

*Ministero per i Beni e le Attività Culturali*  
 Soprintendenza Speciale per il Patrimonio Storico, Artistico ed  
 Etnoantropologico e per il Polo Museale della città di Napoli

Delibera CIPE 23/03/2012  
 Fondo per lo Sviluppo e la Coesione



**Museo di Capodimonte**  
**Opere di riqualificazione e valorizzazione funzionale**

CUP F66D12000180000

*perizia n°.....del.....*

**STRUTTURA TECNICA DI PROGETTAZIONE INTEGRATA**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
 Soprintendente dott. Fabrizio Vona

COORDINAMENTO DIREZIONE MUSEO:  
 Dott.sse Paola Giusti, Linda Martino, Serena Mormone, Marina Santucci

COORDINAMENTO TECNICO GENERALE:  
 Arch. Liliana Marra

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA :  
 Arch. Liliana Marra  
 ELABORATI CONTABILI  
 Geom. Raffaele Napoleone

COLLABORATORI:  
 Architetti Rosa Romano, Francesco Passaro, Vincenza Cavallo  
 Ingegnere Roberta Spinosa

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI:  
 Ing. Domenico Mascolo

COLLABORATORI:  
 P.I. Antonio Salvatore - dott.ing. Marina Mascolo

STUDIO DI FATTIBILITA' E CONSULENZA SCIENTIFICA RETE DATI MINISTERO:  
 Dott. Alberto Bruni

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
 Arch. Giosuè De Angelis

**PROGETTO DEFINITIVO**

IE.1-G.1

IMPIANTO ELETTRICO: COMPLETAMENTO PLC DI GESTIONE

Relazione tecnica

## Sommario

<b>3. – COMPLETAMENTO SISTEMA DI GESTIONE DELL’IMPIANTO ELETTRICO</b> .....	2
3.1. - Premessa .....	2
3.2. – Descrizione dell’impianto esistente .....	4
3.2.1 - Circuiti principali .....	4
3.2.2 - Circuiti di comando.....	5
3.2.2.1 - <i>Quadro generale</i> .....	5
3.2.2.2 - <i>Centri di Carico</i> .....	5
3.2.2.3 - <i>Sottoquadri</i> .....	6
3.2.3 - Circuiti di segnalazione .....	6
3.2.3.1 - <i>Quadro generale</i> .....	6
3.2.3.2 - <i>Centri di Carico</i> .....	7
3.2.3.3 - <i>Sottoquadri</i> .....	7
3.2.4. – Sistema di supervisione preesistente al primo lotto lavori.....	7
3.2.5. – Aggiornamento del sistema di supervisione (primo e secondo lotto) .....	9
3.2.5.1 - <i>Architettura generale del sistema</i> .....	9
3.3 – Interventi previsti in questo stralcio progettuale .....	11

### **3. - COMPLETAMENTO SISTEMA DI GESTIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

#### **3.1. - Premessa**

La presente relazione è relativa al progetto definitivo relativo al lotto di completamento dell'aggiornamento del sistema di gestione dell'impianto elettrico a servizio del Museo di Capodimonte in Napoli.

Si premette che in un precedente lotto di lavori è stato già aggiornato il sistema di gestione dell'impianto elettrico a servizio dei piani terra, ammezzato e primo e precisamente:

- Centro di Carico C.C.C
- Centro di Carico C.C.D
- Centro di Carico C.C.E
- Centro di Carico C.C.F
- Sottoquadro S.Q.D-9A
- Sottoquadro S.Q.Auditorium
- Sottoquadro S.Q. 88-92+ARCONI
- Sottoquadro S.Q.A-1
- Sottoquadro S.Q.A-2
- Sottoquadro S.Q.A-3
- Sottoquadro S.Q.B-1
- Sottoquadro S.Q.B-2
- Sottoquadro S.Q.B-3
- Sottoquadro S.Q.B-4
- Sottoquadro S.Q.C-1
- Sottoquadro S.Q.C-2
- Sottoquadro S.Q.C-4

