

| | | | | | |
|-----------|----------|-----------------|-----|------|------|
| C0 | 30/08/13 | Prima emissione | FDA | SP | GZ |
| REVISIONE | | DESCRIZIONE | EL. | CON. | APP. |

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA
 LEGGE N.798 DEL 29-11-1984
 CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991
 ATTO ATTUATIVO A VALERE SU X ASSEGNAZIONE CIPE PER IL SISTEMA MOSE (10B)

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA
 CUP: D51B02000050AD1

PROGETTO ESECUTIVO
 (estratto Perizia di variante LN.L1.50.PE.04 favorevolmente esaminata dal CTM del 27/01/11 con voto n. 9 ed aggiornamento dei progetti esecutivi di WBS MA.L1.50 e CH.L1.50, favorevolmente esaminati rispettivamente dal CTM del 21/04/10 con voto n. 66 e del 18/09/09 con voto n. 158)





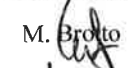

WBS: LN.L1.50 - MA.L1.50 - CH.L1.50
WBE: LN.L1.50.PE.04F - MA.L1.50.PE.11 - CH.L1.50.PE.11

BOCCHES DI LIDO – MALAMOCCO – CHIOGGIA
IMPIANTI
IMPIANTI DI CONTROLLO – II FASE



ARCHITETTURA HARDWARE E SOFTWARE DEL CONTROLLO
RELAZIONE TECNICA

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|----------------|
| ELABORATO | CONTROLLATO | APPROVATO |
| F. D'Amico | S. Pastore | G. Zoletto |
| N. ELABORATO | CODICE FILE | DATA |
| MV100P-PE-GIR-0006-04F-C0 | MV100P-PE-GIR-0006-04F-C0.doc | 30 agosto 2013 |

CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

| | |
|---|---|
| COORDINAMENTO PROGETTAZIONE VERIFICATO V. Arfione  CONSORZIO VENEZIA NUOVA | PROGETTAZIONE ESECUTIVA    |
|    | Ing. G. Zoletto  Ing. F. Pinton  |

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI
 QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|-----------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 2 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

LEGGE N.798 DEL 29-11-1984

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991

ATTO ATTUATIVO A VALERE SU X ASSEGNAZIONE CIPE PER IL SISTEMA MOSE (10B)

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

**INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI
FLUSSI DI MAREA**

- PROGETTO ESECUTIVO -



BOCCHIE DI LIDO – MALAMOCCO – CHIOGGIA

IMPIANTI

IMPIANTI DI CONTROLLO II FASE



ARCHITETTURA HARDWARE E SOFTWARE DEL CONTROLLO

RELAZIONE TECNICA



| | | | | |
|---|--------|---------------|---|-----------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 3 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Indice

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | PREMESSA | 5 |
| 2 | SCOPO..... | 8 |
| 2.1 | Sistema di controllo di processo | 9 |
| 2.2 | Sistema di controllo della rete a 20kV | 9 |
| 2.3 | Norme applicabili | 10 |
| 2.4 | Lingua del progetto..... | 10 |
| 2.5 | Lista degli acronimi utilizzati | 11 |
| 3 | DATI DI PROGETTO E RIFERIMENTI | 13 |
| 3.1 | Documentazione di riferimento | 13 |
| 4 | ARCHITETTURA HARDWARE DEL SISTEMA DI BOCCA | 15 |
| 4.1 | Introduzione..... | 15 |
| 4.2 | Architettura | 18 |
| 4.2.1 | Sistema di Movimentazione paratoie | 19 |
| 4.2.2 | Sistema di Emergenza (Emergency Shut Down) | 26 |
| 4.2.3 | Sistema Ausiliari..... | 29 |
| 4.3 | Caratteristiche generali dei dispositivi..... | 34 |
| 4.3.1 | Ambiente marino | 34 |
| 4.3.2 | Classificazione delle aree | 34 |
| 4.3.3 | Alimentazioni | 34 |
| 4.3.4 | Controllori multipli..... | 35 |
| 4.3.5 | Requisiti schede I/O..... | 35 |
| 4.3.6 | Modularità | 36 |
| 4.3.7 | Separazione galvanica | 36 |
| 4.3.8 | Riserve hardware | 36 |
| 4.3.9 | Espandibilità del sistema | 37 |

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|-----------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 4 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4 | Sala di controllo di bocca | 37 |
| 4.4.1 | Stazione di ingegneria | 37 |
| 4.4.2 | Stazione per assistenza remota | 37 |
| 4.4.3 | Sala/consolles di monitoraggio..... | 38 |
| 5 | ARCHITETTURA DEL SOFTWARE..... | 39 |
| 5.1 | Cenni al “Gestore dell’Esercizio” e “Gestore delle Operazioni Comandate e della Manutenzione” | 42 |
| 5.1.1 | Coordinamento Gestore dell’esercizio e Gestore delle Operazioni Comandate e della Manutenzione | 45 |
| 5.2 | Supervisione e Controllo | 47 |
| 5.2.1 | Sistemi di supervisione postazione centralizzata..... | 47 |
| 5.2.2 | Sistemi di supervisione in postazione locale | 49 |
| 5.3 | Livello controllo di processo | 53 |
| 5.3.1 | Modulo di supervisione | 53 |
| 5.3.2 | Modulo di comunicazione | 54 |
| 5.3.3 | Real-Time clock | 54 |
| 5.3.4 | Acquisizione sincrona input | 54 |
| 5.3.5 | Logica di controllo..... | 55 |
| 5.3.6 | Modulo allarmi | 55 |
| 5.3.7 | Refresh sincrono output..... | 56 |

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|-----------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 5 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

1 PREMESSA

Il sistema MOSE è un sistema di dighe mobili in corso di realizzazione alle bocche di porto della laguna (Lido, Malamocco e Chioggia), per la salvaguardia di Venezia.

Si tratta di schiere di paratoie in grado di isolare la laguna dal mare durante gli eventi di alta marea superiori alla quota prestabilita ed una serie di opere fisse (le cosiddette “opere complementari”), atte ad attenuare i livelli delle maree più frequenti.

Le schiere vengono realizzate in corrispondenza delle quattro barriere di: Treporti, San Nicolò, Malamocco e Chioggia e ciascuna è costituita da circa 20 paratoie mobili disposte, a riposo, sul fondale, in appositi alloggiamenti ricavati nei cassoni di fondazione.



Quando viene previsto un evento di acqua alta e parte dalla Stazione Centralizzata il comando di chiusura della barriera, si da seguito alla procedura di innalzamento attivando i compressori e gli impianti deputati, situati nei relativi edifici ubicati nel Centro Servizi.

In condizioni normali il processo di movimentazione delle paratoie si suddivide nelle seguenti fasi:

- Riposo, con barriere in recesso
- Sollevamento paratoie, in posizione di galleggiamento
- Ulteriore sollevamento paratoie, in posizione di lavoro
- Inseguimento di marea
- Discesa a livello minimo
- Discesa a recesso

Il sistema dedicato al governo di tali operazioni è il sistema di Automazione e Controllo il quale coordina l'insieme di impianti costituenti il sistema MOSE e che possono essere suddivisi in tre diverse categorie, in base alle caratteristiche di complessità ed eccezionalità degli impianti stessi. Le categorie sono le seguenti:

1. Principali
2. Standard
3. Package

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|-----------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 6 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Principali

Sono “Principali” tutti i sistemi vincolati al carattere di straordinarietà e specificità del MOSE.

Ciò implica una progettazione “ad-hoc” che non può essere reperita sul mercato e richiede un’analisi e uno sviluppo di dettaglio maggiore. Inoltre tali sistemi, date le caratteristiche uniche ed innovative, richiedono una fase più approfondita di test eseguiti sul campo nel sistema reale.

Per tali sistemi utilizzare semplici ambienti di test risulterebbe parziale e poco affidabile.

I sistemi con queste caratteristiche sono:

- PR01 - Impianto aria di processo (movimentazione paratoie)
- PR02 - Sistema di Emergenza (Emergency Shut Down)
- PR03 - Impianto controllo PCS – PCU – I/O
- PR04 - Sistema aggancio / sgancio connettori cerniere
- PR05 - Impianto acqua dolce di flussaggio cerniere e tubazioni connettori
- PR06 - Impianto drenaggi e condense



Standard

Sono “Standard” tutti i sistemi realizzabili con tecniche normalmente documentate in letteratura e reperibili sul mercato. L’implementazione di tali sistemi si basa sull’utilizzo di componenti di mercato che attraverso processi di customizzazione possono essere agilmente declinati nel contesto specifico.

Per questi sistemi necessari al funzionamento del MOSE, i documenti prodotti fungono da linee guida del funzionamento atteso.

I sistemi con queste caratteristiche sono:

- ST01 - Impianto alimentazione elettrica
- ST02 - Impianto aria strumenti e aria servizi
- ST03 - Impianto acqua glicolata per raffreddamento compressori centrifughi
- ST04 - Impianto alimentazione acqua dolce alle unità di stoccaggio poste in prossimità degli impianti
- ST05 - Impianto di distribuzione acqua dolce ai servizi
- ST06 - Impianti stoccaggio e alimentazione gasolio per gruppi elettrogeni e motopompe diesel per antincendio

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|-----------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 7 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- ST07 - Impianto stoccaggio e alimentazione olio di lubrificazione per gruppi elettrogeni
- ST08 - Impianti antintrusione, porte stagne, videosorveglianza
- ST09 - Impianti trattamento reflui
- ST10 - Impianti trattamento acque reflue



Package

Sono “Package” tutti quei sistemi già presenti sul mercato e direttamente utilizzabili poichè non richiedono alcuna modifica alla propria logica di controllo. Vengono forniti generalmente con quadro proprio attraverso cui il PCS si interfaccia e dialoga secondo quanto previsto dal sistema di controllo.

Questi sistemi per quanto necessari al funzionamento del MOSE, verranno acquistati in package correlati agli impianti.

I sistemi con queste caratteristiche sono:

- PK01 - Impianto aria di processo (gruppi compressori centrifughi)
- PK02 - Impianto spegnimento incendi in modalità water – mist
- PK03 - Impianto spegnimento incendi a schiuma
- PK04 - Impianto spegnimento incendi a CO2
- PK05 - Impianto rilevamento fumo e incendio
- PK06 - Impianto acqua dolce spegnimento incendi
- PK07 - Impianto HVAC

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|-----------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 8 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

2 SCOPO

La presente WBE LN.L1.50.PE.04F - MA.L1.50.PE.11 - CH.L1.50.PE.11 “Impianti di controllo - II fase” si riferisce al sistema di automazione e controllo delle tre bocche di Lido, Malamocco e Chioggia e si pone come obiettivo di quello di realizzare il sistema di automazione e controllo di tutte le barriere, apparati hardware e sistemi software (di base e applicativi) connessi.

La vita utile dell’opera complessiva è pari a 100 anni: per il sistema di controllo oggetto della presente WBE la vita utile richiesta è pari a 15 anni. I livelli prestazionali devono rimanere in questo arco temporale tali da garantire la funzionalità del sistema, senza pregiudicarne il servizio atteso.

L’Architettura hardware del sistema di controllo viene scomposta nel prosieguo analizzando ciascuno dei blocchi costitutivi che consentono il corretto esercizio dell’intero sistema MOSE, in particolare:



- Movimentazione paratoie;
- Emergency Shut Down;
- Sistemi ausiliari.

Per ciascuno di questi sottosistemi saranno, quindi, descritte le caratteristiche relative a:

- Collegamenti con il campo, con gli I/O remoti e con le unità di controllo.
- Ridondanza.
- Segregazione.

Verranno, infine, richiamate le caratteristiche principali dei dispositivi che compongono il sistema di controllo.

La seconda parte del presente documento ha, invece, come obiettivo quello di descrivere l’architettura del software di controllo. A partire da un’architettura canonica suddivisa per livelli, vengono descritti i componenti software base incaricati della supervisione e del controllo dei processi connessi al funzionamento del sistema MOSE.

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|-----------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 9 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

2.1 Sistema di controllo di processo

Il sistema di controllo di ciascuna bocca è parte di un sistema integrato ma può essere governato in maniera indipendente per ogni sito di bocca.

Nelle singole bocche di porto sono presenti le rispettive Sale di Controllo.

La Stazione Centralizzata, situata presso la bocca di Lido (e remotizzabile all'Arsenale), è connessa al sistema di controllo di ogni sito e riceve tutte le informazioni relative alla posizione delle paratoie, allo stato delle apparecchiature e ai principali allarmi dei vari siti.

In aggiunta a quanto sopra, ogni barriera ha un sistema di controllo dedicato alla gestione della rete elettrica a 20kV.

I tre siti sono allineati in una linea immaginaria Lido – Malamocco – Chioggia e la distanza fra due siti adiacenti è circa 13 km, mentre la distanza fra Lido e Chioggia risulta pari a circa 25 km.

I tre siti sono connessi da un doppio anello in fibra ottica; l'isola di Lido è altresì connessa all'Arsenale attraverso un collegamento - sempre in fibra ottica – ridondato (cavi alloggiati in due teleguidate separate, con percorsi geografici distinti).



Ciascuna bocca, con le opportune specificità, può essere astratta in un modello costituito dal sistema di controllo posto nel “Centro Servizi” e dal sistema di controllo posto in “Barriera”. Questo modello, come detto, verrà quindi preso a riferimento per lo sviluppo della presente architettura, con particolare riferimento alla barriera di Treporti.

2.2 Sistema di controllo della rete a 20kV

L'impianto è alimentato con arrivi dalla rete di distribuzione elettrica pubblica in ognuna delle tre bocche e richiede una gestione unitaria della rete elettrica a 20 kV, in quanto le varie bocche sono fra loro interconnesse.

É pertanto necessario che ognuna delle tre bocche sia in grado di comandare i dispositivi di interruzione e sezionamento di tutta la rete a 20 kV, previa autorizzazione che escluda le altre due.

Al fine di garantirne una maggiore disponibilità questo sistema è fisicamente costituito da un controllore indipendente dai controllori di processo; ciò nonostante è in grado di

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 10 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

innescare su questi ultimi logiche ed *interlocks* legati alla disponibilità della rete elettrica di alimentazione.

Non è oggetto della presente WBE la realizzazione del sistema di controllo della distribuzione elettrica (PMS): i criteri di interfaccia PCS-PMS sono riportati nella specifica del presente progetto MV100P-PE-GIS-5001-04F, alla quale si rimanda.

