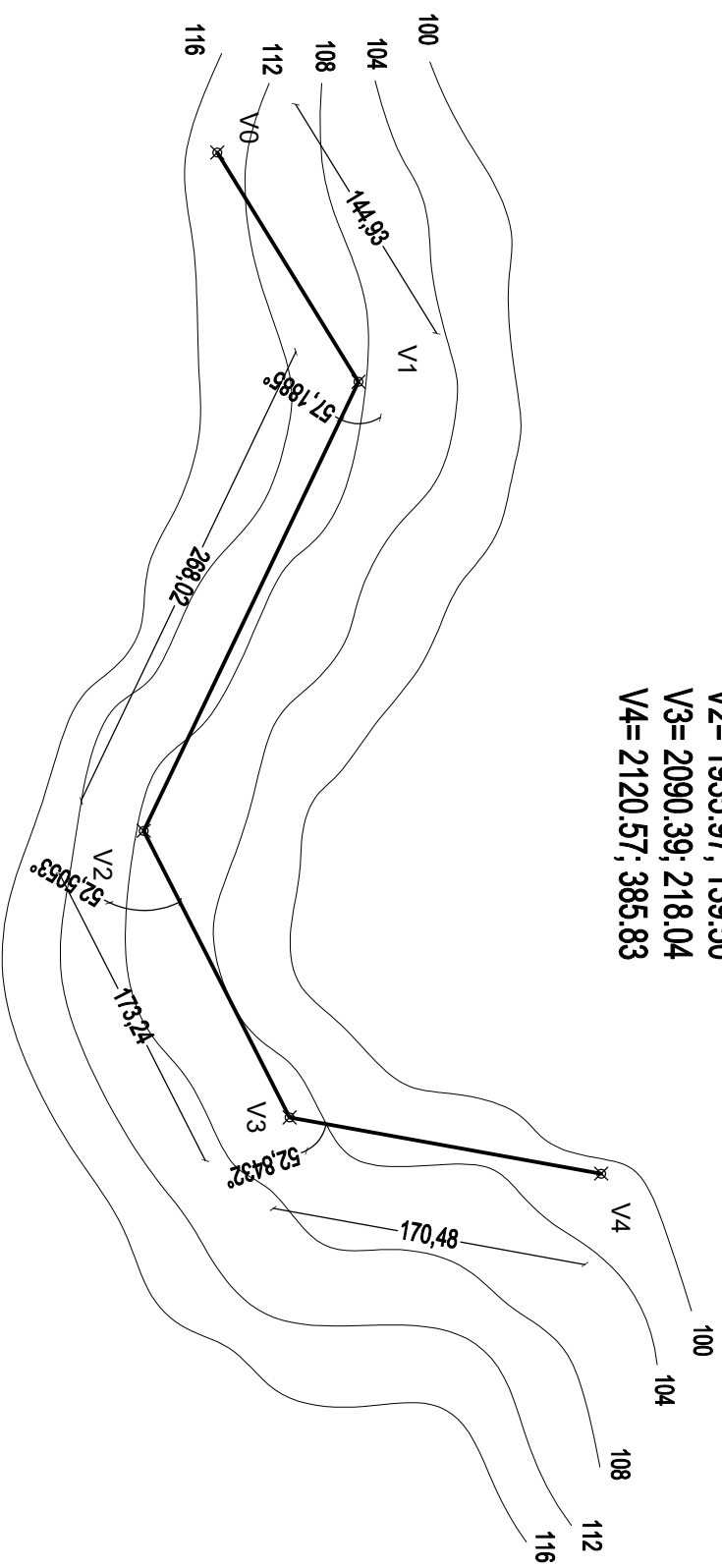
In un ambiente industriale di volume (V) pari a 3.000 m^3 , è presente una sorgente che emette un inquinante con una portata G di 63 g/h . L'aria estratta dal locale viene depurata dall'inquinante con una efficienza (η) pari al 95%. Volendo assicurare 3 ricambi ora e volendo riciclare parte dell'aria depurata, sapendo che il TLV dell'inquinante è pari a 10 mg/m^3 , nell'ipotesi di ambiente perfettamente miscelato, calcolare:

- la massima portata di ricircolo (f);
- la concentrazione (c) dell'inquinante durante il normale funzionamento;
- nel caso di malfunzionamento (efficienza pari al 30%) del depuratore determinare dopo quanto tempo si supera il TLV.

Si discuta, inoltre, quali pratiche si potrebbero attuare nel locale per monitorare il buon funzionamento del sistema e, nel caso di un inquinante in forma di polvere, i criteri progettuali di un impianto di presidio.



V0= 1570.77; 179.05
V1= 1694.16; 255.08
V2= 1935.97; 139.50
V3= 2090.39; 218.04
V4= 2120.57; 385.83



SCALA 1:4000



Planimetria area di studio

TEMA N.2

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2025 – PRIMA SESSIONE
SEZIONE A

4° PROVA

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato definisca la composizione planimetrica ed altimetrica di una strada di tipo F partendo dalla conoscenza dei vertici e delle isoipse riportati in allegato. In particolare, si richiede la definizione della planimetria di tracciamento, dei raccordi verticali e delle sezioni trasversali in tutti i punti di intersezione tra asse strada e isoipse.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Progettare il tratto terminale (collettore) della rete di drenaggio unitaria per la raccolta delle acque meteoriche nell'area urbana rappresentata in Figura. Il tratto terminale riceve in ingresso i deflussi meteorici solo nel nodo di monte (immissione da bacino) e li veicola sino al recapito finale costituito da un manufatto di scarico in mare (vedi figura). Il collettore va posato in trincea lungo una strada per la quale è stata rilevato l'andamento topografico tramite rilievo di dettaglio (vedi tabella).

Viene richiesto di:

1. *Dimensionare il collettore principale individuando i diametri nei vari tratti stradali (vedi tabella)*
2. *Verificare le velocità massime e minime nel collettore in funzione del materiale scelto per la sua realizzazione*
3. *Verificare il massimo grado di riempimento compatibile con le sue dimensioni e forma*
4. *Rappresentare il profilo longitudinale del collettore*
5. *Individuare il volume della vasca volano da inserire nella parte terminale del collettore assumendo una portata massima in uscita pari a 20 l/s per ogni ettaro di superficie impermeabile drenata.*

Dati di progetto:

- Area del bacino urbano $S = 32.8$ ha
- Percentuale area impermeabile 80%
- Tempo di corrivazione del bacino $t_c = 25$ min
- Curva di probabilità pluviometrica per $T=20$ anni:

$$h = 35.7 t^{0.375} \text{ per } t \leq 1 \text{ ora}$$

$$h = 34.5 t^{0.321} \text{ per } t > 1 \text{ ora}$$

con h altezza di pioggia in mm e t durata in ore.

- Topografia tratto stradale

Stazione	Quota (m.s.m)	Progressiva (m)		Stazione	Quota (m.s.m)	Progressiva (m)
Immissione	10.82	0		8	5.62	312.5
2	10.17	29.4		9	4.94	365.2
3	9.57	66.7		10	4.08	427.3
4	8.9	105.7		11	3.88	471.2
5	8.17	147		12	3.79	507.6
6	7.51	190.3		Scarico	3.78	519.5
7	6.47	253.6				