Per realizzare tale aggiornamento sono state installate le seguenti apparecchiature:

- postazione di supervisione;
- postazione hardware PLC1.3;
- isola hardware C.C.F (normale e sicurezza) abbinata al PLC1.3;
- postazione hardware PLC2 zona velari;
- due isole periferiche per separare i circuiti alimentati in sicurezza relativi al PLC1 su unità remote da collegare al bus ridondante ethernet relativamente al centro di carico C.C.C e al sottoquadro S.Q.88-92 e arconi;

- le predisposizioni per le isole periferiche dei centri di carico C.C.D e C.C.E e dei sottoquadri S.Q. Auditorium ed S.Q. Sala Causa;
- realizzazione di un bus ottico ridondante in fibra ottica tra PC-PLC1.3-PLC2.
- il collegamento del bus FIP/IO esistente relativo ai settori in normale dei centri di carico C.C.C, C.C.D e C.C.E, e del settore normale dei sottoquadri S.Q. Arconi, S.Q. D-9A ed S.Q. Auditorium, al PLC1.3;
- il collegamento del bus FIP/IO esistente relativo ai settori normali e sicurezza dei sottoquadri S.Q.A-1, S.Q.A-2, S.Q.A-3, S.Q.B-1, S.Q.B-2, S.Q.B-3, S.Q.B-4, S.Q.C-1, S.Q.C-2 ed S.Q.C-4, al PLC2.

Scopo dell'aggiornamento è stato quello di realizzare un sistema con alto livello di affidabilità che consente, anche in caso di guasto, di non provocare il totale black out dell'impianto di illuminazione del Museo.

L'architettura generale del nuovo sistema di controllo è stata strutturata su più livelli di sicurezza.

Partendo dal sistema di supervisione (PC nel COC), è stata prevista una doppia postazione operatore "ridondata". Ognuna delle postazioni è collegata, tramite uno Switch indipendente, ad una rete Ethernet TCP/IP denominata "Eth 1" ridondata in anello ottico.

In seconda battuta troviamo un coppia di PLC, PLC 1.1 e PLC 1.2 in configurazione ridondata "Hot Standby".

I due PLC, di cui sopra sono collegati ad un'altra rete Ethernet TCP/IP denominata "Eth 2" ridondata in anello ottico, dedicata al controllo dei segnali e dei comandi (input/output - I/O) remoti, dei circuiti della sezione "Sicurezza", facenti capo ai centri di carico.

I circuiti della sezione "Normale" sono controllati da un altro PLC "Bridge Ethernet / FipIO (PLC 1.3), il quale è espressamente dedicato al passaggio di informazioni tra i PLC 1.1 / 1.2 e i "TBX" dei vari centri di carico.

Con la configurazione sopra descritta si può tollerare, senza la perdita di controllo, uno o più dei seguenti guasti:

- uno dei due PC di supervisione;
- interruzione dell'anello rete "Eth 1";
- uno dei due switch della rete "Eth 1";
- uno dei due PLC "Hot Standby" (PLC 1.1 / PLC 1.2);
- interruzione dell'anello rete "Eth 2";
- uno dei switch della rete "Eth 2"; (la perdita di uno o più switch della rete "Eth 2" provoca la perdita di controllo della singola isola di I/O remoti;
- interruzione della rete "FipIO".

Comunque, anche nel caso di perdita di controllo dell'isola di I/O remoti (TBX o Advantys), dovuta ad un guasto del relativo "switch", lo stato delle uscite rimane congelato in

quello precedente al guasto, evitando così la disattivazione dei circuiti d'illuminazione attivi al momento del guasto stesso.

Tutto ciò premesso nel presente progetto definitivo è previsto il completamento dell'impianto di supervisione dell'impianto elettrico dei piani secondo e velari del Museo di Capodimonte in Napoli.

