

# COMUNE di CASTELL'AZZARA

## Provincia di GROSSETO



### "Adeguamento funzionale del depuratore nella Frazione Selvena"

n° POT: <b>7030587</b>	ID Progetto: <b>LA119 020</b>	Elaborato: <b>S T I 02</b>
---------------------------	----------------------------------	-------------------------------

Relazione di calcolo dell'impianto di depurazione	Emissione: <b>Dicembre 2019</b>
	Scala:

<i>Responsabile Unità Gestione Operativa:</i> <b>Dott. Ing. Michela TICCIATI</b>	<i>Responsabile Unità Progettazione e Ingegneria della Manutenzione e Patrimonio:</i> <b>Dott. Arch. Sergio ROSSI</b>
---	--

<i>Responsabile del procedimento:</i> <b>Dott. Arch. Sergio ROSSI</b>	<i>Progettista :</i> <b>Dott. Ing. Monica MERCURI</b>
--	--

<i>Referente :</i> <b>Dott. Ing. Monica MERCURI</b>	
--	--

<i>Collaboratori interni:</i> <b>Geom. Carla BARBI</b>	<i>Collaboratori esterni:</i>
---	-------------------------------

Revisione	Data revisione	Oggetto	Redatto	Rivisto	Approvato

## Sommario

Dimensionamento dei comparti dell'impianto di depurazione nella frazione Selvena .....	3
- Filtrococlea .....	4
- Ossidazione.....	5
- impianto di aerazione (pot. 700 ab/eq) .....	6
- Sedimentazione.....	9
- Ispessimento fanghi (pot. 1000 ab/eq).....	12
- disinfezione finale.....	12
- impianto ed apparecchiature elettriche .....	14
Funzionamento dell'impianto.....	15
Quadro generale b.t. e comando.....	15
-Impianto di messa a terra.....	16

## Dimensionamento dei comparti dell'impianto di depurazione nella frazione Selvena

Per il calcolo della portata nera  $Q_i$  si è fatto uso della relazione

$$Q = \frac{N_i * \alpha * d}{\beta} \quad (1)$$

dove

$\alpha = 0,8$  è il coefficiente di afflusso alle fogne;

$d = 185$  litri/ab/g è la dotazione idrica nel giorno di massimo consumo;

$N_i$  = numero di abitanti allacciati (assunto pari a 700):

$\beta = 18$  ore è il tempo in cui si prevede venga smaltita la portata giornaliera.

Sostituendo ai simboli i valori riportati, la (1) fornisce il valore della portata media, quella portata, cioè, che si verificherà più volte nel corso della giornata.

Non si può, però, prescindere dal considerare il valore della portata massima, dovendo l'impianto di progetto essere in grado di depurare anche quest'ultima.

Le punte che si verificano nei consumi idrici, saranno, infatti accompagnate da punte nelle restituzioni in fogna, per cui i coefficienti moltiplicatori della portata media giornaliera assumono valori simili.

Considerando la diversa provenienza degli scarichi si ritiene sufficientemente cautelativa l'adozione di un coefficiente di punta pari a 3 volte la portata media sulle 24 ore.

Avremo allora

$$Q_{18} = 1,60 \text{ l/s} = 5,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\max} = 4,32 \text{ l/s} = 15,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Elementi di progetto