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

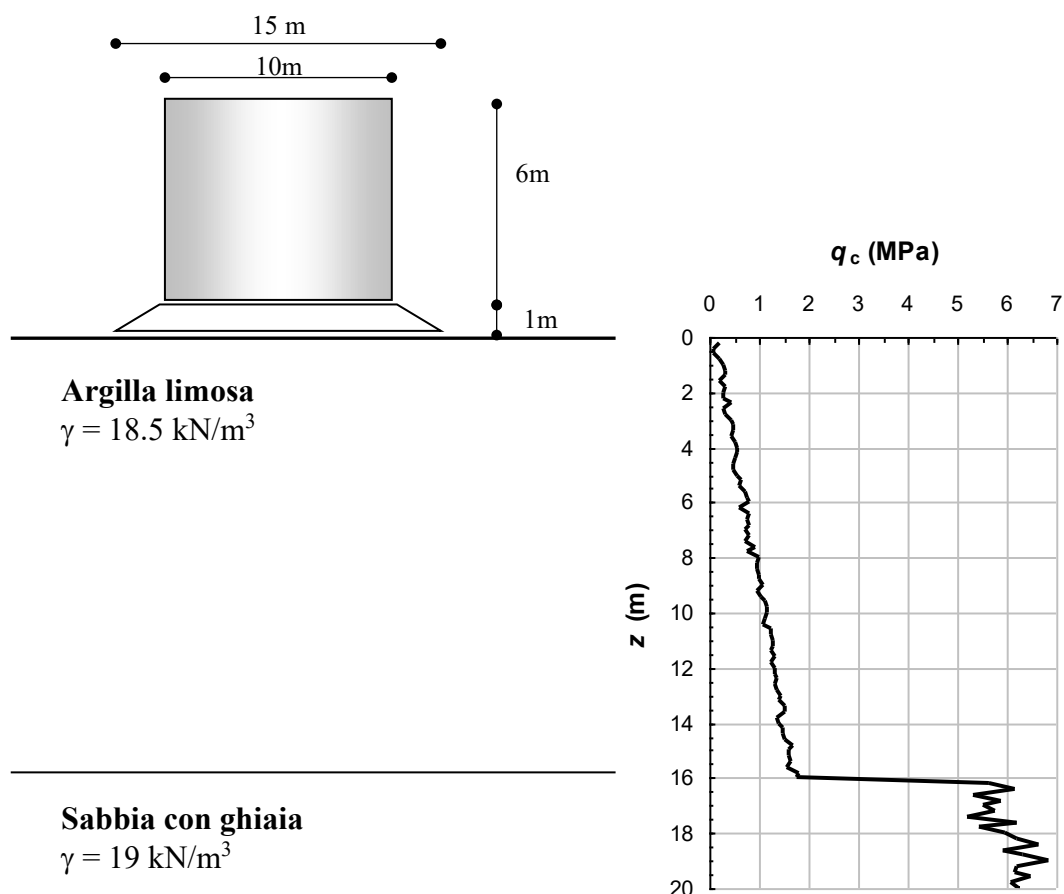
Un serbatoio circolare deve essere realizzato in un sito (la cui stratigrafia è descritta in figura), previa esecuzione di un rilevato in terra di altezza pari ad 1m che fungerà da fondazione.

Il candidato esegua le verifiche di sicurezza previste dal D.M. 17.01.2018 per gli stati limite di esercizio assumendo che il massimo cedimento differenziale tollerabile dalla fondazione del serbatoio sia pari a 3 cm.

Nelle analisi si assuma, inoltre, che:

- il peso delle pareti metalliche del serbatoio sia trascurabile;
- il peso dell'unità di volume del liquido contenuto nel serbatoio sia pari a 9 kN/m^3 ;
- il deposito di terreni sia interessato da una falda freatica con superficie libera posta ad 1 m dal piano campagna;
- l'opera sia inquadrabile come struttura sia di *Tipo 2*, con vita nominale $V_N = 75$ anni, e deve essere realizzata in provincia di Messina in un sito che il candidato può liberamente individuare.

I parametri meccanici dei terreni di fondazione del serbatoio possono essere desunti dai dati riportati in figura e nei grafici e tabelle allegate.



Letture eseguite in un piezometro tipo Casagrande installato, alla profondità di 8 m dal piano campagna, molto tempo prima della costruzione del rilevato.

$L = 4,12 \text{ m}$	a 10 giorni dall'installazione del piezometro
$L = 2,17 \text{ m}$	a 25 giorni dall'installazione del piezometro
$L = 1,82 \text{ m}$	a 33 giorni dall'installazione del piezometro

Per il sistema terreno-piezometro si assuma un tempo fondamentale di ritardo pari a 33 giorni

Risultati di prove di laboratorio eseguite su un campione di argilla limosa prelevato alla profondità di 5 m dal p.c.

$IP = 30 \%$	$w_L = 43 \%$	$w = 21 \%$	$\gamma_s = 19 \text{ kN/m}^3$	$S_r = 95 \%$
--------------	---------------	-------------	--------------------------------	---------------

Prova TRX-CID

Provino	Pressione di cella σ_3 (kPa)	Contro pressione u_{bp} (kPa)	Deviatore a rottura q_f (kPa)
1	100	50	68
2	200	50	221
3	300	50	345

Prova edometrica

$$e_0 = 0,57$$

$$C_c = 0,35$$

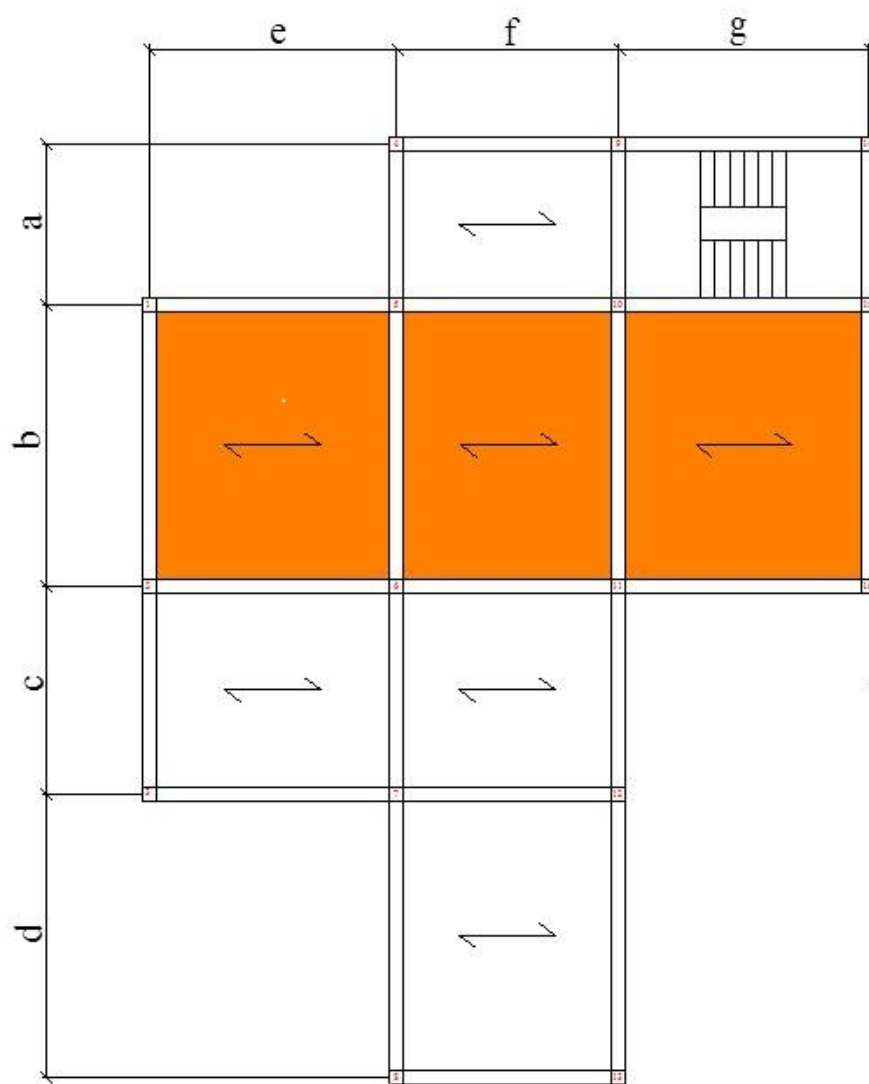
$$C_s = 0,06$$

$$C_v = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_\alpha = 0,015$$

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

In figura è riportata la pianta di un fabbricato per civile abitazione. Dopo avere effettuato il dimensionamento di massima e l'analisi dei carichi del solaio indicato in figura, il candidato valuti l'andamento delle caratteristiche di sollecitazione ed esegua verifica e progetto delle armature.



Dati: $a=300\text{cm}$, $b=550\text{cm}$, $c=500\text{cm}$, $d=500\text{cm}$, $e=500\text{cm}$, $f=480\text{cm}$, $g=500\text{cm}$.

TRACCIA N. 5 (Architettura tecnica e progettazione edilizia)

Progettare una casa-studio per un ingegnere (con tre collaboratori) e la sua famiglia (la cui composizione è lasciata alla libera interpretazione del candidato ma dovrà essere considerata la presenza di un componente diversamente abile). Il lotto di mq 1.000 è collocato in un'area periurbana con accesso su strada comunale di larghezza mt. 7,00, al suo interno oltre alla residenza si dovrà prevedere anche una zona destinata a parcheggio. La costruzione si svilupperà su due livelli fuori terra e su un livello (opzionale) seminterrato destinato a box e cantine.

