



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA

## Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere (sez. A)

Seconda Sessione – 2017

### Prova pratica

Il candidato scelga e sviluppi in dettaglio uno degli argomenti di seguito indicati e relativi alle materie caratterizzanti la classe di laurea corrispondente al proprio percorso formativo:

**Classe di Laurea LM-4 (Architettura e Ingegneria Edile-Architettura) e Classe di Laurea 4/S (Architettura e Ingegneria Edile) – Ing. Edile (V.O.)**

- a) Analisi demografica per la stima di una nuova domanda residenziale (Allegato B1).
- b) Progettazione di un edificio residenziale in linea (Allegato B2).
- c) Progettazione di almeno dieci unità di abitazione a schiera modulari (Allegato B3).

**Classe di Laurea LM-23 e Classe di Laurea 28/S (Ingegneria Civile)**

- a) Analisi del rischio idraulico in corrispondenza di un ponte (Allegato A1).
- b) Progetto di una paratia (Allegato A2).
- c) Progetto della regolazione semaforica di una intersezione (Allegato A3).
- d) Progetto di un edificio destinato a civile abitazione (Allegato A4).
- e) Progettazione di una strada di tipo C1 (Allegato A5).



**Classe di Laurea LM-35 e Classe di Laurea 38/S (Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio)**

- a) Analisi del rischio idraulico in corrispondenza di un ponte (Allegato A1).
- b) Valutazione della capacità di trattamento ed adeguamento funzionale di un impianto di depurazione esistente (Allegato A6)

**Classe di Laurea LM-33 (Ingegneria Meccanica), Classe di Laurea LM-31 (Ingegneria Gestionale) e Classe di Laurea LM-30 (Ingegneria Energetica e Nucleare)**

- a) Progettazione di layout di un'azienda dedicata alla produzione di componenti meccanici di precisione (Allegato C1).
- b) Sistema produttivo per la produzione di tre componenti (Allegato C2).

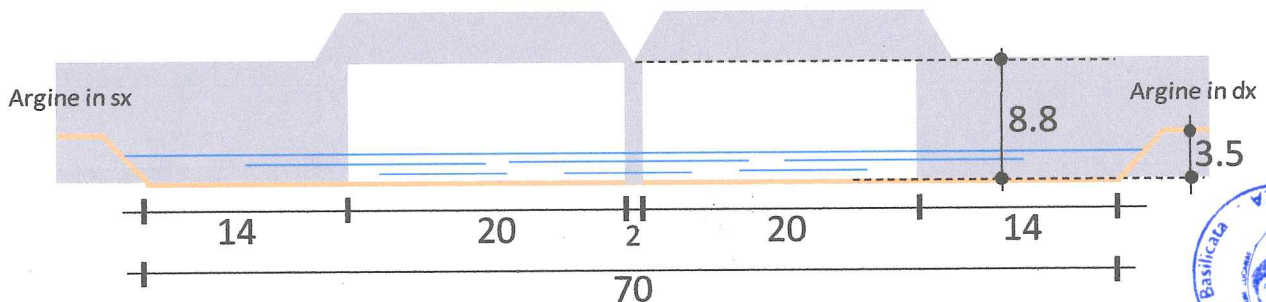
# ALLEGATO A1

Si consideri un ponte ferroviario realizzato in corrispondenza di una sezione trasversale di un corso d'acqua del tipo alluvionato con letto in ghiaia. L'estensione areale  $A$  del bacino idrografico sotteso sia pari a  $55 \text{ km}^2$ .

Si assuma che la larghezza dell'alveo indisturbato possa ritenersi costante (e cioè invariabile al variare del tirante idrico) e pari 70 metri. Si assuma poi che il ponte, del tipo rappresentato in Figura 1a, sia caratterizzato da (Figura 1b): **(i)** 2 luci, ciascuna di ampiezza pari a 20 m, **(ii)** 2 spalle, entrambe aggettanti in alveo per una lunghezza pari a 14 metri, ed **(iii)** 1 pila, con fronte semicircolare, di larghezza pari a 2.0 metri. In particolare, rispetto al fondo alveo indisturbato, l'altezza delle luci è pari a 8.8 m.



(a)



(b)



**Figura 1.** (a) Caso reale rappresentativo della tipologia del ponte in studio; (b) Schema del ponte in studio. In entrambi i casi la vista è da monte verso valle. Le misure sono in metri.

