

SMART ROAD

"La strada all'avanguardia che corre con il progresso"

A cura della Direzione Operation e Coordinamento Territoriale
Infrastruttura Tecnologica e Impianti




anas
GRUPPO FS ITALIANE

SMART ROAD

"La strada all'avanguardia che corre con il progresso"

A cura della Direzione Operation e Coordinamento Territoriale
Infrastruttura Tecnologica e Impianti

SOMMARIO

PREFAZIONE	9
1 LA SMART ROAD	10
1.1 I Sistemi Di Trasporto: Dalla Strategia Europea Alla Smart Road.....	10
1.2 Vision Anas.....	13
1.1 Sistema Di Comunicazione	17
1.1.1 Sistema wired	22
1.1.1.1 Infrastruttura di rete	23
1.1.2 Sistemi wireless.....	26
1.1.2.1 Sistema Wi Fi in Motion 2.4/5 GHz (Standard IEEE 802.11 a/b/g/n).....	26
1.1.2.1.1 Access Point per WI-FI in Motion	28
1.1.2.1.2 Mobile Edge Computing (MEC)	30
1.1.2.2 Sistema per la connettività V2I	30
1.1.2.2.1 Road Side Unit	43
1.1.3 Ulteriori tecnologie di comunicazione dati implementabili nella Smart Road.....	43
1.1.4 Site Survey	44
1.1.5 Centro di Controllo Smart Road	45
1.1.5.1 Piattaforma software di gestione rete wired	46
1.1.5.2 Centro di controllo Locale sistema WiFi in Motion	47
1.1.5.3 Piattaforma di gestione e controllo Sistema WI Fi V2I	49
1.1.5.4 Piattaforma Software Smart Tunnel.....	50
1.1.5.5 Piattaforma Software per la gestione delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici.....	51
1.1.5.6 Piattaforma Software per la gestione ed il controllo del sistema elettrico di ciascun "Modulo" Smart Road.....	51
1.1.5.7 Piattaforma Software per la gestione ed il controllo della videosorveglianza	51
1.1.5.7.1 Software installabile su piattaforma di gestione e su Multi Function Smart Camera ..	51
1.1.6 Concept Postazione polifunzionale	52
1.2 ROAD ANAS NETWORK INTERNET OF THINGS (RANIOT)	67
1.2.1 Architettura del sistema IoT per il monitoraggio	67
1.2.2 Tipologie di reti per sistemi IoT	68
1.2.2.1 Short Range Network - Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN)	72
1.2.2.2 Long Range Network - Low Power Wide Area Network (LP-WAN).....	72
1.2.3 I Sistemi di Monitoraggio nella RANIoT	74
1.2.4 Sistema di Monitoraggio dell'Infrastruttura.....	75

1.2.4.1	Monitoraggio del piano viabile	78
1.2.4.2	Monitoraggio delle barriere di sicurezza.....	78
1.2.4.3	Monitoraggio di ponti e viadotti	79
1.2.4.4	Monitoraggio in galleria.....	80
1.2.4.5	Monitoraggio dei versanti instabili.....	80
1.2.5	Sistema di Monitoraggio Traffico e Trasporto Merci	81
1.2.5.1	Multi-function Smart Camera.....	81
1.2.5.2	Controllo svincoli in ingresso ed in uscita	82
1.2.5.3	Weigh in Motion System (WIM) - Pesatura dinamica	83
1.2.5.4	Sistema Intelligent Truck Parking.....	86
1.2.5.5	Smart Tracer Road Work	86
1.2.6	Sistema di monitoraggio ambientale	86
1.2.7	Sistema di monitoraggio e intervento con droni	88
1.2.8	Identificazione con TAG RFID	90
1.2.9	Sistema di monitoraggio permanente in fibra ottica per infrastrutture viarie	90
1.3	Sistema di gestione e controllo della corsia dinamica.....	94
1.3.1	Impianto di segnaletica verticale di emergenza.....	95
1.3.2	Impianto di videosorveglianza (TVCC).....	96
1.3.3	Piattaforma software di gestione e controllo in locale e remoto	97
1.4	Smart Tunnel.....	99
1.4.1	Descrizione del sistema	99
1.4.2	Piattaforma software di gestione e controllo	100
1.5	SISTEMA ENERGIA: Prestazioni e specifiche tecniche	103
1.5.1	Architettura generale	103
1.5.2	Generazione di energia elettrica	108
1.5.2.1	Impianti a fonti rinnovabili: fotovoltaico e mini-eolico	109
1.5.2.2	Collegamento degli impianti di produzione rinnovabile alla rete.....	114
1.5.3	Centrale tecnologica	116
1.5.3.1	Connessione alla rete	116
1.5.3.2	Apparecchiature di cabina.....	116
1.5.3.3	Sistema antifurto e monitoraggio cavi	120
1.5.4	Distribuzione di energia elettrica in itinere	121
1.5.5	Distribuzione di energia elettrica nella Green Island	123
1.5.5.1	Stazioni di ricarica dei veicoli elettrici.....	123



1.5.5.2	Stazioni di ricarica dei droni	124
1.5.6	Tipologie di posa cavi.....	125
1.5.6.1	In itinere	125
1.5.6.2	In galleria	126
1.5.6.3	In corrispondenza di strutture sospese	126
1.6	Servizi Smart Road	126
1.6.1	Informazioni per l'utente	126
1.6.2	Informazioni dall'utente.....	130
1.6.3	Intelligent Truck Parking - Aree di sosta per mezzi pesanti	131
2	Il Contesto Normativo	133
	DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI	138

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Smart Road Anas.....	14
Figura 2 - Concept della Smart Road.....	19
Figura 3 - Schema del Sistema di Comunicazione	20
Figura 4 - Bande di frequenza per la comunicazione tra V2V o V2I.....	32
Figura 5 - Semplificazione dello scenario di comunicazione ITS.....	33
Figura 6 - Semplificazione sistemi ITS.....	34
Figura 7 - Semplificazione stazione ITS "Sistema Centrale"	34
Figura 8 - Semplificazione stazione ITS "Veicolo".....	35
Figura 9 - Semplificazione stazione ITS "Infrastruttura"	35
Figura 10 - Architettura delle stazioni ITS.....	36
Figura 11 - Funzioni dell'architettura delle stazioni ITS	37
Figura 12 - Funzioni di dettaglio dell'Application Layer.....	37
Figura 13 - Funzioni di dettaglio del Facilities Layer.....	39
Figura 14 - Funzioni di dettaglio del Networking & Transport Layer	40
Figura 15 - Funzioni di dettaglio dell'Access Layer	40
Figura 16 - Protocol Data Unit del Physical Layer.....	41
Figura 17 - Flusso di ricezione del messaggio.....	42
Figura 18 - Management Layer	42
Figura 19 - Funzioni di dettaglio del Security Layer.....	43
Figura 20 - Composizione dei moduli della postazione polifunzionale.....	53
Figura 21 - Tipologie di postazioni polifunzionali	54
Figura 22 - Dimensioni dei moduli della postazione polifunzionale.....	55
Figura 23 - Postazione polifunzionale esempio di elementi modulari	55
Figura 24 - Elementi costitutivi la postazione Polifunzionale.....	56
Figura 25 - Elementi costitutivi la postazione Polifunzionale.....	57
Figura 26 - Schema rappresentativo di modulo per postazione polifunzionale	59
Figura 27 - Dettaglio plinto e modulo di base.....	60
Figura 28 - Dettaglio modulo informativo.....	60
Figura 29 - Dati trasparenti.....	61
Figura 30 - Esempio di messaggistica	61
Figura 31 - Esempio di messaggistica per postazione polifunzionale.....	62
Figura 32 - Rendering postazione polifunzionale	62
Figura 33 - Dettaglio modulo telecamera	63

Figura 34 - Dettaglio modulo tac oanemometro.....	63
Figura 35 - Dettaglio modulo tac oanemometro.....	64
Figura 36 - Dettaglio modulo sensore ambientale e access point	64
Figura 37 - Dettaglio modulo di sommità.....	65
Figura 38 - Rendering di postazione polifunzionale	65
Figura 39 - Visione notturna di postazione polifunzionale	66
Figura 40 - Requisiti dei sensori nel sistema di monitoraggio IoT	68
Figura 41 - Classificazione delle reti wireless in base all'area di copertura.....	69
Figura 42 - Capacità di copertura in funzione della larghezza di banda.....	70
Figura 43 - Tipologico di Connettività dei Sensori (Client) nella RANIoT	71
Figura 44 - Confronto tra LPWAN ed altre tecnologie wireless	73
Figura 45 - Esempio di moduli per sensori di monitoraggio.....	78
Figura 46 - Schema di monitoraggio tramite Droni.....	88
Figura 47 - Schema riepilogativo delle funzioni e dei servizi DRONE.....	89
Figura 48 - Schema generale monitoraggio in fibra ottica.....	92
Figura 49 - Esempio di Postazioni di tipo A.....	95
Figura 50 - Esempio di postazione di tipo B	95
Figura 51 - Esempio di postazione di tipo C	96
Figura 52 - Esempio di postazione di tipo D.....	96
Figura 53 - Esempio di Postazione di tipo E.....	96
Figura 54 - Fase 1 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica.....	98
Figura 55 - Fase 2 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica.....	98
Figura 56 - Fase 3 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica.....	98
Figura 57 - Fase 4 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica	98
Figura 58 - Fase 5 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica.....	98
Figura 59 - Rappresentazione dell'analisi di rischio dinamica	100
Figura 60 - Rappresentazione di possibile modello per Smart Tunnel.....	101
Figura 61 - Esempio di Gestione del rischio	102
Figura 62 - Rappresentazione di una Green Island.....	103
Figura 63 - Vista di una Green Island.....	103
Figura 64 - Layout Del Sistema Energia.....	104
Figura 65 - Schema rappresentativo di una Green Island	105
Figura 66 - Schema rappresentativo di una Green Island Pubblica	106
Figura 67 - Rappresentazione moduli green island.....	106

Figura 68 - Schema concept modulare del data center nelle green island	107
Figura 69 - Esempio di generazione di energia rinnovabile nella Green Island	108
Figura 70 - Esempio di generazione di energia rinnovabile nella Green Island	108
Figura 71 - Concentratore Solare.....	110
Figura 72 - Schema unifilare di un impianto mini-eolico connesso alla rete	113
Figura 73 - Schema di connessione dell'impianto di produzione alla rete di Distribuzione	114
Figura 74 - Schema unifilare connessione impianti di generazione alla rete	115
Figura 75 - Distribuzione locale dell'energia per la ricarica dei veicoli elettrici.....	123
Figura 76 - Box alloggio e ricarica drone	124
Figura 77 - Esempio di messaggistica all'utenza	128
Figura 78 - Esempio di messaggistica all'utenza.....	129
Figura 79 - Tipologia di possibili dati raccolti dagli utenti.....	130

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Bande di frequenza per la comunicazione V2V e V2I.....	32
Tabella 2 - Classi di Applicazioni e relativi casi d'uso	38
Tabella 3 - Protocol Data Unit del Physical Layer.....	41
Tabella 4 - Protocolli di comunicazione per reti IoT	71
Tabella 5 - Monitoraggio RANIoT	74

PREFAZIONE

Questo libro tecnico vuole essere la prima guida nel settore stradale italiano, e tra le prime a livello internazionale, che definisce il concetto di "Smart Road". Secondo la visione di Anas una strada Smart è una strada capace di "parlare agli utenti e ad essa stessa". Essa permette, per mezzo dei sistemi di connettività in movimento, di annullare le distanze ed estendere gli spazi ed è tale da includere e riconoscere automaticamente gli utenti. La Smart Road Anas amplia le infrastrutture viarie, aumentandone, per mezzo della tecnologia, la capacità di esercizio. Con questa visione le moderne arterie stradali diverranno "Green", dotate di vie di comunicazione dati e di energia, completamente integrate nella rete intermodale dei trasporti e delle informazioni.

Le soluzioni presentate in questo testo sono particolarmente innovative e tengono conto degli ultimi sviluppi tecnologici in ambito Internet of Things, Open e Big Data, nella difficile sfida di portare questi temi in ambito stradale.

I sistemi e le piattaforme digitali abilitanti della Smart Road Anas permetteranno il dialogo Vehicle To Infrastructure (V2I) e faciliteranno le comunicazioni Vehicle To Vehicle (V2V), accelerando l'introduzione di sistemi a guida assistita e la circolazione delle Self Driving Cars.

Si tratta di una concezione progettuale che trova i suoi maggiori punti di forza nella visione interdisciplinare e nella certezza che il rilancio del settore infrastrutturale dei trasporti passi soprattutto attraverso la "trasformazione digitale", fattore qualificante di una crescita sostenibile, in grado di creare infrastrutture più sicure, più fruibili, e di generare nuovi servizi ed informazioni per una migliore "esperienza di viaggio" per utenti, merci e sistemi di trasporto a guida autonoma, contribuendo, in questo modo, allo sviluppo del Paese.

Per la realizzazione del quaderno tecnico si ringraziano particolarmente i tecnici delle strutture di Anas per il prezioso lavoro fatto e l'ing. Luigi Carrarini per il coordinamento e sviluppo del complesso progetto.

Inoltre un ringraziamento particolare va anche allo studio Associato Carlo Ratti del Prof. Carlo Ratti per la preziosa collaborazione.

Infine, i recenti riferimenti alle Smart Road in ambito nazionale, contenuti nella legge di bilancio 2018 approvata dal Parlamento Italiano a fine 2017, "al fine di sostenere la diffusione delle buone pratiche tecnologiche nel processo di trasformazione digitale della rete stradale...", in questo momento avvalorano ancora di più la necessità di questa pubblicazione.

Pertanto si auspica che questo lavoro possa risultare utile a chi opera nella ricerca, nella progettazione, nella realizzazione e nel collaudo di sistemi complessi nell'ambito delle future Smart Road e che possa, questa visione tutta italiana, trovare riscontri anche fuori dal territorio nazionale.

Ugo Dibennardo

1 LA SMART ROAD

1.1 I Sistemi Di Trasporto: Dalla Strategia Europea Alla Smart Road

I trasporti rivestono un ruolo centrale per lo sviluppo economico e sociale di ogni Paese. Un sistema di trasporto efficiente consente di creare nuovi mercati e di potenziare quelli esistenti; costituisce, pertanto, una leva essenziale per sostenere una crescita economica forte e favorire l'occupazione e la ricchezza. In un periodo in cui è fondamentale per qualsiasi sistema produttivo riuscire a vincere la sfida del mercato competitivo "globale", un sistema di trasporto non efficiente riduce le possibilità di raggiungere nuovi mercati, allontana l'orizzonte degli scambi, comprime la capacità produttiva, limita le potenzialità di crescita economica e sociale.

Le società, infatti, stanno diventando sempre più strutturalmente dipendenti dai propri sistemi di trasporto e, contemporaneamente, in tutte le nazioni economicamente avanzate si è assistito, negli ultimi decenni, ad un notevole incremento della domanda di mobilità.

Negli ultimi anni, le esigenze commerciali profondamente mutate, i bisogni e le abitudini di mobilità delle persone e delle merci hanno determinato un cambiamento radicale del modo di intendere il sistema dei trasporti e, di conseguenza, la visione e la strategia alle quali le politiche di settore devono ispirarsi.

Al tradizionale modello di mobilità che considera il trasporto di persone e merci come un insieme di spostamenti "monomodali", il trasporto su strada sta lasciando sempre più spazio a quello intermodale. Ne deriva che un singolo viaggio è costituito da un insieme concatenato di trasferimenti, implicando un aumento del tempo di spostamento delle persone e delle merci, oltre che un aumento degli incidenti stradali e delle congestioni. Tali eventi compromettono la capacità delle reti di trasporto, che rischiano di non essere più sufficienti per sostenere i futuri flussi veicolari.

Per vincere le sfide legate alla mobilità, non occorre solo aumentare il numero delle infrastrutture, ma è necessario intervenire ottimizzando e migliorando l'efficienza del sistema dei trasporti, sfruttando le potenzialità esistenti.

Il trasporto va ripensato come un sistema integrato e dinamico, nel quale l'informazione, la gestione ed il controllo operano contemporaneamente per ottimizzare l'utilizzo delle infrastrutture e l'organizzazione della mobilità. In questo contesto, rientrano gli "Intelligent Transport Systems" - ITS, introdotti dalla Direttiva 2010/40/UE, che contiene gli standard e le specifiche per gli ITS, comuni in tutto il territorio dell'Unione Europea, stabilendo i seguenti settori prioritari:

- Uso ottimale dei dati relativi alle strade, al traffico e del trasporto merci;
- Continuità dei servizi ITS di gestione del traffico e del trasporto merci;
- Applicazioni ITS per la sicurezza stradale e per la sicurezza (security) del trasporto;
- Collegamento tra i veicoli e l'infrastruttura stradale;

Nell'ambito dei settori prioritari si prevedono l'utilizzo di specifiche e norme, di azioni per l'elaborazione:

- Predisposizione in tutto il territorio dell'Unione Europea di servizi di informazione sulla mobilità multimodale;
- Predisposizione in tutto il territorio dell'Unione Europea di servizi di informazione sul traffico in tempo reale;
- I dati e le procedure per la comunicazione gratuita agli utenti, ove possibile, di informazioni minime universali sul traffico connesse alla sicurezza stradale;
- La predisposizione armonizzata in tutto il territorio dell'Unione Europea di un servizio elettronico di chiamata di emergenza (eCall) interoperabile;
- La predisposizione di servizi d'informazione per aree di parcheggio sicure per gli automezzi pesanti e i veicoli commerciali;

- La predisposizione di servizi di prenotazione per aree di parcheggio sicure per gli automezzi pesanti e i veicoli commerciali.

L'utilizzo dei sistemi intelligenti finora realizzati in tutto il mondo, sia a livello urbano che extraurbano, ha permesso di valutare, in modo tangibile, i benefici apportati dagli ITS in diversi Paesi, sia negli Stati Uniti che in Europa, quali:

- Riduzione dei tempi di spostamento nell'ordine del 20%;
- Aumenti della capacità della rete del 5÷10%;
- Diminuzione del numero di incidenti del 10÷15%;
- Diminuzione delle congestioni del 15%;
- Riduzione delle emissioni inquinanti del 10%;
- Riduzione dei consumi energetici del 12%.

Affinché gli ITS svolgano un ruolo determinante per un uso più efficiente delle infrastrutture, dei veicoli e delle piattaforme logistiche devono subire un processo di *digital transformation* e dotarsi di tecnologie in grado di supportare i processi di scambio delle informazioni, tra i diversi attori dei sistemi di trasporto. In tal senso, la Commissione Europea sta adottando delle strategie per i C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) indirizzate alla mobilità cooperativa bidirezionale, sia interveicolare (Vehicle-To-Vehicle V2V), che tra veicolo ed infrastrutture di trasporto (Vehicle-To-Infrastructure V2I).

Ad oggi, già molte case automobilistiche stanno inserendo sul mercato nuovi modelli di autoveicoli in grado di interagire l'uno con l'altro e di interfacciarsi con l'infrastruttura stradale. Tali interazioni sono proprio alla base dei modelli C-ITS, che consentono all'utente stradale e al gestore dell'infrastruttura di condividere informazioni in tempo reale, al fine di incrementare la sicurezza stradale, ottimizzare la gestione del traffico e migliorare il comfort di guida. Analogamente, lato infrastruttura, la *digital transformation*, rappresenta sia un fattore abilitante per la crescita sostenibile, intelligente ed inclusiva di un Paese, in grado di creare infrastrutture snelle, di qualità, più sicure, che generano dati e servizi per una migliore esperienza di viaggio, sia uno strumento a disposizione dei *decision maker*, per definire le politiche di trasporto e la gestione dei flussi di traffico.

A tale fine, le linee guida sul Cooperative-Intelligent Transport System prevedono la creazione di una rete unificata, che sarà a disposizione di tutte le aziende operanti nel settore, in modo da impedire frammentazioni dovute all'adozione di standard differenti tra loro. In questo modo, sia gli automobilisti che le aziende preposte alla gestione stradale, potranno condividere informazioni utili per coordinare azioni e decisioni. Tali tendenze tecnologiche innovative in atto nel settore *automotive* vengono stimolate da scenari futuri in cui i veicoli si doteranno di un crescente numero di sistemi d'assistenza alla guida, evolvendo rapidamente verso l'ultimo step di self-driving.

La *digital transformation* delle infrastrutture si configura come volano per l'intera economia del Paese, dal momento che le infrastrutture a servizio del settore dei trasporti, per la sua capacità di connettere soggetti e settori produttivi diversi, rappresenta una concreta possibilità di attrarre investimenti importanti. In tal senso, la *digital transformation* rappresenta un'enorme occasione per l'Italia perché consente di valorizzare l'intero patrimonio esistente, attraverso interventi di *upgrading* tecnologico, i cui costi e tempi di realizzazione sono mediamente molto più bassi rispetto ad interventi sulle infrastrutture fisiche.

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) ha raccolto la sfida dell'innovazione digitale, costruendo una *vision* nazionale che considera l'elemento tecnologico come fondamentale per lo sviluppo delle infrastrutture del Paese a servizio dei trasporti, con un beneficio diretto sui cittadini e sulle imprese.

In tale direzione, il 22 Giugno 2016, il MIT ha presentato uno studio preliminare, "Standard funzionali" per le Smart Road, rivolti all'evoluzione del processo di digitalizzazione delle strade a livello nazionale.

L'iniziativa Smart Road vuole contribuire ad introdurre gli ITS nel panorama nazionale, creando un sistema tecnologico favorevole all'interoperabilità tra infrastrutture e veicoli di nuova generazione,

all'adeguamento delle infrastrutture per le nuove modalità di trasporto ed alla realizzazione di servizi innovativi per gli utenti e i gestori di infrastrutture, nell'ottica di incrementare i livelli di sicurezza.

Tuttavia, il contesto programmatico del settore delle infrastrutture di trasporto e logistica è caratterizzato da un'estrema frammentazione, causata dall'esistenza di una pluralità di strumenti normativi. Una prima attuazione degli ITS, finalizzata a promuovere una mobilità sostenibile, è stata effettuata all'interno del Piano Generale dei Trasporti e della Logistica del 2001 e successivamente nelle Linee Guida del Piano della Mobilità del 2007.

La Direttiva 2010/40/UE viene recepita all'interno del contesto normativo italiano con la Legge n.221 del 2012, la quale stabilisce i requisiti per la diffusione, la progettazione e la realizzazione degli ITS. Tali requisiti sono adottati dal MIT il 1° febbraio 2013 con il Decreto per la Diffusione dei Sistemi di Trasporto Intelligenti in Italia e riguardano:

- Azioni e settori d'intervento per favorire lo sviluppo degli ITS sul territorio nazionale;
- Continuità dei servizi ITS di gestione del traffico e del trasporto merci;
- Archivio telematico dei veicoli a motore non coperti dall'assicurazione per la responsabilità civile e Applicazioni ITS per la sicurezza (eCall);
- Interconnessione tra i veicoli e l'infrastruttura;
- Istituzione del Comitato di indirizzo e coordinamento tecnico delle iniziative in materia ITS.

Il Decreto Interministeriale 446 del 2014 individua nel MIT l'organo nazionale deputato all'adozione del "Piano nazionale per lo sviluppo dei sistemi ITS", avvenuta il 12 febbraio 2014.

Nonostante l'elevata quantità di normativa di settore, i target fissati a livello comunitario non sono ancora stati raggiunti. Pertanto, risulta evidente la necessità di procedere all'adozione di specifiche sugli standard tecnologici, nell'ottica del recepimento degli indirizzi del quadro comunitario di riferimento, e di fare chiarezza sulle funzioni e sui servizi da abilitare nell'ambito delle Smart Road, proponendo le specifiche prestazionali di cui avvalersi per inseguire la *digital transformation*.

Per giungere ad individuare gli standard prestazionali tecnologici di riferimento per le Smart Road italiane, il MIT ha deciso, coerentemente con l'impronta di concretezza delle nuove politiche infrastrutturali, di dotarsi di una roadmap precisa. In particolare, l'approccio prevede la centralità degli aspetti logico/funzionali, che includono la definizione dei dati/informazioni che possono essere scambiati dalle varie funzionalità e con sistemi di raccolta/analisi a livello centrale.

Tale scelta è dovuta alla maggiore libertà, che essa determina in capo al soggetto attuatore nelle modalità di realizzazione, evitando il rischio di rapida obsolescenza nel caso di una definizione di standard tecnologici. Infatti, in molti casi, le stesse funzioni e servizi, e le stesse prestazioni, possono essere raggiunte anche applicando tecnologie diverse. Il fine è quello di individuare l'ordine di priorità delle specifiche da considerare improrogabili nell'ottica della gestione dell'infrastruttura, del governo dei dati e della direzione verso cui si sta orientando il settore privato.

Va inoltre segnalato il recente inserimento nella Legge di Bilancio 2018 approvata dal Parlamento Italiano a fine 2017, di riferimenti importanti alle Smart Road in ambito nazionale.

1.2 Vision Anas

La Smart Road è un insieme di infrastrutture tecnologiche che puntano alla sostenibilità e al miglioramento della sicurezza e della fruibilità delle strade attraverso la Digital Transformation (DT), ovvero un processo dinamico che realizza servizi e soluzioni moderne.

Alla base del processo di DT è posta la realizzazione di opportune strutture/piattaforme abilitanti, di cui si vuole dotare la Smart Road, per la realizzazione di svariate funzioni e per l'erogazione dei servizi che rispondano alle moderne esigenze dell'utente della strada.

Un quadro integrato ed evolutivo, in tema di mobilità, è possibile solo se le tecnologie innovative vengono inserite in una "*architettura di sistema*" aperta e onnicomprensiva. Di questa architettura di sistema fanno parte le strutture abilitanti (piattaforme), non necessariamente visibili al fruitore dei servizi, che sono le vere e proprie fondamenta su cui si poggiano, in modo efficace, tutti gli applicativi.

Sono caratteristiche comuni di queste "piattaforme":

- La natura "**abilitante**" per diverse categorie di funzioni e servizi.
- La natura "**aperta**" a terzi. Informazioni che potranno essere messe a disposizione di terzi per lo sviluppo di applicazioni orientate al mercato. La combinazione delle due caratteristiche ("*abilitante*" e "*aperta*") permette alle strade digitali di diventare "*promotori di sviluppo*" per il paese.
- La natura "**evolutiva**", che permetterà di adeguare, nel tempo, le strutture abilitanti alle nuove offerte tecnologiche.

La Smart Road che Anas vuole sviluppare pone il suo focus sull'utente e la sua sicurezza, gli obiettivi che vuole raggiungere sono poter assicurare:

- Un viaggio sicuro, senza difficoltà, con guida assistita e/o autonoma;
- Strade sicure, con adeguati livelli di manutenzione;
- Interventi nelle emergenze tempestivi ed allert dal mobile dell'utente;
- Infomobilità in real time;
- Servizi all'utenza sin dalle prime installazioni e con possibilità di implementazioni future;
- Incremento dell'efficienza con innalzamento dei fattori di esercizio dell'arteria preesistente con l'uso di moderna tecnologia;
- Monitoraggio intelligente, attraverso sistemi IoT (Internet of Things), delle infrastrutture stradali, del traffico e trasporto delle merci, nonché dell'ambiente e delle condizioni meteorologiche;
- Monitoraggio dei flussi veicolari attraverso Multi Function Smart Camera;
- Gestione e monitoraggio delle gallerie con metodologia "Smart Tunnel";
- Gestione della viabilità ed aumento della capacità trasportistica delle infrastrutture con crescenti volumi di traffico attraverso corsie dinamiche;
- Verifica in real time della massa dei veicoli attraverso sistemi di Pesa Dinamica WIM (Weigh in Motion);
- Integrazione completa delle tecnologie e dei database presenti su unica piattaforma informatica.



Figura 1 - Smart Road Anas

La Smart Road è l'evoluzione del concetto di strada, da opera civile a infrastruttura tecnologica, ovvero le tecnologie che superano limiti geometrico-funzionali delle strade per aumentarne la capacità di esercizio.

Punto centrale della Vision è la connettività con gli utenti, con i veicoli e con le merci.

Tutto ciò è possibile grazie ai sistemi di connettività con l'utente della strada e fra veicoli ed infrastruttura infatti sono previsti due sistemi wireless, che permetteranno la connessione in movimento degli utenti sui veicoli e dei veicoli con i sistemi lungo l'infrastruttura.

Il primo terrà conto dell'estesa diffusione dei "personal mobile device" ovvero di tutti quei dispositivi elettronici che sono pienamente utilizzabili seguendo la mobilità dell'utente quali [telefoni cellulari](#), [palmari](#), [smartphone](#), [tablet](#) usufruendo delle informazioni generate dai sensori presenti negli stessi (accelerometro, giroscopio, magnetometro, sensore di prossimità, barometro, luminosità, termometro, umidità, pedometro, ecc.) ma soprattutto delle funzioni proprie dell'oggetto, quali la telefonia e la messaggistica vivavoce, attraverso APP per l'erogazione di servizi di info-mobilità e di sicurezza stradale.

La scelta di Anas è di realizzare una rete dedicata Wi-Fi, funzionante fino ad una velocità di tratta pari a 130 km/h, che permetta la connessione dei mobile devices dell'utente ad una rete intranet dedicata ai soli servizi Smart Road.

L'utente che percorre la strada riceverà le informazioni opportune, in tutta sicurezza e senza distrazioni, in modalità vivavoce: in questo modo, [il mobile device assume il ruolo di On Board Unit \(OBU\)](#). Altre funzioni, eventualmente fruibili dalla rete Wi-Fi, saranno invece consentite solamente a veicolo fermo.

Il secondo sistema wireless per la Vehicle to Infrastructure (V2I) nell'ambito dei servizi Safety, consentirà la rapida diffusione dei sistemi per la guida semiautomatica o autonoma; la tecnologia scelta implementa è il sistema wave ETSI ITS G5, attraverso il layer fisico IEEE 802.11p, già individuato

dalla FCC Statunitense (Federal Communications Commission), da numerosi gestori stradali americani e dalla Comunità Europea attraverso le Direttive ITS.

La Smart Road Anas è stata concepita in maniera modulare, ovvero indipendente ed autonoma; per modulo si intende un vero e proprio lotto funzionale di tratta stradale e/o autostradale servito dalla Green Island, vero e proprio cuore energetico della Smart Road.

La Green Island, è un'area che accoglie principalmente i sistemi di generazione e distribuzione elettrica da fonte rinnovabile, capaci di alimentare tutti i sistemi Smart Road in maniera autonoma, per il modulo di competenza, generalmente di 30 km.

Altro punto caratterizzante della Smart Road Anas è la realizzazione di un'infrastruttura di monitoraggio costante e in real time di tutte le opere d'arte e dello stato della strada stessa, basata sulle reti IoT (Internet of Things), attraverso sensori a bassissimo consumo elettrico (Low Power), di facile installazione, di connettività diversa e di lungo raggio (Long Range e reti WAN - Wide Area Network).

In sintesi quindi il progetto Smart Road implementa le piattaforme abilitanti basate sugli elementi principali:

- [Sistema di comunicazione](#)
- [Sistema energia](#)
- [Corsia dinamica](#)
- [Metodologia Smart Tunnel](#)
- [Internet of Things \(IoT\)](#)
- [Open data e Big data](#)

Il sistema di comunicazione viene realizzato attraverso reti di comunicazione "seamless" che consentono una connettività efficiente di persone e veicoli, condizione necessaria ed essenziale per le strade digitali. A questo fine la Smart Road predispose le condizioni affinché sia garantita:

- La connettività delle persone e degli strumenti informatici (a servizio sia dei viaggiatori che degli operatori stradali e di terzi) con tecnologia WI-FI in Motion a standard IEEE 802.11 a/b/g/n garantendo fast roaming in modo da avere continuità di servizio di comunicazione con l'utente;
- La connettività dei veicoli di tipo V2I per la comunicazione tra veicoli e con l'infrastruttura, dotata di piattaforme integrate di comunicazione basate sugli standard ETSI G5 DSRC WAVE (Wireless Access Vehicle Environment) - IEEE 802.11p;
- Il sistema di monitoraggio basato sul concetto di "Wearable":
 - Facile installazione
 - Basso costo
 - Connettività estesa
 - Dispositivi indirizzabili (internet nativi e quanto più "all in one" possibili).

Il sistema energia

L'architettura del sistema energia prevede, in apposite aree denominate Green Island, impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili, una connessione alla rete elettrica nazionale, un sistema di trasformazione ed un sistema di distribuzione dell'energia elettrica.

Il sistema energia svolge le seguenti funzioni:

- Generazione: realizzata prevalentemente con un impianto fotovoltaico ed eventualmente mini eolico di potenza variabile, in base alle condizioni di miglior sfruttamento della fonte rinnovabile disponibile, in ridonanza con un sistema di

accumulo in grado di garantire continuità di alimentazione durante le ore di mancata produzione.

- Centrale tecnologica: locale che ospita le apparecchiature di trasformazione, conversione, regolazione o smistamento dell'energia elettrica.
- Distribuzione: suddivisa in *locale*, per i carichi presenti all'interno della Green Island, e *in itinere* per l'alimentazione dei carichi distribuiti lungo la tratta stradale/autostradale del modulo considerato.

La corsia dinamica

L'incremento del parco veicolare italiano, e il conseguente aumento del trasporto su gomma, si riflettono proporzionalmente sul peggioramento della congestione del traffico, sull'aumento dell'incidentalità stradale e delle emissioni inquinanti in atmosfera.

Sulle principali arterie Anas la crescita del trasporto su strada eccede la capacità delle infrastruttura stradale esistente con implicazioni negative evidenti sia sulla sicurezza che sull'ambiente. Nell'ambito dello sviluppo delle tecnologie ITS (Intelligent Transport System), la realizzazione della corsia dinamica costituisce un valido sistema di fluidificazione del traffico e di ottimizzazione di servizio per l'arteria autostradale nei momenti di massima congestione.

La corsia dinamica prevede l'utilizzo della corsia più a destra della carreggiata dell'asse viario come regolare corsia di marcia o come corsia di emergenza, in base alle necessità o al volume di traffico.

L'impossibilità di allargare le carreggiate determina la costruzione della corsia dinamica, realizzata, relativamente alla larghezza della carreggiata, e sulla base delle deroghe previste dal Codice della Strada¹.

Lo Smart Tunnel

Il valore aggiunto per la sicurezza delle gallerie è dato dalla natura delle tecnologie installate, dai sensori e da un efficiente sistema di gestione, sia in esercizio ordinario che durante le fasi di emergenza.

Lo smart tunnel è uno strumento atto a sviluppare ed implementare soluzioni che migliorino gli aspetti gestionali e di sicurezza ossia:

- che consentano di prevenire e controllare le situazioni di pericolo,
- monitorare costantemente ed a distanza le condizioni operative,
- ottimizzare la manutenzione degli impianti
- Avere un sistema predittivo degli eventi pericolosi

La piattaforma SMART TUNNEL implementa l'analisi di rischio dinamica, una ottimizzazione dell'analisi di rischio già prevista dalla Direttiva 2004/54/CE e dal D.Lgs 264/06, per una risposta veloce e quantizzata del rischio in real time.

L'Internet of Things (IoT)

La Smart Road è dotata di una molteplicità di sensori, con prestazioni e pervasività presenti nel tempo. Saranno implementati diversi sistemi di monitoraggio che interesseranno l'infrastruttura stradale. Si pensi, a titolo di esempio, ai sensori per il traffico nei loro vari aspetti, per lo stress dei manufatti e per le condizioni dei terreni, ai sensori meteo locali o a quelli ambientali, ai sensori per il monitoraggio di ponti, viadotti e gallerie, barriere stradali, condizioni idrogeologiche: la tecnologia IoT offre già oggi (e offrirà sempre più nel futuro) soluzioni a basso costo per esigenze specifiche. Si

¹ 2 NCdS, art. 13, comma 2; Norme funzionali per la costruzione delle strade previsto dal Codice della Strada, art. 3

prevede infine - per il futuro immediato - che il mercato, sia dei sensori che delle varie applicazioni, crescerà enormemente.

Le strade sono chiaramente candidate a diventare uno dei settori di interesse, sia per le applicazioni dirette alla connettività delle città, sia come entità abilitanti per applicazioni al servizio dei territori attraversati.

