



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2012 – II SESSIONE

I PROVA SCRITTA - INGEGNERIA INDUSTRIALE – Sez. A

Nel campo dell'ingegneria industriale riveste un'importanza sempre maggiore l'impiego di tecniche di progettazione ecosostenibili. Il candidato illustri le principali modalità di implementazione di una progettazione ecosostenibile con riferimento ad un impianto produttivo in ambito chimico, elettrico o meccanico a sua scelta.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2012 – II SESSIONE

II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA INDUSTRIALE – Sez. A

Il candidato illustri le modalità di progettazione di un impianto di aria compressa.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

ANNO 2012 – II SESSIONE

III PROVA SCRITTA - INGEGNERIA MECCANICA – Sez. A

In una azienda deve essere progettato un impianto a vapore a contropressione per la produzione di vapore di processo ed energia elettrica. In particolare l'impianto dovrà essere progettato per produrre 8 t/h di vapore saturo a 6 bar e una potenza elettrica di circa 1 MWe. L'acqua di alimento del generatore di vapore è costituita dalla condensa recuperata all'uscita dalle stesse utenze termiche alla pressione di 2 bar ed alla temperatura di 110 °C.

Il generatore di vapore verrà alimentato con biomasse residuali disponibili in prossimità dell'azienda e aventi la seguente composizione massica: C=35%, H=4%, O=30%, Ceneri=1%, Umidità=30%. Il potere calorifico sul secco è di 18,5 MJ/kg mentre il costo di raccolta e pretrattamento è stato stimato pari a 25 €/t.

In merito a tale progetto, il candidato sviluppi il dimensionamento preliminare dell'impianto, valutando in particolare le condizioni termodinamiche del vapore prodotto dal generatore di vapore e il bilancio di massa e di energia dell'intero sistema. Il candidato effettui anche una valutazione economica preliminare dell'iniziativa, considerando un costo specifico dell'impianto di cogenerazione pari a 800 €/kWt (con riferimento alla potenza termica del generatore di vapore). A tal fine si consideri che il funzionamento è previsto per 3500 h/anno e che nella situazione attuale i consumi elettrici sono coperti mediante acquisto di energia elettrica dalla rete (costo medio 85 €/MWh) mentre la produzione di vapore è garantita da una caldaia a olio combustibile (rendimento medio 80%, costo olio combustibile denso 580 €/t). Il candidato operi le opportune valutazioni energetiche ed economiche e operi le opportune assunzioni tecniche ed economiche nei riguardi dei dati non espressamente forniti.

La turbina a vapore ruota alla velocità di 3000 giri/min, mentre il generatore elettrico ad essa collegato ruota a 1500 giri/min. Il candidato effettui il dimensionamento del riduttore a ruote elicoidali, basato sul calcolo del modulo a pitting e a flessione, operando le opportune assunzioni.

ESAME DI STATO INGEGNERIA

20 NOVEMBRE 2012

LAUREA SPECIALISTICA – SEZIONE A

INDIRIZZO: INGEGNERIA CHIMICA

II^ Prova Scritta

Il candidato descriva e commenti le principali apparecchiature utilizzabili per le separazioni liquido-liquido e i principi di dimensionamento

ESAME DI STATO INGEGNERIA

Sezione A

5 Dicembre 2012

INDIRIZZO: INGEGNERIA CHIMICA

Prova pratica di progettazione

Si vuole dimensionare una colonna a piatti forati per frazionare alla pressione atmosferica 320 kg-moli/h di una miscela con il 45%mol di benzene e il 55% mol. di toluene al punto di inizio ebollizione (367K). Sono richiesti un distillato ($T_b = 367K$) con il 92% mol. di benzene e un residuo ($T_b = 381K$) con il 95% mol. di toluene.

Potendo operare con un rapporto di riflusso compreso tra 1.35 e 1.50 si determini:

- il valore ottimale del rapporto di riflusso nell'intervallo operativo.
- il rapporto del riflusso ottimo e riflusso minimo
- la percentuale del costo annuo totale dovuta al costo del vapore

Si valutino inoltre, poiché la miscela per essere portata alla temperatura di ebollizione dal valore di stoccaggio (293K), se sia possibile utilizzare a questo scopo in tutto o in parte il residuo prodotto in condizioni di riflusso ottimale e per il quale è prevista una temperatura di stoccaggio di 293K e si rappresenti lo schema di processo semplificato nell'ipotesi di utilizzare questa configurazione.

