



ANAS S.p.A.

Direzione Generale

DG 41/08

LAVORI DI COSTRUZIONE DEL 3° MEGALOTTO DELLA S.S. 106 JONICA - CAT. B - DALL'INNESTO CON LA S.S. 534 (km 365+150) A ROSETO CAPO SPULICO (km 400+000)

PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTI TECNOLOGICI

OPERE ALL'APERTO

Relazione tecnica specialistica impianto di monitoraggio della tratta

CONTRAENTE GENERALE:

Società di Progetto

SIRJO S.C.p.A.

Presidente:

Dott. Arch. Maria Elena Cuzzocrea

PROGETTAZIONE :



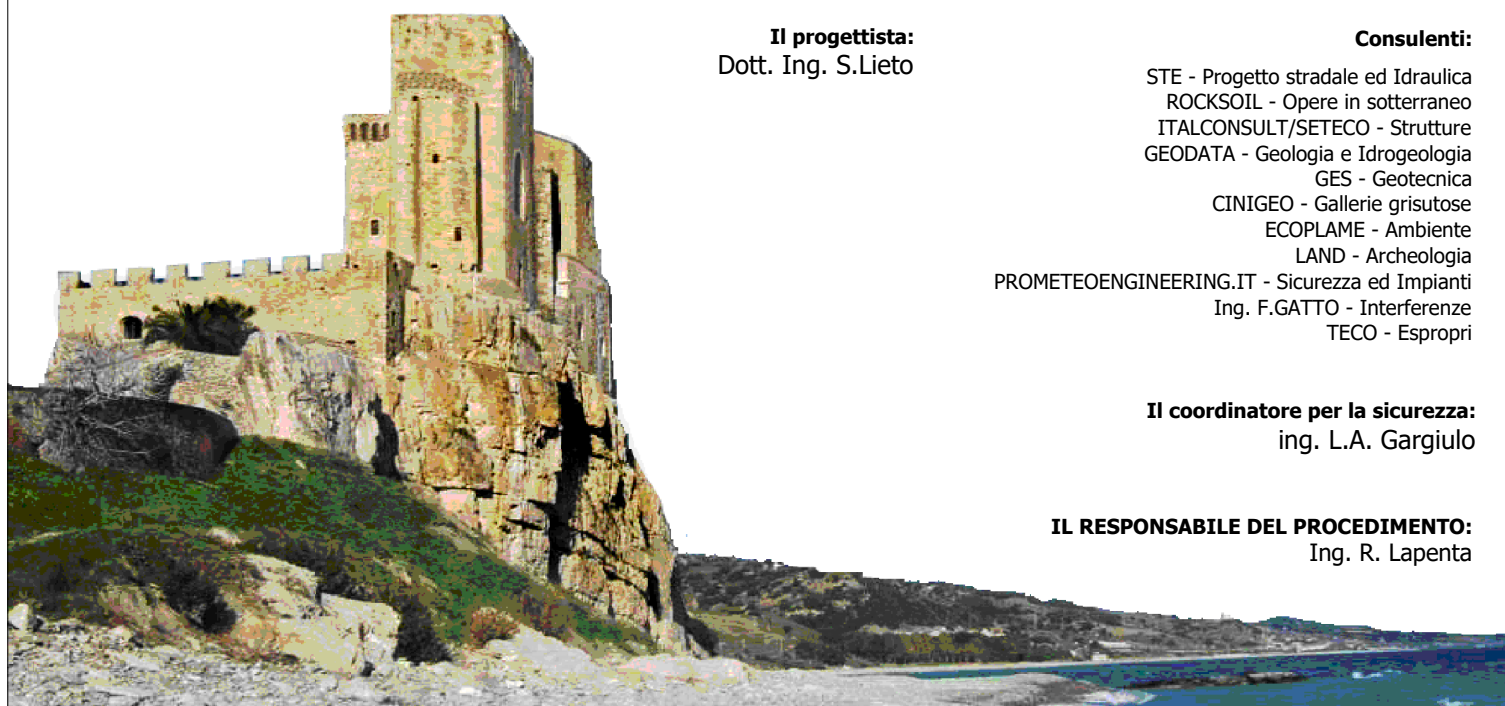
Il progettista:
Dott. Ing. S.Lieto

Consulenti:

- STE - Progetto stradale ed Idraulica
ROCKSOIL - Opere in sotterraneo
ITALCONSULT/SETECO - Strutture
GEODATA - Geologia e Idrogeologia
GES - Geotecnica
CINIGEO - Gallerie grisutose
ECOPLAME - Ambiente
LAND - Archeologia
PROMETEOENGINEERING.IT - Sicurezza ed Impianti
Ing. F.GATTO - Interferenze
TECO - Espropri

Il coordinatore per la sicurezza:
ing. L.A. Gargiulo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Ing. R. Lapenta



Rep.: P/3

Scala di rappresentazione: -:----

Codice Progetto:

Codice Elaborato:

LO716C E 1901 T00 IM00 IMP RE03 D

Table with 5 columns: Rev., Data, Descrizione, Redatto, Verificato, Approvato. Contains revision history for the project.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 1 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>CRITERI GENERALI DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>DATI E REQUISITI DI BASE DEL PROGETTO .....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI .....</b>	<b>9</b>
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PROGETTO DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>10</b>
<b>7.</b>	<b>Monitoraggio della tratta .....</b>	<b>10</b>
	7.1. Gestione avanzata per la sicurezza e per il risparmio energetico .....	12
	7.2. Sistema di monitoraggio wireless per strada e svincoli .....	12
	7.3. Architetture e funzionalità del sistema .....	14
	7.4. Architettura fisica e funzionalità dei GRAPE .....	19
	7.5. Rete wireless .....	26

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 2 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento intende illustrare le soluzioni progettuali adottate nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti tecnologici da realizzare nelle tratte all'aperto, in particolare da pk 0+000 a pk 18+863, presenti nel progetto di ammodernamento in nuova sede della S.S. N°. 106 "Jonica" nel tratto compreso tra l'innesto con la S.S. N°. 534 e l'abitato di Roseto Capo Spulico (denominato come "Megalotto 3" dal km 365+150 al km 400+000).

## 2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto definitivo delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti
- Normativa CEI, UNI, UNI-EN, UNI-CIG,
- Circolari ANAS
- Regole tecniche dei VV.F.
- Prescrizioni e raccomandazioni di ENEL

Nel caso di cui trattasi, si è fatto particolare riferimento alle seguenti Leggi, Circolari e Norme:

### Leggi e Circolari

- D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 14/10/2005 – "Norme di illuminazione delle gallerie stradali"
- D.Lgs n° 264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE (nel seguito indicata brevemente con DLgs)
- D.M. Interni del 22/10/2007 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"
- D.M. n° 37 del 22/01/08 "Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- Circolare ANAS n. 179431/09 "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie"

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 3 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

stradali” – Seconda edizione 2009 (nel seguito indicata brevemente con LG)

- AIPCR Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – XVIIIe Congrès Mondial de la Route à Bruxelles, Comité technique des tunnels routiers, rapport. Bruxelles septembre 1987 ;
- AIPCR Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – XIXe Congrès Mondial de la Route à Marrakech, Comité technique des tunnels routiers, rapport. Marrakech septembre 1991;
- AIPCR Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – XXe Congrès Mondial de la Route à Montréal, Comité technique des tunnels routiers, rapport. Montreal septembre 1995;
- AIPCR Association mondiale de la Route – Comité AIPCR des tunnels routiers : “Fire and Smoke Control in Road Tunnels » - ed. 1999;
- AIPCR Association mondiale de la Route – Comité technique AIPCR de l’exploitation des tunnels routiers : “Tunnel Routiers : Émission des Véhicules et besoins en air pour la ventilation » - ed. 2004.
- AIPCR Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – “Systems and Equipment for Fire and Smoke Control in Road Tunnels” – 2007.
- Ministère de l’Équipement, des Transports et du Logement - Circulaire interministérielle n. 2000-63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national – Bulletin Officiel – Sept. 2000;
- Office fédéral des routes OFROU - Directive - Ventilation des tunnels routiers choix du système, dimensionnement et équipement – Avril 2008