Gli Open Data e Big Data

La Smart Road rappresenta una strada digitale destinata a generare una molteplicità di dati di interesse per il gestore dell'infrastruttura, per i viaggiatori, per le autorità e per gli enti di pianificazione per il mondo digitale in genere; dati che possono essere fattori abilitanti per lo sviluppo di aree di business innovative. Affinché i dati possano effettivamente svolgere il duplice ruolo di rendere più efficiente il trasporto e promuovere lo sviluppo, dovranno essere:

- **"Aperti"**, secondo modalità certe e note;
- **"Fruibili"**, a condizioni note.

La prima condizione sarà sviluppata in accordo alle normative esistenti (nazionali ed europee), mentre la seconda condizione sarà rispettata per mezzo di opportuna piattaforma di archiviazione, ricerca ed elaborazione dei dati basata sulle tecnologie avanzate e tale da rendere semplice ed efficace la ricerca, l'elaborazione ed il trasferimento dei dati, sia per uso interno (servizi per Anas S.p.A.), sia per uso da parte di terzi con diritti di accesso.

Per garantire un equilibrio tra Big Data e Privacy, ANAS ritiene fondamentale l'applicazione del principio della privacy by design: un approccio trasparente che consenta agli utenti di comprendere con quale finalità sono raccolti i dati che li riguardano e con quali modalità verranno utilizzati, nonché di disporre di un elevato controllo dell'utente sui dati stessi.

Relativamente alla gestione dei dati personali, ANAS li acquisirà, tratterà ed utilizzerà in maniera conforme a quanto previsto dalla normativa vigente sulla privacy senza la possibilità di cessione degli stessi a terzi, garantendone quindi la non divulgabilità.

I dati statistici, di traffico ed eventi necessari alla gestione della viabilità ed infomobilità, verranno resi disponibili anche sui canali di interoperatività già esistenti con il CCISS. Verranno, inoltre, valutate la possibilità di cessione a terzi dei soli dati aggregati utilizzabili, in forma anonima, per fini statistici (dati di traffico, percorrenze, tempi, eventi, ecc) e la possibilità di concedere spazi pubblicitari (esclusivamente relativi a servizi a valore aggiunto per l'utente della Smart Road, quali ad esempio informazioni e offerte su aree di servizio lungo il percorso) e accesso a servizi specifici dedicati ad aziende terze, ma non si prevede di attivarli nella prima fase progettuale che è focalizzata sul garantire una maggiore sicurezza del trasporto stradale e sul miglioramento /arricchimento del servizio di infomobilità verso gli utenti della strada.

1.1 Sistema Di Comunicazione

La connettività, efficiente di dispositivi personali e dei veicoli, è condizione essenziale per le strade digitali.

Il sistema di comunicazione in tal senso riveste un ruolo fondamentale al fine di garantire:

- La connettività delle persone e degli strumenti informatici;
- La connettività dei veicoli;
- La connettività delle infrastrutture.

La Smart Road offre ad operatori ed utenti una serie di servizi innovativi mirati all'uso efficiente dell'infrastruttura stradale e l'innalzamento sostanziale dei livelli di sicurezza e di efficienza di servizio.

Obiettivo dell'intervento è quello della realizzazione di una infrastruttura tecnologica all'avanguardia in grado di supportare i servizi della Smart Road allo stato dell'arte odierno ed in grado di sostenere i livelli di crescita che nuovi servizi e nuove applicazioni richiederanno in futuro.

Requisiti fondamentali saranno quindi i livelli di performance garantiti nell'immediato e le potenzialità di crescita futura. La soluzione sarà caratterizzata da modularità e scalabilità, intese come la possibilità di espandere la soluzione nel tempo verso nuovi segmenti stradali o nuove infrastrutture a corredo e la possibilità di interconnettersi a sistemi tecnologici di più ampia scala, al fine di realizzare una rete geografica integrata e coerente nelle tecnologie impiegate e nelle modalità di gestione e manutenzione.

In questo senso va vista la scelta di prevedere come requisito essenziale la rispondenza della soluzione agli standard di mercato più diffusi oggi ed a quelli che potenzialmente avranno diffusione nel prossimo futuro.

Con particolare riferimento al nuovo sistema G5 la rete tecnologica prevista ricalcherà i principi di una rete TLC per ciò che riguarda affidabilità, resilienza ai guasti, livello di performance e capacità di trasporto, con in più le caratteristiche migliorative di un alto grado di flessibilità e della molteplicità di standard e modalità di connessione che sarà in grado di offrire, soprattutto nell'erogazione di servizi di rete wireless, dove la peculiarità dell'infrastruttura "Smart Road" richiede il massimo in termini di copertura, compatibilità con molteplici standard, efficiente uso dello spettro radio, flessibilità e capacità di crescita.

Nell'ambito dello sviluppo della Smart Road un intervento fondamentale riguarda la Rete di Telecomunicazioni, intesa come sistema integrato di connettività.

La rete di telecomunicazione prevista è realizzata tramite due tipi di sistemi di comunicazione e centri di controllo:

- Sistema a fibra ottica attraverso una rete Wired di tipo IP-MPLS (Multi Protocol Switching Label);
- Due sistemi wireless:
 - Wi-Fi in Motion a standard IEEE 802.11 a/b/g/n nelle frequenze unlicensed 2.4/5 GHz per la connettività tra l'infrastruttura e i dispositivi di comunicazione personali (ad esempio: mobile device, tablet, ecc.).
 - Wi-Fi a standard ETSI ITS-G5 per la connettività dedicata al V2I (Vehicle to Infrastructure).
- Sistema di controllo ed elaborazione locale ed un sistema di controllo centrale.

L'infrastruttura di rete descritta, è strutturata in modo da fornire dei moduli, definiti segmenti di **Green Island**, allo stesso tempo indipendenti ed interconnessi:

- **Indipendenti**, ognuno in grado di funzionare indipendentemente dal collegamento con gli altri segmenti di rete e dotato di tutte le componenti atte a garantire un funzionamento "stand-alone", ove richiesto;
- **Interconnessi**, in grado di comunicare con le altre green island o con il centro di controllo sia per le funzioni di trasporto dati a supporto delle comunicazioni dei Client Wi-Fi, sia per il coordinamento e la raccolta al centro dei flussi informativi generati dal sistema.

La dimensione attesa di un segmento Wi-Fi è compresa tra i 25 e 35 km: pertanto i requisiti prestazionali delle infrastrutture fornite dovranno garantire livelli di efficacia per il dimensionamento previsto.

L'infrastruttura di rete richiede la realizzazione di due sistemi di elaborazione uno locale ed uno da centro di controllo.

Il sistema locale è basato su un'infrastruttura server dedicata, tale infrastruttura server dovrà essere distribuita in modo da realizzare un sistema "Multicentrico", resiliente ed in grado di funzionare indipendentemente dal sistema di centro.

L'infrastruttura di centro, è adibita a raccogliere il traffico proveniente dai segmenti di rete in campo e di fornire un sistema centralizzato di controllo e di interconnessione con i Sistemi Informativi aziendali.

Ogni Infrastruttura Server dovrà essere in grado di svolgere le seguenti funzionalità di base:

- **Gateway IP - Controller di rete Wireless:** costituisce il punto di unione tra la rete esistente e la rete Wi-Fi ed è il nodo attraverso cui implementare politiche di instradamento, sicurezza, caching, mascheramento indirizzi (NAT) e raccogliere le informazioni di localizzazione dei client sulla tratta di rete servita. È inoltre utilizzabile per segmentare opportunamente la rete IP Wi-Fi;
- **Server di Localizzazione:** ha il compito di raccogliere le informazioni relative al segnale dei singoli client rispetto ai singoli nodi di rete attraverso i dispositivi Gateway e restituire le informazioni di localizzazione dei client stessi rispetto al segmento di rete stradale servito;
- **Provisioning Server:** è il sistema che fornisce dinamicamente le configurazioni ai nodi di rete wireless, piattaforma amministrativa per le attività di O&M (Operation and Maintenance);
- **Network Management:** piattaforma di monitoraggio, analisi diagnostica e reporting del sistema. Il sistema di diagnostica di ogni segmento sarà poi integrato al centro in modo da fornire un unico punto di interfaccia tra il sistema in campo e le piattaforme di gestione.

Architettura del sistema

La visione complessiva dell'architettura del sistema di comunicazione si articola su diversi livelli di commutazione, instradamento, trasmissione, raccolta dati ed erogazione servizi:

- un primo livello periferico di commutazione (livello di Centro) in corrispondenza dei rami/tronchi delle strade ed autostrade in gestione Anas S.p.A;
- un secondo livello di instradamento atto a connettere i diversi livelli di commutazione di primo livello con la dorsale trasmissiva (Nodi di segmento Green Island);
- un terzo livello di interconnessione dei nodi di secondo livello (Nodi secondari) che possa integrarsi con la dorsale trasmissiva di trasporto ed offrire servizi di nuova o prossima generazione.



Figura 2 - Concept della Smart Road

Di seguito si riporta uno schema a blocchi dell'architettura del sistema di trasmissione della Smart Road:

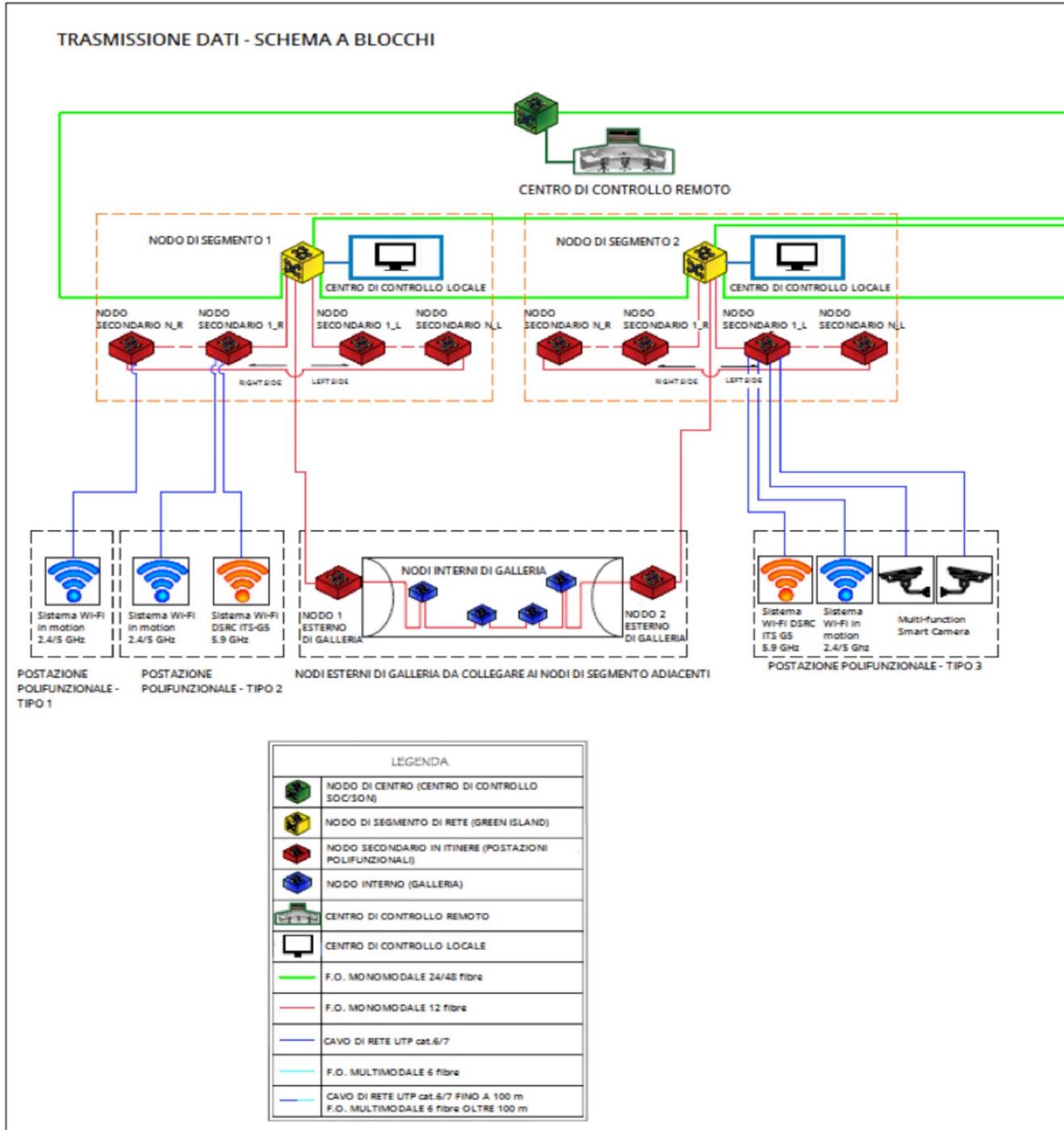
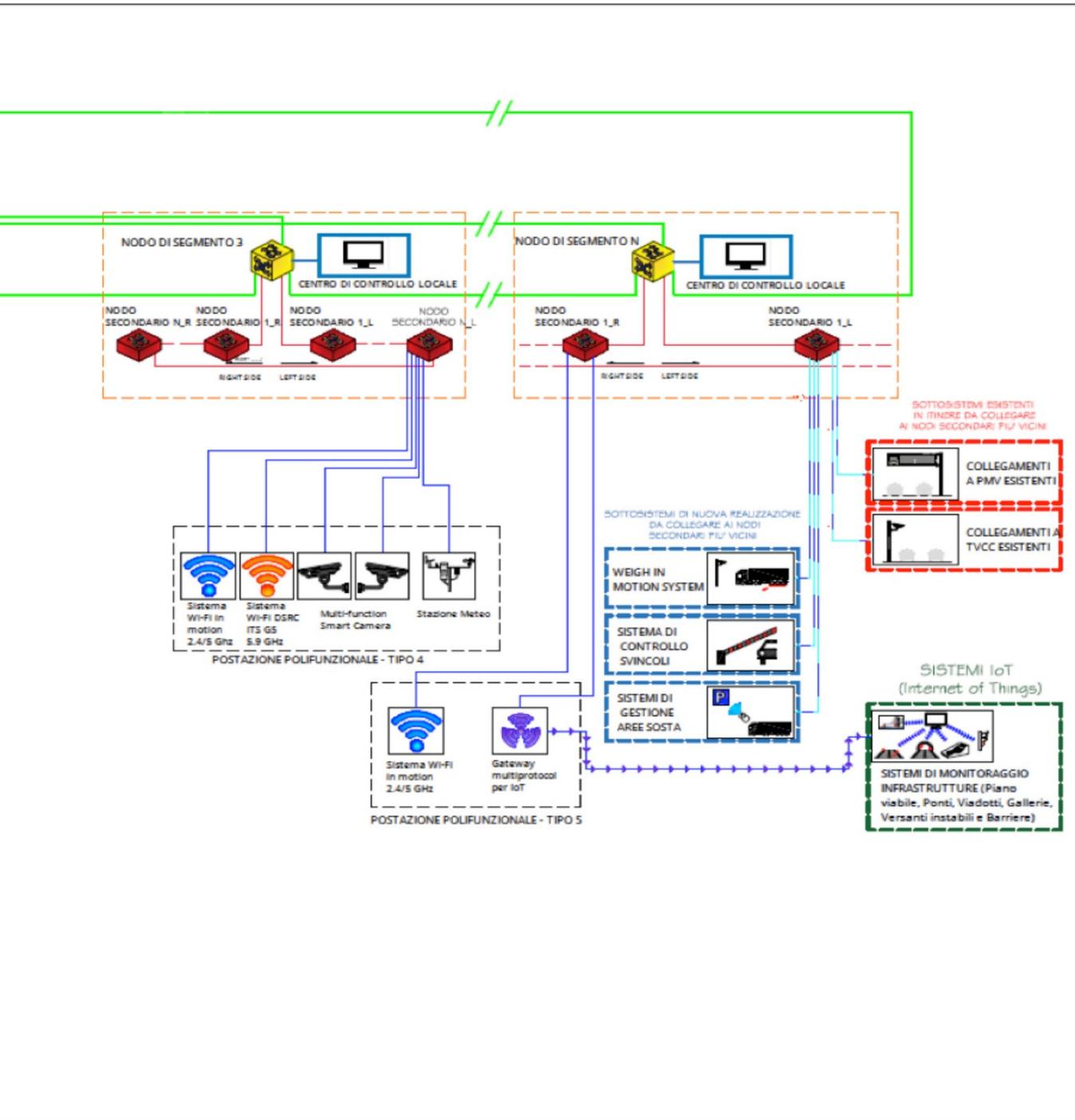


Figura 3 - Schema del Sistema di Comunicazione



L'infrastruttura di rete è di tipo multi servizio, ovvero in grado di garantire il trasporto di servizi evoluti anche in ambiente triple play (voce, video e dati), di assegnare priorità a specifiche tipologie di traffico, di configurare code di processo, di abilitare la colorazione del traffico, di riservare larghezza di banda e di implementare politiche di sicurezza.

Lo scopo primario è quello di fornire la possibilità di interconnessione any-to-any per garantire a ciascun servizio le proprie peculiarità, applicare corrette regole di design e traffic engineering finalizzate alla definizione di classi di servizio in grado di soddisfare le esigenze descritte e quelle espresse in fase di realizzazione della nuova infrastruttura.

Le bande trasmissive minime previste, qualora non ulteriormente dettagliato nei paragrafi successivi, dovranno essere quelle di:

- 10Gbps sul primo livello di commutazione periferico (rete di segmento);
- 100Gbps sugli altri livelli.

L'architettura deve prevedere una ridondanza 1:1 sui diversi livelli in modo che l'indisponibilità di un elemento non infici la garanzia di funzionamento sia del livello di pertinenza di quell'elemento che dell'architettura in generale.

A livello di centro, si effettua la raccolta del traffico dai livelli precedentemente indicati e avviene l'interconnessione con i sistemi informativi aziendali.

L'architettura potrà essere centralizzata o distribuita ("Multicentrica") e deve avere le caratteristiche prestazionali minime per supportare il traffico generato nei livelli sottostanti.

In questo livello saranno riportate le funzionalità di diagnostica degli apparati in campo e dello stato della rete e le informazioni devono essere messe a disposizione dell'integrazione del sistema RMT (Road Management Tools) o di altri sistemi di gestione dell'infrastruttura.

1.1.1 Sistema wired

Il sistema di trasmissione dati rappresenta l'infrastruttura fisica che ha lo scopo di connettere gli apparati installati lungo la tratta autostradale in maniera full duplex con il Centro di Controllo Remoto (CCR) garantendo la trasmissione delle informazioni (dati, video, voce). Considerata la natura dei dati trasmessi e lo scopo della Smart Road nella visione Anas, l'infrastruttura fisica garantisce un elevato grado di affidabilità del collegamento.

L'architettura della rete è costituita da un Nodo di Centro (NC) collocato presso il CCR, collegato mediante una dorsale costituita da più anelli in fibra ottica ai vari Nodi di Segmento (NS) facenti riferimento a ciascuna "Green Island". Ciascun NS è costituito da un Router di Segmento (RS) ridondato che consente il collegamento del segmento alla dorsale, e da più switches collegati tra loro in rete mediante un anello in fibra ottica (anello di segmento).

Il RS rappresenta anche l'elemento di inizio e fine dell'anello di segmento. Ciascuno switch è collegato a più dispositivi di campo quali Sistemi di Monitoraggio Infrastrutture, PMV, Sistemi di Controllo Varchi, Postazioni Polifunzionali, ecc.

Tale sistema è suddiviso in due blocchi logici costituiti da:

- Infrastruttura passiva, rappresentata dal mezzo fisico trasmissivo (fibra ottica);
- Infrastruttura attiva, rappresentata dalla componentistica elettronica che si occupa dell'acquisizione dati rilevati dalle periferiche di campo e di inviarli a destinazione secondo gli standard di comunicazione. Fanno parte dell'infrastruttura attiva i router, gli switch ed i server con funzione di gateway.

La dorsale sarà predisposta per una configurazione con più anelli in modo tale da garantire almeno due percorsi alternativi di collegamento al CCR ubicato presso la Sede Anas territorialmente competente. La chiusura degli anelli dovrà essere realizzata anche con la tecnologia wireless

implementata nella SMART ROAD. Inoltre deve essere garantita l'immunità dagli eventuali fuori servizio di RS attraverso la loro ridondanza.

Un'architettura di questo genere consente di ovviare a possibili fuori servizio addebitati a failure di uno RS oppure alla interruzione del mezzo trasmissivo.

Nel realizzare la chiusura wired dell'anello, i cavi in fibra ottica che rappresentano i due rami potranno essere posizionati in cavidotti collocati in posizioni fisicamente separate tra loro (nel caso autostradale al lato delle due opposte carreggiate) in questo modo sarà garantita una continuità nel caso di interruzione di un ramo dell'anello in fibra. Inoltre i nodi di segmento potranno essere predisposti in modo da realizzare anelli multipli che consentono di bypassare eventuali Router fuori uso ed avere anche ridondanza di percorso.

Il sistema di cablaggio prevede che le informazioni sullo stato delle attestazioni dei vari rack siano inviate ad un software installato nel CCR, da cui gli operatori possono osservare lo stato delle connessioni dell'infrastruttura passiva senza doversi recare sul campo. Ciò consente di realizzare un cablaggio cosiddetto intelligente che, agendo a livello di patch panel, è in grado di rilevare la corretta attestazione del cavo su ciascuna porta del patch panel stesso.

In questo modo si semplificano le operazioni di risoluzione dei problemi, in quanto è possibile capire da remoto se l'interruzione di un collegamento è dovuto a problemi sul cablaggio. Incrociando i dati del cablaggio strutturato con i dati del sistema di gestione della rete attiva, è possibile identificare con maggior precisione la tipologia di guasto, limitando gli interventi in campo ai casi strettamente necessari.

Il sistema di gestione intelligente del cablaggio deve essere integrato nell' hardware d' interconnessione, ed offre una soluzione accurata ed automatizzata per documentare e gestire completamente il livello fisico in tempo-reale dalle postazioni remote di controllo. Il sistema dovrà essere predisposto per offrire all'amministratore lo stato della connettività in tempo-reale e la documentazione automatica della rete.

1.1.1.1 Infrastruttura di rete

L'infrastruttura complessiva è realizzata suddividendo, dal punto di vista logico, la rete in due diverse tipologie distinte:

- Backbone o Dorsale;
- Rete di segmento o di "Green Island".

Backbone o Dorsale

La backbone è realizzata da una dorsale a 100 Gigabit Ethernet (GE) che collega tutti i Nodi di Segmento al Nodo di Centro mediante cavi in fibra ottica. La dorsale è predisposta per un futuro upgrade alla configurazione a più anelli che consente un elevato grado di affidabilità (così come visto in Figura 3). La rete deve soddisfare le specifiche dello standard IEEE 802.3-2015.

La rete costituisce il livello 3 della pila ISO/OSI utilizzando un'architettura *Multi-Protocol Label Switching* (MPLS).

La tecnica MPLS, oltre a garantire tempi di commutazione e throughput notevolmente migliori rispetto all'architettura TCP/IP, ha una serie di funzionalità superiori:

- **Supporto alla qualità del servizio.** La tecnica MPLS consente di realizzare, rispetto al TCP/IP, una rete *connection-oriented* in cui sono facilmente gestibili diversi livelli di priorità.
- **Ingegneria del traffico.** È possibile ottimizzare l'utilizzo delle risorse di rete utilizzando più percorsi diversi tra due punti. Il traffico può essere instradato utilizzando tutti i percorsi disponibili in modo da distribuire uniformemente il traffico sulle risorse di rete migliorandone le prestazioni.

- **Riconfigurazione dei cammini in caso di guasto.** Al momento dell'instaurazione di un cammino di rete, è possibile definire percorsi alternativi (di protezione) da utilizzarsi in caso di guasto di una o più tratte del cammino principale. In questo modo si possono ottenere tempi di riconfigurazione dei cammini molto inferiori rispetto a quelli ottenibili con le tecniche di routing IP.
- **Servizi evoluti.** La tecnica MPLS consente di realizzare reti private virtuali / *Virtual Private Network* -VPN). In questo modo tra due punti remoti della rete possono essere trasmessi dati in modo trasparente e completamente segregato dagli altri flussi di traffico migliorando complessivamente le prestazioni della rete in termini sia di gestione della qualità del servizio sia di sicurezza delle informazioni trasmesse.

La tecnica MPLS si basa sostanzialmente su un indirizzamento dei pacchetti di dati mediante l'elaborazione di una etichetta (*switching label*). Le procedure seguite per la distribuzione delle etichette saranno definite da un protocollo LDP (*Label Distribution Protocol*) non proprietario.

Nodo di Centro

Il Nodo di Centro è costituito da un router modulare, compatto, con capacità di commutazione full-duplex di almeno 1 Tbps, non bloccante verso ogni linecard. L'apparato prevede la modalità ridondata con ingresso per segnale GPS e BITS (*Building Integrated Timing Supply*) per esigenze di sincronizzazione in rete, porta console di gestione. Deve inoltre poter integrare fino a quattro unità di alimentazione ridondate a tensione di rete e il modulo di ventilazione forzata. È possibile anche considerare accettabile una soluzione con due Power Supply per dispositivo considerando tuttavia almeno due device per nodo. Deve rendere disponibile su unico slot modulare almeno 2 interfacce Ethernet da 100 Gb/s (GE) con completa feature-parity sulle interfacce integrate.

Deve essere un apparato carrier class in grado di fornire flessibilità di servizio, scalabilità, performance, ed elevata disponibilità a reti di trasporto Carrier Ethernet come quella oggetto della presente specifica ed abilitarle per il trasporto convergente, flessibile, intelligente e scalabile di servizi end-to-end.

Deve essere un router IP altamente affidabile in grado di supportare: funzionalità di clustering capaci di fornire completa sincronizzazione del Control Plane e del Forwarding Plane tra due chassis fisici separati e renderli visibili come un unico elemento logico con un unico Control Plane e Forwarding Plane, con funzionalità di non-stop forwarding e non-stop routing. Si considera equivalente anche la realizzazione di tale funzionalità tramite protocolli MC-LAG.

L'apparato deve poter essere gestito e configurato in locale o da remoto, deve supportare il protocollo SNMP e la gestione e configurazione via browser. A tal fine è richiesta la fornitura di una piattaforma applicativa lato client compatibile con un ampio numero di device di mercato, in grado di garantire la possibilità di comunicazione tra Utente e Gestore, utilizzabile in fase di esercizio della piattaforma tecnologica "Smart Road".

È altresì richiesta il corrispondente applicativo lato Centro, integrato nel sistema di gestione RMT.

Dorsale in fibra ottica

Per la rete di dorsale sono utilizzati cavi in fibra ottica con protezione metallica e doppia guaina con caratteristiche Low Smoke Zero Halogen (LSZH). I cavi in fibra ottica usati dovranno essere dotati della "Marcatura CE" e dovranno essere conformi alle normative vigenti per quanto riguarda la sicurezza e la compatibilità elettromagnetica e allo standard ITU-G.655. Il cablaggio dei cavi in fibra ottica dovrà essere conforme alle raccomandazioni indicate nelle norme ISO/IEC 11801 2° edition, EN 50173-1 2° edition, EIA/TIA 568 C.

In corrispondenza di ciascun router di segmento è realizzato lo spillamento, tramite muffola, di 24 fibre dalle fibre dal cavo di backbone.

Nodo di segmento

Ciascuna "Green Island" è connessa alla dorsale tramite un RS, ridondato, che dovrà essere:

- compatibile con la gestione sia protocollare (L2/ L3) che di banda degli anelli di I livello;
- abilitare le funzionalità previste all'interno del livello di backbone;
- assicurare un'interconnessione a 100Gbps ridondata verso il backbone e verso il dispositivo paritetico di ridondanza;

Il dispositivo da considerare dovrà avere fattore di forma compatta, basso consumo, alto throughput e consentire le seguenti funzionalità di base:

- L2VPN;
- L3VPN;
- MPLS-based;
- VPN;
- VRF.

I nodi di segmento saranno alloggiati in appositi shelter o cabine provviste di impianto di condizionamento in modo da assicurare le migliori condizioni ambientali di funzionamento.

Nel caso in cui il singolo segmento si trovi in una situazione isolata senza la possibilità di essere connesso alla dorsale, dovrà essere previsto il collegamento al Centro di Controllo Remoto preferibilmente attraverso rete Anas, se esistente, o di carrier commerciale attraverso opportuni Firewall e Gateway a salvaguardia della rete di segmento.

Firewall

L'eventuale Firewall richiesto sarà collocato in un armadio rack provvisto di alimentazione ridondata e con minimo 10 slot per future espansioni. Sarà collocato all'interno di uno shelter o cabina provvista di impianto di condizionamento in modo da assicurarne il funzionamento nel range di temperature previsto.

Rete di segmento

A livello logico la rete di segmento può essere divisa in due distinte reti:

- Rete di switches secondari (SS);
- Collegamento switch - device.

La rete di switches è costituita da un anello (anello secondario) che, tramite un cavo ottico a 24 fibre monomodali, collega gli SS al RS. L'anello secondario realizza un collegamento di livello 3 della pila ISO/OSI e utilizza un'architettura MPLS a 10 Gigabit Ethernet. Le procedure di distribuzione delle etichette sono definite in un protocollo LDP non proprietario.

Gli switches secondari dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- Deve essere un apparato di tipo industriale, managed, in grado di collegare utenze Ethernet con velocità minima 10/100 Mbit/s in modalità PoE/PoE+ e di disporre di slot SFP e SFP+ per transceiver Fast Ethernet, Gigabit Ethernet e 10 Gigabit Ethernet in rame e fibra ottica;
- Deve fornire connettività wirespeed Fast Ethernet, Gigabit Ethernet e 10 Gigabit Ethernet, servizi di switching intelligenti ed avanzati come sicurezza nell'accesso di reti, controllo delle prestazioni di rete, gestione multicast del traffico e QoS (Qualità of Service) per le prestazioni per il traffico a controllo critico;
- Deve essere compatto e raffreddato in maniera passiva senza l'ausilio di sistemi di ventilazione/raffreddamento e deve mettere a disposizione segnalazioni di uscita a relay e ingressi per segnali di allarme.

Gli switches secondari sono collegati ai device collocati lungo la tratta e saranno alloggiati in prossimità degli stessi.

Il collegamento tra switch e device è una rete di layer 2 della pila ISO/OSI, ha un'architettura TCP/IP e può avvenire sia in fibra che in rame.

Cablaggio in rame

Il cavo in rame previsto per il collegamento delle periferiche di rete allo switch secondario di pertinenza è un UTP Categoria 6, che supporta la trasmissione dei protocolli Fast Ethernet, Gigabit Ethernet e 10 Gigabit Ethernet. Gli 8 fili sono organizzati in 4 coppie; ciascuna coppia ha i cavi intrecciati tra loro. Ciascun filo ha un diametro di 0,57 millimetri (corrispondente a 23 AWG) e ha una guaina; le 4 coppie sono separate da un elemento isolante (cross filler). Il cablaggio in rame dovrà essere conforme alle normative vigenti.

1.1.2 Sistemi wireless

Il sistema di telecomunicazione Wireless previsto per la Smart Road è costituito da due sistemi distinti:

- Il primo tipo, definito Wi-Fi in Motion a standard IEEE 802.11 a/b/g/n nelle frequenze non licenziate 2.4/5 GHz per la connettività tra l'infrastruttura e mobile device.
- Il secondo tipo, Wi-Fi DSRC (Dedicated Short Range Communication) a standard ETSI ITS-G5 nel range di frequenza per la connettività dedicata al V2I (Vehicle to Infrastructure).

1.1.2.1 Sistema Wi Fi in Motion 2.4/5 GHz (Standard IEEE 802.11 a/b/g/n)

Il sistema Wi-Fi in motion sarà utilizzato per applicazioni C-ITS e permetterà la connessione del mobile device dell'utente che percorre la strada, al fine di ricevere le informazioni opportune, **in tutta sicurezza e senza distrazioni**, in modalità vivavoce. Altre funzioni, fruibili dalla rete Wi-Fi, saranno invece consentite **solamente a veicolo fermo**.

Caratteristiche e requisiti della rete WI-FI in Motion

La rete wireless in tecnologia Wi-Fi IEEE 802.11 a/b/g/n, nelle bande di frequenza non licenziate 2,4 GHz e 5 GHz a servizio della Smart Road, ha lo scopo di garantire l'accesso wireless in tecnologia Wi-Fi ai servizi messi a disposizione dalla stazione appaltante (Anas S.p.A.) per gli utenti forniti di apparati dotati di connettività IEEE 802.11 a/b/g/n (definiti in seguito "client"), come dispositivi mobili e telefoni VoIP, lettori di codici a barre, e rendere fruibili tutti i servizi che la stazione appaltante vorrà implementare con sistemi e modalità, non oggetto del presente progetto, tali da non distrarre l'utente impegnato alla guida.

La rete Wi-Fi sarà composta dai seguenti elementi:

- **Centro di Controllo di Rete locale (CCL):** il Centro di Controllo di Rete (WIRELESS CONTROLLER) ubicato in ogni sito Green Island, svolge la funzione di nodo centralizzato di gestione e controllo per tutta la rete Wi-Fi.
- **Access Point Wi-Fi:** l'Access Point è il dispositivo che permette ai client di collegarsi alla rete wireless. L'Access Point dovrà essere predisposto per il collegamento alla rete cablata in Fibra ottica (AP Wired) attraverso il nodo secondario oppure via radio agli altri Access Point (AP mesh); l'Access Point è l'elemento della rete che realizza la copertura radio Wi-Fi in banda 2,4 GHz (standard IEEE 802.11 b/g/n).

La banda di frequenza 5 GHz (standard IEEE 802.11 a/n) oltre a ridurre il rischio di interferenza con altre reti Wi-Fi la cui copertura si estende, anche parzialmente, sulla sede autostradale può essere eventualmente utilizzata per realizzare la rete di backhaul

mesh per collegare tra loro gli Access Point non cablati e assicurare la ridondanza sulla dorsale di segmento.

Il fenomeno dell'interferenza è molto probabile in particolare nelle tratte in cui l'Autostrada attraversa le città in cui sono presenti utenze molto vicine alla carreggiata. I prodotti che utilizzano la banda a 5 GHz sono molto meno numerosi rispetto a quelli che operano in banda 2,4 GHz.

Quasi tutti gli Access Point per uso residenziale operano a 2,4 GHz. Un semplice Access Point residenziale installato nelle vicinanze alla sede stradale ha una significativa probabilità di interferire con il collegamento punto punto di backup lungo l'autostrada, degradando in maniera considerevole l'affidabilità del backup stesso. Utilizzando invece la banda 5 GHz, lo spazio radio risulta molto più libero e le probabilità di interferenza sono ridotte al minimo.

Architettura della rete Wi-Fi

L'architettura della rete Wi-Fi proposta deve rispondere a requisiti di flessibilità, espandibilità e resilienza. Gli elementi di resilienza del sistema dovranno basarsi su:

1. **Self Healing:** la rete Wi-Fi proposta deve essere in grado di adattare dinamicamente ed automaticamente le risorse radio (canali radio e/o livelli di potenza trasmessa) degli Access Point in modo da ottimizzare il segnale a radiofrequenza in presenza di interferenze radio oppure in modo da ripristinare i livelli radio ottimali di una determinata tratta in seguito alla perdita di un Access Point.
2. **Site Survivability:** gli Access Point dovranno continuare a comunicare anche in assenza del Centro di Controllo. L'architettura della rete Wi-Fi da realizzare prevede che normalmente gli Access Point stabiliscano la comunicazione sotto il controllo del Centro di Controllo. Questa modalità di lavoro viene definita come dipendente e costituisce la modalità di funzionamento normale della rete. Gli Access Point, da installare per la realizzazione della rete wireless dedicata al sistema Smart Road, devono essere in grado di funzionare anche in assenza del Centro di Controllo, svolgendo localmente le funzioni proprie del Centro di Controllo stesso. Questa modalità di lavoro viene definita come indipendente (o stand-alone). Il passaggio da una modalità all'altra (a seconda delle circostanze in cui si venga a trovare la rete) deve avvenire in maniera automatica senza perdita di connettività per i client. Si definisce questa capacità come "Site Survivability". Il processo di adozione di un Access Point da parte del Centro di Controllo dovrà essere possibile sia a Layer 2 che a Layer 3. Gli Access Point dovranno perciò funzionare in modalità adattativa, ovvero adattando automaticamente la loro modalità di funzionamento (dipendente o indipendente) a seconda della situazione.