## **3.2. – Descrizione dell'impianto esistente**

### **3.2.1 - Circuiti principali**

Si premette che l'architettura dell'impianto elettrico del Museo prevede che:

- in servizio normale venga alimentato da una cabina di trasformazione costituita da tre trasformatori (630-500-160 kVA);
- parte di esso venga alimentato anche in servizio di sicurezza da gruppo elettrogeno (con tempi di interruzione medi > 15 sec).

L'alimentazione elettrica primaria ai sottoquadri installati nel Museo è derivata da sei quadri principali, denominati centri di carico, ciascuno dei quali alimenta un certo numero di sottoquadri.

I centri di carico denominati C.C.A, C.C.B e C.C.C sono installati al livello velari; quelli denominati C.C.D, C.C.E e C.C.F sono installati al piano terra.

I centri di carico C.C.F e C.C.A sono suddivisi nei due settori "normale" e "sicurezza no break": il settore "normale" è alimentato dal settore del quadro generale di bassa tensione facente capo alla rete enel; il settore sicurezza, destinato esclusivamente all'illuminazione di emergenza, è alimentato da un gruppo statico di continuità da 15 kVA, installato nei pressi del quadro, ed equipaggiato con batterie in grado di assicurare un'autonomia a pieno carico di almeno 15 minuti; infatti per assicurare, come imposto dalle norme CEI 64-8, almeno un'ora di autonomia alle utenze alimentate in sicurezza con tempi di interruzione inferiori a 0,5 secondi (illuminazione) il suddetto gruppo è a sua volta alimentato dal settore del quadro generale di bassa tensione che, in caso di mancanza rete enel, è alimentato dal gruppo dieselalternatore.

I centri di carico C.C.A, C.C.C, C.C.D e C.C.E sono invece costituiti da tre settori: "normale", "sicurezza sotto gruppo elettrogeno" e "sicurezza no break" alimentata sempre da un UPS installato nei pressi del quadro.

Quest'ultimo settore è alimentato da un interruttore in uscita del settore sotto gruppo elettrogeno.

Si ricorda che i settori in sicurezza sotto gruppo elettrogeno sono destinati ad alimentare, per i centri di carico C.C.D, C.C.E e C.C.C gli ascensori e, per il centro di carico C.C.A, gli estrattori per il lavaggio aria al livello velari da utilizzare, in caso di allarme incendi, per l'evacuazione del fumo.

I suddetti settori dei quadri prevedono un interruttore generale del tipo di manovra-sezionatore ed interruttori derivati del tipo magnetotermico caratterizzati da un potere di interruzione di almeno 25 kA.

Relativamente ai sottoquadri occorre infine ricordare che essi sono tutti suddivisi nei due settori “normale” e “sicurezza no break”.

I suddetti settori dei quadri prevedono un interruttore generale del tipo di manovra-sezionatore ed interruttori derivati del tipo magnetotermico differenziale ad alta sensibilità (30 mA) caratterizzati da un potere di interruzione di almeno 6 kA. Ciascuna linea in uscita è poi inseribile attraverso un contattore di potenza (comandato localmente o da remoto).

Lo schema a blocchi del sistema elettrico è riportato nell'elaborato grafico IE/1.

### **3.2.2 - Circuiti di comando**

#### ***3.2.2.1 - Quadro generale***

I circuiti di comando del quadro generale si sviluppano secondo il criterio generale di consentire un comando manuale (locale) e/o automatico, asservito ad opportuni relè sensibili alle variazioni di quella grandezza (temperatura, sovracorrente, ecc.) che possono pregiudicare il corretto funzionamento dell'impianto. E' generalmente prevista la sola apertura delle apparecchiature di manovra, richiedendosi per la loro chiusura la presenza di un operatore qualificato che possa individuare l'anomalia causa della apertura e porvi rimedio.