Sono utilizzabili i seguenti dati:

- volatilità relativa benzene-toluene a 1 atm. = 2.5
- capacità termica molare delle miscele liquide benzene-toluene in tutte le proporzioni = 167 kJ/kg-mole K
- calore di vaporizzazione molare di benzene e toluene = 31900 kJ/kg mol
- coefficienti globali di scambio termico nel ribollitore = 454 J/m² s K, nel condensatore = 568 J/m² s K, nello scambiatore = 380 J/m² s K
- il condensatore utilizza acqua d 305 K da sottoporre a un salto termico di 27.8K
- il vapore condensante è disponibile a 418 K con un calore di condensazione = 2130 kJ/kg
- il diametro della colonna deve essere compatibile con una velocità del vapore in testa alla colonna di 0.76 m/s
- l'unità opera per 8500 h/anno, riferita all'area netta

I dati sui costi sono riportati nella Tabella allegata rivalutandoli secondo un coefficiente 1.8 e considerando un cambio euro/dollaro di 1.3.

Per i costi dello scambiatore può essere utilizzata la Tabella indicata per il condensatore

Cost data.

Steam = \$1.50/1000 lb (\$3.31/1000 kg).

Cooling water = \$0.090/1000 gal or \$0.108/10,000 lb (\$0.238/10,000 kg).

The sum of costs for piping, insulation, and instrumentation can be estimated to be 60 percent of the cost for the installed equipment. Annual fixed charges amount to 15 percent of the total cost for installed equipment, piping, instrumentation, and insulation.

The following costs are for the installed equipment and include delivery and erection costs:

Sieve-plate distillation column

Values may be interpolated

Diameter		
in.	(m)	\$/plate
60	(1.52)	2400
70	(1.78)	3000
80	(2.03)	3700
90	(2.29)	4500
100	(2.54)	5400

Condenser—tube-and-shell heat exchanger

Values may be interpolated

Heat-transfer area		
ft ²	(m ²)	\$
800	(74.3)	19,500
1000	(92.9)	22,500
1200	(111.5)	25,200
1400	(130.1)	27,600
1600	(148.6)	29,700

Reboiler—tube-and-shell heat exchanger

Values may be interpolated

Heat-transfer area		
ft ²	(m ²)	\$
1000	(92.9)	34,500
1400	(130.1)	42,300
1800	(167.2)	49,200
2200	(204.4)	55,500
2600	(241.5)	60,600



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
II SESSIONE - ANNO 2012

II PROVA SCRITTA - SEZ. A - INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA

Il "Conto Energia" è il decreto interministeriale emanato dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente che fissa gli incentivi per l'installazione di un impianto fotovoltaico allacciato alla rete pubblica elettrica e in grado di produrre elettricità dall'energia solare. Attualmente è in vigore il 5° Conto Energia, che ha sostituito il 4° dal mese di luglio 2012.

Il candidato effettui un confronto comparativo tra i due decreti, soprattutto per quanto riguarda le modalità di incentivazione degli impianti.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE

ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE - ANNO 2012

III PROVA SCRITTA - SEZ. A - INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA

In una zona industriale è stata prevista la realizzazione di n.2 impianti fotovoltaici da collegare alla cabina di consegna per la connessione alla rete ENEL secondo lo schema illustrato in fig. 1.

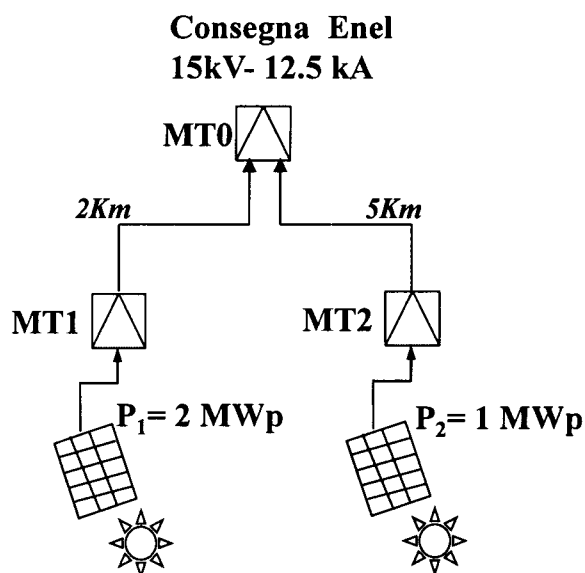


fig. 1- Schema impianto FV

Sez. (mm ²)	R(Ω/km)	X(Ω/km)	I _z (A)
185	0.193	0.173	357
240	0.124	0.166	454
300	0.075	0.158	595