Inoltre, si assuma che: **(i)** l'alveo abbia pendenza pari a  $0.005 \text{ m/m}$ ; **(ii)** il  $d_{50}$  del materiale costituente il fondo alveo sia pari a  $0.08 \text{ m}$  e **(iii)** l'altezza massima dei rilevati arginali, sia a monte che a valle del ponte, sia pari a  $3.5 \text{ metri}$ .

Several handwritten signatures in blue ink, likely belonging to the author or reviewer of the document.

Il candidato esegua un'analisi del rischio idraulico considerando i periodi di ritorno  $T$  pari a 10 e 200 anni. A tale scopo ed ai fini dell'analisi idrologica si ipotizzi che: **(i)** la piena indice  $E[Q]$  possa assumersi pari a  $2.2 \cdot A^{0.75}$ , con l'area del bacino idrografico  $A$  espressa in  $\text{km}^2$  e  $E[Q]$  in  $\text{m}^3/\text{s}$  ed **(ii)** il fattore di crescita  $k_T$  possa assumersi pari a  $0.08 + 0.9 \cdot \ln(T)$ .

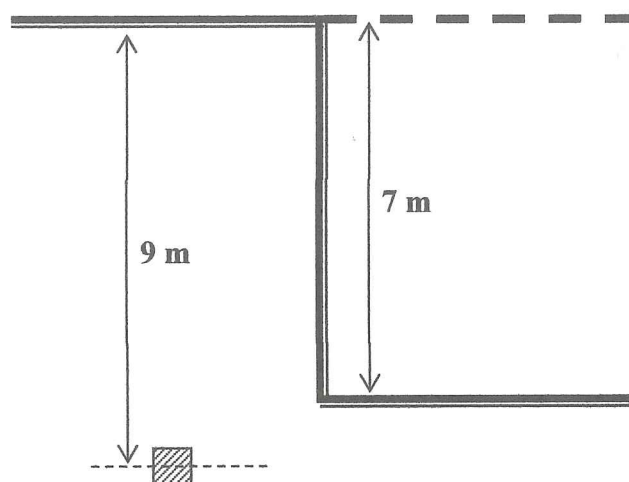


*[Handwritten signatures in blue ink]*

# ALLEGATO A2

Per realizzare in un centro abitato lo scavo rappresentato in figura si intende ricorrere a una paratia in calcestruzzo armato. Il sottosuolo è costituito da un terreno a grana fine, avente peso dell'unità di volume  $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ . Per la determinazione delle proprietà meccaniche di tale terreno si possono ritenere rappresentativi i risultati delle prove di laboratorio riportati di seguito.

Si progetti l'opera di sostegno considerando da entrambi i lati come condizione più gravosa la superficie freatica coincidente con il piano campagna. Sono richieste: relazione di calcolo ed elaborati grafici, in pianta e in sezione.



Campione indisturbato prelevato alla profondità di 9 m

## Prova di compressione triassiale consolidata non drenata (CU)

|                                                          | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|----------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Pressione totale di confinamento (kPa)                   | 350       | 450       | 550       |
| Contropressione (kPa)                                    | 200       | 200       | 200       |
| Tensione deviatorica a rottura (kPa)                     | 180       | 310       | 460       |
| Sovrappressione interstiziale $\Delta u$ a rottura (kPa) | 55        | 80        | 110       |

## Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata (UU)

|                                        | Provino 4 | Provino 5 | Provino 6 |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Pressione totale di confinamento (kPa) | 300       | 400       | 500       |
| Tensione deviatorica a rottura (kPa)   | 109       | 103       | 106       |

Categoria di sottosuolo C (NTC 2008)

Si ipotizzi che l'opera abbia una vita di riferimento pari a 50 anni e che debba essere realizzata in un'area caratterizzata dai seguenti parametri di pericolosità sismica:

| $T_R$ (anni) | $a_g$ (g) | $F_0$ | $T_C^*$ (s) |
|--------------|-----------|-------|-------------|
| 30           | 0.033     | 2.519 | 0.206       |
| 50           | 0.040     | 2.560 | 0.225       |
| 72           | 0.047     | 2.516 | 0.246       |
| 101          | 0.054     | 2.532 | 0.255       |
| 140          | 0.061     | 2.547 | 0.267       |
| 201          | 0.071     | 2.514 | 0.274       |
| 475          | 0.099     | 2.497 | 0.284       |
| 975          | 0.129     | 2.473 | 0.289       |
| 2475         | 0.175     | 2.477 | 0.295       |



Handwritten signatures in blue ink, including a large stylized signature and a smaller one below it.