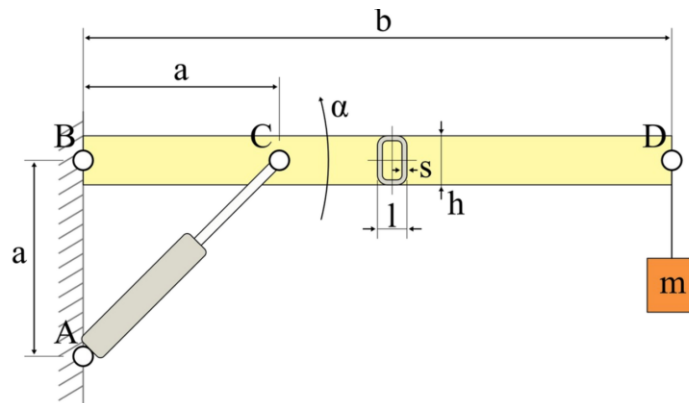
Il progetto complessivo dovrà essere definito attraverso i seguenti elaborati grafici:

- planimetria quotata, calcolo delle superfici, prospetti e sistemazione esterna in scala 1:200;
- piante con arredi, prospetti e sezioni almeno in scala 1:100;
- schizzi che restituiscano la visione complessiva del progetto;
- breve relazione tecnica.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Ingegneria meccanica)

Il sistema meccanico in figura rappresenta un braccio di sollevamento azionato da un cilindro idraulico (AC) a singolo effetto con pistone di diametro d che lavora ad una pressione massima p . Il carico da sollevare è una massa m . Il braccio BD è costituito da una trave a sezione costante rettangolare cava (larghezza l , spessore s e altezza h) e può ruotare di un angolo α .



Il candidato descriva dettagliatamente la procedura per il dimensionamento e la progettazione del sistema considerando le seguenti problematiche:

1. Dimensionamento dell'attuatore idraulico evidenziando la metodologia per il calcolo della corsa e della forza richiesti all'attuatore in condizioni statiche e dinamiche.
2. Dimensionamento della trave BD considerando i carichi applicati, tracciando i diagrammi delle azioni interne, e impostando la metodologia per il calcolo della freccia massima. Definire quindi una specifica per la scelta del materiale utilizzabile.
3. Descrivere i dispositivi che si dovrebbero installare sul macchinario per un funzionamento in sicurezza degli operatori e delle persone circostanti.

TRACCIA N. 7 (Ingegneria della sicurezza)

Il candidato applichi le metodologie richieste con lo scopo di eseguire un'analisi di sicurezza su un sistema di produzione di etilene mediante cracking termico:

- esecuzione della procedura di HazJd (Hazard Identification) qualitativa in forma di What-If;
- esecuzione di un'analisi Hazop;
- elencare i Top Event ritenuti plausibili;
- 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 forniti a tabella.
- Considerando lo scenario di VCE di una nube di 6 ton di etilene, si valuti la distanza dalla sorgente alla quale è attesa una sovrappressione di 0,1 bar utilizzando il metodo del TNT equivalente.

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

Il cracking termico degli idrocarburi è il principale processo per la produzione industriale dell'etilene. Nel cracking termico si formano importanti prodotti secondari, tra i quali il propilene, il butadiene e il benzene. Il metano e l'olio combustibile, di minor valore, sono anch'essi prodotti in quantità significative. Un parametro importante nella progettazione di forni commerciali per il cracking termico è la selettività verso il prodotto desiderato. Il cracking termico degli idrocarburi è condotto in reattori tubolari anche noti come cracking furnaces, crackers, cracking heaters, ecc.

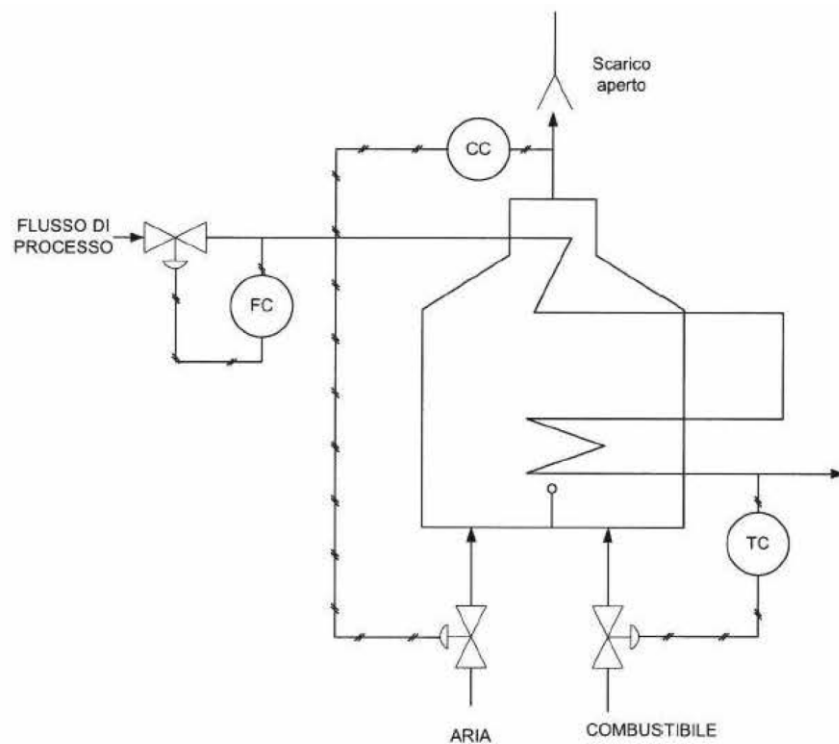
La reazione avviene nei serpentine di pirolisi posti nella sezione radiante del forno. Poiché durante la pirolisi si forma coke, in alimentazione viene aggiunto del vapore come diluente, il quale minimizza la reazione collaterale che genera coke e migliora la selettività verso le olefine, abbassando la pressione parziale degli idrocarburi. La temperatura della miscela composta dagli idrocarburi e dal vapore al momento dell'ingresso nella camera radiante (nota come temperatura di crossover) è compresa tra 500 e 700 °C. Temperature più basse vengono impiegate per miscele pesanti come il gasolio atmosferico (AGO, Atmospheric Gas Oil) e i gasoli da vuoto (VGO, Vacuum Gas Oils), per minimizzare il coking nella sezione convettiva, mentre per gas leggeri più refrattari, come l'etano e il propano, si impiegano temperature maggiori. Si può avere cracking incipiente anche a 400 °C. Tuttavia, per i gas leggeri la conversione incipiente è piuttosto bassa. A seconda del tempo di residenza nella zona radiante e della conversione richiesta, la temperatura in uscita dal serpentino è tipicamente mantenuta tra 775 e 950 °C e si utilizza un controllo di temperatura (TC) che agisce sulla valvola della linea di combustibile.

Il flusso di processo è regolato con l'ausilio di un controllo di flusso (FC) accoppiato alla valvola di tale linea. Di seguito sono elencate le caratteristiche del forno:

Numero di serpentine	50
Lunghezza del serpentino (m)	30
Diametro interno di un serpentino (mm)	100
Temperatura del gas in uscita (°C)	800

Temperatura del metallo in un serpentino pulito (°C)	1000
Temperatura massima del metallo (°C)	1150
Assorbimento medio di calore (kW/m ²)	80
Tempo di residenza (s)	0.5
Pressione in uscita (kPa)	200
Calo di pressione di un serpentino pulito (kPa)	70
Capacità produttiva di etilene (t/h)	18
Calore di combustione (kJ/kg)	50285

I fumi scaricati in atmosfera devono rispettare le concentrazioni per l'emissione in atmosfera secondo le norme vigenti. Per tale motivo si utilizza un controllo della concentrazione dei fumi di scarico (CC) che agisce sulla valvola della linea di aria.



