

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

VIADOTTI

ELABORATI GENERALI

Sistemi di ispezione visiva e accessibilità per la manutenzione ed il monitoraggio degli impalcati

RELAZIONE DESCRITTIVA

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. Paolo Galvanin

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	RG	VI0000	000	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G. Pallavicini	21/02/2020	L.Zanelotti	21/02/2020	M.Vernaleone	21/02/2020	P.Galvanin
B	Recepimento istruttoria	A.Lisi	10/06/2020	L.Zanelotti	10/06/2020	M.Vernaleone	10/06/2020	
								10/06/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO VI0000 000	REV. B	FOGLIO 2 di 18

Indice

1	PREMESSA	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	4
2.2	MATERIALI	4
2.3	ELABORATI DI PROGETTO	4
3	CARRELLI MOBILI PER L'ISPEZIONE E LA MANUTENZIONE ESTERNA	5
3.1	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO	5
3.2	CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.....	6
3.3	CAPACITÀ DI CARICO E PRESTAZIONI.....	7
3.4	ALIMENTAZIONE DEL MOVIMENTO PER IL CARRELLO	7
3.5	TRASLAZIONE LUNGO LA CAMPATA DEL CARRELLO	7
3.6	APERTURA E CHIUSURA PONTE INFERIORE	8
3.7	REGOLAZIONE IN ALTEZZA DEL PONTE INFERIORE:.....	8
3.8	DISPOSITIVI SUPPLEMENTARI E DI SICUREZZA	9
3.9	VANTAGGI PER LE OPERAZIONI DI MANUTENZIONE.....	9
4	PIATTAFORME AEREE SEMOVENTI PER L'ISPEZIONE INTERNA.....	10
5	SISTEMI DI ISPEZIONE DA REMOTO.....	11
5.1	VIDEO ISPEZIONE DELL'ESTERNO CASSONI	11
5.1.1	INTRODUZIONE	11
5.1.2	SOLUZIONE COSTRUTTIVA	12
5.1.3	DETTAGLIO DEL FUNZIONAMENTO OPERATIVO	12
5.2	ISPEZIONE DA REMOTO INTERNO STRUTTURA	13
5.2.1	INTRODUZIONE	13
5.2.2	SOLUZIONE COSTRUTTIVA	14
5.2.3	TELECAMERE PER RIPRESE INTERNE ED ESTERNE AI CASSONI	15
5.2.4	RACCOLTA E TRASFERIMENTO DELLE IMMAGINI	16
5.2.5	VANTAGGI DELLA SOLUZIONE PROPOSTA	16
6	STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....	17
6.1	STRUMENTAZIONE DEI VIADOTTI	17
6.2	ANALISI DEL SEGNALE E INTERFACCIA DI RESTITUZIONE.....	18

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO VI0000 000	REV. B	FOGLIO 3 di 18

1 PREMESSA

Nell'ambito della redazione del Progetto Esecutivo della tratta Apice - Orsara del Lotto 1 Apice – Irpinia - potenziamento della linea ferroviaria Napoli – Bari, il presente documento denominato “**Relazione descrittiva**” riporta una descrizione relativa a:

- strutture di carpenteria metallica atte all’ispezionabilità degli implacati a sezione mista acciaio-clc.
- sistemi di ispezione visiva da remoto a sezione mista acciaio-clc.
- sistemi di monitoraggio strutturale e controllo da remoto degli impalcati.

Per l’illustrazione delle caratteristiche principali dei viadotti si rimanda alla relazione tecnico descrittiva generale IF28.0.1.E.ZZ.RG.VI.00.0.0.000.A

Le attrezzature speciali ed i sistemi di seguito descritti e predisposti nella attuale fase di progettazione sono stati sviluppati in conformità alla Offerta di Gara presentata del Consorzio Hirpina.

Le attrezzature ed i sistemi descritti in questo documento dovranno essere finalizzati nella fase esecutiva di dettaglio, tenendo conto delle esigenze e modalità di gestione e manutenzione degli impalcati da parte del Committente RFI.

Considerata la peculiarità delle proposte formulate in sede di gara, il presente documento dovrà quindi essere integrato in sede di redazione del Progetto Esecutivo di Dettaglio/As Built, in funzione degli sviluppi progettuali e del confronto tecnico con Italferr/RFI.

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. B	FOGLIO 4 di 18

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- 1) Decreto Ministeriale del 14/01/2008: "Approvazione delle Nuove Norma Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
- 2) Circolare 01/02/2009, n.617 - Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- 3) DM 06/05/2008 - "Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- 4) Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture
- 5) Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale
- 6) Regolamento (UE) N.1299 / 2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea
- 7) RFI DTC SI SP IFS 001 A, Capitolato Generale Tecnico d'Appalto delle Opere Civili

NOTA: Per ciò che concerne l'approvvigionamento, l'esecuzione ed il controllo della carpenteria metallica, il documento di riferimento è il "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili parte II - sezione 6 - opere in conglomerato cementizio e in acciaio", **codifica RFI DTC SI PS IFS 001, revisione D**, del 20/12/2019, il quale contempla gli ultimi riferimenti normativi in materia, divenuti cogenti.

2.2 MATERIALI

Per tutti i materiali utilizzati per la realizzazione delle fondazioni, spalle, pile e impalcati si farà riferimento all'elaborato: IF28.0.1.E.ZZ.TT.VI.00.0.0.001.A: Tabella Materiali e Note generali per Viadotti VI01, VI02, VI03 e VI04

2.3 ELABORATI DI PROGETTO

Sistema di ispezione visiva e di accessibilità per la manutenzione degli impalcati

I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	R	G	V	I	0	0	0	0	0	0	A	relazione descrittiva	
I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	D	Z	V	I	0	0	0	0	0	0	1	A	sezioni tipo e dettagli
I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	D	Z	V	I	0	0	0	0	0	0	2	A	Layout ed attrezzatura - inquadramento tipico
I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	D	Z	V	I	0	0	0	0	0	0	3	A	Attrezzature passerella di manutenzione- distribuzione materiali
I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	D	Z	V	I	0	0	0	0	0	0	4	A	Attrezzature passerella di manutenzione- fasi di funzionamento tav. 1 di 2
I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	D	Z	V	I	0	0	0	0	0	0	5	A	Attrezzature passerella di manutenzione- fasi di funzionamento tav. 2 di 2
I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	D	Z	V	I	0	0	0	0	0	0	6	A	Attrezzature passerella di manutenzione- fasi di superamento della pila

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	5 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	5 di 18													

3 CARRELLI MOBILI PER L'ISPEZIONE E LA MANUTENZIONE ESTERNA

In accordo con quanto previsto nel progetto di Offerta, al fine di fornire un sistema che consenta una completa ispezionabilità di tutte le parti del viadotto in struttura mista acciaio calcestruzzo e garantisca nelle fasi di manutenzione una comoda accessibilità a tutte le componenti da mantenere, riducendo al minimo indispensabile le eventuali soggezioni all'esercizio ferroviario, le campate in acciaio di tutti i viadotti sono equipaggiate con carrelli mobili per l'ispezione e la manutenzione delle parti esterne.