#### Norme Tecniche

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica – Luglio 2008
- Norma CEI 11-1 - “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”
- Norma UNI 9795 - Sistemi fissi automatici di rivelazione, segnalazione manuale ed allarme incendi – Gennaio 2010

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 4 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

- Norma UNI 10779 – Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio – Luglio 2007
- Norma UNI 11095 – Illuminazione delle gallerie – Dicembre 2003
- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche – Ottobre 2007
- Norma UNI 11292 – Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali – Agosto 2008
- Norma UNI EN 12464-1 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni – Ottobre 2004
- Norma UNI EN 12464-2 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno – Gennaio 2008
- Norma UNI EN 12845 – Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione, installazione e manutenzione – Maggio 2009
- Norme UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali – Settembre 2004
- Norme UNI 13201-3 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni – Settembre 2004

Si precisa come per l'opera di cui trattasi, facendo parte della rete TERN, risulta cogente il Dlgs n. 264/06 mentre le Linee guida ANAS costituiscono uno strumento che rendono pratica l'applicazione del Dlgs per quegli aspetti impiantistici in merito ai quali il Dlgs stesso si limita soltanto a fornire delle indicazioni prescrittive generali.

### 3. CRITERI GENERALI DI PROGETTO

Considerata la crescente applicazione ed eterogeneità degli impianti elettrici e speciali lungo i sistemi viari, e la loro funzione specifica di sicurezza, la loro definizione richiede un'attenta valutazione dei criteri progettuali guida da porre alla base della progettazione impiantistica, che si possono così riassumere:

- **elevato livello di affidabilità**, sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni: oltre all'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca, si dovrà realizzare un'architettura degli impianti in grado di far fronte a

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 5 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

situazioni di emergenza in caso di guasto o di fuori servizio di componenti o di intere sezioni d'impianto, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature, ecc. A tale scopo le apparecchiature saranno adeguatamente sovradimensionate e/o si adotteranno schemi d'impianto ridondanti (doppio trasformatore, sistemi di alimentazione di emergenza e di sicurezza, ecc.);

- **manutenibilità:** dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utilizzazioni; i tempi di individuazione dei guasti, o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle parti di scorta debbono essere ridotti al minimo: a tale scopo saranno adottati i seguenti provvedimenti:
  - a) omogeneità per quanto possibile delle tipologie impiantistiche
  - b) collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti (tipicamente cabine elettriche o vani tecnici nei by-pass all'interno dei tunnel)
  - c) costante monitoraggio dello stato degli impianti e delle reti tramite le funzioni di diagnostica attuate dal sistema di supervisione
  - d) facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature garantendo adeguati distanze di rispetto tra di esse ovvero tra esse ed altri vincoli strutturali
- **flessibilità** degli impianti intesa nel senso di:
  - a) consentire l'ampliamento dei quadri elettrici principali e secondari, prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza;
  - b) consentire la gestione di sistemi futuri tramite il sistema di controllo e comando, prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di punti controllati gestibili dal sistema ovvero di spazio nei quadri PLC
- **integrazione:** saranno preferite le soluzioni che, consentendo un'integrazione dei vari servizi (voce, dati e video), garantiscono un'ottimizzazione dell'utilizzo delle reti di trasmissione. Le reti, pertanto, costituiranno una risorsa condivisa da tutti i servizi sopra menzionati razionalizzando, in tal modo, l'uso di fibre ottiche e lo spazio dedicato ai percorsi impiantistici. Ovviamente, pur usando la medesima dorsale di comunicazione, i tre servizi saranno, funzionalmente e fisicamente, distinti tra loro prevedendo sia fibre ottiche dedicate, seppur appartenenti allo stesso cavo, sia specifici apparati attivi di rete (switch)
- **standardizzazione:** nelle tratte all'aperto trovano applicazione diversi impianti e sistemi che, per garantire un adeguato livello di sicurezza, devono efficacemente interagire tra loro. I vari sottosistemi dovranno quindi essere integrati e coordinati, secondo logiche automatiche predefinite, dal sistema di automazione e di supervisione. Stante questa necessità di integrazione degli impianti, al fine di evitare i problemi derivanti dall'eterogeneità delle

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 6 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

forniture, saranno standardizzate le relative interfacce ed i protocolli di comunicazione verso il sistema di controllo e di supervisione.

- **selettività di impianto:** l'architettura prescelta dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio in caso di guasto venga ridotta al minimo; nel caso specifico il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione tra loro coordinati caratterizzati da adeguate curve di intervento sia tramite un elevato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;
- **sicurezza degli impianti,** sia contro i pericoli derivanti dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica;
- **minimizzazione degli oneri di gestione:** tale obiettivo sarà conseguito tramite la previsione di componenti impiantistici caratterizzati da elevata durata di vita (ad esempio sorgenti luminose a LED), costituiti da materiali ad elevata resistenza (alluminio, inox ecc.). Inoltre saranno preferite le soluzioni tecniche che consentono di contenere, per quanto possibile, i consumi energetici quali sorgenti luminose ad elevata efficienza, l'adozione di idonei dispositivi di regolazione degli impianti di illuminazione, ecc.
- **comfort** per gli addetti e gli utenti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento e degli apparecchi illuminanti e con una attenta progettazione degli impianti speciali.





<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 8 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 9 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------

## 5. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI

Gli impianti previsti nel presente progetto dovranno essere realizzati nei seguenti ambienti tipici:

1. aree esterne (strade, aree di svincolo e viadotti): in tale contesto trova applicazione la sezione 714 della Norma CEI 64-8/7 relativa agli "Impianti di illuminazione situati all'esterno". Tale sezione prescrive i seguenti provvedimenti particolari che si possono, con i dovuti adeguamenti, estendere per analogia anche per gli altri impianti realizzati all'aperto:
  - pali di sostegno conformi alla Norma UNI EN 40
  - grado di protezione minimo IPX7 per componenti elettrici nei pozzetti con drenaggio o per componenti direttamente interrati
  - apparecchi illuminanti con grado di protezione minimo IP23 se posti ad una altezza maggiore di 2,5m dal piano di calpestio
  - caduta di tensione massima pari al 5%
  
2. Gallerie (presenti per pk>18+863, quindi non oggetto del presente documento): ai sensi della Norma CEI 64-8/7 sezione 751 trattasi di ambiente a maggior rischio in caso di incendio. Tale classificazione comporta i seguenti provvedimenti particolari:
  - i dispositivi di controllo e protezione devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti all'interno di involucri chiusi a chiave
  - è vietato l'uso del conduttore PEN
  - le condutture saranno posate secondo una delle modalità indicate con a1, c1 o c2 nell'articolo 751.04.2.6 della Norma CEI 64-8/7 sezione 751
  - i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti completi di protezione differenziale con corrente di intervento non superiore a 300mA. Tale prescrizione non vale per le condutture facenti parte dei circuiti di sicurezza
  - utilizzo di cavi non propaganti la fiamma (a Norma CEI 20-35) e non propaganti l'incendio (a Norma CEI 20-22)
  - utilizzo di cavi LS0H (a Norma CEI 20-22 e CEI 20-37)
  