2.3 Norme applicabili

Sono da considerare e rispettare:

- Norme U.N.I., C.E.I., ISO, IEC, CENELEC

In mancanza di norme applicabili nazionali od europee armonizzate il riferimento è alle norme e raccomandazioni emesse dalle seguenti organizzazioni:



- ANSI (American National Standard Institute)
- IEC (International Electro-Technical Commission)
- ISA (The Instrumentation, Systems and Automation Society)
- ISO (International Standard Organization)

E, in particolare:

- IEC 61508 “*Functional Safety of Electrical/Electronic /Programmable Electronic Safety-related Systems*”
- IEC 61511 “*Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector*”
- ISA 95, che definisce i criteri di integrabilità dei sistemi enterprise con i sistemi di controllo
- ISA 88, che definisce l’architettura stessa dei sistemi di controllo
- Direttiva 94/9/CE



2.4 Lingua del progetto

La lingua ufficiale del progetto è l’italiano, con la necessaria utilizzazione di sigle e termini della letteratura tecnica internazionale, ove opportuni.



| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 11 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

2.5 Lista degli acronimi utilizzati

- CPU: Unità centrale di elaborazione (*Control Process Unit*)
- CR: Sala di Controllo (*Control Room*)
- CRC: Controllo a ridondanza ciclica (*Cyclic Redundant Check*)
- DCS: Sistema di controllo distribuito (*Distributed Control System*)
- ESD: sistema di emergenza (*Emergency Shut Down System*)
- ESDSC: Consolle del Sistema di Blocco di Emergenza (*Emergency Shutdown System Console*)
- FAT: Collaudo in fabbrica (*Factory Acceptance Test*)
- FCS: unità di controllo di campo (*Field Control Station*)
- GPS: sistema di posizionamento globale (*Global Positioning System*)
- HDD: Hard Disk Drive
- HIS: Stazione d'interfaccia umana (*Human Interface Station*)
- HMI: Interfaccia uomo macchina (*Human Machine Interface*)
- HSBY (hot standby): ridondanza firmware a caldo
- HVAC: sistema di climatizzazione (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*)
- MTTF: Tempo medio di guasto (*Mean Time To Failure*)
- MTTR: Tempo medio di ripristino (*Mean Time To Repair*)
- PC: Personal Computer
- PCS: Sistema di controllo dei processi (*Process Control System*)
- PID: Controllore Proporzionale, Integrato e Derivativo (*Proportional-Integral-Derivative*)
- PLC: Controllore logico programmabile (*Programmable Logic Controller*)
- RAID: Insieme ridondante di dischi indipendenti (*Redundant Array of Independent Disks*)

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 12 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- RCE: Registrazione Cronologica degli Eventi
- RIO: Schede Input/Output remote
- RN: Nodi di controllo posti in campo (*Remote Node*)
- SAC: Sala di Automazione e Controllo
- SAT: Collaudo in sito (*Site Acceptance Test*)
- SIL: Livello di sicurezza (*Safety Integrity Level*)
- TCP/IP: Transmission Control Protocol – Internet Protocol
- UPS: Gruppo di continuità (*Uninterruptible Power Supply*)
- VLAN: Rete locale virtuale (*Virtual Local Area Network*)
- VPN: Percorso di rete virtuale (*Virtual Path Network*)

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 13 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

3 DATI DI PROGETTO E RIFERIMENTI

Il sistema di controllo deve soddisfare le condizioni di progetto e di funzionamento sotto specificate.



3.1 Documentazione di riferimento

La presente specifica comprende, come parte integrante, anche i seguenti elaborati.
Del progetto generale di WBS:



- Dati di base della progettazione (MV100P-PE-GZR-0002)
- Sistema aria compressa impianti pneumatici – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0202)
- Sistema aria servizi e strumenti – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0203)
- Sistema acqua raffreddamento circuito chiuso – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0207)
- Sistemi ausiliari – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0208)
- Sistemi drenaggio acqua scarico paratoie – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0209)
- Sistema impianto combustibile – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0210)
- Rete elettrica – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0211)
- Sistemi acque oleose, acque nere, acque di prima pioggia – Specifica funzionale (MV100P-PE-L/M/CIS-0213)

Del presente progetto di WBE:

- Descrizione del processo e tecniche di controllo - Relazione Tecnica (MV100P-PE-GIR-0004-04F) e relative Appendici
- Sistema movimentazione paratoie – Specifica funzionale (MV100P-PE-GIS-0201-04F)

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 14 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- Sistema di Controllo. Specifica Tecnica (MV100P-PE-GIS-0137-04F)
- Architettura del sistema di controllo (MV100P-PE-L/M/CIK-3001-04F-11-11)
- Disposizione geografica e percorsi cavi di rete (MV100P-PE-L/M/CIK-3032-04F-11-11)
- Collegamento controllori-switch (MV100P-PE-L/M/CIK-3101-04F-11-11)
- Collegamento controllori-switch (MV100P-PE-L/M/CIK-3120-04F-11-11)
- Parametri di dimensionamento del sistema (MV100P-PE-GIF-1137-04F)
- Criteri di interfaccia con le apparecchiature in campo (MV100P-PE-GID-4001-04F)
- Elenco valvole automatiche (MV100P-PE-GIL-0302-04F)
- Elenco I/O (MV100P-PE-GIL-0303-04F)
- Elenco allarmi (MV100P-PE-GIL-0304-04F)
- Elenco strumenti (MV100P-PE-GIL-0351-04F)

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 15 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

4 ARCHITETTURA HARDWARE DEL SISTEMA DI BOCCA

4.1 Introduzione



Per gli impianti delle bocche di Lido San Nicolò e Lido Treporti, Malamocco e Chioggia è prevista un'automazione basata su un sistema di controllo concepito su multipli livelli, distribuito e ridondato con segregazione, nell'ottica di consentire la massima disponibilità operativa.

Il sistema è costituito da più livelli, tra loro interconnessi:

- un livello destinato ad interfaccia da / verso l'operatore (Client HMI: *Human Machine Interface*), fisicamente dislocato nelle sale di controllo, in cui tutti i dati di impianto vengono trasferiti e visualizzati attraverso una rete ethernet ridondata e una serie di postazioni operatore con: personal computers, video, tastiere, dispositivi di puntamento e stampanti. A livello delle stazioni operatore risiede il SW per la visualizzazione ed i comandi dell'impianto mediante pagine grafiche dinamiche;
- uno o più livelli, fisicamente dislocati in armadi posizionati direttamente in campo, che comprende gli armadi dei controllori ridondati (nei quali è caricato il SW preposto alle funzioni di controllo delle varie parti di impianto) e gli armadi remoti ad essi associati, con le schede in ingresso e uscita che scambiano i segnali da / verso il campo.

Per ognuna delle bocche di porto è previsto un sistema di controllo funzionalmente indipendente e segregato rispetto agli altri, dedicato alle seguenti principali funzioni:

- movimentazione della schiera di paratoie;
- gestione degli impianti tecnologici necessari per comprimere l'aria di impianto, con tutti i servizi ausiliari richiesti per il funzionamento di ogni singolo sito;
- gestione della rete elettrica (a 20 kV, 6 kV e 0,4 kV).

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 16 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |



È previsto che il sistema di controllo riceva le informazioni di stato da parte dei sistemi di controllo anche delle conche di navigazione, realizzate in ciascuna bocca di porto.

Nel caso specifico di Lido la stazione di controllo, posta sull'isola, dovrà gestire entrambe le schiere di paratoie (21 di Treporti e 20 di San Nicolò) e gli impianti tecnologici comuni tra le due barriere, oltre ovviamente alle reti a 20 kV, 6 kV e 0,4 kV.

Le bocche di Malamocco e Chioggia, invece, hanno ciascuna la propria stazione di controllo che gestisce la schiera di pertinenza (19 paratoie Malamocco, 18 paratoie Chioggia).

L'operatività degli impianti di ogni singola bocca è effettuata da una sala controllo situata nell'Edificio di Automazione e Controllo della bocca stessa. Da questa sarà possibile supervisionare i sistemi di seguito riportati e suddivisi nei rispettivi controllori di riferimento:

- Controllori PCS (PR01 - Movimentazione paratoie in procedura standard e con funzioni aggiuntive di Coordinamento Scenari)
 - o Sistema aggancio / sgancio connettori-cerniere (PR04);
- Controllori ESD (PR02 - Movimentazione paratoie in procedura di emergenza);
- Controllore impianto elettrico PMS (ST01 – Impianto distribuzione elettrica);
- Controllore Sistemi Ausiliari:
 - o Impianto drenaggi e condense (PR06),
 - o Impianto HVAC (PK07),
 - o Impianti telecomunicazioni, antintrusione e videosorveglianza, porte stagne (ST08),
- Controllore impianto aria di processo (PK01 - gruppi compressori centrifughi)
- Controllore impianto aria di processo (ST03 - impianto acqua glicolata per raffreddamento compressori centrifughi);
- Controllore aria servizi e strumenti, antincendio, acqua industriale, water mist e flussaggio cerniere:
 - o Impianto acqua dolce di flussaggio cerniere e tubazioni connettori (PR05),
 - o Impianto di distribuzione acqua dolce ai servizi (ST05),

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 17 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- Impianto alimentazione acqua dolce alle unità di stoccaggio poste in prossimità degli impianti (ST04),
- Impianto acqua dolce spegnimento incendi (PK06),
- Impianto spegnimento incendi in modalità water – mist (PK02),
- Impianto spegnimento incendi a schiuma (PK03),
- Impianto spegnimento incendi a CO2 (PK04),
- Impianto aria strumenti e aria servizi (ST02),
- Impianto rilevamento fumo e incendio (PK05),
- Impianto trattamento reflui (ST09),
- Impianto trattamento acque reflue (ST10).
- Controllore gruppi elettrogeni:
 - Impianto stoccaggio e alimentazione gasolio per gruppi elettrogeni e motopompe diesel per antincendio (ST06),
 - Impianto stoccaggio e alimentazione olio di lubrificazione per gruppi elettrogeni (ST07).


Per le paratoie di ogni singolo cassone (mediamente tre per cassone ad eccezione dei cassoni da 40 m di San Nicolò e Malamocco, che alloggiano solo 2 paratoie) sono dedicati due distinti controllori, ciascuno con ridondanza segregata.

Gli armadi di schede per la connessione dei segnali di campo sono stati dislocati rispettando i criteri di segregazione.

Per quanto riguarda i sistemi non critici per il funzionamento delle paratoie, per i quali è possibile intervenire localmente in caso di guasti al sistema di controllo, si è previsto (ove ritenuto funzionale) l'impiego di moduli di I/O ridondanti per le funzioni di comando che non prevedono la ridondanza degli elementi in campo.

Un'ulteriore sala controllo, detta Stazione Centralizzata, fisicamente e logicamente connessa alle precedenti è situata presso la bocca di Lido (e remotizzabile anche all'Arsenale di Venezia); essa consente la supervisione degli impianti di tutte le bocche.

Nella Stazione Centralizzata verranno raccolte tutte le informazioni di stato degli impianti di ciascuna bocca, questi verranno analizzati ai fini di ottimizzare le prestazioni dell'impianto e al fine manutentivo. In casi estremi che pregiudicano il comando locale della bocca (es. incendio in sala di controllo locale) la Stazione Centralizzata potrà, con l'ausilio degli operatori di bocca in loco, eseguire funzioni di comando sulla barriera.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|  | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 18 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

4.2 Architettura

Il sistema automatico di controllo è suddiviso come segue:

1. Sistema Movimentazione Paratoie:

Il sistema di movimentazione paratoie viene controllato da due distinti controllori per cassone, afferenti campi indipendenti A e B, ciascuno con CPU in ridondanza remota (AA' e BB' in Figura 1) che gestiscono, per ciascuna cerniera, due canali indipendenti di carico, scarico e blocco aria all'interno delle paratoie. I due sistemi comunicano tra loro tramite doppio anello in fibra ottica e comunicano indipendentemente con i campi di pertinenza grazie a I/O remoti localizzati all'interno dei locali tecnici. La distribuzione di questi I/O remoti è studiata in modo da garantire segregazione tra segnali ridondati di una stessa cerniera.

Tipologico Cassone

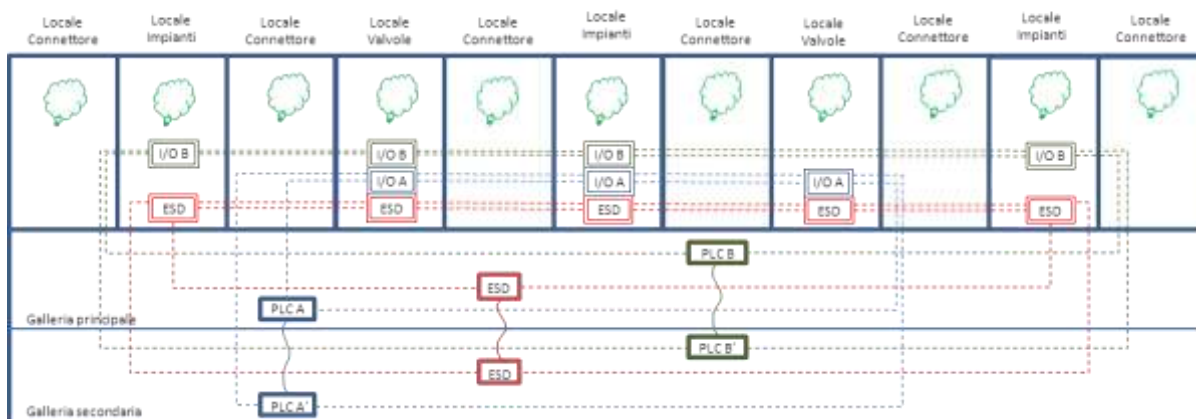




Figura 1 - Disposizione apparati nei cassoni

Per il dettaglio relativo alla disposizione degli apparati si veda, nel caso di Lido, la specifica lo schema MV100P-PE-T/N/M/CIK-3101-04F/11/11 “Schema collegamenti controllori-switch-remote I/O – Galleria cassone”

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 19 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

2. Sistema ESD (Emergency Shut Down):

Per ogni cassone è previsto un controllore con ridondanza remota e segregata di ciascuna delle componenti a funzionalità ESD, deputato al controllo della pressione di bolla d'aria all'interno delle paratoie e del massimo angolo raggiungibile. Il sistema ESD provvede all'abbassamento delle paratoie in caso di emergenza andando ad agire direttamente sui comandi ESD delle valvole motorizzate. Le CPU di ciascun controllore verranno fisicamente segregate tra loro in gallerie diverse e le schede di ingresso/uscita segnali dal campo sono distribuite nei locali impianti e valvole dei cassoni.