Abitanti	n.	700
Fognatura	mista - separata	

Relazione di calcolo dell'impianto di depurazione

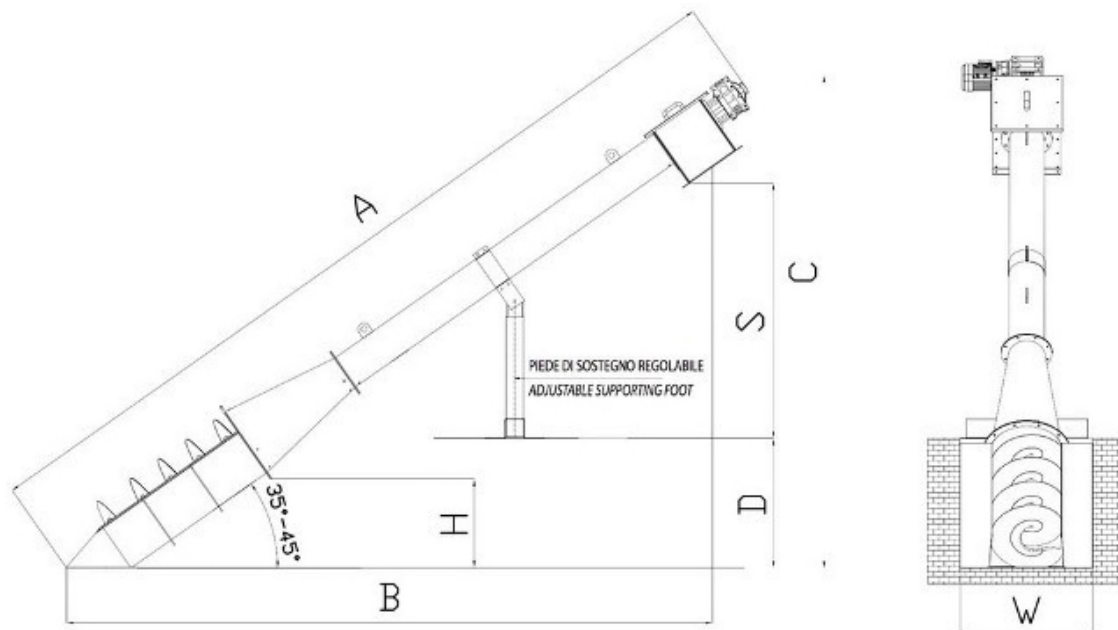
Dotazione idrica	l/ab/g.	185
Coeff. di afflusso in fogna		0,80
Portata giornaliera (Q <sub>18</sub> ·18)	m <sup>3</sup> /g	103,60
Portata media (Q <sub>18</sub> )	m <sup>3</sup> /h	5,76
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	12,95
BOD5	gr/ab/g.	60
- pari a	kg/g.	42
N totale (8 gr/ab/g.)	kg/g.	8
P totale (2 gr/ab/g.)	kg/g.	2
Azoto totale Kjeldahl TKN	kg/g.	5,6

**- Filtrococea**

Portata da smaltire:	m <sup>3</sup> /h	12,95
Luce di filtrazione	mm	0,20
Motorizzazione	kW	0,25

DATI TECNICI										
Ø mm	W mm	H 35° mm	H 45° mm	A mm	B mm	D mm	S mm	C mm	kW	rpm
150	500	265	365	4990	3604	750	1525	3005	0,55	11
200	535	410	515	5125	4075	800	1500	3040	0,75	11
300	615	420	535	5125	3975	800	1500	2990	0,75	11

PORTATA								
mm	15	20	30	40	50	60	70	90
	m <sup>3</sup> /h							
ww 0,25	10	17	34	75	115	180	220	290
ww 0,50	25	45	64	95	170	300	340	385



**Figura 1: Dimensioni filtrococlea**

## - Ossidazione

Come risulta dagli elementi di progetto perverranno all'impianto 42 Kg BOD5/g. Il buon funzionamento dell'impianto dipende dalla possibilità di passare a nitrati i composti azotati che prevengono all'impianto sotto forma di prodotti ammoniacali non reimmissibili nel corpo ricettore.

Si dovrà pertanto porre particolare cura affinché, in ogni condizione di regime, tale processo di ossidazione ( $\text{NH}_4^+ \text{NO}_3^-$ ) sia spinto fino ad ottenere valori di scarico entro i limiti di Legge.

Il carico organico  $F_c$  é l'elemento che influenza tale comportamento e la cui scelta garantisce che al variare della temperatura i rendimenti di nitrificazione siano superiori al 95%.