Data Analysis							Component and failure mode						
Component and failure mode	Mean (h-1)	LB (h-1)	Median (h-1)	UB (h-1)	EF	Sources	Component and failure mode	Mean (h-1)	LB (h-1)	Median (h-1)	UB (h-1)	EF	Sources
1 Sensors							4 Pumps						
1.1 Pressure							4.1 Pumps, centrifugal, motor driven						
1.1.1 Fails to operate	6.3E-07	6.5E-08	3.2E-07	1.6E-06	4.9	1,2,3,4	4.1.1 Fails to start	2.6E-05	6.0E-06	1.7E-05	4.7E-05	2.8	3,4,6
1.1.2 Spurious operation	6.6E-07	2.9E-08	1.8E-07	1.1E-06	6.1	1,2,3,4	4.1.2 Fails to run	6.4E-05	1.7E-06	2.4E-05	3.3E-04	13.8	1,2,3,4,6
1.2 Temperature							4.2 Pumps, reciprocating, motor driven						
1.2.1 Fails to operate	2.5E-06	8.5E-08	8.3E-07	8.0E-06	9.7	1,2,3,4	4.2.1 Fails to start	2.3E-05	5.0E-06	1.5E-05	4.8E-05	3.1	3,4
1.2.2 Spurious operation	1.0E-06	9.3E-08	5.4E-07	3.2E-06	5.9	1,2,3,4	4.2.2 Fails to run	4.3E-05	1.2E-05	3.2E-05	9.0E-05	2.8	3
1.3 Flow							4.3 Pumps, turbine driven						
1.3.1 Fails to operate	2.7E-06	2.4E-07	1.5E-06	9.9E-06	6.4	1,2,3,4	4.3.1 Fails to start	9.9E-06	1.2E-06	6.2E-06	3.3E-05	5.3	1,3,6
1.3.2 Spurious operation	1.1E-06	4.5E-07	8.5E-07	1.6E-06	1.9	1,2,3,4	4.3.2 Fails to run	5.6E-04	5.4E-05	2.4E-04	1.1E-03	4.4	1,3,6
1.4 Level							4.4 Pumps, diesel driven						
1.4.1 Fails to operate	6.9E-07	2.0E-07	4.8E-07	1.2E-06	2.4	1,2,3,4	4.4.1 Fails to start	5.1E-05	6.0E-06	2.0E-05	6.8E-05	3.4	3,6
1.4.2 Spurious operation	5.2E-07	8.0E-08	2.9E-07	1.1E-06	3.7	1,2,3,4	4.4.2 Fails to run	2.5E-03	1.0E-04	1.6E-03	2.5E-02	15.9	3,6
2 Transmitters							5 Compressors						
2.1 Pressure							5.1 Compressor, motor driven						
2.1.1 Fails to obtain signal	7.3E-07	2.4E-07	5.9E-07	1.4E-06	2.4	2,3,4	5.1.1 Fails to start	1.4E-05	2.8E-06	1.4E-05	7.0E-05	5.0	6
2.2 Temperature							5.1.2 Fails to run	1.0E-04	1.0E-05	1.0E-04	1.0E-03	10.0	6
2.2.1 Fails to obtain signal	5.3E-07	9.6E-08	3.9E-07	1.6E-06	4.0	2,3,4	5.2 Compressor, turbine driven						
2.3 Flow							5.2.1 Fails to start	1.8E-05	3.2E-06	9.9E-06	3.0E-05	3.1	1,3
2.3.1 Fails to obtain signal	3.2E-06	1.4E-06	2.7E-06	5.4E-06	2.0	2,3,4	5.2.2 Fails to run	No data available					
2.4 Level							6 Batteries, rectifiers, inverters						
2.4.1 Fails to obtain signal	8.9E-07	1.2E-07	5.2E-07	2.3E-06	4.3	2,3,4	6.1 Batteries						
3 Valves							6.1.1 Fails to provide power	1.2E-06	2.3E-07	9.2E-07	3.6E-06	4.0	1,3,4,5
3.1 Air operated valves							6.2 Rectifier						
3.1.1 Fails to operate	1.7E-05	5.5E-06	1.2E-05	2.8E-05	2.3	3,4,5,7	6.2.1 Loss of output	9.9E-07	2.3E-07	6.7E-07	2.0E-06	2.9	1,3,4
3.1.2 Spurious operation	1.7E-05	2.3E-07	1.5E-06	1.0E-05	6.7	1,2,3,5,6	6.3 Inverter						
3.2 Solenoid							6.3.1 Loss of output	1.4E-05	1.5E-06	8.2E-06	4.3E-05	5.3	1,3,4,5
3.2.1 Fails to operate	2.6E-07	8.2E-08	1.9E-07	4.2E-07	2.3	4	7 Switches						
3.2.2 Spurious operation	6.3E-07	1.4E-07	6.2E-07	2.7E-06	4.3	1,2,6	7.1 Relay						
3.3 Motor operated valves							7.1.1 Fails to operate	3.5E-08	2.4E-09	2.9E-08	3.4E-07	11.9	2,6
3.3.1 Fails to operate	6.8E-06	2.2E-06	5.1E-06	1.2E-05	2.3	3,4	7.1.2 Spurious operation	2.0E-07	1.5E-08	1.9E-07	2.3E-06	12.3	1,2,6
3.3.2 Spurious operation	9.5E-07	1.6E-07	7.5E-07	3.4E-06	4.6	1,2,3	7.2 Electronic limit switch						
3.4 Control valve							7.2.1 Fails to operate	5.9E-08	6.4E-09	2.9E-08	1.3E-07	4.6	4,6
3.4.1 Fails to operate	5.9E-06	3.7E-06	5.9E-06	9.5E-06	1.6	3,4	7.2.2 Spurious operation	7.2E-07	1.6E-07	9.2E-07	5.3E-06	5.8	4,6
3.4.2 Spurious operation	8.3E-07	6.5E-08	5.3E-07	4.4E-06	8.3	3,5	8 Breakers						
3.5 Check valve							8.1 Breakers, 6-10 kV						
3.5.1 Fails to open	1.1E-07	9.6E-09	5.2E-08	2.8E-07	5.4	3,4,5	8.1.1 Fails to operate	2.5E-06	2.8E-07	1.1E-06	4.1E-06	3.8	3,4
3.5.2 Fails to close	2.2E-07	2.4E-08	1.0E-07	4.1E-07	4.1	3,4,5	8.1.2 Spurious operation	1.2E-06	1.8E-07	6.9E-07	2.6E-06	3.8	3,4
3.6 Safety valve, spring operated							8.2 Breakers, < 1 kV						
3.6.1 Fails to open	6.2E-08	3.3E-09	3.3E-08	3.4E-07	10.3	1,5,7	8.2.1 Fails to operate	1.9E-07	8.5E-08	1.8E-07	3.9E-07	2.1	3,4
3.6.2 Spurious opening	8.6E-07	2.1E-07	1.1E-06	5.5E-06	5.1	4,5	8.2.2 Spurious operation	1.6E-07	6.4E-08	1.3E-07	2.8E-07	2.1	3,4
3.7 Safety valve, pilot operated													
3.7.1 Fails to open	4.8E-07	1.0E-08	1.3E-07	1.8E-06	13.2	1,4,5							
3.7.2 Spurious opening	4.4E-06	8.6E-07	5.6E-06	3.6E-06	6.5	4,5							