3. Sistemi ausiliari

Per ciascuna barriera sono previsti controllori ridondati situati negli edifici tecnici di pertinenza, dedicati alla gestione dei sistemi ausiliari.

In particolare i sistemi controllati sono i seguenti:

- Compressori
- Raffreddamento compressori
- Sistema gruppi elettrogeni e stoccaggio gasolio
- Sistema aria servizi, antincendio/rilevazione gas, acqua industriale e flussaggio



Di seguito si procede ad una descrizione dell'architettura di ciascuno di questi sistemi, specificandone le caratteristiche dei collegamenti, della ridondanza e segregazione.

Per il dettaglio si faccia riferimento al documento MV100P-PE-L/M/CIK-3120-04F/11/11.

4.2.1 Sistema di Movimentazione paratoie

Il sistema di movimentazione paratoie prevede la presenza di due campi (A e B) distinti e afferenti alla medesima cerniera.

Le due cerniere, sulle quali è montata ogni paratoia dispongono quindi di due rami di valvole, uno primario (indicato con "A") ed uno secondario (indicato con "B"). In questo modo la prima paratoia di un cassone sarà movimentata dai quattro gruppi o rami di valvole: A11 e B11 per la cerniera 1 ed A12 e B12 per la cerniera

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 20 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

2. Analogamente per le paratoie 2 e 3 del cassone: A21, B21 e A22, B22 per la paratoia 2; A31, B31 e A32, B32 per la paratoia 3.

Gli strumenti di ciascun campo afferiscono a I/O remoti distinti e ridondanti incaricati della raccolta e normalizzazione dei segnali. Tutti gli I/O remoti relativi ad un campo specifico sono collegati in configurazione a doppio anello tra loro e afferiscono, tramite bus di campo, al relativo controllore ridondato.

Ciascuno di questi controllori è in grado di gestire tre paratoie adiacenti ed è composto da due CPU sincronizzate di cui una (Master) deputata al controllo e l'altra (Reserve), in attesa (hot standby) di intervenire in tempo reale nel caso di guasto della prima. Le unità di controllo ridondate verranno collocate nelle gallerie dei cassoni: la CPU Master e la Reserve verranno fisicamente segregate in gallerie diverse in modo da ridurre le conseguenze di un guasto fatale (ad esempio un incendio) in una delle due gallerie. Le schede di ingresso/uscita segnali dal campo sono distribuite nei locali impianti e valvole dei cassoni. Esse sono state distribuite in modo da segregare tra loro i sistemi primario e secondario afferenti alla medesima cerniera, e, quindi, da ridurre le conseguenze di un guasto fatale in un locale. Le schede di ingresso/uscita comunicano con le relative unità di controllo attraverso due bus di campo, di cui uno ridondante, in fibra ottica.

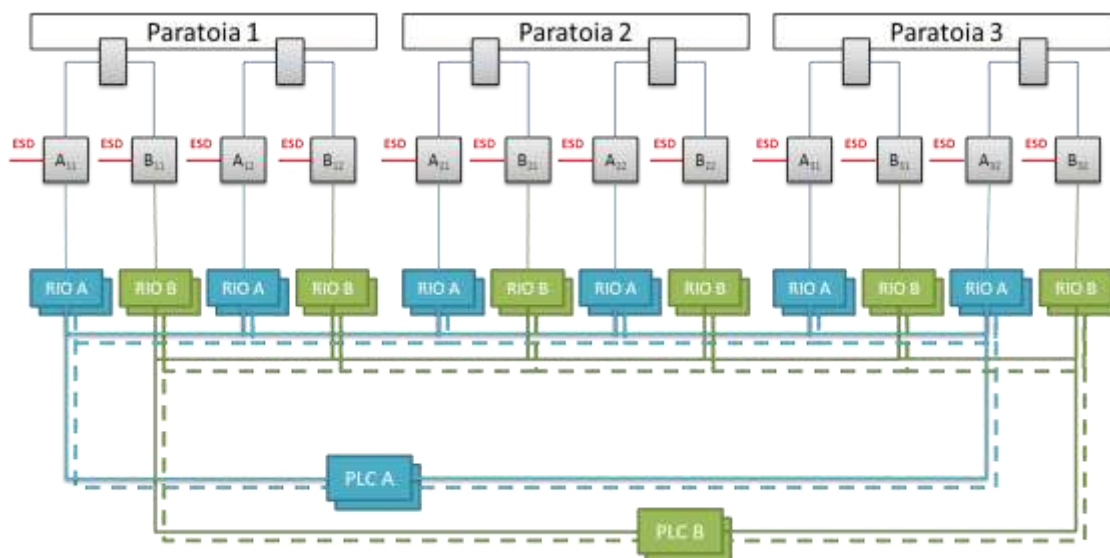




Figura 2 - Architettura movimentazione paratoie - Cassone tipo

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 21 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Le valvole di controllo e blocco hanno tutte il servomotore elettrico. Ci sono dodici valvole per paratoia, suddivise in quattro rami, collegate in Profibus DP ridondato agli armadi di acquisizione del sistema di controllo.

Delle dodici valvole, otto hanno anche il comando a molla di emergenza per la chiusura, gestito con canali hardware indipendenti.

A differenza del sistema ESD, questo sistema non è previsto essere di tipo SIL.

Collegamenti

Il collegamento del sistema di controllo della movimentazione paratoie è suddiviso in

livelli (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** schemi MV100P-PE-/M/CIK-3001-04F):

- Livello di collegamento Campo – I/O Remoti (RIO)
- Livello di collegamento RIO - RIO e PLC - RIO
- Livello PLC – PLC

Di seguito vengono descritte le caratteristiche relative a ciascuna tipologia di collegamento.



Per il dettaglio si rimanda al documento MV100P-PE-T/N/M/CIK-3101-04F/11/11.

Collegamento RIO - campo

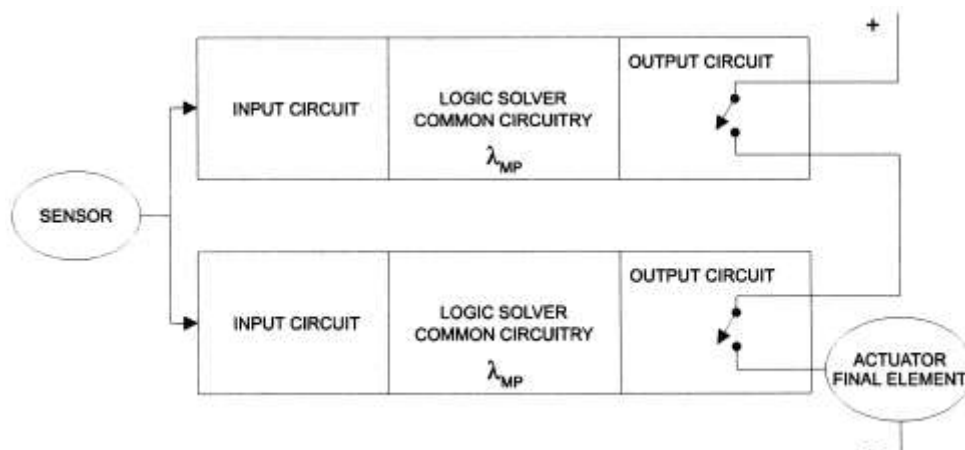
La trasmissione convenzionale dei segnali tra i sensori/gli attuatori nel campo e i moduli di I/O del sistema PCS è realizzata tramite collegamenti punto-punto paralleli.

A seconda della tipologia la strumentazione di linea di tipo analogico può essere alimentata dai moduli I/O (tecnica 2 fili) o dallo strumento trasmettitore (tecnica 4 fili). I segnali analogici vengono trasmessi con un livello di 4÷20mA.

I trasmettitori che dispongono di due uscite con lo stesso campo vanno collegati a diverse schede di ingresso con logica 1oo2; viceversa quelli che dispongono di due uscite con campi diversi vanno collegati a due schede diverse con selezione automatica della misura attiva in funzione del valore della variabile.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 22 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Si faccia riferimento al documento MV100P-PE-GIL-0351-04F e i fogli dati relativi a ciascuno strumento per le caratteristiche dei collegamenti relativi agli strumenti.



**Figura 3 – Esempio di connessione 1oo2
(sistema a comando de-energizzato)**



Per tutti i trasmettitori è previsto il protocollo HART per poter effettuare il controllo dello zero e la taratura dello strumento a distanza con terminale portatile (Hand Held Terminal). Non è richiesto che il trasferimento della misura fra trasmettitore e PCS avvenga con protocollo HART. Le informazioni HART devono essere trasparenti per il sistema ed utilizzabili su una stazione operatore all'uopo dedicata.

Il protocollo HART deve permettere anche la taratura remota degli strumenti, oltre che la diagnostica degli stessi.

Il supporto fisico di collegamento avviene con conduttori in rame a coppie ritorte AWG22.

A differenza delle interfacce di bus di campo, tutte le funzioni relative alla trasmissione dei dati di processo, allarmi ed interrupt ed in particolare dei dati diagnostici dovranno, con questo tipo di protocollo, essere gestiti da opportuni cicli di polling direttamente dal sistema PCS.

I segnali discreti di ingresso possono essere con contatto semplice o in commutazione, essi sono ottenuti da soglie su segnali analogici o da contatti

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 23 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

diretti dal campo tramite elementi diretti. Anche in questa applicazione viene utilizzata la logica “1oo2” o “2oo3” utilizzando sia soglie che elementi a scatto.

In caso di acquisizione da contatto in commutazione va svolto il controllo di antivalenza per verificare un’eventuale incongruenza dei contatti. I contatti in campo possono essere liberi da tensione o alimentati dal campo.

I segnali discreti d’uscita devono sempre essere del tipo a relè con contatto SPDT e potenza di commutazione di 3 A- 24 Vcc o 1 A-230Vca. I relè devono sempre essere montati su zoccolo sia se sono integrati su scheda sia se sono separati dalla stessa: entrambi i contatti di scambio sono cablati a morsettiera.

I comandi digitali in uscita verso sistemi critici (comandi necessari per avviare/fermare motori, aprire/chiudere valvole, ecc) sono generati da schede di uscita ridondate.



Per quanto riguarda le valvole, ed in particolare riguardo alle loro interfacce di gestione, rimane inalterato il criterio di interfaccia Profibus™ DP, così come previsto dal progetto esecutivo approvato (WBS: LN.L1.50; voto n. 176 del 19/11/2008).

L’interfaccia Profibus™ DP delle valvole dovrà essere ridondata, così come specificato nei fogli dati delle valvole stesse. Questo significa che ogni valvola dovrà avere a bordo due interfacce, e quindi due uscite separate Profibus™ DP. Tale caratteristica non sarà ritenuta soddisfatta attraverso la realizzazione di Profibus™ DP ridonato con l’uso di moduli Y-Link d’interfaccia a due rami. Tali moduli consentono solamente di collegare apparecchiature Profibus™ DP, con interfaccia non ridondata, ad un Profibus™ DP ridondante. Il Protocollo di comunicazione Profibus™ DP utilizzerà due fili in rame AWG22 (RS 485 per Zona Ex 2).

Collegamento RIO – RIO e RIO - PLC

Gli I/O Remoti di uno stesso campo sono collegati tra loro e con il controllore di quel campo tramite doppio anello in fibra ottica.

Il bus di campo deve garantire:

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 24 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- connessione real-time con gli apparati
- flessibilità
- possibilità di creare reti virtuali
- sincronizzazione
- instradamento e gestione degli errori
- verifica della congruità del dato
- banda minima 2 Mbps

Si faccia riferimento al documento MV100P-PE-GIF-1137-04F per i parametri di dimensionamento del sistema di controllo della barriera di Treporti.

Collegamento tra controllori

Tutti i controllori del PCS contenuti in galleria saranno collegati tra loro da un doppio anello in fibra ottica di tipo Ethernet alla velocità di 1 Gbps con protocollo TCP-IP.

L'anello di ciascuna galleria va a chiudersi nel controllore posizionato nell'Edificio di Automazione e Controllo e adibito al ruolo di coordinatore di scenari e gestore dei sistemi ausiliari.



Ciascun controllore manda, in broadcast a tutti gli altri PLC presenti nella rete di barriera, i seguenti messaggi:

- Configurazione paratoie richiesta
- Setpoints
- Stato del PLC
- Stato dei componenti del campo legati al PLC
- Allarmi
- Stato del processo (posizione delle paratoie)
- Numero di cicli eseguiti

La banda minima richiesta con tempi di ciclo stimati attorno ai 50 ms su 14 controllori è di circa 30 Mbps.

Ridondanza



Per il sistema di movimentazione paratoie sono previste le seguenti ridondanze:

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 25 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- Controllori multipli del sistema PCS a doppia CPU in ridondanza calda del tipo “hot swap”, ognuno con doppio collegamento alla rete Ethernet, all’anello principale e al secondario.
- Alimentatori dell’elettronica e di campo ridondati e separati tra loro con tensione Vac 230 V.
- Switch ridondato di tipo layer 2 dentro i cassoni con porte Ethernet 10/100Mb/s, di cui 2 in fibra ottica monomodale alla velocità di 1Gb/s.
- Interfaccia seriale (Modbus) con sottosistemi esterni intelligenti.
- Bus di campo verso le valvole motorizzate (da schede diverse), con capacità di diagnostica evolute.
- Schede di I/O per le funzioni di comando relative ai servizi comuni, laddove non sia prevista la ridondanza degli elementi in campo.
- Schede di DO (Digital Output) per i comandi importanti come da lista I/O.