3. locali tecnici: trattasi di ambienti ordinari, pertanto per gli impianti realizzati al loro interno valgono le regole generali indicate nelle parti 4 e 5 della Norma CEI 64-8.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 10 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

## 6. CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PROGETTO DEGLI IMPIANTI

Per meglio comprendere quanto riportato nel seguito, si anticipano le seguenti considerazioni di carattere generale:

- la gestione degli impianti “locali” a servizio di ciascuna area di svincolo sarà garantita da uno specifico sistema di controllo locale.
- tutti gli impianti, siano essi a servizio delle opere all’aperto che delle opere in sotterraneo, saranno inoltre gestiti dal “Sistema di supervisione generale” le cui interfacce operatore saranno fisicamente collocate nei Centro di controllo.
- per la connessione sia degli impianti “locali” ai centri di controllo remoto sarà realizzata una rete WAN (Wide Area Network) in fibra ottica, configurata ad anello e posata lungo le due carreggiate comprese nel presente intervento. Tale rete sarà basata su standard Ethernet e sarà dedicata a più servizi: servizio dati (per le funzioni di controllo, automazione e supervisione), servizio fonia (SOS) e servizio video (TVCC)
- i tre servizi sopra menzionati, supportati dalla rete WAN, utilizzeranno apparati attivi (switch) e fibre ottiche di connessione dedicate. Ciascun nodo WAN pertanto può essere suddiviso, fisicamente e funzionalmente, in un nodo WAN/dati, in un nodo WAN/fonia ed in un nodo WAN/video. Allo stesso modo ciascuna tratta della rete WAN in f.o. può essere suddivisa, fisicamente e funzionalmente, in una connessione WAN/dati, in una connessione WAN/fonia ed in una connessione WAN/video
- per il servizio dati e per il servizio voce saranno utilizzati, rispettivamente ed unicamente, il protocollo di comunicazione Modbus TCP/IP ed il protocollo VOIP

## 7. Monitoraggio della tratta

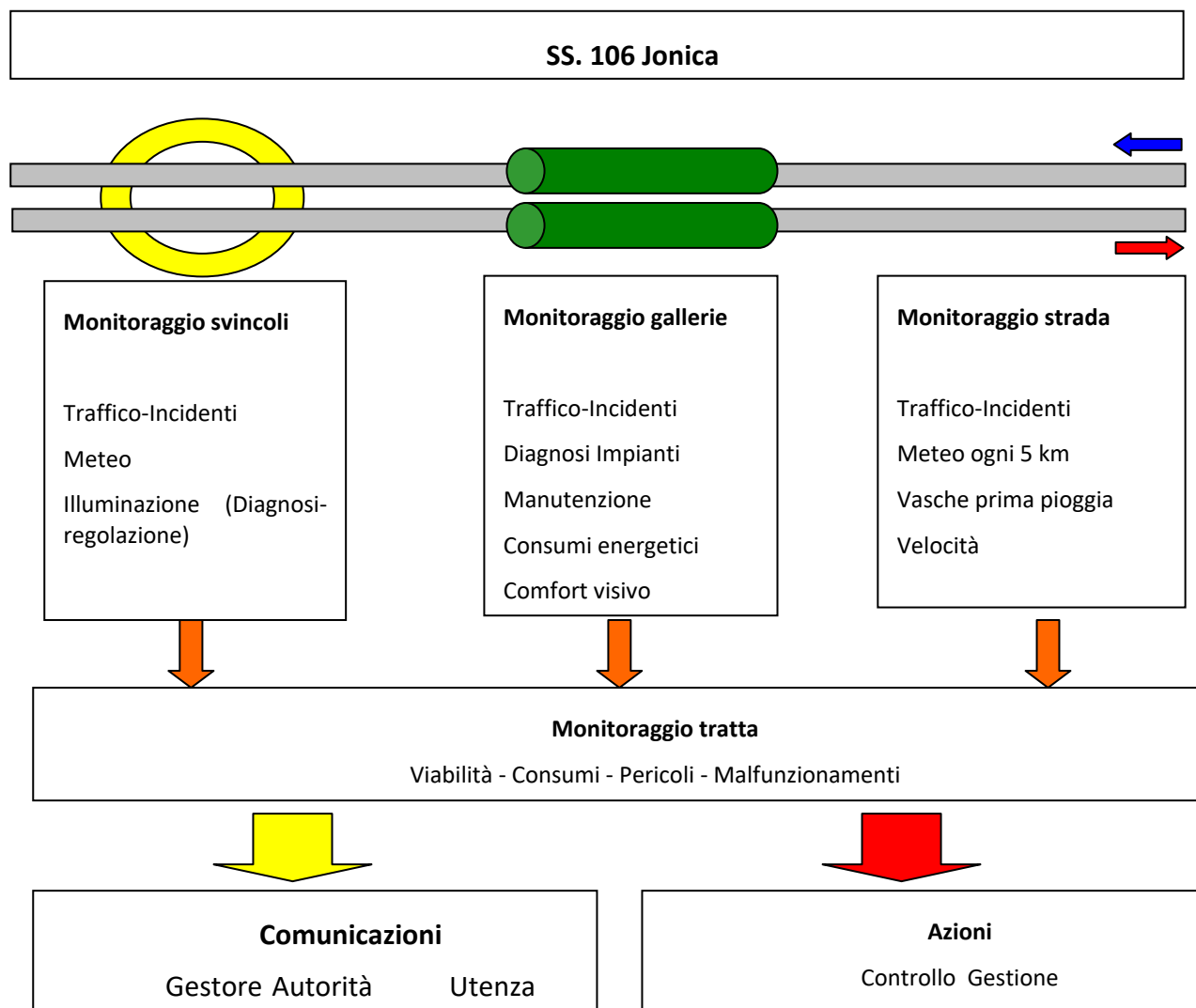
Il sistema di monitoraggio svolge funzione di controllo del traffico, rilevazione incidenti, diagnostica dei sistemi di sicurezza, rilevazione delle condizioni meteo, esso sarà costituito da:

- un sottosistema di monitoraggio delle gallerie
- un sottosistema di monitoraggio dei tratti a cielo aperto,
- un sottosistema di monitoraggio degli svincoli.

I tre sottosistemi faranno capo ad una rete di trasmissione dati realizzata in parte mediante fibra ottica, in parte mediante connessioni telefoniche, ed in parte mediante connessioni radio.

Successivamente è mostrata la logica del sistema di gestione.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 11 di 26
-----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------



Il monitoraggio lungo la tratta è effettuato mediante:

- una rete di sensori wireless comunicanti via radio installati sulle barriere di sicurezza nei tratti a più elevata densità di traffico ovvero nei tratti individuati come pericolosi in grado di rilevare eventuali urti mediante accelerometri, individuare la presenza di traffico, conteggio veicoli, verificare la direzione, rilevare condizioni meteo e la presenza di nebbia o ghiaccio;
- una rete di centraline meteo complete installate ogni 3-5 km in corrispondenza dei PMV dotate di anemometro, sensore di temperatura, sensore di irraggiamento, barometro, pluviometro, igrometro in grado di trasmettere i dati rilevati ovvero di elaborarli per effettuare previsioni meteo da trasmettere ai centri di controllo ed alle autorità locali,
- un sistema di misura dei livelli e di diagnosi delle apparecchiature per le vasche di prima pioggia previste in progetto,

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	<p style="text-align: center;">OPERE A CIELO APERTO</p> RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 12 di 26
-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

- la predisposizione per il sistema Tutor per il monitoraggio della velocità composta di collegamento dati, alimentazione elettrica e supporti per i sensori sui PMV.

