

**INAF - Istituto Nazionale di Astrofisica
Osservatorio Astronomico di Bologna**

**SISTEMA DI CONTROLLO DEL TELESCOPIO
"G.D. CASSINI"
DI 152 cm DI DIAMETRO DI LOIANO (BO)**

- Fascicolo tecnico -

Elaborato R1

OGGETTO

Relazione tecnica

REV.	DATA	OGGETTO	REDATTO DA	FIRMA
0	24/04/2015	Emissione	Ing L. Pescerelli	
1	25/06/2015	Allineamento documenti allegati	Ing L. Pescerelli	

INDICE

1. Introduzione	3
2. Stato di fatto	3
2.1 Dati dell'impianto elettrico e condizioni al contorno.....	4
3. Descrizione della installazione elettrica	4
4. Normativa di riferimento	4
5. Esecuzione di modifiche e aggiornamenti.....	5
6. Applicazione della norma CEI EN 60204-1	5
6.1 Situazioni pericolose	5
6.2 Scelta delle componenti	6
6.3 Alimentazione elettrica	6
6.4 Ambiente di installazione e condizioni di funzionamento	6
6.5 Sistema di alimentazione e sezionamento.....	7
6.6 Protezione contro la scossa elettrica	7
6.7 Protezione dell'equipaggiamento	8
6.8 Circuito equipotenziale di protezione	8
6.9 Circuiti di comando e controllo	9
6.10 Funzionamento	9
6.11 Arresto di emergenza.....	10
6.12 Interblocchi.....	10
6.13 Funzioni di comando in caso di guasto	11
6.14 Sensori di posizione	11
6.15 Codice dei colori.....	12
6.16 Conduttori.....	13
6.17 Tecniche di cablaggio	14
6.18 Marcature, segnali di avvertimento, designazioni di riferimento	15
7. Valutazione del rischio residuo	15
8. Allegati.....	17

1. INTRODUZIONE

Il presente documento riguarda le installazioni elettriche a servizio del Telescopio "G. D. Cassini" di 152cm di diametro sito a Loiano (BO).

Il telescopio è ospitato in un edificio dedicato, costruito in calcestruzzo armato, realizzato negli anni '70, e nel tempo adeguato nelle sue componenti impiantistiche.

Il telescopio è originale dell'epoca, così come gli attuatori dei movimenti presenti.

Le installazioni elettriche presenti nell'edificio sono di due fattispecie:

- l'impianto elettrico generale, comprendente circuiti prese, illuminazione e quant'altro necessario
- l'installazione dei sistemi di alimentazione e governo del telescopio propriamente detto

Per quanto riguarda l'impianto elettrico ogni considerazione è demandata all'esistenza della documentazione di legge (L. 46/90 e DM 37/08) e al mantenimento di condizioni ottimali dell'impianto eseguendo regolare manutenzione.

Realizzazione secondo la norma impianti ed esecuzione della manutenzione necessaria sono i capisaldi della eliminazione o riduzione di ogni rischio dagli impianti elettrici generali.

Nel seguito si terrà in conto la sola installazione dei sistemi di alimentazione e governo del telescopio, considerato come "macchina".

Scopo del documento è la raccolta formale di ogni considerazione fatta con lo strumento delle norme tecniche applicabili allo scopo di considerare conforme alla regola dell'arte l'installazione dei nuovi sistemi di controllo, con riferimento principale alla sicurezza dell'insieme.

2. STATO DI FATTO

Il sistema di governo del telescopio, in precedenza completamente manuale e senza particolari accorgimenti, è in corso di avanzato rinnovamento.

Allo stato attuale sono presenti una serie di quadri elettrici e quadri di controllo che svolgono tutte le funzioni necessarie con le modalità descritte più avanti.

Rimangono da realizzare le funzioni di telegestione remota senza operatori, previste e di futura implementazione, aventi impatto esclusivamente sul software di gestione e sui sistemi di comunicazione remota. Resta anche da completare la dismissione completa dei vecchi sistemi manuali, cosa ininfluente.

L'intero sistema di gestione del telescopio è stato sviluppato da personale dell'Istituto che ha ampia esperienza dell'impiego della macchina e la conosce nei dettagli. Nelle operazioni di installazione propriamente detta ci si è avvalsi dell'opera di installatori elettrici professionisti, in particolare per la posa dei cavi e la realizzazione dei quadri di potenza. Esiste pertanto riscontro di opera di queste opere (dichiarazione di conformità).

Tutte le realizzazioni fatte sono state progettate tenendo conto dell'età della macchina e della impossibilità di sostituire parti sostanziali.

Anche quanto segue, al pari di altre considerazioni, è svolto tenendo in conto l'**essenziale principio di dover applicare un sistema di controllo di nuova concezione a una installazione costituita da una macchina non modificabile risalente agli anni '70.**

Nelle valutazioni che seguono si considera anche che l'edificio è di fatto immutabile.

Si assume inoltre che le installazioni elettriche, preesistenti o di nuova realizzazione, e la posa di nuovi cavi (energia o segnale che siano) rispettino le normali regole di installazione quando solidali e correnti nell'edificio o tra ambienti diversi dello stesso.

Si assume inoltre che i quadri elettrici siano idonei alla posa nei luoghi di installazione.

La realizzazione è unica, e costruita ad hoc per un unico fine, distribuita nei suoi componenti principali in vari luoghi dell'edificio.

2.1 Dati dell'impianto elettrico e condizioni al contorno

L'impianto elettrico, alimentante anche i sistemi del telescopio, è alimentato dall'ente fornitore in BT con sistema TT trifase.