Al Candidato si richiede di:

1. Dimensionare l'impianto di distribuzione MT facendo riferimento ai dati tecnici dei conduttori in Tab. 1 ed ipotizzando che la $\Delta V\%$, in ciascuna tratta da punto di consegna al campo FV, sia minore del 5%.
2. Disegnare lo schema unifilare della rete dimensionando i componenti principali (trasformatori, interruttori/fusibili MT, dispositivi generali e di interfaccia secondo la norma CEI 0-16);
3. Calcolare la corrente di guasto per corto circuito trifase netto in tutti i nodi MT (MT1-3) dell'impianto trascurando, e, successivamente considerando i contributi dei generatori fotovoltaici;
4. Disegnare un possibile schema a blocchi della distribuzione BT (c.a. e c.c.) e quello unifilare di potenza corrispondente, di uno dei campi FV, dimensionando inoltre i componenti fondamentali (quadri elettrici c.a e c.c., inverter, cavi lato corrente alternata, cavi lato corrente continua, numero di stringhe, ecc.) ipotizzando le caratteristiche tipiche dei moduli FV attualmente in commercio.

Eventuali ulteriori dati tecnici necessari per lo svolgimento dovranno essere ipotizzati dal candidato.

LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA ENERGETICA

IV PROVA SCRITTA

PROGETTO DI UN IMPIANTO PER LA PREPARAZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA PER UN EDIFICIO PLURIFAMILIARE IN CONDOMINIO

E' assegnato un edificio di quattro piani costituito da 8 appartamenti adibiti a civile abitazione disposti 2 per piano, avente le dimensioni e le caratteristiche costruttive che risultano dalle tavole del progetto edile di cui si allaga la planimetria del piano tipo e del piano pilotis.

Il candidato imposti il progetto definitivo di un impianto centralizzato condominiale per la preparazione dell'acqua calda costituito dalle seguenti sezioni principali:

- a) Circuito idraulico di sollevamento dell'acqua fredda mediante pompa con autoclave; Dimensionare il serbatoio di acculo di prima raccolta, la pompa, il serbatoio dell'autoclave, il tubo di adduzione e quello di mandata.
- b) Circuito di riscaldamento dell'acqua dotato di termo-accumulatore e caldaia a gasolio (o a gas); Dimensionare la Caldaia, lo scambiatore di calore, il volume del termo-accumulatore, la pompa di circolazione, le tubazioni principali; il vaso di espansione; il serbatoio di gasolio. Disegnare il circuito indicando tutte le apparecchiature ed accessori di sicurezza e specificarli in una "Legenda". Indicare le norme di sicurezza e di prevenzione incendi del locale caldaia.
- c) Circuito di distribuzione dell'acqua calda e fredda: schema funzionale generale in verticale; schema della distribuzione in un piano tipo indicando il diametro delle tubazioni.
- d) Circuito di riscaldamento dell'acqua sanitaria alimentato da collettori solari piani termici a semplice vetro aventi caratteristica di rendimento energetico generalizzata individuata dai seguenti parametri: per $[(T_{\text{fluido}} - T_{\text{ambiente}}) / \text{Intensità solare}] = 0,10$ rendimento energetico = 0,0; per il valore della stessa $(T_f - T_a) / I = 0$, rendimento = 0,85; (vedi diagramma allegato). Determinare la superficie di captazione atta a soddisfare la domanda di Energia termica lorda giornaliera il giorno dell'equinozio supponendo la giornata serena (si può assumere la latitudine media della Sardegna pari a 40°); scegliere la inclinazione del collettore sul p.o. Per il calcolo della radiazione solare diretta si può utilizzare il diagramma della $I(z)$ in funzione della distanza zenitale allegato. Per semplicità si può considerare un intervallo di tempo di funzionamento del collettore solare per 5 ore distribuite in modo simmetrico al mezzogiorno. Verificare l'energia termica fornita dallo stesso circuito il giorno del solstizio di inverno supposto a cielo sereno.
- e) Gli schemi funzionali dei singoli circuiti e dell'impianto complessivo si completino con i tracciati del circuito di regolazione-controllo e del circuito elettrico di potenza. Sulla base della potenza elettrica richiesta dalle pompe e dalla caldaia si calcoli la sezione della linea elettrica in ingresso al quadro elettrico principale e delle linee di alimentazione delle utenze.