Il monitoraggio degli svincoli è effettuato mediante:

- una rete di sensori wireless comunicanti via radio installati sulle barriere di sicurezza in grado di rilevare eventuali urti mediante accelerometri, individuare la presenza di traffico, conteggio veicoli, verificare la direzione, rilevare condizioni meteo e la presenza di nebbia o ghiaccio;
- un sistema di diagnosi e regolazione degli impianti di illuminazione a LED.

### **7.1. Gestione avanzata per la sicurezza e per il risparmio energetico**

Il risparmio energetico ottenibile ricorrendo all'automazione delle funzioni di illuminazione è legato allo spegnimento automatico di servizi nei momenti in cui non sono necessari, e alla parzializzazione quando è necessaria solo una potenza ridotta. I vantaggi conseguibili attraverso la sola gestione nella maggior parte dei casi corrispondono ad una riduzione sulla bolletta energetica che va dal 10% al 20%.

### **7.2. Sistema di monitoraggio wireless per strada e svincoli**

Il sistema di monitoraggio ha lo scopo di generare una serie di allarmi in caso di anomalie di traffico, incidenti, condizioni meteo lungo l'intera tratta a cielo aperto.

Il sistema consiste in una rete di sensori installati sulle barriere di sicurezza dotati di hardware e firmware, di unità di acquisizione dati che possono essere alternativamente alimentati via cavo o in maniera autonoma attraverso un modulo fotovoltaico.

Il sistema di monitoraggio della tratta oggetto della presente relazione ha due versioni: versione isolata e versione distribuita. Entrambe queste versioni, denominate rispettivamente IEDG e WEDG, integrano in un unico dispositivo molteplici funzionalità, quali:

- Riconoscimento eventi:
  - il rilevamento degli urti contro le barriere stradali in acciaio;
  - il rilevamento delle possibili condizioni di rischio ghiaccio.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	<b>OPERE A CIELO APERTO</b> RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 13 di 26
-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

- monitoraggio:
  - dei parametri ambientali, quali la temperatura, l'umidità, dew-point, l'intensità luminosa;
  - dei livelli di densità di traffico;
  - code/congestioni.

e consentono il posizionamento fisico del dispositivo in un punto qualsiasi sulla barriera dove si necessita delle sopracitate funzionalità.

A seconda della versione, si avrà un collegamento dei dispositivi con cavo elettrico a bassa tensione continua oppure con modulo fotovoltaico (WEDGc oppure IEDG\_FV). Ogni dispositivo è facilmente installabile su barriera e non richiede alcun intervento edile.

Il sistema di monitoraggio della tratta e degli svincoli sarà dotato delle seguenti funzionalità:

- monitoraggio degli urti contro le barriere stradali con immediato invio di un allarme al centro di controllo;
- monitoraggio dei livelli di densità di traffico con invio giornaliero dei dati acquisiti;
- monitoraggio dei parametri ambientali (temperatura, umidità) con invio giornaliero dei dati acquisiti;
- generazione e invio di allarmi alla centrale operativa, in caso di rilevamento di uno dei seguenti eventi:
- impatto di veicoli contro la barriera;
- il rilevamento delle possibili condizioni di rischio ghiaccio;
- presentazione dello stato di esercizio dei dispositivi in forma tabellare e grafica
- storicizzazione delle misure attraverso l'uso di database SQL server

La configurazione proposta prevede la fitta dislocazione lungo la tratta di nodi che comunicano tra di loro in modalità wireless e con una Centrale che a sua volta elabora i dati periferici ed inoltra ai nodi eventuali comandi remoti; in tal modo è possibile rilevare tempestivamente l'insorgere di anomalie che possono essere così segnalate all'utenza

Tutti i dati di monitoraggio e gli eventi rilevati vengono inviati ad un centro preposto al controllo attraverso il canale GSM/GPRS.

Il software di gestione e controllo del sistema è installato presso una piattaforma Hardware ospitata presso i centri di controllo attua le funzioni di:

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	<p style="text-align: center;">OPERE A CIELO APERTO</p> RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 14 di 26
-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

- Elaborazione delle misure
- Diagnostica dei dispositivi
- Archiviazione/storicizzazione delle misure su data base
- Presentazione all'operatore di tutte le informazioni rilevate in forma grafica e tabellare (mediante interfacciamento ad una piattaforma esistente)

### **7.3. Architetture e funzionalità del sistema**

Gli obiettivi dichiarati nel precedente capitolo saranno garantiti dall'architettura descritta qui di seguito.

#### **7.3.1. Architettura**

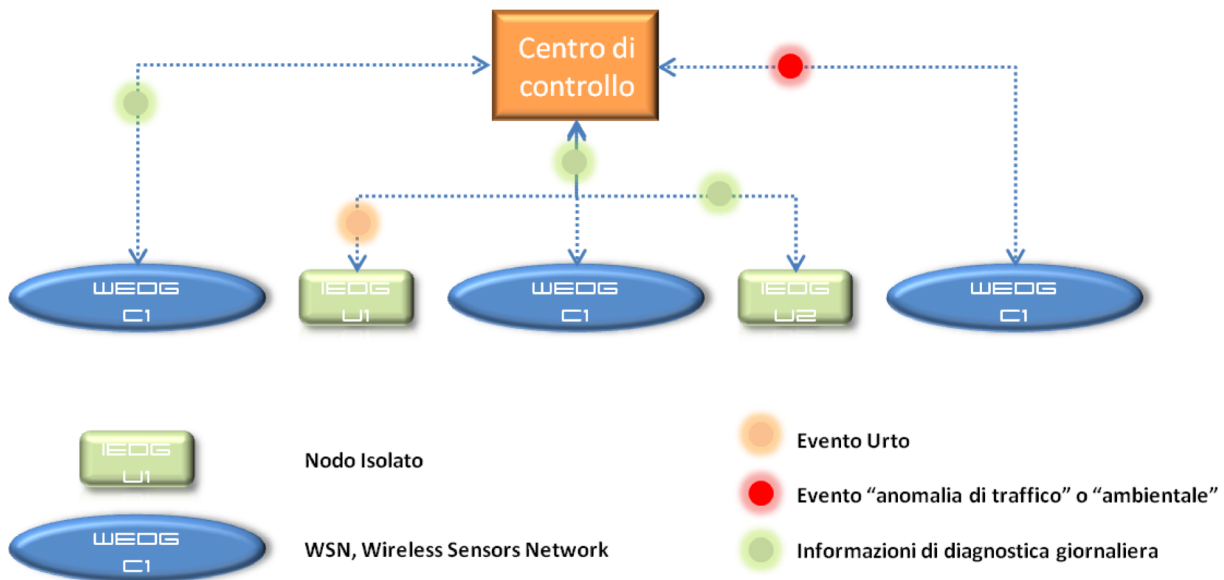
I sistemi di monitoraggio della tratta descritti si compongono di dispositivi GRAPE: sono di tipo isolato IEDG o di tipo distribuito WEDGc. Offrono le medesime funzionalità ma sono in grado di fornire una copertura di un punto (IEDG) o di un'area (WEDG).

I dispositivi isolati IEDG verranno connessi attraverso link GSM/GPRS alla piattaforma di infomobilità.

I dispositivi distribuiti WEDGc, formano tra loro una rete wireless e mediante il gateway verranno connessi attraverso link GSM/GPRS alla piattaforma di infomobilità. Su un tratto di strada come quella in oggetto saranno presenti più reti wireless, ognuna indipendente dalle altre.

La piattaforma di infomobilità della tratta gestirà tutti i dati e le informazioni provenienti da tutti i sistemi di monitoraggio della tratta installati, e assicurerà ridondanza e alta affidabilità del servizio, operativo 24h.