Sono previsti:

- lo sgancio dell'interruttore generale, manuale (o dal quadro o mediante un pulsante posto in una cassetta con vetro frangibile sistemata all'esterno del locale cabina) e automatico, asservito ad una relé di sovracorrente a tempo indipendente alimentato dai secondari di una coppia di trasformatori di corrente;
- lo sgancio dei sezionatori dei trasformatori, manuale (dal quadro o dal locale cabina) e automatico, asservito a relé termometrici;
- il comando della ventilazione dei box trasformatori, che avviene tramite termostati d'ambiente sistemati in ciascun box o tramite un relé ausiliario collegato con il rivelatore termometrico dei trasformatori.
- il comando degli interruttori di bassa tensione dei trasformatori, che è asservito, tramite contatti ausiliari, all'apertura e chiusura dei rispettivi interruttori M.T.;
- un pulsante per lo sgancio dell'interruttore del gruppo elettrogeno.

#### ***3.2.2.2 - Centri di Carico***

Ciascuna linea uscente dal centro di carico può essere comandata solo localmente agendo direttamente sugli interruttori.

### **3.2.2.3 - Sottoquadri**

Ciascuna linea uscente da un sottoquadro del Museo può essere esclusa o comandata localmente o collegata con il comando centralizzato. Inoltre, con logica cablata, è previsto che tutti i circuiti in sicurezza (illuminazione) a servizio di una zona (a prescindere dalla gestione remota) entrino automaticamente in funzione nel caso di mancanza di energia ENEL, così come è previsto, sempre con logica cablata, che un circuito in sicurezza entri automaticamente in funzione nel caso di fuori servizio per guasto del corrispondente circuito in normale.

### **3.2.3 - Circuiti di segnalazione**

#### **3.2.3.1 - Quadro generale**

Per quanto riguarda i circuiti di segnalazione del quadro generale, per avere la massima affidabilità viene predisposto, per essere sicuri che le lampade funzionino come previsto, un dispositivo “prova lampada”, azionabile con pulsante, che commuta l'alimentazione di ciascuna lampada sui contatti di una serie di contattori ausiliari le cui bobine sono eccitate dallo stesso pulsante. E' così possibile la individuazione e sostituzione delle lampade fuori servizio.

E' previsto che siano segnalati gli stati di:

- aperto/chiuso del sezionatore M.T.;
- predisposto/inserito dell'interruttore generale e dei sezionatori dei trasformatori;
- esclusa/inserita della ventilazione dei trasformatori;
- aperto/chiuso/intervento sganciatori degli interruttori dei trasformatori;
- esclusa/inserita dell'alimentazione normale;
- aperto/chiuso/intervento sganciatori del gruppo elettrogeno;
- escluso/inserito del gruppo statico di continuità;
- escluso/inserito del collegamento diretto alle sbarre alimentate in sicurezza dal gruppo elettrogeno delle utenze alimentate in sicurezza dal gruppo statico.

I colori dei segnali ottici sono:

- luce gialla, per indicare la predisposizione al funzionamento o una situazione di funzionamento non normale (interruttore aperto, circuito escluso, funzionamento manuale, collegamento diretto alle sbarre alimentate in sicurezza dal gruppo elettrogeno delle utenze alimentate in sicurezza dal gruppo statico, etc.);
- luce verde, per indicare la condizione di funzionamento normale (interruttore chiuso, funzionamento automatico, etc.);
- luce rossa, per indicare una situazione di disservizio che richiede l'intervento di operatori (intervento protezioni, sovratemperatura dei trasformatori e del gruppo elettrogeno; nel caso del gruppo anche per mancanza di acqua di raffreddamento e di olio).

### **3.2.3.2 - Centri di Carico**

E' previsto l'interfacciamento con il supervisore per le segnalazioni di mancanza alimentazione (di ciascun settore) ed interruttore intervenuto per intervento protezione.