Segregazione

I moduli I/O che raccolgono i segnali relativi ai gruppi sopra indicati (A11, B11, A12, etc.) sono opportunamente segregati, conformemente alla segregazione prevista della strumentazione stessa, in modo tale da garantire la disponibilità di entrambe le cerniere di una paratoia anche nel caso di perdita di un intero locale. A loro volta anche i controllori, ubicati nelle gallerie, sono segregati rispetto ai remote I/O ed, essendo controllori ridondati, si è provveduto a segregare anche le due CPU di ciascun controllore posizionandole in gallerie diverse.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 26 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

4.2.2 Sistema di Emergenza (Emergency Shut Down)

La salvaguardia dell'opera viene attuata per mezzo del sistema ESD (*Emergency Shut Down*) tramite il raggiungimento dello stato di sicurezza identificato: la discesa a recesso delle paratoie. Tale condizione si verifica in caso di anomalia del sistema di controllo principale o in caso di verificarsi di una delle tre situazioni di potenziale pericolo per l'infrastruttura identificate come:

- Angolo paratoie superiore a quello di lavoro;
- Pressione interna alle paratoie superiore a quella prevista;
- Emergenza gestionale e non identificata e attivata da operatore.

Viene in questi casi avviata la procedura di Emergency Shut Down: i controllori dedicati agiscono sui comandi delle valvole appositamente previsti sulle schede di interfaccia delle valvole di immissione, blocco e scarico, escludendo il comando relativo al sistema PCS.

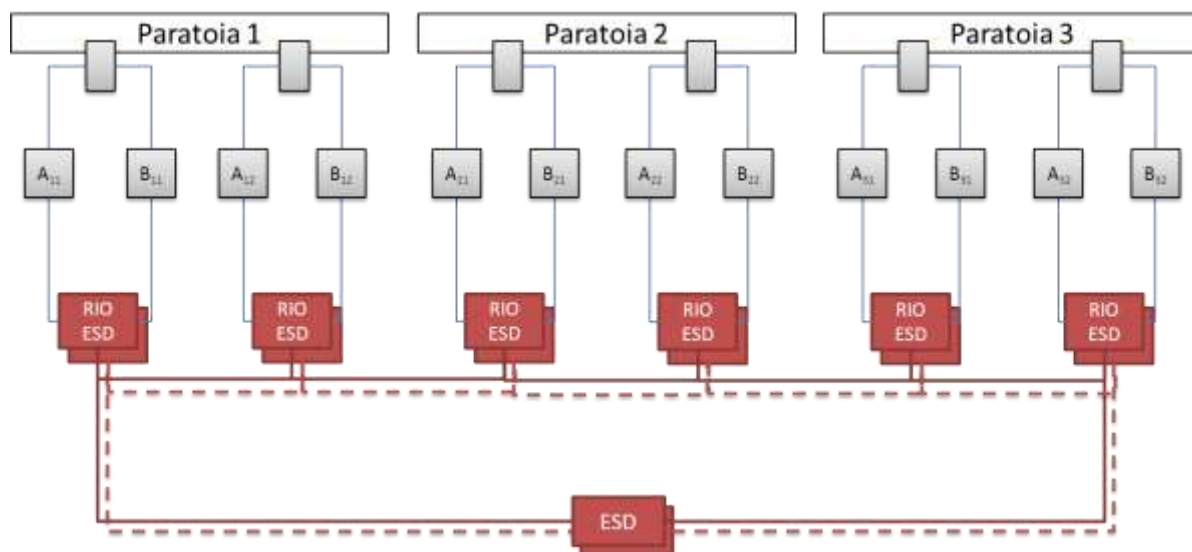




Figura 4 - Architettura Emergency Shut Down

Ogni paratoia è dotata di strumenti dedicati all'ESD (inclinometri, convertitori d'angolo e trasmettitori di pressione) in grado di fornire una stima indipendente dell'angolo effettivo, potenzialmente anomalo, della paratoia. Questi segnali vengono acquisiti da I/O remoti dedicati posizionati all'interno dei locali tecnici (Figura 4).

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 27 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Il valore dell'angolo della paratoia viene filtrato esclusivamente via hardware dall'apparato, tuttavia, per garantire una maggiore rapidità di risposta del sistema ESD non viene eseguito un filtro digitale all'interno del controllore, ma viene acquisito in maniera diretta.

Il controllore ESD ha componenti duplicate e segregate in gallerie differenti.

Date le caratteristiche del sistema ESD il livello di Safety è più alto rispetto al PCS, si richiede di prendere componenti tali da garantire che l'intero sistema certificato almeno SIL 2 secondo la normativa IEC 61508 "*Functional Safety of Electrical/Electronic /Programmable Electronic Safety-related Systems*" e IEC 61511 "*Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector*".

Si veda il documento MV100P-PE-GIS-0304-04F – "ESD – Specifica Tecnica".

Collegamenti

I collegamenti del sistema di emergenza posso essere suddivisi in tre livelli:



- Livello di collegamento Campo – I/O Remoti (RIO)
- Livello di collegamento RIO - RIO e PLC - RIO
- Livello PLC – PLC

Di seguito vengono descritte le caratteristiche relative a ciascuna tipologia di collegamento.

Collegamento RIO - campo

Per le valvole di immissione, scarico e blocco aria il comando in Profibus viene utilizzato nel funzionamento "standard", ovvero quando il sistema di controllo principale effettua la movimentazione delle paratoie in condizioni di normale esercizio dell'opera.

In funzionamento di emergenza, durante la procedura di ESD o per un eventuale intervento di regolazione eccezionale (es. anomalia rilevata dal sistema ESD che esegue alcuni controlli sulla paratoia) l'ESD è in grado, tramite *I/O INTERFACE* della valvola di inibire il controllo in Profibus e agire tramite controllo ad impulsi o analogico 4÷20mA (a seconda dello strumento). Il collegamento è *hardwired* ed è lo stesso descritto nel par. "Collegamenti" di 4.2.1.

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 28 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Collegamento RIO – RIO e RIO - PLC

Gli I/O Remoti del sistema ESD sono collegati tra loro e con il controllore ESD di cassone tramite doppio anello in fibra ottica.

Anche in questo caso il bus di campo deve garantire:

- connessione real-time con gli apparati
- flessibilità
- possibilità di creare reti virtuali
- sincronizzazione
- instradamento e gestione degli errori
- verifica della congruità del dato
- banda minima 2 Mbps

Collegamento tra controllori

Tutti i controllori dell'ESD contenuti nei cassoni saranno collegati tra loro da un doppio anello in fibra ottica dedicato di tipo Ethernet alla velocità di 1 Gbps con protocollo TCP-IP.

Per il dettaglio relativo alla Consolle si veda la specifica MV100P-PE-GIS-0303-04F – “Consolle Sala di Emergenza – Specifica Tecnica”.



Ridondanza

Per i criteri di ridondanza si faccia riferimento alla “Ridondanza” descritta nel paragrafo 4.2.1.

I componenti devono essere scelti per garantire un livello di sicurezza SIL 2 del sistema.

Segregazione

Per i criteri di segregazione si faccia riferimento alla “Segregazione” descritta nel paragrafo 4.2.1.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 29 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

4.2.3 Sistema Ausiliari

La gestione dei sistemi presenti negli edifici tecnologici del Centro Servizi, avviene tramite un sistema di automazione e controllo, parte integrante del sistema PCS di bocca, caratterizzato anch'esso da un doppio anello in fibra ottica attestato ai due switch/router ubicati nell'Edificio di Automazione e Controllo (che diventa di fatto una sorta di "centro stella" fra le due barriere e l'isola, nel caso di Lido).

Tutte le dorsali della bocca vengono interfacciate con questi router mettendo a disposizione del server centrale tutti i dati provenienti dai diversi sistemi.

La Stazione Centralizzata si può quindi collegare direttamente riuscendo così a prelevare tutte le informazioni dal database real-time e generare le statistiche necessarie al monitoraggio del corretto funzionamento dell'impianto complessivo.

Per ciascuno degli edifici: Air Coolers, Compressori, Elettrico, Antincendio e Gruppi Elettrogeni è previsto un controllore ridondato collegato al doppio anello in fibra ottica di cui sopra. Le due CPU di ciascun controllore ridondato sono segregate in locali diversi all'interno del medesimo edificio.

Si veda lo schema MV100P-PE-L/M/CIK-3032-04F.



Sistema di controllo ausiliari di Spalla

Il sistema PCS prevede un controllore ridondato, posizionato in spalla, dedicato al coordinamento degli scenari delle paratoie e all'interfaccia con sistemi ausiliari come ad esempio il package HVAC, i drenaggi e le pompe di scarico e svuotamento gallerie.

Collegamenti con il campo

Tutti i collegamenti alle pompe di drenaggio sono eseguiti tramite linea seriale ridondata e segnali cablati.

Le distanze percorse per i collegamenti punto-punto hardwired degli strumenti e per i bus di campo attestati alle valvole sono molto ridotte (nell'ordine delle decine di metri, 30m al massimo), si è quindi optato per il collegamento in rame. Le distanze dei bus di

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 30 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

campo che collegano controllori a remote I/O ed i collegamenti della rete ethernet per l'interconnessione dei controllori sono, invece, notevoli (nell'ordine delle centinaia di metri); si è optato, dunque, per il collegamento in fibra ottica.

Per quel che riguarda l'HVAC il sistema è fornito come package completo di suoi PLC ai quali il sistema PCS è interfacciato tramite linea seriale ridondata ed alcuni segnali cablati.

Per il dettaglio della tipologia di collegamento si veda il documento MV100P-PE-GIL-0303-04F. Le tipologie sono tuttavia mutuabili a tutte le altre barriere.

Sistema Elettrico

Il sistema di controllo della distribuzione elettrica non è oggetto della presente WBE. Vista l'importanza del sistema si danno a seguire dei cenni, tratti dal progetto generale di WBS. Per le logiche di funzionamento ed ogni dettaglio, si rimanda al progetto esecutivo specialistico. Per le connessioni ed interfacce fra PCS e PMS si rimanda alla specifica MV100P-PE-GIS-5001-04F.


Il sistema per il controllo della rete e della distribuzione elettrica (PMS – *Power Management System*) è completamente separato dal sistema di controllo del processo (PCS – *Process Control System*).

Per consentire la gestione centralizzata della rete 20 kV dalla sala controllo di una qualsiasi delle bocche, il sistema è concepito su due livelli:

- un primo livello, di bocca, per uso normale, che consente la completa e indipendente gestione in sicurezza del 20 kV di bocca.

Lo scambio delle informazioni sullo stato della rete delle altre bocche, necessario per una sicura gestione potrà avvenire:

- tramite interfacce operatore dedicate che consentono, in ogni bocca, la visualizzazione degli stati dell'intera rete 20 kV (funzione di secondo livello),
 - tramite mezzi di comunicazione tradizionali (telefono, cellulare, radiotelefono) per il coordinamento degli interventi;
- un secondo livello, o trasversale, che consente lo scambio di informazioni relative alla rete 20 kV e 6 kV delle singole bocche, in modo che in ognuna sia possibile conoscere lo stato delle altre e gestire, tramite interfacce operatore

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|  | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 31 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

dedicate, l'intera rete 20 kV di tutte le bocche da una sola sala controllo di bocca, all'occorrenza opportunamente abilitata al comando (tutte le altre risultano in questo caso disabilitate) .

Per consentire agli operatori una migliore conoscenza dello stato delle reti a 20 kV e 6 kV, è previsto uno scambio bidirezionale tra i sistemi di controllo 20 kV e 6 kV dei soli stati dei quadri (non sono consentiti comandi e non è possibile alcuna interferenza tra i sistemi stessi)

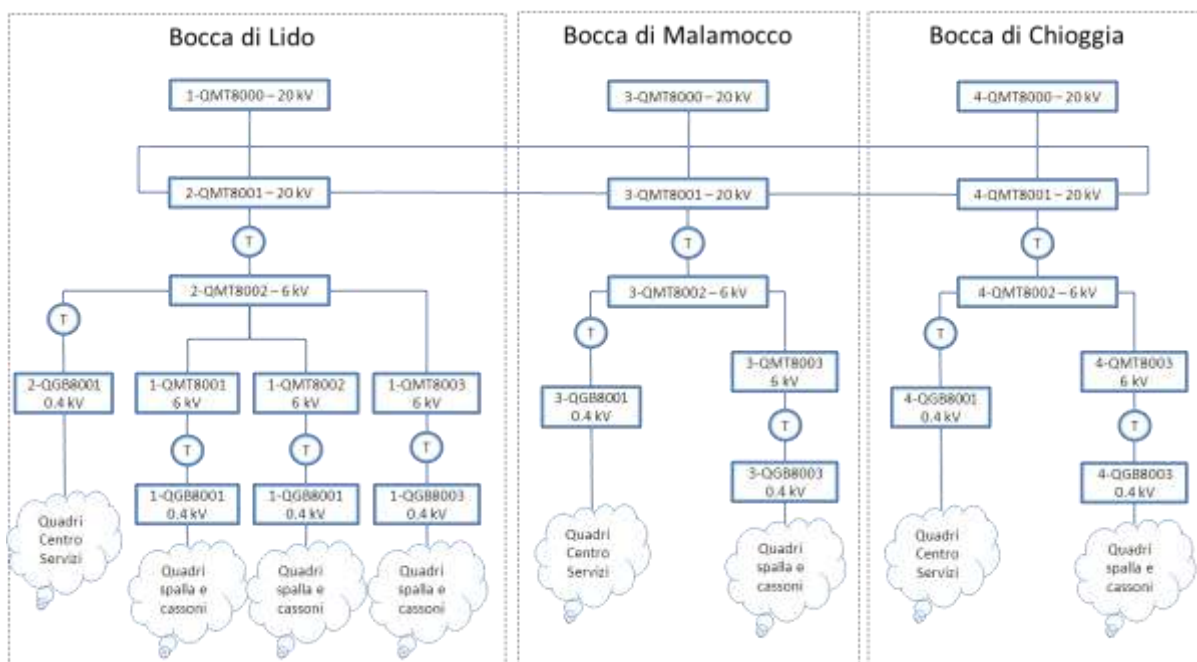


Figura 5 - Distribuzione Elettrica



Collegamenti con il campo

Il sistema di controllo della rete a 20 kV è interfacciato al Sistema di Controllo Programmabile di ogni bocca per mezzo di collegamenti punto-punto fra schede di I/O dei sistemi diversi, per comandi e stati importanti, per mantenere la segregazione.

Le rimanenti segnalazioni come valori analogici, superamenti di soglie di valori ecc. sono raccolte tramite i concentratori posti in ogni cella.

Il sistema elettrico a 6kV e a 0,4 kV è interfacciato, per ogni sito, in due modi:

- Con collegamento punto-punto a mezzo di contatti in campo.