Nella figura di seguito verrà illustrata l'architettura funzionale tipica del sistema di monitoraggio della tratta e verrà illustrato il flusso dei dati in caso di rilevamento di un evento o nel normale funzionamento.



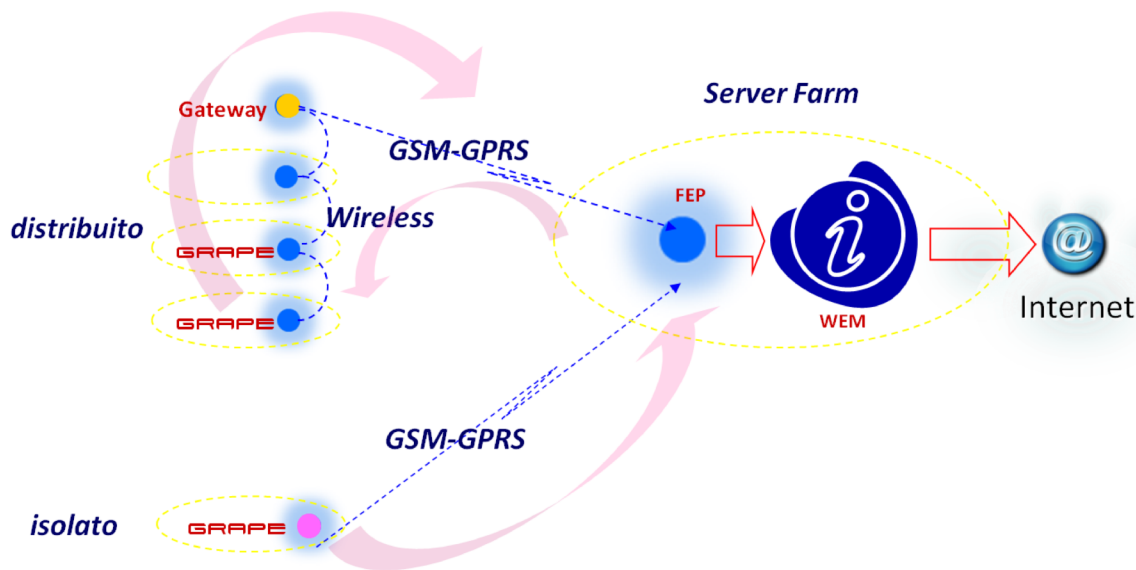
**Figura 1 architettura del sistema di monitoraggio della tratta**

Il flusso dei dati del sistema è riportato in **Figura 2**: ciascuno sistema, isolato o distribuito, installato sulla barriera invia **giornalmente** i dati raccolti al **FEP** presente nella server farm del gestore.

Nel caso in cui si verifica un evento tra quelli indicati nel capitolo precedente questa informazione viene inviata nel centro nel momento stesso in cui si è verificata.



<p>Codifica: LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D</p>	<p>OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA</p>	<p>Data: 08.09.2019</p>	<p>Pag. 16 di 26</p>
------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	--------------------------



**Figura 2 flusso dati proveniente dal sistema di monitoraggio della tratta fino alla piattaforma presente presso la centrale operativa**

### 7.3.2. Funzionalità

Le funzionalità previste sono le seguenti:

- Monitoraggio continuo, per l'intero arco della giornata (h24) delle funzionalità del sistema (da verificare in fase di progettazione esecutiva di dettaglio, e preliminarmente alla realizzazione ed avviamento del sistema).
- Invio automatico dei dati e degli eventi rilevati dai sistemi di monitoraggio della tratta all'operatore preposto al controllo.
- Segnalazione di allarme via email ad un computer oppure ad uno smart phone (da concordare con l'operatore l'invio dell'allarme anche via sms) ogni qual volta si verifica un evento tra quelli rilevabili.
- Visualizzazione di tutte le misure e di tutti gli eventi rilevati via web semplicemente attraverso la connessione ad un dominio personalizzato. La modalità di visualizzazione è di tipo tabellare e grafica (vedi Figura 3).
- Diagnostica giornaliera dello stato di funzionamento del sistema.
- Accesso all'interfaccia web mediante identificativo unico per ciascun utente.
- Supervisione e interfaccia alla manutenzione con segnalazione guasti.

Codifica: LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	Data: 08.09.2019	Pag. 17 di 26
----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	------------------

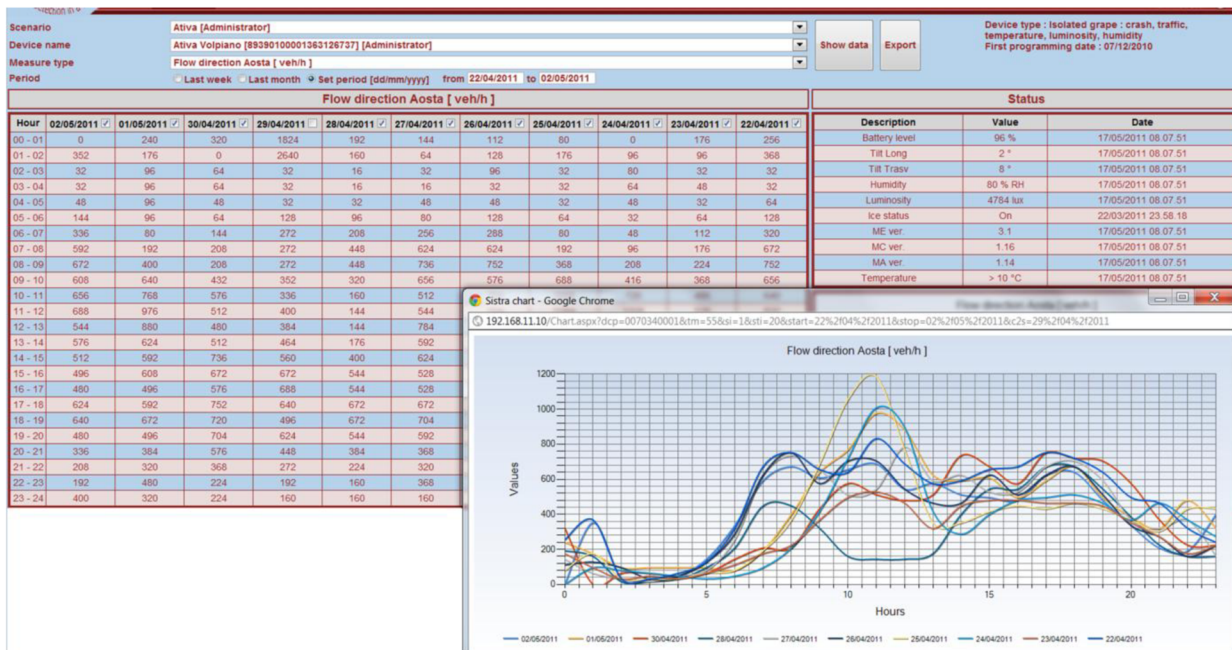


Figura 3 Interfaccia: visualizzazione tabellare e grafica dei dati

Per poter visualizzare i dati l'utente dovrà aprire una pagina web e subito identificarsi attraverso la maschera di login.

Dopo l'autenticazione sarà possibile navigare all'interno delle pagine web utilizzando i pulsanti seguenti (Tabella 1):

Parametro	Descrizione
Measures	Consente la visualizzazione delle misure inviate dai GRAPE (formato grafico/tabellare)
Back office	Consente gestire gli scenari e i GRAPE (nome, posizione)
Events	Consente la visualizzazione degli eventi (urto, rischio ghiaccio) inviati dai GRAPE

Tabella 1 Pulsanti di navigazione

La parte SW è composta da:

- FEP GSM/GPRS (Front End Processor): interfaccia per la gestione delle

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 18 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

telecomunicazioni GSM/GPRS. Provvede a mantenere attive le comunicazioni; esegue procedure diagnostiche; esegue il log di dettaglio di ogni comunicazione e situazione riscontrata.