I carrelli rispettano la normativa applicabile sia per quanto riguarda la sicurezza dei lavoratori che per quanto riguarda la direttiva macchine (per la marcatura CE).

Il carrello è dotato di piani di lavoro adeguati per consentire il raggiungimento della intera superficie esterna della travata. Scale a rampa sono disposte per il raggiungimento dei ponti di lavoro, scale a pioli sono disposte per il raggiungimento di ballatoi di manovra.

È possibile lo sbarco sia a piano testa pila, sia a piano marciapiede di emergenza (tramite opportune porte predisposte nelle barriere acustiche) a livello della via di corsa ferroviaria.

Lungo il carrello, in modo conveniente, sono collocati fari di illuminazione, sia di servizio al carrello stesso sia per la migliore visione delle superficie della travata, e prese di FEM per l'impiego di utensili elettrici di corrente utilizzo per le manutenzioni.

3.1 PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Il carrello mobile che scorre lungo le campate metalliche del viadotto consente di raggiungere la totalità delle strutture esterne dell'opera senza la necessità di approntare attrezzature particolari e senza causare soggezione all'esercizio ferroviario. Tale carrello verrà installato durante la fase di costruzione dell'opera e resterà sempre a disposizione di RFI per effettuare le operazioni di ispezione e manutenzione delle porzioni di viadotti realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo.

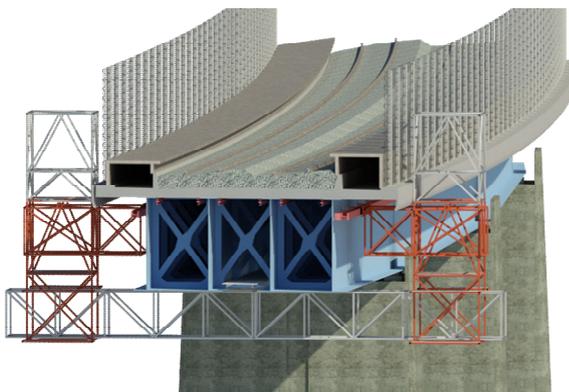


Figura 3.1. Vista del carrello mobile

Il carrello abbraccia per i tre lati esterni l'impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo, consentendone la completa ispezione e manutenzione sia del fondo che delle anime esterne delle travate per l'intera lunghezza del ponte, essendo scorrevole su idonee travi di scorrimento (vie di corsa) applicate alle travi metalliche.

Il carrello presenta le seguenti caratteristiche (si vedano anche gli elaborati di riferimento che descrivono la struttura di cui al § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**):

- il ponte orizzontale inferiore è regolabile in altezza per circa 1400 mm di complessiva escursione, in relazione alla necessità di ispezionare sia le campate di riva che quelle intermedie (Figura 3.2);

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">6 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	6 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	6 di 18													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA																		

- il ponte inferiore è apribile al centro per poter superare, in traslazione, l'ostacol costituito dalle pile intermedie del ponte (Figura 3.3). Le travi di scorrimento sono collegate alla struttura della travata del ponte tramite mensole a doppio T bullonate all'anima del cassone in asse alle nervature di rinforzo.



Figura 3.2. Schema funzionamento carrello nei tratti di impalcato ad altezza variabile



Figura 3.3. Schema funzionamento apertura/chiusura carrello in corrispondenza pile

3.2 CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Il carrello mobile è costituito da un telaio metallico reticolare, a geometria variabile, scorrevole su guide applicate alle anime esterne delle travi di impalcato ed è composto da:

una parte principale in acciaio inossidabile, a struttura saldata composta da aste tubolari, dotata delle ruote verticali di traslazione e di quelle di guida orizzontale;

una parte scorrevole verticalmente, per la regolazione in altezza del piano di lavoro, realizzata come la precedente;

un ponte reticolare, apribile al centro e scorrevole orizzontalmente, tale da permettere il superamento delle pile, realizzato in lega di alluminio 6063 per composizione saldata di profili cavi estrusi.

Per forma e materiali impiegati il carrello raggiunge prestazioni importanti di robustezza e rigidità (le deformazioni elastiche sotto carico sono limitate al fine di garantire regolare funzionamento dinamico e sicurezza e comfort per gli utilizzatori) grazie ad una accurata forma strutturale e contemporaneamente una leggerezza di

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">7 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	7 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	7 di 18													

insieme in virtù dell'impiego di acciaio inossidabile per le parti più sollecitate e di lega di alluminio 6063 per i ponti mobili e tutti i piani di calpestio.

La consistente riduzione di peso determinata dall'impiego di lega leggera produce benefici effetti sia dal punto di vista meccanico, determinando minori sollecitazioni per gli organi in movimento, sia per quanto riguarda le sollecitazioni indotte alla travata del ponte. Inoltre alcune manovre possono essere eseguite manualmente grazie alla modesta entità delle masse in gioco.

3.3 CAPACITÀ DI CARICO E PRESTAZIONI

Il carrello è progettato per consentire le normali operazioni di ispezione e manutenzione. Il ponte principale può accogliere 4 persone e 100 kg di attrezzatura. Il carrello complessivamente può trasportare 8 persone.

Due piani di intervento specifici, disposti uno per ciascuno dei lati, possono sopportare un peso di 500 kg cadauno a disposizione per attrezzatura; i ballatoi di manovra possono sopportare il peso di 2 persone. La velocità di traslazione è regolabile nel campo compreso tra 0÷15 m/min (0÷0,25 m/s), con una velocità massima del vento in esercizio pari 10 m/s.

Si rimanda agli elaborati specifici di progetto per la descrizione di dettaglio della struttura.

3.4 ALIMENTAZIONE DEL MOVIMENTO PER IL CARRELLO

Il carrello è dotato di due generatori di corrente, disposti uno per ciascuno dei due moduli portanti principali così da potere disporre di autonoma energia elettrica per la traslazione e per i servizi descritti (illuminazione e FEM). La potenza di ciascun generatore è ampiamente sufficiente a fornire FEM per la traslazione dell'intera passerella. L'impianto elettrico, suddiviso per le due semi passerelle, è collegabile a ponte in modo semplice e rapido in caso si debba sopperire ad avaria di uno dei due generatori.

I generatori sono dotati di motore a scoppio ciclo otto, a basso impatto ambientale, e l'avviamento del motore avviene con batteria Li-Ion facilmente asportabile e ricollocabile, così da potere essere conservata in presidio e – ancorché a bassissima scarica –mantenuta efficiente durante gli intervalli di utilizzo del carrello. La potenza di ciascun generatore è pari a 10 kW, l'assorbimento massimo complessivo previsto durante la traslazione è pari a 2kW. La traslazione del carrello avviene su ruote in acciaio inossidabile con fascia di rotolamento rivestita in polietilene per il massimo comfort, montate su cuscinetti volventi esenti da manutenzione e a bassissimo attrito.

Il comando della traslazione avviene tramite motoriduttori epicicloidali, autofrenanti, sovradimensionati a limitata manutenzione (per gli ordinari impieghi i componenti sono esenti da manutenzione). In caso di avaria simultanea ad entrambi i generatori di corrente è previsto lo sblocco freni e l'azionamento di traslazione manuale.