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 32 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- Con collegamento seriale ridondato (Modbus TCP) dai concentratori installati nei vari quadri di media tensione e nei power center.

Sistema Compressori

Ognuno dei sei compressori utilizzati per il sollevamento delle paratoie di una bocca (per Lido i sei compressori servono alla movimentazione di due barriere) è completo del proprio quadro di controllo di macchina che sovrintende alle funzioni sequenziali e di controllo di riscaldamento olio, lubrificazione, avviamento a vuoto, controllo antipompaggio, controllo antichoke, presa di carico e alle funzioni di protezione.

Le funzioni di ripartizione del carico e di rotazione delle macchine in funzione delle ore di funzionamento sono svolte nel sistema di controllo (si veda MV100P-PE-GIR-0004-04F e relative Appendici).

Collegamenti con il campo



L'interfaccia fra il sistema di controllo e ogni singola macchina è effettuato con linea ridondante Modbus o equivalente per i segnali di sola acquisizione e con collegamenti punto-punto per i segnali di controllo.

Per ogni compressore, infatti, è previsto (in aggiunta al collegamento seriale ridondato) un collegamento cablato per i segnali/comandi più importanti tra il quadro di comando di macchina (che gestisce il compressore e ne garantisce la sicurezza) e il sistema di controllo. Sono previste inoltre, per ogni compressore, schede di ingresso e uscita dedicate.

Gruppi Elettrogeni d'emergenza e stoccaggio gasolio

Ognuno dei quattro gruppi elettrogeni di emergenza è completo del proprio quadro di controllo di macchina, dotato di logica PLC che sovrintende alle funzioni sequenziali e di controllo di riscaldamento olio, lubrificazione, avviamento a vuoto, presa di carico e alle funzioni di protezione.

La messa in parallelo dei vari generatori è effettuata da dispositivo PLC dedicato locale, interconnesso al sistema PCS di automazione e su autorizzazione da parte dello stesso.

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 33 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Collegamenti con il campo

L'interfaccia con il sistema PCS è effettuata con linea seriale ridondante, Modbus o equivalente e con collegamento punto-punto.

Per ogni generatore, infatti, è previsto (in aggiunta al collegamento seriale ridondato) un collegamento cablati per i segnali/comandi più importanti tra il quadro di comando di macchina (che gestisce il generatore e ne garantisce la sicurezza) e il sistema di controllo. Per ogni generatore sono previste schede di ingresso e uscita dedicate.

Sistema antincendio e rilevazione gas

Il sistema è fornito come package completo di un suo PLC al quale il sistema PCS è interfacciato con linea seriale ridondata ed alcuni segnali cablati.

Note comuni

Collegamenti tra sistemi



Il bus di comunicazione del sistema PCS all'interno della bocca è costituita da un anello ridondato, di tipo Ethernet alla velocità di 1Gbps con protocollo TCP-IP. Ai due anelli sono connessi tutti i controllori multipli del PCS, le interfacce operatore e i server di supporto.

Non è previsto alcun traffico dal sistema PCS verso rete Internet. La connessione ad Internet della rete interna del MOSE ed i relativi criteri di sicurezza da adottare sono ammessi nei soli casi di tele-gestione e monitoraggio remoto su linee VPN.

Ridondanza

Tutti i componenti ad eccezione degli I/O Remoti relativi allo stoccaggio glicole e trattamento acqua, saranno ridondati come da "Ridondanza" descritta nel paragrafo 4.2.1.

Le apparecchiature con PLC a bordo saranno interfacciate al PCS normalmente con protocollo Modbus supportato da EIA RS 485 (dove le distanze permettono l'uso del seriale) o con protocollo Modbus TCP dove si utilizza fibra ottica. Se il collegamento seriale è ridondato, la ridondanza a livello PCS deve essere effettuata su due schede diverse in modo da poter effettuare la sostituzione senza perdere il controllo che deve essere garantito dal collegamento di riserva. In tale ipotesi la gestione del protocollo Modbus master lato PCS dovrà essere tale da non richiedere la duplicazione del data

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 34 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

base di scambio PCS-PLC, ma sarà tale da consentire una gestione “trasparente” per chi si occupi della relativa configurazione.

Segregazione

I dispositivi di controllo di ciascun sistema saranno fisicamente dislocati in locali differenti in modo da garantire una segregazione fisica tra di essi.

4.3 Caratteristiche generali dei dispositivi

Di seguito vengono riprese dalla specifica MV100P-PE-GIS-0137-04F alcune caratteristiche generali delle apparecchiature, fondamentali per il dimensionamento del sistema e comuni a tutte le bocche.

4.3.1 Ambiente marino



Tutta la componentistica e le schede del sistema devono essere idonee per ambiente marino (certificazione RINA “*Marine and Offshore automation products*”) e poter funzionare regolarmente anche se soggette a umidità salmastra condensante. In linea di principio tutte le schede devono poter essere sostituite sotto tensione e senza la necessità di un intervento dell’operatore per ricaricare il software nella scheda nuova.

4.3.2 Classificazione delle aree

In tutti i siti l’area è sicura, tranne che nelle gallerie e locali ad esse associati sotto il livello del mare che sono classificati Zona 2 II A – T1 (normativa CE-ATEX).

4.3.3 Alimentazioni

Le alimentazioni a ogni quadro devono essere ridonate al 100% e si dovrà tener conto delle possibili aggiunte di schede (posti liberi). Le alimentazioni sono distribuite a partire da armadi localizzati in prossimità dei vari quadri. É prescritto che, a parità di tensioni erogate, gli alimentatori siano tutti uguali e intercambiabili. Ciascun alimentatore preleva energia da un campo differente (A o B rispettivamente). Le alimentazioni devono essere, inoltre, dotate di batterie tampone in grado di garantire la continuità del servizio degli apparati attivi anche durante lo switch delle alimentazioni

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 35 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

dal Campo A al B e viceversa. Gli alimentatori dei quadri avranno tensione di ingresso a 230 Vac 50 Hz monofase da UPS.

4.3.4 Controllori multipli

Tutti gli elementi di ridondanza dei controllori e i sistemi ridondati devono essere fra loro uguali (stesso processore, stessa memoria, stessa velocità di clock, stesso firmware, ecc) e intercambiabili e dovranno essere tutti ridondati 1:1. Ognuno dei controllori della coppia di campi deve essere collegato all'anello in bus di campo del sistema di pertinenza (primario "A" o secondario "B") in modo che ciascuno di essi veda in maniera equivalente gli elementi del campo (sistema "A" oppure sistema "B").

Le CPU remote e segregate di ogni controllore ridondato (A ad esempio) devono essere collegate con un link specializzato HSTBY allo scopo di permettere da *firmware* il trasferimento di controllo in modalità *hot swap* a latenza minima.

I controllori devono avere le seguenti caratteristiche prestazionali minime:



- n. task 32
- linguaggio di programmazione 61131
- memoria utente RAM minima 8MB per i sistemi PCS
- controllori ESD di tipo "Safety" secondo la normativa IEC 61508, dotato di due processori ridondanti ciascuno con memoria utente di 4 MB
- porta USB

Deve essere dimensionato inoltre per gestire almeno (per cassone):

- 1000 I/O

4.3.5 Requisiti schede I/O

Le schede analogiche devono possedere separazione galvanica fra il campo e il sistema e fra canale e canale e devono essere provviste di un convertitore A/D o D/A per canale. Le schede di ingresso digitali devono possedere separazione galvanica fra il campo e il sistema. Anche se è preferita la separazione galvanica fra canale e canale, è accettabile un comune ogni 8 punti.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 36 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Le uscite digitali devono essere a relè con contatto in commutazione (SPDT) con potere di interruzione di 3 A- 24 V_{cc} o 1 A-230 V_{ca} (i relè devono essere montati su zoccolo sia se integrati su scheda che se separati dalla stessa).

I moduli I/O dovranno avere la capacità di rilevare in modo automatico le eventuali modifiche al numero e tipo di sensori e strumenti di campo. Gli stessi moduli dovranno essere forniti in versione a *sicurezza intrinseca* di tipo “*non-incendive*” secondo la direttiva 94/9/CE (*apparecchi destinati a essere utilizzati in altri ambienti in cui vi sono basse probabilità che si manifestino atmosfere esplosive*); inoltre l’energia elettrica introdotta dai moduli stessi sul bus di campo, sia durante la ricezione sia durante la trasmissione dei segnali, dovrà rispettare quanto previsto dalla suddetta direttiva.

4.3.6 Modularità

Sono prescritti moduli I/O con schede a basso numero di punti cadauna. La modularità massima dei moduli I/O è:



- Ingressi analogici: 16 punti
- Ingressi digitali: 32 punti
- Uscite digitali: 16 punti

4.3.7 Separazione galvanica

Quando sono usate alimentazioni di origine diversa per quadri fra loro collegati elettricamente (ad es. controllori multipli e schede di I/O installate in armadi remotati) deve essere garantita la separazione galvanica tramite opto-isolamento fra i due sistemi. Nel calcolo della disponibilità del sistema, devono essere tenuti in considerazione anche i separatori galvanici.

4.3.8 Riserve hardware

Alla fine del collaudo, dovranno essere disponibili le riserve sotto elencate, calcolate per ogni tipo di scheda, per ogni localizzazione fisica e per ogni impianto. Non è

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 37 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

ammesso compensare minori disponibilità in un impianto con maggiori disponibilità in un altro.

- 20% di punti scheda equipaggiati e cablati a morsettiera
- 10% di posti scheda alimentati
- 30% di spazio uniformemente distribuito, disponibile per aggiunte future

Gli alimentatori e i microprocessori devono essere dimensionati tenendo conto di tutte le schede nella configurazione massima prevista sopra.

4.3.9 Espandibilità del sistema

Il sistema deve essere espandibile come di seguito indicato (hardware e software):

- 10% di posti scheda alimentati
- 30% di spazio uniformemente distribuito negli armadi di I/O per l'aggiunta di ulteriori schede
- 50% di controllori multipli ridondati (in nuovi armadi)
- 50% di nodi



4.4 Sala di controllo di bocca

4.4.1 Stazione di ingegneria

Nella Sala Controllo dell'Edificio Automazione e Controllo di bocca sono presenti le stazioni di lavoro per la configurazione e modifica dell'architettura di sistema, dei programmi applicativi, dei grafici e per il caricamento di nuovi programmi e delle tarature HART.

4.4.2 Stazione per assistenza remota

In ognuna delle sale di controllo di bocca si deve prevedere una postazione per l'assistenza remota, collegata con VPN al Fornitore del sistema PCS (non in maniera continuativa alla rete dell'impianto, ma su richiesta ad evento). La fornitura, l'allestimento e configurazione di tali postazioni di connessione, specialmente per quanto riguarda la sicurezza alle intrusioni, saranno a cura dell'Impresa fornitrice del sistema di controllo.



| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 38 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

4.4.3 Sala/consolle di monitoraggio

Alle bocche di porto, nell'Edificio di Automazione e Controllo, è prevista una sala/consolle di monitoraggio dedicata ai seguenti sistemi:

- monitoraggio strutturale dei cassoni
- monitoraggio strutturale del componente femmina dei connettori
- monitoraggio dei giunti GINA
- ecc.

Questa sala/consolle, per la barriera di Treporti, è localizzata nell'Edificio di Spalla Ovest e sarà usata come sala di controllo nella fase di pre-collaudò dell'impianto.

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 39 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

5 ARCHITETTURA DEL SOFTWARE

L'architettura software del sistema di automazione e controllo del MOSE è basata sui concetti cardine di due standard internazionali: l'ISA 95, che definisce i criteri di integrabilità dei sistemi enterprise con i sistemi di controllo, e l'ISA 88, che definisce l'architettura stessa dei sistemi di controllo.

Lo standard ANSI/ISA-95 nasce per garantire una corretta integrazione tra i sistemi di tipo enterprise e quelli di controllo di processo nei sistemi di automazione industriale. A tal fine prevede la definizione di un modello gerarchico che descriva tutti i vari livelli di sistemi e le interfacce di integrazione, in particolare si definiscono 5 livelli canonici:

- Enterprise Resource Planning (*ERP*)
- Manufacturing Execution System (*MES*)
- Supervisione e Controllo
- Controllo di processo
- Campo

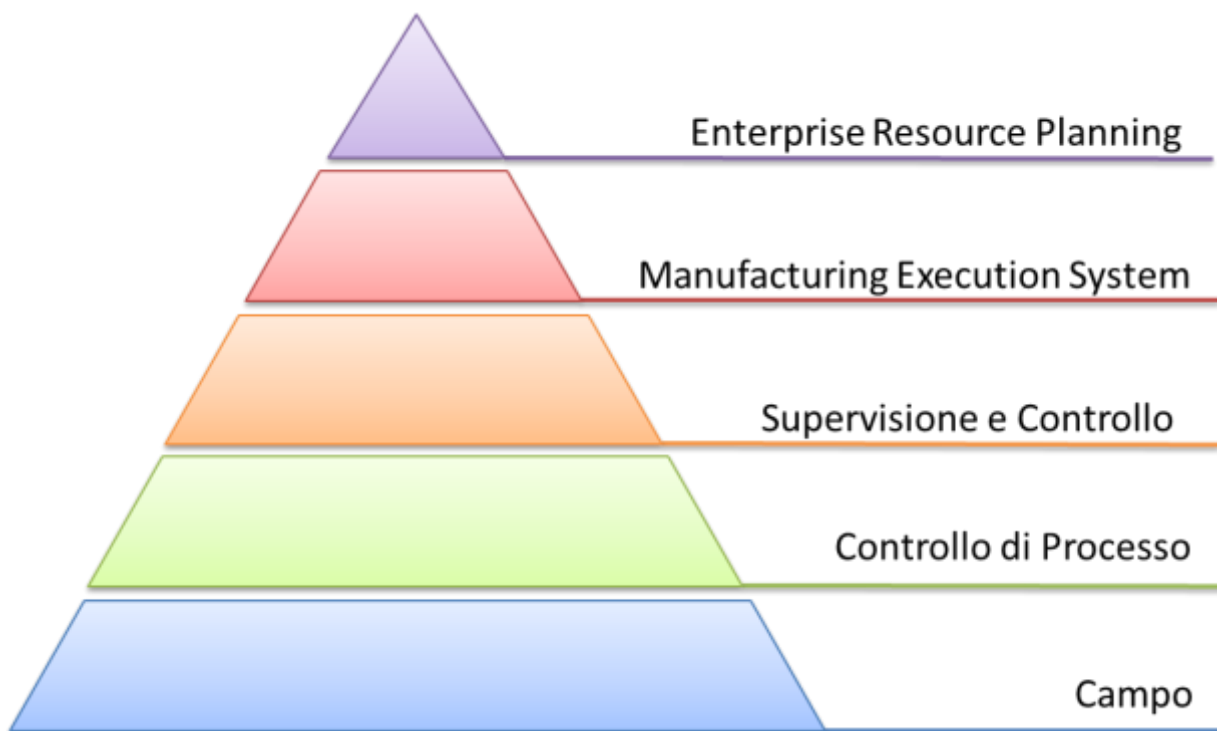




Figura 6 - Modello gerarchico ANSI/ISA-95

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 40 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Scopo dello standard è dunque quello di fornire linee guida per la creazione di un modello che definisca tutte le funzioni e le interrelazioni necessarie alla corretta esecuzione dell'impianto e, infine, dei diagrammi di flusso UML che esplicitino i flussi di informazione tra una funzione e l'altra con particolare attenzione allo scambio di dati tra il livello produttivo e il livello processo.