## ALLEGATO A3

È data una intersezione a quattro bracci le cui caratteristiche geometriche sono:

Larghezza ramo A = 9,00 m - pendenza - 2,0 %

Larghezza ramo B = 10,00 m - pendenza - 6,0 %

Larghezza ramo C = 8,00 m - pendenza + 2,0 %

Larghezza ramo D = 9,50 m - pendenza + 6,0 %

L'intersezione è interessata, durante l'ora di punta del mattino e nei 15 minuti primi più carichi della stessa ora, dai flussi di seguito riportati (espressi in autovetture equivalenti).

Matrice dei flussi equivalenti di autovettura nell'ora di punta 8.00 - 9.00

|      | A   | B   | C   | D   | TOT  |
|------|-----|-----|-----|-----|------|
| A    | 0   | 30  | 450 | 360 | 840  |
| B    | 25  | 0   | 40  | 70  | 135  |
| C    | 380 | 15  | 0   | 200 | 595  |
| D    | 60  | 140 | 100 | 0   | 300  |
| TOT. | 465 | 185 | 590 | 630 | 1870 |

Matrice dei flussi equivalenti di autovettura nei 15 minuti dell'intervallo di punta 8.15 - 8.30

|      | A   | B  | C   | D   | TOT. |
|------|-----|----|-----|-----|------|
| A    | 0   | 10 | 150 | 100 | 260  |
| B    | 12  | 0  | 15  | 25  | 52   |
| C    | 120 | 8  | 0   | 70  | 198  |
| D    | 30  | 45 | 40  | 0   | 115  |
| TOT. | 162 | 63 | 205 | 195 | 625  |

I flussi nell'ora di punta del pomeriggio e nei 15 minuti primi più carichi della stessa ora sono rappresentati dalla trasposta delle matrici sopra riportate relative rispettivamente all'ora di punta del mattino ed ai 15 minuti primi più carichi di quest'ultima ora.

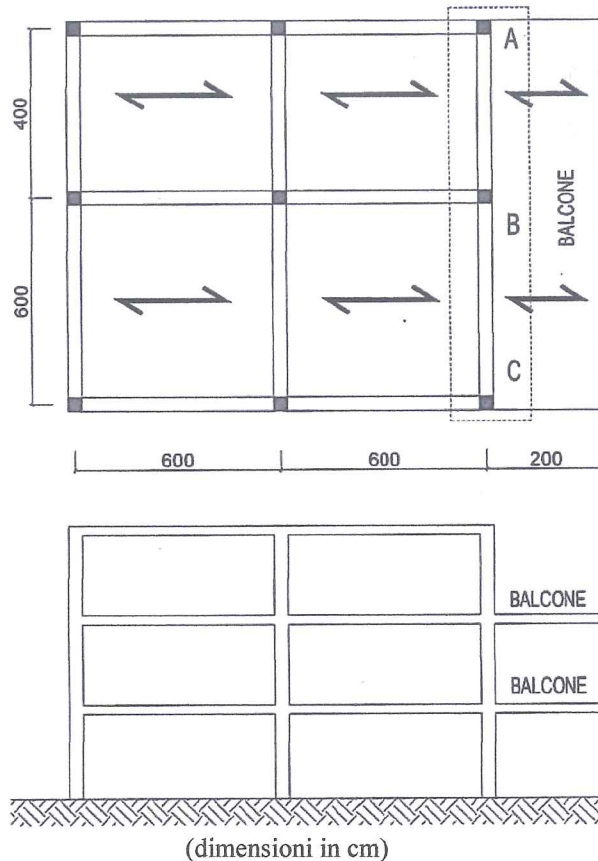
Il flusso di saturazione nei 15 minuti primi, in condizioni ideali, per il ramo di accesso di larghezza L è dato da :  $Q_s = 165 L + 45$  (espresso in autovetture equivalenti / 15')

Si richiede di progettare una regolazione semaforica con 2 differenti cicli per i 15 minuti più carichi di ciascuna delle due ore di punta tali da minimizzare i tempi di attraversamento. In particolare si richiede di determinare per ciascuno dei 2 cicli, oltre alle diverse componenti di verde e di giallo anche pedonali, il livello di servizio per la manovra più critica di ogni fase e di disegnare una planimetria schematica con le corsie di canalizzazione e gli attraversamenti pedonali.