3.5 TRASLAZIONE LUNGO LA CAMPATA DEL CARRELLO

Il carrello può traslare a velocità variabile tramite inverter di comando, di tipo vettoriale montato sul motore; il pulpito di comando è doppio, uno per ciascuno dei lati, con commutazione vincolata a chiave unica dal lato master (ridefinibile) con traslazione a ponte chiuso possibile solo da uno dei lati. Tramite pulsantiera collegabile a cavo, è possibile il comando da remoto del carrello per agevolare le operazioni di manutenzione ed ispezione. L'azionamento della traslazione avviene esclusivamente con operatore presente, tramite joystick proporzionale per la regolazione della velocità in continuo; pulsanti di arresto di emergenza sono collocati, secondo normativa, nelle idonee posizioni.

Le rampe di accelerazione e decelerazione sono programmabili intervenendo su inverter, entro il campo ammesso da normativa; è possibile una ulteriore limitazione della velocità non modificabile senza apposita procedura e chiave hardware; nel movimento di traslazione le travi di scorrimento sono dotate di doppio microinterruttore – in sequenza – che arresta la traslazione a conveniente distanza dalle pile per l'esecuzione della manovra di apertura/chiusura del ponte inferiore; allarme visivo e sonoro precede l'intervento del primo micro interruttore, nel caso si superi il primo e si raggiunga il secondo micro, questo è a riarmo manuale al fine di segnalare l'anomalo funzionamento.

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>B</td> <td>8 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	8 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	8 di 18													

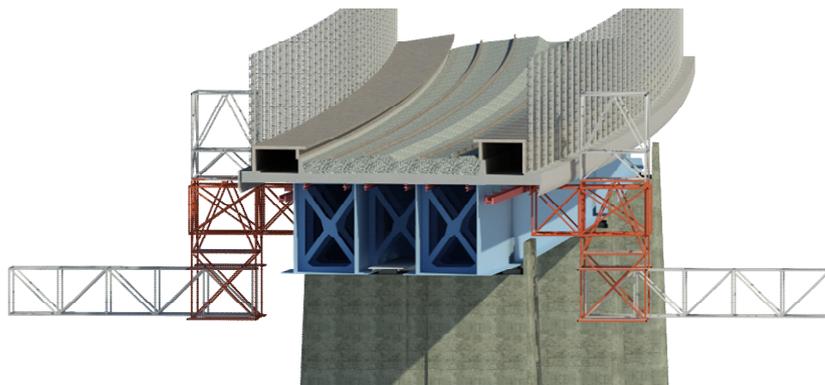


Figura 3.4. V ista del carrello durante la manovra di passaggio della pila

3.6 APERTURA E CHIUSURA PONTE INFERIORE

L'operazione di apertura del ponte inferiore è necessaria per il superamento delle pile intermedie, l'operazione può avvenire esclusivamente con blocco della motorizzazione; i blocchi elettromeccanici rimangono efficaci sino a disattivazione della FEM e inserimento dei cancelli di chiusura del ponte e rimozione dei perni di connessione strutturale da posizione sicura; il ponte inferiore è costruito nella configurazione a cantilever, quindi lo scollegamento delle due parti avviene senza forzamento e senza modifica geometrica (il ponte funziona come elemento continuo solo per sopportare i carichi accidentali).

La traslazione del ponte (apertura) avviene per azione manuale da posizione sicura senza personale sul ponte medesimo, tramite comando a catena (integralmente in acciaio inox); lo sforzo su manovella è dell'ordine di alcune decine di N (nel rispetto della ISO/TR 12295 Ergonomia — Documento per l'applicazione delle norme ISO alla movimentazione manuale di carichi (ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3) e la valutazione delle posture di lavoro statiche (ISO 11226)). Al raggiungimento del fermo di apertura per entrambe le due semi-metà si inseriscono perni di bloccaggio dotati di microinterruttore che segnala la disponibilità alla traslazione.

Superata la pila, che avviene con azionamento elettromeccanico indipendente per le due semi-passerelle; si raggiunge la posizione di riallineamento, dotata di sistema automatico di allineamento di precisione (l'operatore deve semplicemente raggiungere approssimativamente la posizione desiderata segnalata da avviso acustico e luminoso, dopodiché l'allineamento delle due semi-metà del carrello avviene con operazione quasi statica automatica); vengono quindi ripetute in sequenza inversa le fasi descritte e il carrello diviene nuovamente monolitico.

3.7 REGOLAZIONE IN ALTEZZA DEL PONTE INFERIORE:

L'operazione di regolazione del ponte inferiore si rende necessaria al fine di poter raggiungere per la manutenzione il fondo del cassone delle campate da 45 metri che presentano un dislivello pari a circa 1.400 mm rispetto alle campate da 65 metri.

L'operazione di regolazione in altezza del ponte inferiore avviene per azionamento manuale da eseguire simultaneamente da ambo i lati del carrello; l'operazione ha blocchi elettromeccanici di interdizione che impongono sia il raggiungimento di una posizione idonea per eseguire la manovra sia il blocco della motorizzazione, con chiusura del freno di stazionamento dei motori; si deve quindi disattivare la chiave di azionamento impianto, e si possono quindi aprire i fermi meccanici con il ponte ancora bloccato dal dispositivo di paracadute inerziale.

Il ponte deve essere libero da personale ed attrezzatura; l'azione manuale del sollevamento/abbassamento avviene per rotazione di volantino/manovella che libera contemporaneamente il paracadute, la posizione di azionamento è da ballatoio protetto, in condizioni di sicurezza sulla parte fissa del carrello. La forza da esercitare rientra ampiamente nelle normative applicabili (nel rispetto della ISO/TR 12295 Ergonomia — Documento per l'applicazione delle norme ISO alla movimentazione manuale di carichi (ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3) e la valutazione delle posture di lavoro statiche (ISO 11226)) in quanto il peso del ponte è bilanciato in fase di costruzione tramite coppia di contrappesi (e rinvio a catena (inox)), con tolleranza $\pm 1\%$ del peso ponte. Al

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">9 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	9 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	9 di 18													

raggiungimento della posizione desiderata (superiore od inferiore) si inseriscono i blocchi meccanici e si ripetono le operazioni in ordine inverso. Un dispositivo elettrico/ottico anticollisione impone comunque l'arresto del carrello ove accidentalmente vengano superati gli arresti del normale funzionamento; essendo la velocità di traslazione molto limitata anche superato il primo arresto vi sono ampi margini per l'affidabile funzionamento del secondo arresto.

3.8 DISPOSITIVI SUPPLEMENTARI E DI SICUREZZA

In corrispondenza degli impalcati acciaio calcestruzzo verrà installato un anemometro a segnalazione acustica luminosa a più soglie che indica il superamento della velocità dell'aria per un utilizzo affidabile del carrello. Sul carrello mobile si prevede l'installazione di doppio anemometro che impone azionamento manuale per la partenza dal parcheggio; in questo caso sono chiusi i freni di stazionamento negativi che agiscono da blocco direttamente sulle travi di scorrimento. Con passerella in movimento l'anemometro a bordo macchina emette segnale di allarme a due stadi di intensità regolabili sulle soglie desiderate, e segnalazione luminosa (verde velocità di servizio, gialla e rossa rispettivamente in relazione alle soglie definite).

