1) GENERALITA'.

La presente relazione tecnica costituisce parte integrante dei lavori di ristrutturazione e messa a norma di parte dei locali del vivaio di proprietà dell'Ente Foreste della Sardegna situato in località San Cosimo nel territorio comunale di Lanusei.

Il progetto è relativo ad un impianto elettrico utilizzatore di prima categoria e di tipo TT, alimentato ordinariamente dalla rete elettrica dell'ENEL direttamente in bassa tensione.

La tensione nominale dell'impianto è pari a V_n=220 V mentre la potenza di progetto calcolata è 9KW $\cos\phi$ = 0,9.

L'impianto di seguito relazionato interessa i locali adibiti a uffici del personale operativo nella stessa base di San Cosimo.

Allo scopo di chiarire lo sviluppo della distribuzione dell'energia elettrica si sono individuati le seguenti aree:

a) Area uffici
b) Bagno
c) Deposito
d) Climatizzazione
e) Illuminazione esterna.

2) REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME TECNICHE, LEGGI E REGOLAMENTI.

Gli impianti dovranno realizzarsi a regola d'arte in base alle indicazioni contenute nella legge 186 del 1-3-1968 e nella legge n.46 del 5-3-1990.

Le caratteristiche degli impianti, e dei loro componenti, devono rispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di realizzazione ed in particolare devono essere conformi:

- Alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VV.FF.;
- Alle prescrizioni ed indicazioni dell'ENEL;
- Alle prescrizioni ed indicazioni della SIP;
- Alle Norme CEI;
- Alle prescrizioni del D.Lgs 19-09-1994 n.626

L'attività in oggetto, per le sue caratteristiche è classificata dalle Norme CEI fra i ***"Luoghi ordinari"****.*

L'impianto elettrico non rientra fra quelli soggetti a progettazione obbligatoria, ai sensi dell'art.4 D.P.R. 06-12-1991, n.447 poiché non supera i limiti di superficie e potenza previsti.

Nella progettazione si è tenuto conto di tutte le prescrizioni contenute nelle norme citate, allo scopo di ridurre la probabilità che l'impianto divenga causa d'innesco e propagazione dell'incendio.

Negli elaborati grafici allegati sono precisati le destinazioni e l'uso dei vari ambienti, affinché la ditta installatrice ne tenga debito conto nella realizzazione dell'impianto.

I vari ambienti dell'edificio, sono classificati in base alla loro destinazione d'uso ed il relativo impianto elettrico è soggetto al rispetto dei requisiti indicati nelle specifiche norme CEI corrispondenti.

Tutti gli apparecchi elettrici (interruttori, prese, campanelli d'allarme, citofoni), manovrabili dalla generalità del pubblico, devono porsi ad un'altezza massima di 90 cm dal pavimento.

Devono inoltre essere facilmente individuabili e visibili anche in caso d'illuminazione nulla (piastre o pulsanti fluorescenti), ed azionabili mediante leggera pressione.

Gli apparecchi elettrici di segnalazione ottica devono porsi ad un'altezza compresa fra i 2,5 e 3 m dal pavimento.

3) QUADRI ELETTRICI

Dal gruppo di misura ENEL parte una linea che alimenta il quadro generale ubicato nell'ambiente destinato a sala riunoni. Da tale quadro si alimentano le varie linee di alimentazion, opportunamente protette ,in modo tale da ottimizzare la distribuzione dell'energia elettrica nei vari ambienti e garantire un'elevata selettività nei confronti di eventuali guasti che si dovessero verificare in qualsiasi punto dell'impianto.

Di seguito è riportato lo schema di distribuzione del quadro:

Gruppo misura ENEL

- Quadro generale

Quadro generale

- linea luci
  - uffici
  - bagno
  - deposito
  - luci esterne
- linea climatizzazione
- linea prese
  - uffici
  - bagno
  - deposito

Il quadri dovrà essere conformi alle Norme CEI 17-13 e 23-51 e contenere le indicazioni sulle funzioni dei diversi elementi ed i riferimenti agli schemi di montaggio.

4) SVILUPPO TOPOGRAFICO

Il punto iniziale dell'impianto è il gruppo di misura dell'ENEL, installato in prossimità dello stesso quadro elettrico.

Da questo punto si dirama una linee d'alimentazione del quadro generale di sezione (2x10 mm^2) realizzata con cavo FG7R 0,6/1 KV, guaina di gomma del tipo G7, incassato , entro tubi o canalette, a parete e/o a pavimento entro tubo in PVC.