Dal punto di vista del routing, l'architettura proposta deve essere in grado di eliminare i colli di bottiglia (o "single points of failure") tipici di una rete centralizzata di tipo tradizionale ed essere altamente scalabile: essa deve essere in grado di distribuire l'intelligenza di rete e le funzioni di sicurezza e di instradamento del traffico su tutta la rete pur mantenendo la gestione centralizzata nel Centro di Controllo.

Ogni Access Point deve essere in grado di prendere decisioni in maniera indipendente riguardo la sicurezza o l'instradamento del traffico a livello locale, ottimizzando le risorse di tutta la rete. Il risultato dovrà essere una rete sicura, affidabile e con elevate prestazioni. Si richiede perciò che il traffico locale venga instradato localmente senza passare dal Centro di Controllo, in maniera dinamica e intelligente. In questo modo si mantengono entrambi i vantaggi di un'architettura distribuita e di un'architettura centralizzata, in quanto gli Access Point vengono comunque gestiti centralmente dal Centro di Controllo.

Questo tipo di architettura diventa fondamentale nel caso di una elevata densità di traffico generata da un elevato numero di client connessi allo stesso Access Point. In particolare si evita che il Centro

di Controllo diventi rapidamente un collo di bottiglia per tutta la rete, si riducono le problematiche legate alla latenza per le applicazioni voce e ai disturbi delle caratteristiche del segnale (jitter) relativo al traffico video e si offre alla rete maggior flessibilità e maggior capacità. Il Centro di Controllo locale resta comunque il singolo punto di gestione degli Access Point, fornendo funzioni di configurazione, controllo e troubleshooting a livello centralizzato.

1.1.2.1.1 *Access Point per WI-FI in Motion*

Caratteristiche prestazionali

Le prestazioni degli Access Point devono essere performanti sia dal punto di vista radio che per quanto riguarda le funzionalità di gestione dei client, del routing e della banda disponibile. Essi devono supportare le seguenti caratteristiche:

1. Essere conformi agli standard IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n.
2. Essere predisposti per l'alimentazione in modalità Power-over-Ethernet (PoE) in accordo allo standard IEEE 802.3af, senza perdita significativa di prestazioni.
3. Avere almeno una porta Gigabit Ethernet, indicatori LED di diagnostica.
4. Supportare il meccanismo del "VLAN tagging" secondo lo standard 802.1q. Gli AP devono poter essere gestiti su di una "tagged VLAN".
5. Poter essere aggiornati automaticamente col software appropriato via rete e senza necessità di interventi in campo, a partire dal Centro di Controllo.
6. Essere di tipo Dual Radio (Band Unlocked) / Dual Band, in grado di offrire accesso ai client sia nella banda 2,4 GHz che 5 GHz, oppure di offrire in banda 5 GHz connettività di tipo Mesh per connettere gli Access Point non cablati (detti Mesh Access Point o MAP) agli Access Point cablati alla rete wired (detti Root Access Point o RAP).
7. Supportare in standard IEEE 802.11n canali da 20MHz e 40MHz e Data Rate fino a 300Mbit/s.
8. Ogni Access Point dovrà garantire la contemporanea connettività di almeno 100 client.
9. Supportare almeno 8 SSID (Service Set Identifiers) per ogni radio; per ogni SSID dovrà essere possibile definire delle policy specifiche per la sicurezza e l'autenticazione.
10. Supportare funzioni di RF (Frequenza Radio) avanzate quali:
 - Connettività Mesh multi-hop: l'algoritmo di routing mesh utilizzato dagli Access Point deve essere di tipo dinamico in modo da garantire un routing efficiente, bassa latenza nel livello meshing, basso overhead di routing, hand-over ad alta velocità anche con client in movimento alle velocità di progetto delle autostrade (130 Km/h) e grande scalabilità. Inoltre deve essere possibile raggiungere da un nodo RAP (Root Access Point) non solo gli altri nodi adiacenti ma anche quelli più distanti tramite "salti" successivi da un MAP (Mesh Access Point) all'altro (denominati "hop"): la tecnologia multi-hop limita l'uso di connessioni cablate.
 - Sistemi di antenna MIMO 2x2 o superiori: la tecnologia MIMO comporta l'utilizzo di più antenne sia in trasmissione che in ricezione in modo da ridurre drasticamente le interferenze anche in ambienti di propagazione radio particolarmente ostili (alta interferenza da altri apparati o sistemi, presenza di ostacoli che impediscono la visuale diretta tra AP o tra AP e client, multipath fading, ecc.).
 - Spatial Multiplexing: lo Spatial Multiplexing (Moltiplicazione Spaziale) consente di trasmettere 2 o più flussi spaziali utilizzando 2 o più antenne in modo da raddoppiare il throughput di un canale wireless, non solo nell'ambito IEEE 802.11n ma anche per client IEEE 802.11a/b/g.

- Frame Aggregation: la funzione di Frame Aggregation (Aggregazione dei frame) comporta un aumento del throughput in quanto ottimizza l'invio dei data frame inviando due o più data frames in una singola trasmissione, riducendo l'impatto degli overhead ("sovrarichieste") sull'occupazione di banda complessiva.
11. Poter essere gestiti sia a livello di Centro di Controllo che singolarmente, tramite accesso di tipo CLI (Command Line Interface) oppure di tipo GUI (Graphical User Interface).

Funzionalità di sicurezza

Ogni Access Point dovrà includere localmente le seguenti funzionalità di sicurezza:

1. Firewall integrato (Wired & Wireless). Le caratteristiche del Firewall dovranno includere:
 - a. Tipo L2 / L3 stateful, role-based e funzionalità di IP Filtering: nessun passaggio di traffico dovrà essere permesso verso la wired network senza passare attraverso l'ispezione role-based dell'Access Point.
 - b. Proteggere i client wireless da attacchi di tipo «Man in the Middle» (MITM) attraverso ispezioni dinamiche ARP dell'Access Point (prevenzione dall'«ARP cache poisoning»).
 - c. Consentire ottimizzazione sicura del flusso di traffico ispezionando il traffico dell'Access Point prima di inoltrarlo verso una VLAN locale e senza passare dal Centro di Controllo centralizzato.
 - d. Prevenire che attacchi di tipo «Denial of Service» (DoS) e di tipo «storm» broadcast/multicast si propaghino verso la rete wired senza passare dal Centro di Controllo centralizzato.
2. Funzioni anti-intrusione a livello wireless native (ovvero funzioni dette di Wireless Intrusion Detection System o WIDS e di Wireless Intrusion Prevention System o WIPS).
3. Server di autenticazione (AAA).
4. Sistemi di crittografia:
 - WEP a 64 e 128 bit WPA-TKIP
 - WPA-PSK-TKIP
 - WPA-AES WPA-
 - PSK-AES WPA-
 - IEEE 802.11i WPA2- AES
 - WPA2-PSK-AES
 - WPA2-TKIP
 - WPA2- PSK-TKIP

Funzionalità di networking

Ogni Access Point dovrà includere localmente le seguenti funzionalità di networking:

1. Server DHCP integrato.
2. Funzionalità integrata di NAT (Network Address Translation).
3. Funzionalità integrata di gestione della Quality of Service (QoS): WMM- PS/SIP CAC, WMM-UAPSD, IEEE 802.1p, Diffserv e TOS.
4. Capacità locale (ovvero integrata nell'Access Point) di gestione degli aggiornamenti e delle configurazioni di firmware.

5. Layer 3 routing ed i protocolli 802.1q/p, DHCP server/client, BOOTP Client, PPPoE e LLDP. Load-balancing del traffico con Rate Limiting e Bandwidth Management.
6. Funzioni di mobilità di Layer 2 e Layer3 (stateful roaming).
7. Funzionalità di Fast roaming: normalmente la capacità di fast roaming dei client tra Access Point viene gestita a livello centralizzato (ovvero dal Centro di Controllo): tuttavia, anche in assenza del Centro di Controllo, gli Access Point dovranno essere in grado di condividere le credenziali di autenticazione negoziate con i propri client con gli altri Access Point della rete. Ciò consentirà ai client di potersi spostare da un Access Point all'altro senza doversi ri-autenticare ad ogni cambio di Access Point.
8. VLAN estese Wired/Wireless: a livello di VLAN, gli Access Point devono consentire di estendere le VLAN della rete wired alla rete wireless, senza necessità di riconfigurare le VLAN a livello wired. Ciò evita che l'introduzione della rete Wi-Fi vada a causare modifiche sulle reti wired pre- esistenti e consente ai client wireless di accedere alle VLAN wired e di muoversi tra le VLAN wired e wireless.

1.1.2.1.2 *Mobile Edge Computing (MEC)*

Multi-access Edge Computing (MEC) è una piattaforma in grado di elaborare dati e contenuti informativi in prossimità dell'infrastruttura radio (independentemente dalla tecnologia di accesso impiegata (es.4G o Wifi), con una latenza significativamente ridotta. MEC rende possibili Funzioni di Rete Virtualizzate (Virtualised Network Functions) per reti radio multi-tecnologia private e pubbliche. Grazie alla natura software virtualizzata, MEC rappresenta una tecnologia flessibile, scalabile ed efficiente. Multi-access Edge Computing è una tecnologia standardizzata dalla ETSI Industry Specification Group (ETSI GS MEC 003 V1.1.1 (2016-03, vedi anche <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/multi-access-edge-computing>). La principale funzionalità delle tecnologie MEC, è rappresentata dall'introduzione di ultra-bassa latenza ed alta capacità, capaci di abilitare servizi real-time per molteplici applicazioni nel contesto del progetto Smart Road di ANAS. I più comuni use-case per le tecnologie MEC sono:

- Video analytics
- Location services
- Internet-of-Things (IoT)
- Distribuzione ottimizzata e locale di contenuti

Nel contesto della visione ANAS Smart Road, le tecnologie MEC associate alla rete di accesso wireless basata su tecnologia WIFI (tecnologia capace di supportare -tra l'altro- standard chiave per scenari di mobilità come 802.11r/k) hanno lo scopo di permettere una distribuzione e raccolta di contenuti dagli Smart Phones attraverso lo stabilimento di sessioni TCP quanto più locali e stabili (stabilità ottenuta grazie alla bassa latenza), permettendo ad esempio il trasferimento di una quantità di dati significativa nel breve periodo di associazione e collegamento tra client WIFI in movimento a velocità autostradale, ed Access Point. Per ogni sezione da 30 Km deve essere prevista l'installazione di una piattaforma in tecnologia Mec installata su server dedicati; tale server sarà posizionato all'interno degli armadi ospitanti gli apparati trasmissivi in fibra ottica.

1.1.2.2 **Sistema per la connettività V2I**

Nei seguenti paragrafi sono indicati i principali standard relativi alla connettività V2I, lo standard IEEE 802.11p e l'architettura della comunicazione negli ITS (Intelligent Transportation System) indicata negli standard ETSI.

Gli ITS (Intelligent Transportation System) sono sistemi che presentano avanzate tecnologie di informazione e di comunicazione al fine di migliorare la sicurezza della guida e l'incolumità delle

persone, la sicurezza e protezione dei veicoli e delle merci, la qualità, nonché l'efficienza dei sistemi di trasporto per i passeggeri e le merci. Gli ITS seguono standard sia a livello internazionale che nazionale.

Le tecnologie V2I (Vehicle to Infrastructure) hanno il principale obiettivo di prevenire gli incidenti stradali causati da errori e distrazioni del guidatore, grazie alla capacità di riconoscere le situazioni di possibile collisione e potenziali pericoli prima di quanto possa fare l'automobilista. Il V2I si basa sullo scambio di informazioni tra veicoli e infrastruttura, la comunicazione sfrutta la tecnologia DSRC (Dedicated Short Range Communications) per lo scambio di dati come ad esempio la localizzazione di ciascun veicolo, la relativa velocità, direzione ed eventuale decelerazione. I devices che permettono la comunicazione con l'utente stradale possono essere installati direttamente a bordo nel caso di veicoli di nuova produzione o possono essere oggetto di "aftermarket" nel caso di veicoli già esistenti o, ancora, possono essere utilizzati i dispositivi di comunicazione personali (ad esempio: mobile device, tablet, ecc.).

La comunicazione wireless DSRC è bidirezionale e consente una messaggistica rapida e sicura per le applicazioni di safety stradale, in cui lo "short range" è dipendente dall'ambiente circostante.

La tecnologia DSRC garantisce:

- Rapida Acquisizione di rete: è necessario che le comunicazioni siano veloci ed aggiornate in tempo reale;
- Bassa Latenza di Trasmissione: le applicazioni relative alla sicurezza stradale devono essere in grado di riconoscersi e di trasmettere messaggi senza ritardi temporali con latenze delle trasmissioni inferiore a 50 ms;
- Elevata Affidabilità: le applicazioni relative alla sicurezza stradale devono garantire il funzionamento anche ad elevata velocità ed in qualsiasi condizione meteorologica;
- Priorità: le applicazioni relative alla sicurezza hanno la priorità rispetto alle applicazioni non legate alla safety stradale;
- Sicurezza e Privacy: il DSRC garantisce sistemi di autenticazione e di privacy.

Alcune applicazioni delle comunicazioni DSRC possono essere elencate come di seguito:

- Visualizzazione di presenza veicoli nei punti ciechi (blind spot);
- Segnalazione di prossima collisione;
- Segnalazione d' improvvisa frenata veicolo precedente;
- Segnalazione d' impossibilità di sorpasso (punti ciechi);
- Segnalazione d'avvicinamento mezzi di soccorso;
- Segnalazione ribaltamento veicolo;
- Segnaletica a bordo;
- Autorizzazioni e Segnalazione presenza mezzi di trasporto pesanti;
- Segnalazione Veicolo prossimo al cambio corsia;
- Segnalazione veicolo in contromano.

Le comunicazioni ITS, sulla base di quanto stabilito dal Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze avvengono a banda dedicata che garantisce minime interferenze dato che non esistono operatori preesistenti che operano nell'introno di tale frequenza.

L'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) redige standard a livello Europeo anche in ambito Information and Communications Technologies (ICT).

Nell'ambito degli ITS, l'ETSI ha pubblicato due standard relativi ai messaggi scambiati tra veicoli e infrastrutture o tra veicolo e veicolo:

1. Le specifiche del Cooperative Awareness Basic Service: questo standard descrive le specifiche del **CAM (Cooperative Awareness Message)** ossia i messaggi scambiati tra il veicolo e l'infrastruttura (cfr ETSI EN 302 637-2).
2. Le specifiche del Decentralized Environmental Notification Basic Service: questo standard descrive le specifiche del **DENM (Decentralized Environmental Notification Message)** ossia i messaggi inviati ai veicoli relativi ad eventi di allarme verificatisi nella strada come per esempio l'eccessivo traffico (cfr ETSI EN 302 637-3).

Per supportare la comunicazione V2I e/o V2V e dunque lo scambio di informazioni, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha indicato, in particolare, la necessità di dotarsi di piattaforme integrate di comunicazione **basate sugli standard ETSI G5 DSRC**.

La tecnologia ETSI G5 descrive le bande di frequenza per la comunicazione tra V2V o V2I come indicato nella seguente tabella (cfr ETSI EN 302 663):

Tabella 1 - Bande di frequenza per la comunicazione V2V e V2I

	Range di frequenza (MHz)	Applicazioni
ITS-G5D	Da 5 905 a 5 925	Applicazione ITS future
ITS-G5A	Da 5 875 a 5 905	Applicazioni ITS relative alla sicurezza della strada
ITS-G5B	Da 5 855 a 5 875	Applicazioni ITS di non sicurezza
ITS-G5C	Da 5 470 a 5 725	RLAN (WLAN)
CEN DSRC	Da 5 795 a 5815	Riscossione del pedaggio elettronico

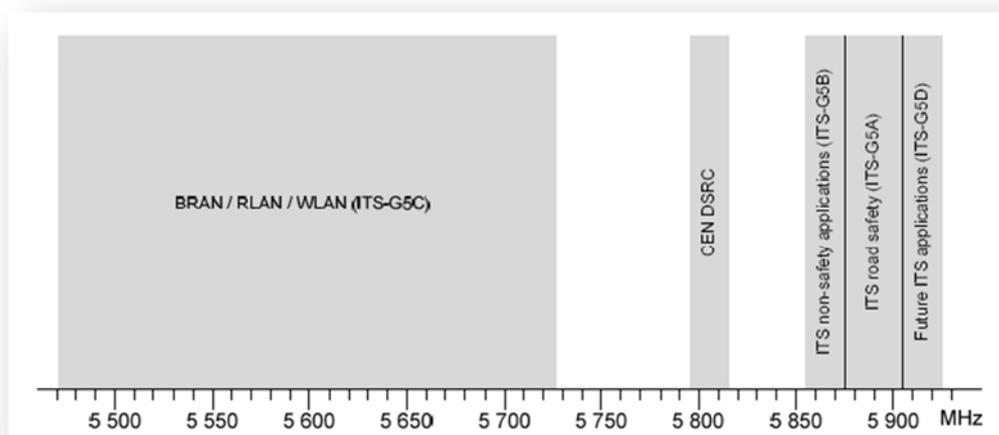


Figura 4 - Bande di frequenza per la comunicazione tra V2V o V2I

La figura sopra riportata mostra la banda di frequenza Europea individuata dall'ETSI G5 e dalla **Dedicated Short Range Communication (DSRC)** utilizzata per la riscossione del pedaggio elettronico.

La DSRC comprende le seguenti unità:

- **OBU (On Board Unit):** apparecchiature dotati di antenna destinati per l'uso nei veicoli su strada o ferrovie (cfr standard ETSI EN 300 647-2-2);
- **RSU (Road Side Unit):** apparecchiature dotati di antenna destinati per l'uso nelle infrastrutture stradali e autostradali (cfr ETSI EN 300 647-2-1).

L'introduzione della banda di frequenza del DSRC ha indotto allo sviluppo **dello standard 802.11p utilizzato nella comunicazione V2V e V2I.**

L'**IEEE 802.11p** è un emendamento dello standard 802.11 che aggiunge alcune modalità e **modifica parametri del livello MAC (Medium Access Control) e PHY (Physical layer)** per consentire e regolamentare la comunicazione negli ambienti veicolari. Le modifiche riguardano principalmente lo standard 802.11a che opera sui 5GHz, la frequenza utilizzata dal livello PHY 802.11p è infatti 5.9 GHz.

Architettura della comunicazione negli ITS (ITSC)

L'ITSC (Intelligent Transportation System Communication) è il sistema di comunicazione dedicato ai trasporti come mostrato nella seguente figura (cfr ETSI EN 302 665):

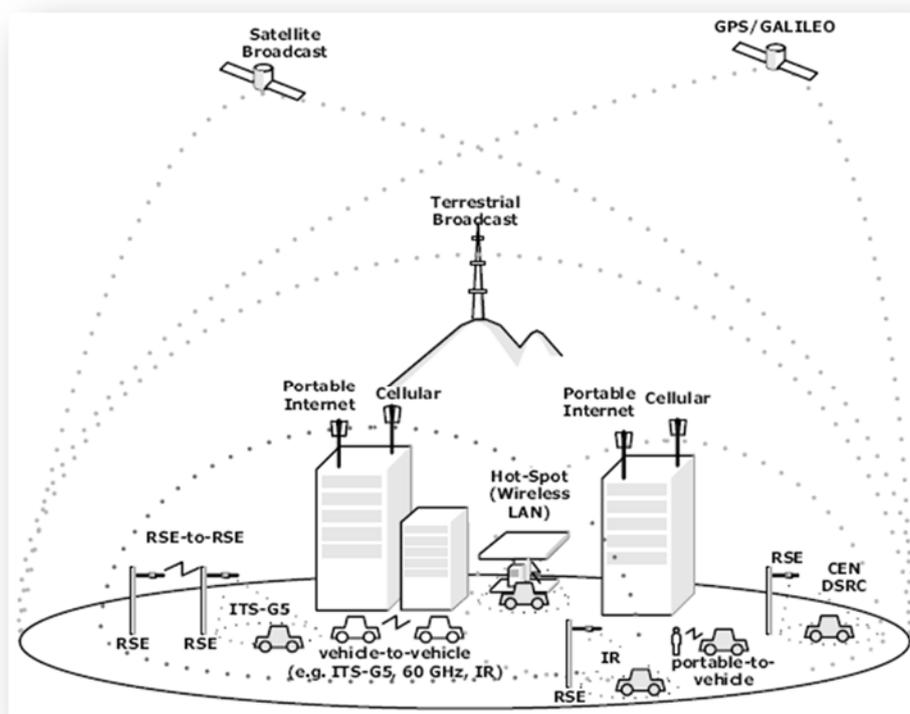


Figura 5 - Semplificazione dello scenario di comunicazione ITS

I principali sotto-sistemi coinvolti nell'ITSC sono:

- **I dispositivi mobile** degli utenti che percorrono la strada;
- I veicoli (automobili, camion, ecc.);
- Le infrastrutture su strada (gallerie, portali, ecc);
- **Il Sistema Centrale** che gestisce e monitora le infrastrutture su strada. Nel caso di Anas il sistema centrale è il sistema RMT.

Ciascuno dei sotto-sistemi sopra indicati contiene una stazione ITS la quale, dipendentemente dal contesto, può presentare una o più componenti funzionali come mostrato nella seguente figura:

Si riportano di seguito le figure di dettaglio delle stazioni ITS del sotto-sistema "Veicolo", del sotto-sistema "Infrastruttura" e del sotto-sistema "Sistema Centrale":

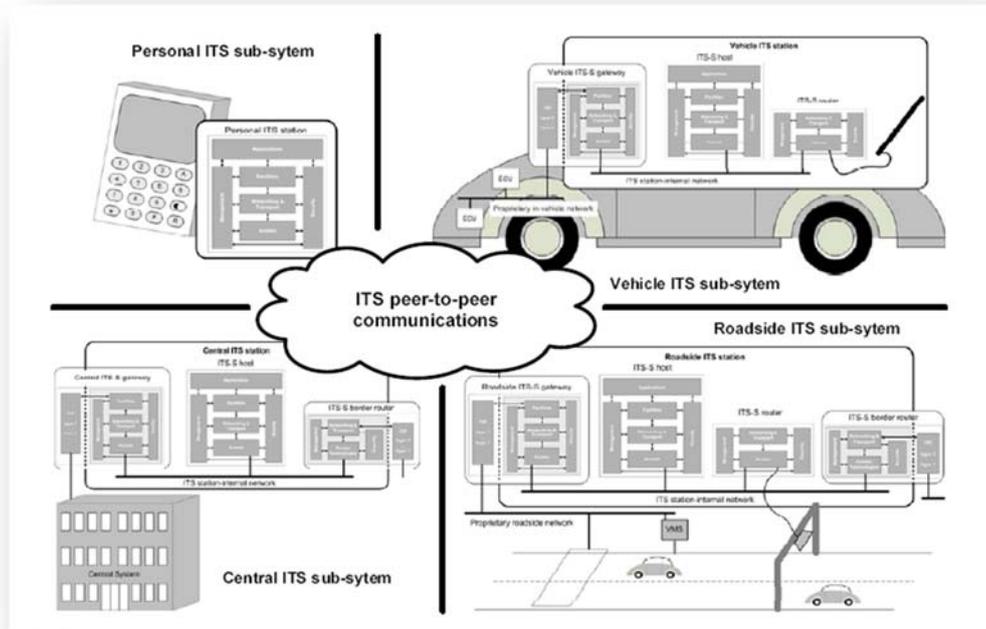


Figura 6 - Semplificazione sistemi ITS

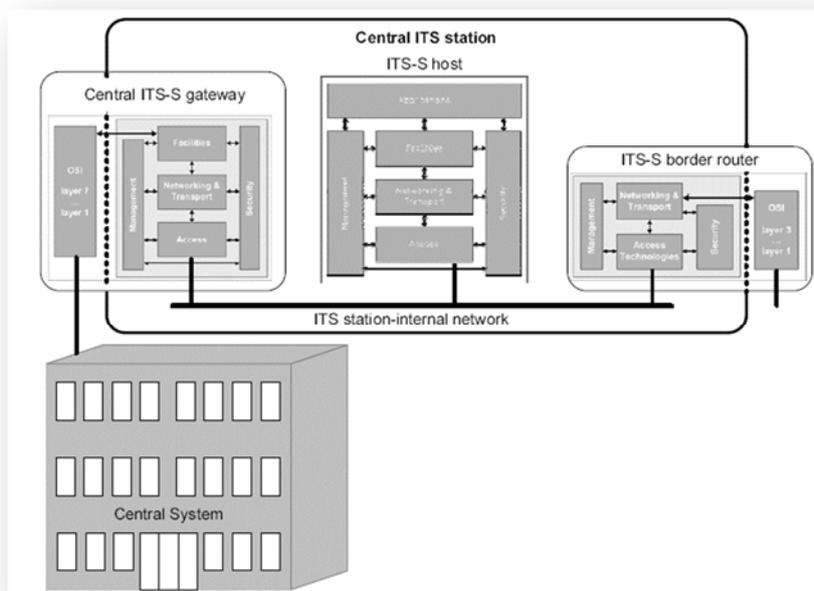


Figura 7 - Semplificazione stazione ITS "Sistema Centrale"

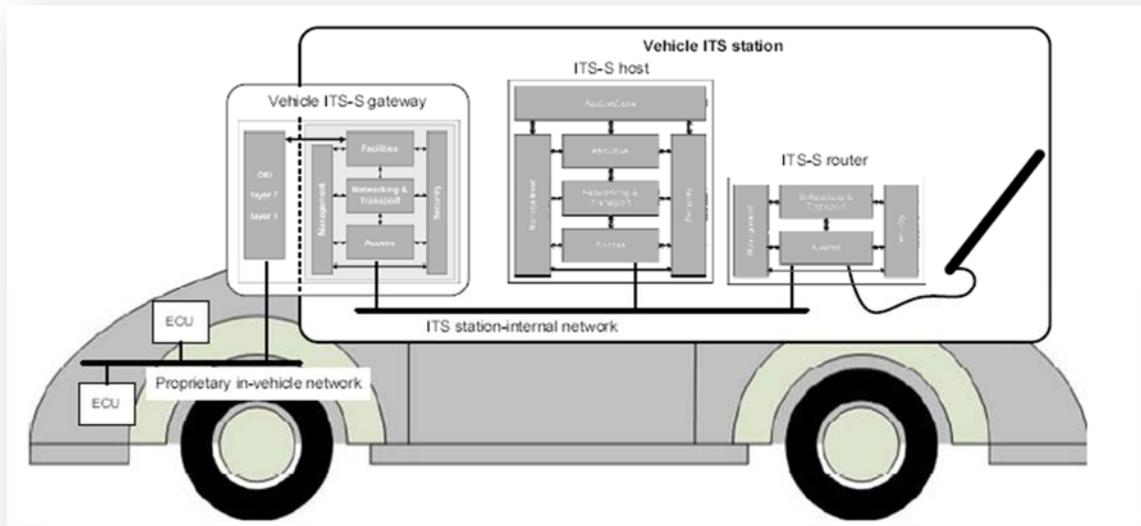


Figura 8 - Semplificazione stazione ITS "Veicolo"

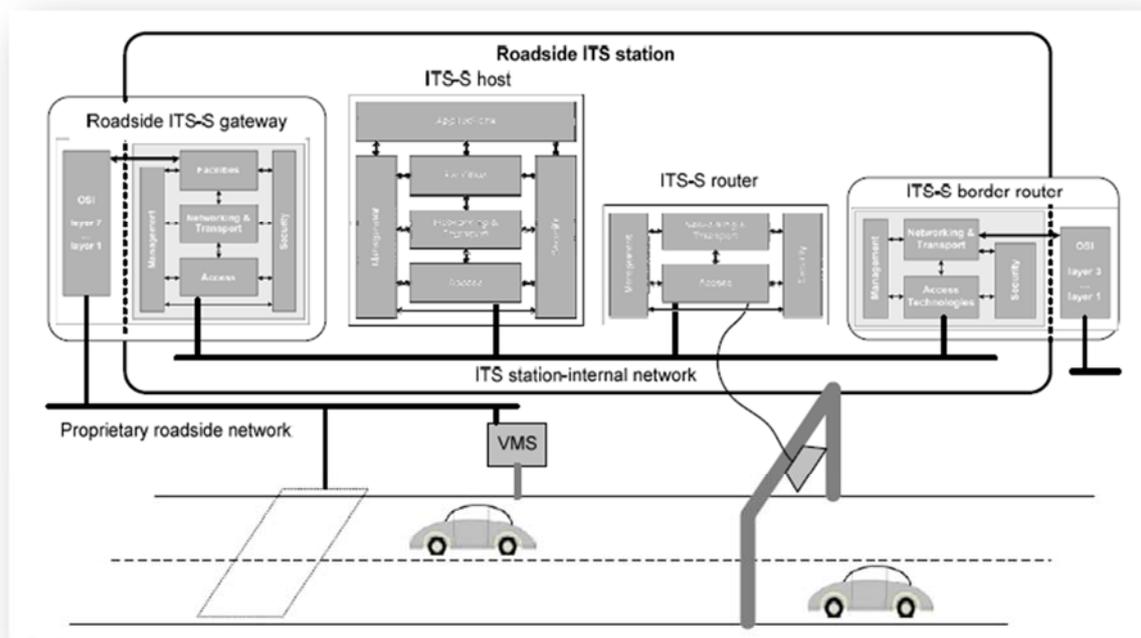


Figura 9 - Semplificazione stazione ITS "Infrastruttura"

Le componenti funzionali presenti nelle stazioni ITS sopra indicati sono:

- **ITS-S host:** contiene le applicazioni ITS e le funzionalità ad esse necessarie;
- **ITS-S gateway:** connette il sotto-sistema (veicolo, infrastruttura, sistema centrale) al suo network ITS interno;

- **ITS-S router:** connette due protocolli ITS ossia il network ITS interno della stazione ITS e un network esterno ITS;
- **ITS-S border router:** serve per gestire e connettere tutti i sistemi e gli apparati presenti nel network del gestore dell'infrastruttura. In particolare il network del gestore potrebbe seguire standard di comunicazione differenti da quelli tipici dell'ITS, per esempio MPLS o internet. Il parco impiantistico appartenente al gestore delle infrastrutture include anche sotto-sistemi "Infrastrutture" coinvolti nell'ITSC.

Le componenti funzionali delle stazioni ITS (ITS-S host, ITS-S gateway, ITS-S router e ITS-S border router) presentano un'architettura generale che **segue i principi del modello Open System Interconnection (OSI)**. Ad eccezione dell'ITS-S host, ciascun componente funzionale presenta sezioni specifiche dell'architettura generale mostrata nella seguente figura (cfr ETSI EN 302 665):

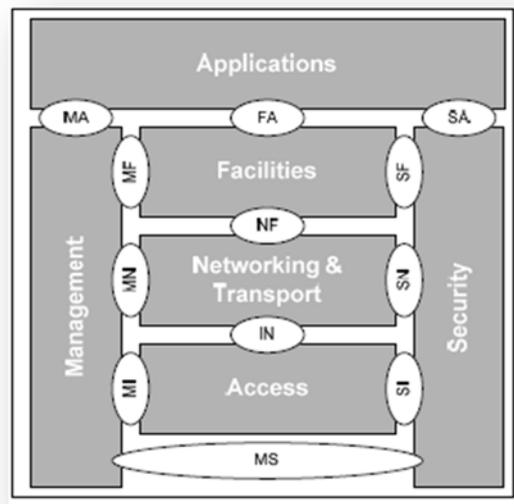


Figura 10 - Architettura delle stazioni ITS

I tre blocchi centrali dell'architettura riprendono le funzioni del modello OSI, in particolare:

- Il blocco "**Access**" rappresenta i layer 1 e 2 del modello OSI;
- Il blocco "**Networking & Trasport**" rappresenta i layer 3 e 4 del modello OSI;
- Il blocco "**Facilities**" rappresenta i layer 5,6 e 7 del modello OSI.

I blocchi identificati dall'architettura sono interconnessi mediante delle interfacce o mediante "Service Access Point (SAP)" (es MI, MN, MF, ecc).

Sebbene il concetto di layer all'interno del modello OSI si basa su singoli layer, nell'architettura delle stazioni ITS ciascun layer contiene al suo interno un ulteriore insieme di funzioni indicate come "Cross-layer functionality" (cfr ETSI EN 302 665):

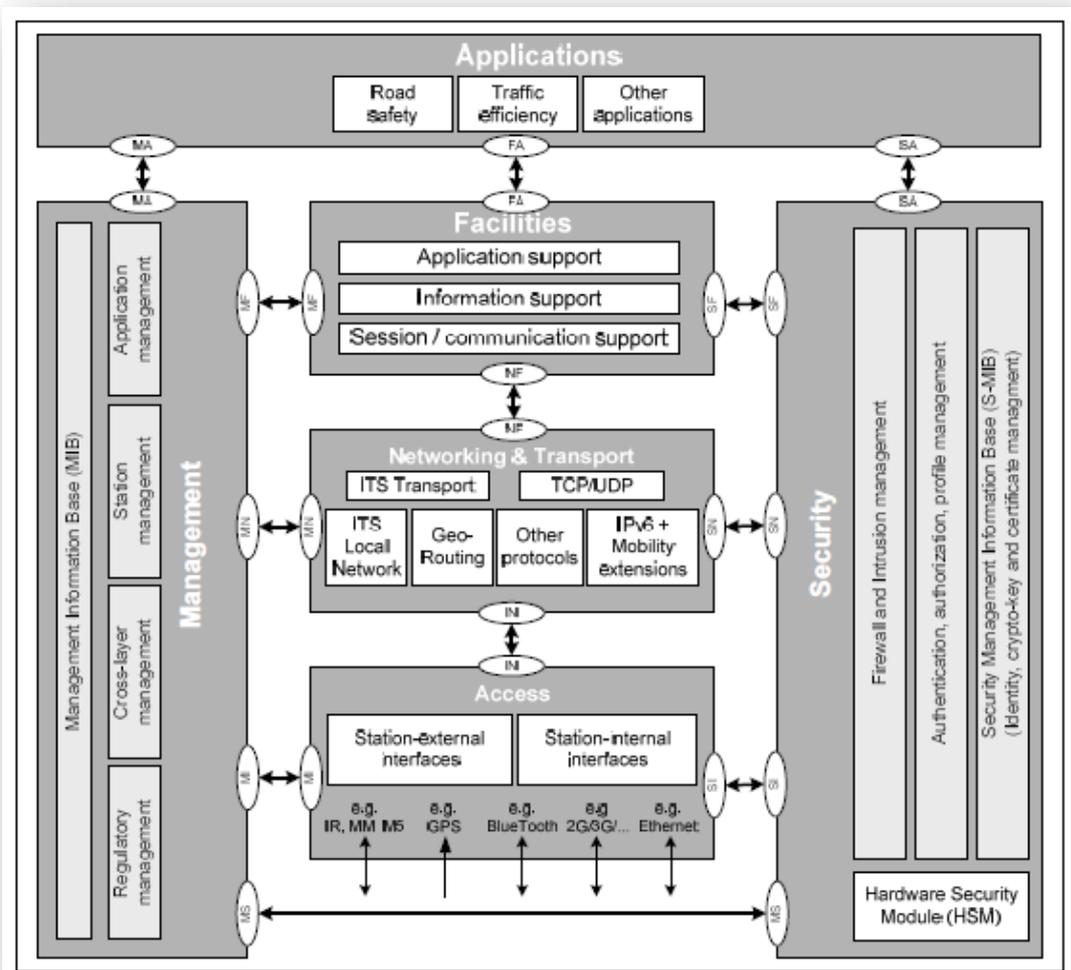


Figura 11 - Funzioni dell'architettura delle stazioni ITS

Nei seguenti paragrafi sono riportate le strutture di dettaglio dei sei blocchi dell'architettura delle stazioni ITS.

Applications Layer

L'Applications Layer rappresenta le applicazioni ITS utilizzate per fornire servizi ITS da un utilizzatore ad un altro per esempio lo scambio di informazioni tra veicolo e veicolo oppure tra veicolo e infrastruttura.