Nel seguito si considera l'impianto elettrico regolare, l'impianto di terra idoneo e regolarmente verificato secondo disposizioni di legge, la manutenzione eseguita conformemente alle esigenze.

Esiste un unico punto di alimentazione della "macchina telescopio", punto di inizio dell'installazione oggetto del lavoro.

La commistione o convivenza di collegamenti dedicati alla macchina e linee dell'impianto elettrico deve considerarsi limitata al massimo, a volte ineliminabile, ma compatibile con le funzioni svolte in quanto a modalità di posa.

3. DESCRIZIONE DELLA INSTALLAZIONE ELETTRICA

L'installazione è composta di una molteplicità di quadri elettrici e/o di controllo, di dispositivi in campo e di collegamenti di potenza e di segnale.

La disposizione dei vari elementi nell'edificio è riportata nell'allegato 1 al presente documento.

La descrizione di ogni singolo elemento dell'installazione è riportata nei paragrafi che seguono per quanto necessario, assieme a una descrizione di massima e ai provvedimenti di sicurezza previsti.

Per una descrizione dettagliata si faccia riferimento all'allegato 2 al presente documento, suscettibile di aggiornamenti in caso di modifiche e completamenti anche di dettaglio.

Per la comprensione dettagliata del funzionamento elettrico ed elettromeccanico dei singoli quadri e dei collegamenti tra essi si faccia riferimento all'allegato 3 al presente documento, la raccolta degli schemi. Anche questi sono soggetti ad aggiornamento quando necessario.

Per i documenti soggetti ad aggiornamento si faccia sempre riferimento all'ultima versione disponibile nel fascicolo dell'installazione.

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento di seguito elencate non devono considerarsi in via esclusiva, potendosi applicare ulteriori norme particolari richiamate in esse.

Non sono elencate nemmeno le norme relative ai cavi e ai componenti (norme di prodotto) ne le tabelle CEI UNEL relative ai cavi, queste ultime da considerarsi rispettate.

Le norme elencate peraltro forniscono gli elementi per l'esecuzione della valutazione del rischio nelle parti applicabili di ciascuna alla installazione specifica:

- CEI EN 60204-1 – "Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine

– Parte 1: Regole generali”

- Norma CEI 64-8 – “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.”

5. ESECUZIONE DI MODIFICHE E AGGIORNAMENTI

In caso di modifiche ulteriori o future al sistema l’esecuzione delle stesse deve essere tale da:

- rispettare i principi e le condizioni valutate nel presente documento in conformità alla normativa applicabile
- non ridurre le condizioni di sicurezza ottenute col rispetto di quanto di seguito riportato, salvo non aggiornare anche ogni valutazione condotta secondo norma in caso di modifiche sostanziali

A seguito di ogni modifica, anche minimale, deve essere emessa una revisione dei documenti del fascicolo (cartaceo o digitale) interessati e quelli obsoleti devono essere rimossi; si aggiornerà contestualmente anche l’elenco e/o frontespizio dei documenti. Ciò deve avvenire una volta che la modifica sia definitiva.

Durante l’esecuzione di modifiche ‘sperimentali’ e durante il test di diverse soluzioni tecniche devono essere rispettati principi e condizioni di sicurezza esistenti.

Ove ciò non sia possibile la rivalutazione dei rischi e delle condizioni di sicurezza deve precedere ogni azione sull’installazione, prendendo preventivamente i provvedimenti valutati idonei alla compensazione del rischio aggiuntivo o diverso che sia.

Ove la modifica ‘sperimentale’ diventi definitiva e comporti la rivalutazione o modifica di quanto compreso in questo documento deve esserne eseguito l’aggiornamento conseguente.

La trattazione riguarda l’applicazione della norma di riferimento al caso specifico. In caso di modifiche occorre rifarsi alla norma integrale per eventuali prescrizioni aggiuntive ora non riportate in quanto non necessarie.

6. APPLICAZIONE DELLA NORMA CEI EN 60204-1

Nel seguito si evidenziano i principi contenuti nella norma e le modalità con cui sono stati rispettati nella realizzazione del sistema di controllo, ai fini della protezione delle persone.

6.1 Situazioni pericolose

Le situazioni pericolose individuate sono riferibili a:

- guasti o avarie del sistema di controllo o delle installazioni elettriche o di circuiti di comando;
- interruzione dell’energia elettrica;
- perdita di continuità dei collegamenti di protezione;
- disturbi elettrici;
- energia meccanica accumulata;
- interferenze note con altri aspetti della valutazione dei rischi complessiva.

Le misure di sicurezza adottate in linea generale per evitare gli effetti dannosi dei fattori considerati sono:

- adozione di un sistema di controllo ridondante nelle parti cui sono affidate funzioni di sicurezza delle persone e del macchinario;
- adozione di misure contro il riavvio di qualsivoglia azionamento dopo l’interruzione dell’energia senza comando volontario;
- adozione delle misure realizzative e di controllo periodico dei collegamenti di protezione;

- impiego di apparecchiature regolarmente dotate di dichiarazione di conformità ai requisiti della compatibilità elettromagnetica;
- valutazione dell'energia meccanica accumulata, in particolare dell'energia cinetica, e dei suoi effetti;
- adozione di provvedimenti aggiuntivi quali avvisi e procedure di lavoro per gli aspetti che coinvolgono fattori diversi di rischio.