Per quel che riguarda le linee guida per lo sviluppo del software legato al processo, si rimanda invece ad uno standard dedicato, ANSI/ISA 88.



Lo standard ISA/ANSI 88 nasce per la modellizzazione di impianti di natura prettamente chimico/farmaceutico, questo perché permette un'impostazione basata su *ricette* e che quindi, a parità di impianto, consente di adattare facilmente il software al prodotto che si vuole ottenere alla fine della lavorazione, intervenendo in modo mirato esclusivamente sui processi che regolano le specifiche lavorazioni e combinazioni di sostanze.

La completezza di questo standard e il requisito da esso imposto di definire un modello fisico, logico e procedurale basato su di una terminologia condivisa ha reso questo standard particolarmente utile anche per processi continui o discontinui.

In particolare lo sviluppo software del MOSE, che concettualmente può essere associato ad un processo chimico che si avvale di acqua e aria, prende a riferimento tale standard grazie alle sue caratteristiche di elevata modularità. Attraverso la definizione di un modello fisico e procedurale, lo sviluppo di un software calato nel contesto di ciascuna bocca risulta in tal modo essere agevole, così come la propagazione di correzioni al codice.

L'utilizzo dello standard citato consente, inoltre, un legame diretto tra le specifiche e il software. Questo consente di avere documentata qualunque modifica / miglioria apportata al processo ed evitare disallineamenti consistenti tra il codice e le specifiche che sono ad esso connesse.

Nella progettazione del software per il sistema MOSE verranno, pertanto, utilizzate le caratteristiche salienti di questo standard, così da garantire il livello qualitativo atteso.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 41 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Un modello di suddivisione dei sistemi di automazione secondo una gerarchia a cinque livelli mutuata da ISA 95 con gli opportuni adattamenti è il seguente:

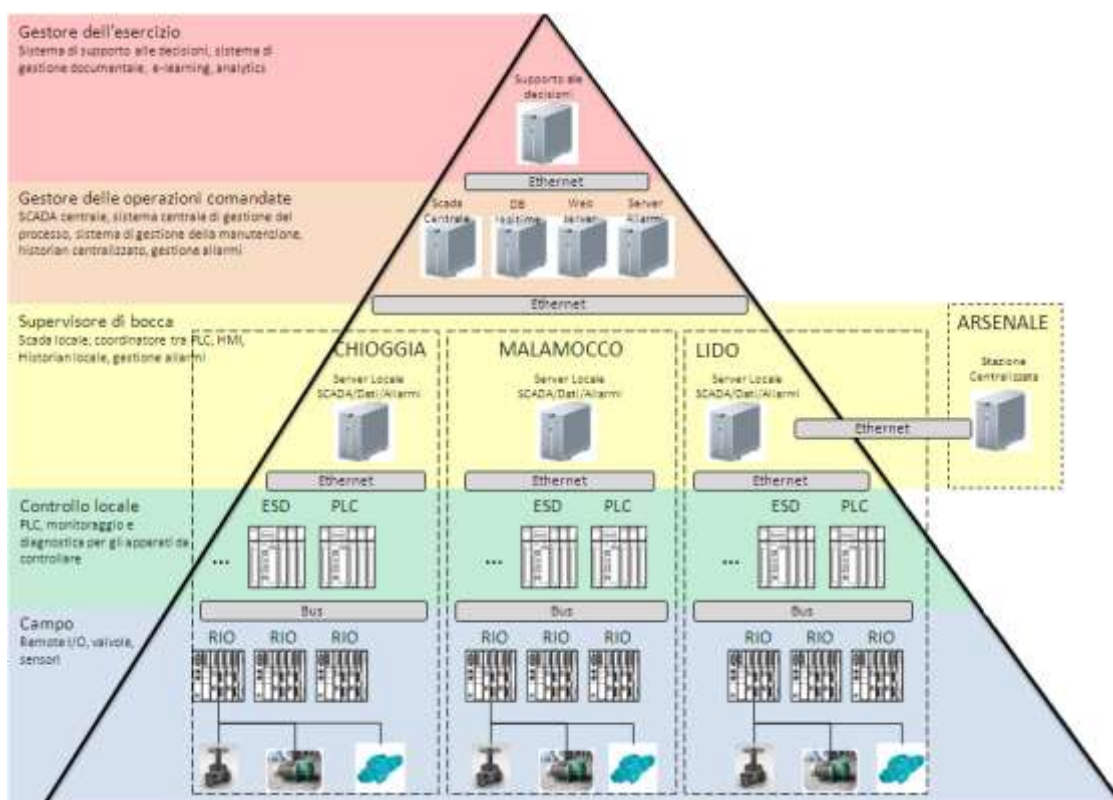




Figura 7 - Modello ISA 95 del Mose (con gli opportuni adattamenti)

La parte di ERP, non essendo mutuabile nel caso del MOSE, è stata sostituita dal livello di Gestione dell'esercizio, che rappresenta il livello più alto di coordinamento dell'intero sistema.

Di seguito vengono descritti tutti i vari livelli dell'architettura adottata. Del livello Enterprise sono riportati solo cenni generali reputandolo fuori scopo in questo documento e rimandando una descrizione più accurata in uno studio successivo.

Per quel che riguarda i livelli di Gestore dell'Esercizio e di Gestore delle Operazioni Comandate si riporta una descrizione tratta dallo studio B.7.20 "Attività di avviamento alla gestione", al quale si rimanda.

Per il livello di campo, invece, si faccia riferimento all'elenco apparecchiature e valvole: a titolo esemplificativo si riportano i documenti relativi alla barriera di Treporti

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 42 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

MV100P-PE-GIL-0302-04F “Elenco Valvole Automatiche” e MV100P-PE-GIL-0351-04F “Elenco Strumenti”.

5.1 Cenni al “Gestore dell’Esercizio” e “Gestore delle Operazioni Comandate e della Manutenzione”

Di seguito si descrive la configurazione a regime, con gli attori principali previsti nei processi di gestione e manutenzione del sistema MOSE, e di cui allo Studio B.7.20 (al quale si rimanda).

La Stazione Centralizzata da realizzare nell’ambito del presente progetto esecutivo è quella alla Bocca di Lido, nell’edificio di Automazione e Controllo, remotizzabile all’Arsenale.

La Stazione Centralizzata costituisce il nucleo di monitoraggio dell’impianto nel suo complesso, da esso partono gli ordini di lavoro relativi alla manutenzione da operare sulle bocche e in esso si svolgono i processi di interfacciamento con gli enti interferenti.

La Stazione Centralizzata ricopre due funzioni principali:

- il gestore dell’esercizio (Figura 8 - Architettura Gestore dell'Esercizio)
- il gestore delle operazioni comandate e della manutenzione (Figura 9 - Architettura gestore delle operazioni comandate e manutenzione)

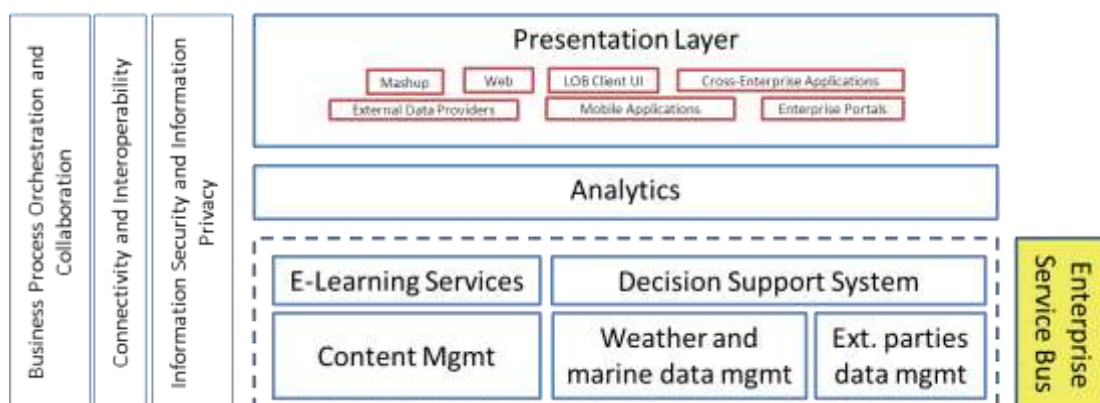




Figura 8 - Architettura Gestore dell'Esercizio

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 43 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

In Figura 8 sono illustrate le caratteristiche principali dei due sistemi i quali comunicano tramite una piattaforma di integrazione di processi condivisa; rimandiamo allo studio B.7.20 per la descrizione dei processi che intervengono tra questi due ruoli.

Il Gestore dell'Esercizio è l'organo incaricato di dialogare con gli enti interferenti (Provincia, Comune, Capitaneria, ecc.) al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie all'innalzamento delle paratoie e al fine di garantire la sicurezza dell'operazione stessa.

Questa entità, inoltre, riceve tutti i dati meteomarinari ed è in grado, tramite sistema di supporto alle decisioni, di prevedere gli eventi di acqua alta e comandare al Gestore delle Operazioni Comandate l'innalzamento paratoie.

Il Gestore delle Operazioni Comandate, invece, è preposto alla supervisione del processo dell'impianto MOSE e al coordinamento delle operazioni eseguite su tutte e tre le bocche.

Oltre alle funzioni di supervisione e controllo della postazione centralizzata (descritta nel paragrafo successivo 5.2.1) il Gestore delle Operazioni Comandate si occupa di analizzare l'efficienza dell'impianto e verificare la disponibilità dello stesso così da garantirne l'operatività al momento di richiesta da parte del Gestore dell'Esercizio.

Dopo aver ricevuto e archiviato i dati provenienti dalla base di dati storica di ciascuna bocca il Gestore delle Operazioni Comandate sarà in grado, attraverso le tabelle / curve di impianto, di valutare la posizione e i volumi d'aria necessari per il raggiungimento della posizione di lavoro e, conseguentemente, verificare se l'impianto si sta comportando come da specifiche, correggendone, tramite eventuale intervento dell'operatore, eventuali scostamenti.

Contemporaneamente il Gestore delle Operazioni Comandate avrà accesso alla intranet che collega tutte le bocche e dovrà essere in grado di accedere a:

- sistemi di supervisione (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition) di ciascuna bocca per monitorare real-time lo stato delle paratoie, degli impianti;
- diagnostica per l'interfacciamento con il sistema di gestione della manutenzione e degli ordini di lavoro;
- videosorveglianza di ciascuna bocca;
- rete elettrica a 20 kV.

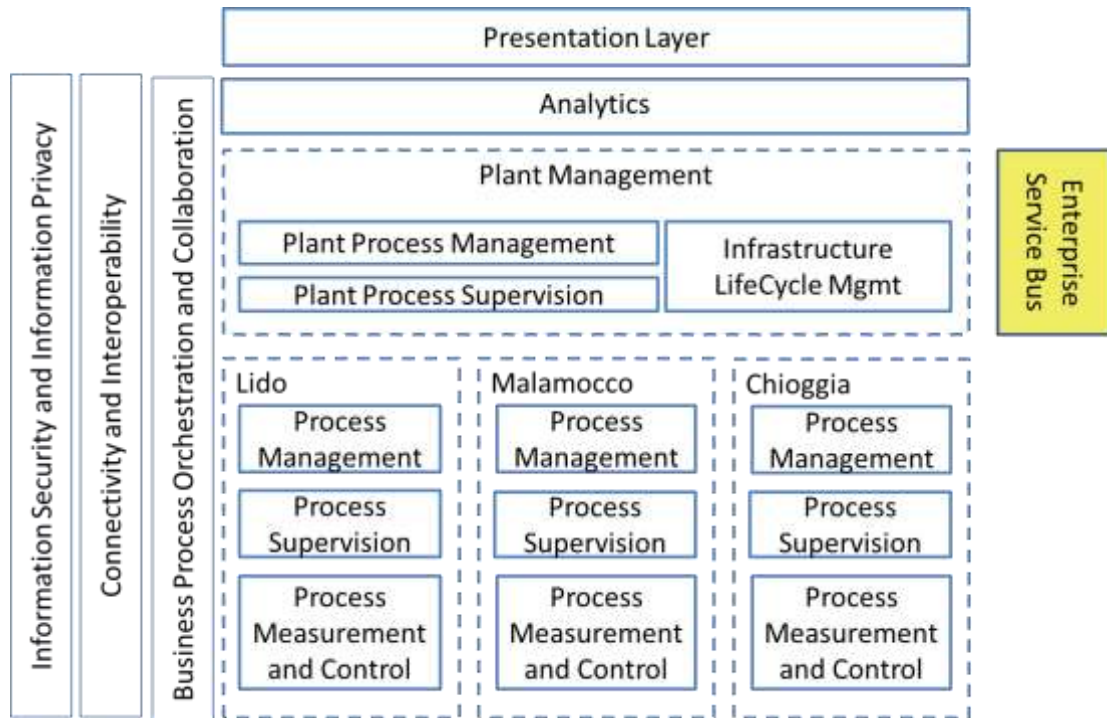




Figura 9 - Architettura gestore delle operazioni comandate e manutenzione

Il Gestore delle Operazioni Comandate, inoltre, sarà incaricato di ordinare l'innalzamento delle paratoie di ciascuna bocca secondo uno schema dipendente dal livello di marea atteso.