Nella scelta di tale coefficiente ( $F_c$  = fattore di carico organico del fango) si tiene conto anche di eventuali momentanei aumenti del BOD5 entrante che potrebbe spostare il  $F_c$  verso valori maggiori. Sperimentalmente si osserva che con impianti ad aerazione prolungata operanti con fattore  $F_c$  basso, in qualsiasi stagione, e anche con temperature della miscela aerata prossime a 5°C, i fanghi di supero estratti dall'impianto, sono caratterizzati, oltre che dall'assenza di cattivi odori, da buone caratteristiche di drenabilità, cioè sono effettivamente " tecnicamente " digeriti.

In corrispondenza di valori di carico del fango necessariamente bassi, per contenere il volume della sezione entro valori accettabili, ne consegue che occorre mantenere concentrazioni del fango (SS) sufficientemente elevate intorno a valori di 4 - 5 Kg SS/mc

Il coefficiente prescelto é: **Fc = 0,06 Kg BOD5/Kg SSMA×g**

Giustificato il coefficiente usato e ipotizzando, quindi, una concentrazione di fanghi nella miscela aerata: **Ca = 5 Kg SS/mc;**

si procede alla valutazione del volume della vasca di ossidazione - nitrificazione (V):

$$V = \frac{Kg \text{ BOD}_5 / g}{F_{cv}}$$

dove Fcv ( Kg BOD5/mc ) é il carico spaziale e vale:

$$F_{cv} = F_c \times C_a = 0,08 \times 5 = 0,4 \text{ Kg BOD5/mc}$$

- Carico organico totale	Kg.BOD5/g	42
- Concentrazione del fango nella miscela aerata <b>Ca</b>	Kg.SS/mc	5,00
- Carico volumetrico Fcv=FcxCa	Kg.BOD5/mc.g	0,4
- Volume teorico del comparto di ossidazione Vo	m <sup>3</sup>	105
- Altezza utile	m	<b>3,00</b>
- Dimensioni di ogni vasca	m	<b>6,00 x 3,00</b>
- Volume effettivo di ogni vasca	m <sup>3</sup>	54,00
- Portata complessiva giornaliera	m <sup>3</sup> /g	103,60

**- impianto di aerazione (pot. 700 ab/eq)**

La capacità di ossigenazione è calcolata in base al valore max dell'O.C./Load.

Si assume come valore massimo dell'O.C./Load 2.3 Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> abbattuto che garantisce la completa mineralizzazione dei fanghi: ciò produce una esigua quantità di fanghi di supero tra l'altro perfettamente stabilizzati cioè non più putrescibili né maleodoranti e facilmente disidratabili.

Per l'apporto di ossigeno si adottano soffianti (e diffusori) previste per il funzionamento massimo di

18 h/g per seguire le variazioni del carico inquinante da trattare.

### Verifiche

#### **a - Consumo massimo di ossigeno**

- BOD5 in ingresso	gr/ab*g	60,00
- BOD5 in uscita (massimo)	mg/l	2,59
- Rendimento	%	94,00
- BOD5 da trattare	Kg/g	42,00
- BOD5 abbattuto al giorno	Kg/g	2,59
- O.C./Load massimo previsto (F <sub>0</sub> max)	Kg.O <sub>2</sub> /Kg.BOD5	2,30

#### **Fase carboniosa**

- Consumo giornaliero di O <sub>2</sub>	Kg/g	90,80
---	------	-------

#### **Nitrificazione**

- Azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	Kg/g	1,04
- TKN giornaliero	Kg/g	5,60
- TKN - azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	Kg/g	4,56

Per la nitrificazione assumendo pari a 4,6 parti di O<sub>2</sub> l'equivalente di una parte di (NH<sub>3</sub> – N) nitrificata, e il coefficiente di punta uguale a 2 ,risulta:

- Consumo giornaliero di O <sub>2</sub>	Kg/g	41,99
- Ossigeno teorico totale	Kg/g	132,79
- Rendimento dei diffusori a m 4 di immersione	%	15,00
- Peso specifico dell'O <sub>2</sub> in aria	Kg/m <sup>3</sup>	0,28
- Volume teorico giornaliero	Nm <sup>3</sup> /g	3161,73
- Aumento per scostamento dalle cond. teoriche	%	25
- Volume d'aria effettivo giornaliero	Nm <sup>3</sup> /g	3952,17
- Volume d'aria effettivo orario (18 ore)	Nm <sup>3</sup> /h	219,56

Relazione di calcolo dell'impianto di depurazione

- Soffianti previste	n.	2+1riserva
- Volume d'aria richiesto a ciascuna soffiante	Nm <sup>3</sup> /h	110,00
- Diffusori	n.	20,00

**b - Consumo medio di ossigeno**

- BOD5 medio giornaliero da trattare	Kg/g	42,00
- Rendimento dell'impianto	%	94,00
- BOD5 abbattuto al giorno	Kg/g	2,59
- O.C./Load medio per abbattere la parte carboniosa (F <sub>0</sub> medio)	Kg.O <sub>2</sub> /Kg.BOD5	1,30

**Fase carboniosa**

- Consumo giornaliero di O <sub>2</sub>	Kg/g	51,32
---	------	-------

**Nitrificazione**

- Azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	Kg/g	1,04
- TKN giornaliero	Kg/g	5,60
- TKN - azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	Kg/g	4,56

Per la nitrificazione assumendo pari a 4,6 parti di O<sub>2</sub> l'equivalente di una parte di (NH<sub>3</sub> – N) nitrificata, risulta:

- Consumo giornaliero di O <sub>2</sub>	Kg/g	20,99
- Ossigeno teorico totale	Kg/g	72,32
- Aumento per scostamento dalle cond. teoriche	%	25,00
- Rendimento dei diffusori a 4 m di immersione	%	15,00
- Peso specifico dell'O <sub>2</sub> in aria	Kg/m <sup>3</sup>	0,28
- Peso specifico dell'O <sub>2</sub> in aria	Kg/m <sup>3</sup>	0,28
- Volume teorico giornaliero	Nm <sup>3</sup> /g	1721,87
- Aumento per scostamento dalle cond. teoriche	%	25



- Volume d'aria effettivo giornaliero	Nm <sup>3</sup> /g	2152,33
- Essendo presenti n. 2 soffianti con portate di 110 Nm <sup>3</sup> /h, si hanno, mediamente, le seguenti ore di funzionamento al giorno	h/g	9,78

Questo sovradimensionamento dei compressori nei riguardi della portata d'aria consegue, anche, dalla necessità di assicurare una densità di energia sufficiente in vasca.

Infatti la densità di energia sarà:

$$e_v = \frac{28,21}{\eta} \ln Pa$$

in cui:

$e_v$  = consumo specifico di energia per mc di aria compressa (Wh/mc);

$\eta$  = rendimento del gruppo motore (compressore, circa 0,6)

$Pa$  = pressione assoluta, in atmosfera alla quale si vuole comprimere l'aria.

Per cui: 4 m di colonna d'acqua equivalente a  $Pa = (0,4+0,05+1) \text{ Kg/cmq}$

quindi,  $e_v = 17,50 \text{ Wh/mc}$ .

## - Sedimentazione

All'uscita dalle vasche di ossidazione la miscela acqua - fango attivo, già convenientemente ossigenata passa per vasi comunicanti, nel comparto di sedimentazione.

I bacini di sedimentazione sono costituiti da due manufatti con fondo a tramoggia.

L'acqua mista a fango da sottoporre al processo di sedimentazione perviene nel deflettore sagomato a mezzo apposite tubazioni, con lo scopo di indirizzare il liquido verso il fondo permettendogli poi di risalire, spogliato dei materiali grossolani, verso la superficie.