### **3.2.3.3 - Sottoquadri**

Per quanto riguarda i circuiti di segnalazione:

- nel sottoquadro sono previste le segnalazioni di presenza tensione e di linea su comando locale o centralizzato;
- al centro operativo di controllo sono infine previste le trasmissioni dei segnali di:
  - mancanza rete settore in normale;
  - mancanza rete settore in sicurezza;
  - settore in normale: interruttore aperto per intervento sganciatori;
  - settore in sicurezza: interruttore aperto per intervento sganciatori;
  - almeno un selettore in manuale;
  - almeno un selettore escluso.

### **3.2.4. – Sistema di supervisione preesistente al primo lotto lavori**

L'attuale sistema di gestione dell'impianto elettrico, che acquisisce le segnalazioni dai diversi quadri descritte in precedenza e consente di comandare i circuiti in uscita dai sottoquadri prevede un'architettura hardware così costituita:

relativamente ai circuiti facenti capo ai centri di carico CCD, CCE e CCF, a servizio dei piani terra, ammezzato e primo, sono previste unità periferiche di gestione della Schneider Electric ubicate all'interno di ciascun centro di carico; a tali unità, mediante cavi multipolari, sono riportati i comandi e le segnalazioni di tutti i sottoquadri alimentati dal relativo centro di carico. Unica eccezione è costituita dal sottoquadro a servizio dell'auditorium, per il quale la postazione periferica è ubicata nei pressi del sottoquadro.

Tali unità periferica fanno capo, attraverso un bus fipIO, al PLC1 master installato nel locale quadro generale.

Tali postazioni sono state installate nell'anno 1992.

Relativamente ai centri di carico CCA, CCB e CCC installati al livello velari (ed ai sottoquadri da essi alimentati) le postazioni periferiche sono invece singolarmente installate nei singoli quadri e, attraverso un bus fipIO, fanno capo al PLC2 slave.

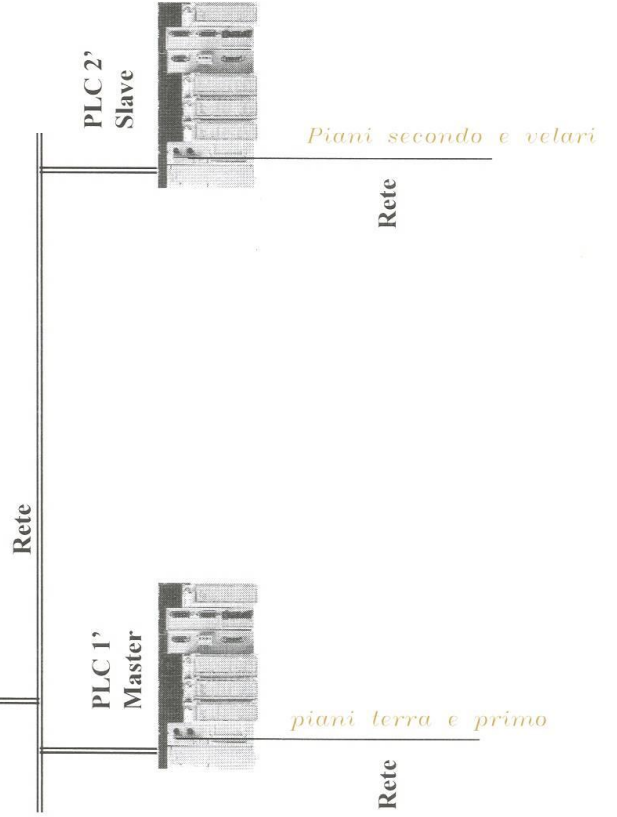
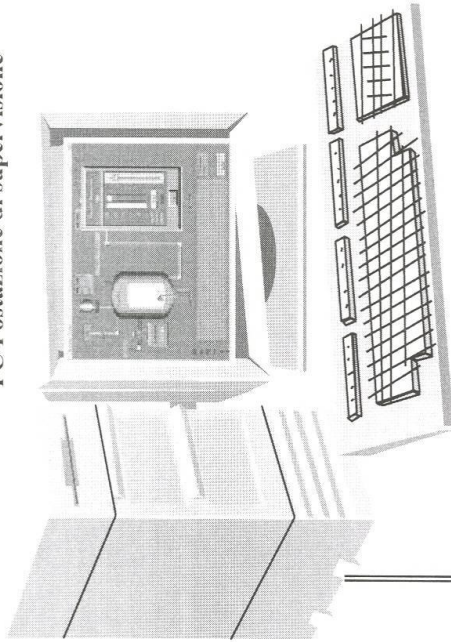
Entrambi i PLC sono gestiti dal PC di supervisione ubicato nel COC.