# ALLEGATO A4

Si intende progettare un edificio destinato a civile abitazione. L'edificio dovrà essere realizzato in pianura (categoria topografica T1) nel comune di Potenza. Il terzo piano costituisce copertura piana ed è non praticabile. Le chiusure verticali sono costituite da tamponature in laterizio. Il suolo su cui verrà realizzato l'edificio è classificabile come suolo di tipo B ai sensi delle NTC08.



Con riferimento a tale struttura, si richiede:

- dimensionamento dei solai (al fine dell'analisi dei carichi) e degli elementi strutturali principali;
- Il progetto della trave A-B-C del primo piano (calcolo, verifiche e disegni esecutivi);
- Il progetto della pilastrata B (calcolo, verifiche e disegni esecutivi);
- Il progetto della fondazione del telaio A-B-C da realizzarsi tramite trave rovescia (calcolo, verifica e disegni esecutivi).

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione si può assumere:

- Peso dell'unità di volume  $21 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito:  $35^\circ$
- Coesione: 0.

La progettazione sismica dovrà essere condotta nel rispetto della normativa vigente con riferimento allo stato di salvaguardia della vita e stato limite di danno.

Le quote ed i dati non meglio specificati possono essere ragionevolmente assunti dal candidato.

# ALLEGATO A5

Il Candidato progetti una strada di Tipo C1 di collegamento tra i punti A ( $Q_A = 300\text{m slm}$ ) e B ( $Q_B = 300\text{m slm}$ ) dell'allegata carta in scala 1:5000.

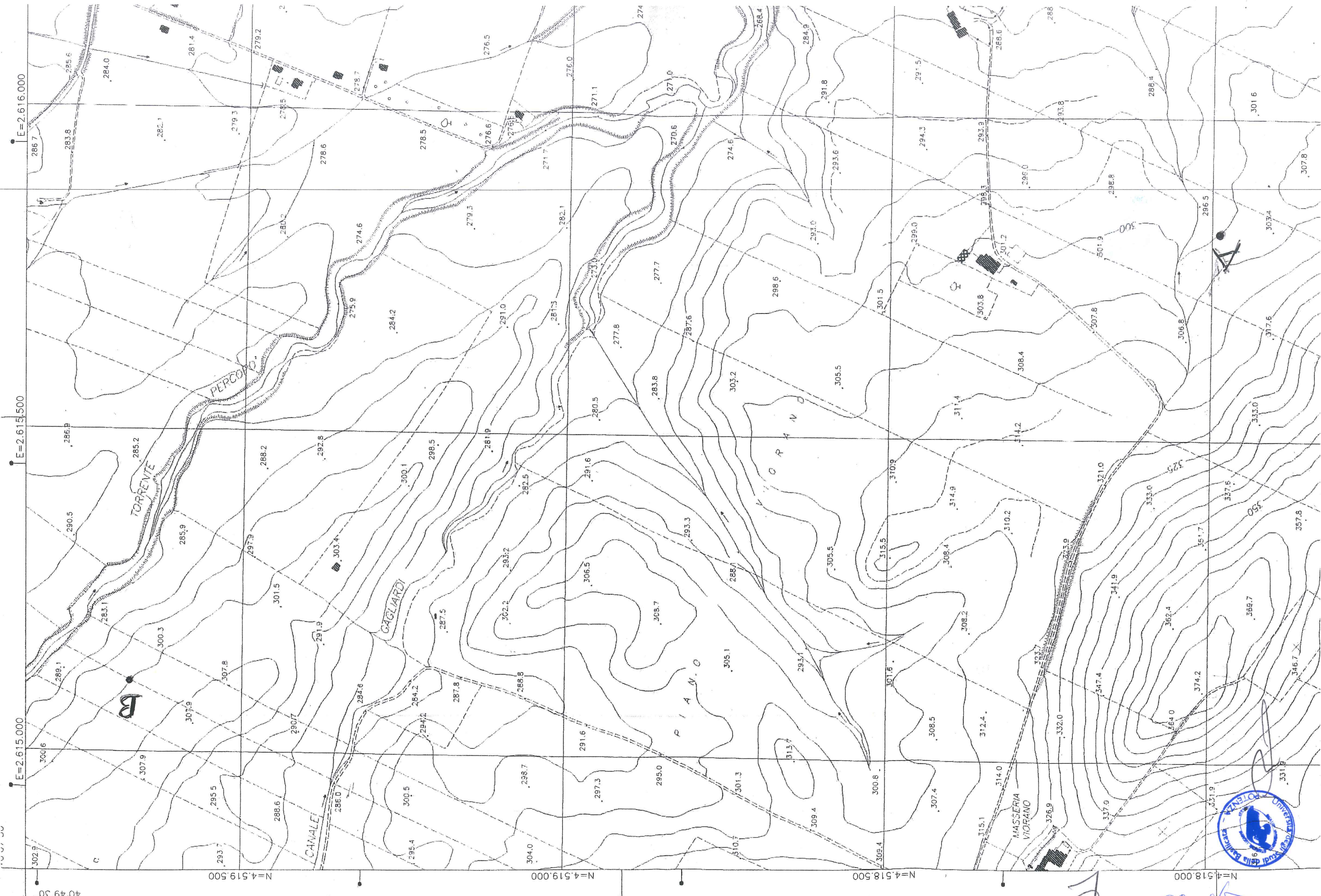
Si richiede la redazione dei seguenti elaborati:

- 1) Planimetria di tracciamento d'asse in scala 1:5000;
- 2) Profilo longitudinale in scala 1:5000-1:500;
- 3) Sezioni tipo in scala 1:100;
- 4) Calcolo analitico degli elementi geometrici sia planimetrici che altimetrici;
- 5) Diagramma delle velocità
- 6) Relazione di massima dell'intervento.

Nel tracciato devono essere presenti almeno due raccordi planimetrici

Il candidato assuma tutti gli eventuali ulteriori parametri e/o dati necessari, motivandone la scelta in relazione al rispetto della normativa vigente.





Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'A' and several illegible signatures.

## Allegato A6

Si chiede di effettuare una valutazione delle capacità di trattamento e, se opportuno, l'eventuale progetto di adeguamento tecnico-funzionale di un impianto di depurazione esistente, del quale si forniscono nel seguito le caratteristiche principali.

L'impianto tratta un refluo proveniente da fognatura mista ed originato da utenze civili, pari a 1.850 abitanti e recapita in "Area Sensibile". L'impianto non è dotato di unità di accumulo/laminazione delle acque di pioggia per cui le portate eccedenti la capacità depurativa vengono avviate direttamente a scarico. Le caratteristiche del refluo civile possono essere assunte pari a quelle di letteratura. Lo schema impiantistico, del tipo "a fanghi attivi convenzionale" è costituito da una linea acque ed una linea fanghi.

Di seguito si forniscono le descrizioni delle singole unità di trattamento da verificare e da adeguare:

- 1) L'impianto prevede una grigliatura grossolana tramite griglia manuale all'interno del pozzetto di arrivo. Dopo tale grigliatura, il refluo viene sottoposto a grigliatura fine all'interno di una griglia rotativa dotata di cestello per la raccolta del grigliato, le cui caratteristiche sono esposte in Tabella.

|                          |                       |      |    |
|--------------------------|-----------------------|------|----|
| Griglia fine (meccanica) | Distanza tra le barre | 1,20 | cm |
|                          | Spessore barre        | 0,50 | cm |
|                          | Larghezza canale      | 0,55 | m  |
|                          | Altezza canale        | 1,5  | m  |
|                          | Pendenza              | 0,01 |    |

- 2) L'impianto presenta un'unica vasca biologica con schema classico a fanghi attivi, le cui dimensioni sono riportate nella Tabella seguente.

|                    |           |      |   |
|--------------------|-----------|------|---|
| <b>Ossidazione</b> | lunghezza | 5,20 | m |
|                    | larghezza | 5,00 | m |
|                    | altezza   | 4,20 | m |

- 3) La portata di ricircolo è assicurata una pompa con portata specifica pari a 95 m<sup>3</sup>/h.
- 4) L'unità biologica è dotata di un sistema di aerazione che prevede la presenza di due elettrosoffianti, caratterizzate ciascuna da una portata di aria specifica pari a 800 m<sup>3</sup>/h.
- 5) L'impianto presenta un sedimentatore circolare, caratterizzato da un diametro pari a 10 metri ed un'altezza pari a 3 metri.
- 6) L'impianto è dotato di una vasca di disinfezione contenente 3 setti. Le caratteristiche dell'unità di disinfezione sono riportate nella seguente Tabella.