La limitata velocità di risalita è calcolata per ottenere i valori di solidi grossolani e sostanze sedimentabili, entro le norme emanate dalle competenti Autorità.

Le pareti fortemente inclinate permettono di raccogliere sul fondo i fanghi da reintrodurre in ricircolo o inviare all'ispessitore.

L'acqua chiarificata viene ripresa in superficie da una canaletta in acciaio inox ed addotta alla disinfezione finale.

Il carico superficiale ammissibile per un sedimentatore  $C_s$  (KgSST/m<sup>2</sup>/h) è in funzione dell'efficienza cercata nella rimozione dei solidi sospesi. Nel valutare il carico superficiale si tiene conto dei solidi sospesi totali in ingresso al sedimentatore al giorno. Volendo avere nell'effluente una quantità cautelativa di solidi:

$$SC < 50 \text{ mg/l si ottiene } C_s = 4,50 \text{ Kg SST/mq/h}$$

la velocità ascensionale  $V_a$  nei momenti di punta risulta dalla seguente espressione:

$$V_a = \frac{C_s}{C_a} = \frac{4,50}{5,00} = 0,90 \text{ m/h}$$

Avendo una portata di punta pari a 18,50 m<sup>3</sup>/h si ottiene:

$$18,50 / 0,90 = 20,56 \text{ m}^2 \text{ superficie necessaria}$$

Fissando un tempo di detenzione pari a 3 ore, passiamo a calcolare il volume necessario affinché si possa ottenere il tempo previsto:

$$V = 3 \times 18,50 = 55,50 \text{ mc.}$$

Riepilogando:

- Portata	m <sup>3</sup> /h	12,95
- Superficie effettiva	m <sup>2</sup>	14,39
- Velocità ascensionale	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h = m/h	0,90
- Tempo di detenzione	h	3
- Numero delle vasche	n.	2
- Dimensioni di ogni vasca	m	<b>3,00 x 3,00</b>
- Altezza utile totale	m	<b>2,50</b>
- Franco di sicurezza	m	0,50
- Altezza utile media	m	2,00

- Volume effettivo  $m^3$  42,00

**- verifica apporto di solidi**

$$P_{SS} = \frac{(Q + Q_r)C_a}{Area} = \frac{(12,95 + 4,32) \cdot 5}{14,39} = 6,00 \frac{kg}{m^2h}$$

La verifica risulta soddisfatta in quanto tale valore è inferiore a 9 kg/(m<sup>2</sup>h).

Di seguito una tabella riassuntiva delle verifiche effettuate sui parametri oggetto di controllo:

-	Entrambe le linee		
	Qm	3Qm	
P <sub>SS</sub>	2,06	4,11	Kg/mq * h
CSI	0,21	0,62	mc/mq *h
t residenza	4,86	2,43	h

Si riportano i valori limite da rispettare:

	Range
Cis 3Qm	0,9 m/h
P <sub>SS</sub> Qm	3 - 7 Kg/mq *h
P <sub>SS</sub> 3Qm	< 9 Kg / mq *h
t Qm	2,5 - 3,0 h
t 3Qm	> 50 min = 0,83 h

## - Ispessimento fanghi (pot. 700 ab/eq)

In esso i fanghi vengono inviati tramite la pompa di ricircolo e il supernatante ritorna al sollevamento per gravità.

E' dimensionato come segue:

- Abitanti serviti	n.	700
- Portata giornaliera liquami	m <sup>3</sup> /g	103,6
- BOD5 in ingresso	gr/ab*g	60,00
- BOD5 in uscita (massimo)	mg/l	25,00
- Rendimento	%	94,00
- BOD5 da trattare	Kg/g	42,00
- BOD5 abbattuto al giorno	Kg/g	39,48
- Fango di supero prodotto	m <sup>3</sup> /g	3,55
- Concentrazione media nell'ispessitore	%	1,50
- Valore massimo approssimativo di Ps	Kg.SS/m <sup>2</sup> g	25
- Fango ispessito	m <sup>3</sup> /g	2,37
- Acqua di ricircolo in testa al depuratore	m <sup>3</sup> /g	1,18
- Tempo medio di scarico dell'ispessitore	gg	7
- Volume teorico dell'ispessitore	m <sup>3</sup>	24,87
- Superficie	m	<b>3,00 x 3,00</b>
- Altezza	m	<b>3,00</b>
- Volume effettivo dell'ispessitore	m <sup>3</sup>	27,00