Component and failure mode	Mean (h-1)	LB (h-1)	Median (h-1)	UB (h-1)	EF	Sources	Table 14-A-2. Operator Error Estimates (Kletz).		
9 Busbar							No.	Description	HEP
9.1 Busbar, 5 < U < 20 kV							1	Omission or incorrect execution of step in a familiar startup routine	0.001
9.1.1 Fails to provide power	4.1E-07	1.1E-07	3.1E-07	8.6E-07	2.8	4	2	Failure to respond to audible alarm in quiet control room by pressing single button	0.001
9.2 Busbar, < 1 kV							3	Failure to respond to audible alarm in quiet control room by some more complex actions such as going outside and selecting correct valve among many	0.01
9.2.1 Fails to provide power	1.7E-07	7.6E-08	1.5E-07	3.0E-07	2.0	4	4	Failure to respond to audible alarm in busy control room within 10 minutes	0.1
10 Diesel driven generators							5	Failure to carry out rapid and complex actions to avoid serious incident such as an explosion	0.5
10.1 Fails to start	1.5E-04	2.8E-05	9.8E-05	3.5E-04	3.5	1,3,4,6			
10.2 Fails to run	3.4E-03	6.3E-04	3.6E-03	2.0E-02	5.7	1,4,6			
11 Transformers									
11.1 Power transformers									
11.1.1 Fails to provide power	1.7E-06	2.3E-07	1.2E-06	6.1E-06	5.2	1,2,4,5,6			
11.2 Instrument transformers									
11.2.1 Fails to provide power	6.7E-07	1.0E-07	7.6E-07	5.5E-06	7.2	2,6			
12 Fuses									
12.1 Fails to open	2.8E-09	2.8E-10	2.8E-09	2.8E-08	10.0	6			
12.2 Premature opening	3.7E-07	1.6E-08	1.6E-07	1.7E-06	10.2	1,6			
13 Pipings									
13.1 D<75mm									
13.1.1 Leakage	5.7E-10	2.1E-11	2.1E-10	2.1E-09	10.0	9			
13.1.2 Break	1.1E-10	4.5E-13	1.3E-11	4.0E-10	30.0	9			
13.2 75<D<150mm									
13.2.1 Leakage	2.3E-10	8.6E-12	8.6E-11	8.6E-10	10.0	9			
13.2.2 Break	3.4E-11	1.3E-13	4.0E-12	1.2E-10	30.0	9			
14 Static Pressure Vessels									
14.1 Basic Failure Rate	1.1E-10	4.3E-13	1.3E-11	3.9E-10	30.0	9			
14.2 Catastrophic failure instantaneous release	5.7E-11	2.2E-13	6.7E-12	2.0E-10	30.0	9			
14.3 Catastrophic failure short continuous release	5.7E-11	2.2E-13	6.7E-12	2.0E-10	30.0	9			
14.4 Leakage from a 10 mm hole	1.1E-09	4.1E-11	4.1E-10	4.1E-09	10.0	9			
15 Static single walled vessels									
15.1 Catastrophic failure	1.1E-09	4.3E-12	1.3E-10	3.9E-09	30.0	9			
16 Reactor vessels and process vessels (e.g.heat exchangers)									
16.1 Basic Failure Rate	1.1E-09	4.3E-12	1.3E-10	3.9E-09	30.0	9			
16.2 Catastrophic failure instantaneous release	5.7E-10	2.2E-12	6.7E-11	2.0E-09	30.0	9			
16.3 Catastrophic failure short continuous release	5.7E-10	2.2E-12	6.7E-11	2.0E-09	30.0	9			
16.4 Leakage from a 10 mm hole	1.1E-08	4.1E-10	4.1E-09	4.1E-08	10.0	9			

Table 14-A-2. Operator Error Estimates (Kletz).

No.	Description	HEP
1	Omission or incorrect execution of step in a familiar startup routine	0.001
2	Failure to respond to audible alarm in quiet control room by pressing single button	0.001
3	Failure to respond to audible alarm in quiet control room by some more complex actions such as going outside and selecting correct valve among many	0.01
4	Failure to respond to audible alarm in busy control room within 10 minutes	0.1
5	Failure to carry out rapid and complex actions to avoid serious incident such as an explosion	0.5

Table 14-A-3. THERP Estimated HEP's related to failure of administrative control.

No.	Description	HEP	EF
1	Carry out a plant policy or scheduled tasks such as periodic tests or maintenance performed weekly, monthly or at longer intervals	0.01	5
2	Initiated a scheduled shiftly checking or inspection function	0.001	3
3	Use written operations procedures under normal operating conditions	0.01	3
4	Use written operations procedures under abnormal operating conditions	0.005	10
5	Use a valve change list or restoration list	0.01	3
6	Use written test or calibration procedures	0.05	5
7	Use written maintenance procedure	0.3	5
8	Use a checklist properly	0.5	5

THERP: Technique for Human Error Rate Prediction

HEP: Human Error Probabilities (dimensionless)

EF: Error factor. EF created the symmetric area around the nominal HEP uncertainty interval. The lower and upper interval values are respectively obtained with HEP/EF and HEP*EF. When an upper bound of HEP < 1 is obtained, use a log-normal probability distribution function.

<i>Outage time (%)</i>	<i>Proportion of outages (%)</i>
< 0.01	1.1
0.01–0.032	6.1
0.032–0.1	18.7
0.1–0.32	37.9
0.32–1.0	12.6
1.0–3.2	11.7
3.2–10	8.4

<i>Duration of power failure t (min)</i>	<i>No. of incidents</i>
Momentary	13
$t < 1$	3
$1 \leq t < 10$	2
$10 \leq t < 60$	4
$t \geq 60$	6
Total	28

	Failure rate ^a (failures/d)
Diesel engine	0.008
Electric generator	0.0014
Electric motor	0.0014
Steam turbine	0.000057
Solenoid valves	0.0000063
Pneumatic valve	0.00011
Globe valve	0.0034

^a Literature values.

<i>Equipment</i>	<i>Failure rate*</i> (failures/10 ⁶ h)
Drives for spreader stoker:	
Electric drive	0.3
Steam drive	50
Boiler feedwater pump	0.9
Condensate collection and return	10
Water/wall tubes	57
Steam generating tubes	0.3
Superheater	0.4
Air preheater	1.1
Fans	
Overfire air	57
Induced draft	1.1
Drives for fans	
(forced draft, overfire air, induced draft)	
Electric drive	2
Steam drive	3
Ash conveyor	10

^a Sources of data are Edison Electric Institute (EEI), Hartford Steam Boiler (HSE) and automobile company.

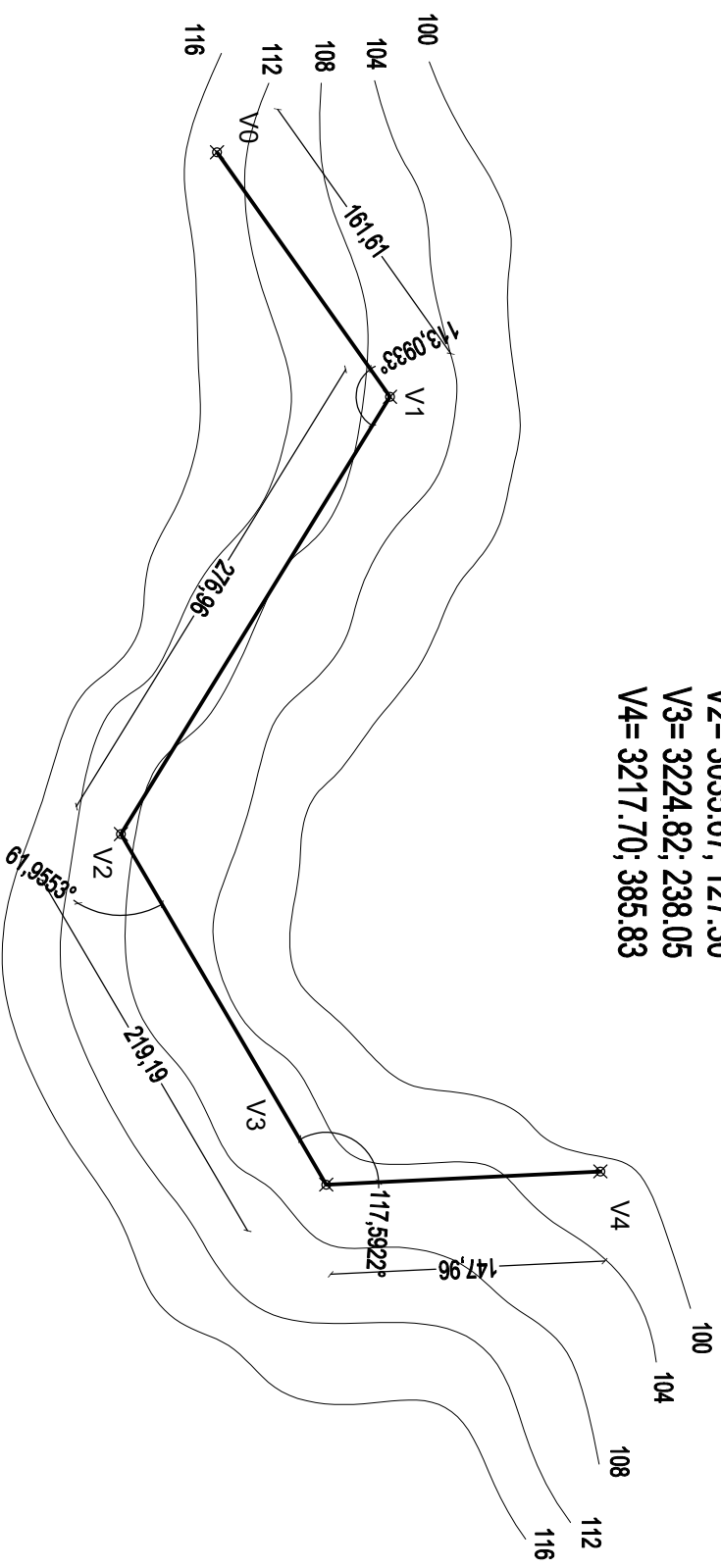
	<i>No. of cases</i>	<i>Proportion (%)</i>
Cracking/overheating	36	26.1
Cracking/freezing	13	9.4
Mechanical breakage	6	4.4
Bearings and journals/scoring	18	13.0
Engine block/breakage	11	10.1
Pistons/breakage	9	6.5
Valves/breakage	7	5.1
General mechanical	20	14.5
Piston rings/breakage	7	5.1
Crankshaft/cracking—breaking	8	5.8
Total	138	100.0