- DEM (Data and *Event Management*): software dedicato all'elaborazione dei dati provenienti dal campo, alla certificazione dei medesimi, alla caratterizzazione e generazione dell'evento, alla registrazione dell'evento su database ed alla eventuale pubblicazione dell'evento verso l'utente finale mediante servizio di posta elettronica (con mailing-list configurabile). L'applicazione dispone sia di un'interfaccia tabellare sia di una grafica, con modalità di accesso protetta e limitata allo scenario dell'utente, che consente la visione di dettaglio e storica degli eventi registrati attraverso l'attivazione di eventuali filtri per categoria (nodo, periodo, evento). Servizio in modalità ASP (*Application Server Provider*) fruibile mediante semplice connessione locale al server. Sul DEM è inoltre possibile integrare/interfacciare altri sistemi pre-installati o di nuova installazione.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 19 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

## 7.4. Architettura fisica e funzionalità dei GRAPE

### 7.4.1. Architettura

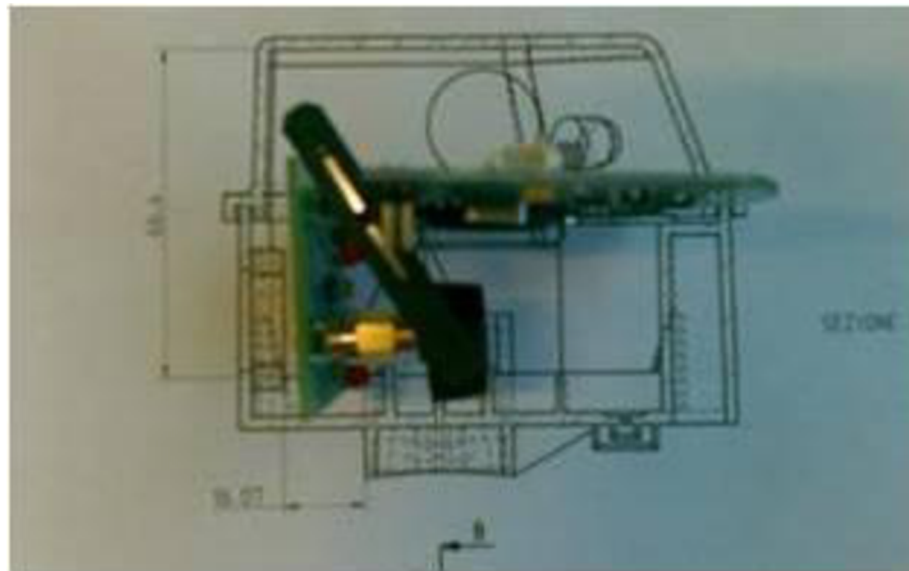
Le componenti Hardware che formano i dispositivi GRAPE del sistema di monitoraggio della tratta sono le seguenti:

- Testina:
  - GRAPE/IEDG contiene il modulo di acquisizione (MA) che si occupa del rilevamento di dati dipendente dalla tipologia di sensori che sono stati montati (Figura 4);
  - GRAPE/WEDGc contiene il modulo di acquisizione (MA) che si occupa del rilevamento di dati dipendente dalla tipologia di sensori che sono stati montati e il modulo radio (MR) che consente la realizzazione della rete wireless (banda ISM, frequenza di lavoro 2.4GHz) (Figura 5);
- Raccordi e collegamento: tubo corrugato di lunghezza variabile a seconda dell'installazione (al massimo la quota di 3m). I raccordi come il collegamento utilizzati sono in plastica (poliammide), a 90°, con guarnizione interna in TPE. Sono resistenti agli olii, alle benzine ed in particolare agli acidi ed ai solventi. Non contengono né cadmio, né silicone, né alogeni. Sono antifiamma e autoestinguenti UL94-V0. Sono conformi alle normative EN 60204 per macchine ed impianti industriali e consentono di realizzare installazioni protette ed isolate. Il grado di protezione garantito dal sistema composto dalla Testina, dal Box e dal collegamento e dai raccordi è IP68 (Figura 6);
- Box:
  - Il box del GRAPE/IEDG\_FV è un contenitore contenente un pannello fotovoltaico, un sistema di accumulo di energia e l'opportuna elettronica di condizionamento. Contiene inoltre l'elettronica di elaborazione e comunicazione (Figura 7);
  - Il box del GRAPE/WEDGc è un contenitore ad unico compartimento contenente una morsettiera per il fissaggio del cavo elettrico che trasporta una tensione continua fino a 48V (Figura 8).

<p><i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D</p>	<p>OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA</p>	<p><i>Data:</i> 08.09.2019</p>	<p><i>Pag.</i> 20 di 26</p>
-------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------



**Figura 4 Contenitori testina del modulo di acquisizione**

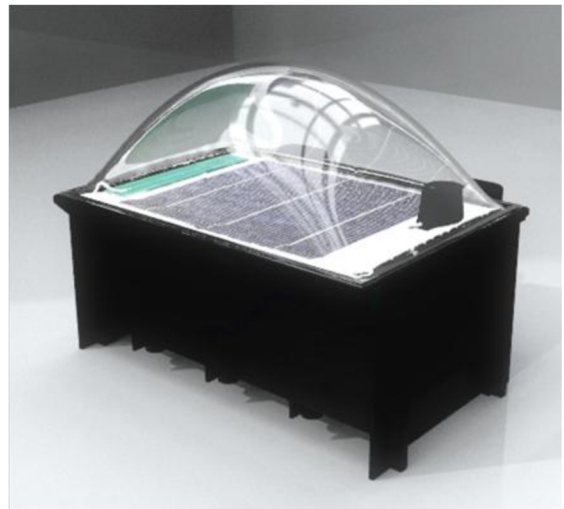


**Figura 5 Posizionamento dei moduli MA ed MR all'interno della testina**



**Figura 6 Raccordo e corrugato utilizzato per collegare la Testina con il Box**

<p><i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D</p>	<p>OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA</p>	<p><i>Data:</i> 08.09.2019</p>	<p><i>Pag.</i> 21 di 26</p>
-------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------