Il carrello sarà dotato di freni di stazionamento negativo di tipo elettroidraulico + molla (sono chiusi con mancanza di corrente); si possono aprire solamente a condizione che sia presente corrente di alimentazione e siano rispettate le condizioni di esercizio corrette; agiscono indipendentemente dalla motorizzazione sulle travi di scorrimento attraverso ganasce che assicurano una forza 5 volte la forza di trascinarsi del vento per passerella fuori esercizio. I freni di stazionamento possono essere aperti manualmente solo dopo avere sbloccato un doppio dispositivo di sicurezza, al fine di potere eseguire manovre di emergenza; terminata la manovra un circuito ausiliario dotato di batterie tampone segnala che i freni di emergenza sono aperti.

3.9 VANTAGGI PER LE OPERAZIONI DI MANUTENZIONE

Con l'installazione dell'attrezzatura sopra descritta è garantita l'accessibilità a tutte le parti strutturali esterne di tutti i viadotti a travata metallica. La presenza dei carrelli :

1. elimina i mezzi provvisori per eseguire al 100% l'ispezione delle strutture;
 2. tutte le parti esterne delle travate sono manutenibili direttamente dai mezzi di ispezione proposti;
 3. non ci sono soggezioni all'esercizio ferroviario che possono eventualmente essere richieste nel solo caso in cui l'addetto alla manutenzione debba intervenire su elementi strutturali direttamente caricati dai mezzi ferroviari oppure a contatto con gli ingombri degli stessi.
- Tramite il ponte inferiore del carrello mobile che può essere affiancato alle pile o alle spalle sarà possibile controllare agevolmente lo stato di conservazione ed il corretto posizionamento degli apparecchi di appoggio, nonché eseguire su di essi le operazioni di manutenzione.

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">10 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	10 di 18													

4 PIATTAFORME AEREE SEMOVENTI PER L'ISPEZIONE INTERNA

In relazione alla geometria della soluzione di progetto, che prevede diaframmi a parete piena disposti alle estremità di ciascuna campata, rendendo quindi inattuabile un passaggio da campata a campata con unico carrello interno di ispezione per ciascuna delle tre linee individuate dai due cassoni portanti e del vano centrale, sono state previste per ciascun compartimento così determinato piattaforme aeree, ad azionamento manuale, del tipo standardizzato illustrato nella successiva figura

La piattaforma consente di essere agevolmente posizionata nell'area di lavoro desiderata garantendo una altezza di lavoro ampiamente sufficiente alle necessità. Le dimensioni sono ampiamente compatibili con le sagome interne di cassone e passerella centrale, per le campate di 45 m con altezza travi 2,75 sia per quelle da 65 m con altezza travi 4,15 m.

Le dimensioni della piattaforma chiusa risultano 80 x 120cm e 38cm di altezza con i parapetti smontati, tali misure risultano ampiamente compatibili con netto utile determinato dai diaframmi intermedi a croce si S. Andrea. È importante rilevare che la piattaforma adottata è senza batterie e senza motori, quindi totalmente autonoma.

Le caratteristiche delle piattaforme sono riepilogate di seguito:

- Massima altezza di lavoro raggiungibile in alcuni secondi;
- Ruote autobloccanti in fase di sollevamento;
- A garanzia dell'incolumità dell'operatore è presente una protezione integrale fin dalla base .
- Realizzata in alluminio leggero e resistente risulta praticamente esente da manutenzione, garantisce massima semplicità.

Per consentire lo scorrimento della piattaforma all'interno dei cassoni sono previste delle rampe mobili di scavalco dei diaframmi di fondo, realizzate in alluminio e facilmente movimentabili a mano dall'operatore.



Figura 4.1. Piattaforma aerea ad azionamento manuale

Nell'ottica di agevolare le operazioni di ispezione e manutenzione delle strutture interne dei viadotti a travata metallica, l'equipaggiamento di ciascun vano interno dell'impalcato con la piattaforma elevatrice sopra descritta raggiunge l'obiettivo di effettuare le operazioni di ispezione e manutenzione in modo agevole e sicuro.

La piattaforma selezionata consente di effettuare le operazioni di verniciatura, serraggio bulloni e controllo saldatura in quota all'interno dei cassoni assicurando una posizione di lavoro sicura, comoda e efficace al fine delle operazioni effettuate.

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">11 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	11 di 18													

5 SISTEMI DI ISPEZIONE DA REMOTO

Per eseguire la completa ispezione da remoto degli impalcati metallici essi sono infine attrezzati con due diversi tipi di robot cartesiano, scorrevoli attraverso apposite guide di scorrimento, al fine di percorrere l'intero asse longitudinale del ponte

L'ispezione visiva remota efficacemente organizzata può avvenire sia per diretto comando, ma anche tramite apposito SW con programma temporale che – sulla base anche dei risultati precedenti – autonomamente può ordinare ai robot di eseguire il controllo visivo dei ponti. Definito quindi un programma temporale di intervento di verifica, un computer dotato di adeguati poteri può inviare i robot ad eseguire l'ispezione, ripetendola se necessario e comunicando tempestivamente l'insorgenza di anomalie.

5.1 VIDEO ISPEZIONE DELL'ESTERNO CASSONI

5.1.1 Introduzione

Il robot cartesiano descritto ha la funzione precipua di consentire l'ispezione da remoto dell'esterno della struttura (a cassone) dell'impalcato, per l'intera lunghezza degli impalcati acciaio calcestruzzo.

Al fine di determinare condizioni di visione più realistiche e accurate, tali da simulare la diretta visione dell'occhio umano, ed inoltre consentire la percorrenza della struttura di progetto, si sono composti robot cartesiani a tre assi, preferiti ai corrispondenti antropomorfi per le ragioni che verranno meglio dettagliate in seguito, scorrevoli tramite le medesime travi – rotaia che permettono la traslazione della piattaforma mobile di ispezione; per ciascun ponte sono previsti due robot disposti lateralmente all'impalcato. Alle travi binario sono aggiunte canaline blindate e protette da spazzola in setola di fibra di carbonio, contenente all'interno i conduttori di alimentazione della CC a 24 V per l'alimentazione dell'intera lunghezza del ponte del robot cartesiano. Non è necessario un isolamento elettrico del robot in quanto l'alimentazione avviene tramite pattini a pantografo in rame al berillio; tali pattini sono dotati di aratro di apertura della protezione della canalina blindata; la superficie dell'aratro è rivestita con materiali anti-frizione ed antiusura. La canalina porta corrente, oltre ai due conduttori di alimentazione conterrà anche speciali conduttori di trasmissione dati.