Allegati: a) n°2 planimetrie; b) Diagrammi di calcolo

IMPIANTO AD ENERGIA SOLARE
Diagrammi di calcolo

INTENSITÀ DELLA RADIAZIONE SOLARE IN GIORNATA SERENA IN FUNZIONE DELLA
DISTANZA ZENITALE Z° IN W/m^2

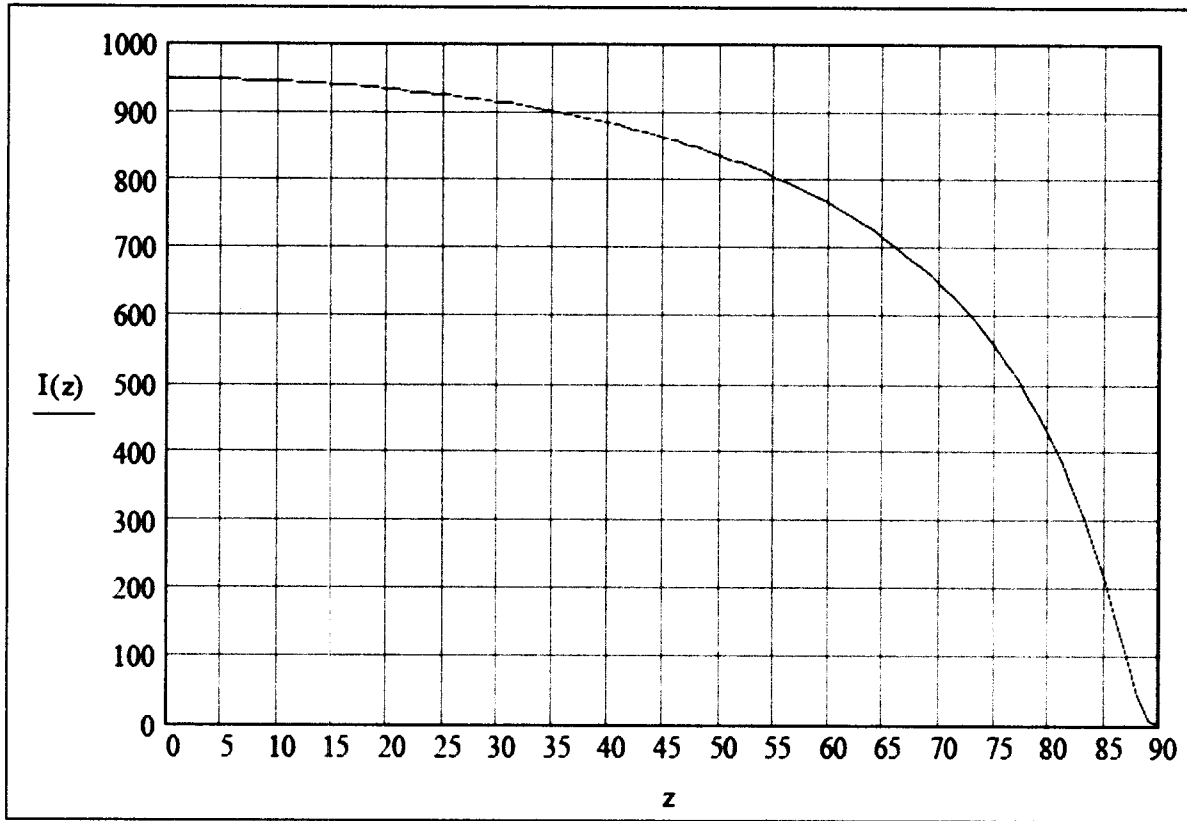


Figura 15.II – la Curva $I(z)$, Intensità solare diretta al suolo, calcolata con il codice Mathcad sulla base della equazione (1.I) per una altitudine $h=0$ m. Per confronto con la fig.14.I si vede che corrisponde bene alla distribuzione standard della $I(z)$ diretta.