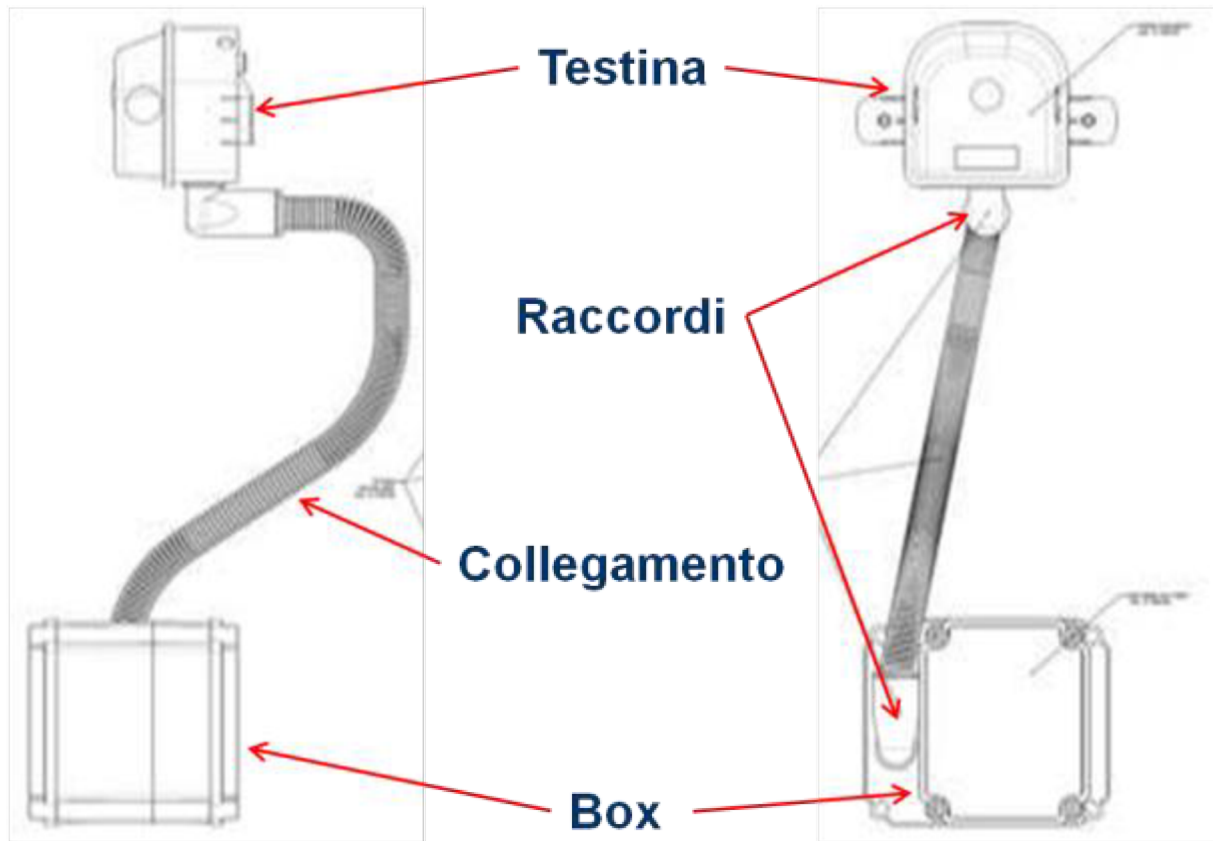


**Figura 7 Contenitore modulo di comunicazione/elaborazione con fotovoltaico**



**Figura 8 Contenitore morsettiera per collegamenti elettrici GRAPE/WEDGc (versione cablata)**

<p>Codifica: LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D</p>	<p>OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA</p>	<p>Data: 08.09.2019</p>	<p>Pag. 22 di 26</p>
------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	--------------------------



**Figura 9 Schema del nodo GRAPE**

#### 7.4.2. Funzionalità

Ogni dispositivo GRAPE installato sulla barriera è in grado di assolvere le seguenti funzioni:

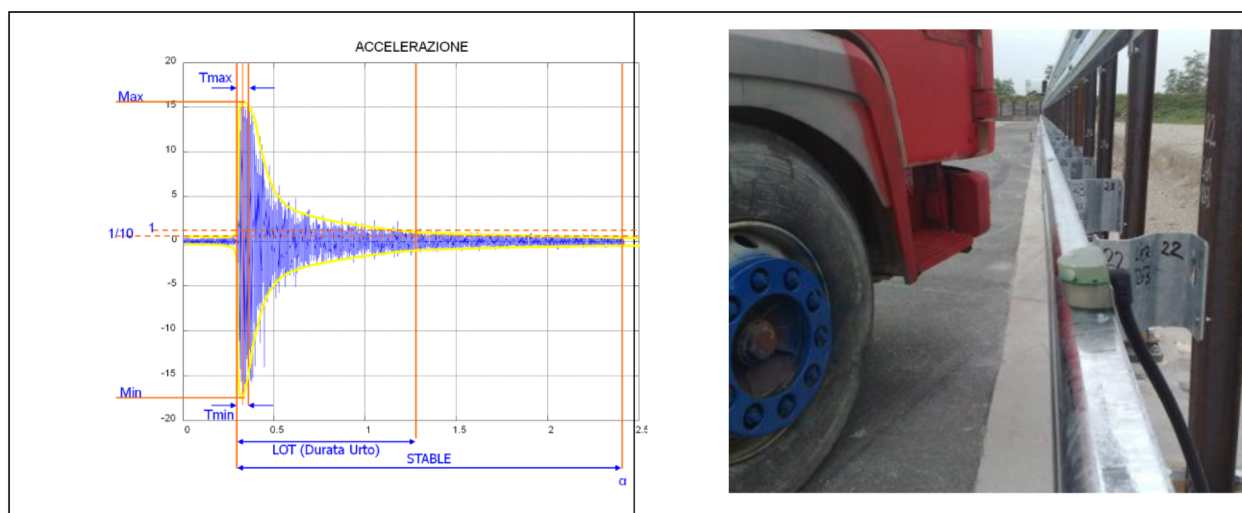
- Rilevare l'urto contro la barriera (esistente o di nuova installazione).
- Rilevare la temperatura/umidità.
- Rilevare i livelli di densità di traffico.
- Inviare giornalmente le misure rilevate alla centrale operativa.
- Inviare in tempo reale l'allarme di rilevamento urto alla centrale operativa.
- Inviare in tempo reale l'allarme di rilevamento probabili condizioni di rischio ghiaccio alla centrale operativa.
- Inviare giornalmente la diagnostica alla centrale operativa.

**Rilevamento urti/vibrazioni su barriere in acciaio (tipo guard-rail).** Il IEDG è dotato di accelerometro tri-assiale in grado di rilevare vibrazioni anche di lieve entità.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 23 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

Il IEDG è stato testato su guard-rail durante gli innumerevoli crash test necessari per la verifica dei requisiti di prestazione dei sistemi di contenimento nelle prove d'urto.

È stato così creato un database di eventi che ha permesso la definizione di parametri utili al riconoscimento di un urto, alla sua durata e in qualche modo all'energia ad esso associata. Il IEDG ha una copertura di 100m di raggio, quindi per avere una copertura completa della barriera si installa un IEDG ad una distanza di 200m dal successivo. Tale distanza consente anche il rilevamento delle anomalie di traffico.