Dal quadro generale, attraverso tubi sottotraccia, entro tubi o canalette, a parete e/o a pavimento, oppure interrati entro tubi in PVC si diramano le linee di alimentazione delle varie utenze all'interno secondo il seguente prospetto:

Gruppo misura ENEL

- 1) Aliment. quadro generale

Quadro generale

- linea luci
  - uffici
  - bagno
  - deposito
  - luci esterne
- linea climatizzazione
- linea prese
  - uffici
  - bagno
  - deposito

5) CONDUTTORI

5.1) Isolamento

Saranno impiegati cavi unipolari o multipolari idonei per l'impiego in sistemi di prima categoria. Devono essere adatti ad una tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiore a 450/750, simbolo di designazione 07.

I conduttori, impiegati nei circuiti di segnalazione e comando, devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05.

I conduttori appartenenti a sistemi elettrici diversi dovranno installarsi in condutture, cassette di derivazione e scatole separate.

I conduttori del tipo N07V-K e N1VV-K (CEI 20-22), cavi unipolari/multipolari isolati in PVC con conduttore flessibile per installazione fissa, senza/con guaina in PVC, soddisfano ampiamente le esigenze descritte e devono impiegarsi per tutte le linee terminali che si diramano dai quadri secondari.

Per la linea d'alimentazione del quadro generale e per quelle di distribuzione devono utilizzarsi conduttori del tipo FG7R 0,6/1 KV o N1VV-K.

I conduttori descritti sono presi in considerazione nei calcoli di dimensionamento delle varie linee dell'impianto.

5.2) Colorazione

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI- UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio cenere e marrone.

5.3) Sezioni minime

a) Sezioni minime conduttori di fase
Le sezioni dei conduttori sono state valutate in funzione della potenza impegnata, del coefficiente di contemporaneità, della lunghezza dei circuiti, della caduta di tensione massima consentita, della massima temperatura ammissibile per l'isolante dei cavi. Indipendentemente dai valori ricavati in base alle valutazioni precedenti, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,50 mm^2 per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm^2 per derivazioni che alimentino singoli apparecchi illuminanti o singole prese di portata inferiore a 16°;
- 2,5 mm^2 per derivazioni che alimentano singole prese di portata 16 A, o più prese di portata inferiore

b) Sezione minima dei conduttori neutri
La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm^2, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm^2 (per conduttori in rame);

c) Sezione dei conduttori di terra e protezione
La sezione dei conduttori di terra e di protezione, non deve essere inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-8, com'è indicato più avanti nella parte dedicata all'impianto di terra.

6) TIPO DI POSA

L'impianto elettrico dell'edificio presenta un solo tipo di posa in funzione dell'ambiente cui è destinato, in particolare:

- posa entro tubo sottotraccia

Le caratteristiche delle canalizzazioni in cui passano i conduttori, sono descritte in dettaglio qui di seguito:

- Tubo protettivo rigido o flessibile in PVC (CEI 23-8 e CEI 23-14)
- Caratteristica di resistenza alla fiamma: autoestinguente
- Caratteristiche meccaniche dei tubi:
  a) Tipo pesante P, da impiegare per eventuali tratti con posa incassata sotto pavimento
  b) Tipo leggero L per la posa incassata a parete

7) VALUTAZIONE DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione si è fatto riferimento alle tabelle UNEL 35023-70, considerando un fattore di potenza pari a 0,9.

Nel dimensionamento delle varie linee dell'impianto, si è imposto come obiettivo progettuale, la limitazione al 4% della caduta di tensione nei punti maggiormente sfavoriti, in accordo con le indicazioni della CEI 64-8/5 sez.525.

Per ulteriori approfondimenti in merito alle cadute di tensione si rimanda ai calcoli di dimensionamento delle varie linee.

8) IMPIANTO DI TERRA

8.1) Generalità.

L'impianto di terra in oggetto è destinato a realizzare la messa a terra di protezione che, coordinata con adeguati dispositivi differenziali, realizza il metodo di protezione contro i contatti indiretti denominato " Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione".

L'impianto di terra è costituito dai seguenti elementi:

- dispersori intenzionali e di fatto
- conduttore di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali

La corretta scelta ed il dimensionamento di ciascun elemento componente, è condizione indispensabile per rendere efficace il sistema di protezione contro i contatti indiretti. Di seguito sono descritte in dettaglio le caratteristiche e le modalità di realizzazione dei vari elementi.