|                     |                 |      |   |
|---------------------|-----------------|------|---|
| <b>Disinfezione</b> | lunghezza       | 4,50 | m |
|                     | larghezza       | 2,00 | m |
|                     | altezza         | 1    | m |
|                     | numero di setti | 3    | - |

7) L'impianto presenta una vasca di digestione rettangolare aerobica le cui dimensioni sono riportate nella seguente Tabella. Sono presenti, inoltre, due elettrosoffianti caratterizzate da una portata d'aria specifica pari a 550 m<sup>3</sup>/h.

|                            |           |      |   |
|----------------------------|-----------|------|---|
| <b>Digestione aerobica</b> | lunghezza | 5,00 | m |
|                            | larghezza | 5,00 | m |
|                            | altezza   | 4    | m |


8) L'impianto dispone di 2 letti di essiccamento come unità di disidratazione dei fanghi, di cui non sono note le dimensioni.

Si richiede al candidato:

- la verifica di funzionamento di ciascuna unità di trattamento esistente e dello schema di trattamento;
- il progetto dell'eventuale adeguamento dell'impianto, per l'ottenimento della capacità di trattamento richiesta dalla normativa italiana vigente;

E' necessario, infine, allegare alla relazione i disegni in scala (piante e sezioni) delle unità di trattamento, prima e dopo la verifica.

Si considerino, come limiti allo scarico, quelli prescritti dalla normativa italiana vigente. Per tutti i valori dei parametri, cinetici e non, dei carichi unitari necessari al dimensionamento, e dei dati di progetto dell'impianto esistente si faccia riferimento ai valori tipici di letteratura o si proceda per ipotesi.



The image shows several handwritten signatures in blue ink. Below the signatures is a circular official stamp of the University of Basilicata. The stamp contains the text 'Università degli Studi della Basilicata' around the perimeter and 'POLIENNA' in the center. There is also a small logo in the center of the stamp.

# ALLEGATO B1

Nel caso del Comune di Policoro (MT) è necessario valutare la domanda di nuovi insediamenti residenziali per l'adeguamento del Regolamento Urbanistico vigente sulla base delle seguenti ipotesi di lavoro:

1. Andamento demografico per il Comune di Melfi

| Anno                  | 1971  | 1981   | 1991   | 2001   | 2011   |
|-----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Popolazione residente | 8.611 | 12.090 | 14.551 | 15.096 | 15.976 |

Fonte: Dati ISTAT

2. Il piano vigente prevede una zona di espansione non ancora attuate rispettivamente con una Superficie Territoriale di 2700 mq ed un Indice di Edificabilità Territoriale pari a 0,4 mc/mq.
3. Esiste un'ulteriore disponibilità volumetrica ad uso residenziale derivante dalla riqualificazione di un quartiere periferico con le seguenti caratteristiche: Superficie Territoriale di 2400 mq ed un Indice di Edificabilità Territoriale: 0,6 mc/mq (dove solo il 45% della volumetria ha una destinazione d'uso residenziale).

Il candidato effettui una opportuna analisi demografica per la stima della nuova domanda residenziale al 2021 rispetto alla quale dimensionare il nuovo Regolamento Urbanistico con riferimento alle seguenti elaborazioni:

- Proiezione demografica al 2021.
- Il dimensionamento di eventuali nuove aree di espansione,
- La definizione dell'Indice di Edificabilità Territoriale e di Edificabilità Fondiaria delle eventuali nuove zone di espansione
- Le superfici destinate a parcheggi, verde pubblico, edilizia scolastica, aree per attrezzature di interesse comune

Per l'elaborazione della prova il candidato consideri i seguenti parametri:

- Dimensione del Vano medio compresa tra:  $60 \text{ m}^3 < V_m < 90 \text{ m}^3$
- Un indice di affollamento obiettivo:  $I_{\text{aff.ob}} = 0,85 \text{ ab/vano}$
- Superficie da destinare alla circolazione veicolare compresa tra il 7-15 %  
Superficie territoriale [mq]



Handwritten signatures in blue ink, including a large stylized signature, a signature starting with 'F', and another signature starting with 'A'.

## ALLEGATO B2

In un'area di espansione urbana, dato un lotto pianeggiante di forma rettangolare di dimensioni 45x30 m, progettare un edificio residenziale in linea con altezza complessiva fuori terra di 4 piani. La superficie lorda del piano tipo dovrà essere mq 250. Si preveda la realizzazione per ogni piano di due alloggi, di superficie variabile. Si prevedano, inoltre, delle piccole unità commerciali, modulari, al piano terra, accessibili da un porticato rientrante all'interno del volume del fabbricato oppure esterno.