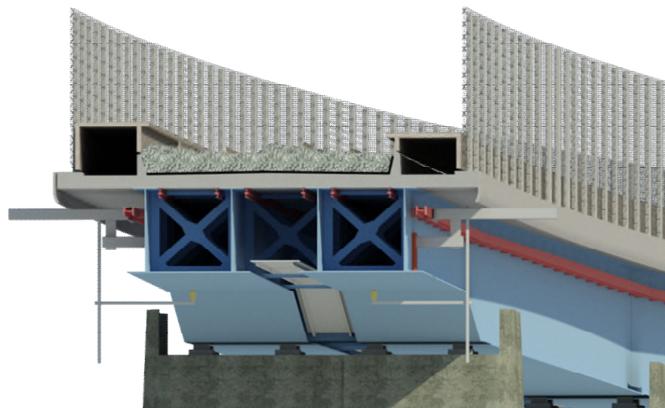


Figura 5.1. Robot per ispezione delle strutture esterne di campata

I robot non hanno componenti in acciaio al carbonio; per le parti più sollecitate, (la bulloneria, ecc..) si è utilizzato acciaio AISI316 e 316L (low carbon), ed altri acciai inossidabili alto legati, per dettagli di particolare impegno strutturale.

L'adozione di robot cartesiani ha anche consentito l'impiego di componenti standardizzati specifici, che consentono ampia possibilità di sostituzione ed intercambiabilità nel tempo, al fine di assicurare una efficienza di particolarmente lunga durata, evitando il ricorso a prototipi specialistici. Il ricorso a componenti di serie,

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>B</td> <td>12 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	12 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	12 di 18													

intercambiabili tra loro, permette anche di ridurre il numero di componenti diversi di scorta (che vengono forniti con l'attrezzatura), consentendo così una maggiore flessibilità ed efficacia nella manutenzione. Per quanto possibile si sono adottati medesimi componenti utilizzati per i robot cartesiani di ispezione interno cassoni (vedi descrizione).

La classe di precisione del posizionamento del drone tramite il robot è di almeno due ordini (circa 3) di grandezza superiori al necessario: anche dopo lungo utilizzo non saranno necessarie ri-calibrazioni del sistema.

Per l'esatto posizionamento longitudinale del robot si sono previsti distanziometri di altissima precisione installati alle estremità del ponte mentre il robot è dotato di doppia unità ricevente (dx e sx), così da potere eseguire la media delle misure dalle due estremità mantenendo l'errore della distanza media entro ± 10 mm, così da non dovere ricorrere a altri dispositivi per i movimenti di superamento diaframmi e di posizionamento per dettagli specifici oggetto di controllo e per il posizionamento a comando manuale del robot. Il software di comando consentirà, avendo a disposizione il disegno as built del ponte di impostare anche specifici posizionamenti e visioni della travata.

La scansione completamente automatizzata, da programma di manutenzione predefinito, potrà essere riprogrammata a piacere secondo le necessità operative aggiornate. Verrà consegnato un software aperto, con conservazione della impostazione originale.

Al fine di verificare il mantenimento delle condizioni operative del robot, ciascuna travata conterrà punti notevoli di collimazione che verranno rilevati ad ogni nuova fase di monitoraggio, i dati saranno confrontati con quelli standard, ammettendo una correzione predefinita: nel caso di superamento del limite di errore verrà segnalato con adeguato alert; in ogni caso ogni scansione conterrà anche il record della deviazione dal funzionamento teorico indipendentemente che tale valore rientri nella tolleranza.

5.1.2 Soluzione costruttiva

Ogni robot cartesiano viene realizzato con struttura in lega di Al ad alto tenore di silicio (6063), per composizione saldata di estrusi a sezione cava e, a seconda delle necessità, con moduli a cinghia per i movimenti orizzontali, e a vite per quelli verticali, con motore lineare a 24V in CC del tipo senza manutenzione (brushless – BL). Il motore brushless ("senza spazzole") è un motore elettrico, in questo caso a corrente continua (BLDCM, Brushless Direct Current Motor), avente il rotore a magneti permanenti e lo statore a campo magnetico stazionario (BLDCM).

A differenza di un motore a spazzole non ha quindi bisogno di contatti elettrici striscianti (spazzole) sull'albero del rotore per funzionare. La commutazione della corrente circolante negli avvolgimenti dello statore, e quindi la variazione dell'orientamento del campo magnetico da essi generato, avviene elettronicamente. Ciò comporta una minore resistenza meccanica, elimina la possibilità che si formino scintille al crescere della velocità di rotazione, annullando praticamente la necessità di manutenzione periodica.

Nell'area di parcheggio (che è nella testata della travata, in area parzialmente chiusa e bene protetta) è predisposto un sistema di soffiaggio ad aria compressa che, in automatico, esegue la pulizia del robot, con cadenza definita dal programma di manutenzione e sempre prima di ogni ciclo di ispezione. Davanti e dietro ai gruppi ruota sono disposte speciali spazzole metalliche al fine di mantenere in perfetta efficienza le guide di scorrimento longitudinali. Il dimensionamento del robot è supportato da software specifico di calcolo, che consente anche la simulazione completa del funzionamento ed il calcolo del numero di operazioni previste per vita infinita (il robot è dimensionato teoricamente per una durata convenzionale almeno pari a quella del ponte).

5.1.3 Dettaglio del funzionamento operativo

Il robot scorre (asse z) per mezzo di una trave rotaia (la medesima che consente lo scorrimento della piattaforma di manutenzione).

Essendo i movimenti secondo gli assi x ed y combinati e realizzati da due guide di scorrimento indipendenti, il PLC tiene conto dei movimenti relativi e determina il movimento assoluto rispetto al ponte, secondo la terna cartesiana descritta.

Come detto il robot scorre per l'intera lunghezza del ponte a travata metallica, superando le pile intermedie; per questa ragione è prevista una specifica manovra, facilmente desumibile dagli elaborati grafici di progetto del robot, che utilizza le movimentazioni possibili dell'attrezzatura.

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">MD0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">13 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	13 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	13 di 18													

Specificamente in zona terminale di travata è prevista una guida supplementare che ingaggia una coppia di ruote orizzontali antagoniste e consente la traslazione del contrappeso (ballast) principale.

La manovra è programmata da SW tramite PLC a bordo robot: quando il robot comprende che è in prossimità della pila e deve eseguire la traslazione, attua autonomamente l'intera manovra. In ogni caso sono previsti anticollisione elettronici che salvaguardano il robot in caso di malfunzionamento (anche se il SW di controllo riconosce il malfunzionamento e interviene per le necessarie correzioni). Durante la fase di scavalco è possibile anche la visione della testa pila, degli apparecchi di appoggio vicini e dei dispositivi antisismici.

Nella fase di superamento delle pile il robot si allontana dall'opera e posiziona l'asta trasversale porta "drone" in posizione di massimo sollevamento. La manovra è asservita da PLC, per cui tramite encoder e cremagliera di precisione avendo noto la posizione longitudinale delle pile, sono inserite nel SW di controllo tutte le manovre di superamento degli ostacoli. Il robot inoltre è dotato di anticollisione elettronici che prevencono urti accidentali.