8.2) Determinazione della resistenza di terra Rt.

Il parametro che caratterizza l'efficacia di un impianto di terra di protezione è il valore della sua resistenza di terra Rt.

Il valore accettabile di tale parametro dipende dal tipo, dal numero e dalle caratteristiche delle protezioni differenziali adottate. In presenza di più utilizzatori, la somma delle correnti di dispersione potrebbe dar luogo a tensioni inammissibili sull'impianto di terra e quindi sulle masse.

Nel caso in esame sono presenti interruttori differenziali in serie ed in parallelo con valori della corrente di intervento differenziale $I\Delta n = 30$ mA.

La resistenza di terra può essere dimensionata assumendo per $I\Delta n$ il valore più elevato tra la somma delle correnti differenziali nominali degli interruttori diff. installati su ciascuna fase, che nel caso in esame corrisponde a circa 60 mA.

In base alla Norma CEI 64-8 è richiesto il rispetto della condizione espressa dalla relazione seguente:

$$R_t \leq \frac{50}{I_{\Delta N}}$$

sostituendo nella relazione i valori numerici:

$$R_t \leq \frac{50V}{60mA} = 833\Omega$$

8.3) Analisi del sito

La resistività media del terreno, è un parametro determinante nella progettazione del sistema disperdente. Nel caso in esame in base al sopralluogo eseguito si è potuto verificare che è di tipo misto, di natura calcarea non aggressivo chimicamente.

Per tale terreno è corretto ipotizzare un valore di resistività media pari a 250Ω·m.

Per migliorare l'efficienza dell'impianto è anche possibile modificare le caratteristiche del terreno, sostituendo quello a contatto con il dispersore con altro di natura argillosa, caratterizzato da valori di resistività notevolmente più bassi.

8.4) Dispersore

Per consentire il raggiungimento del valore di resistenza di terra desiderato è opportuno realizzare un sistema disperdente misto costituito da elementi intenzionali (di tipo orizzontale e verticale) e dispersori di fatto quali ferri di armatura della struttura in c.a. dell'edificio.

Il contributo di dispersori di fatto (ferri di fondazione, condutture idriche ecc.), generalmente di notevole entità, appare tuttavia di difficile valutazione allo stato attuale.

Nel dimensionamento, ai fini della sicurezza, non saranno presi in considerazione tali contributi.

Il dispersore intenzionale dell'impianto sarà costituito da una corda di rame nudo di sezione 35 mm^2 e lunghezza di circa 60 m, interrata lungo un apposito scavo.

Per il dispersore orizzontale così realizzato utilizzando la formula approssimata $R_d = 2\rho/L$ si ottiene un valore inferiore a 20 Ω che soddisfa ampiamente le specifiche progettuali.

Le caratteristiche dimensionali minime dei dispersori da utilizzare nella realizzazione dell'impianto, sono le seguenti:

- Dispersori verticali -
  Tipo: picchetto profilato
  Materiale: acciaio zincato a caldo
  Spessore: 5 mm
  Dim. trasver.: 50 mm

- Dispersore orizzontale -
  Tipo: conduttore cordato nudo
  Materiale: rame
  Diametro fili: 1.8 mm
  Sezione corda: 35 mmq

Nell'operazione di conficcamento dei picchetti nel terreno devono essere evitati mezzi o sforzi che deformino in modo apprezzabile la verticalità dell'elemento, ne danneggino l'estremità superiore e ne deteriorino il rivestimento protettivo.

La corda di rame deve essere posata entro scavo predisposto, avendo cura di ricoprire il conduttore con argilla o humus e non con materiali di risulta del cantiere, costipando adeguatamente ed evitando danneggiamenti meccanici.

Il dispersore sarà ispezionabile attraverso la realizzazione di un pozzetto in c.a. munito di coperchio in corrispondenza del punto di collegamento con il conduttore di terra.

8.5) Conduttore di terra (CT) .

E' il conduttore che collega il dispersore al nodo (collettore) di terra.

Sarà costituito da un conduttore di rame cordato con guaina di gomma o PVC di colore giallo-verde di sezione 10 mm^2.

La giunzione con il dispersore sarà realizzata nel pozzetto ispezionabile con le modalità descritte ai punti successivi.

In corrispondenza del punto d'uscita dal terreno deve essere protetto adeguatamente contro gli sforzi meccanici con una tubazione in PVC rigido serie pesante per almeno 30 cm di lunghezza.