6.2 Scelta delle componenti

I componenti e i dispositivi adottati per la realizzazione del controllo e dei collegamenti elettrici sono adatti per l'impiego e per le condizioni ambientali in cui si trovano a operare. Sono inoltre conformi alle relative norme di prodotto applicabili e sono impiegati secondo le istruzioni e indicazioni del produttore.

I quadri elettrici, quelli di controllo in particolare, sono conformi alle pertinenti parti della norma CEI EN 61439-1 (vedasi Allegato 4).

6.3 Alimentazione elettrica

L'insieme dei sistemi di controllo è predisposto per il funzionamento a tensione di rete nelle condizioni di fornitura standard previste dalla norma impianti con alimentazione in BT. Ove necessario l'equipaggiamento comprende elementi che garantiscano continuità di servizio.

6.4 Ambiente di installazione e condizioni di funzionamento

L'equipaggiamento elettrico della 'macchina' è idoneo alle condizioni ambientali in cui è destinato a operare.

In particolare, rispetto ai fattori principali considerati dalla norma si valutano i seguenti aspetti.

Compatibilità elettromagnetica

La realizzazione con componenti singoli, benché assiemati, conformi alle relative norme fornisce garanzia sufficiente, tenuto conto anche dei seguenti provvedimenti aggiuntivi:

- presenza di filtri sull'alimentazione degli inverter, come indicato dal produttore;
- presenza di filtro in ferrite all'uscita degli stessi;
- installazione separata degli inverter;
- impiego di involucri metallici per le parti più sensibili;
- presenza di collegamenti equipotenziali funzionali;
- connessione in unico punto all'impianto di terra realizzato in modo da minimizzare i disturbi di modo comune;
- separazione dei circuiti più sensibili.

Il cablaggio generale dei collegamenti:

- impiega conduttori intrecciati ove ritenuto necessario e schermati al bisogno;
- prevede, ovunque possibile, una separazione fisica tra condutture disturbanti e circuiti sensibili;
- prevede di mantenere i conduttori vicino al piano di terra nel cablaggio ovunque sia possibile.

Temperatura ambiente e umidità relativa

Pur trattandosi di edificio non riscaldato le temperature ambiente sono compatibili con i limiti di funzionamento dei componenti adottati.

Per le componenti installate nel locale telescopio (di fatto alla temperatura esterna durante il funzionamento, e quindi decisamente a bassa temperatura specie in inverno), quadro PLC3 in particolare, è previsto un sistema di riscaldamento elettrico termostato per garantire una temperatura di funzionamento idonea in presenza di clima freddo.

Analogamente per l'umidità ambiente non si prevedono condizioni di funzionamento particolari, tranne per il quadro PLC3 nel quale il sistema di riscaldamento provvede a ridurre anche l'umidità relativa interna al quadro.

Altitudine slm

Il sito è ampiamente entro i limiti minimi previsti.

Contaminanti

Rispetto all'ingresso accidentale di corpi solidi e liquidi ogni involucro impiegato adotta un idoneo grado di protezione.

Non si prevedono nel sito condizioni particolari rispetto ad altre tipologie di inquinanti.

Radiazioni ionizzanti

Non è prevista la presenza di tali condizioni di lavoro.

Vibrazioni e urti

Tutte le componenti (quadri) sono installati in zone protette.

Fa eccezione il "Quadro Portellone" montato su una parte mobile. Tale parte in ogni caso non presenta valori di vibrazioni significative in quanto il movimento è lento e saltuario.

Il piano di manutenzione dovrà prevedere la verifica periodica dei serraggi in tale componente.

6.5 Sistema di Alimentazione e sezionamento

L'equipaggiamento elettrico è collegato ad una unica sorgente di alimentazione costituita dall'ingresso del "Quadro Comandi". E' presente una alimentazione ausiliaria nel "Quadro Consenso Rotazione e Apertura Cupola" ininfluenza ai fini delle valutazioni del presente documento.

L'alimentazione del sistema di riscaldamento nel quadro PLC3 deve essere opportunamente etichettato in quanto in tensione anche ad alimentazione sezionata.

Ogni altra necessità di alimentazione diversa viene realizzata all'interno dell'equipaggiamento tramite idonei alimentatori e trasformatori.

Non sono presenti generatori nell'equipaggiamento elettrico della macchina.

E' presente un dispositivo di sezionamento dell'alimentazione costituito dall'interruttore generale sul "Quadro Comandi".

Il conduttore e i morsetti di neutro sono distinti e separati e tale conduttore è un conduttore attivo.

In prossimità dell'alimentazione della macchina è presente il collegamento dedicato al conduttore di protezione. Tale conduttore ha sezione pari a quella di fase in ragione delle piccole sezioni in gioco (< 16mmq). Ciò non esclude la possibilità di impiegare anche altri punti di collegamento del conduttore di protezione tenendo conto che l'edificio stesso è il contenitore della macchina e che le componenti sono variamente disposte in luoghi diversi. Ciò non deve comportare disfunzioni funzionali.

Il dispositivo di sezionamento già citato è accessibile sul quadro che lo contiene ed evidenzia con chiarezza le posizioni di apertura e chiusura.

Tale dispositivo è bloccabile con lucchetto per mezzo di apposito accessorio. La chiave del lucchetto può essere inanellata con la chiave del comando di richiusura remoto così da impedire richiusure indesiderate.

Il dispositivo di sezionamento generale assolve anche la funzione di 'dispositivo di interruzione per la prevenzione di avviamenti inattesi' e di 'dispositivo di sezionamento per l'equipaggiamento elettrico'.