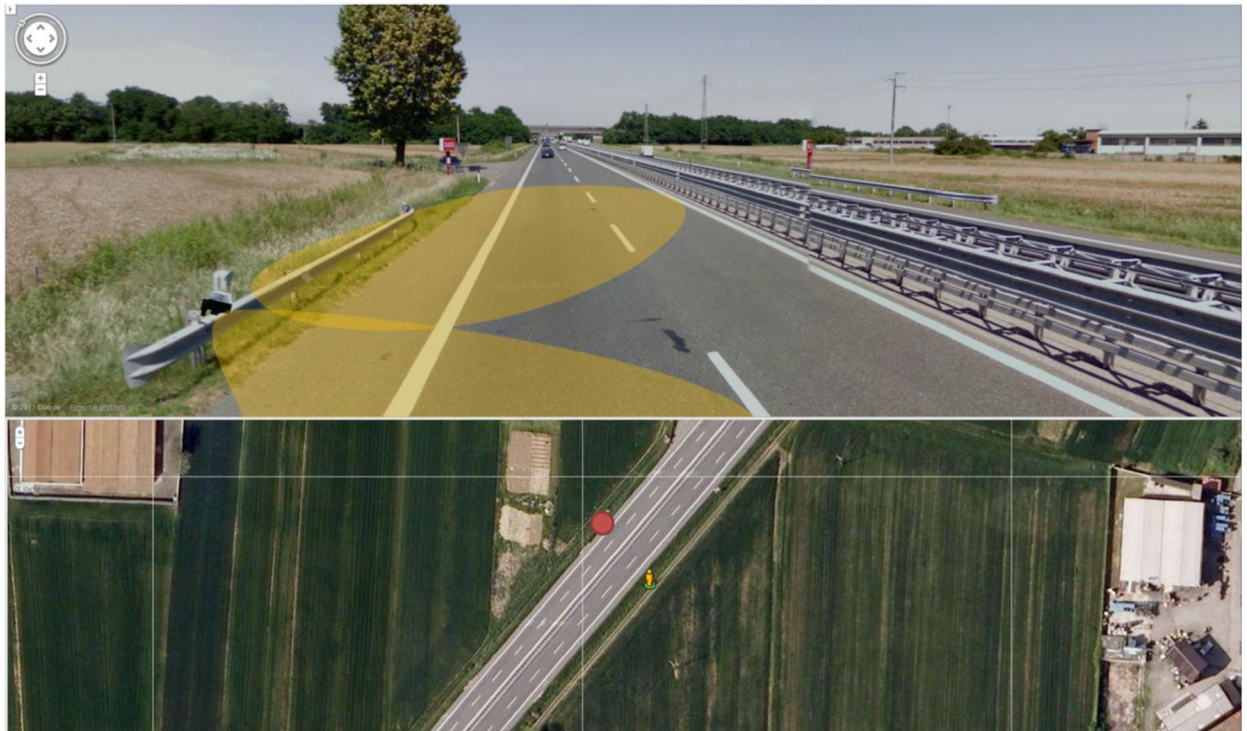


**Figura 10 Andamento dell'accelerazione durante un urto**

**Livelli densità di traffico.** Il rilevamento del passaggio di veicoli viene effettuato mediante l'uso di due sensori all'infrarosso in grado di misurare l'energia emessa dal veicolo in a causa del suo riscaldamento e di identificare pertanto il passaggio, la direzione e l'occupazione temporale (vedi figura sottostante).



<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	<b>OPERE A CIELO APERTO</b> RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 24 di 26
-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------



**Figura 11 Esempio di installazione di nodo IEDG su barriera ed esempio di area di rilevamento veicoli**

Un opportuno algoritmo è in grado di identificare il densità veicolare su livelli (dal regolare/scorrevole all'intenso).

**Parametri ambientali.** Il GRAPE è dotato di sensori in grado di misurare la temperatura, l'umidità relativa, il dew-point (o punto di rugiada/brina) e l'intensità luminosa. Questi quattro parametri, opportunamente elaborati consentono di determinare quelle particolari condizioni ambientali, come la probabile formazione di ghiaccio o brina, che possono influenzare il normale flusso del traffico. L'agevole posizionamento del GRAPE a bordo strada, ma non sul manto stradale, non è condizionato dalla sua ordinaria manutenzione né tantomeno dall'eventuale rimozione/danneggiamento dovuto alla spalatura neve. Inoltre, l'indicazione fornita riguarda l'aria circostante il dispositivo. L'informazione è decisamente completa, globale e non circoscritta.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	<b>OPERE A CIELO APERTO</b> RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 25 di 26
-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------



**Figura 12** Installazione montana nodo IEDG

<i>Codifica:</i> LO716CE1901 T00 IM00 IMP RE03 D	OPERE A CIELO APERTO RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLA TRATTA	<i>Data:</i> 08.09.2019	<i>Pag.</i> 26 di 26
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	-------------------------

## 7.5. Rete wireless

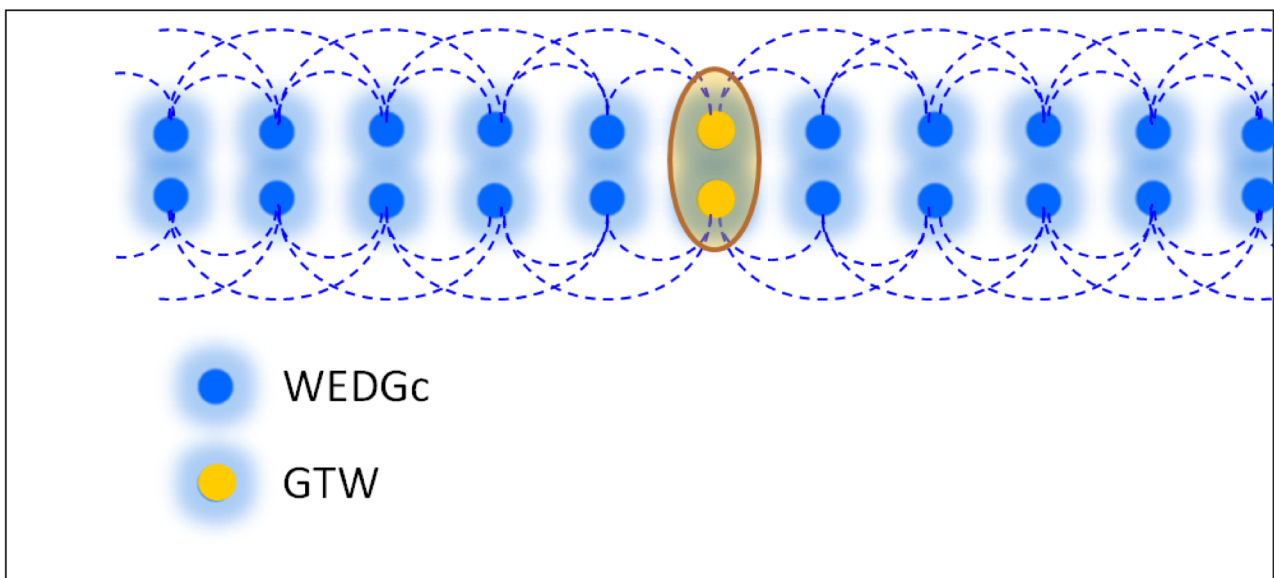
Negli attuali sistemi utilizzati per il rilevamento di parametri di traffico, spire induttive – dispositivi all’infrarosso, a microonde – sistemi basati su video camere, si usa dislocare uno o più dispositivi (a seconda del numero di carreggiate) ogni chilometro mediamente. L’elevato costo di ciascun singolo sistema non ne permette un infittimento.

Inoltre i costi di installazione, relativamente all’infrastruttura necessaria all’installazione dei sopracitati sistemi, non migliorano certamente le condizioni al contorno. Tuttavia non disponendo ancora di soluzioni alternative tali sistemi rimangono la scelta primaria da parte degli operatori stradali. Il sistema di monitoraggio della tratta, oltre ad integrare in un unico dispositivo molteplici sensori per altrettanto molteplici applicazioni, permette di disporre di una rete di sensori wireless (WSN, Wireless Sensor Network) auto-configurante che consente, attraverso una fitta distribuzione di GRAPE, di avere un’accurata conoscenza della rete stradale monitorata.

Ogni rete wireless del sistema di monitoraggio della tratta si compone di WEDGc e un gateway (GTW). Ogni WEDGc dista mediamente circa 50 metri dal successivo.

Nodo GTW (*Gateway RRbox*): elemento fisico che funge da terminale della catena dei nodi e da interfaccia verso la Centrale Operativa. E’ costituito da un PC industriale dotato di più Radio (per gestire distinte catene di nodi) e di un modem GSM/GPRS operante in connessione dati IP (utilizzando la rete dell’Operatore Telefonico Certificato per questo servizio).

Il Gateway prevede di essere alimentato a rete elettrica (220V AC) e necessita di un’installazione in armadietto protetto e stagno. Il Gateway GTW opera grazie ad un Software specifico.



**Figura 13 Esempio di rete wireless installabile su strada**