	For individual dies	Over station	Diesds or stations
Failure to start	5.0×10^{-3}	5.2×10^{-5}	5.0×10^{-3}
Failure to load-run	9.6×10^{-3}	9.5×10^{-5}	9.3×10^{-3}

Instrument	Results/year
Controller	0.29
Control valve	0.60
Flow measurement (fluids)	1.14
Flow measurement (solids)	3.75
Flow switch	1.12
Gas-liquid chromatograph	30.6
Hand valve	0.13
Indicator lamp	0.044
Level measurement (liquids)	1.70
Level measurement (solids)	6.86
Oxygen analyzer	5.65
pH meter	5.88
Pressure measurement	1.41
Pressure relief valve	0.022
Pressure switch	0.14
Solenoid valve	0.42
Stepper motor	0.044
Strip chart recorder	0.22
Thermocouple temperature measurement	0.52
Thermometer temperature measurement	0.027
Valve positioner	0.44

¹Selected from Frank P. Lees, *Loss Prevention in the Process Industries* (London: Butterworths, 1986), p. 343.

V0= 2667.90; 179.05
V1= 2799.79; 272.44
V2= 3035.67; 127.30
V3= 3224.82; 238.05
V4= 3217.70; 385.83



SCALA 1:4000



Planimetria area di studio

TEMA N.3

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2025 – PRIMA SESSIONE
SEZIONE A

4° PROVA

SETTORE: CIVILE – AMBIENTALE

TRACCIA N. 1 (Costruzioni Stradali e Trasporti)

Il candidato definisca la composizione planimetrica ed altimetrica di una strada di tipo F partendo dalla conoscenza dei vertici e delle isoipse riportati in allegato. In particolare, si richiede la definizione della planimetria di tracciamento, del profilo longitudinale dell'asse stradale e dei profili dei fossi di guardia destro e sinistro.

TRACCIA N. 2 (Idraulica e Costruzioni Idrauliche)

Progettare il tratto terminale (collettore) della rete di drenaggio unitaria per la raccolta delle acque meteoriche nell'area urbana rappresentata in Figura. Il tratto terminale riceve in ingresso i deflussi meteorici solo nel nodo di monte (immissione da bacino) e li veicola sino al recapito finale costituito da un manufatto di scarico in mare (vedi figura). Il collettore va posato in trincea lungo una strada per la quale è stata rilevato l'andamento topografico tramite rilievo di dettaglio (vedi tabella).

Viene richiesto di:

1. *Dimensionare il collettore principale individuando i diametri nei vari tratti stradali (vedi tabella)*
2. *Verificare le velocità massime e minime nel collettore in funzione del materiale scelto per la sua realizzazione*
3. *Verificare il massimo grado di riempimento compatibile con le sue dimensioni e forma*
4. *Rappresentare il profilo longitudinale del collettore*
5. *Individuare il volume della vasca volano da inserire nella parte terminale del collettore assumendo una portata massima in uscita pari a 20 l/s per ogni ettaro di superficie impermeabile drenata.*

Dati di progetto:

- Area del bacino urbano $S = 32.8$ ha
- Percentuale area impermeabile 80%
- Tempo di corrivazione del bacino $t_c = 25$ min
- Curva di probabilità pluviometrica per $T=20$ anni:

$$h = 35.7 t^{0.375} \text{ per } t \leq 1 \text{ ora}$$

$$h = 34.5 t^{0.321} \text{ per } t > 1 \text{ ora}$$

con h altezza di pioggia in mm e t durata in ore.

- Topografia tratto stradale

Stazione	Quota (m.s.m)	Progressiva (m)		Stazione	Quota (m.s.m)	Progressiva (m)
Immissione	10.82	0		8	5.62	312.5
2	10.17	29.4		9	4.94	365.2
3	9.57	66.7		10	4.08	427.3
4	8.9	105.7		11	3.88	471.2
5	8.17	147		12	3.79	507.6
6	7.51	190.3		Scarico	3.78	519.5
7	6.47	253.6				

TRACCIA N. 3 (Geotecnica)

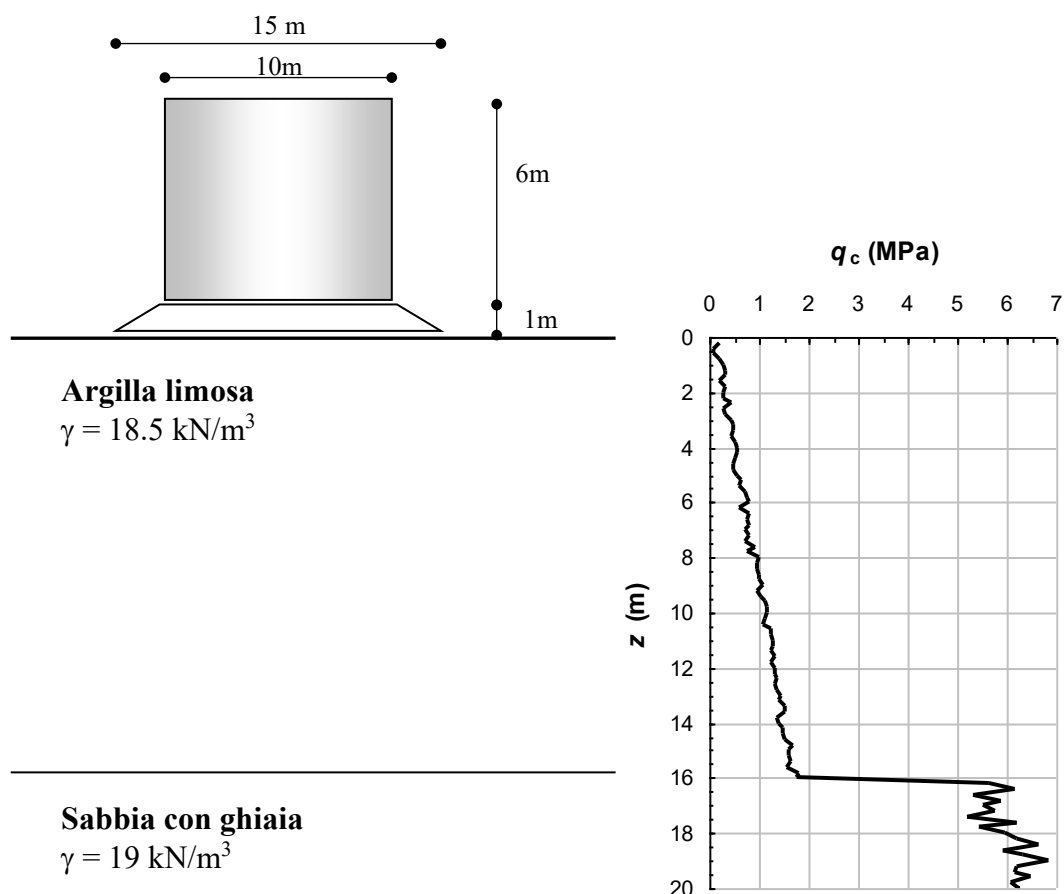
Un serbatoio circolare deve essere realizzato in un sito (la cui stratigrafia è descritta in figura), previa esecuzione di un rilevato in terra di altezza pari ad 1m che fungerà da fondazione.

Il candidato esegua le verifiche di sicurezza previste dal D.M. 17.01.2018 per gli stati limite di esercizio assumendo che il massimo cedimento differenziale tollerabile dalla fondazione del serbatoio sia pari a 3 cm.