Per il "Quadro Portellone" è inoltre previsto un sezionamento dedicato (e funzionale) costituito da un collegamento spina-presa che se impiegato è sotto il controllo diretto dell'operatore.

6.6 Protezione contro la scossa elettrica

Devono essere presi provvedimenti contro i contatti diretti e i contatti indiretti con le modalità previste dalla norma IEC 60364-4 (CEI 64-8-/4).

I provvedimenti previsti sono:

contro i contatti diretti

- protezione mediante involucri, in generale con protezione non inferiore a IP4X o IPXXD, apribili con attrezzo;
- a porte di accesso aperte si prevede un grado di protezione dei dispositivi interni a tensione pericolosa non inferiore a IP2X o IPXXB;
- protezione mediante isolamento delle parti attive per le condutture;
- non si rilevano rischi da tensioni residue.

contro i contatti indiretti

- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (interruttore generale asservito a dispositivo differenziale coordinato con la resistenza di terra, sistema TT);
- collegamenti equipotenziali (il dispositivo di interruzione automatica deve proteggere sistemi aventi un unico potenziale di terra);
- impiego del sistema PELV per il controllo;
- i quadri in materiale plastico garantiscono la classe II se correttamente impiegati.

6.7 Protezione dell'equipaggiamento

Sono presenti:

- protezioni da corto circuito;
- protezione da sovraccarico dei motori (attuate mediante driver e inverter);
- guasto verso terra;
- protezione dai rischi di interferenza tra parti in movimento e strutture fisse, attuate mediante mappatura delle posizioni ammesse nel controllo a PLC, con ridondanza.

Non sono prese in considerazione:

- temperature anormali, in quanto l'ambiente di installazione non lo richiede (fa eccezione la già descritta apparecchiatura per il riscaldamento invernale del quadro PLC3);
- interruzioni o diminuzione dell'alimentazione, in quanto non provoca rischi, al più il fermo della macchina;
- velocità eccessive dei movimenti della macchina, in quanto le velocità sono estremamente limitate, tali da non provocare rischi particolari, mentre per i motori provvedono i driver;
- errata sequenza fasi, in quanto l'installazione non è sensibile a questo, con l'eccezione della pompa idraulica presente sulla parte mobile della cupola, semplicemente controllabile in fase di installazione;
- sovratensioni di origine atmosferica in quanto mancanti dati al riguardo e potendosi considerare preliminarmente l'edificio autoprotetto fino a dimostrazione del contrario.

A seguito di interruzione del funzionamento non sono presenti riavvii automatici pericolosi dei movimenti.

6.8 Circuito equipotenziale di protezione

Esso è costituito da:

- morsetti PE;
- conduttori di protezione ed equipotenziali;
- masse della macchina (con le eccezioni del punto 8.2.5 della norma);

Non sono note masse estranee diverse da quelle che devono essere collegate col collegamento equipotenziale principale di edificio (CEI 64-8).

Il conduttore di protezione, in rame, è sempre identificato dal colore giallo/verde ed è di sezione pari a quella dei conduttori attivi.

I punti di connessione (morsetti) dei conduttori di protezione devono essere marcati col simbolo grafico IEC 60417-5019 (DB:2002-10):



6.9 Circuiti di comando e controllo

I circuiti di comando e controllo sono realizzati mediante alimentatori in DC, salvo rare eccezioni, alimentati a tensione di rete e dichiarati conformi alla norme applicabili dal costruttore.

La tensione dei circuiti di comando e controllo è in genere 24Vdc e/o 24Vac.

Le funzioni di avviamento sono realizzate mediante alimentazione diretta del circuito corrispondente quando trattasi di dispositivi semplici e con l'alimentazione del circuito, controllata da idonei driver pilotati dalla logica di controllo a PLC, quando trattasi dei movimenti propri della macchina preesistente (puntamento), e ciò per le stesse ragioni indicate di seguito per l'arresto.

Le funzioni di arresto sono realizzate mediante:

- arresto di categoria 0, mediante rimozione dell'alimentazione, quando ciò sia possibile (non per i movimenti principali della macchina);
- arresto di categoria 1, arresto controllato con rimozione dell'alimentazione ad arresto avvenuto, realizzato mediante driver per motori, per i movimenti del telescopio nel funzionamento ordinario;
- arresto di categoria 2, arresto controllato senza rimozione dell'alimentazione, quando necessario per taluni attuatori, sempre nel funzionamento ordinario.

Tutte le funzioni di arresto controllato sono gestite dall'elettronica di controllo mediante algoritmi che tengono in conto le primarie necessità di:

- evitare interferenze tra parti in movimento e parti fisse dell'edificio;
- evitare o ridurre al minimo le sollecitazioni inerziali causate dalla notevole massa in movimento, e ciò a favore della minimizzazione di possibili danni e/o usure dei componenti e degli organi meccanici della parte meccanica della macchina originale.

Questo viene ottenuto col corretto azionamento dei motori tramite idonei driver comandati dalla logica di controllo a PLC.

I dettagli sono descritti in allegato 2.

La macchina presenta due modi di funzionamento:

- da comandi locali;
- da telecontrollo.

La modalità di funzionamento da telecontrollo verrà attivata successivamente pur essendo predisposta.

La selezione di ogni modalità non deve provocare l'avvio automatico di nessun azionamento.

Le operazioni di manutenzione e/o intervento sulle parti elettriche e meccaniche della macchina potranno avvenire solo nella modalità di comando locale.

6.10 Funzionamento

Per la descrizione del funzionamento di dettaglio della macchina si rimanda all'allegato 2.