Si riporta di seguito il dettaglio dell'Applications Layer (cfr ETSI EN 302 665):

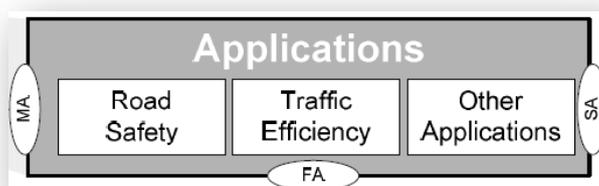


Figura 12 - Funzioni di dettaglio dell'Application Layer

L'Applications Layer comprende tre classi di applicazioni: **Road Safety**, **Traffic Efficiency** e **Other Applications**.

Nella seguente tabella sono riportate per ciascuna classe di applicazione i relativi casi d'uso (cfr ETSI TR102 638):

Tabella 2 - Classi di Applicazioni e relativi casi d'uso

Categoria Applicazioni	Applicazioni	Impieghi	Day C-ITS Services List
Sicurezza Stradale attiva	Giuda Assistita/Informazioni per la sicurezza	Segnalazione presenza mezzi di soccorso	Day 1 C-ITS Services List
		Segnalazione veicolo lento	Day 1 C-ITS Services List
		Alert collisione in prossimità di inter	Day 1 C-ITS Services List
		Segnalazione Motociclista	
	Giuda Assistita/Segnalazione Pericoli	Luce di Stop di emergenza elettronica in frenata	Day 1 C-ITS Services List
		Alert percorrenza contromano	
		Segnalazione veicolo fermo causa incidente	Day 1 C-ITS Services List
		Segnalazione veicolo fermo causa panne	Day 1 C-ITS Services List
		Segnalazione condizioni di traffico	Day 1 C-ITS Services List
		Segnalazione violazione segnaletica stradale	Day 1 C-ITS Services List
		Segnalazione presenza cantiere stradale	Day 1 C-ITS Services List
		Alert rischio di incidente	Day 1 C-ITS Services List
		Dati provenienti dal veicolo/luogo rischioso	
		Dati provenienti dal veicolo/precipitazioni atmosferiche	
		Dati provenienti dal veicolo/aderenza al manto stradale	
		Dati provenienti dal veicolo/visibilità	
Dati provenienti dal veicolo/vento			
Efficienza Traffico	Gestione della velocità	Notifica limiti di velocità	Day 1 C-ITS Services List
		Velocità consigliata in prossimità semaforo	
	Navigazione Cooperativa	Informazioni traffico e itinerari consigliati	Day 1.5 C-ITS Services List
		Segnalazione tratti chiusi/percorsi alternativi	Day 1.5 C-ITS Services List
		Navigazione assistita	
Servizi Cooperativi locali	Servizi basati sulla localizzazione	Ripetizione segnaletica stradale a bordo	Day 1.5 C-ITS Services List
		Notifica punti di interesse	Day 1.5 C-ITS Services List
		Controllo automatico degli accessi e gestione aree di sosta	Day 1.5 C-ITS Services List
		ITS per commercio elettronico	
Servizi Internet	Servizi per la connettività	Media Downloading	
		Servizi assicurazione/finanza	Day 1.5 C-ITS Services List
		Gestione flotta	
	Gestione ciclo di vita Stazioni ITS	Gestione zone di carico	
		Software veicolo/raccolta e aggiornamento dati	
	Taratura database veicolo		

La strategia europea relativa ai sistemi C-ITS, pubblicata a Brussels in data 30/11/2016, identifica una lista di servizi che i sistemi di trasporto intelligenti devono fornire agli utenti lungo le reti stradali europee. Si riporta nella precedente tabella l'insieme dei servizi forniti all'utente dalla Smart Road suddiviso per categoria di applicazioni, con riferimento alla lista di servizi dei C-ITS indicata dalla suddetta strategia europea.

L'elenco di servizi erogati da sistemi C-ITS tecnologicamente già maturi dovrebbe essere implementato rapidamente, in modo che gli utenti finali e la società in generale possano beneficiarne il più presto possibile. Questa lista di servizi già disponibili è definita come lista di servizi C-ITS Day 1.

In una seconda fase, per la commissione dovranno essere erogati i servizi appartenenti a una seconda lista di servizi, denominata Day 1.5, quest'ultima comprende un insieme di servizi per i quali le specifiche o gli standard completi potrebbero ancora non essere tecnologicamente disponibili per la distribuzione su larga scala dal 2019, anche se sono considerati comunque generalmente già esistenti.

Facilities Layer

Il Facilities Layer fornisce supporto alle Applicazioni ITS in particolare esso è strutturato in modo da fornire le funzioni generiche individuate dalle applicazioni e dai relativi casi d'uso.

Si riporta di seguito il dettaglio del Facilities Layer (cfr ETSI TR 102 638):

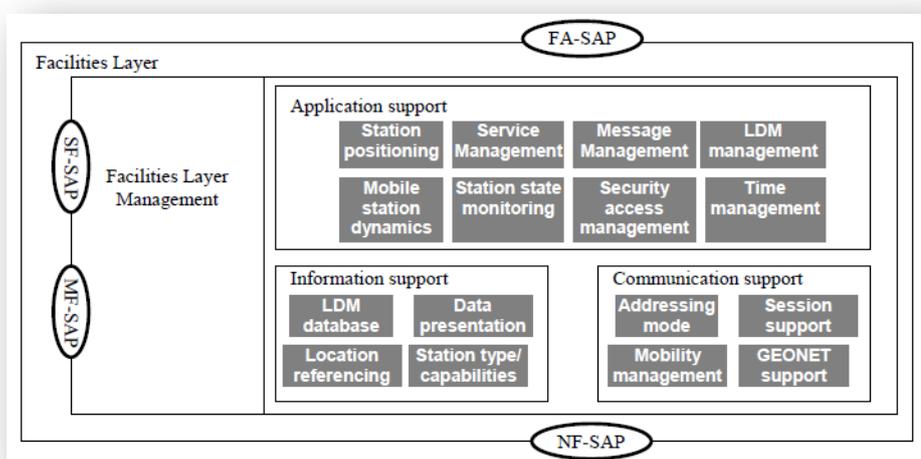


Figura 13 - Funzioni di dettaglio del Facilities Layer

Il Facility Layer è costituito da tre principali sezioni:

- 1 **Application Support:** kernel delle funzioni comuni a supporto dell'Application Layer;
- 2 **Information Support:** repository delle informazioni statiche e dinamiche in uso dal Facilities Layer e accessibile dalle applicazioni;
- 3 **Communication support:** gestore delle differenti modalità di comunicazione.

Networking & Transport Layer

Il Networking & Transport Layer contiene i protocolli di rete e di trasporti e la gestione degli stessi. Si riporta di seguito il dettaglio del Networking & Transport Layer (cfr. ETSI EN 302 665):

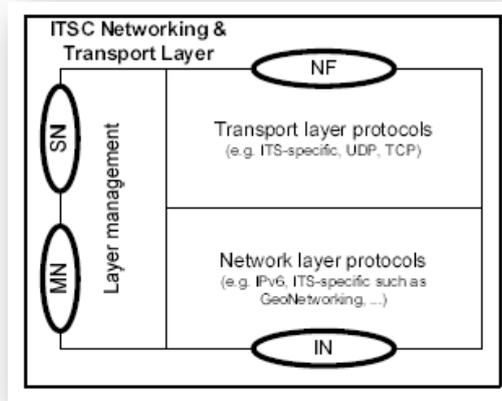


Figura 14 - Funzioni di dettaglio del Networking & Transport Layer

Access Layer

L'Access Layer è costituito da tre principali sezioni:

- 1 **Physical Layer (PHY):** fisicamente connesso al mezzo di comunicazione;
- 2 **Data Link Layer (DLL):** suddiviso in **Medium Access Control (MAC)** che gestisce gli accessi al mezzo di comunicazione ed il **Logical Link Control (LLC)**;
- 3 **Layer Management** che gestisce direttamente il Physical Layer e il Data Link Layer.

Si riporta di seguito il dettaglio dell'Access Layer (cfr ETSI EN 302 665 ETSI EN 302 663):

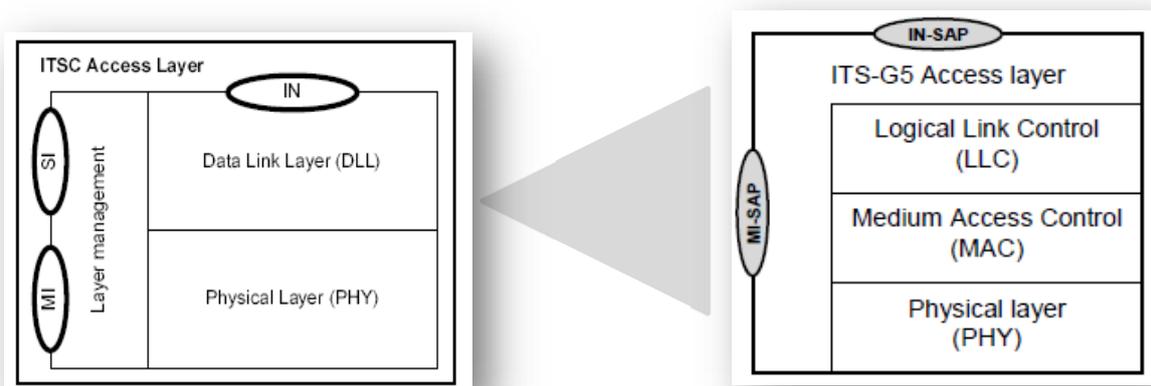


Figura 15 - Funzioni di dettaglio dell'Access Layer

Physical Layer

Il Physical Layer è strettamente correlato alla trasmissione del messaggio tra le stazioni ITS (veicolo, infrastruttura e sistemi mobili degli utenti).

Si riporta di seguito la figura e la tabella esplicativa del Protocol Data Unit del Physical Layer (cfr ETSI EN 302 663):

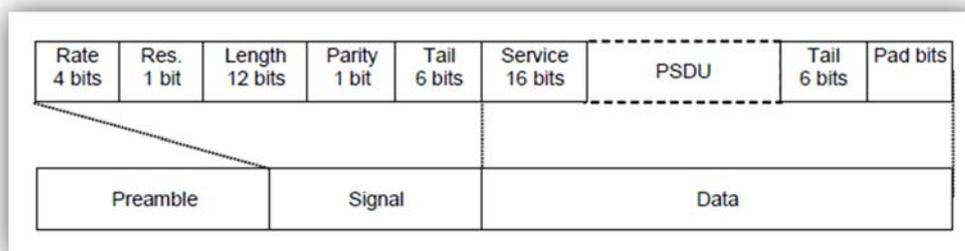


Figura 16 - Protocol Data Unit del Physical Layer

Tabella 3 - Protocol Data Unit del Physical Layer

Field	Subfield	Description	Duration [µs]
Preamble	N/A	Synchronizing receiver. Consists of a short and a long training sequence.	32
Signal	Rate	Specifies the transfer rate at which the data field in the PPDU will be transmitted.	8
	Reserved	For future use.	
	Length	The length of the packet.	
	Parity	Parity bit.	
	Tail	Used for facilitate decoding and calculation of rate and length subfields.	
Data	Service	Used for synchronizing the descrambler at receiver.	Depending on selected transfer rate and packet length.
	PSDU	The data from the MAC layer including header and trailer, i.e. MPDU.	
	Tail	Used for putting the convolutional encoder to zero state.	
	Pad bits	Bits added to reach a multiple of coded bits per OFDM symbol (i.e. 48, 96, 192, 288, see Table B.1).	

Medium Access Control

IL Medium Access Control (MAC) gestisce il flusso di invio e ricezione del messaggio al fine di minimizzare le interferenze nel sistema ed aumentare la probabilità di ricezione dell'intero messaggio.

Si riporta di seguito lo schema del flusso di invio e ricezione del messaggio (cfr standard ETSI EN 302 663):

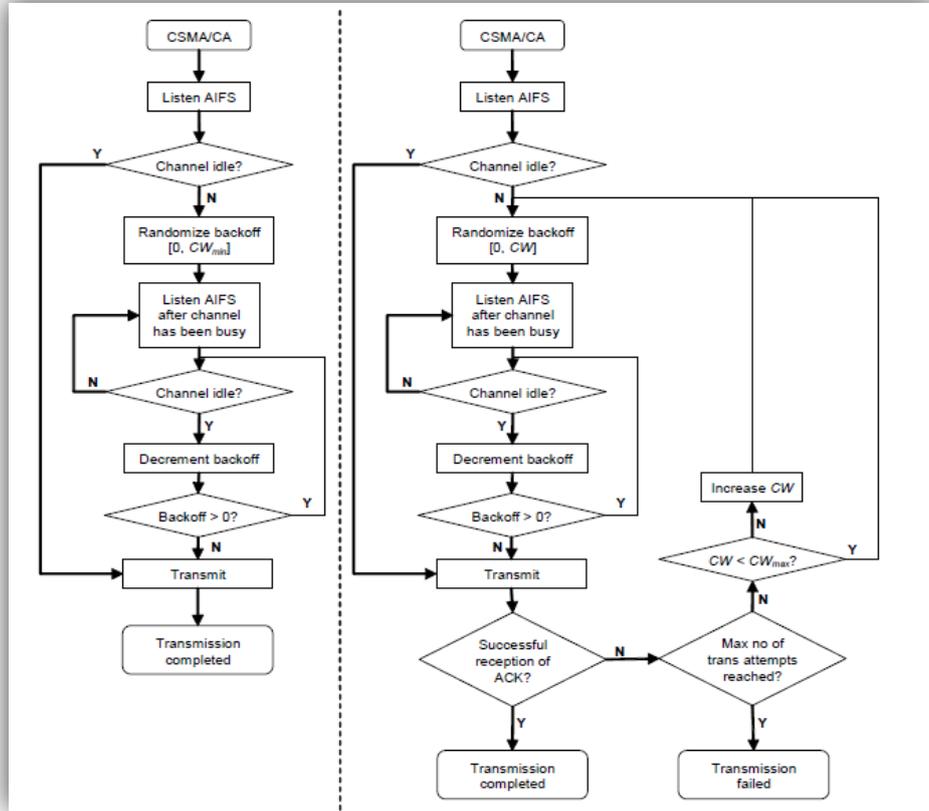


Figura 17 - Flusso di ricezione del messaggio

Management Layer

Il Management Layer gestisce la comunicazione trasversale della stazione ITS, in particolare si occupa della gestione della rete, dei servizi di comunicazione e dei servizi pubblicitari.

Si riporta di seguito il dettaglio del Management Layer (cfr ETSI EN 302 665):

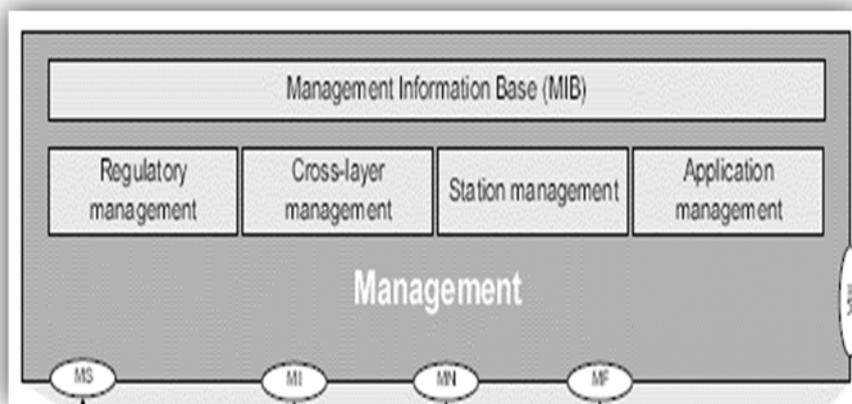


Figura 18 - Management Layer

Security Layer

Il Security Layer contiene le funzioni relative alla sicurezza informatica in particolare si occupa della gestione delle intrusioni, delle autenticazioni, delle autorizzazioni, dei certificati, della sicurezza delle informazioni e dei moduli di sicurezza hardware.

Si riporta di seguito il dettaglio del Security Layer (cfr ETSI EN 302 665):



Figura 19 - Funzioni di dettaglio del Security Layer

1.1.2.1 Road Side Unit

Il presente paragrafo definisce le specifiche tecniche delle Road Side Unit (RSU), moduli radio basati sulla tecnologia WLAN industriale utilizzati per la comunicazione tra infrastruttura e On Board Unit (OBU) dispositivi installati sui veicoli. Ogni RSU oltre ad avere funzioni di trasmettitore e di ricevitore, elabora ed invia dati al centro di controllo di sistema.

Le RSU devono essere predisposte per il montaggio su supporto e devono essere installate ad un'altezza maggiore di 4 m. Le RSU devono trasmettere informazioni locali e in modo selettivo agli utenti della strada in tempo reale attraverso la comunicazione dedicata a corto raggio DSRC (Dedicated Short Range Communication) a standard ETSI ITS-G5. Devono inoltre essere dotate di ulteriori interfacce di comunicazione quali Ethernet, LTE e WLAN standard.

Le RSU devono avere funzioni Layer 2 e Layer 3 e devono poter essere aggiornati automaticamente attraverso la rete wired e senza necessità di interventi in campo attraverso il centro di controllo.

Le RSU devono garantire un Data Rate in trasmissione e in ricezione di 6 Mbit per secondo sia per il canale di informazione che per quello di servizio con un data Rate complessivo non inferiore a 12 Mbit/s. Il canale di informazione è standardizzato secondo le specifiche ETSI ITS-G5 mentre il canale di servizio sarà utilizzato dal gestore del sistema secondo i protocolli di comunicazione standard per usi dedicati.

Le RSU devono avere caratteristiche di robustezza tali da garantire elevate performance in tutte le condizioni ambientali e devono avere un grado di protezione IP67 e poter operare ad un range di temperatura tra -20 °C e +65 °C. Tutti i collegamenti della RSU devono essere accessibili dall'esterno dell'involucro la cui chiusura, per motivi di sicurezza deve essere garantita da appositi sigilli per la segnalazione visiva di aperture illecite dello stesso.

1.1.3 Ulteriori tecnologie di comunicazione dati implementabili nella Smart Road

Al fine di salvaguardare e valorizzare nel tempo l'investimento fatto sui sistemi Smart Road, ANAS guarda con attenzione all'evoluzione dei sistemi di connettività basati su tecnologia cellulare anche in fase sperimentale ed ancora non disponibile su scala industriale. Infatti, oltre ai due sistemi di connettività wireless previsti, l'architettura altamente scalabile dell'infrastruttura dati della Smart

Road, darà la possibilità di apertura anche allo sviluppo di una possibile infrastruttura di tipo cellulare basata sulle small cells attraverso una facile installazione di piccoli apparati di telecomunicazione utilizzati sia in maniera complementare sia in maniera autonoma rispetto alle celle radio della telefonia mobile. Ciò permetterà alla Smart Road di accogliere un sistema ibrido di comunicazione dati implementando anche sistemi basati dapprima sulla release 14 del 3GPP LTE-V (3rd Generation Partnership Project), che include la comunicazione Vehicle-to-Everything (V2X) con focus diretto sulla comunicazione Vehicle-to-Infrastructure (V2I) Vehicle-to-Vehicle (V2V), oltre che all'area di comunicazioni Vehicle-to-Network (V2N), fino al prossimo più evoluto standard 5G, caratterizzato da una latenza ultra bassa (ultra-low latency) ed elevato flusso dati (throughput).

1.1.4 Site Survey

Per una più performante disposizione degli AP e delle RSU dovrà essere effettuato il Site survey indipendentemente dalla soluzione e dal numero di AP Wi-Fi e delle RSU, la copertura delle zone richieste deve essere completa. È opportuno uno studio di pianificazione del posizionamento degli AP Wi-Fi e delle RSU nel percorso stradale interessato tramite uno strumento software di simulazione di copertura radiofrequenza.

Lo strumento software dovrà utilizzare mappe digitali in 2D/3D che modellino accuratamente le aree e gli ostacoli alla propagazione e riportino sulle stesse mappe il livello di segnale RF (RSSI) con aree di colore differenti, allo scopo di predire il comportamento del sistema Wi-Fi proposto dal punto di vista RF. Si richiede che il livello di segnale RF minimo ricevuto da un client sia non inferiore a -65 dBm e che il rapporto tra il segnale utile e il livello di interferenza e rumore sia sufficientemente elevato, in modo da garantire il corretto funzionamento anche del servizio Voice Over IP (VoIP).

È richiesta anche un site survey anche dopo l'installazione ed attivazione dei nuovi AP e delle RSU in modo da poter evidenziare discrepanze tra la simulazione software iniziale e l'effettivo stato di fatto. In tutti i casi, il site survey dovrà essere obbligatoriamente completo di report e visual mapping per i seguenti parametri:

- posizionamento e copertura degli Access Point e delle RSU;
- distribuzione e potenza del segnale;
- rapporto segnale/rumore;
- interferenze;
- data rate.

1.1.5 Centro di Controllo Smart Road

Per la gestione dell'intera infrastruttura sono previsti due diversi livelli di Centro di Controllo:

- Centro di Controllo Remoto (CCR) che corrisponde alle funzioni di RMT erogate o centralmente o presso le sedi territoriali in cui è installata la piattaforma software per la gestione e controllo della rete cablata IP-MPLS di backbone;
- Centro di Controllo Locale (CCL) in cui è ubicato il Data center e le apparecchiature e i dispositivi per la produzione, distribuzione, trasformazione e storage dell'energia elettrica.

Il Data Center del Centro di Controllo Locale sarà costituito da più piattaforme server (hardware), su cui saranno installate le piattaforme software di gestione e controllo dei vari sistemi tecnologici presenti in campo, in particolari saranno presenti le seguenti piattaforme:

- Piattaforma software per la gestione delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici installata su Pc industriale dedicato;
- Piattaforma software per il monitoraggio e controllo dei dati energetici installata su personal computer dedicato;
- Piattaforma software per il monitoraggio e controllo del sistema elettrico installata su Pc industriale dedicato;
- Piattaforma software per la gestione delle Multi Funcion Smart Camera installata su server dedicato;
- Piattaforma software per la gestione e controllo del sistema WiFi in-motion installata su server dedicato;
- Piattaforma software per la gestione e controllo del sistema DSRC ETSI ITS G5 installata su server dedicato;
- Piattaforma software per la gestione e controllo della rete cablata IP-MPLS di segmento installata su server dedicato;
- Piattaforma software per la gestione e controllo delle gallerie sistema "Smart Tunnel" installata su server dedicato.
- Piattaforma software di gestione e controllo del sistema di monitoraggio IoT installata su server dedicato.

Per aumentare la scalabilità e affidabilità dell'architettura nel suo complesso l'ambiente di virtualizzazione deve essere basato su un'architettura i cui server fisici abbiano capacità di load balancing e ridondanza.

La piattaforma di virtualizzazione deve consentire la migrazione "live" delle macchine virtuali per consentire la massima disponibilità dei servizi durante le operazioni di O&M.

A corredo di ciascun sistema deve essere prevista una piattaforma di Storage Area Network su protocollo I-SCSI per la condivisione dei dischi virtuali e un Network Attached Storage per funzioni di back-up.

Tutti gli applicativi software dei diversi apparati presenti in campo dovranno comunicare con il CCR e con il sistema RMT in modo da rendere possibile la gestione da remoto dei vari sistemi quali, ad esempio:

- Sistema radio;
- Sistema Internet of Things (IoT);
- Sistema Smart Tunnel
- Sistema di Gestione corsia dinamica
- Sistema di monitoraggio Infrastrutture;

- Sistema di monitoraggio Traffico e Trasporto Merci;
- Sistema di monitoraggio ambientale;
- Sistema di monitoraggio e intervento droni;
- Sistema di produzione energia;
- Centrale tecnologica;
- Sistema di distribuzione energia.

In ciascuna "Green Island" sarà realizzato un CCL, interconnesso con il CCR ed il sistema RMT.

1.1.5.1 Piattaforma software di gestione rete wired

La dorsale MPLS di backbone e quella di segmento saranno gestite da una piattaforma in alta affidabilità, installate su 2 server dedicati, ciascuna delle quali dovrà fornire le seguenti funzionalità:

- supporto di una molteplicità di servizi ivi includendo VLL, VPLS, H-VPLS ed IP VPN;
- provisioning di servizio end-to-end con metodologia point & click, in modo centralizzato;
- GUI di tipo user friendly, basata su un'interfaccia con "Service Template" predefiniti;
- gestione centralizzata degli allarmi, con correlazione intelligente degli stessi con gli elementi di rete e le istanze di Servizio interessate;
- diagnosi e troubleshooting in modo centralizzato e automatico sui livelli di Infrastruttura di rete e di singolo Servizio (Service OAM);
- discovery e visualizzazione grafica del livello 2 e 3 della rete wired;
- gestione del routing IP e delle ACL di accesso;
- resilienza e sincronizzazione di tipo carrier-class tra il database del sistema di gestione e gli apparati gestiti;
- funzionalità di sicurezza che prevedono l'uso di accurate politiche di controllo dei privilegi d'accesso degli operatori tramite la definizione di profili dettagliati, opzionalmente con assegnazione di user-id e password e tramite i protocolli di User Authentication. Di tutti i logging al sistema e le operazioni eseguite viene tenuta traccia per motivi di sicurezza;
- possibilità di ottenere statistiche real-time o storiche sul traffico in ogni punto della rete;
- possibilità di avere informazioni sui pacchetti offerti/inoltrati/scartati a livello di porta e di servizio;
- misurazioni delle perdite, jitter e ritardi;
- possibilità di definire delle soglie sui valori di perdite, jitter e ritardi il cui superamento generi allarmi;
- raccolta di statistiche per migliaia di servizi simultanei senza impatti negativi sulle CPU di nodi e sistemi di gestione.
- supporto della QoS;
- dettaglio temporale del traffico inviato;
- tutte le informazioni riguardanti lo stato di ogni nodo di segmento;
- aggiornamento firmware centralizzato di ciascun nodo con segnalazione di eventuali errori e fault e possibilità di ripristino delle condizioni iniziali;
- allarmi e segnalazioni riscontrate, quali ad esempio:
 - Problemi sull'aggiornamento del firmware;

- Guasti hardware all'infrastruttura;
- Allarmi di sicurezza;
- Problemi di capacità;

I risultati del monitoraggio dei diversi parametri dell'infrastruttura dovranno essere resi disponibili su supporti visivi e personalizzabili (grafici, tabelle, chart, ecc.) per visualizzarne l'andamento in tempo reale.

1.1.5.2 Centro di controllo Locale sistema WiFi in Motion

Il CCL della rete Wi-Fi, installato su server dedicato, dovrà consentire il controllo, la configurazione e la gestione della rete Wi-Fi da un unico punto centralizzato. Le funzionalità e le capacità del Centro di Controllo della rete richieste sono riassunte di seguito:

1. Gestione centralizzata delle configurazioni iniziali e successive degli Access Point Wi-Fi; il Centro di Controllo dovrà avere la capacità di gestire almeno 300 Access Point, anche di vendors differenti.
2. Gestione gerarchica e semplificata delle policy e dei profili degli utenti e dei dispositivi dell'infrastruttura (Access Point).
3. Accesso da parte dell'amministratore di rete tramite interfaccia grafica user friendly di tipo GUI (Graphical User Interface) o CLI (Command Line Interface), basati su tecnologie Web UI, SSH.
4. Aggiornamento firmware centralizzato degli Access Point: il Centro di Controllo dovrà anche supportare la creazione di profili per i vari tipi di apparati del sistema in modo da inviare aggiornamenti firmware per gruppi di apparati oppure per tutta la rete. Il processo di aggiornamento dovrà segnalare eventuali errori e fault; gli apparati dovranno avere la possibilità di mantenere la versione firmware precedente ed eventualmente ritornare al firmware precedente in caso di problemi con la nuova versione firmware.
5. Dovrà anche essere possibile schedulare il processo di aggiornamento, ad esempio nelle ore notturne.
6. Gestione delle policy di Quality of Service (QoS) sulle varie WLAN (Wireless LAN) per consentire la prioritizzazione del traffico su WLAN multiple, a seconda del tipo di traffico supportato (navigazione, VoIP, ecc.); la QoS di una WLAN dovrà supportare:
 - a. Protocollo WMM (Wi-Fi Multimedia) con capacità WMM Power Save;
 - b. Classificazione WMM del client wireless, che dovrà includere diversi profili del tipo seguente sulla WLAN:
 - Traffico Voce;
 - Traffico Video;
 - Traffico Normale (best effort);
 - Traffico Low Priority.
 - c. Prioritizzazione di tipo SpectralLink Voice Priority (SVP)
7. Supporto dei protocolli IEEE 802.11k e IEEE 802.11r
8. Supporto dei Multicast Frames per supportare data rate più elevati
9. Supporto del roaming a Layer 2 e Layer 3 e della mobilità per i client da un Access Point all'altro
10. Server DHCP integrato
11. Supporto di funzionalità di sicurezza a livello centralizzato:
 - a. Firewall Stateful Layer 2-7 integrato

- b. Supporto della funzionalità di NAT
 - c. Supporto del protocollo IEEE 802.11i
 - d. Supporto della cifratura WPA2-CCMP (AES)
 - e. Supporto della cifratura WPA2-TKIP
 - f. Supporto della cifratura WPA-TKIP
 - g. Supporto del protocollo TACACS
12. Supporto di funzionalità di Autenticazione a livello centralizzato;
13. Protocolli IEEE 802.1x/EAP – transport layer security (TLS), tunneled transport layer security (TTLS), protected EAP
14. Supporto di protocolli SNMP v1, 2 e 3.
15. Server integrato per la gestione delle comunicazioni Voice over IP (VoIP) dei client (per sviluppi futuri).
16. Il Centro di Controllo dovrà includere funzioni e strumenti di analisi e risoluzione dei problemi (troubleshooting).
17. Gli strumenti di troubleshooting potranno essere utilizzati per la scoperta, l'analisi e la risoluzione proattiva di problemi quali ad esempio:
- a. Problemi di connettività.
 - b. Problemi di roaming.
 - c. Performance insufficient.
 - d. Problemi di sicurezza o di violazione delle policy.

La cattura dei pacchetti di dati da analizzare potrà essere definita sia a livello di Centro di Controllo che di Access Point, sia attraverso le interfacce fisiche (porte Ethernet, interfaccia radio) che attraverso le interfacce logiche (VLAN, Wireless LAN, ecc.). I dati potranno essere salvati localmente o esportati via email o FTP ed essere esportati in formati comunemente utilizzati, quali PDF, HTML o Excel/CSV.

Gli Access Point dovranno essere in grado di generare e gestire elevate quantità di dati di log, le quali potranno essere poi aggregate e inviate al Centro di Controllo oppure gestite direttamente dagli Access Point, in caso di assenza di collegamento con il Centro di Controllo stesso. La cattura dei pacchetti di traffico per un singolo client wireless che effettui il roaming da un Access Point all'altro dovrà essere distribuita tra tutti gli Access Point coinvolti dal passaggio dei pacchetti, sia che viaggino dalla rete wired alla rete wireless o viceversa, con l'obiettivo di effettuare l'analisi del comportamento di ogni singolo client.

Gli strumenti di troubleshooting dovranno includere sia l'analisi storiche che la reportistica. Il Centro di Controllo dovrà consentire la raccolta di dati statistici, a supporto dell'analisi storica delle performance, degli allarmi e delle criticità riscontrate sul sistema, attraverso report personalizzabili. Tra i dati raccolti nei report storici dovranno essere considerati i seguenti elementi:

Quale device ha comunicato con chi:

- Tutte le associazioni tra Access Point e client;
- Metriche riguardanti il numero di client.

Quando una comunicazione è avvenuta:

- Inizio e fine di ogni associazione;
- Dettaglio temporale del traffico inviato.

Cosa è stato osservato storicamente:

- Tutte le informazioni riguardanti lo stato dei device;
- Indicatori dei data rate utilizzati, tipo di traffico, SSID;
- Livello di segnale e di copertura, tipi di cifratura ed autenticazione;
- Quantità di traffico: numero di bytes e frames trasmessi e ricevuti.
- Allarmi e segnalazioni riscontrate, quali ad esempio:
 - Problemi su operatività e connettività, associazione e status dei client;
 - Problemi sull'aggiornamento del firmware;
 - Guasti hardware all'infrastruttura;
 - Problemi di copertura e di interferenze;
 - Allarmi di sicurezza;
 - Problemi di capacità;
 - Problemi di roaming.

Il sistema dovrà consentire un'analisi dinamica dei dati in tempo reale. Dovranno essere disponibili degli strumenti visivi e personalizzabili (grafici, tabelle, chart, ecc,) per visualizzare l'andamento in tempo reale dei parametri monitorati.

Il sistema dovrà supportare l'analisi spettrale, nelle bande 2,4 e 5 GHz. L'analisi di spettro della rete Wi-Fi, dovrà consentire la visualizzazione in tempo reale di potenziali fonti di interferenza dello spettro RF (Frequenza Radio), la loro identificazione e classificazione, attraverso spettrogrammi e tabelle. Lo strumento di analisi spettrale dovrà comportarsi a tutti gli effetti come un analizzatore di spettro.

1.1.5.3 Piattaforma di gestione e controllo Sistema WI Fi V2I

La piattaforma, installata su server dedicato, dovrà consentire il controllo, la configurazione e la gestione delle RSU da un unico punto centralizzato. Le funzionalità e le capacità richieste del LMS relativo al sistema WI Fi V2I sono riassunte di seguito:

1. Gestione centralizzata delle configurazioni iniziali e successive delle RSU: il LMS dovrà avere la capacità di gestire almeno 100 RSU anche di fornitori differenti.
2. Accesso da parte dell'amministratore di rete tramite interfaccia grafica user friendly di tipo (Graphical User Interface) o CLI (Command Line Interface), basati su tecnologie Web UI, SSH.
3. Aggiornamento firmware centralizzato delle RSU: il LMS dovrà inviare aggiornamenti firmware per gruppi di apparati oppure per tutta la rete. Il processo di aggiornamento dovrà segnalare eventuali errori e consentire agli apparati la possibilità di mantenere la versione firmware precedente ed eventualmente ritornare al firmware precedente in caso di problemi con la nuova versione firmware. Dovrà anche essere in grado di effettuare una schedulazione dei singoli processi di aggiornamento.
4. Supporto di funzionalità di sicurezza a livello centralizzato:
 - a. Firewall con filtraggio Stateful dei pacchetti integrato
 - b. Supporto della funzionalità di Network Address Translation (NAT)
 - c. Supporto del protocollo IEEE 802.11i
 - d. Supporto della cifratura WPA2-CCMP (AES)
 - e. Supporto della cifratura WPA2-TKIP/MIC
5. Il Centro di Controllo dovrà includere funzioni e strumenti di analisi e risoluzione dei problemi (troubleshooting).

6. Gli strumenti di troubleshooting potranno essere utilizzati per la scoperta, l'analisi e la risoluzione proattiva di problemi quali ad esempio:
 - a. Problemi di comunicazione con le RSU.
 - b. Performance insufficienti.
 - c. Alert di sicurezza o di violazione delle policy.
7. Introdurre il posizionamento GPS e mappatura delle RSU

La cattura dei pacchetti di dati da analizzare potrà essere definita sia a livello di LMS che di RSU, sia attraverso le interfacce fisiche (porte Ethernet, interfaccia radio) che attraverso le interfacce logiche (VLAN). I dati potranno essere salvati localmente o esportati via email o FTP ed essere esportati in formati comunemente utilizzati, quali PDF, HTML o Excel/CSV. Gli strumenti di troubleshooting dovranno includere sia l'analisi storiche che la reportistica. Il LMS dovrà consentire la raccolta di dati statistici, a supporto dell'analisi storica delle performance, degli allarmi e delle criticità riscontrate sul sistema, attraverso report personalizzabili. Tra i dati raccolti nei report storici dovranno essere considerati i seguenti elementi:

Quale OBU hanno comunicato:

- Tutte le associazioni tra RSU e OBU;
- Metriche riguardanti il numero di OBU.

Quando una comunicazione è avvenuta:

- Inizio e fine di ogni associazione;
- Dettaglio temporale del traffico inviato.