8.6) Collettore o nodo principale di terra (MT) .

Il collettore principale di terra costituisce il punto di collegamento fra i conduttori di terra, i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali.

Sarà costituito da una piastra metallica (in acciaio zincato a caldo o in acciaio inox o in rame stagnato) munita di morsetti, viti e bulloni per fissare i capicorda dei vari conduttori.

Può essere posta in corrispondenza del quadro elettrico all'interno di una cassetta munita di coperchio con grado di protezione adeguato, che dovrà riportare chiaramente l'indicazione del simbolo di terra, oppure può coincidere con la barra equipotenziale del quadro elettrico sempreché abbia caratteristiche adeguate.

I collegamenti dei conduttori devono potersi rimuovere solo con l'impiego di attrezzi.

Il conduttore di terra deve essere collegato al nodo mediante un dispositivo d'apertura (sezionatore), in modo tale da consentire le verifiche periodiche del valore di resistenza di terra.

8.7) Conduttori di protezione (PE) .

Saranno costituiti da conduttori unipolari in rame con guaina isolante di colore giallo-verde, dello stesso tipo di quelli impiegati per i conduttori di fase.

La loro sezione minima sarà uguale a quella del conduttore di fase di sezione maggiore dell'impianto fino alla sezione di 10 mm^2.

Sarà collegato a tutte le masse dei dispositivi in classe I° presenti ed alle prese a spina.

8.8) Collegamenti equipotenziali EQP ed EQS.

Ai fini della protezione contro i contatti indiretti, come richiesto dalla Norma CEI 64-8, devono essere eseguiti i collegamenti equipotenziali fra tutte le masse estranee presenti nei locali, suscettibili di introdurre potenziali pericolosi per gli utenti. Si devono distinguere due tipi di collegamenti equipotenziali, quelli principali EQP e quelli equipotenziali supplementari rappresentati dalla sigla EQS.

Collegamenti equipotenziali principali EQP

I collegamenti EQP sono destinati ad assicurare l'equipotenzialità di tutte le masse estranee suscettibili di introdurre potenziali pericolosi, come ad es. tubazioni metalliche degli impianti idrici, gas, riscaldamento, condizionamento, antincendio, strutture metalliche entranti nella struttura edilizia sopra o sottosuolo.

Il collegamento con le tubazioni metalliche (idriche, gas ecc.) deve essere eseguito all'ingresso dell'edificio, immediatamente a valle dei rispettivi contatori di misura.

Tali collegamenti saranno realizzati con l'impiego di conduttori unipolari in rame (N07V-K) con guaina isolante di colore giallo-verde, avente sezione minima pari a 16 mmq.

Tutti i conduttori EQP devono essere collegati direttamente al nodo equipotenziale, con percorsi brevi e senza essere sottoposti a sforzi meccanici.

Collegamenti equipotenziali supplementari EQS.

Devono essere realizzati in ambienti particolarmente pericolosi dal punto di vista elettrico, come i locali da bagno, cucine, locali tecnologici.

Il conduttore deve mettere in contatto tutte le masse estranee presenti nell'ambiente quali tubazioni idriche, termosifoni, scarichi; e va quindi collegato al più vicino conduttore di protezione.

Esso è costituito da un cavo unipolare isolato in PVC, di colorazione giallo-verde della sezione minima non inferiore a 2,5 mm^2 se protetto meccanicamente o a 4 mm^2 se non è prevista protezione meccanica.

8.9) Giunzioni e connessioni.

Le giunzioni tra i vari elementi dell'impianto di terra possono essere eseguite in due modi: impiego di morsetti e saldature.

Le giunzioni del primo tipo dovranno essere realizzate con l'impiego di morsetti, manicotti e bulloni di rame indurito, acciaio zincato a caldo o acciaio inox, ottone; quelle del secondo tipo mediante saldatura forte o alluminotermica.

Le giunzioni soggette a corrosione, specialmente se posate a contatto del terreno, richiedono una protezione contro la corrosione ad esempio mediante verniciatura o catramatura o nastratura.

I morsetti da utilizzare devono essere del tipo a pressione, tali da non imporre il taglio del conduttore principale e che consentono il collegamento di conduttori di sezione diverse.

Le giunzioni dovranno essere sufficientemente robuste per essere in grado di resistere ad eventuali sollecitazioni meccaniche ed evitare danneggiamenti ai conduttori.

Per limitare la corrosione di tipo elettrochimico che si instaura fra materiali diversi è preferibile scegliere materiali omogenei, in particolare vicini nella scala della nobiltà elettrochimica.