I punti saldi delle condizioni di funzionamento nei confronti della sicurezza sono:

- riconoscimento e impiego degli interblocchi previsti;

- misure per evitare movimenti involontari o inaspettati dopo un arresto o fermo;
- assenza di interferenza tra comandi remoti e comandi locali atta a evitare condizioni di rischio per comandi provenienti da siti diversi;
- avviamento di un qualunque azionamento possibile solo in presenza di tutte le condizioni previste (consensi, sicurezze, interblocchi);
- funzioni di arresto, di qualunque categoria, prevalenti sui comandi di avviamento e senza alcun riavvio automatico dopo lo sblocco.

I principi enunciati sono attuati mediante interblocchi di funzionamento, verifica delle condizioni di sicurezza previste (posizione del pianale mobile, consenso operatore e porte di accesso ai vani di altre macchine presenti chiuse, ecc).

La descrizione di dettaglio è riportata in allegato 2.

6.11 Arresto di emergenza

L'arresto di emergenza è attuato con un comando di categoria 0 agente sull'interruttore generale del "Quadro Comandi".

Esso avviene con l'azionamento di pulsanti del tipo "a fungo" regolarmente segnalati e con ritenuta, così che il ripristino sia possibile solo dal luogo dove è avvenuto l'azionamento.

Tali pulsanti, di tipo NC, sono disposti in serie, ottenendo che sia possibile riavviare la macchina solo se tutti sono disattivati.

Il rilascio dei comandi di emergenza consente il riavvio della macchina senza provocarne l'avvio in modo automatico.

Il riavvio della macchina può avvenire agendo sull'interruttore o mediante comando remoto con chiave.

6.12 Interblocchi

Principi:

- un interblocco non deve avviare un funzionamento con la sua semplice chiusura;
- gli interblocchi vanno disposti su ogni limite previsto del funzionamento e devono avviare una azione correttiva adeguata, anche su funzioni ausiliarie (ad es. pressione in un circuito pneumatico).

Gli interblocchi presenti sono:

Quadri PLC

- interblocco logico tra le varie funzioni svolte realizzato a livello di software di controllo;
- interblocco fisico del controllo con dispositivo di rilevazione della posizione del pianale mobile;
- interblocco fisico del controllo con dispositivi di verifica della chiusura delle porte di accesso a vani macchina diversi e cupola e consenso dell'operatore;
- interblocco fisico col consenso del pressostato del circuito pneumatico;

"Quadro Comandi" e "Inverters"

- interblocco del funzionamento complessivo rispetto al comando di arresto di emergenza e all'intervento del dispositivo differenziale (protezione dai contatti indiretti);
- interblocco fisico dei comandi di rotazione e apertura cupola con l'abilitazione proveniente dal "Quadro Consenso Rotazione e Apertura Cupola" (presenza persone sul ballatoio esterno);
- interblocco del comando di rotazione cupola se risulta inserita la spina che alimenta il "Quadro Portellone"

“Quadro Portellone”

Il quadro controlla l'apertura del portellone della cupola il cui azionamento è esistente e realizzato mediante attuatori lineari oleodinamici alimentati da pompa a bordo della cupola dotata di serbatoio in pressione (riserva di energia per eventuali chiusura in ogni posizione). Il funzionamento in sicurezza del meccanismo di apertura e chiusura può essere a comando locale o remotizzato. Sono presenti:

- comandi manuali a uomo presente posti in posizione tale che l'operatore non possa interferire col movimento di apertura;
- interblocco dell'alimentazione da Quadro Comandi;
- interblocco tra i comandi di apertura e chiusura;
- interblocco tra movimento di chiusura e intervento delle coste antischacciamento.

6.13 Funzioni di comando in caso di guasto

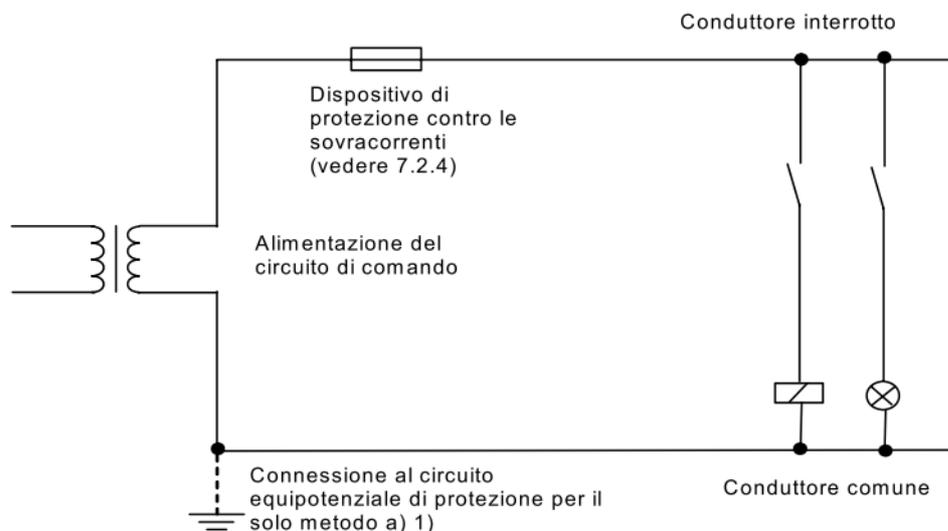
Riguardo alla protezione della macchina da movimenti fuori controllo o eccessivi è prevista una protezione mediante ridondanza parziale “on line” del controllo della mappatura dei movimenti permessi.