Cosa è stato osservato storicamente:

- Tutte le informazioni riguardanti lo stato delle OBU;
- Indicatori dei data rate utilizzati;
- Livello di segnale;
- Quantità di traffico: numero di bytes e frames trasmessi e ricevuti.
- Allarmi e segnalazioni riscontrate, quali ad esempio:
 - Problemi su operatività e connettività, associazione e status dei client;
 - Problemi sull'aggiornamento del firmware;
 - Problemi di copertura e di interferenze;
 - Allarmi di sicurezza;
 - Problemi di capacità;

Il sistema dovrà consentire un'analisi dinamica dei dati in tempo reale. Dovranno essere disponibili degli strumenti visivi e personalizzabili (grafici, tabelle, chart, ecc.) per visualizzare l'andamento in tempo reale dei parametri monitorati.

1.1.5.4 Piattaforma Software Smart Tunnel

La piattaforma software di gestione e controllo del sistema smart tunnel dovrà essere programmata e customizzata per la gestione e controllo relativi alla singola Galleria. La piattaforma software dovrà essere predisposta sia per la comunicazione con il Centro di Controllo Locale (CCL) del segmento smart Road a cui appartiene la Galleria che con il Sistema Road Management Tool (RMT). La piattaforma dovrà essere dotata di tutte le idonee certificazioni di testing del software previste dalle normative di settore Nazionali, Europee ed Internazionali. La piattaforma software deve essere scalabile, predisposta per gallerie di qualsiasi lunghezza, a singolo o doppio fornice e deve essere installata su server di gestione dedicato. La piattaforma deve essere in grado di permettere al gestore di verificare il livello di sicurezza (analisi di rischio dinamica e statica) delle proprie gallerie in real time per la gestione dell'emergenza. La piattaforma deve, inoltre, garantire la gestione della

manutenzione in maniera predittiva in funzione delle reali condizioni di esercizio, dello stato attuale dell'opera e degli impianti installati, con gestione delle informazioni in un database dedicato.

1.1.5.5 Piattaforma Software per la gestione delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici

La piattaforma, installata su personal computer, deve essere dedicata alla gestione, diagnostica, manutenzione e assistenza da remoto dell'intera infrastruttura costituita dalle stazioni di ricarica.

1.1.5.6 Piattaforma Software per la gestione ed il controllo del sistema elettrico di ciascun "Modulo" Smart Road

La piattaforma software di gestione e controllo, installata su server dedicato, dovrà svolgere le funzioni di monitoraggio e controllo dei dati di ciascun modulo Smart Road (Green Island), relativi a:

- Sistema di produzione dell'energia elettrica;
- Sistema di Storage;
- Stazioni di ricarica;
- Sistema di distribuzione dell'energia elettrica.

Il sistema deve essere in grado di fornire informazioni riguardo lo stato dei componenti elettrici ed elettronici che costituiscono i sistemi suddetti.

La piattaforma software di gestione e controllo dovrà possedere le idonee certificazioni di testing previste dalle normative di settore Nazionali, Europee ed Internazionali. Inoltre, la piattaforma dovrà integrarsi col Sistema Aziendale RMT.

1.1.5.7 Piattaforma Software per la gestione ed il controllo della videosorveglianza

La piattaforma software deve poter garantire la gestione ed il controllo dei due tipi di telecamere previste per la Smart Road:

- *Multi Function Smart Camera*
- *Telecamere con funzionalità smart*

La piattaforma software deve consentire la gestione di un numero almeno pari a 500 Multi Function Smart Camera e/o 500 telecamere con funzionalità smart per ogni segmento di Smart Road (per un totale massimo di 1000 telecamere). La piattaforma software deve consentire, tramite software di base la gestione di un numero illimitato di server, funzionalità di registrazione video direttamente su NAS Storage, firma e cifratura dei video registrati/archiviati, gestione Videowall, gestione allarmi, disponibilità di SDK per integrazioni con sistemi esterni, funzionalità di failover in caso di guasto su server principali, gestione dei canali video in locale/remoto, analisi video basata sul servizio di tracciamento oggetti, gestione in remoto delle videocamere da client remoto, funzionalità di archiviazione delle immagini ricevute dalla telecamera, accesso al database interno ed esterno, ricerca video rispetto ad un intervallo temporale. La piattaforma software deve essere installata su server di gestione dedicato.

1.1.5.7.1 Software installabile su piattaforma di gestione e su Multi Function Smart Camera

La piattaforma software di gestione del sistema di videosorveglianza, oltre alle funzioni di base, deve poter essere implementata con software progettati per gestire le telecamere con funzionalità smart. Tale *software "in addendum"* deve poter essere installato, altresì, a bordo delle Mutli Function Smart Camera.

Il software "in addendum" deve poter garantire le seguenti funzioni:

- Rilevare il veicolo fermo in condizioni di traffico fluido;
- Rilevare il veicolo fermo in condizioni di traffico congestionato;
- Rilevare il veicolo fermo a causa di un incidente;
- Rilevare la situazione di traffico congestionato con determinazione della lunghezza della coda (rilevata da almeno due telecamere);
- Rilevare i veicoli lenti: il sistema genera un allarme quando la velocità di un veicolo scende al di sotto di una determinata soglia;
- Rilevare la presenza di pedoni;
- Rilevare il veicolo in movimento nel senso contrario di marcia;
- Rilevare la presenza di fumo o la riduzione di visibilità;
- Rilevare la presenza di detriti sulla sede stradale;
- Rilevare il cambio di corsia;
- Rilevatori di traffico intelligenti che trasmettono in tempo reale i seguenti dati: velocità media [km/h]; volume di traffico (numero di veicoli per ora) [veicoli/h]; densità di traffico [veicoli/km]; occupazione corsia [%]; lunghezza del veicolo [m] e classificazione;
- Rilevamento su tutte le corsie di marcia (comprese emergenza ed eventuali passaggi laterali);
- Rilevamento in ogni condizione ambientale (buio, nebbia, pioggia, neve, fumo, freddo, caldo, ecc.);
- Configurabilità della modalità di codifica/compressione delle immagini.
- Rilevamento automatico delle targhe dei veicoli in transito per tutte le tipologie di targhe EU, con possibilità di aggiornamento, targhe speciali italiane (Forze di Polizia, Corpo forestale, targhe prova, targhe provvisorie, ecc.);
- Conformità dei sistemi ottici di lettura targhe alla normativa UNI 10772 - Classe A;
- Rilevamento delle targhe con precisione maggiore o uguale al 95% dei transiti;
- Rilevamento automatico dei pannelli arancione di segnalazione delle merci pericolose ADR con decodifica dei Codici Kemler e ONU;
- L'accuratezza del sistema di lettura targhe relativamente all'ADR, indipendentemente dal numero e tipologia di apparati utilizzati dovrà essere al minimo del 95% del totale dei veicoli ADR transitati;
- Ricerca rispetto al numero di targa
- Gestione dei caratteri delle targhe rilevati parzialmente (invio delle informazioni parziali con immagini associate per successiva gestione lato operatore);
- Configurazione e gestione delle liste targhe (black list);
- Generazione per ogni veicolo che trasporti merci pericolose oppure incluso in black list di: immagine a infrarosso/monocromatica, immagine di contesto a colori.

1.1.6 Concept Postazione polifunzionale

La Postazione Polifunzionale è progettata per essere modulare e flessibile, ospitando lungo il suo fusto i moduli raggruppati nel seguente abaco per Famiglie: monitoraggio ambientale, sicurezza e connettività.

La funzione delle postazioni polifunzionali è quella di ospitare le apparecchiature necessarie per l'erogazione delle famiglie di servizi richiesti dalla Smart Road (Ambiente, Sicurezza, Connettività, Informazioni ecc.).

I servizi obbligatori sono la connettività per l'utente ed i veicoli e la videosorveglianza con funzioni avanzate, erogate attraverso AP (access points) e telecamere, mentre i servizi opzionali saranno resi possibili attraverso l'installazione di diversi apparecchiature (sensori d'ambiente, il pannello informativo, i droni ecc.)

La composizione di moduli destinati a servizi obbligatori e moduli destinati a servizi opzionali garantisce flessibilità e variazione nella composizione della postazione polifunzionale.

FLESSIBILITÀ		OBBLIGATORIO	OPZIONALE
SERVIZI DRONI	3. DRONE		■
AMBIENTE	1. GONIOANEMOMETRO		■
	2. TACOANEMOMETRO		■
	7. SENSORI AMBIENTE		■
	8. PLUVIOMETRO		■
	9. TERMOIGROMETRO		■
SICUREZZA	6. TELECAMERA 1	■	
	6. TELECAMERA 2	■	
CONNETTIVITÀ	4. ACCESS POINT 1	■	
	5. ACCESS POINT 2	■	
INFORMAZIONI	PANNELLO DATI		■
LUCI LED			■

Figura 20 - Composizione dei moduli della postazione polifunzionale

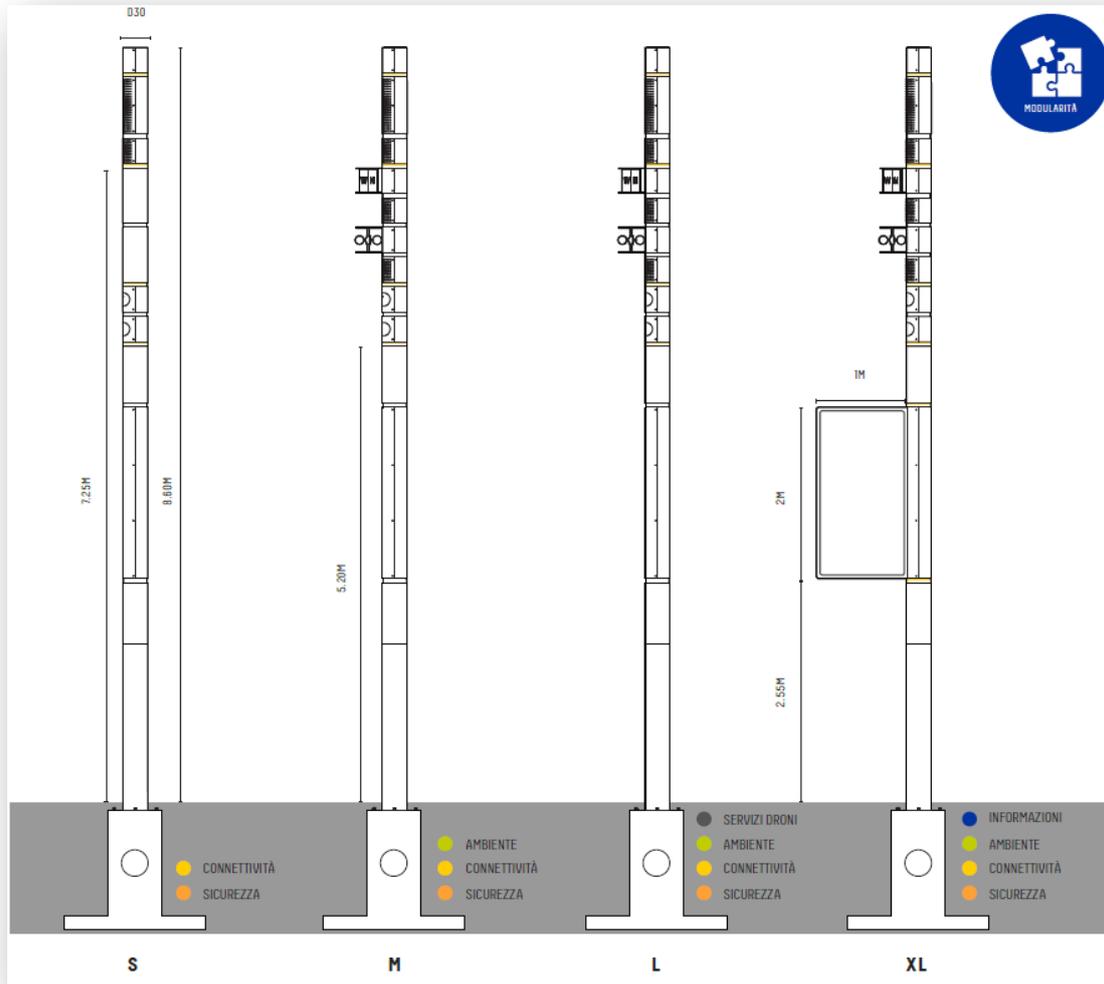


Figura 21 - Tipologie di postazioni polifunzionali

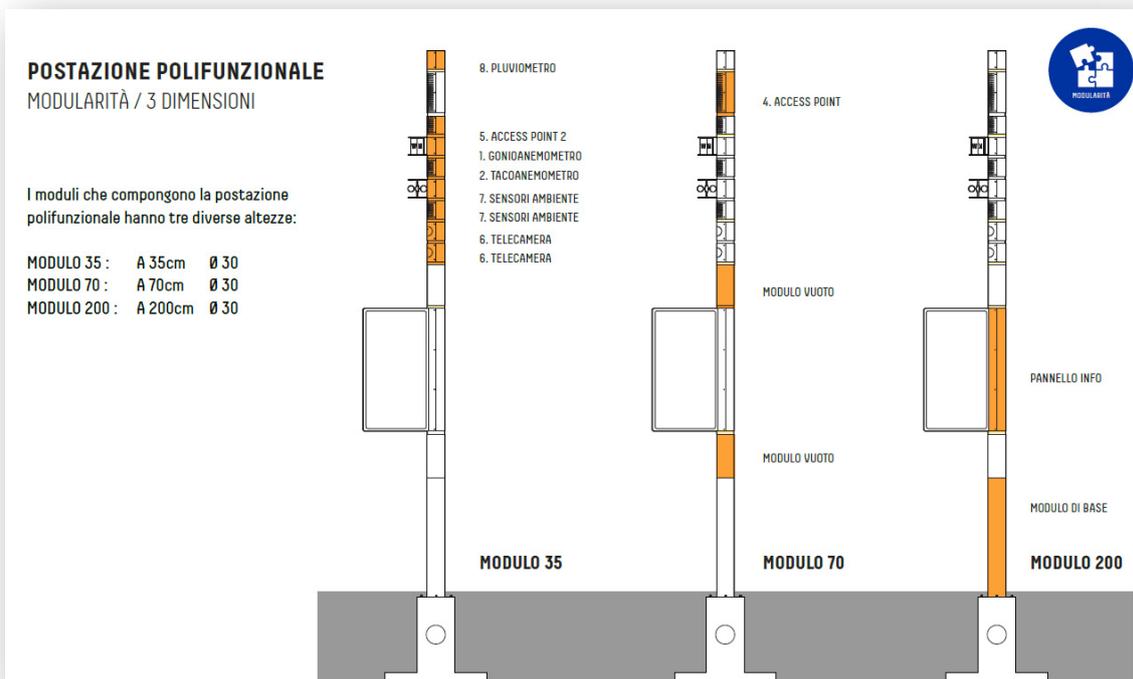


Figura 22 - Dimensioni dei moduli della postazione polifunzionale

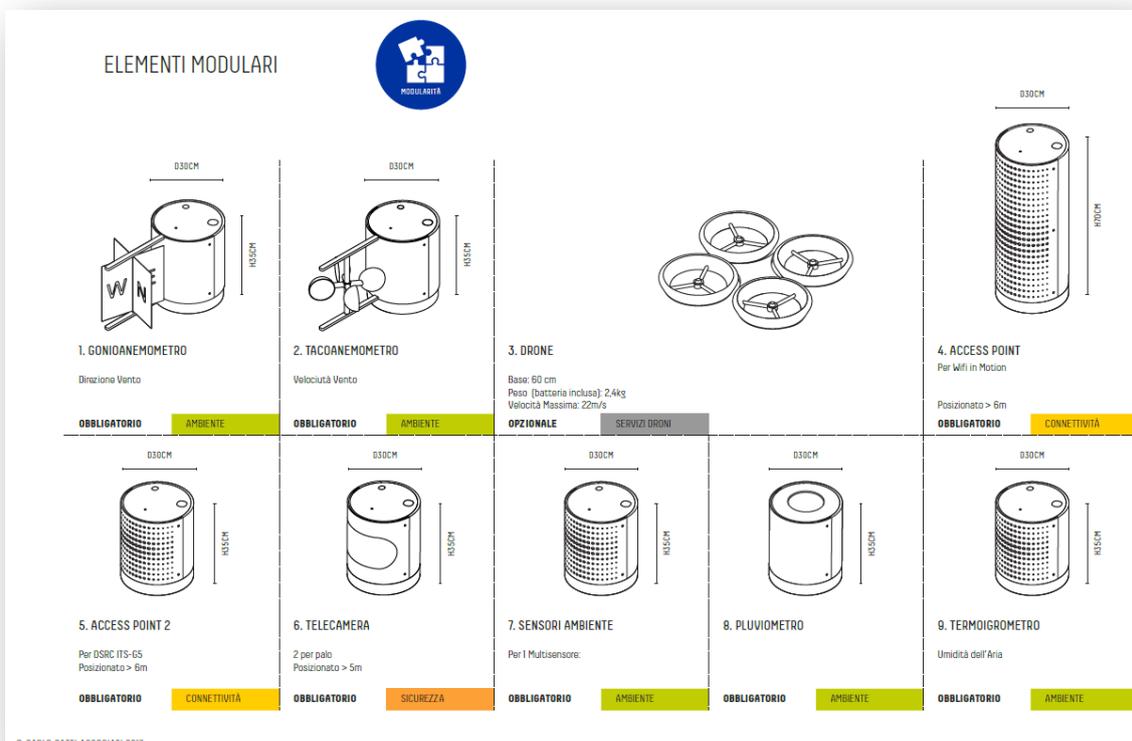


Figura 23 - Postazione polifunzionale esempio di elementi modulari

La postazione polifunzionale è composta da:

- un plinto in calcestruzzo prefabbricato con pozzetto di alloggiamento per componentistica di distribuzione e tirafondi per ancoraggio modulo di base della postazione polifunzionale;
- un modulo di base h 200 con integrata piastra di fissaggio;
- un fusto che consente il posizionamento univoco degli elementi modulari e il passaggio dei cavi di alimentazione e connessione, allacciati ai moduli attraverso apposite asole;
- gli elementi modulari impilati lungo il fusto strutturale e connessi tra di loro per garantire la rigidità richiesta;
- gli elementi led posti a separare le "famiglie" di moduli installate sulla postazione polifunzionale.

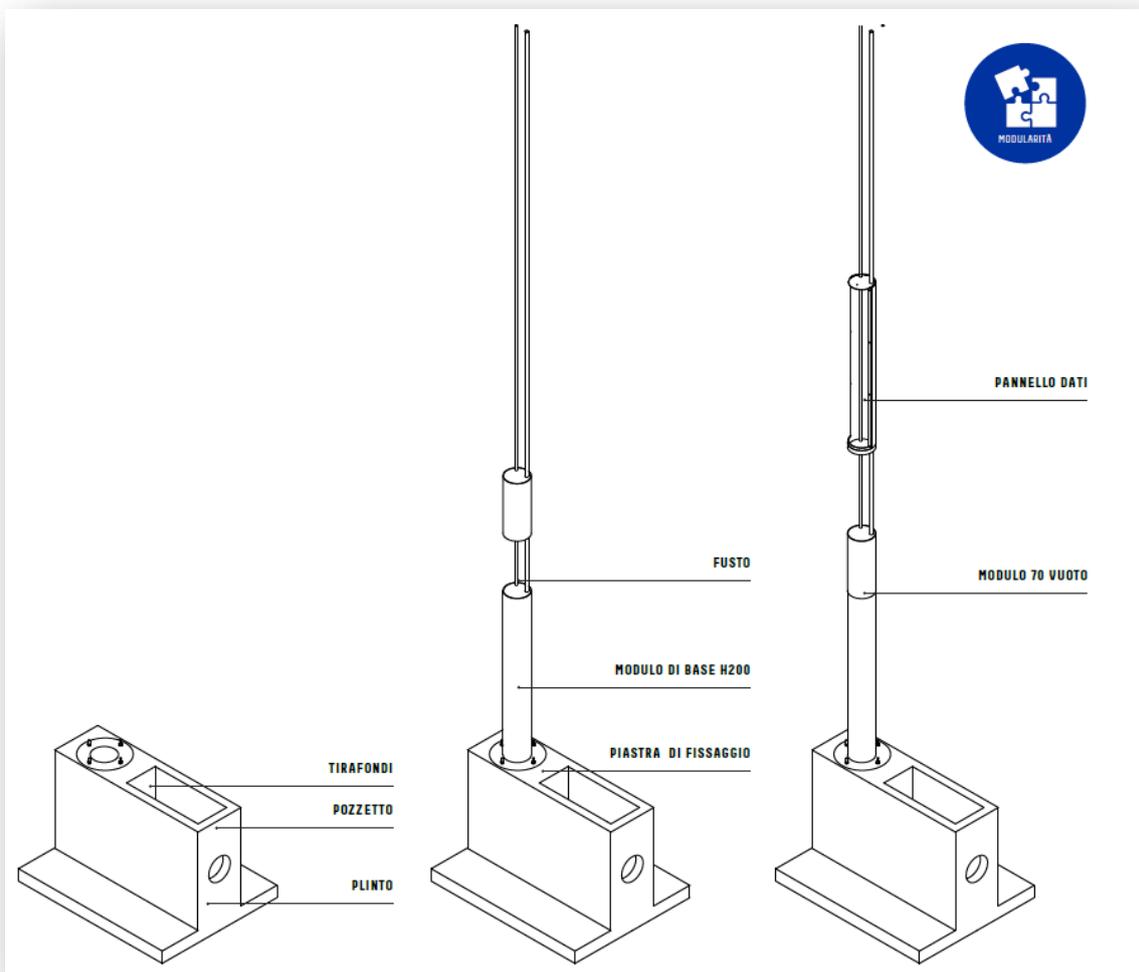


Figura 24 - Elementi costitutivi la postazione Polifunzionale

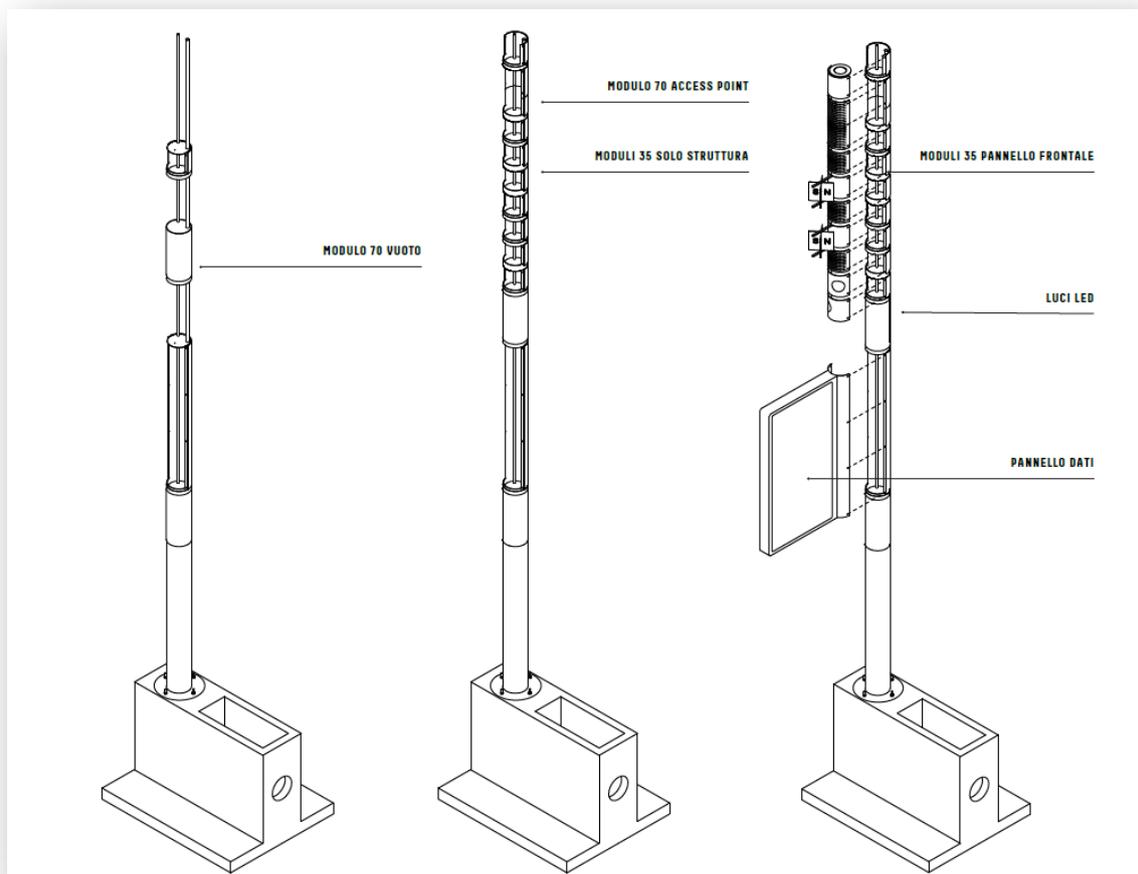
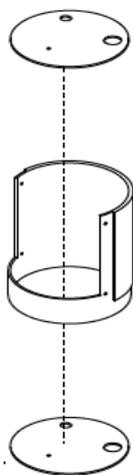


Figura 25 - Elementi costitutivi la postazione Polifunzionale

COMPOSIZIONE ELEMENTO MODULARE



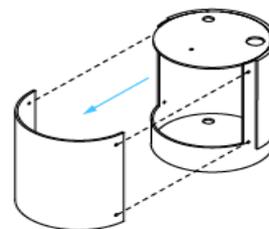
MODULO BASE

IL MODULO BASE È COMPOSTO DA UN ELEMENTO CILINDRICO E DA DUE PIASTRE A CHIUSURA DEL CILINDRO.



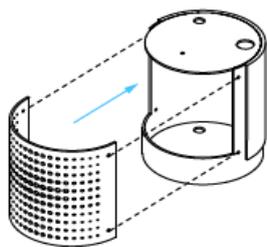
ALLOGGIAMENTO COMPONENTISTICA

IL MODULO PERMETTE L'ALLOGGIAMENTO DELLA COMPONENTISTICA RICHIESTA GARANTENDO MARGINE PER FUTURE INTEGRAZIONI E/O AGGIORNAMENTI.



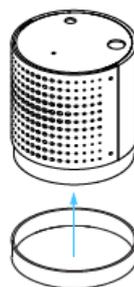
PANNELLO FRONTALE RIMOVIBILE

OGNI MODULO PRESENTA UN PANNELLO FRONTALE AMOVIBILE PER GARANTIRE L'ISPEZIONE DELLE COMPONENTI INSTALLATE.



PANNELLO FRONTALE RIMOVIBILE

IL PANNELLO PUÒ ESSERE CAMBIATO E VARIATO SECONDO NECESSITÀ, ANCHE SUCCESSIVAMENTE ALL'INSTALLAZIONE DELLA POSTAZIONE POLIFUNZIONALE.



LUCI LED

UNA STRIP LED MARCA IL PASSAGGIO TRA LE "FAMIGLIE" (DRONI, AMBIENTE, SICUREZZA, CONNETTIVITÀ, INFORMAZIONI) A CUI APPARTENGONO I SINGOLI MODULI.



FISSAGGIO DEI MODULI

OLTRE AD ESSERE IMPILATI LUNGO IL FUSTO STRUTTURALE DEL PALO, I MODULI SONO FISSATI L'UNO CON L'ALTRO MEDIANTE AVVITAMENTO.

L'alloggiamento dei moduli consente flessibilità nella tipologia della componentistica installata.

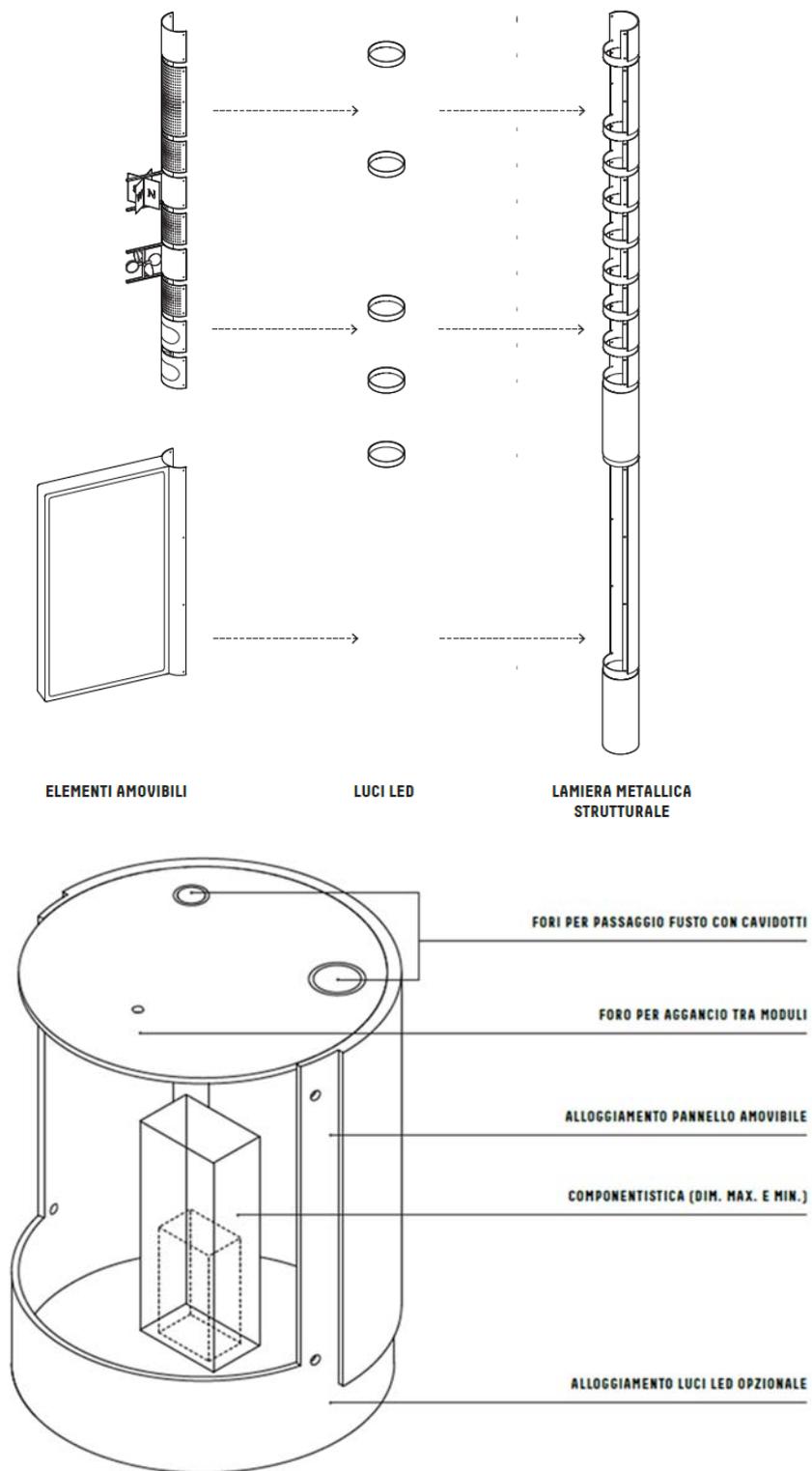


Figura 26 - Schema rappresentativo di modulo per postazione polifunzionale

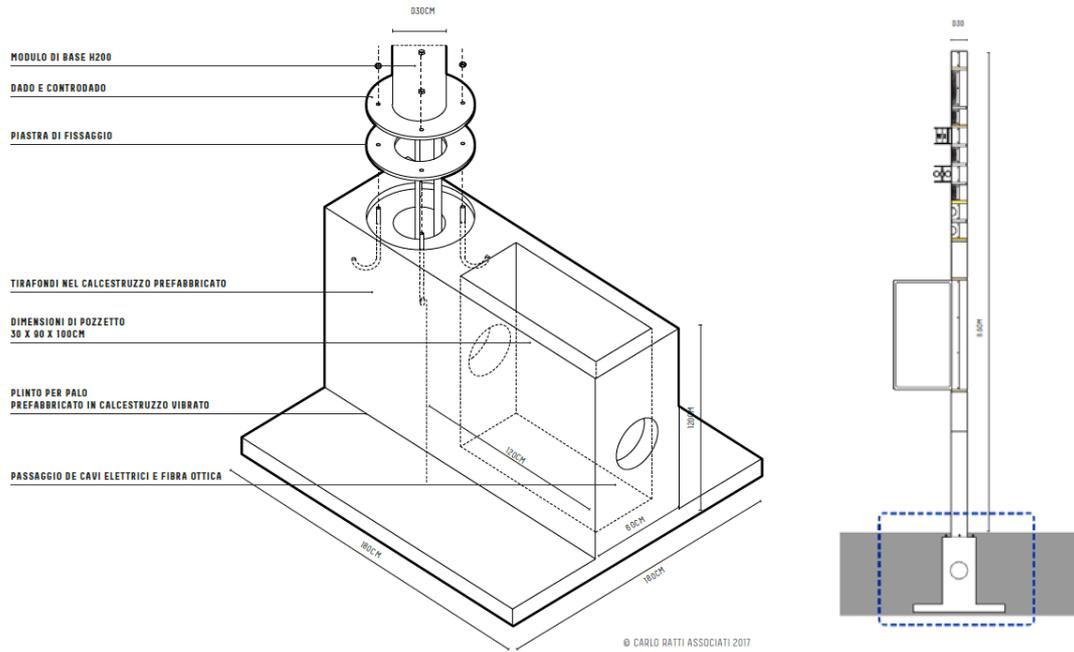


Figura 27 - Dettaglio plinto e modulo di base

Il pannello informativo mostra i dati monitorati dai sensori in tempo reale, peresempio il livello di inquinamento atmosferico, fornendo informazioni dettagliate e puntuali agli utenti della strada.

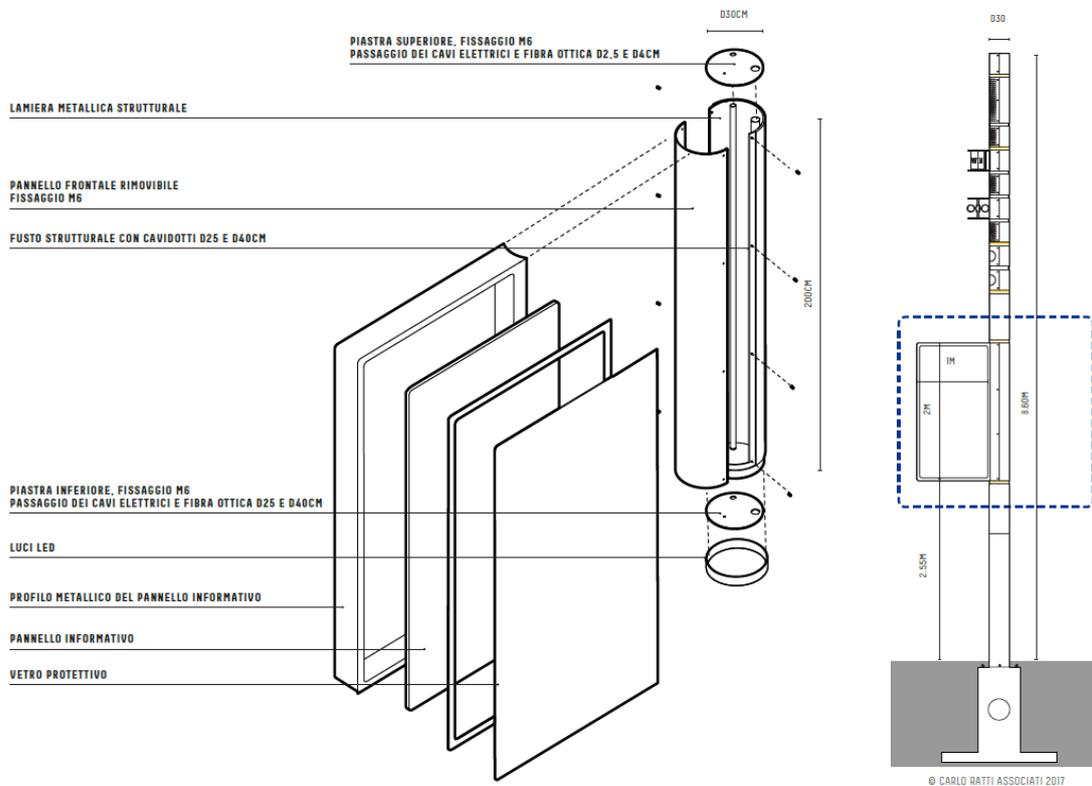


Figura 28 - Dettaglio modulo informativo

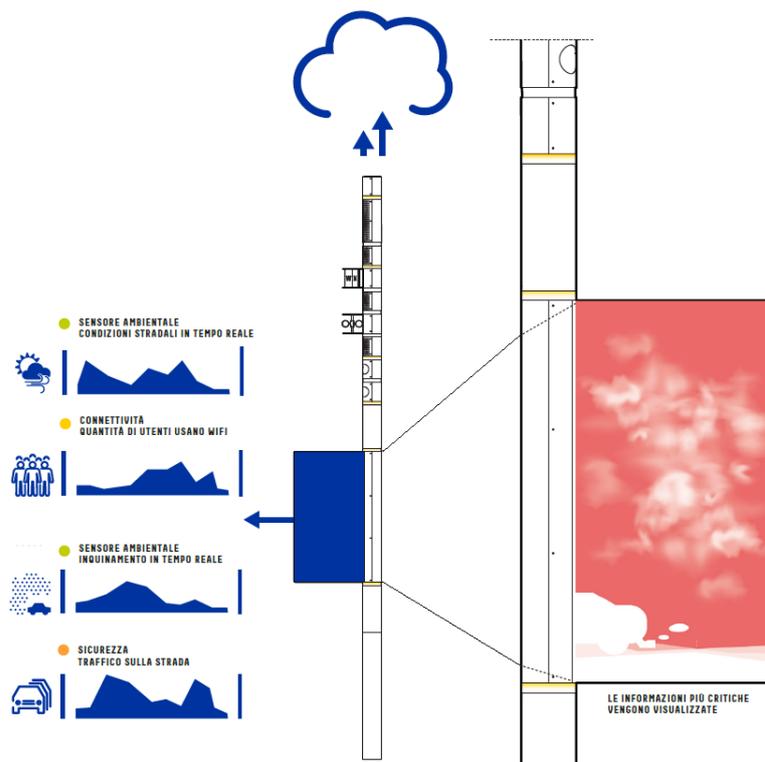


Figura 29 - Dati trasparenti

La tipologia di informazioni mostrata può variare non soltanto in base alle condizioni presenti intorno alla postazione polifunzionale ma anche in base alla posizione della postazione polifunzionale lungo il percorso (inizio del tratto smart road, posizione intermedia, fine del tratto smart road).