L'ispezione può essere sia di tipo automatico, controllata interamente da SW, sia gestita tramite joystick e PC; il robot esegue ispezione e manovre, con azionamento del drone in relazione alla posizione nello spazio, seguendo i comandi da computer centrale e parte utilizzando l'intelligenza a bordo robot da PLC. Preliminarmente tramite anemometri di precisione collocati in modo acconco, il sistema verifica che siano garantite le condizioni di funzionamento affidabili; con segnalazione a soglie programmabili in caso ci si avvicini alle condizioni operative limite, così che sebbene si sia in operazione completamente autonoma del robot, venga segnalata allerta nella sala operativa di controllo

Il punto di ricovero protetto ad inizio campata, dove staziona il robot, rileva umidità, temperatura aria e con tecnologia a infrarossi (IR) anche temperatura del cassone. Il drone invia anche auto immagini del robot, così da consentire all'operatore una preliminare verifica dello stato di manutenzione del robot medesimo.

5.2 ISPEZIONE DA REMOTO INTERNO STRUTTURA

5.2.1 Introduzione

Il robot cartesiano qui descritto ha la funzione precipua di consentire l'ispezione da remoto dell'interno della struttura a cassone dell'impalcato, per l'intera lunghezza di ciascuna travata.

Al fine di determinare condizioni di visione più realistiche e accurate, tali da simulare la diretta visione dell'occhio umano, ed inoltre consentire la percorrenza della struttura di progetto, che prevede diaframmi reticolari a croce di S. Andrea, si sono composti robot cartesiani a tre assi scorrevoli tramite binari di appensione, che permettono il movimento all'interno di ciascuna trave a cassone ed anche al centro tra le due travi che compongono ciascuna campata.

I binari di cui sopra hanno la parte di scorrimento a contatto con il robot realizzata con profilo speciale estruso in lega di Al, montata con interposizione di appositi isolatori, così da potere essere utilizzata per l'alimentazione in CC a 24V del robot medesimo (le ruote di scorrimento hanno la fascia di rotolamento rivestita in polietilene ad alta resistenza, quindi il robot è perfettamente isolato dal punto di vista elettrico e la corrente viene trasmessa senza strisciamento tramite rotelle in rame al berillio (ciascun polo è collegato a specifica rotaia).

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>B</td> <td>14 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	14 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	14 di 18													

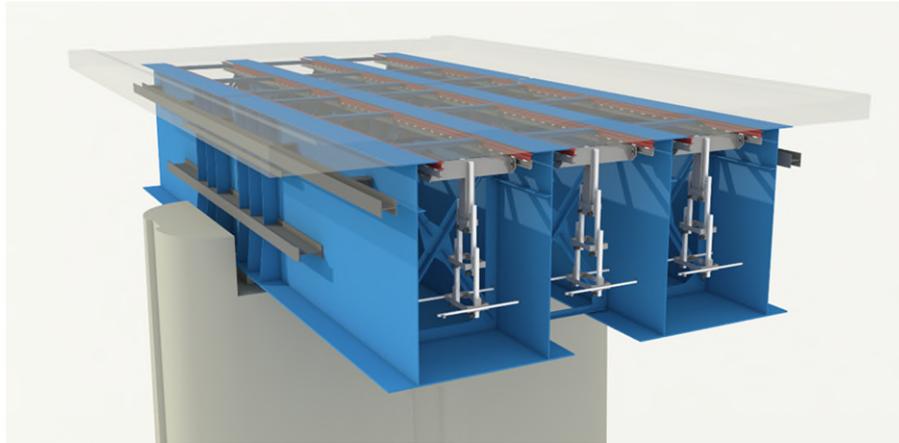


Figura 5.2. Robot per ispezione delle strutture interne

L'adozione di robot cartesiani consente l'impiego di componenti standardizzati specifici, che consentono ampia possibilità di sostituzione ed intercambiabilità nel tempo, al fine di assicurare una efficienza di particolarmente lunga durata, evitando il ricorso a prototipi specialistici.

Per l'esatto posizionamento longitudinale del robot (corsa anche 65.000 mm per le campate di luce maggiore) si sono previste cremagliere di precisione con encoder assoluto montato a bordo robot, così da non dovere ricorrere a altri dispositivi per i movimenti di superamento diaframmi e di posizionamento per dettagli specifici. Il software di comando consentirà, avendo a disposizione il disegno as built della travata metallica, di impostare anche specifici posizionamenti e visioni del cassone.

La scansione completamente automatizzata, da programma di manutenzione predefinito, potrà essere riprogrammata a piacere secondo le necessità operative aggiornate. Verrà consegnato un software aperto, con conservazione della impostazione originale.

Al fine di verificare il mantenimento delle condizioni operative del robot la travata conterrà punti notevoli di collimazione che verranno rilevati ad ogni nuova fase di monitoraggio; i dati saranno confrontati con quelli standard, ammettendo una correzione predefinita: nel caso di superamento del limite di errore verrà segnalato con adeguato alert; in ogni caso ogni scansione conterrà anche il record della deviazione dal funzionamento teorico indipendentemente dal fatto che tale valore rientri nella tolleranza.

5.2.2 Soluzione costruttiva

Ogni robot cartesiano viene realizzato con struttura in lega di Al silicio (6063), per composizione saldata di estrusi a sezione cava e, a seconda delle necessità, con moduli a cinghia per i movimenti orizzontali, ed a vite per quelli verticali, con motore lineare a 24V in CC del tipo senza manutenzione BL, dello stesso tipo di quelli che equipaggiano il robot per ispezione delle strutture esterne (si rimanda al paragrafo 6.2 per i principi di funzionamento dei motori tipo brushless).

In relazione alla massa del carico, alla precisione attesa, all'area e al ciclo di lavoro richiesto sono adottati adeguati moduli standardizzati nonché le motorizzazioni più indicate. I controllori di posizione specifici adottati permettono di coordinare il movimento e la posizione del sistema multi-asse utilizzando i più diffusi Bus di comunicazione.

Con la combinazione delle unità lineari indicate a progetto e dei motori lineari sono realizzati i diversi sistemi cartesiani multi-asse equipaggiati di motore, riduttore, sensori e catena porta-cavi.

Le unità lineari adottate sono tutte del tipo chiuso, dotate di para-polvere in acciaio inox.

Nell'area di parcheggio (che è nella testata della travata, quindi in area chiusa e bene protetta) è predisposto un sistema di soffiaggio ad aria compressa che, in automatico, esegue la pulizia del robot, con cadenza definita dal programma di manutenzione e sempre prima di ogni ciclo di ispezione.

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. B	FOGLIO 15 di 18

Davanti e dietro ai gruppi ruota sono disposte speciali spazzole triple (due spazzole in fibra di carbonio auto registranti ed una di lucidatura in polietilene) al fine di mantenere in perfetta efficienza le guida di scorrimento longitudinali.

Il dimensionamento del robot è supportato da software specifico di calcolo, che consente anche la simulazione completa del funzionamento ed il calcolo del numero di operazioni previste per vita infinita (il robot è dimensionato teoricamente per una durata convenzionale almeno pari a quella del ponte).

Dettaglio del funzionamento operativo

Sinteticamente il robot scorre (asse z) per mezzo di una coppia di rotaie di scorrimento in senso longitudinale alla travata. La conformazione è a forma di T, con traversa porta ruote a cui è collegato un doppio montante verticale telescopico (asse y) a tre sfili; al terzo sfilo è collegata un'asta trasversale che, tramite guida di scorrimento consente di posizionare il drone in vicinanza di entrambe le anime del cassone (asse x).