Riguardo alla protezione finalizzata alla riduzione dei rischi in caso di guasto, segnatamente da perdite di isolamento dei circuiti di comando, si applica il metodo della tecnica circuitale sperimentata, e in particolare il collegamento equipotenziale dei circuiti di comando (rif. Punto 9.4.3.1 della norma).

Il requisito da rispettare è che i guasti verso terra sui circuiti di comando non devono provocare un avviamento indesiderato né movimenti potenzialmente pericolosi, o impedire l'arresto della macchina.

Con riferimento ai requisiti indicati si adotta il metodo “a1” indicato dalla norma:

- il conduttore comune degli alimentatori o trasformatori di comando viene posto al potenziale di terra mediante collegamento equipotenziale;
- i comandi degli attuatori, siano essi elettromeccanici o meno, vengono posti sull'altro conduttore.



6.14 Sensori di posizione

I sensori di posizione (fine corsa, ecc) aventi rilevanza per la sicurezza devono agire mediante apertura diretta di un contatto ed essere posizionati in modo da non essere danneggiati dal movimento anche in caso di oltrecorsa.

6.15 Codice dei colori

Gli attuatori a pulsante devono essere conformi al codice colori riportato nella tabella che segue.

I colori per i pulsanti di AVVIAMENTO/INSERZIONE dovrebbero essere il BIANCO, il GRIGIO, il NERO o il VERDE con una preferenza per il BIANCO. Il ROSSO non deve essere usato.

Il colore ROSSO deve essere usato per i pulsanti di arresto e di interruzione di emergenza.

I colori per i pulsanti di ARRESTO/DISINSERZIONE dovrebbero essere il NERO, il GRIGIO o il BIANCO, con una preferenza per il NERO. Il VERDE non deve essere usato. È ammesso anche il ROSSO, ma si raccomanda che il rosso non sia utilizzato vicino a un dispositivo per operazioni di emergenza.

Il BIANCO, il GRIGIO e il NERO sono i colori preferiti per i pulsanti che provocano alternativamente l'AVVIAMENTO/INSERZIONE e l'ARRESTO/DISINSERZIONE. I colori ROSSO, GIALLO o VERDE non devono essere usati.

Il BIANCO, il GRIGIO o il NERO sono i colori preferiti per i pulsanti che provocano il funzionamento quando sono premuti e l'arresto quando sono rilasciati (per es., ad azione mantenuta). I colori ROSSO, GIALLO o VERDE non devono essere usati.

I pulsanti di ripristino devono essere BLU, BIANCHI, GRIGI o NERI. Quando sono utilizzati anche come pulsanti d'ARRESTO/DISINSERZIONE vengono preferiti il BIANCO, il GRIGIO o il NERO, con una preferenza per il NERO. Non deve essere utilizzato il VERDE.

Quando viene utilizzato lo stesso colore BIANCO, GRIGIO, o NERO per funzioni diverse (per es., BIANCO per attuatori di AVVIAMENTO/INSERZIONE e di ARRESTO/DISINSERZIONE) deve essere utilizzato un metodo di codifica supplementare (per es., forma, posizione, simbolo) per l'identificazione dei pulsanti.

L'attuatore a fungo di emergenza (rosso) deve avere sfondo giallo.

Tabella del codice dei colori

Colore	Significato	Spiegazione	Esempi di applicazione
ROSSO	Emergenza	Azionare in caso di condizione pericolosa o emergenza	Arresto di emergenza Inizio della funzione di emergenza (Vedere anche 10.2.1)
GIALLO	Anormale	Azionare in caso di condizione anormale	Intervento per eliminare una condizione anormale Intervento per riavviare un ciclo automatico interrotto
BLU	Obbligatorio	Azionare in caso di condizione che richiede un'azione obbligatoria	Funzione di ripristino
VERDE	Normale	Azionare per avviare una condizione normale	(Vedere 10.2.1)
BIANCO	Non viene attribuito nessun significato specifico	Per l'avviamento generale delle funzioni, ad eccezione dell'arresto di emergenza	AVVIAMENTO/INSERZIONE (preferenziale) ARRESTO/DISINSERZIONE
GRIGIO			AVVIAMENTO/INSERZIONE ARRESTO/DISINSERZIONE
NERO			AVVIAMENTO/INSERZIONE ARRESTO/DISINSERZIONE (preferenziale)

Tabella dei simboli per pulsanti

AVVIAMENTO o INSERZIONE	ARRESTO o DISINSERZIONE	Pulsanti che provocano alternativamente AVVIAMENTO o ARRESTO, e INSERZIONE o DISINSERZIONE	Pulsanti che provocano un AVVIAMENTO o una INSERZIONE quando sono premuti e un ARRESTO o DISINSERZIONE quando sono rilasciati (per es., ad azione mantenuta)
IEC 60417-5007 (DB:2002-10) 	IEC 60417-5008 (DB:2002-10) 	IEC 60417-5010 (DB:2002-10) 	IEC 60417-5011 (DB:2002-10) 

Gli indicatori luminosi e i visualizzatori servono a fornire le indicazioni di:

- segnalazione, per attirare l'attenzione dell'operatore o indicargli un'azione richiesta;
- conferma, per confermare un comando o una condizione, oppure la fine di una transizione.

Gli indicatori luminosi devono essere installati in posizione visibile e dotati di mezzi per verificarne l'efficienza (es. tasto prova).

Possono essere usati avvisatori luminosi lampeggianti per evidenziare un segnale, di frequenza tanto più elevata quanto più elevata è la gravità o importanza (IEC 60073 per i valori di frequenza e duty-cycle).