Redigere:

- relazione tecnica descrittiva sintetica in cui delineare gli obiettivi di progetto, i riferimenti architettonici, le normative utilizzate per la progettazione, le soluzioni strutturali, tecniche-costruttive e tecnologiche adottate ai fini della sostenibilità della costruzione, eventuali fonti di approvvigionamento energetico;
- planimetria 1:200 del lotto con sistemazione del corpo di fabbrica, la viabilità interna e i parcheggi, la sistemazione dello spazio verde, il disegno delle coperture adottate, le distanze dai confini e la proiezione delle ombre sul terreno (Panivolumetria);
- piante quotate e arredate, sezioni significative (almeno una sulla scala) e prospetti (eventualmente corredate di ombre) in scala 1:100;
- particolari costruttivi anche disegnati a mano libera, opportunamente commentati con note, rappresentativi delle soluzioni strutturali, tecnologiche ed energetiche adottate;
- eventuali schizzi a mano libera, prospettive intuitive, rappresentativi della contestualizzazione del costruito con l'ambiente esterno



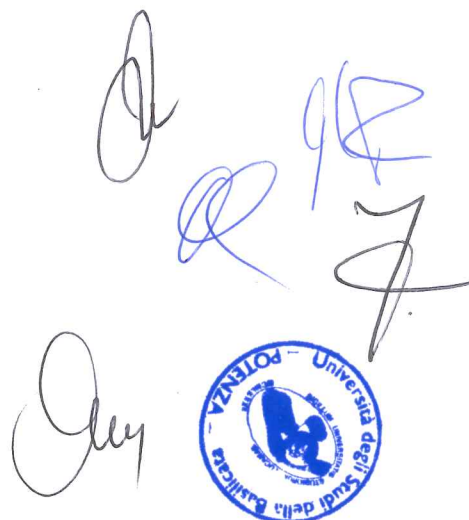
The image shows several handwritten signatures in blue ink. One signature is a large, stylized 'D'. Another is a more complex, scribbled signature. A third is a large '7'. A fourth is a signature that appears to be 'Jm'. In the center, there is a blue circular stamp with the text 'UNIVERSITÀ DI POTENZA' around the perimeter and a central emblem.

## ALLEGATO B3

Dato un lotto di 10000mq (dimensioni libere), pianeggiante, ubicato in area soggetta a indice di edificabilità massimo pari a 0,4mc/mq, confinante a est (lato più corto) con una strada pubblica, progettare almeno dieci unità di abitazione a schiera, modulari, su due livelli, di taglio uniforme, appartenenti ad un unico corpo di fabbrica o a più corpi di fabbrica. L'altezza della linea di gronda del fabbricato deve essere inferiore a 7.5m e la distanza dai confini e tra i corpi di fabbrica almeno di 10m.

Redigere:

- relazione tecnica descrittiva sintetica in cui delineare gli obiettivi di progetto, i riferimenti architettonici, le normative utilizzate per la progettazione, le soluzioni strutturali, tecniche-costruttive e tecnologiche adottate ai fini della sostenibilità della costruzione, eventuali fonti di approvvigionamento energetico;
- planimetria 1:200 del lotto con sistemazione del corpo o dei corpi di fabbrica, la viabilità interna, la sistemazione dello spazio verde, il disegno delle coperture adottate, le distanze dai confini e tra i corpi di fabbrica e la proiezione delle ombre sul terreno (Panivolumetria);
- piante quotate e arredate, sezioni significative (almeno una sulla scala) e prospetti (eventualmente corredati di ombre) in scala 1:100 del singolo modulo dell'unità di abitazione;
- particolari costruttivi anche disegnati a mano libera, opportunamente commentati con note, rappresentativi delle soluzioni strutturali, tecnologiche ed energetiche adottate;
- eventuali schizzi a mano libera, prospettive intuitive, rappresentativi della contestualizzazione del costruito con l'ambiente esterno.



The image shows several handwritten signatures in blue ink. One signature is a large, stylized 'A'. Another is a cursive 'G'. A third is a cursive 'F'. A fourth is a cursive 'Z'. Below these is a circular blue stamp of the University of Basilicata, featuring a globe and the text 'Università degli Studi della Basilicata'.