Tali postazioni sono state installate nel corso dei lavori del FIO 86.

Lo schema a blocchi del sistema esistente risulta quindi il seguente:



PC Postazione di supervisione



Attuale sistema di supervisione dell'impianto elettrico.

*Museo di Capodimonte*

Il sistema così strutturato ha sempre funzionato senza problemi particolari fino al 2005 quando, in seguito ad un “buco” del sistema, la cui origine non è mai stata individuata dalla casa costruttrice, si sono improvvisamente aperti tutti i circuiti di comando, provocando lo spegnimento totale dell’impianto di illuminazione.

Per ovviare al ripetersi di tale inconveniente, non essendosi individuata la causa (hardware o software) del problema, nelle sale al secondo piano si è provveduto ad installare complessi autonomi per l’illuminazione di sicurezza del tipo S.A., restando comunque in attesa di disponibilità finanziaria per poter effettuare l’aggiornamento del sistema di gestione attualmente non più in produzione.

### **3.2.5. – Aggiornamento del sistema di supervisione (primo e secondo lotto)**

Scopo quindi del progetto di aggiornamento è stato di realizzare un sistema con alto livello di affidabilità che consentisse, anche in caso di guasto, di non provocare il totale black out dell’impianto di illuminazione del Museo.

Altro obiettivo che ci si è posto, per contenere i costi dell’aggiornamento, è di utilizzare prodotti della stessa casa onde riutilizzare le periferiche già installate in campo.

Stante la mancanza disponibilità economica, l’aggiornamento del sistema di gestione dell’impianto è stata effettuata solo per i quadri a servizio dei piani terra, ammezzato e primo; in questo lotto di lavori è invece previsto l’aggiornamento del sistema di gestione a servizio dei piani secondo e velari.

L’architettura hardware e le funzionalità software del sistema di gestione proposto risultano le seguenti.

#### ***3.2.5.1 - Architettura generale del sistema***

L’architettura del nuovo sistema di controllo è previsto che venga strutturata su più livelli di sicurezza.

Partendo dal sistema di supervisione (PC nel COC), è stata prevista una doppia postazione operatore “ridondata”. Ognuna delle postazioni è collegata, tramite uno switch indipendente, ad una rete “Ethernet TCP/IP” denominata “ETH 1” ridondata in anello ottico.

In seconda battuta troviamo un coppia di PLC in configurazione ridondata “Hot Standby” (PLC 1.1 & PLC 1.2).

I due PLC, di cui sopra sono collegati ad un’altra rete “Ethernet TCP/IP” denominata “ETH 2” ridondata in anello ottico, dedicata al controllo dei segnali e dei comandi (input/output - I/O) remoti, dei circuiti della sezione “Sicurezza”, facenti capo ai Centri di Carico.

I circuiti della sezione “Normale” sono controllati da un altro PLC “Bridge Ethernet / FipIO (PLC 1.3), il quale è espressamente dedicato al passaggio di informazioni tra i PLC 1.1 / 1.2 e i “TBX” dei vari centri di carico.

Con la configurazione sopra descritta si può tollerare, senza la perdita di controllo, uno o più dei seguenti guasti:

- Uno dei due PC di supervisione;
- Interruzione dell’anello rete “Eth 1”;
- Uno dei due switch della rete “Eth 1”;
- Uno dei due PLC “Hot Stanby” (PLC 1.1 / PLC 1.2)
- Interruzione dell’anello rete “Eth 2”;
- Uno dei switch della rete “Eth 2”; (la perdita di uno o più switch della rete “Eth 2” provoca la perdita di controllo della singola isola di I/O remoti.
- Interruzione della rete “FipIO”.