L'interazione con il sistema di gestione della manutenzione dovrà poter avvenire via web e consentire almeno le seguenti operazioni (lista esemplificativa ma non esaustiva):

- **vedere gli ordini di lavoro attivi:** per ciascun asset o gruppo di asset deve essere possibile visualizzare la lista completa degli ordini di lavoro che sono stati inseriti nel sistema di EAM;
- **vedere lo storico degli ordini di lavoro:** per ciascun asset o gruppo di assets deve essere possibile visualizzare lo storico degli ordini di lavoro che sono stati aperti su quel determinato elemento sarà inoltre possibile visualizzare l'ordine di lavoro stesso;
- **vedere lo stato dell'apparato:** il sistema di gestione degli ordini di manovra deve poter vedere lo stato di un asset o di un gruppo di asset dell'apparecchiatura in tempo reale;

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 45 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- **vedere la manutenzione preventiva schedulata:** deve essere possibile accedere ad una vista che riassume le informazioni riguardanti la manutenzione schedulata di un particolare asset o gruppo di asset;
- **vedere la disponibilità dei pezzi di ricambio:** deve essere possibile accedere ad una vista che riassume le informazioni sui pezzi di ricambio (in particolare il numero) per un determinato componente;
- **vedere e generare Ticket di guasto:** in caso di problema sia il gestore degli ordini di manovra che il gestore della manutenzione devono essere in grado di vedere o generare un ticket di *Incident Reporting*.



La sala di controllo dovrà essere in grado di gestire allarmi provenienti dal sistema, in particolare dovrà permettere:

- L'individuazione e visualizzazione su schermo degli allarmi provenienti da sottosistemi afferenti alla sala di controllo quali, ad esempio:
 - Avvicinamento non autorizzato di veicoli alle barriere
 - Incendio
 - Condizioni critiche di funzionamento dei componenti del sistema
 - Intrusione
 - Allagamento
- Individuazione di colori o eventi su schermo tipici di errori o allarmi;
- Segnalatore acustico e visivo all'operatore di allarmi rilevati dal sistema;
- Trasmissione di report di allarmi ad altri sistemi;
- Integrazione via TCP/IP, ODBC, RS485 e tutti i protocolli di rete comunemente utilizzati.

5.1.1 Coordinamento Gestore dell'esercizio e Gestore delle Operazioni Comandate e della Manutenzione

Il gestore dell'esercizio sarà in grado, sulla base del sistema di supporto alle decisioni e del modello di previsione della marea, di prevedere eventuali innalzamenti della marea che superino quota 110 cm e tali quindi da richiedere l'innalzamento del MOSE.

Dopo aver verificato con il Gestore delle Operazioni Comandate e della Manutenzione lo stato dell'infrastruttura e aver accertato di conseguenza la fattibilità dell'operazione, il Gestore dell'Esercizio dovrà comunicare agli enti interferenti (es. Comune, Provincia, Capitaneria, ecc.) la necessità di alzare le paratoie a salvaguardia di Venezia.



| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 46 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Ricevuta l'autorizzazione dagli enti interferenti il Gestore dell'Esercizio comunica al Gestore delle Operazioni comandate l'ordine di innalzamento delle paratoie, la data e l'ora prevista.

La comunicazione avverrà con cadenza periodica, la frequenza delle comunicazioni dovrà essere tanto maggiore quanto più vicina è la data e l'ora dell'evento di alta marea. Lo scopo delle comunicazioni è quello di confermare ad ogni step con certezza di previsione maggiore l'ordine di innalzamento.

Per la descrizione complessiva del processo si rimanda allo studio B.7.20.

Ad innalzamento delle paratoie eseguito, il gestore delle Operazioni Comandate confermerà o meno il successo dell'operazione.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 47 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

5.2 Supervisione e Controllo

Il Software di Supervisione e Controllo del sistema di gestione delle barriere prevede due sistemi di controllo principali per la gestione Locale (SCADA Locale) presso sala di controllo della barriera e Centralizzata (SCADA Centralizzato) presso Stazione Centralizzata.

Come più volte esposto nei documenti di progetto, nell'ambito della presente WBE si fa particolare riferimento alla barriera di Treporti, restando inteso che pari considerazioni valgono per le altre barriere.

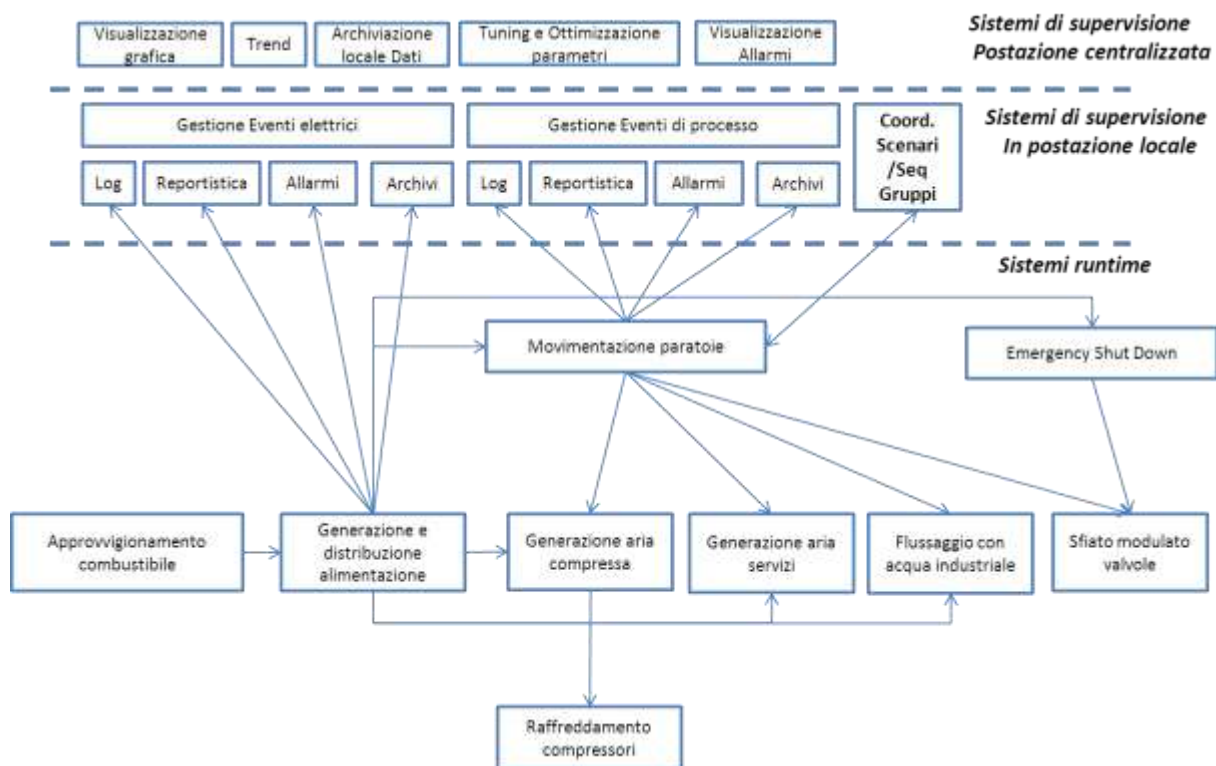



Figura 10 - Architettura logica del sistema SCADA

5.2.1 Sistemi di supervisione postazione centralizzata

La Stazione di Controllo Centralizzata si trova fisicamente localizzata presso l'edificio di Automazione e Controllo alla bocca di Lido, remotizzabile all'Arsenale.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|  | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 48 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Il sistema SCADA Centralizzato risulta essere un *sovrainsieme* del sistema Locale (cioè ne ingloberà le funzioni principali).

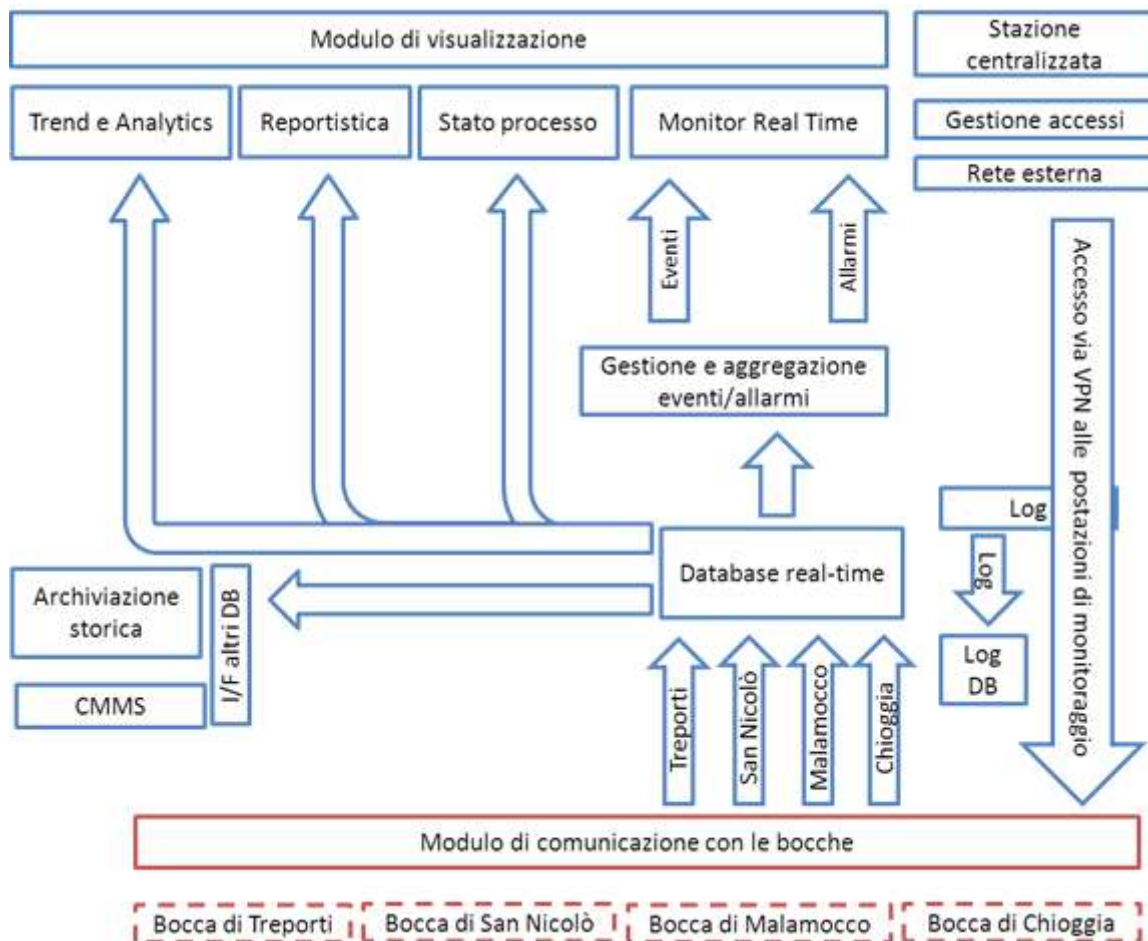




Figura 11 - Architettura logica SCADA Centralizzato

In più saranno presenti delle pagine sinottiche che permetteranno la navigazione nei sottosistemi, alcune funzionalità dedicate alle abilitazioni all'operatività nei sottosistemi (complete di visualizzazione stati) e altre funzionalità di analisi dati storici e reportistica, anche personalizzabile.

Le *macro – funzionalità* determinate sono le seguenti:

- Controllo Accessi

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 49 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- Configurazione del Sistema
- Coordinamento degli Impianti di Controllo Barriere
- Analisi Storica del Sistema Completo
- Funzionalità Accessorie

Controllo Accessi

Scopo di questa funzionalità è quello di inibire l'operatività (eccezione fatta per i comandi che permettono il login), qualora nessun utente risulti loggato nel sistema. La validazione di un utente comporterà l'adattamento della interfaccia alle prerogative / permissioni concesse all'utente stesso.

Configurazione del Sistema

Le funzionalità di configurazione del sistema permettono di effettuare tutte le impostazioni necessarie all'utilizzo del sistema, siano esse l'impostazione di parametri sui controllori o la gestione di dati persistenti e di set di configurazioni su database.

Coordinamento degli Impianti di Controllo Barriere

Il sistema permette il coordinamento delle attività svolte nei singoli impianti e, nel caso, di prendere il controllo del singolo impianto da remoto.

Analisi Storica del Sistema Completo


Questa funzionalità comprende la visualizzazione dello storico della diagnostica, la visualizzazione del log degli eventi, la visualizzazione dell'andamento delle grandezze rilevate (TREND) e la visualizzazione dei report di esecuzione dello scenario, per tutti i siti.

Funzionalità Accessorie

Con funzionalità accessorie si fa riferimento alle funzionalità di reportistica che consentono sia l'utilizzo di report predefiniti che la definizione di report personalizzati.

5.2.2 Sistemi di supervisione in postazione locale

La Stazione di Controllo Locale si trova presso l'Edificio di Automazione e Controllo di bocca.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|  | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 50 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Essa è in grado di ricevere in maniera continuativa i segnali di stato e le indicazioni di situazioni operative sufficienti a conoscere la situazione completa delle paratoie e degli altri sistemi coinvolti. Attraverso il medesimo collegamento essa permette di visualizzare, controllare e registrare ogni segnale di allarme o malfunzionamento inoltrato dai sistemi di monitoraggio ed automazione.