## - disinfezione finale

L'acqua proveniente dal sedimentatore può essere sterilizzata da eventuali germi, presenti a mezzo di un dosaggio automatico di soluzione disinfettante.

Il manufatto ove avviene la reazione è costituito da una vasca con passaggio a labirinto, per permettere

## Relazione di calcolo dell'impianto di depurazione

una buona miscelazione acqua - reattivo e con volume tale da garantire un tempo di contatto necessario alla sterilizzazione non inferiore a 15 minuti sulla portata max.

L'invio della soluzione disinfettante è ottenuto a mezzo di una pompa dosatrice.

Il dosaggio medio di cloro previsto per l'eliminazione di eventuali germi patogeni è di 4 mg/lit in casi di emergenza (blocco del trattamento biologico) il dosaggio dovrà essere di circa 10 mg/lit

La disinfezione verrà effettuata mediante l'aggiunta di ipoclorito di sodio; con una percentuale di cloro attivo pari al 13%.

Pertanto si è previsto uno stoccaggio di ipoclorito al 13% della capacità di lt. 100 con autonomia di g 90 circa. La pompa dosatrice avrà una portata superiore alla max da dosare.

### Dati tecnici.

Portata	mc/h	12,30
Bacino	n.	1
- dimensioni	m	2,30 x 3,10
- altezza	m	1,90
- volume utile	mc	13,54
Tempo di contatto a Qmax	min	20
Consumo ipoclorito (1 lit ogni 20–25 mc)	l/g	5 - 7
Pompa dosatrice elettronica	n.	1
- portata	l/h	5,00
- prevalenza	ATE	10,00
- motore	Kw	0,07
- serbatoio disinfettante	lt	100

## **- impianto ed apparecchiature elettriche**

Tutti gli impianti saranno eseguiti con la massima cura ed a perfetta regola d'arte nel rispetto delle vigenti normative. Gli impianti garantiscono, sia nel loro insieme che nei singoli componenti, un grado di protezione minimo IP 54.

I conduttori posti sotto intonaco o interrati saranno protetti e contenuti entro tubazioni isolanti in PEAD corrugato del tipo pesante, di sezioni sufficienti per contenere i conduttori con un margine del 50% con pozzetti di ispezione in c.a.v.. Nei tratti non incassati saranno previste tubazioni acciaio zincato TAZ, di dimensioni proporzionali all'ingombro dei conduttori con il solito margine del 50%.

Tutti i percorsi saranno facilmente individuabili con l'aiuto dei tracciati riportati nelle piante.

I quadri elettrici interni al fabbricato servizi, saranno realizzati, con lamiera verniciata a fuoco e pannelli anteriori apribili a cerniere con chiusura tipo Yale.

Quelli installati all'esterno, saranno in policarbonato o lega leggera con accessori.

Tutti i conduttori in arrivo e partenza dai quadri saranno contrassegnati per individuarne il circuito di appartenenza, con terminali saldati o aggraffati e collegati al cablaggio del quadro, tramite morsettiere contrassegnate.

Per ogni quadro saranno forniti gli schemi i di principio e di montaggio con corrispondenti numeri e colori delle connessioni.

Il cablaggio e la posa in opera delle linee sarà effettuato con conduttori di sezione idonei al carico applicato ed alle caratteristiche delle protezioni magnetotermiche relative.

Tutte le apparecchiature montate sui quadri saranno contraddistinte da appositi cartellini metallici con diciture pantografate.