Usando segnali intermittenti è opportuno accoppiare ad essi un avvisatore acustico.

Tabella colori degli indicatori

Colore	Significato	Spiegazione	Azione dell'operatore
ROSSO	Emergenza	Condizione pericolosa	Azione immediata per trattare una condizione pericolosa (per es., interrompendo l'alimentazione della macchina, prestando attenzione alla condizione pericolosa e rimanendo a distanza dalla macchina)
GIALLO	Anormale	Condizione anormale Condizione critica imminente	Controllo e/o intervento (per es., ristabilendo la funzione desiderata)
BLU	Obbligatorio	Indicazione di una condizione che richiede un'azione dell'operatore	Azione obbligatoria
VERDE	Normale	Condizione normale	Facoltativa
BIANCO	Neutro	Altre condizioni: può essere usato ogni volta che si ha un dubbio sull'impiego dei colori ROSSO, GIALLO, VERDE, BLU	Controllo

6.16 Conduttori

Per garantire adeguata resistenza meccanica i conduttori dovrebbero essere conformi alle indicazioni della tabella che segue, salvo esigenze diverse e/o impiego di metodi che garantiscano resistenza meccanica equivalente e non sia ostacolato il corretto funzionamento.

		Tipo di conduttore, cavo				
Luogo	Applicazione	Unipolare		Multipolare		
		Flessibile Classe 5 o 6	A filo unico (Classe 1) o cordato (Classe 2)	Due poli, schermato	Due poli, non schermato	Tre o più poli, schermato o non schermato
Cablaggi all'esterno degli involucri (di protezione)	Circuiti di potenza, fissi	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Circuiti di potenza, soggetti a movimenti frequenti	1,0	-	0,75	0,75	0,75
	Circuiti comando	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Comunicazione dati	-	-	-	-	0,08
Cablaggi all'interno degli involucri ⁽¹⁾	Circuiti di potenza (connessioni non soggette a mutamenti)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Circuiti di comando	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Comunicazione dati	-	-	-	-	0,08

I conduttori sottoposti a movimento frequente devono essere a cordatura flessibile di classe almeno 5 o 6.

L'isolamento dei cavi deve sopportare una tensione di prova di:

- 2000Vac per 5 minuti per impiego in circuiti a tensione superiore a 50Vac o 120Vdc;
- 500Vac per 5 minuti per i circuiti PELV.

La portata dei conduttori va assunta non inferiore a quella indicata nella norma al punto 12.4, in tabella 6 e nell'Allegato D.

6.17 Tecniche di cablaggio

Si richiamano per completezza le principali accortezze.

Le connessioni devono essere assicurate contro l'allentamento accidentale e essere adatte alla sezione dei conduttori da ospitare.

Più conduttori possono essere inseriti in un morsetto se questo è previsto per tale scopo, fatta esclusione per i conduttori di protezione.

I morsetti delle morsettiere devono essere marcati in modo corrispondente agli schemi.

I conduttori schermati vanno preparati per la connessione in modo da evitare la sfrangiatura dei fili dello schermo.

Le terminazioni dei conduttori devono essere bloccate senza che lo sforzo meccanico sia scaricato sui morsetti (sia per cavi unipolari che multipolari).

Le morsettiere devono essere cablate in modo che non vi siano conduttori esterni o interni che passino sopra di esse.

Il conduttore di protezione deve essere posato a fianco dei conduttori attivi.

Conduttori di circuiti diversi possono convivere nello stesso condotto o cavo multipolare se ciò non provoca malfunzionamenti o disturbi e se tutti sono isolati per la tensione maggiore presente.

Ogni conduttore deve essere identificabile alle estremità in conformità agli schemi.

Al conduttore di protezione ed equipotenziale è riservato il colore giallo/verde.

Ove sia presente il neutro il colore riservato è il blu (chiaro), che pertanto non potrà essere impiegato per altro.

Si eviti l'impiego di conduttori gialli o verdi (salvo non siano parte di cavi così designati).

I cavi di cablaggio interno degli involucri devono essere fissati o posti in appositi condotti non propaganti la fiamma.

Il cablaggio all'interno degli involucri sarà sempre accessibile frontalmente.

I conduttori che collegano parti poste sulle porte devono essere idonei per un movimento frequente ed essere fissati sulla parte fissa e sulla parte mobile.

I cavi di potenza e i cavi di dispositivi di misura possono essere collegati direttamente ai morsetti delle apparecchiature (senza morsettiera).

La posa dei cavi all'esterno degli involucri può avvenire nelle normali modalità impiegate negli impianti (tubi, canali, cavi multipolari).

Particolare attenzione dovrà essere posta per i collegamenti mobili in quanto a flessibilità dei cavi, loro supporto, raggi di curvatura, sollecitazioni sul cavo, possibili danneggiamenti da fattori esterni.

6.18 Marcature, segnali di avvertimento, designazioni di riferimento

Segnali, targhe dati e marcature devono sopportare le condizioni ambientali.

Gli involucri che non mostrano chiaramente in altro modo di contenere equipaggiamenti elettrici che possono generare il rischio di scossa elettrica devono essere marcati col segno grafico IEC 60417-5036 (DB: 2002-10):



Tale simbolo può essere omesso sugli involucri dotati di sezionatore, sulle interfacce operatore e su dispositivi singoli nel proprio involucro, e pertanto deve essere predisposto almeno sui quadri PLC.

Le funzioni dei dispositivi di comando e degli indicatori deve essere evidenziata con simboli normalizzati o segnali di avvertimento in modo chiaro e duraturo.