Per il caso in esame, le giunzioni possibili ed il tipo di collegamento ottimale sono le seguenti:

Giunzione	*materiali*	*morsetto*
Disper. orizz. - disper. orizz.	*rame - rame*	*rame*
Disper. orizz.- picchetto	*rame - acciaio zincato*	*ottone*
Disper. orizz.- cond. di terra	*rame - rame*	*rame*
Collett.- condutt.	*acciaio-rame*	*bull. acciaio/ capocorda stagnato*

8.10) Conclusioni.

L'impianto di terra in progetto dovrebbe essere in grado di soddisfare l'obiettivo prefissato inizialmente consentendo di ottenere valori di resistenza di terra compatibili con i valori imposti dalle norme.

Durante la realizzazione dell'impianto ed al termine dei lavori si deve procedere alla verifica dei risultati ottenuti mediante la misura della resistenza di terra con i due metodi previsti dalla norma CEI 64-8 (voltamperometrico /resistenza totale di terra).

Qualora fossero riscontrati valori di resistenza non soddisfacenti, si renderanno necessari successivi interventi correttivi che dipenderanno dall'entità dello scarto rilevato fra la Rt desiderata e quella ottenuta.

9) PRESCRIZIONI PER AMBIENTI PARTICOLARI.

9.1) Locali da bagno.

I locali da bagno sono suddivisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

ZONA 0 - E' il volume del piatto doccia; non sono ammessi apparecchi elettrici, come scalda-acqua ad immersione, illuminazione sommerse o simili.

ZONA 1 - E' il volume che circonda il piatto doccia fino alla altezza di 2,25 m dal pavimento; sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza che corrisponde a 50 V.

ZONA 2 - E' il volume che circonda il piatto doccia, largo 60 cm e fino ad un'altezza di 2,25 m dal pavimento; sono ammessi, oltre allo scaldabagno ed agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V , anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua con involucri aventi grado di protezione almeno IPX4.

Nella zona 1 e nella zona 2 non devono essere installati dispositivi quali interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; mentre possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per es. lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

ZONA 3 - E' il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi oltre 3 m dalla doccia); sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce d'acqua (grado di protezione IPX1), come previsto nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, e con grado di protezione IPX5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina avviene tramite interruttore differenziale ad alta sensibilità , con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Nella realizzazione dell'impianto verranno rispettate tutte le prescrizioni ed i provvedimenti indicati nelle norme, allo scopo di ridurre al minimo la probabilità che l'impianto elettrico sia causa di innesco e di propagazione dell'incendio.

10) PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Dall'applicazione dell'appendice G della Norma CEI 81-1, risulta che l' edificio presenta le seguenti caratteristiche:

- rientra fra le strutture di tipo C o equivalenti;
- sono caratterizzate da un rischio ridotto (luoghi oridnari);
- coefficiente ambientale C=1 (a favore della sicurezza);

Dalle verifiche effettuate è emerso che Nd<Na e di conseguenza non è necessaria l'installazione di un impianto LPS per la protezione contro la fulminazione diretta delle strutture.

Inoltre considerata la mancanza di impianti interni essenziali e il rispetto dei criteri fissati dalla Norma CEI 81.1 non è richiesta alcuna forma di protezione contro le sovratensioni derivanti da fulminazioni indirette.

11) CRITERI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.

Le misure di protezione contro i contatti indiretti attuate nell'impianto sono:

- ad interruzione automatica del circuito, mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità , per tutti gli apparecchi di classe I;
- impiego d'apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per le lampade del circuito d'illuminazione;
- circuito con bassissima tensione di sicurezza (SELV) per l'alimentazione dell'impianto citofonico, antincendio e d'allarme.

Le misure di protezione contro i contatti diretti sono di tipo passivo ed attivo. Le prime sono attuate mediante l'impiego d'apparecchi e dispositivi dotati d'apposito isolamento in classe I e II, mentre la protezione attiva è basata sull'impiego d'interruttori differenziali ad alta sensibilità.

12) PROTEZIONE DEI CONDUTTORI CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTOCIRCUITI.

La protezione di tutti i circuiti dal sovraccarico ed il cortocircuito è assicurata dall'installazione d'interruttori magnetotermici con caratteristiche adeguate al tipo di cavo, alla posa ad alla lunghezza delle varie linee, come illustrato nei calcoli di dimensionamento allegati.