Le scatole di derivazione saranno di dimensioni sufficienti per contenere, con un margine del 100%, i conduttori in arrivo ed in partenza ordinati a pettine e collegati fra loro a mezzo di morsettiere componibili costituite da morsetti o altre connessioni.

Le cassette di derivazione, per l'impianto eseguito con tubazioni sopra intonaco, saranno di metallo

adatte per l'innesto dei tubi in arrivo ed in partenza; grado di protezione IP 55.

Tutte le parti metalliche non in tensione, compresi i corpi illuminanti saranno collegate alla rete di terra.

### ***Funzionamento dell'impianto***

Dal contatore ENEL sarà raggiunto un quadro B.T. tramite cavi elettrici alloggiati entro tubazioni in PEAD corrugato del tipo pesante.

Su tale quadro verranno installati i teleruttori, i tele avviatori e gli interruttori di comando e protezione delle linee di alimentazione dei quadri secondari e delle utenze direttamente derivate.

Sui quadri secondari verranno installati interruttori di comando delle singole utenze con chiave di blocco.

Da detto quadro di comando sarà possibile comandare tutte le utenze elettriche dell'impianto e riceverne indicazioni di funzionamento e di misura da tutti gli strumenti installati (o di anomalie).

### ***Quadro generale b.t. e comando***

Il quadro generale del tipo ad armadio o leggio con pannello sinottico a tenuta stagna, è realizzato in lamiera di acciaio, atto al contenimento delle apparecchiature necessarie al comando e controllo dell'impianto proposto.

Sul quadro vengono montati gli strumenti di controllo, gli interruttori e le lampade spia e nella parte superiore il pannello sinottico, voltmetro ed amperometri di linea.

Gli sportelli frontali saranno incernierati ed apribili per avere l'accesso alle morsettiere per l'ispezione dei cavi in partenza, per la regolazione dei termici e dei tempi relativi ai temporizzatori di ciclo installati, nonché il controllo dei fusibili; detti sportelli hanno montato l'interruttore generale con blocco porta.

Ogni elemento del quadro che non risulti rigidamente collegato alla struttura portante, sarà collegato a terra a mezzo apposita cordicella di rame flessibile, munita di capicorda del tipo a pressione.

Tutte le apparecchiature montate saranno contraddistinte con una sigla.

Le targhette saranno del tipo autoadesivo serigrafato.

Le morsettiere del tipo componibile, saranno contrassegnate da numeri progressivi in maniera da consentire una immediata identificazione dei cavi in partenza.

Ogni utenza sarà dotata di sistemi antinfortunistici di blocco elettrico posti in prossimità dell'utenza stessa per impedire falsi avviamenti.

Sarà installato inoltre un interruttore Differenziale Magnetotermico per una ulteriore protezione delle persone da contatti accidentali con parti in tensione e prevenire incendi di organi elettrici causati da dispersione di piccole entità.

### **-Impianto di messa a terra**

Per il collegamento a terra degli impianti luce, forza motrice, tubazioni e tutte le masse metalliche installate, saranno installati elementi spandenti, contenuti entro pozzetti ispezionabili con chiusini superiori di dimensioni sufficienti per consentire eventuali sostituzioni e misure di resistenza.

Tutti gli spandenti di terra sopra citati saranno collegati fra loro, in modo da avere un'unica rete di terra equipotenziale con corda di rame della sezione minima di 35 mm<sup>2</sup>.

La corda equipotenziale suddetta e le linee in arrivo dagli impianti interni saranno collegate agli spandenti con bulloni in ferro zincato o bronzo cadmiato di sezione regolamentare, con interposizione di sezionatori isolati che consentano la separazione degli spandenti stessi dal resto dell'impianto: ciò per consentire le misure di resistenza di ciascuno.

I conduttori di terra per il collegamento alla rete colletttrice esterna, delle apparecchiature e masse metalliche suddette, saranno isolate come quelli impiegati nei relativi impianti nel colore giallo-verde regolamentare.