Ogni involucro deve portare una targa riportante:

- **nome del costruttore**
- marchio di certificazione se richiesto
- numero di serie se applicabile
- **tensione nominale, numero di fasi, frequenza ac, corrente a pieno carico riferita all'alimentazione;**
- **caratteristiche di corto circuito nominali;**
- **numero del documento di riferimento principale**
- **designazione di riferimento** (come riscontrabile sulla documentazione)

Le caratteristiche in grassetto sono certamente da indicare nel caso specifico.

7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO

Relativamente alla parte meccanica deve essere considerata sia la particolarità dell'installazione,

sia il fatto che si tratta di un'opera di adeguamento e modernizzazione di quanto esistente, e come tale può nascondere insidie o rischi ineliminabili.

D'altro canto va anche tenuto presente l'evidente miglioramento conseguito rispetto alla situazione precedente.

Inoltre i movimenti gestiti dal nuovo controllo sono lenti e di per se non costituiscono un rischio particolare.

Tenuto conto di tutti i fattori si può definire accettabile il rischio meccanico residuo, a condizione di rispettare le prescrizioni d'impiego.

La realizzazione secondo norma applicabile, seguendo i principi della norma CEI EN 60204-1 per l'equipaggiamento elettrico della macchina e i principi della norma CEI 64-8 per quanto concerne le modalità installative, garantiscono una realizzazione a regola d'arte dal punto di vista elettrico.

Allo stato attuale, documentato mediante il presente documento e gli allegati, in primis gli schemi elettrici, la realizzazione deve intendersi conforme alla norma applicabile.

I rischi residui presenti sono pertanto quelli normativamente ritenuti accettabili non potendosi eliminare ogni rischio possibile per la loro natura.

Rimangono comunque alcuni aspetti da mantenere presenti durante l'impiego della macchina, la progettazione degli sviluppi già previsti, le operazioni di manutenzione. Essi sono esaminati uno ad uno nel seguito.

Ogni considerazione qui riportata può essere oggetto di rivalutazione o integrazione successiva.

Rischi residui durante l'impiego

Tali rischi possono essere riassunti nelle seguenti fattispecie:

- Impiego non corretto di comandi e azionamenti: in generale tale rischio non dovrebbe presentarsi essendo predisposti opportuni sistemi di interblocco e sistemi di mitigazione del rischio contenuti nel software di gestione; ogni operatore dovrà essere formato e informato sulle procedure di corretto impiego.
- Rischi connessi alla presenza di persone in luoghi vietati durante il funzionamento con comandi remotizzati: sono state considerate le cautele del caso nella progettazione delle caratteristiche di funzionamento dell'insieme, ma perché tali cautele siano efficaci è indispensabile che l'operatore segua con precisione le istruzioni predisposte allo scopo e sia consapevole della propria responsabilità in merito; ciò vale in modo particolare per il meccanismo di interblocco del funzionamento, in certe condizioni, con la chiusura delle porte di accesso e con la conferma di assenza di rischi operata mediante conferma manuale tramite pulsante posto al secondo piano.
- Rischio connesso alla presenza di persone nel ballatoio esterno: per tale rischio è stato predisposto un interblocco apposito che non deve essere né rimosso né inertizzato con manovre non previste; **si tratta dell'unico caso in cui un movimento motorizzato è realmente pericoloso per velocità ed esposizione delle persone coinvolte.**
- Altri rischi di natura generale vanno valutati con apposita valutazione del rischio eseguita ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

Rischi connessi agli sviluppi da implementare

Tali rischi sono connessi all'impiego in modalità di funzionamento telecontrollata, prestazione da implementare e di cui si è già tenuto conto nella progettazione di quanto presente.

La progettazione del completamento non può prescindere dalla considerazione e valutazione dei rischi di qualunque natura insiti nel fatto che l'operatore non è presente, e pertanto deve essere fornita in modo evidente la segnalazione della modalità di funzionamento.

Ogni persona che acceda deve essere informata su ciò che non deve assolutamente fare (ad esempio sui divieti di accesso).

Gli operatori autorizzati devono poter accedere al comando che permette di passare alla modalità di funzionamento in locale per poi procedere a prendere il controllo della macchina sul posto quando utile e necessario.

Rischi connessi alle operazioni di manutenzione e taratura

I rischi sono di tre tipi:

- non rispetto delle istruzioni di manutenzione, che deve essere eseguita da personale idoneo e formato con l'impiego dei componenti di ricambio consentiti (equivalenti a quelli presenti); il rigoroso rispetto delle indicazioni del manuale di manutenzione è indispensabile;
- esecuzione di lavori sotto tensione, a volte indispensabili durante le operazioni di manutenzione e messa a punto; tale rischio va compensato adottando le procedure previste dalla norma CEI 11-27, previa designazione degli operatori autorizzati ed idonei secondo le indicazioni e le modalità previste della norma; le procedure possono prevedere l'impiego di DPI appositi;
- inefficienza di dispositivi di sicurezza e interblocchi, rischio riducibile esclusivamente adottando una politica di verifica periodica dell'efficienza di tali dispositivi e provvedendo immediatamente alle riparazioni necessarie.

8. ALLEGATI

1. R1-A1 - Piante delle installazioni
2. R1-A2 - Fascicolo tecnico del sistema di controllo
3. R1-A3 - Raccolta disegni e schemi
4. R1-A4 – Verifica quadri PLC
5. R1-A5 – Lista componenti (Raccolta schede tecniche in formato digitale)
6. Manuali di uso e manutenzione