Per il sistema di bocca di Lido (es. Treporti) devono essere previsti:

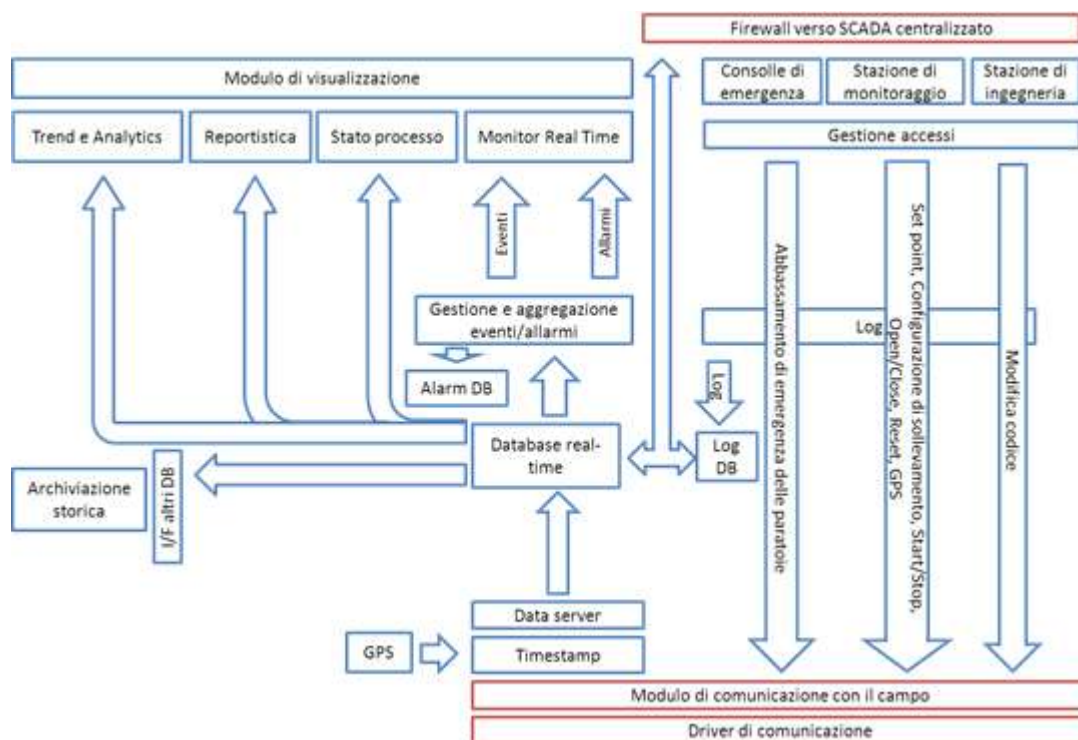




Figura 12 - Architettura logica SCADA Locale

- una sala di controllo principale in cui sono alloggiati i banchi attrezzati che sostengono l'interfaccia operatore e in cui sono localizzate anche le stampanti;
- una stazione di ingegneria;
- una postazione di emergenza;
- una postazione di monitoraggio dedicata ai sistemi ausiliari quali il monitoraggio strutturale dei cassoni, dei connettori e dei giunti GINA relativi alla barriera;

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 51 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- i controllori dei sistemi elettrici ed ausiliari della barriera;
- i controllori del sistema di movimentazione paratoie sono dislocati lungo le gallerie dei cassoni.

Sala di Controllo

Dalla sala di controllo locale si esercita il controllo sia delle paratoie sia degli impianti tecnologici associati.

Gli impianti controllati sono elencati di seguito:



- Aria compressa impianti pneumatici per movimentazione paratoie
- Aria servizi e strumenti
- Acqua raffreddamento compressori in circuito chiuso
- Sistema elettrico a 6 kV e 0,4 kV
- Impianto combustibile
- Gruppi elettrogeni diesel
- Raccolta drenaggi, pompe di sentina
- Acque oleose, nere e di prima pioggia
- Sistema HVAC (supervisione)

Stazione di Monitoraggio

La Stazione di Monitoraggio dispone di un'interfaccia video su cui sono visualizzabili le situazioni operative riassuntive delle paratoie e della rete elettrica, nonché l'archivio storico di tutte le operazioni di chiusura e di apertura delle barriere.

Nella Stazione di Monitoraggio sono installati tutti i software di supervisione e controllo dei sistemi di bocca.



La postazione per il monitoraggio è dedicata inoltre ai seguenti sistemi ausiliari relativi alla barriera stessa:

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 52 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

- Monitoraggio strutturale dei cassoni
- Monitoraggio strutturale del componente femmina dei connettori
- Monitoraggio dei giunti GINA

Stazione di Ingegneria

Nella Sala Controllo è presente una stazione di lavoro che, oltre ad espletare le medesime funzionalità della Stazione di Monitoraggio, deve poter essere utilizzata per la configurazione e modifica dell'architettura del sistema di supervisione e controllo, dei programmi applicativi, dei grafici e per il caricamento di nuovi programmi e delle tarature HART.

| | | | | |
|---|--------|---------------|---|------------|
|   | Rev C0 | Data 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 53 |
| | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

5.3 Livello controllo di processo

Il controllo di processo è architettato con uno schema funzionale basato su di una struttura organizzativa suddivisa in moduli, come da schema seguente:

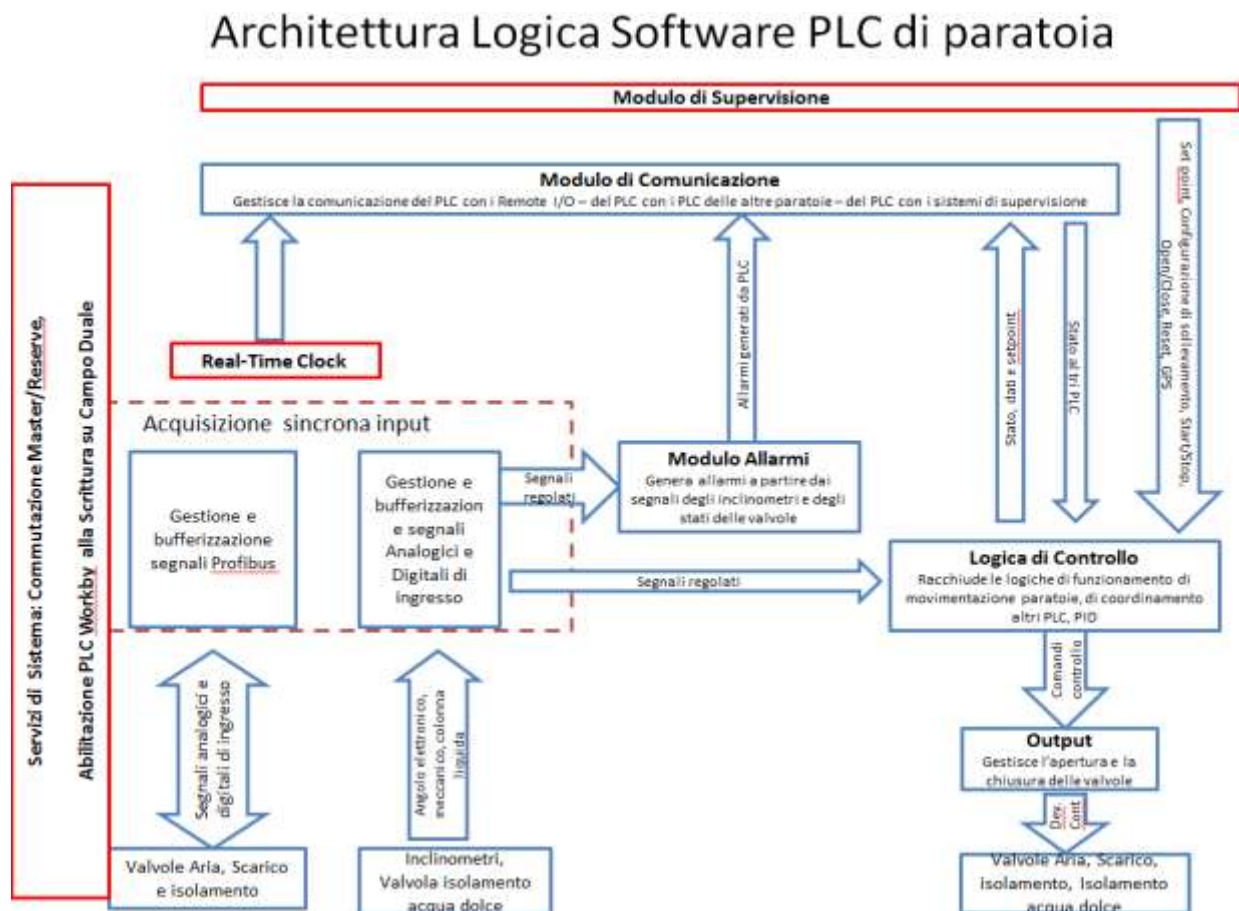




Figura 13 - Architettura del sistema di processo

5.3.1 Modulo di supervisione

Per quel che riguarda il modulo di supervisione si rimanda al paragrafo precedente 5.2.2.

Dalla supervisione di ogni sistema movimentazione paratoie, l'operatore ha il monitoraggio e il controllo completo delle logiche e degli stati dell'impianto. Il supervisore visualizza, gestisce e archivia allarmi, misure, stati e comandi, invia informazioni al sistema riguardanti parametri, impostazioni, scenari e comandi

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 54 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

automatici e manuali a sequenze e utenze. Supervisiona lo stato della rete e delle CPU di controllo, delle ridondanze e ogni sistema di controllo, acquisizione e gestione I/O.

5.3.2 Modulo di comunicazione

Il modulo di comunicazione rappresenta il “sistema nervoso” della barriera, dove avviene lo scambio di informazioni tra supervisione e PLC coordinatore di scenari, tra PLC coordinatore di scenari ed i PLC dei cassoni, e tra PLC dei cassoni e tutta la periferia RIO di acquisizione e gestione Input e output. La doppia rete Ethernet ad anello chiuso in working back-up, garantisce la velocità necessaria al *refresh* delle informazioni tra i vari componenti presenti e l’affidabilità richiesta al sistema.

5.3.3 Real-Time clock



Per il coordinamento temporale delle varie parti dell'installazione, viste anche la grandi distanze geografiche tra le varie sedi, è previsto un sistema real-time clock, che distribuisce ai vari dispositivi l'orario di riferimento universale.

Il riferimento è realizzato tramite l'uso di ricevitori GPS, che forniscono ai vari controllori il segnale orario, che infine viene usato per il Timestamp dei segnali, e quindi la sincronizzazione precisa degli eventi.

La sincronizzazione oraria è usata in particolar modo nei sistemi SOE, adibiti al controllo dello stato delle cabine di distribuzione dell'energia elettrica, dove la marcatura temporale degli interventi delle protezioni è necessaria alla rappresentazione corretta della sequenza di eventi.

5.3.4 Acquisizione sincrona input

L’acquisizione degli ingressi del sistema, sia analogici che digitali, avviene in maniera sincrona rispetto al ciclo macchina principale, via RIO (Remote Input-Output) collegati tra loro ad anello chiuso tramite doppia rete ethernet, per consentire una corretta valutazione degli eventi, che risulta così sincronizzata con l'elaborazione della logica di controllo. In questo modo non sono necessari nè buffer interni alla logica, nè l'overhead richiesto per la elaborazione di questi buffer.

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 55 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

Ogni I/O remoto, acquisisce i segnali della parte cui è dedicato direttamente via cablaggio hardware o via ProfibusDP (valvole gestione cerniere). Lo stato degli ingressi acquisiti viene fornito al PLC che, in modo sincrono rispetto all'esecuzione della logica di controllo, rinfresca l'immagine di processo che utilizza nelle funzioni programmate di gestione e controllo della parte dedicata.

5.3.5 Logica di controllo

Il modulo di logica di controllo è la parte principale di ogni PLC, strutturato e programmato per la gestione della parte di impianto a cui è dedicato il controllore. In base all'immagine degli I/O aggiornata in maniera sincrona ad ogni fase iniziale del ciclo macchina, e ai parametri di regolazione e controllo ricevuti dal sistema di supervisione, il PLC elabora le informazioni che ha a disposizione, ricalcola e aggiorna gli stati da comunicare al supervisore e agli altri PLC presenti nella rete, e aggiorna quella che sarà l'immagine di processo delle uscite da comandare per la rete periferica RIO in base ai risultati ottenuti nell'esecuzione.



La logica di controllo gestisce tutti gli impianti del sistema MOSE, compreso il sistema di movimentazione della paratoia, inoltre coordina lo scambio di informazioni tra i PLC e il supervisore e tra il PLC coordinatore di scenari ed i PLC dei cassoni.

Il sistema in Hot Stand-By prevede che logica di controllo sia eseguita contemporaneamente – ma con l'effettiva scrittura dell'output solo su un lato – da due CPU collegate e sincronizzate tra loro, dove la prima funge da Master mentre la seconda da Reserve. Qualora in una parte del sistema master dovesse intervenire un'anomalia o un'interruzione di servizio, la CPU reserve prenderà immediatamente (Hot-stand-by) la funzione di Master, prendendo in gestione il sistema senza causare interruzioni di controllo e/o di comunicazione con i rimanenti sistemi.

5.3.6 Modulo allarmi

La gestione degli allarmi ha la funzione di tradurre e fornire al sistema di supervisione le informazioni di anomalia provenienti dagli ingressi della rete I/O e le anomalie di controllo che si generano nella logica di controllo.

Gli allarmi sono divisi per zone e categorie, per facilitare l'identificazione e la classificazione del problema segnalato. Le informazioni di allarme sono configurate in modo da garantire che l'operatore abbia preso visione dell'informazione prima che

| | | | | | | |
|---|-----|----|------|----------|---|------------|
|   | Rev | C0 | Data | 30/08/13 | EL. MV100P-PE-GIR-0006-04F | Pag. n. 56 |
| | | | | | ARCHITETTURA HW E SW CONTROLLO RELAZIONE TECNICA | |

questa venga risolta da eventuale logica automatica o da chi preposto alla risoluzione del problema.

Nel sistema di supervisione oltre alla visualizzazione degli allarmi attivi, è presente anche uno storico che registra l'attivazione della segnalazione, l'acquisizione da parte dell'operatore e il reset dell'anomalia, sfruttando la tecnologia Timestamp, sincronizzando con il Real-time clock precedentemente descritta l'orario di riferimento, per allineare e poter sequenziare gli avvenimenti.

5.3.7 Refresh sincrono output

Il refresh degli output del sistema, sia analogici che digitali, avviene anch'esso in maniera sincrona rispetto al ciclo macchina principale.

Lo stato delle uscite viene elaborato dal blocco di logica di controllo in base ai parametri forniti dal sistema di supervisione, controllo scenari e allo stato degli ingressi acquisiti ed utilizzati durante l'esecuzione del programma.

Alla fine dell'elaborazione, l'immagine di processo delle uscite viene aggiornata e comunicata alla rete RIO, che aziona le uscite cablate e gestisce in base ai controlli ricevuti le periferiche connesse in ProfibusDP (valvole cerniere).