# ALLEGATO C1

Il candidato effettui la progettazione di layout - si consideri la disponibilità su un'area di 20 x 30 m<sup>2</sup> - per un'azienda dedicata alla produzione di componenti meccanici di precisione in grado di effettuare:

- Taglio o piegature delle lamiere;
- Lavorazioni per asportazione di truciolo;
- Sbavatura manuale;
- Saldatura industriale;
- Controllo qualità.

Inoltre, dimensiona e descriva dettagliatamente almeno uno dei servizi tecnici di stabilimento non omettendo di indicare i principali indici di fattibilità economica e finanziaria.

A cluster of four handwritten signatures in blue ink, located in the right-hand side of the page. The signatures are stylized and appear to be initials or names.A single handwritten signature in black ink, located at the bottom right of the page. The signature is cursive and appears to be a name.

## ALLEGATO C2

Si consideri il sistema produttivo per la produzione di tre componenti X e Y e Z. Sono riportate le domande previste su un orizzonte temporale di 12 settimane (si considerino 40 settimane in un anno e 5 giorni lavorativi a settimana):

| Settimana | Domanda X | Domanda Y | Domanda Z |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | 60        | 40        | 75        |
| 2         | 60        | 40        | 75        |
| 3         | 60        | 25        | 90        |
| 4         | 40        | 25        | 60        |
| 5         | 40        | 25        | 60        |
| 6         | 40        | 25        | 60        |
| 7         | 50        | 30        | 80        |
| 8         | 50        | 30        | 110       |
| 9         | 50        | 30        | 110       |
| 10        | 30        | 40        | 90        |
| 11        | 30        | 40        | 80        |
| 12        | 30        | 40        | 80        |

Il costo di set-up di un lotto di lavorazione è pari a 1500 euro, il costo di giacenza settimanale di prodotto finito è pari a 35 euro. Le capacità disponibili sono rispettivamente 130, 90 e 200 unità/settimana per i tre prodotti.

Per la realizzazione dei 3 prodotti sono necessari 5 componenti X1, Y1, Z1 U1, L1 di cui sono noti i coefficienti di impiego

| Prodotti | Componenti |    |    |    |    |
|----------|------------|----|----|----|----|
|          | X1         | Y1 | Z1 | U1 | L1 |
| X        | 3          |    |    | 1  | 2  |
| Y        |            | 2  |    | 1  | 2  |
| Z        |            |    | 2  | 1  | 2  |

Attualmente i componenti vengono acquistati da fornitori esterni con i seguenti costi

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| Costo X1               | 90 euro/unità   |
| Costo Y1               | 25 euro/unità   |
| Costo Z1               | 30 euro/unità   |
| Costo U1               | 5 euro/unità    |
| Costo L1               | 8 euro /unità   |
| Costo emissione ordine | 110 euro/ordine |

Il tasso di giacenza dei componenti è del 15 % annuo. Sono noti inoltre i seguenti dati relativi alla difettosità in ingresso dei componenti

|             | X1 | Y1 | Z1 | U1 | L1 |
|-------------|----|----|----|----|----|
| Difettosità | 5% | 8% | 3% | 6% | 6% |

Allo stato attuale, l'azienda sta valutando l'acquisto di un centro di lavoro per la produzione interna dei componenti con le seguenti caratteristiche

|                                    | X1  | Y1  | Z1  | U1   | L1   |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| Capacità produttiva (unità/giorno) | 800 | 600 | 500 | 1000 | 2500 |



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

|                                          |     |     |     |     |     |
|------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Costi di set-up (euro/setup)             | 450 | 250 | 600 | 300 | 800 |
| Costi di produzione interna (euro/unità) | 60  | 20  | 15  | 4   | 6   |

Viene richiesto di:

- Valutare eventuali strategie di produzione e determinare il piano principale di produzione ottimale per i tre prodotti;
- Determinare il lotto economico di acquisto di ciascun componente non omettendo di indicare il numero ottimale di ordini di anno;
- Determinare i lotti economici di produzione per i componenti e il costo totale di produzione di ciascun componente;
- Valutare la preferenza tra una strategia make or buy;
- L'impatto del rendimento del macchinario- non omettendo di indicare opportune strategie di manutenzione – sulle scelte di investimento.



Handwritten signatures in blue ink, including a large stylized signature at the top right and another signature below it.