Comunque, anche nel caso di perdita di controllo dell’isola di I/O remoti (TBX o Advantys), dovuta ad un guasto del relativo switch, lo stato delle uscite rimane congelato in quello precedente al guasto, evitando così la disattivazione dei circuiti d’illuminazione attivi al momento del guasto stesso.

Per quanto riguarda l’architettura del sistema del “PLC 2”, è stata prevista la sostituzione del PLC, il suo collegamento sulla rete ethernet “Eth 1” ed il ricollegamento del bus “FipIO” esistente.

Lo schema funzionale relativo al primo lotto è riportato nell’elaborato grafico allegato.

### 3.3 – Interventi previsti in questo stralcio progettuale

Come già detto in premessa nel presente progetto definitivo è previsto il completamento del sistema di supervisione dell'impianto elettrico e precisamente per i piani secondo e velari del Museo di Capodimonte in Napoli.

L'intervento prevede, analogamente a quanto già realizzato nel precedente lotto di lavoro, l'installazione delle seguenti apparecchiature:

- postazione di supervisione (backup ridondante) in contemporaneo funzionamento con quella già installata nella prima fase;
- postazione hardware PLC1.1 e PLC 1.2 (hot standby);
- realizzazione di un bus ottico ridondante in fibra ottica tra PC-PLC1.1-PLC1.2 denominato "Eth 2";
- isole periferiche per i settori in sicurezza dei centri di carico C.C.D e C.C.E nonché per il settore in sicurezza del sottoquadro S.Q.Auditorium;
- isole periferiche per i settori in normale dei centri di carico C.C.C, C.C.D e C.C.E nonché per i settori in normale dei sottoquadri S.Q.88-92 e Arconi, S.Q.D-9A ed S.Q.Auditorium;
- isole periferiche per i settori in normale e in sicurezza dei sottoquadri S.Q.A-1, S.Q.A-2, S.Q.A-3, S.Q.B-1, S.Q.B-2, S.Q.B-3, S.Q.B-4, S.Q.C-1, S.Q.C-2 ed S.Q.C-4;
- realizzazione di un bus ottico in fibra ottica tra le isole periferiche dei sottoquadri S.Q.A-1, S.Q.A-2, S.Q.A-3, S.Q.B-1, S.Q.B-2, S.Q.B-3, S.Q.B-4, S.Q.C-1, S.Q.C-2, S.Q.C-4 e il PLC2.

Le postazioni hardware PLC1.1 e PLC1.2 saranno installate nell'armadio esistente delle isole del centro di carico C.C.F e saranno collegate alla nuova rete Ethernet TCP/IP denominata "Eth 2".

Le nuove isole periferiche a servizio dei settori in sicurezza dei centri di carico C.C.D e C.C.E nonché per il settore in sicurezza del sottoquadro S.Q.Auditorium saranno alloggiare in un armadio dedicato, posizionato nelle loro immediate vicinanze. In tali armadi saranno inoltre alloggiare anche le isole periferiche dei settori in normale.

Le nuove isole periferiche a servizio dei settori in normale del centro di carico C.C.C e del sottoquadro S.Q. 88-92 e Arconi saranno installate negli armadi già previsti nel primo lotto.

Infine le isole periferiche per i settori in normale e in sicurezza dei sottoquadri S.Q.A-1, S.Q.A-2, S.Q.A-3, S.Q.B-1, S.Q.B-2, S.Q.B-3, S.Q.B-4, S.Q.C-1, S.Q.C-2 ed S.Q.C-4 alloggiare in un armadio dedicato, posizionato nelle loro immediate vicinanze.

Lo schema funzionale del sistema da realizzare è riportato nell'elaborato grafico allegato.