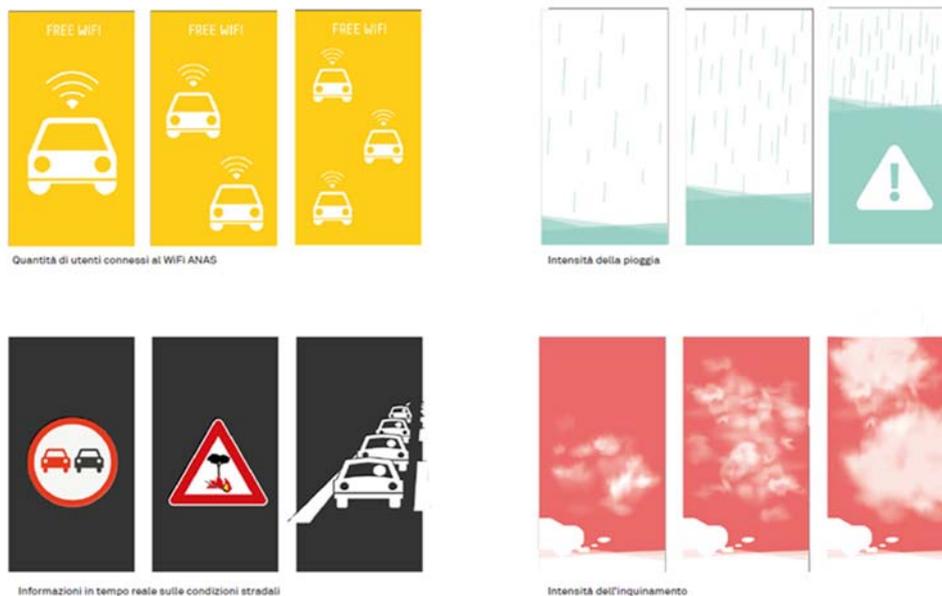


Figura 30 - Esempio di messaggistica

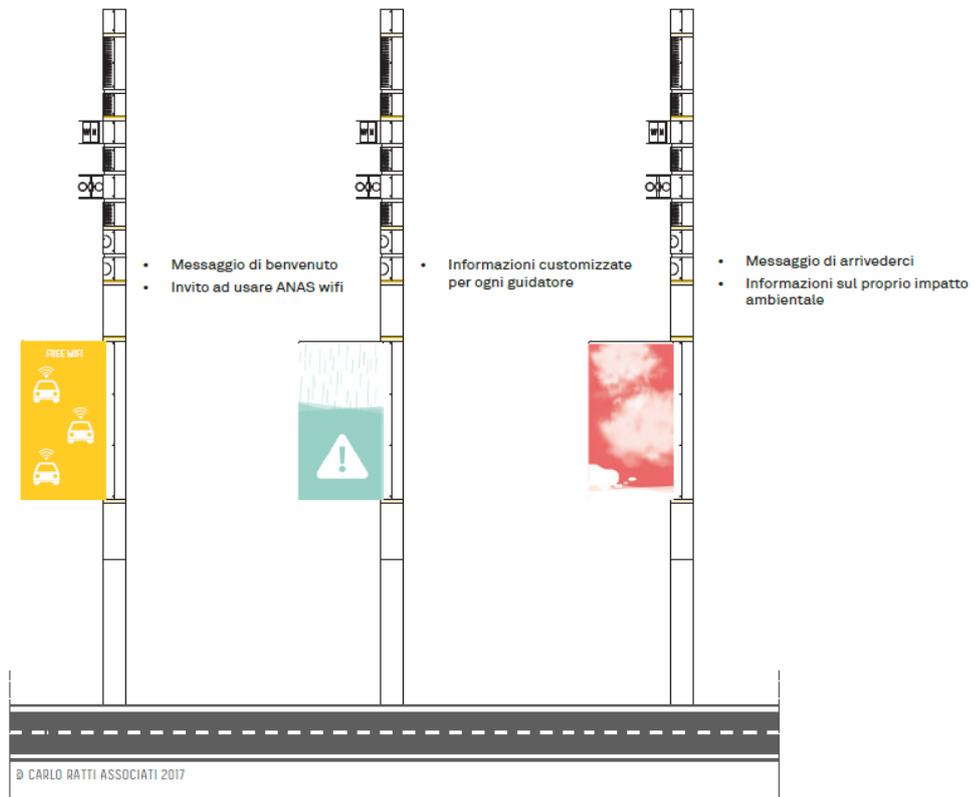


Figura 31 - Esempio di messaggistica per postazione polifunzionale



Figura 32 - Rendering postazione polifunzionale

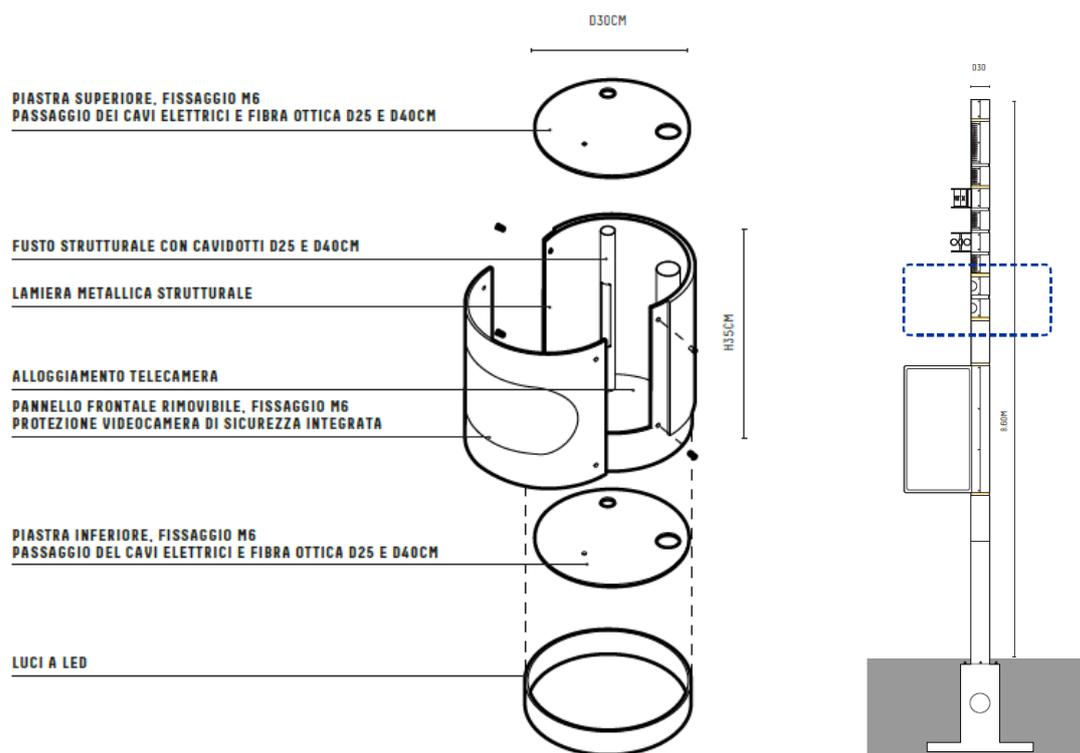


Figura 33 - Dettaglio modulo telecamera

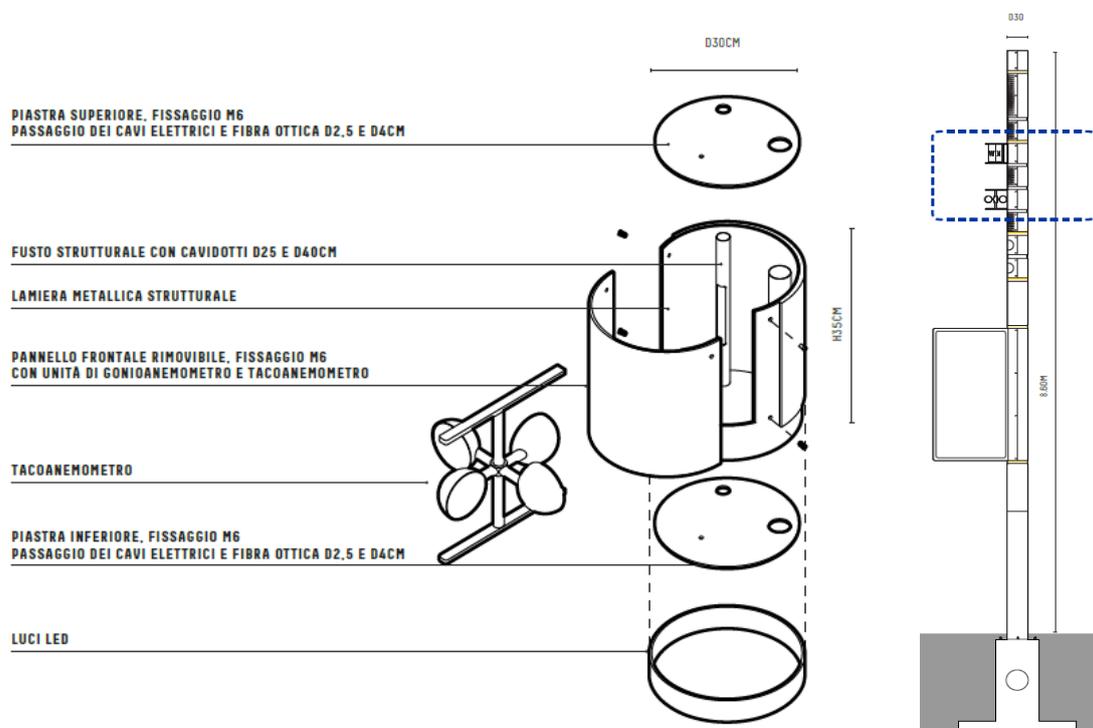


Figura 34 - Dettaglio modulo tachanemometro

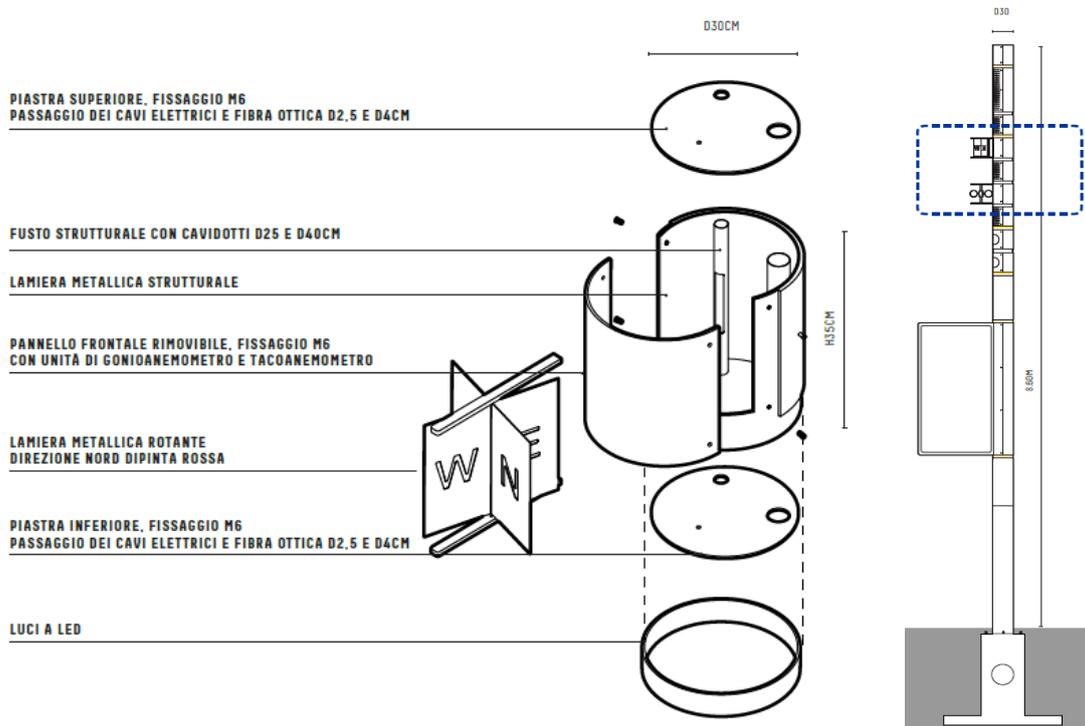


Figura 35 - Dettaglio modulo tacoanemometro

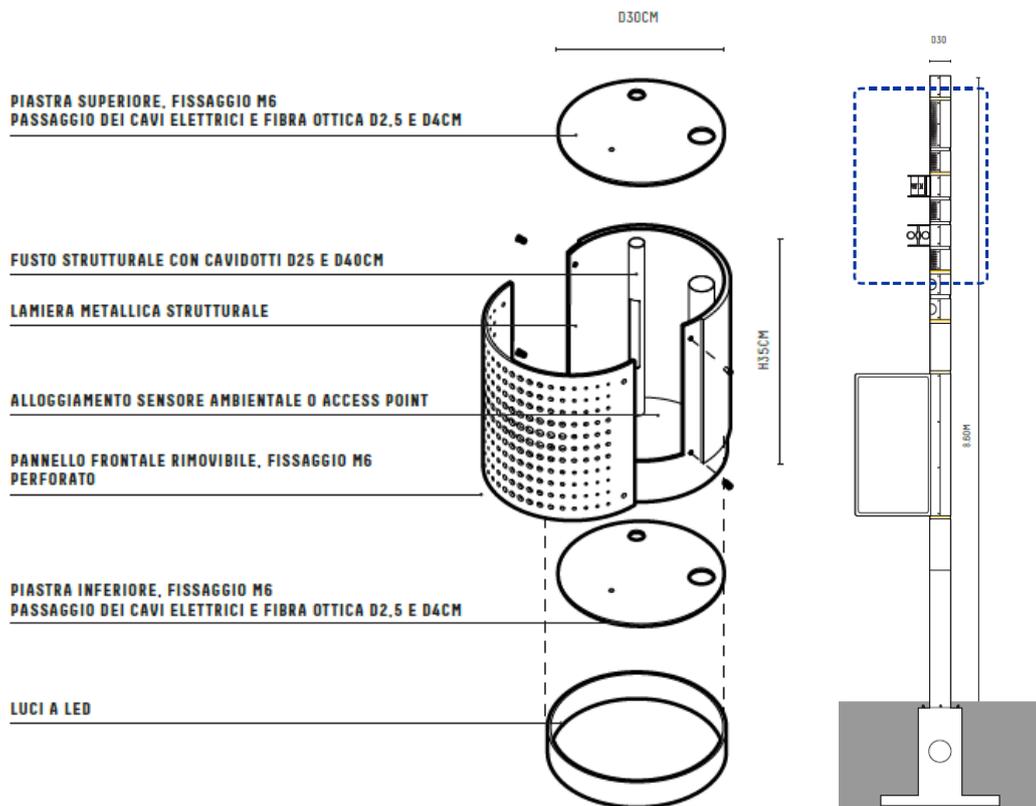


Figura 36 - Dettaglio modulo sensore ambientale e access point

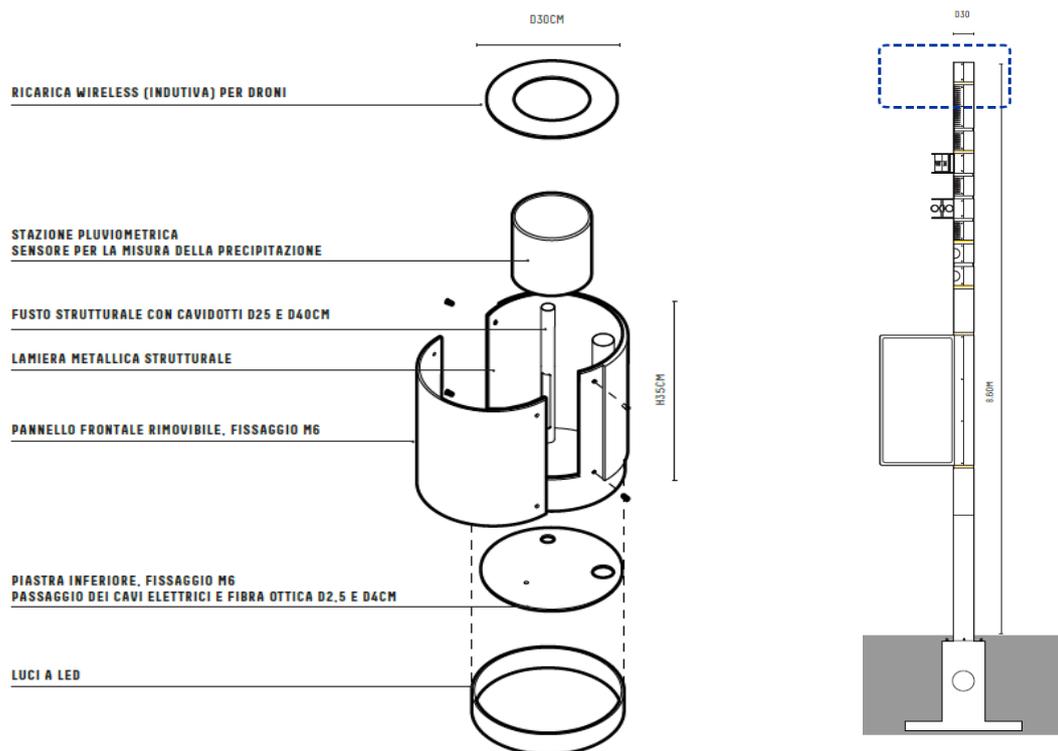


Figura 37 - Dettaglio modulo di sommità

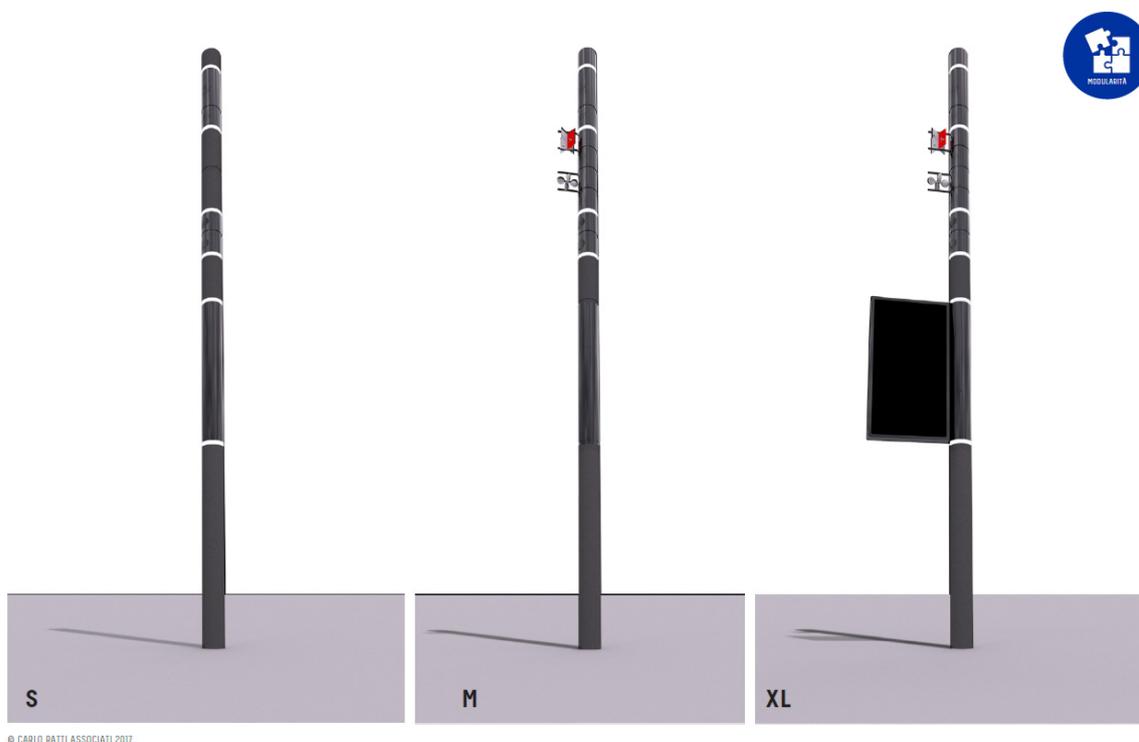


Figura 38 - Rendering di postazione polifunzionale



Figura 39 - Visione notturna di postazione polifunzionale

1.2 ROAD ANAS NETWORK INTERNET OF THINGS (RANIoT)

Il Road Anas Network Internet of Things (RANIoT) è il sistema "IoT" che Anas vuole integrare nel progetto Smart Road. Con tale sistema, il mondo virtuale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione è strettamente correlato con il mondo reale delle cose, con lo scopo di monitorare, controllare e trasferire informazioni per poi svolgere azioni conseguenti.

Nell'ambito della Smart Road, si utilizzeranno i sistemi IoT per svolgere sia attività di Structural Health Monitoring (SHM) per acquisire e trasmettere informazioni relative allo stato dell'infrastruttura viaria con le sue opere d'arte maggiori, sia attività di monitoraggio delle condizioni di esercizio riguardanti il traffico ed il trasporto delle merci, oltre che delle condizioni ambientali.

In particolare, si andranno a monitorare grandezze relative ai seguenti "oggetti":

- Piano viabile;
- Barriere stradali (Guard Rail, New Jersey e Barriere Mobili);
- Ponti / Viadotti;
- Gallerie;
- Versanti instabili;
- Ambiente;
- Aree di sosta;
- Cantieri;
- Traffico.

1.2.1 Architettura del sistema IoT per il monitoraggio

L'infrastruttura del sistema di monitoraggio è generalmente costituita dai seguenti componenti:

- Sensori IoT;
- Gateway e/o concentratori;
- Controller del sistema.

I **sensori IoT** sono dispositivi intelligenti, generalmente denominati "client", che rilevano le grandezze misurate e trasmettono/ricevono dati ed informazioni al/dal gateway e/o concentratore.

Il **gateway** è un [dispositivo di rete](#) che ha lo scopo di veicolare i [pacchetti](#) di dati provenienti dal campo, rilevati dai sensori IoT anche di diverso tipo, e trasmetterli all'esterno della [rete](#) locale.

Il concentratore o HUB è un [dispositivo di rete](#) che ha lo scopo di veicolare i [pacchetti](#) di dati provenienti dal campo, rilevati dai sensori IoT dello stesso tipo, e trasmetterli all'esterno della [rete](#) locale.

Il **controller del sistema** è un dispositivo che ha la capacità di raccogliere, immagazzinare e gestire i dati provenienti da ogni Gateway. Tale dispositivo deve, infine, integrarsi con il sistema Road Management Tool (RMT) di Anas, attraverso il sistema STIG.

I collegamenti tra sensori IoT e Gateway e/o concentratore, come indicato in figura, possono essere di diverso tipo ed avere una differente topologia di rete: *Star* oppure *Mesh*.

- *La topologia di rete Star* è tipica delle reti LP-WAN (con tecnologia LoRaWAN) in cui tutti i sensori IoT (*Client*) sono connessi ad un nodo centrale (Gateway). Nella topologia a star, generalmente non è consentita la comunicazione diretta tra due sensori.
- *La topologia di rete Mesh* o completamente magliata, tipica delle reti basate su protocollo di comunicazione a standard IEEE 802.15.4, prevede che ogni sensore nodo (*Client*), oltre che essere collegato direttamente al Gateway, può comunicare anche con altri nodi.

È previsto il collegamento tra sensori IoT e gateway e/o concentratori, per la trasmissione dei dati derivanti dal campo, anche con sistemi cablati attraverso una comunicazione sia a standard [seriale](#) (CAN-bus,RS-485,RS-232,ecc) per [bus](#) di campo di tipo [multicast](#) che attraverso sistemi Powerline che sfruttano le tecnologie di trasmissione dati attraverso i cavi elettrici. In base alle condizioni locali ed al tipo di monitoraggio da eseguire, è possibile utilizzare lo standard aperto EtherCAT (Ethernet Control Automation Technology), rilasciato come parte integrante dello standard IEC 61158, che rappresenta un protocollo di comunicazione ad elevate prestazioni per connessioni Ethernet deterministiche, e nasce come estensione dello standard Ethernet IEEE 802.3 al trasferimento dati con una temporizzazione prevedibile ed esatta sincronizzazione.

1.2.2 Tipologie di reti per sistemi IoT

Le reti per sistemi IoT sono realizzate attraverso l'installazione distribuita di sensori ubicati in corrispondenza degli "oggetti" da monitorare.

L'utilizzo di un sistema di monitoraggio IoT comporta i seguenti vantaggi:

- Elevata affidabilità delle informazioni;
- Basso consumo di energia da parte dei sensori IoT;
- Monitoraggio di infrastrutture difficilmente accessibili;
- Abbattimento dei costi per cavidotti, scavi e cablaggi;
- Trasmissione delle informazioni in tempo reale sullo stato dell'infrastruttura sottoposta a monitoraggio e su eventuali eventi ed accadimenti.
- Sicurezza attraverso un adeguato livello di protezione dei dati trasmessi dai dispositivi IoT;

Il collegamento dei sensori IoT alla rete internet permette lo scambio, l'archiviazione, la condivisione e l'elaborazione di enormi flussi di informazioni.

Di seguito si riassumono i principali requisiti dei sensori utilizzati nel sistema di monitoraggio IoT.

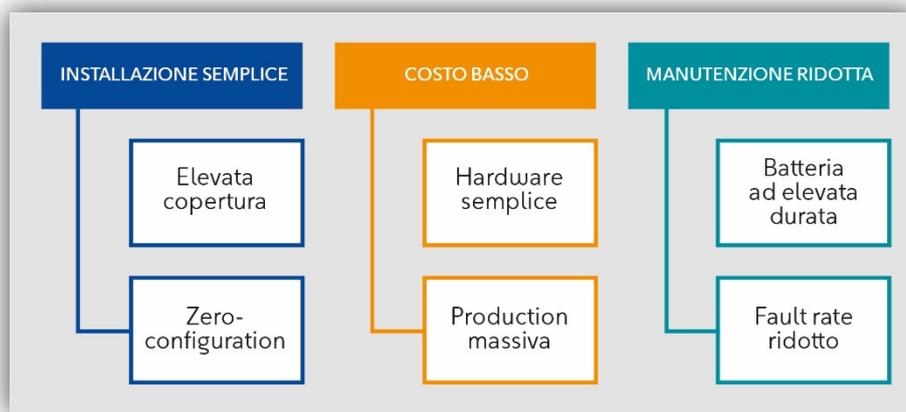


Figura 40 - Requisiti dei sensori nel sistema di monitoraggio IoT

Per il monitoraggio di infrastrutture a sviluppo longitudinale come quelle stradali, si prevede l'utilizzo di sensori ad alto contenuto tecnologico e basso costo, sia per la realizzazione di reti distribuite in itinere sia per un monitoraggio in locale. Si tratta dunque di dispositivi capaci di misurare grandezze di varia natura (elettroniche, ottiche, biologiche, fisiche, chimiche e meccaniche) occupando spazi ridotti.

I sensori IoT, dal punto di vista dell'alimentazione, potranno essere alimentati da rete elettrica o essere dotati di batteria. Nei casi in cui è necessario effettuare un monitoraggio in "continuo" ed avere una lettura molto frequente delle misure rilevate dal sensore, esso dovrà essere alimentato da rete elettrica; nei casi, invece, in cui è sufficiente inviare/trasmettere informazioni meno frequenti, si potrà preferire sensori dotati di batteria. Pertanto, il tipo di alimentazione dei sensori IoT è legato alla tipologia del monitoraggio, nonché al numero di interrogazioni giornaliere a cui il sensore stesso viene sottoposto.

Dal punto di vista della connettività i sensori utilizzati potranno essere wired o wireless e dovranno essere compatibili con specifiche tecnologie di comunicazione (in costante evoluzione), per poter inviare dati a breve o a lunga distanza.

Negli ultimi anni, il panorama delle tecnologie wireless è diventato sempre più vasto e pertanto si è avuta la necessità di suddividere il ramo delle comunicazioni wireless in diversi gruppi in base alla loro estensione.

Come mostrato in figura, una classificazione delle reti wireless può essere fatta in base all'estensione dell'area di copertura del segnale trasmesso.

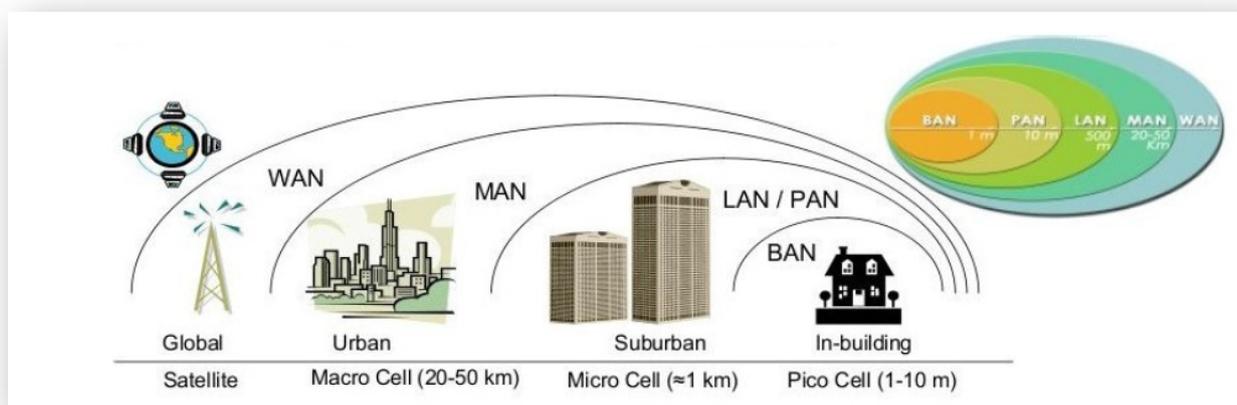


Figura 41 - Classificazione delle reti wireless in base all'area di copertura

Si avrà, quindi, la seguente classificazione delle reti wireless:

- WBAN: Wireless Body Area Network, serve a connettere dispositivi "indossabili", a contatto con il corpo.
- WPAN: Wireless Personal Area Network, serve alla connessione di dispositivi vicini per la condivisione dinamica di informazioni come per esempio PC portatili, palmari o tablet ed il suo raggio massimo di comunicazione è di circa 10 metri.
- WLAN: Wireless Local Area Network, consente la comunicazione tra dispositivi distanti tra loro anche alcune centinaia di metri e risultano così adeguate per interconnessioni in ambienti chiusi o tra edifici adiacenti.
- WMAN: Wireless Metropolitan Area Network, ha invece un raggio d'azione di circa 10 Km, fornendo così un accesso a banda larga ad aree residenziali anche piuttosto estese.
- WWAN: Wireless Wide Area Network, sono macro reti a livello molto più esteso che utilizzano protocolli che consentono un raggio di azione anche oltre i 10 km.

Le WBAN, WPAN, WLAN appartengono alla categoria di reti a corto/medio raggio (Short/Medium Range), mentre le WMAN e le WWAN appartengono alla categoria di lungo raggio (Long Range).

In base alla loro estensione ed alla velocità di trasmissione dei dati, "Data Rate", esistono differenti protocolli di comunicazione, come mostrato nella seguente figura.

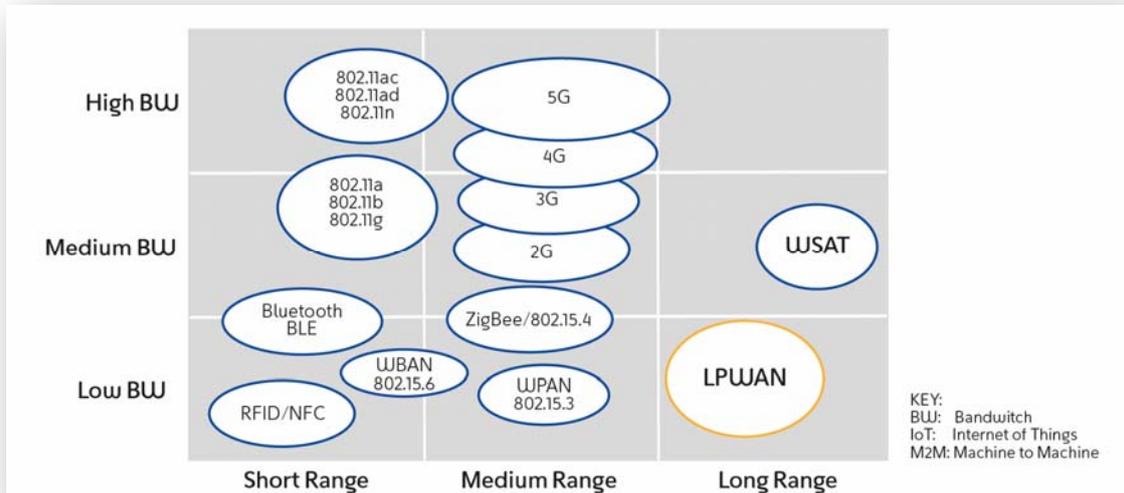


Figura 42 - Capacità di copertura in funzione della larghezza di banda

Come sopra descritto le reti si dividono in due categorie, in relazione all'area di copertura:

- Reti a corto/medio raggio, con capacità di comunicazione nodo-nodo e nodo-gateway, limitata a poche decine di metri, denominate "Short Range Networks" (SRN): fanno parte di questa categoria le reti di tipo **LR-WPAN (Low Rate Wireless Personal Area Network)**;
- Reti a lungo raggio, con capacità di comunicazione nodo-gateway estesa a qualche chilometro, denominate "Long Range Networks" (LRN): fanno parte di questa categoria le reti **LP-WAN (Low Power Wide Area Network)**.

Le reti LR-WPAN (*Low Rate Wireless Personal Area Network*) sono reti wireless che permettono comunicazioni a breve distanza con Bit Rate fino a 250 Kbit/s.

Le reti LP-WAN (*Low Power Wide Area Network*) sono reti wireless che permettono comunicazioni a lunga distanza con Bit Rate fino a 50 Kbit/s.

Le reti SRN garantiscono una larghezza di banda superiore rispetto alle reti LRN ma entrambe le tipologie di reti sono caratterizzate da un basso consumo (Low Power Profile).