Nelle analisi si assuma, inoltre, che:

- il peso delle pareti metalliche del serbatoio sia trascurabile;
- il peso dell'unità di volume del liquido contenuto nel serbatoio sia pari a 9 kN/m^3 ;
- il deposito di terreni sia interessato da una falda freatica con superficie libera posta ad 1 m dal piano campagna;
- l'opera sia inquadrabile come struttura sia di *Tipo 2*, con vita nominale $V_N = 75$ anni, e deve essere realizzata in provincia di Messina in un sito che il candidato può liberamente individuare.

I parametri meccanici dei terreni di fondazione del serbatoio possono essere desunti dai dati riportati in figura e nei grafici e tabelle allegate.



Letture eseguite in un piezometro tipo Casagrande installato, alla profondità di 8 m dal piano campagna, molto tempo prima della costruzione del rilevato.

$L = 4,12 \text{ m}$	a 10 giorni dall'installazione del piezometro
$L = 2,17 \text{ m}$	a 25 giorni dall'installazione del piezometro
$L = 1,82 \text{ m}$	a 33 giorni dall'installazione del piezometro

Per il sistema terreno-piezometro si assuma un tempo fondamentale di ritardo pari a 33 giorni

Risultati di prove di laboratorio eseguite su un campione di argilla limosa prelevato alla profondità di 5 m dal p.c.

$IP = 30 \%$	$w_L = 43 \%$	$w = 21 \%$	$\gamma_s = 19 \text{ kN/m}^3$	$S_r = 95 \%$
--------------	---------------	-------------	--------------------------------	---------------

Prova TRX-CID

Provino	Pressione di cella σ_3 (kPa)	Contro pressione u_{bp} (kPa)	Deviatore a rottura q_f (kPa)
1	100	50	68
2	200	50	221
3	300	50	345

Prova edometrica

$$e_0 = 0,57$$

$$C_c = 0,35$$

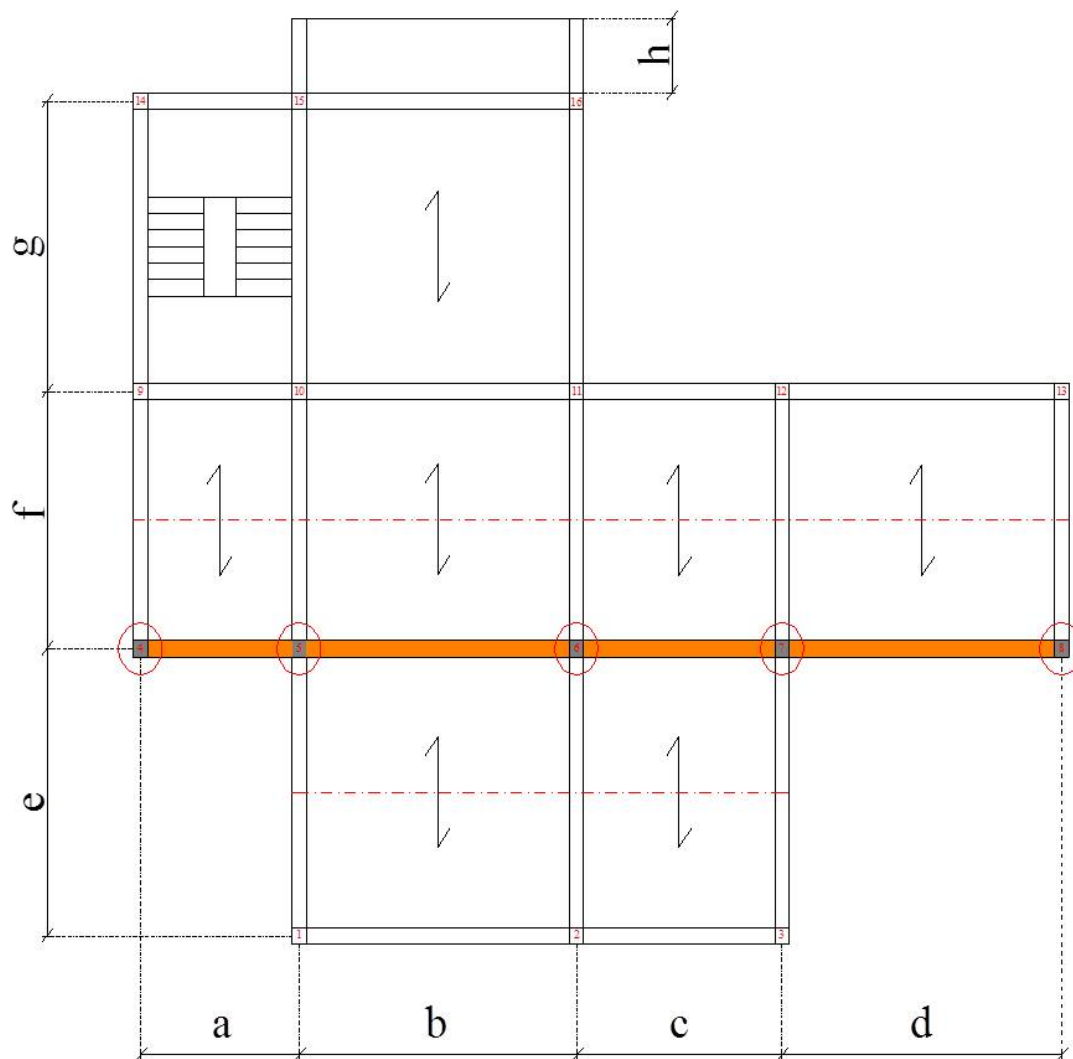
$$C_s = 0,06$$

$$C_v = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_\alpha = 0,015$$

TRACCIA N. 4 (Scienza e Tecnica delle Costruzioni)

In figura è riportata la pianta di un fabbricato per civile abitazione. Dopo avere effettuato il dimensionamento di massima e l'analisi dei carichi, il candidato valuti l'andamento delle caratteristiche di sollecitazione ed esegua verifica e progetto delle armature della travata indicata in figura.



Dati: a=350cm, b=590cm, c=450cm, d=500cm, e=550cm, f=500cm, g=480cm, h=130cm.

TRACCIA N. 5 (Architettura tecnica e progettazione edilizia)

Il candidato sviluppi il progetto di un complesso residenziale costituito da 6 case a schiera unifamiliari. Le residenze sono collocate all'interno di un'area periurbana rettangolare di 75x45 ml, l'accessibilità al

lotto avviene da sud attraverso una strada locale di 7 ml di larghezza. Le singole case a schiera dovranno essere organizzate su due livelli con superficie complessiva di 145 mq, escluse zone accessorie (balconi, giardini, terrazze...), inoltre deve essere previsto un posto auto per abitazione. È necessario individuare all'interno del lotto uno spazio di parcheggio condominiale attrezzato anche per motorini e biciclette.

Il progetto dovrà essere definito attraverso i seguenti elaborati grafici:

- planimetria quotata con calcolo delle superfici, prospetti e sistemazione degli spazi esterni (1:200);
- casa tipo (1:50): piante quotate dei due livelli, con arredi; almeno una sezione trasversale sulla scala; almeno un prospetto;
- schizzi che restituiscano la visione complessiva del progetto;
- breve relazione tecnica.

SETTORE: INDUSTRIALE

TRACCIA N. 6 (Ingegneria meccanica)

Si consideri la formatura superplastica di un tubo a sezione circolare, in lega di alluminio. Il tubo ha diametro esterno iniziale di 2 cm e spessore iniziale di 2 mm; la deformazione avviene a 500 °C, immettendo un gas in pressione all'interno del tubo per aumentarne il diametro. Si assuma la seguente relazione tra lo sforzo (σ) e la velocità di deformazione reale ($\dot{\epsilon}$) nella parete del tubo:

$$\sigma = K \cdot (\dot{\epsilon})^{0,8} \cdot d$$

dove K è pari a $2 \cdot 10^8$ MPa s^{0,8} m⁻¹ e d è la dimensione media del grano nel materiale.

Per calcolare lo sforzo tangenziale, si applichi l'approssimazione di tubo a parete sottile. Con questa approssimazione, si valuti la deformazione radiale assumendo che durante l'espansione del tubo il volume del materiale si mantenga costante. Si consideri trascurabile la deformazione assiale.