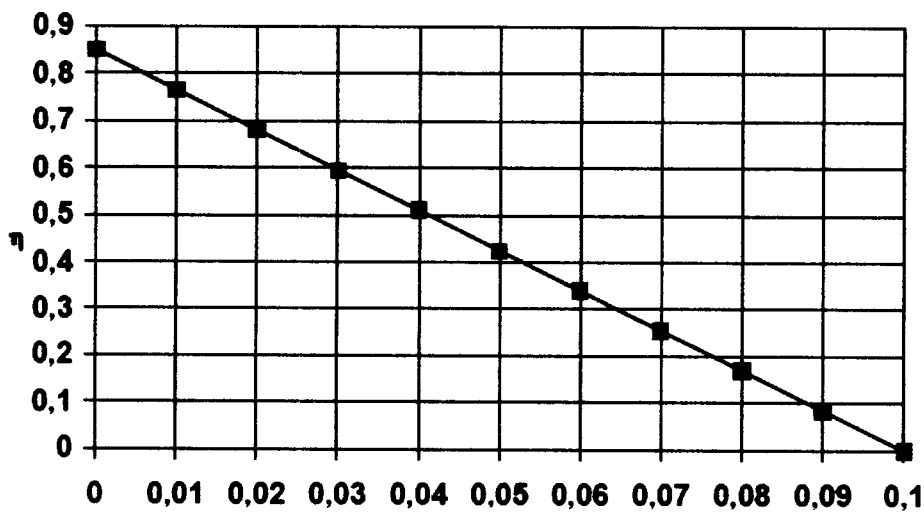
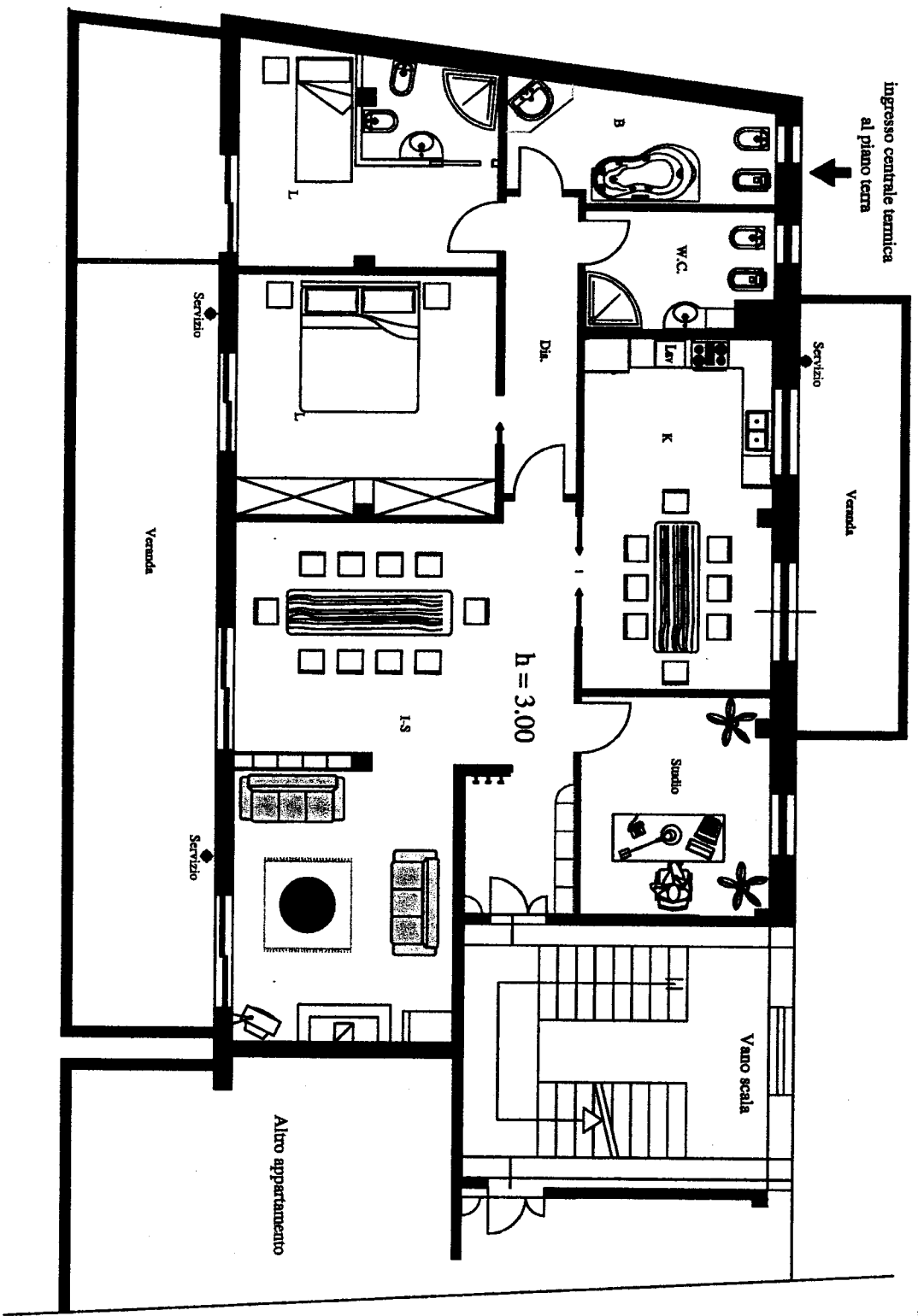
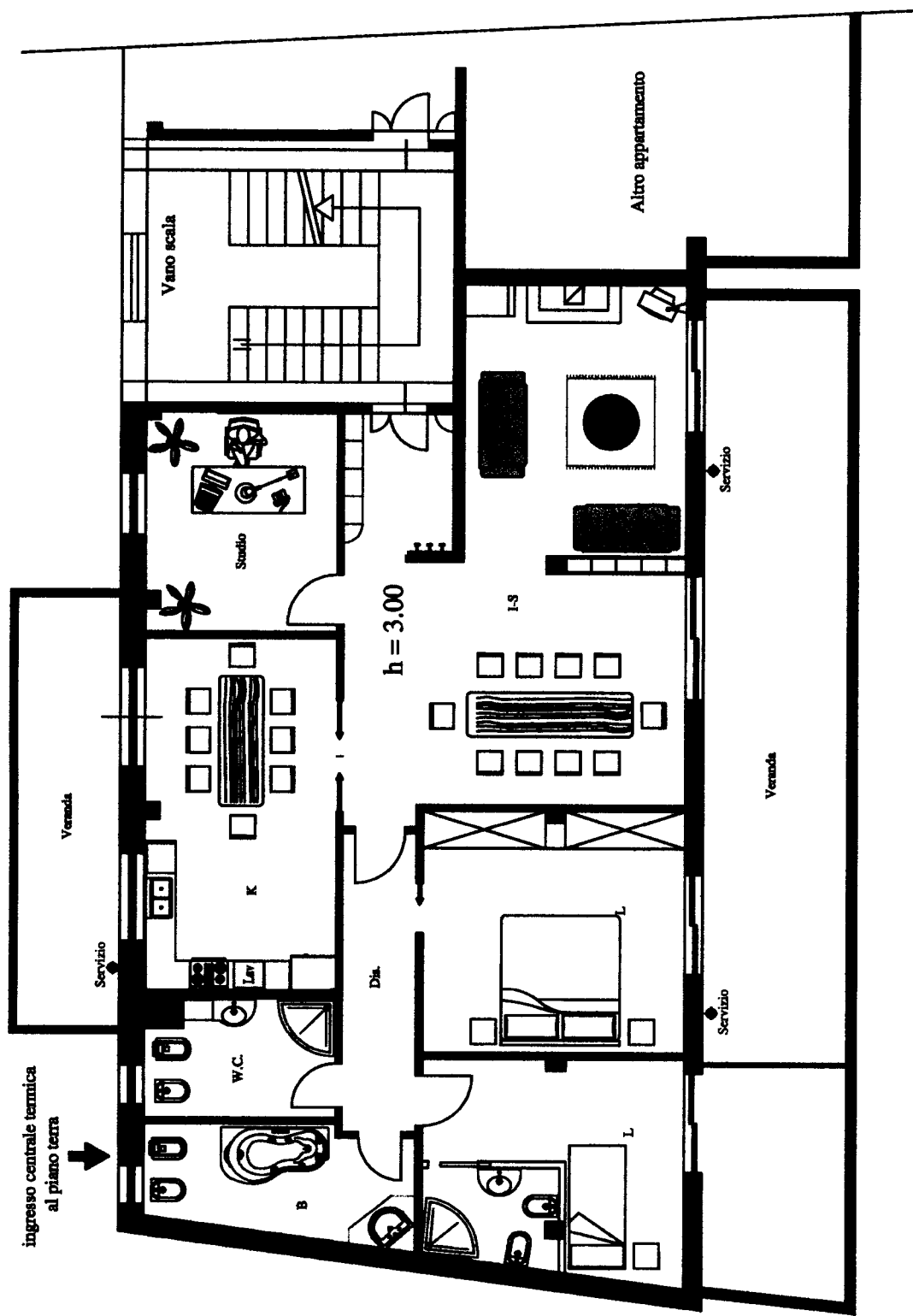


Fig.18b). Curva sperimentale del rendimento di un collettore solare piano di tipo termico



PIANTA ARREDATA PIANO TIPO Scala 1: 100



PIANTA ARREDATA PIANO TIPO Scala 1: 100