Nella tabella seguente si riportano alcuni esempi delle principali tecnologie di comunicazione utilizzate nel sistema di monitoraggio IoT indicando per ciascuno le caratteristiche tecniche, e distinguendo quelle che permettono coperture a corto/medio raggio da quelle che consentono di coprire distanze maggiori.

Tabella 4 - Protocolli di comunicazione per reti IoT

PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE	Short Range Network - LR-WPAN			Long Range Network - LP-WAN		
	Bluetooth Low Energy	WiFi	ZigBee	LoRaWAN	SigFox	Weighthless
Range (km/m)	80 m	50 m	100 m/Mesh	2 - 5 km urbani 15 km suburbani 45 km rurali	10 km urbani 50 km rurali	5 km
Frequenza di Banda	2.4 GHz	2.4 GHz	868 MHz / 2.4 GHz	Varie, Sub-GHz	868 MHz	Sub-GHz
Bidirezionale	Si	Si	Si	Si	No	Si
Data Rate	1 mbit - 3 mbit	11 mbit - 54 mbit	250 kbps	0,3 - 50 kbps	100 bps	30 kbps - 100 kbps
Quantità di Nodi	Decine	Migliaia	Migliaia	Milioni	Milioni	Illimitati
Consumo di energia	Alto	Alto	Basso	Basso	Basso	Basso
Tipologia di infrastruttura	Nodo-nodo, Stella, Albero	Stella, Albero	Nodo-nodo, Stella, Albero	Stella	Stella	Stella
Standard	Bluetooth 4.0	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4	LoRaWAN	No	Weighthless

Nell'ambito del progetto Smart Road, si predilige la tecnologia wireless, per garantire il monitoraggio anche di quegli "oggetti" difficilmente accessibili o raggiungibili.

In funzione del tipo di monitoraggio svolto nella Road Anas Network - Internet of Things (RANIoT), specifico per il progetto Smart Road, potranno utilizzarsi reti di sensori LR-WPAN, che si basano su protocolli di comunicazione con standard IEEE 802.15.4, oppure reti LP-WAN basate su protocolli di comunicazione tipo LoRaWAN. Non è esclusa l'implementazione e l'integrazione di ulteriori reti locali che utilizzino altre tecnologie di comunicazione wireless, come il Wi-Fi (IEEE 802.11b/g/n) o il futuro 5G.

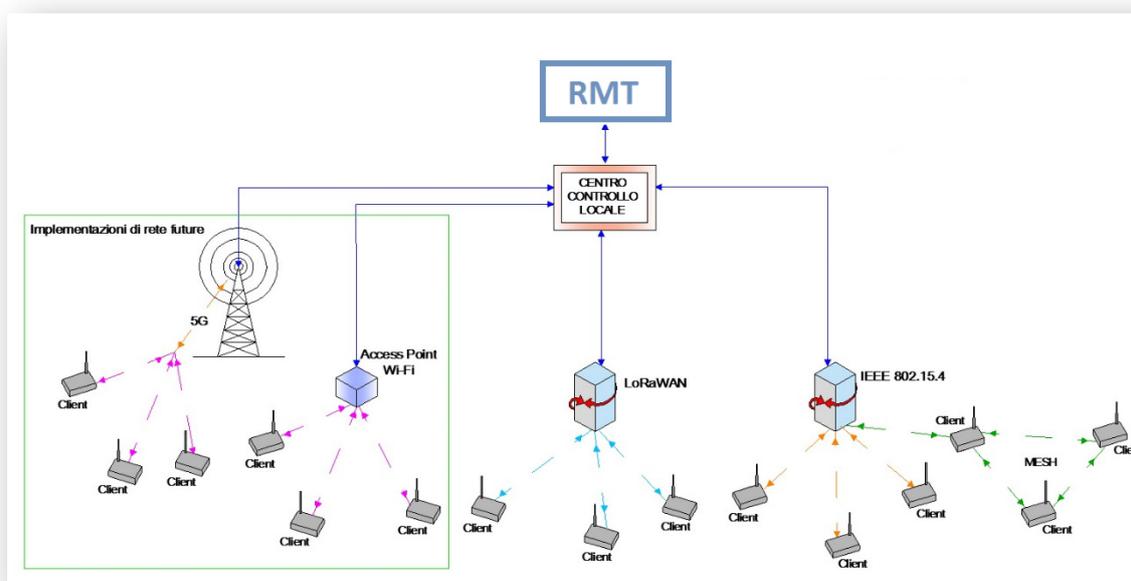


Figura 43 - Tipologico di Connettività dei Sensori (Client) nella RANIoT

1.2.2.1 Short Range Network - Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN)

Le reti di tipo Short Range Network sono reti in cui i sensori possono comunicare tra di loro o con il gateway di riferimento ed in cui il segnale può coprire delle distanze limitate, dell'ordine di alcune decine di metri.

Tale tipologie di reti si basano su un protocollo di comunicazione a standard IEEE 802.15.4, caratterizzato da basso/medio bit-rate, bassi consumi di energia, bassi costi, utilizzo di frequenze libere ed elevato numero di nodi sensori.

Il protocollo IEEE 802.15.4 consente di minimizzare il tempo di attività del radiotrasmettitore così da ridurre il consumo di energia. Sostanzialmente questo tipo di protocollo comunica con un elevato numero di nodi attivi della rete (sensori) in condizioni statiche e dinamiche, con capacità di rimanere in uno stato di inattività (latenza) per lungo tempo senza dovere colloquiare con la rete, comportando bassi consumi in termini di energia.

Le topologie delle reti SRN sono molteplici (a mesh o a stella) ed i singoli dispositivi hanno un raggio di copertura compreso tra 10-75 m; le distanze maggiori vengono coperte mediante tecniche di multi-hop, saltando di nodo in nodo.

Nel caso specifico le reti SRN si dividono in:

- Reti C1WSN
- Reti C2WSN

Le reti C1WSN permettono la trasmissione dei dati attraverso l'utilizzo della tecnica cosiddetta "multi-hop" (a rimbalzi multipli) secondo cui ciascun sensore si comporta come un nodo con capacità di far rimbalzare automaticamente le informazioni verso il nodo più vicino, fino a farla giungere ad un router posizionato in prossimità di un centro di controllo dove i dati ricevuti vengono processati. Se un nodo è inattivo, perché per esempio si sono scaricate le batterie, la rete è capace di riconfigurarsi e trovare comunque una via per far comunicare i restanti nodi tra loro e far giungere così l'informazione a destinazione. Questo tipo di rete garantisce un minor dispendio di energia ed una maggiore affidabilità.

Le reti C2WSN, invece, utilizzano una tecnica di trasmissione cosiddetta "single-hop" (a balzo singolo), in cui i sensori non trasmettono dati ai nodi vicini, ma verso un nodo detto "wireless router" preposto ad inviare i dati di un gruppo di sensori, senza alcun processamento dell'informazione, verso un router in prossimità del centro di controllo. Questo tipo di rete è poco costosa in termini di energia.

1.2.2.2 Long Range Network - Low Power Wide Area Network (LP-WAN)

Le reti che fanno parte della tipologia Long Range Network sono principalmente le reti di tipo LP-WAN (Low Power Wide Area Network), ossia reti a lungo raggio di trasmissione e a basso consumo, caratterizzate da un Data Rate ridotto e trasmissione a lunghe distanze.

Questa tipologia di rete è adatta a svolgere attività di monitoraggio IoT in cui non è necessario che i sensori vengano interrogati frequentemente, in cui si richiede uno scambio di poche decine/centinaia di bit ed un elevato long life delle batterie a bordo sensore.

La figura seguente mostra un confronto tra le reti LPWAN, le reti di tipo IEEE 802.15.4 e le reti 3G,4G,5G, in termini di ampiezza dell'area di copertura, consumo di energia, larghezza di banda, latenza di trasmissione ed altre caratteristiche e requisiti.

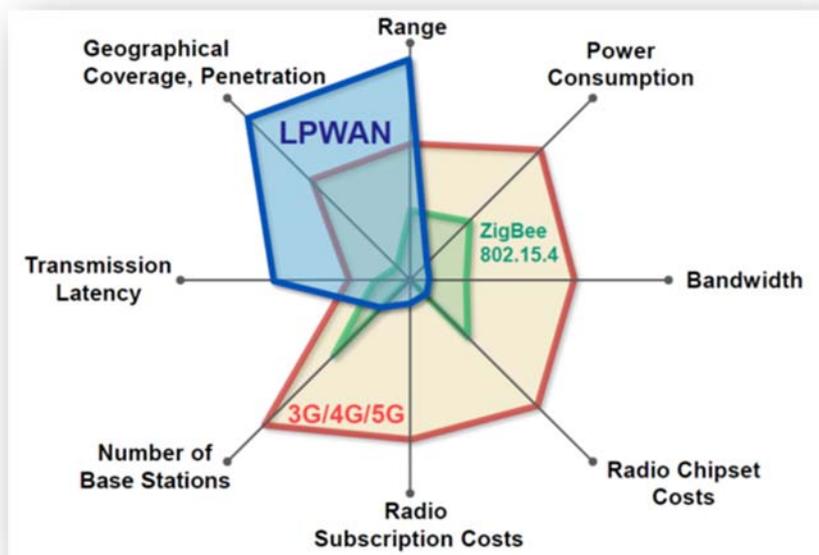


Figura 44 - Confronto tra LPWAN ed altre tecnologie wireless

Le reti LPWAN si basano su protocolli di comunicazione del tipo **LoRaWAN** (*Long Range Wide Area Network*), un protocollo a basso consumo che utilizza uno spettro wireless sicuro e con una grande copertura.

La tecnologia LoRaWAN è in grado di collegare i sensori sulle lunghe distanze, offrendo nel contempo una durata ottimale della batteria, richiedendo un'infrastruttura minima. Questo consente di offrire vantaggi quali mobilità, sicurezza, bi-direzionalità e localizzazione/posizionamento migliorati, oltre a costi più bassi.

I sensori con protocollo di trasmissione LoRaWAN sono in grado di comunicare a distanze superiori ai 40 km in ambienti favorevoli, 15 km in ambienti semi-rurali e a più di 2 km in ambienti urbani densamente popolati ad una velocità di dati da 300 bit a 100 kbit. Questo li rende adatti all'invio di quantità di dati contenute. I sensori richiedono, inoltre, pochissima energia e la maggior parte di loro può funzionare per alcuni anni con una sola batteria ad alte prestazioni.

La topologia di una rete LoRaWAN prevede una configurazione a stella, in cui ogni nodo (*Sensore IoT*) è connesso al Gateway. I Gateway si connettono a sua volta ad un Network Server tramite una connessione basata sullo standard IP, mentre i nodi finali (*Sensori IoT*) utilizzano una comunicazione wireless single-hop verso uno o più Gateway. La comunicazione verso i sensori IoT è in generale bidirezionale, ma può anche supportare il multicast per gestire l'aggiornamento o la distribuzione massiva di messaggi al fine di ridurre i tempi di comunicazione.

A seconda delle applicazioni, i dispositivi finali LoRaWAN possono essere suddivisi in tre diverse classi di funzionalità:

- Classe A - dispositivi con i consumi più bassi, con temporizzazione specifica per le comunicazioni. Le comunicazioni sono bidirezionali, ma i messaggi in ricezione possono essere letti soltanto al termine di una trasmissione in uscita.
- Classe B - dispositivi che consentono la comunicazione bidirezionale come quelli di classe A, ma che in aggiunta prevedono una finestra di ricezione casuale;
- Classe C - dispositivi con consumi un po' più elevati e che prevedono una finestra di ricezione costantemente aperta tranne durante il periodo di trasmissione.

1.2.3 I Sistemi di Monitoraggio nella RANIoT

L'insieme degli oggetti e le relative grandezze da monitorare, individuando per ciascuna di esse la tipologia di rete IoT più adatta ed il protocollo di comunicazione corrispondente, è riassunta nella tabella seguente, non si escludono sistemi qui non riportati:

Tabella 5 - Monitoraggio RANIoT

"Strutture" di monitoraggio	Variabili da misurare	Sensori	Frequenza della misura	Gestione emergenze	Tipologia di rete IoT	Protocollo di comunicazione
Piano viabile	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura piano viabile • Asciutto • Umido • Bagnato • Neve • Ghiaccio • Sale residuo • Temperatura • Umidità critica 	<ul style="list-style-type: none"> • SENSORE TEMPERATURA • SENSORE STATO ASFALTO • MICROFONO ASSOCIATO AD ACCELEROMETRO (per la rilevazione delle vibrazioni e lo spettro del rumore) 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LP-WAN/WIRED	LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Barriere stradali (Guard Rail, New Jersey e Barriere Mobili)	<ul style="list-style-type: none"> • Vibrazioni • Distanza veicoli • Spostamenti generalizzati 	<ul style="list-style-type: none"> • ACCELEROMETRO • SENSORE DI PROSSIMITÀ AD ULTRASUONI • MICROFONO ASSOCIATO AD ACCELEROMETRO (per rilevare le vibrazioni e lo spettro del rumore) 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LP-WAN/WIRED	LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Ponti / Viadotti: impalcati	<ul style="list-style-type: none"> • Vibrazioni • Inclinazione • Spostamenti generalizzati • Stati deformativi locali • Pressione 	<ul style="list-style-type: none"> • ACCELEROMETRO • INCLINOMETRO • FESSURIMETRO • CELLA DIPRESSIONE • ESTENSIMETRO 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LR-PWAN / LP-WAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Ponti / Viadotti: Pile e spalle	<ul style="list-style-type: none"> • Spostamenti generalizzati • Stati deformativi locali 	<ul style="list-style-type: none"> • ACCELEROMETRO • INCLINOMETRO 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LR-PWAN / LP-WAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Gallerie	<ul style="list-style-type: none"> • Spostamento relativo tra due punti • Stati deformativi locali • Pressione • Spostamenti generalizzati 	<ul style="list-style-type: none"> • FESSURIMETRO ELETTRICO • INCLINOMETRO • ESTENSIMETRO • CELLA DI PRESSIONE • INTERFEROMETRO TERRESTRE 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LR-PWAN / LP-WAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN//CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Versanti instabili	<ul style="list-style-type: none"> • Movimenti anomali • Cedimenti verticali • Livello di falda 	<ul style="list-style-type: none"> • INCLINOMETRO • ASSESTIMETRO MAGNETICO • PIEZOMETRO ELETTRICO 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LR-PWAN / LP-WAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN//CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Livelli di rumore • CO, CO₂, NO, NO₂ • Particolato Temperatura, umidità e pressione dell'aria • Luminosità 	<ul style="list-style-type: none"> • SENSORE PER CONTROLLO RUMORE • SENSORE PER LA MISURA QUALITÀ DELL'ARIA • STAZIONE METEO • SENSORE PER LA MISURA QUALITÀ DELL'ARIA • SENSORE DI LUMINOSITÀ 	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento o della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LR-PWAN / LP-WAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN

"Strutture" di monitoraggio	Variabili da misurare	Sensori	Frequenza della misura	Gestione emergenze	Tipologia di rete IoT	Protocollo di comunicazione
Aree di sosta	Presenza veicolo	• SENSORE SMART PARKING	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità;	LR-PWAN / LP-WAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN
Cantieri	Geolocalizzazione dell'inizio, fine e lunghezza cantiere	• SMART TRACER ROAD WORK	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità;	LR-PWAN / LP-WAN /WLAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / IEEE 802.11/LoRaWAN
Traffico	<ul style="list-style-type: none"> • Dati di traffico • Eventi pericolosi • Situazioni critiche su strada • Lettura ed il riconoscimento di targhe 	• MULTI-FUNCTION SMART CAMERA	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità;	RETE WIRED IP/MPLS	
Muri di Sostegno	Spostamenti generalizzati	• INCLINOMETRO	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità;	LR-PWAN / LP-WAN /WLAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN//CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Fondazioni in alveo	<ul style="list-style-type: none"> • Scalzamento con misura combinata di stati deformativi locali • Spostamenti generalizzati • Vibrazioni 	• INCLINOMETRO	Bigiornaliera. Continua in caso di raggiungimento della soglia di attenzione	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità;	LR-PWAN / LP-WAN /WLAN/WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN//CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT

1.2.4 Sistema di Monitoraggio dell'Infrastruttura

Nel corso della vita di un'infrastruttura, è necessario controllare che essa mantenga dei margini di sicurezza rispetto alle prescrizioni minime normative, poiché le azioni di natura antropica e/o ambientale, riducono progressivamente la resistenza delle strutture, come i fenomeni di fatica.

Attraverso un controllo ed un monitoraggio in tempo reale dello stato delle infrastrutture e delle strutture, si potrà ottenere un'ottimizzazione degli interventi di manutenzione preventiva e/o correttiva e nel contempo sarà possibile avere un chiaro quadro in caso di calamità, utile per la gestione degli interventi.

I principali sensori IoT, utilizzati nell'ambito del monitoraggio dell'infrastruttura, insieme alle loro funzionalità, sono di seguito elencati.

Il **fessurimetro elettrico** è un sensore molto utilizzato per il monitoraggio in continuo di ponti, viadotti, nonché di fratture in ammassi rocciosi. Il dispositivo è costituito da un sensore di spostamento di tipo potenziometrico in grado di rilevare le variazioni di posizione tra due punti posti a cavallo di una lesione o di un giunto. Il sensore deve essere interfacciabile con qualunque datalogger wireless per il trasferimento dati.

L'**estensimetro** è un sensore consente di misurare in continuo le deformazioni e gli spostamenti di infrastrutture viarie come ponti, viadotti e gallerie. Il dispositivo deve essere collegato ad un trasduttore elettrico che trasformi ogni movimento meccanico in una variazione di segnale elettrico con uscita standard 4÷20mA, in tensione o digitale RS485. Il dispositivo deve essere interfacciabile con qualunque datalogger wireless.

L'**accelerometro wireless triassiale ULP** (Ultra Low Power) è uno strumento di misura in grado di rilevare e/o misurare l'accelerazione, effettuando il calcolo della forza rilevata rispetto alla massa

dell'oggetto (forza per unità di massa). Il sensore è adatto per il monitoraggio in continuo di infrastrutture viarie come ponti, viadotti o anche per il monitoraggio delle barriere stradali. Il dispositivo è dotato di trasmissione radio con antenne omnidirezionali con portata wireless massima di circa 200m.

L'inclinometro wireless mono, biassiale o triassiale è uno strumento che misura l'angolo che la congiungente osservatore-punto osservato forma con l'orizzontale. È costituito da un ago incernierato che può muoversi su un piano verticale, disponendosi secondo la verticale per effetto della gravità. Il sensore è adatto per il monitoraggio in continuo di infrastrutture viarie come ponti e viadotti. Il dispositivo è dotato di trasmissione radio con antenne omnidirezionali con portata wireless massima di circa 200m.

L'assestometro magnetico è uno strumento che misura l'entità dei cedimenti e assestamenti del terreno, più in generale, le variazioni di distanza tra due o più punti lungo un asse verticale comune. Il dispositivo è dotato di una colonna assestometrica con una serie di punti di misura (anelli magnetici) la cui posizione, rilevata per mezzo di una sonda di lettura, consente di conoscere gli abbassamenti relativi a ciascun tratto compreso tra due anelli e l'abbassamento totale rispetto ad un punto di riferimento. Il dispositivo deve essere collegato ad un trasduttore che fornisca in uscita un segnale elettrico con uscita standard 4÷20mA, in tensione o digitale RS485 e deve essere interfacciabile con un qualunque datalogger wireless.

Il sensore di temperatura PT100, è un sensore che misura della temperatura del manto stradale. Il sensore deve essere in grado di fornire un segnale in uscita 0÷2Vdc, 4÷20mA, o digitale RS485 e deve essere interfacciabile con un qualunque datalogger wireless.

Il sensore stato asfalto è un sensore che misura le principali caratteristiche fisico-chimiche del manto stradale. Esso permette di conoscere lo stato della strada e quindi avviare azioni di pulizia o di prevenzione contro la formazione di ghiaccio o l'accumulo di neve/grandine. Il trasduttore deve essere in grado di acquisire varie tipologie di informazioni permettendo così di avere oltre la temperatura, anche lo stato del manto stradale distinguendo tra asciutto, umido, bagnato, ghiaccio, neve, sale residuo, consentendo anche una valutazione sull'umidità critica.

La cella di pressione è un sensore per il rilevamento delle pressioni locali all'interno di una massa di terreno e per il controllo delle pressioni agenti al contatto tra un'opera di sostegno ed un terreno spingente. Il dispositivo deve essere in grado di misurare i sovraccarichi indotti da opere di fondazione e le pressioni al contatto tra opere di sostegno ed il terreno. Il dispositivo deve essere collegato ad un trasduttore elettrico che trasforma ogni variazione di pressione in una variazione di segnale elettrico con uscita standard 4÷20mA, in tensione o digitale RS485. Il dispositivo deve essere interfacciabile con qualunque datalogger wireless.

La cella di carico a trazione è un sensore per la misura in continuo della tensione delle funi metalliche che costituiscono le reti paramassi. Il dispositivo deve essere collegato ad un trasduttore che fornisca in uscita un segnale elettrico con uscita standard 4÷20mA, in tensione o digitale RS485 e deve essere interfacciabile con qualunque datalogger wireless.

Il piezometro elettrico dotato di trasduttore di pressione relativo, consente di determinare l'altezza piezometrica misurando la pressione idrostatica agente sul sensore immerso e quindi di determinare il livello dell'acqua. Il dispositivo deve essere collegato ad un trasduttore che fornisca in uscita un segnale elettrico con uscita standard 4÷20mA, in tensione o digitale RS485 e deve essere interfacciabile con un qualunque datalogger wireless.

L'interferometro terrestre è un sensore a tecnologia radar che permette di rilevare da una postazione remota il campo degli spostamenti del terreno attraverso la produzione di immagini georeferenziate e multitemporali, che consentono di seguire in dettaglio l'evoluzione spaziale e temporale del quadro deformativo. Il dispositivo deve essere interfacciabile con un qualunque datalogger wireless.

Il sensore livello di liquidi è in grado di misurare del livello dei liquidi. Il sensore deve essere costituito da un contenitore e da un galleggiante.

Il sensore di prossimità ad ultrasuoni, per la segnalazione del superamento della distanza minima di sicurezza dalla barriera stradale.

Per il monitoraggio dell'infrastruttura deve essere previsto uno specifico software che implementa un algoritmo dedicato all'elaborazione dei dati raccolti dai sensori sopra elencati ed all'individuazione automatica delle anomalie della struttura (deformazioni e fessurazioni significative, presenza di danneggiamenti dovuti a degrado dei materiali e/o ad azioni accidentali), sia in termini di localizzazione del danno, che di stima della sua entità.

Le elaborazioni e le analisi delle misure devono essere condotte da tecnici con competenza specifica nel campo della ingegneria delle strutture civili. Un tecnico incaricato del monitoraggio strutturale dovrà emettere un rapporto sullo stato della struttura e sulla eventuale necessità ed urgenza di interventi di riparazione. In ogni caso, il sistema esegue un primo controllo in automatico mediante la definizione di soglie di allarme, le quali devono essere definite dai tecnici che hanno progettato il monitoraggio, in funzione del modello strutturale, del numero di sensori, dalle soglie di sicurezza, ecc.

Il superamento delle soglie di allarme deve essere analizzato da un tecnico che deve emettere un report sulle possibili cause e prevedere in maniera proattiva possibili interventi che possono prevedere:

- Ulteriori indagini sulla struttura;
- Intensificazione della frequenza di monitoraggio;
- Proposte di intervento.

Deve, altresì, essere previsto un sistema di allarme automatico, provvisto delle necessarie ridondanze e sicurezze per ridurre la possibilità di falsi allarmi per avvertire i gestori della infrastruttura e le Autorità Preposte alla Sicurezza nel caso il sistema dovesse rilevare significative anomalie nella sicurezza della struttura monitorata.

Le analisi provenienti dal monitoraggio strutturale consentono al gestore di sviluppare piani di manutenzione associati ai livelli di rischio ed alle esigenze di interventi urgenti, ottimizzando le risorse disponibili per la manutenzione delle strutture.

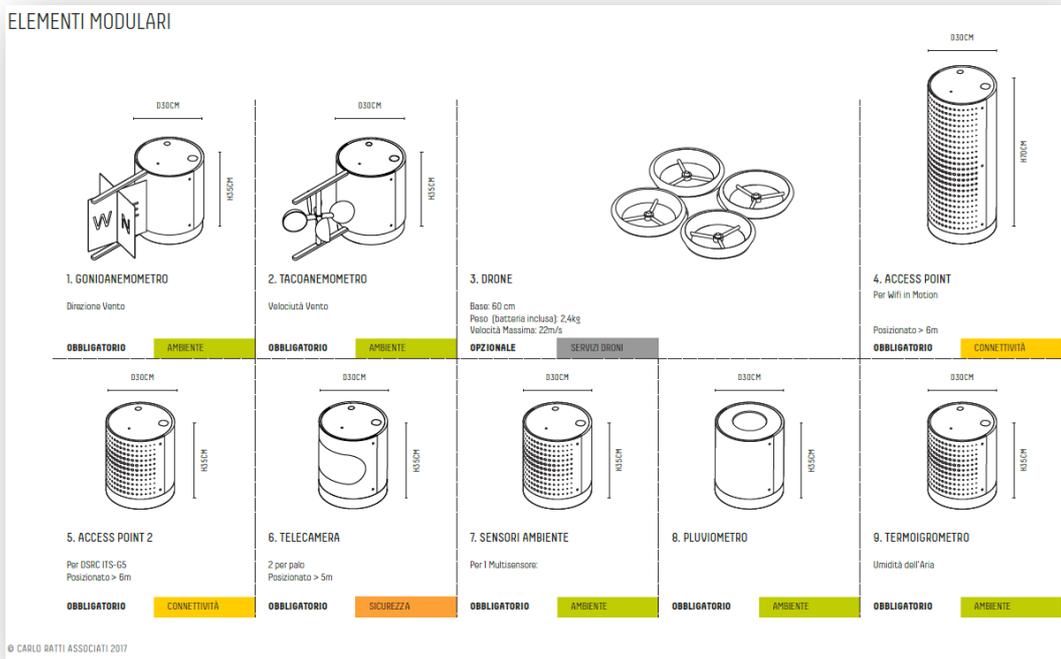


Figura 45 - Esempio di moduli per sensori di monitoraggio

1.2.4.1 Monitoraggio del piano viabile

Il monitoraggio del piano viabile è finalizzato alla misurazione ed al controllo delle principali caratteristiche fisico-chimiche del manto stradale e permette di conoscere lo stato in tempo reale della pavimentazione, con lo scopo di avviare azioni di manutenzione e di prevenzione, ad esempio contro la formazione di ghiaccio o l'accumulo di neve/grandine.

Lungo l'infrastruttura stradale, verranno installati, in maniera distribuita, i seguenti sensori:

- **Sensore di temperatura;**
- **Sensore dello stato asfalto.**

Il primo fornirà informazioni sulla temperatura del manto stradale, al fine di segnalare la possibile formazione di ghiaccio. Lo stato del manto stradale (asciutto/bagnato/innevato/ghiacciato), invece, potrà essere controllato tramite un sensore dello stato asfalto.

1.2.4.2 Monitoraggio delle barriere di sicurezza

Il progetto relativo alla Smart Road prevede la possibilità di implementare un sistema di sensori posizionati sulle barriere stradali, fisse e mobili, in grado di rilevare la deformazione e la rottura o il danneggiamento della barriera, nonché l'avvicinamento dei veicoli alla barriera stessa. Tale dispositivi saranno in grado di inviare un segnale di allarme agli operatori ed alla Sala Operativa di Anas qualora si verifichi un evento incidentale.

A tale scopo, è stato previsto lo sviluppo delle seguenti funzionalità attive all'interno delle barriere:

- Comunicazione in tempo reale di un eventuale danneggiamento o rottura della barriera stradale a seguito di urto di un mezzo motorizzato, con georeferenziazione dell'evento (carreggiata, direzione e chilometrica);
- Segnalazione di avvicinamento pericoloso di mezzo motorizzato alla barriera stradale attraverso un segnale di allarme comunicato all'utente.

I principali sensori utilizzati per il monitoraggio delle barriere di sicurezza sono i seguenti:

- **Accelerometro a shock**, per la misura dell'accelerazione e vibrazione derivanti dagli urti alle barriere;
- **Sensore di prossimità ad ultrasuoni**, per la segnalazione del superamento della distanza minima di sicurezza dalla barriera.

I sensori di accelerazione per la sicurezza del traffico saranno posizionati direttamente sulle piastre di ancoraggio delle barriere. Il sistema di rilevamento degli urti esegue una misura di accelerazione convertendo in digitale le tre uscite in tensione fornite dall'accelerometro triassiale. Il microcontrollore elabora il modulo dell'accelerazione e lo confronta con un valore di soglia, che se superato, attiva lo stato di allerta, deve essere inoltre previsto un sistema di elaborazione dei dati che permetta la localizzazione dell'urto tra due sensori adiacenti.

La distanza tra veicolo e barriera, invece, è ottenuta misurando il tempo necessario affinché l'onda a ultrasuoni si rifletta sul veicolo e ritorni al sensore posto sulla barriera. Se tale distanza è inferiore a un valore di soglia, variabile a seconda della categoria stradale, viene attivato il sistema di allarme e inviata la comunicazione in vivavoce al mobile device dell'utente stradale. Un'applicazione futura sarà un sistema di comunicazione tra i sensori di avvicinamento e l'autovettura dotata di sistema DSRC, che provocherà un allontanamento automatico del veicolo dalla barriera stradale, evitando così la fuoriuscita dalla carreggiata ed eventuali incidenti.

1.2.4.3 Monitoraggio di ponti e viadotti

Il monitoraggio strutturale svolto nella fase di esercizio è un'attività essenziale per la durabilità e la salvaguardia delle infrastrutture come ponti e viadotti, che devono esercitare la loro funzione per decine di anni.

Nel caso di strutture esistenti, piuttosto datate, il monitoraggio serve a valutare le condizioni strutturali e l'integrità della struttura stessa. Inoltre, consente di mantenere sotto controllo eventuali fenomeni di degrado che si possono sviluppare a seguito di eventi catastrofici o durante la vita della struttura. La loro comprensione e valutazione può costituire un valido aiuto nella corretta definizione degli interventi di manutenzione e ripristino.

Il monitoraggio può coinvolgere gli elementi strutturali che compongono il ponte o il viadotto oppure il sottosuolo interessato dalle fondazioni della struttura. Gli elementi più sottoposti a monitoraggio sono:

- Le travi che compongono l'impalcato del ponte;
- Le pile e le spalle del ponte;
- Le fondazioni.

I sensori IoT utilizzati sono:

- **Fessurimetri o Estensimetri**, per la misura delle deformazioni delle travi degli impalcati e dei pulvini, movimenti dei giunti o fenomeni di fatica della struttura;
- **Accelerometri triassiali**, per la misura delle vibrazioni della struttura soggetta al traffico veicolare;
- **Inclinometri biassiali o triassiali** per monitorare inclinazioni e rotazioni delle pile;

- **Assestimetri**, per il monitoraggio di cedimenti o spostamenti differenziali delle fondazioni;
- **Sensori di Temperatura** per la misura della temperatura dell'asfalto;
- **Celle di pressione**, per la misura delle pressioni agenti al contatto tra un'opera di sostegno ed un terreno spingente;
- **Inclinometri** per il controllo dei movimenti di scivolamento dei terreni;
- **Piezometri**, per il monitoraggio della falda acquifera.

1.2.4.4 Monitoraggio in galleria

La sicurezza e la gestione delle gallerie esistenti richiedono un monitoraggio continuo soprattutto delle sezioni critiche o di alcune zone già ammalorate, con il fine di conoscere correttamente il comportamento nel tempo di questa particolare struttura.

Gli strumenti diagnostici consentono l'identificazione e la localizzazione di potenziali anomalie, danneggiamenti presenti nella struttura della galleria e sono in grado di generare degli allarmi nel caso di superamento di soglie prefissate.

I sensori che si dovranno utilizzare per il monitoraggio strutturale del rivestimento della galleria sono i seguenti:

- **Accelerometri**, per la misura di vibrazioni e cedimenti del rivestimento definitivo della galleria;
- **Sensore di Temperatura**, per monitorare la temperatura del rivestimento della galleria;
- **Estensimetri e/o Fessurimetri**, per il monitoraggio dei movimenti orizzontali, verticali e convergenze;
- **Celle di pressione**, per il calcolo delle sollecitazioni e pressioni locali agenti al contatto tra un'opera ed il terreno spingente.

Nelle gallerie di recente realizzazione sono già presenti sensori e impianti tecnologici, come previsto da normativa per la sicurezza in galleria, i quali a loro volta sono connessi a PLC ed al sistema SCADA di galleria. Tale sensoristica misura e monitora lo stato di funzionamento degli impianti presenti, la viabilità e le condizioni di traffico in galleria, la temperatura all'interno della galleria, la velocità dell'aria, nonché le condizioni di visibilità ed inquinamento dell'aria.

Attualmente Anas è dotata di un sistema centrale Road Management Tool (RMT), integrato con il Sistema di Telecontrollo (STIG), che a sua volta sarà completamente integrato nel sistema "Smart Road".

1.2.4.5 Monitoraggio dei versanti instabili

Per monitorare correttamente la stabilità di un versante occorre avere quanti più dati possibili per effettuare un'osservazione continua nel tempo del potenziale fenomeno di dissesto.

I principali parametri che dovranno essere sottoposti a monitoraggio sono riportati nel seguente elenco:

- Spostamenti superficiali;
- Stato deformativo del terreno lungo una verticale;
- Profondità e forma della superficie del movimento franoso;
- Collocazione spazio-temporale di eventuali movimenti in atto;
- Aspetti idrogeologici del sito;
- Regime idraulico ed eventuali sue variazioni.

I sensori che più si prestano per il monitoraggio dei parametri sopra elencati sono:

- **Interferometro terrestre;**
- **Inclinometri;**
- **Piezometri.**

1.2.5 Sistema di Monitoraggio Traffico e Trasporto Merci

Nella Smart Road è previsto un insieme di sistemi per il monitoraggio in tempo reale delle condizioni del traffico e del trasporto merci, quali:

La Multi-function Smart Camera svolge l'attività di videosorveglianza "intelligente", rilevando gli eventi pericolosi su strada, i dati di traffico, la funzione di lettura targhe, la presenza di nebbia, la distanza di visibilità.

Il sistema Weigh in Motion System permette di monitorare costantemente il peso di ciascun veicolo che transita su strada per mezzo di sensori di pesatura installati nel manto stradale.

Il sistema di controllo svincoli consente da remoto e in automatico un'attività di controllo e gestione degli accessi agli svincoli lungo l'autostrada, tramite l'installazione di barriere automatiche veicolari.

Il sistema di Truck Parking nelle aree di sosta per mezzi pesanti consente di prenotare gli stalli di sosta attraverso un servizio dedicato, garantendo un monitoraggio continuo delle merci, per una sosta in piena sicurezza.

Lo **Smart Tracer Road Work** è un dispositivo che consente di segnalare e geolocalizzare la presenza di un cantiere stradale e che dispone di GPS, modem Wi-Fi e GSM, batteria e led per il segnalamento del punto di inizio e fine del cantiere.

1.2.5.1 Multi-function Smart Camera

Il sistema Multi-function Smart Camera sarà inserito all'interno dell'infrastruttura Smart Road, tramite l'installazione di dispositivi che svolgeranno l'attività di videosorveglianza "intelligente", rilevando gli eventi pericolosi, le situazioni critiche su strada, i dati di traffico, la lettura ed il riconoscimento di targhe, ecc.