- 1) Si determini l'andamento nel tempo della pressione interna che permetta di mantenere costante la velocità di deformazione reale, pari a 10^{-3} s⁻¹. La pressione esterna è sempre uguale a 1 bar. Si valuti il tempo necessario per raddoppiare il diametro del tubo e si calcoli il valore che raggiunge la pressione interna quando è trascorso questo tempo.
- 2) Si determini l'andamento nel tempo e il valore finale della pressione in due casi:
 - a. la dimensione media del grano è 5 μ m e non varia durante la deformazione,
 - b. la dimensione media del grano varia nel tempo t secondo la relazione
$$d^2 = d_0^2 + \alpha \cdot t$$
dove d_0 è la dimensione iniziale (5 μ m) e α vale $9 \cdot 10^{-15}$ m² s⁻¹.
- 3) Si determini l'andamento nel tempo della velocità di deformazione reale che si ottiene applicando una pressione interna costante, pari a 10 bar. La pressione esterna è sempre uguale a 1 bar. Si valuti il tempo necessario per raddoppiare il diametro del tubo e si calcoli il valore che raggiunge la velocità di deformazione reale quando è trascorso questo tempo.

Si assuma che la dimensione media del grano sia uguale a 5 μ m e che rimanga costante durante la deformazione.
- 4) Si spieghi come è possibile rallentare o inibire la crescita del grano durante la deformazione.
- 5) Si descriva un processo tecnologico idoneo per realizzare il tubo con le dimensioni iniziali e con la microstruttura adatta alla successiva deformazione superplastica.

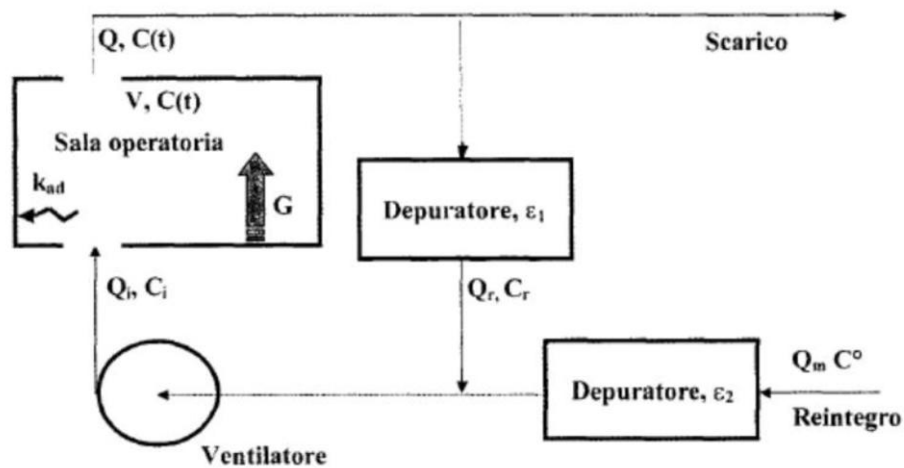
TRACCIA N. 7 (Ingegneria della sicurezza)

Un sistema di ventilazione per una sala operatoria viene mostrato nella figura riportata di seguito. Il sistema di manutenzione inavvertitamente installa lo scarico proveniente da una nuova cappa di laboratorio vicino alla presa d'aria di reintegro per la sala operatoria, che aspira, quindi, aria contaminata da alcool etilico. Sulla base dei parametri sotto riportati, si chiede di calcolare la concentrazione di alcool etilico nella sala operatoria in condizioni stazionarie e quanto tempo deve passare affinché il personale cominci a sentire l'odore di alcool (l'alcol etilico ha una soglia olfattiva pari a 40 mg/m^3).

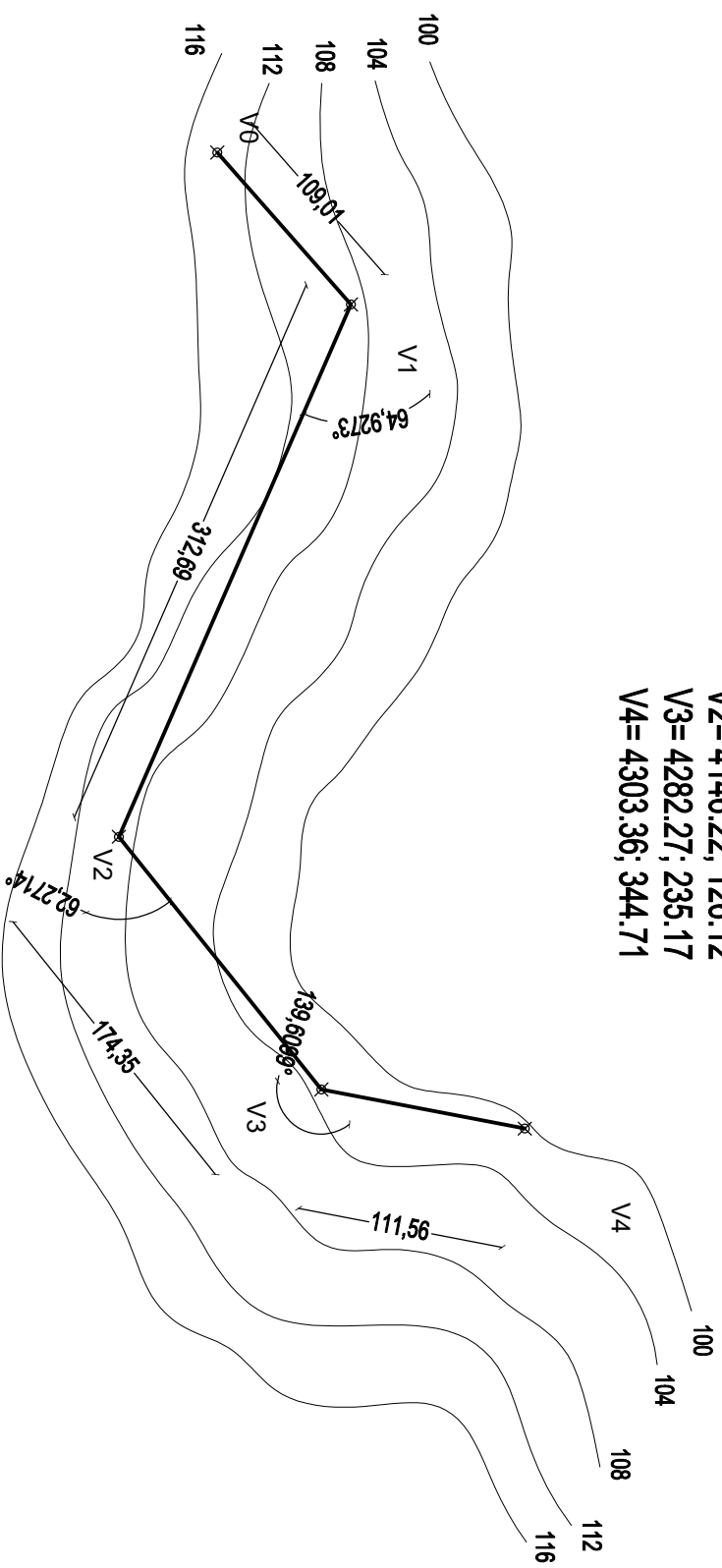
Le caratteristiche del sistema di ventilazione sono di seguito riportate:

- Volume della sala operatoria $V = 50 \text{ m}^3$;
- Superficie assorbente totale nella sala operatoria $A_s = 85 \text{ m}^2$
- Costante di velocità di assorbimento $k_{ad} = 0.001 \text{ m/s}$
- Portata di evaporazione di alcool etilico nella sala operatoria $G = 1 \text{ g/min}$
- Concentrazione iniziale di alcool etilico nella sala operatoria $C_0 = 10 \text{ mg/m}^3$
- Concentrazione di alcool etilico nell'aria in ingresso $C_a = 10 \text{ mg/m}^3$
- Portata di aria in ingresso $Q = 20 \text{ m}^3/\text{min}$
- Permeanza dei filtri a carbone attivo $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0.05$
- Rapporto di reintegro $f_r = Q_m/Q = 0.9$

Effettuare una analisi Hazop del sistema.



V0= 3777.79; 179.05
V1= 3859.60; 251.10
V2= 4146.22; 126.12
V3= 4282.27; 235.17
V4= 4303.36; 344.71



SCALA 1:4000



Planimetria area di studio