Al fine di superare i diaframmi intermedi interni (a forma di grande X o croce di S. Andrea) il montante (asse y) è, come detto, telescopico a tre sfili; per realizzare una forma bilanciata è doppio simmetrico così da determinare un baricentro praticamente perfettamente centrato rispetto alle ruote di traslazione (asse z); in questo modo si evitano flessioni parassite e si determina un movimento particolarmente dolce, anche per conseguire la lunghissima efficienza e durata del sistema.

Nella fase di superamento dei diaframmi il robot ritrae i tre sfili e posiziona l'asta trasversale porta drone in posizione di massimo sollevamento. La manovra è asservita da PLC, per cui tramite encoder e cremagliera di precisione avendo noto la posizione longitudinale all'interno del cassone, sono inserite nel SW di controllo tutte le manovre di superamento degli ostacoli. Il robot inoltre è dotato di anticollisione elettronici che prevengono urti accidentali. Avviato il programma di ispezione remota, (qui ci si riferisce a programma completamente controllato da SW ma analogamente le operazioni possono essere eseguite su richiesta tramite joystick e PC) il robot esegue ispezione e manovre, con azionamento del drone in relazione alla posizione nello spazio, seguendo i comandi da Computer centrale e parte utilizzando l'intelligenza a bordo robot da PLC.

La prima fase è sempre quella di autodiagnosi e di controllo delle calibrazioni che vengono mantenute in apposito record (con confronto delle corrispondenti precedenti ed elaborazione dell'andamento della deviazione ed eventuale allerta in caso vi sia la tendenza di allontanamento dalle condizioni ammissibili). Viene ovviamente anche eseguita la diagnosi del sistema di trasmissione dati, della potenza e costanza della alimentazione elettrica (una sottostazione con trasformatore, stabilizzatore e gruppo di continuità per consentire il rientro del robot alla base, prende alimentazione dalla linea principale).

Il punto di ricovero protetto ad inizio campata dove staziona il robot rileva umidità, temperatura aria e con IR anche temperatura del cassone. Il drone invia anche auto immagini del robot, così da consentire all'operatore una preliminare verifica dello stato di manutenzione del robot medesimo.

Al completamento della ispezione bidirezionale il "drone" rientra alla base, e dopo aver effettuato il controllo dell'efficienza, esso è pronto per eseguire una successiva ispezione. Al fine di ottimizzare la visione interna il robot, in correlazione con il drone, è dotato di faretto a led, a incidenza variabile così da consentire anche la visione con luce radente per un controllo più dettagliato dei cordoni di saldatura.

5.2.3 Telecamere per riprese interne ed esterne ai cassoni

I robot cartesiani descritti nei capitoli precedenti verranno equipaggiati con "droni" per acquisizione di immagini ad alta definizione costituiti da videocamere con raggio d'azione a 360°.

I dati acquisiti, elaborati dalla memoria interna dell'apparecchio vengono trasferiti attraverso idonea cistiva all'unità centrale master che si occupa della gestione e dell'invio al cloud di riferimento per la visualizzazione da remoto dei dati. Per la particolare applicazione sarà utilizzata una telecamera Panasonic WV-SUD638/WV-SUD638B - Aero PTZ, con resistenza in condizioni estreme e visuale a 360°.

Il drone sarà fissato ai robot cartesiani ed il cavo collegato alla centralina master verrà raccolto e riposizionato durante il percorso dell'apparecchiatura. Caratteristiche:

- Peso ridotto
- Resistenza alle raffiche di vento da 216 km/h = 60 m/s (funzionamento) a 288 km/h = 80 m/s (riprese non distruttive)

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>B</td> <td>16 di 18</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	16 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	16 di 18								

- i-SAS (Image Stability Augment System) per una perfetta stabilizzazione dell'immagine
- "Sphere P/T" fornisce la visione 3D a 360° (Pan: 360°-infinito, Tilt: da 90° a -180°)
- Temperatura di funzionamento da -50 °C a +60 °C
- Certificata IP67, IP66 e IK10
- Luce a LED IR opzionale (fino a 150 m, con interblocco dello zoom)
- Struttura leggera, 8,0 Kg, in fibra di vetro
- Protezione contro la corrosione in ambienti aggressivi quali aria salmastra

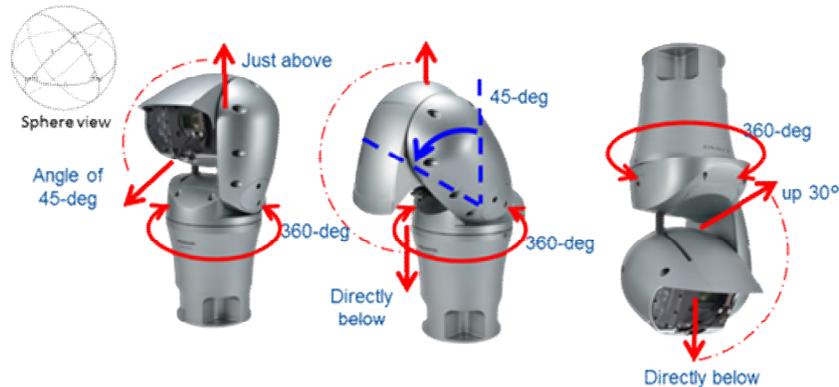


Figura 5.3. Robot per ispezione delle strutture interne Video-camera Panasonic WV-SUD638/WV-SUD638B – Funct.

5.2.4 Raccolta e trasferimento delle immagini

I "droni" montati sui robot saranno comandati da remoto tramite il medesimo PLC con cui è equipaggiato ogni robot.

Le immagini acquisite saranno immagazzinate dal PLC stesso che arrivato nella posizione di riposo le trasferirà con modalità Wireless al computer presente su ciascuna pila dove avviene il ricovero dei robot e quindi inviato tramite rete GSM dedicata al cloud server che gestisce e rende disponibili i dati immagazzinati all'utente finale.

5.2.5 Vantaggi della soluzione proposta

L'utilizzo del sistema di video ispezione per le parti interne ed esterne delle strutture dei viadotti a travata metallica consente di eliminare la necessità di ricorrere a soggezioni all'esercizio ferroviario durante le fasi ispettive, consentendo un'ispezione in completa sicurezza anche delle zone che richiederebbero speciali operazioni a causa della loro scarsa accessibilità.

Inoltre, l'utilizzo dello stesso sistema, elimina la necessità di ricorrere a opere provvisorie necessarie per ispezionare le zone con più scarsa accessibilità. Sistema di monitoraggio in continuo

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DESCRITTIVA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. B	FOGLIO 17 di 18

6 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

I viadotti in oggetto sono dotati di un sistema di monitoraggio a lungo termine con lo scopo di ottimizzare le operazioni di manutenzione massimizzandone gli effetti.

L'oggetto fondamentale di tale monitoraggio è costituito da detti impalcati e viene eseguito con il precipuo scopo di tenere sempre attuale la verifica a fatica degli stessi. Data la complessità della situazione geologico-geotecnica che interessa le fondazioni, l'importanza delle stesse e la situazione di forte sismicità presente, il monitoraggio è stato esteso anche ai parametri geometrici fondamentali delle pile e delle spalle (inclinazione della verticalità) per avere certezza della loro invarianza nel tempo.

Il monitoraggio a lungo termine che interessa gli impalcati a travata metallica dei viadotti è stato concepito in modo tale che possa essere funzionale e propedeutico all'attuazione delle procedure elaborate in ambito del progetto di ricerca europeo DETAILS (Design for opTimal performance of high speed rAILway bridges by enhanced monitoring Systems) del 2013.

6.1 STRUMENTAZIONE DEI VIADOTTI

Per perseguire le finalità espresse nel capitolo precedente ogni campata sarà attrezzata con la seguente strumentazione:

Numero 2 accelerometri disposti nella sezione di mezzeria della campata. Misura della massima accelerazione e della frequenza della struttura al transito dei mezzi sull'impalcato.

Consentono la valutazione dello stato di conservazione dell'impalcato grazie al confronto tra le diverse registrazioni e configurazioni nel tempo, si applicano direttamente sulla struttura da monitorare.

Caratteristiche: Trasduttori Rugged con tecnologia mems in grado di misurare la massima accelerazione sotto carichi esterni e definire la frequenza della struttura. Il sensore accelerometrico consente un rilievo ripetibile e accurato dell'elemento nel tempo, in quanto le caratteristiche vibrazionali della struttura sono direttamente deducibili dalle caratteristiche meccaniche dei materiali e geometriche dell'impalcato.

Numero 10 inclinometri disposti 2 sulla prima estremità, 2 sulla sezione distante 1/3 dalla prima estremità, 2 nella sezione di 2 nella sezione a 2/3 dalla prima estremità 2 sulla seconda estremità.

In campata vengono applicati per valutare la deformata al passaggio dei mezzi sulla rete ferroviaria, all'appoggio dell'impalcato per la valutazione di eventuali inclinazioni / rotazioni del sistema degli appoggi.

I rimanenti 2 vengono posizionati uno sulla faccia interna della pila e uno sulla faccia perpendicolare all'asse del ponte per misurare l'eventuale inclinazione della pila

Numero 4 sensori di forza - Stain Trasducers disposti nella sezione di mezzeria della campata. 2 all'estradosso di ogni cassone e due all'intradosso della soletta in cls uno per lato.

Consentono di definire in modo semplice ed accurato lo stato tensionale degli elementi sottoposti a monitoraggio e definire il massimo sforzo raggiunto sotto carico.

Numero 4 sensori di spostamento disposti 2 sulla prima spalla/pila e 2 sulla seconda spalla/pila. Consentono di valutare la distanza tra elementi successivi e definire eventuali variazioni significative, difficilmente valutabili senza una lettura di piccoli spostamenti.

Il trasduttore di spostamento a fibra ottica utilizza la tecnologia interferometrica a luce bianca polarizzata WLPI (White-Light Interferometry). I trasduttori a fibra ottica sono precisi, ripetibili, affidabili, altamente immuni alle interferenze EMI e RFI e non vi sono rischi di dissipazione di corrente o ignizione. I sensori WLPI sono passivi e quindi idonei per essere usati in ambienti pericolosi (sicurezza intrinseca). I sensori WLPI sono insensibili alla temperatura, ai forti campi magnetici

Sensori di spostamento incollati sulla superficie con tecnologia bragg per la valutazione di eventuali spostamenti o distanze. Applicati in corrispondenza degli appoggi per la verifica di disallineamenti, dilatazioni o cedimenti improvvisi.

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>B</td> <td>18 di 18</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	18 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	B	18 di 18													

Numero 1 telecamera con possibilità di ripresa a 360° da posizionare in centro spalla/pila per controllare la situazione degli appoggi.

Oltre la sensoristica sopra elencata per ciascun impalcato acciaio cacestruzzo monitorato verranno previste le seguenti attrezzature:

Numero 1 stazione atmosferica posizionata in corrispondenza della prima spalla/pila per la verifica delle condizioni atmosferiche al contorno correlabili con gli eventi. Misura di vento/pressione/igrometria.

Numero 2 telecamere che inquadrano i binari una per ciascun senso di marcia, puntate in direzione della linea ferroviaria ed impostate in modo da registrare automaticamente il transito dei convogli consentendo di valutare la tipologia e la composizione del convoglio attraverso un apposito software di riconoscimento del treno ed una stima della velocità di transito.

Le installazioni in corrispondenza della struttura monitorata sono completate dalle apparecchiature necessarie alla trasmissione dei dati che consistono nel posizionamento di un nodo Wireless su ciascuna spalla/pila per la ricezione dei dati di ciascun strumento installato che detiene a bordo la possibilità di tramettere i dati sempre con tecnologia Wireless.

6.2 ANALISI DEL SEGNALE E INTERFACCIA DI RESTITUZIONE

Trasmissione dei dati

Il sistema di monitoraggio proposto è composto da trasduttori di natura e caratteristiche differenti, come esposto nel capitolo precedente, con relativi sistemi di fissaggio ed elettroniche di trasmissione da posizionare in prossimità di ogni sezione significativa.

Ogni sezione è dotata di una mini-unit capace di immagazzinare i dati dei singoli sensori e trasmetterli alla centralina master, attraverso un sistema cloud centrale, mente pulsante del sistema.

Ogni lettore è una singola unità locale, che trasmette attraverso una rete mesh wireless, i dati del sensore a un gateway locale. Il gateway invia i dati a un cloud server e riceve dallo stesso il comando di configurazione, via satellite o 3G. Il cloud server gestisce anche lo storage permanente dei dati e la visualizzazione sul sito FTP dedicato

Sistema di interscambio dati WMS (monitoraggio h24/7)

Il sistema proposto è capace di acquisire, memorizzare ed archiviare automaticamente i dati elettrici di tutti gli strumenti applicati alla struttura e il segnale video di apparecchiature, quali telecamere permanenti per la registrazione.

I segnali elettrici degli strumenti vengono acquisiti a partire da Unità di Acquisizione Dati che mediante collegamenti LAN – GPRS- Radio li invia ad un server centrale che si occupa del processamento e gestione, integrandoli nel database. Tutti i dati vengono convertiti automaticamente nei formati predefiniti dall'utente.

I dati saranno presenti sia in formato grafico che in formato tabulare.

In questo modo il sistema sarà totalmente automatico e permetterà ottenere dati aggiornati in tempo reale.

I grafici sono totalmente dinamici e di facile interpretazione grazie al supporto di mappe interattive.

Se i valori degli strumenti superano le soglie di allarme prestabilite il sistema invierà allarmi mediante sms ed e-mail ai telefoni cellulari delle persone con le credenziali registrate.

Caratteristiche del sistema di interscambio dati

Il sistema di gestione ed interscambio dei dati è di semplice utilizzo e visualizzazione, è gestibile da remoto tramite sito ftp che consente una visualizzazione semplice ed efficace dei risultati in forma tabulare e grafica. I dettagli delle modalità di interfacciamento dati/e preparazione piattaforme dovranno essere definiti con RFI/ITF in sede di PED/As/Built.