La Multi-function Smart Camera sarà gestita e controllata da un software specialistico che permetterà di avere le seguenti funzionalità:

- Rilevare il veicolo fermo in condizioni di traffico fluido;
- Rilevare il veicolo fermo in condizioni di traffico congestionato;
- Rilevare il veicolo fermo a causa di un incidente;
- Rilevare la situazione di traffico congestionato con determinazione della lunghezza della coda;
- Rilevare i veicoli lenti e generare un allarme quando la velocità di un veicolo scende al di sotto di una determinata soglia;
- Rilevare la presenza di pedoni;
- Rilevare il veicolo in movimento nel senso contrario di marcia;
- Rilevare la presenza di fumo, nebbia o la riduzione di visibilità;
- Rilevare la presenza di detriti sulla sede stradale.
- Rilevare il cambio di corsia;
- Rilevare le condizioni di traffico in tempo reale, quali:

- Velocità media [km/h];
- Volume di traffico [n° veicoli/h];
- Densità di traffico [n° veicoli/km].
- Occupazione corsia [%];
- Lunghezza del veicolo [m];
- Classificazione del veicolo;
- Leggere e riconoscere le targhe dei veicoli in transito per tutte le seguenti tipologie: targhe europee, possibilità di aggiornare in futuro a nuove configurazioni e nuove nazioni, targhe speciali italiane (es. Forze di Polizia, targhe prova, targhe provvisorie, ecc.);
- Rilevare in automatico i pannelli arancione di segnalazione delle merci pericolose ADR con decodifica dei Codici Kemler e ONU;
- Misurare anche in condizioni di:
 - Pioggia, anche intensa;
 - Notte o scarsa visibilità;
 - Nebbia;
 - Neve;
 - Fumo.

Il sistema Multi-function Smart Camera dovrà essere attivato o disattivato, sia localmente che da remoto, tramite personale addetto o dotato delle opportune autorizzazioni.

1.2.5.2 Controllo svincoli in ingresso ed in uscita

Il sistema di controllo svincoli consente da remoto ed in automatico un'attività di monitoraggio e gestione degli accessi agli svincoli lungo l'autostrada, tramite l'installazione di barriere automatiche veicolari. Il sistema di varco dovrà essere in grado di:

- a. Gestire il transito dei veicoli nelle corsie di ingresso e di uscita;
- b. Effettuare la registrazione dei veicoli da trasmettere al centro di controllo.

In particolare, le funzioni connesse al sistema di varco sono:

- Rilevamento classi veicolari;
- Videosorveglianza/monitoraggio traffico;
- Lettura targhe;
- Raccolta e archiviazione dati;
- Controllo degli accessi;
- Indicazioni per percorso alternativo in caso di non percorribilità della tratta stradale.

Il sistema di controllo accessi all'autostrada è una soluzione che consente di monitorare, abilitare e documentare, mediante immagini digitali, l'accesso all'infrastruttura stradale ai fini della sicurezza. Il sistema è generalmente composto da:

- Barriera automatica completa di asta in alluminio sulla quale saranno installati LED a luce continua di colore rosso quando l'asta è in posizione orizzontale e di colore verde quando è in posizione verticale;

- Telecamera di contesto da esterno per videosorveglianza installata su palo di altezza opportuna, dotata di controllo dell'obiettivo P-IRIS per l'apertura ottimale del diaframma, oltre ad illuminatori IR a bordo, orientabili sia per angolo che per intensità, che permetteranno una copertura d'area in un range compreso tra 74 m² (per angolo di apertura pari a circa 44°) e 3.413 m² (per angolo di apertura pari a circa 140°); tali telecamere verranno installate in corrispondenza di ogni svincolo, sia in ingresso che in uscita, al fine di:
 - a. Sorvegliare l'area di competenza;
 - b. Monitorare eventuali criticità (incidenti, lavori in corso);
 - c. Monitorare il funzionamento delle dotazioni impiantistiche presenti;
 - d. Rilevare l'eventuale errato verso di percorrenza intrapreso.
- Sensore RADAR per rilevamento traffico, posto in corrispondenza del centro della corsia;
- Multi function Smart Camera, in grado di leggere le targhe di ogni veicolo in transito e di identificare mezzi di soccorso o mezzi Anas (nel caso di emergenza e di chiusura del varco per motivi di sicurezza, consentirà l'ingresso sulla tratta ai soli mezzi autorizzati per la gestione e risoluzione dell'intervento)

Inoltre, in ogni svincolo è presente la segnaletica verticale luminosa, composta da:

- Un Pannello a Messaggio Variabile, per informare l'utenza riguardo lo stato del varco, posizionato, ad una distanza tale da permettere all'utente di essere re-indirizzato in sicurezza verso un percorso alternativo;
- Cassonetti Luminosi Mono-Facciali, preposti a segnalare la chiusura del varco all'utenza;
- Lanterna semaforica speciale ad una luce rossa circolare fissa, utilizzata esclusivamente in corrispondenza dei passaggi a livello con barriere. Durante il periodo di accensione delle luci rosse, i veicoli non devono oltrepassare il segnale in modo da poterne osservare le indicazioni; all'atto dello spegnimento delle luci, i veicoli possono procedere nella loro marcia.

Il sistema è connesso al centro di controllo; in particolare, in ogni varco, è installato un armadio shelter che ospita gli apparati di potenza e gli apparati di trasmissione e controllo dati.

Il centro di controllo è basato su tecnologie avanzate, connesso in rete locale con i varchi, questo è in grado di gestire il sistema locale e consentire la raccolta dei dati registrati nei varchi, gestire l'archivio dei transiti e visualizzare i dati acquisiti. La postazione remota consente all'operatore di visualizzare il varco e gestirne il funzionamento.

La postazione locale, invece, consente l'apertura/chiusura del varco tramite radiocomando, lettore di prossimità/tastiera e rilevatore a distanza. Il sistema di varchi si dovrà interfacciare con il sistema RMT ANAS.

1.2.5.3 Weigh in Motion System (WIM) - Pesatura dinamica

Il sistema Weigh In Motion (WIM) per la misura del peso dei veicoli in marcia è stato introdotto all'interno dell'infrastruttura tecnologica Smart Road per il monitoraggio dei carichi su infrastrutture, o selezione e successiva misura legale dei veicoli in sovraccarico. La soluzione è in grado di rilevare il peso di ogni singolo veicolo in transito a qualsiasi velocità di marcia.

Per il codice della strada, l'infrazione per un peso oltre i limiti consentiti può essere sanzionata solo se il peso viene misurato su una postazione di pesatura statica omologata. Pertanto, la pesatura dinamica non può, allo stato attuale della legislazione, costituire una prova sanzionatoria. Il sistema di pesatura dinamica, verrà, quindi, utilizzato al solo fine di identificare il mezzo che ha commesso l'infrazione e trasmettere le immagini corrispondenti alla sala operativa.

Il sistema WIM copre una o più corsie della carreggiata stradale ed utilizza spire induttive e sensori ad alta precisione operanti tramite tecnologia piezoelettrica. Tali sensori possono essere installati in qualsiasi tipo di pavimentazione stradale (asfalto, cemento) e risultano essere minimamente invasivi.

Il sistema di pesatura dinamica è associato ad un impianto di ripresa veicoli, che tramite una telecamera intelligente, montata su palo laterale, posizionato subito a valle dei sensori di pesa, acquisisce l'immagine del veicolo che risulta essere "overload". La telecamera deve essere a colori, in quanto il colore del mezzo rappresenta una informazione essenziale alla sua identificazione, insieme alla forma, alla targa e ad eventuali scritte presenti sul veicolo. Di notte, la scena deve essere illuminata da un faro montato su un palo laterale in asse con il sistema dei sensori.

Per i veicoli che superano il limite di peso consentito, vengono acquisite alcune immagini del transito che permettano l'identificazione del mezzo. Le immagini vengono, infine, inviate ad un sistema centrale (nodo di rete Smart Road) che archivia tali informazioni in un database in Sala Operativa.

In particolare, il sistema sarà in grado di:

- Gestire i sensori montati su due o più corsie: corsia di marcia e corsie di marcia veloce e/o sorpasso;
- Effettuare una misura del peso dei veicoli che passano a cavallo di due corsie (fra marcia e sorpasso, oppure fra marcia ed emergenza);
- Determinare il peso per asse, per gruppi di assi e la distanza degli assi;
- Determinare la lunghezza del veicolo;
- Determinare la velocità del veicolo;
- Classificare i veicoli in transito;
- Registrare la data e l'ora del transito;
- Acquisire immagine del veicolo qualora in sovrappeso.

Un sistema basato su una coppia di sensori piezoelettrici WIM, deve garantire nominalmente una precisione del 5%, determinando il peso come media aritmetica dei pesi rilevati da ogni singolo sensore.

L'impianto è composto da:

- Sensori piezoelettrici WIM installati nella sede stradale. La lunghezza dei sensori è in accordo all'ampiezza della corsia da coprire;
- Una unità di pesatura dinamica, Datalogger con interfaccia Web e protocolli di comunicazione. Configurazione del Datalogger in base al numero di corsie da monitorare;
- Spire induttive installate nella sede stradale, in corrispondenza dei sensori piezoelettrici;
- Alimentatore, switch e cavi;
- Una unità di ripresa veicoli: multi function smart camera lettura targhe;
- Una unità centrale di monitoraggio e archiviazione dati;
- Sensori di temperatura, per correggere la misura in funzione della temperatura dell'asfalto;
- Resina bi-componente per sigillatura tagli sensori piezoelettrici.

I sensori WIM utilizzati sono sensori di peso piezoelettrici, caratterizzati da un profilo schiacciato tale da ridurre il rumore trasmesso dalla strada quando un asse si avvicina al sensore o un veicolo transita su una corsia adiacente. I sensori installati coprono tutta la larghezza delle corsie.

I sensori piezoelettrici WIM potranno essere di due tipi:

- Sensori piezo-ceramici, con correzione del peso basata sulla differenza fra la temperatura rilevata e quella alla quale è stata effettuata la taratura del sistema.

- Sensori al quarzo naturale, che assicurano l'accuratezza di risposta massima oltre che nel tempo anche alla variazione della temperatura.

L'unità di pesatura dinamica elabora i segnali provenienti dai sensori installati nell'asfalto: due sensori WIM piezoelettrici e una spira su ogni corsia, e sensori di temperatura per la compensazione delle derive dei segnali provenienti dai sensori piezoelettrici.

L'unità è costituita da un sistema di elaborazione che, processando i segnali provenienti dai sensori, ricava le informazioni relative ai transiti. Di ogni veicolo in transito viene determinata la corsia, categoria di appartenenza, numero di assi, velocità e peso, nonché il peso di ogni asse su ogni singolo sensore. L'unità funziona come datalogger, per cui i dati dei transiti rimangono memorizzati su una memoria flash per un periodo configurabile dall'utente.

L'unità comunica tramite canale TCP/IP con un programma dotato di interfaccia utente grafica, tramite il quale è possibile configurare l'apparecchiatura, esaminare i dati dei transiti, effettuare il controllo della curva di temperatura. L'unità comunica con la telecamera intelligente utilizzando un canale seriale. Il trigger per l'acquisizione delle immagini è fornito alla telecamera dai quattro segnali ON/OFF, uno per ogni spira. Quando il veicolo abbandona il sistema, questo invia su un canale seriale un messaggio contenente le informazioni relative al transito.

L'apparecchiatura gestisce anche casi anomali, quali transiti a cavallo fra la prima e la seconda corsia, o transiti che impegnano la spira in corsia di emergenza (se prevista). Tali transiti sono identificati da particolari flag nel messaggio e contengono tutte le informazioni rilevate (nel caso del transito con impegno spira in corsia di emergenza) o ricostruite a partire da quelle rilevate dai due sistemi (nel caso di transiti a cavallo fra la corsia di marcia e quella di sorpasso).

L'unità di ripresa veicoli è costituita da una telecamera intelligente con testina a colori ad alta risoluzione 1280X980 in grado di acquisire una o più immagini di ogni veicolo transitato sul sistema, in cui sia visibile la targa del veicolo insieme ad altri particolari utili all'identificazione del veicolo.

La telecamera è montata in un contenitore stagno con grado di protezione IP66 standard, dotato di ventilatore e riscaldatore comandati da termostati separati.

Le acquisizioni delle immagini sono sincronizzate dai segnali ON/OFF inviati dalla unità di pesatura.

Se il veicolo risulta in sovrappeso rispetto alla sua categoria, vengono acquisite immagini a piena risoluzione del veicolo, vengono inviate alla unità centrale di monitoraggio ed associate ai dati acquisiti dalla unità di pesatura utilizzando il protocollo TCP/IP. Se il peso del veicolo è regolare, vengono solo raccolti i dati acquisiti dalla pesa dinamica e le immagini ad esso relative vengono cancellate direttamente dall'unità di ripresa.

L'unità è posizionata in modo da riprendere i veicoli che transitano in tutte le corsie (di marcia e di sorpasso); se il servizio avviene di notte, la telecamera comanda l'accensione del faro laterale, posto in corrispondenza con i sensori di peso.

Infine, alla base del palo laterale su cui è montata la multi function smart camera è posto un armadio contenente al suo interno:

- Morsettiere;
- Unità di alimentazione completa di filtri di rete;
- Unità di pesatura dinamica;
- Uno switch;
- Un teleruttore per comandare l'accensione del faro esterno.

1.2.5.4 Sistema Intelligent Truck Parking

Il progetto Smart Road prevede il miglioramento della sicurezza e il comfort degli autotrasportatori e delle loro merci attraverso applicazioni ITS. Lungo l'arteria stradale potranno essere realizzate aree di parcheggio e sosta dedicate ai mezzi pesanti ed ai veicoli commerciali per il trasporto delle merci denominate *Intelligent Truck Parking* (ITP), implementate con servizi di sorveglianza, informazione e prenotazione.

A tale scopo, nell'ambito dei sensori IoT, sarà installato nelle aree di sosta per ogni stallo sensoristica **smart parking**, che è in grado di determinare lo stato di un parcheggio (libero/occupato) e quindi di rilevare l'arrivo e la partenza di un mezzo pesante dall'area di sosta.

1.2.5.5 Smart Tracer Road Work

Lo Smart Tracer Road Work è un dispositivo intelligente installabile su segnaletica verticale di inizio e fine cantiere, utilizzato per delineare zone di lavoro, percorsi, accessi o operazioni di manutenzione straordinaria/ordinaria. Il dispositivo è dotato di sensore di posizione GPS, accelerometro triassiale, in grado di rilevare urti/ribaltamenti/spostamenti e di interruttore on/off manuale.

Il dispositivo deve essere predisposto per la comunicazione dati mediante sistemi wireless (3G/4G/LoRaWAN/IEEE 802.11/IEEE 802.15.4) con capacità di comunicare in remoto la propria posizione almeno ogni ora e ad ogni spostamento. Lo Smart Tracer Road Work deve essere dotato di batteria ricaricabile con durata di almeno 10gg ed involucro con grado di protezione minimo IP65.

Il dispositivo deve essere in grado di interfacciarsi con il Sistema Aziendale Anas RMT o sistemi di gestione e controllo di proprietà della Stazione Appaltante, per l'elaborazione dei dati in tempo reale provenienti dal campo (punto di inizio cantiere, punto di fine cantiere e lunghezza complessiva del cantiere).

1.2.6 Sistema di monitoraggio ambientale

Il sistema informativo meteorologico stradale ("Road Weather Information System" - RWIS) è finalizzato a stimare in tempo reale variabili potenzialmente in grado di innalzare il livello di rischio della circolazione stradale. In particolare, si andranno a misurare i principali parametri ambientali connessi all'infrastruttura viaria, al fine di disporre di informazioni previsionali ed avvisare l'utente attraverso messaggistica di allerta, nonché mobilitare le squadre in tempi brevi ed aumentare i livelli di sicurezza.

La RWIS è dedicata al controllo dei seguenti parametri ambientali:

- Direzione e velocità del vento;
- Temperatura dell'aria;
- Umidità dell'aria;
- Pressione atmosferica;
- Inquinamento acustico;
- Concentrazione inquinanti atmosferici (CO, CO₂, NO₂, PM-10);
- Luminosità;
- Intensità e tipologia di precipitazione;
- Livello idrico dei corsi d'acqua.

Una stazione di monitoraggio ambientale può essere composta da un singolo sensore o dalla combinazione delle seguenti apparecchiature.

L'anemometro è un sensore che misura la velocità e la direzione del vento. Tramite la misurazione delle rotazioni compiute da un anemometro a coppe (supportate da tre braccia), la cui rotazione viene causata dal movimento dell'aria, si misura la velocità del vento. Particolari cuscinetti e la presenza di un lubrificante speciale devono garantire il funzionamento ottimale dell'anemometro sia in condizioni climatiche favorevoli che estreme. La direzione del vento viene invece rilevata tramite un anemometro a banderuola.

Il sensore di "precipitazione" (o Stazione Meteo) è composto dal disdrometro e da altri sensori (come il sensore di temperatura, di pressione, di umidità, ecc.) ed effettua il rilevamento delle condizioni meteorologiche. Tale insieme di sensori dovrà essere in grado di rilevare le seguenti informazioni:

- Tipologia ed il livello di precipitazione nevosa e/o piovosa e la stima della distanza visiva;
- Livello acqua o spessore ghiaccio sulla superficie del manto stradale e relativa salinità/concentrazione chimica e punto di congelamento;
- Indicazione di precipitazione in atto (inizio/fine ultima precipitazione);
- Intensità della precipitazione e valore di accumulo;
- Classificazione della precipitazione;
- Misurazione della radiazione solare;
- Spessore e classificazione visibilità;
- Umidità e temperatura aria;
- Pressione atmosferica.

Il sensore di radiazione globale (piranometro) è un dispositivo radiazione solare diretta e diffusa estesa su tutto lo spettro elettromagnetico, calcolando la differenza di temperatura rilevata da celle termoelettriche (termocoppie) di alta precisione. Il sensore dovrà avere custodia in alluminio ed una semicupola in vetro per proteggere l'area di misura sia dal raffreddamento causato dal vento che dalle influenze degli agenti esterni, dovrà inoltre essere dotato di piastra di livellamento per un posizionamento sempre ottimale. Il dispositivo dovrà essere predisposto per il collegamento all'ingresso analogico della centralina polifunzionale, condizionato appositamente per la misura di segnali a basso voltaggio.

Il sensore "rumore" è un dispositivo che misura in tempo reale dei livelli inquinamento acustico. Il sensore è dotato di un microfono omnidirezionale e da un modulo di acquisizione, elaborazione (calcolo degli spettri, registrazioni audio, signal processing, riconoscimento eventi, ecc.) e da un modulo per la trasmissione dati programmabile.

Il sensore "atmosfera" misura i principali parametri ambientali come: monossido e biossido di carbonio, monossido e biossido di azoto, polveri sottili. I sensori di misura degli inquinanti e delle polveri ad alta precisione sono dotati di un modulo di acquisizione, elaborazione ed un modulo di trasmissione dati programmabile.

Il sensore di luminosità misura la luminosità indoor/outdoor, attraverso la trasformazione dell'intensità della luce in un segnale di uscita digitale in lux. Tale dispositivo permette di effettuare un controllo dell'illuminazione e assicurando un consumo energetico intelligente ed efficiente.

Il sensore di livello del liquido che misura il livello dei corsi d'acqua in corrispondenza degli attraversamenti, come ponti e viadotti.

Centralina per il collegamento dei sensori. I dati meteo e tutte le informazioni ambientali, rilevati dai diversi sensori sopracitati, dovranno essere memorizzati in un database che li renderà disponibili per la loro consultazione ed elaborazione. Le segnalazioni inerenti agli stati di funzionamento saranno rese disponibili e integrate con il sistema del centro di controllo che le utilizzerà per allertare il personale preposto al ripristino del corretto funzionamento. I sensori saranno installati su palo mentre, all'interno di un armadio, sarà posizionato un

I droni possono rilevare anche i comportamenti illeciti degli utenti come atti vandalici e furti costituendo un valido supporto alle telecamere di sorveglianza.

In un prossimo futuro, quando le norme lo consentiranno, le aree previste per la ricarica elettrica dei droni potranno essere sfruttate anche per gli apparecchi destinati alla consegna merci di piccole dimensioni.

Le aree di atterraggio e di ricarica droni sono "intelligenti", governate automaticamente ed in grado di comunicare, a corto raggio, con i droni che si trovano nelle vicinanze, indicando loro lo stato della stazione (libera/occupata) e la sua posizione tramite GPS. La stazione svolge anche la funzione di deposito del drone.

La maggior parte dei droni evoluti è dotato di un sistema automatico di atterraggio in grado di agganciare la posizione della piattaforma di atterraggio tramite GPS. Il funzionamento è relativamente semplice in quanto un drone in volo rileva che la batteria si sta scaricando cerca la stazione di ricarica più vicina, quest'ultima comunica al drone la sua posizione e la possibilità di ricarica (in caso sia essa libera); ottenuto il via libera il drone, conoscendo le coordinate GPS della stazione, si avvicina e si porta sulla verticale atterrando sull'area assegnata.

Una volta atterrato, un sottosistema provvede a ricaricare la batteria attraverso un braccio meccanico che utilizza diversi standard di ricarica a presa USB, sistema plug-in o tramite un sistema ad induzione. Avvenuta la ricarica il drone può essere utilizzato oppure viene ospitato nel box dedicato che si richiude per garantire completa protezione.

I droni dovranno interfacciarsi con il sistema RMT per le funzioni di localizzazione, videosorveglianza e diagnostica completa dell'apparato.

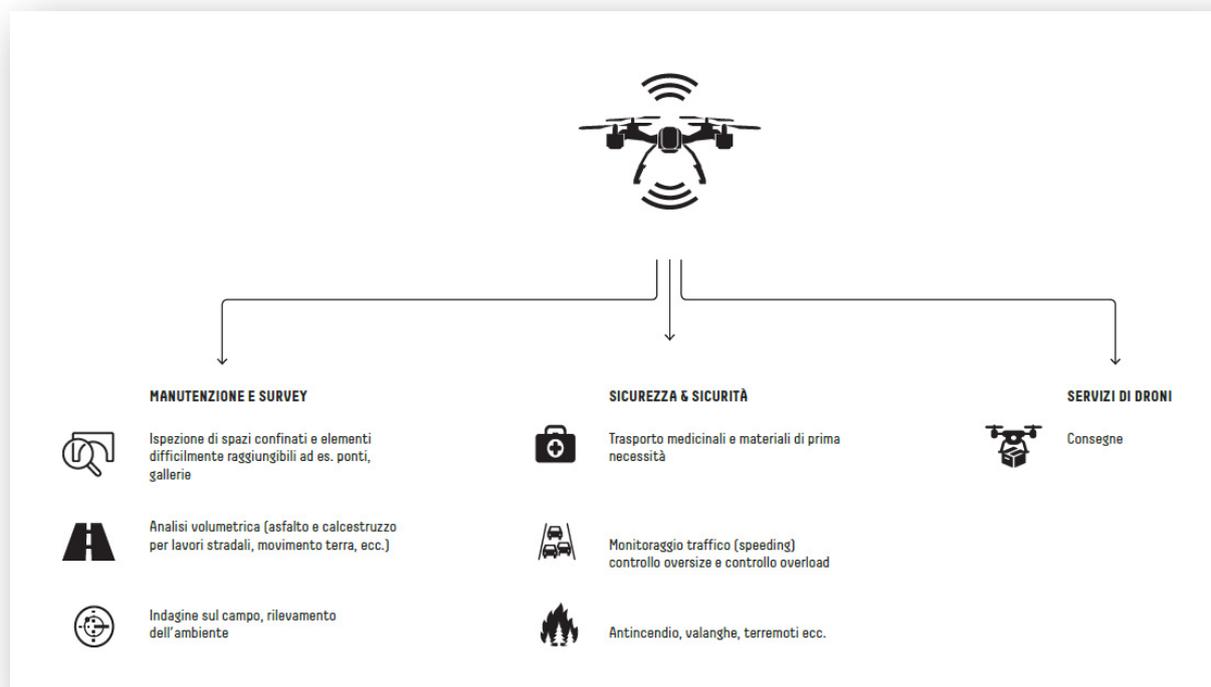


Figura 47 - Schema riepilogativo delle funzioni e dei servizi DRONE

1.2.8 Identificazione con TAG RFID

Al fine di facilitare le operazioni di manutenzione ordinaria delle infrastrutture e degli impianti della rete stradale, ciascun apparecchio tecnologico ed infrastruttura stradale lungo la Smart Road deve essere dotato di un TAG RFID.

Il TAG è un elemento "passivo", in quanto non è in grado di iniziare una comunicazione e sfrutta, per rispondere, l'energia del segnale inviato da un moderno *device*.

Un TAG contiene almeno un codice identificativo univoco e di sola lettura (UID, o Tid, ovvero l'identificatore di TAG) spesso limitato a pochi caratteri e una memoria aggiuntiva che, in funzione delle scelte, può contenere da poche decine a diverse migliaia di caratteri. La stessa memoria può essere letta e scritta attraverso un protocollo di comunicazione standard (Messaggi NDEF) con cui è possibile salvare dati formattati (quali stringhe di testo, contatti di rubrica, URL web ecc.) e che possono essere interpretati correttamente da ogni *reader* RFID.

Sfruttando la funzionalità suddetta, tutte le opere infrastrutturali, gli apparecchi elettrici, elettronici ed elettromeccanici, nonché le apparecchiature composite complesse ed i locali tecnici appartenenti alla Smart Road, saranno dotate di TAG passivi accessibili dall'esterno e contenenti gli indirizzi URL web nei quali è archiviata tutta la documentazione (elaborati as-built delle strutture, le schede tecniche dei componenti tecnologici, gli schemi elettrici) e tutte le informazioni necessarie agli operatori specializzati Anas.

1.2.9 Sistema di monitoraggio permanente in fibra ottica per infrastrutture viarie

Nella *smart road* potrà essere previsto, ove necessario, un sistema di monitoraggio in fibra ottica per la valutazione della sicurezza delle principali infrastrutture viarie attraverso il controllo dei tre parametri fondamentali:

- Resistenza nei riguardi delle sollecitazioni, intesa come differenza o rapporto fra l'entità resistente e l'entità sollecitante, ovvero fra il sistema di forze in grado di provocare il collasso dell'opera e quelle applicate;
- Condizioni di esercizio normale (funzionalità) nei riguardi delle deformazioni o vibrazioni eccessive;
- Durabilità valutata come la possibilità della struttura di mantenere costanti nel tempo i due parametri precedenti.

Lo scopo delle verifiche di sicurezza di un complesso strutturale o di una porzione di struttura è quello di garantire che l'opera sia in grado di resistere con adeguata sicurezza alle azioni cui potrà essere sottoposta, rispettando le condizioni necessarie per il suo esercizio normale, e assicurando la sua conservazione nel tempo.

Il controllo permanente dello stato tenso-deformativo delle infrastrutture viarie in esercizio avverrà attraverso il monitoraggio che si compone delle seguenti fasi:

1. Misurazione di temperature e livelli di deformazione, inclinazione ed accelerazioni legate a sollecitazioni statiche e dinamiche di esercizio (e.g. sisma e/o situazioni particolari);
2. Trasmissione dei dati strutturali misurati alle unità di lettura ed elaborazione;
3. Valutazione della presenza di eventuali anomalie hardware sui sensori mediante analisi del dato misurato o tramite segnali/indicatori di anomalie inviate direttamente dal sensore al centro di controllo;
4. Interpretazione dei dati numerici in termini di parametri sintetici e grafici che descrivano lo stato tenso-deformativo della struttura ed il suo relativo stato di efficienza.

I dati provenienti dal monitoraggio dei parametri suddetti permetteranno, inoltre, di aggiornare i modelli teorici delle strutture sottoposte a monitoraggio in maniera da ridurre e correggere le differenze tra la struttura stessa ed il modello teorico.

L'obiettivo dei suddetti sistemi di monitoraggio è quello di misurare i parametri significativi per la valutazione dello stato di salute delle infrastrutture al fine di pianificare ed ottimizzare gli interventi di manutenzione, di cogliere l'insorgere di condizioni strutturali anomale da porre in particolare attenzione, nonché per strutture di importanza strategica, la possibilità di estendere la loro vita utile di progetto, effettuando alcuni interventi manutentivi mirati.

I parametri significativi sottoposti a monitoraggio, in relazione alle diverse tipologie di infrastrutture, sono classificati come segue:

- a. Monitoraggio delle deformazioni delle travi degli impalcati e dei pulvini;
- b. Monitoraggio dinamico delle componenti vibrazionali della struttura per ottenere informazioni sui livelli di accelerazione a cui è soggetta l'intera struttura soggetta al traffico veicolare;
- c. Monitoraggio delle inclinazioni e cedimenti (fenomeni di subsidenza) delle pile;
- d. Monitoraggio dei fenomeni di fatica della struttura sollecitazione di ampiezza dovute al traffico veicolare;
- e. Monitoraggio dell'integrità strutturale, tramite la variazione delle frequenze naturali della struttura.

I sensori necessari per il monitoraggio delle deformazioni si basano tutti sulla tecnologia in fibra ottica. Una delle tecnologie che potrà essere implementata è quella a reticolo di Bragg, FBG (Fiber Bragg Grating). Un reticolo di Bragg (FBG) è un insieme di riflettori costruiti da un piccolo segmento del filamento di fibra ottica, ognuno dei quali riflette una particolare lunghezza d'onda del fascio di luce e trasmette tutti gli altri. In breve il concetto dei sensori FBG si basa sulla perturbazione dell'indice di rifrazione della fibra ottica in determinati punti (sensori FBG) della stessa: queste perturbazioni consentono di riflettere una determinata lunghezza d'onda e di continuare a trasmettere le altre all'interno della fibra. Il fascio di luce attraversa il nucleo del filamento di fibra ottica indisturbato e qualsiasi deformazione (causata dalla variazione di temperatura dell'ambiente circostante, pressione, vibrazione o sollecitazioni provenienti dal mondo esterno) causa un salto ed un cambiamento nell'ampiezza della lunghezza d'onda riflessa.

È possibile utilizzare tecnologie in fibra ottica con prestazioni equivalenti o superiori a quella sopra descritta.

Il sistema di monitoraggio in fibra ottica di un viadotto avrà la configurazione minima, di seguito descritta:

- Uno o più sensori di deformazione/temperatura in fibra ottica su ciascuna delle travi di impalcato per ogni campata;
- Uno o più accelerometri triassiali sull'impalcato;
- Un accelerometro/inclinometro per ogni pila.

Gli elementi degli impalcati monitorati sono raggruppati da un certo numero di moduli. Ogni modulo è rappresentato da una stringa costituita da massimo 4/5 sensori di deformazione/temperatura in fibra ottica (per evitare interferenze ottiche tra i segnali prodotti dai sensori sulla stessa stringa). I sensori di deformazione/temperatura in fibra ottica di ogni stringa sono interconnessi su di una Rete Locale attraverso cavetti monofibra del tipo SMR 28 in guaina o similari.

Ciascuna Rete Locale è collegata ad un sistema di monitoraggio sito in un locale tecnico mediante dorsale in fibra ottica attestata in cassetto ottico su bussole SC-SC. Le dorsali in fibra ottica sono terminate in muffola in corrispondenza delle travi di bordo di ciascun viadotto su cui

sono disposte le reti locali. Ciascuna rete locale è cablata mediante contenitori stagni, scatole di derivazione e tubi passacavo. Ciascuna stringa di sensori della rete locale è giuntata a fusione in muffola ad entrambe le estremità con una fibra di dorsale.

La tratta in fibra ottica (dorsale) attestata presso il locale tecnico è di seguito schematizzata.

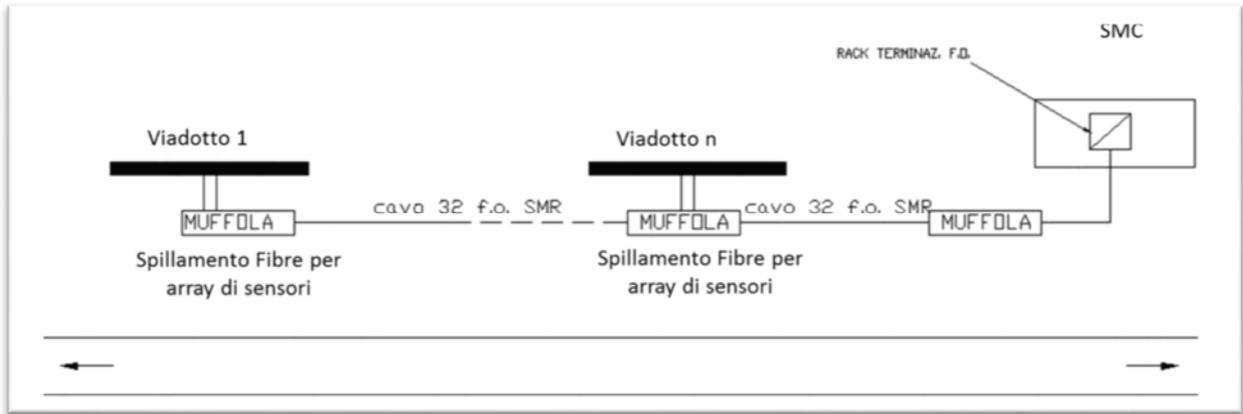


Figura 48 - Schema generale monitoraggio in fibra ottica

Il sistema sarà in grado di acquisire in continuo:

- I fenomeni vibratorii a cui sono soggetti i principali elementi strutturali dell'infrastruttura (impalcato, pile, ecc.);
- Le deformazioni quasi statiche termiche (cicli estate/inverno e giorno/notte) a cui è soggetto la struttura;
- Le deformazioni di lungo termine (assestamento del terreno, invecchiamento degli elementi strutturali, ecc.).

Il sistema di monitoraggio permetterà di:

- Adeguare la progettazione del sistema di monitoraggio e della strumentazione impiegata alle normative vigenti;
- Definire i parametri sintetici delle deformazioni che siano rappresentativi della salute strutturale dell'opera oggetto di monitoraggio;
- Scegliere la frequenza delle misure adeguata al fenomeno da misurare;
- Definire soglie dei parametri strutturali per attivare con tempestività allarmi per la segnalazione di eventuali anomalie;
- Restituire il dato in forma sia tabellare che grafica permettendo la correlazione con eventuali modelli di calcolo;
- Piattaforma software web-based che agisce da collettore e da elaboratore con interfaccia grafica user friendly, che consenta a agli operatori ANAS, in possesso delle credenziali di accesso, di interagire con l'output del sistema di monitoraggio locale via web con i più evoluti tablet e smartphone;
- La piattaforma Web rende immediata la possibilità di accedere ai dati in tempo reale sfruttando il protocollo TCP/IP;
- Ogni infrastruttura monitorata sarà selezionabile a video mediante applicazione Web GIS.

Per il monitoraggio delle pile degli impalcato mediante accelerometri ed inclinometri elettrici viene adottata un'architettura basata su una stazione di misura locale autonoma (dislocata sui diversi viadotti per ovviare a problematiche di attenuazione del segnale elettrico), collegata direttamente al sistema di monitoraggio mediante opportuna rete di trasmissione in fibra ottica.

L'architettura del sistema dei sensori presenta, quindi, i due seguenti sottosistemi:

1. La matrice di sensori ottici di deformazione/temperatura dislocati sui diversi viadotti, viene gestita direttamente dal sistema di monitoraggio mediante una centralina optoelettronica in grado di gestire matrici di sensori ottici;
2. La matrice dei sensori elettrici accelerometro/inclinometro, collegati via cavo di segnale ad un datalogger di controllo per l'acquisizione automatica dei dati. I segnali elettrici provenienti dai sensori vengono acquisiti ad intervalli prefissati. Opportuni convertitori elettro/ottici saranno utilizzati per la sensoristica elettrica.

Una dorsale in fibra ottica dedicata sarà utilizzata per convogliare i segnali provenienti dai sistemi suddetti verso il centro di controllo locale.

Il centro di controllo remoto interroga periodicamente le unità periferiche e per mezzo di un SW gestionale provvedere alla visualizzazione ed alla archiviazione dei dati relativi all'intero set di sensori: sensori di deformazione, accelerometri, inclinometri e termometri. Tali operazioni possono essere condotte localmente anche presso il centro di controllo locale.

1.3 Sistema di gestione e controllo della corsia dinamica

L'utilizzo dinamico della corsia di emergenza, come n+1 corsia di transito, rappresenta una soluzione di breve termine alle congestioni dovute all'incremento del traffico sull'asse viario. L'impiego di tecnologie avanzate, quali i sistemi di rilevamento del traffico, telesorveglianza, e pannelli a messaggio variabile, consentono di gestire in sicurezza ed in particolari condizioni di traffico l'utilizzo della corsia di emergenza. Attraverso l'utilizzo della corsia di emergenza si riescono ad ottenere vantaggi in tempi brevi quali:

- Ampliamento della capacità autostradale e la riduzione dei fenomeni di congestione;
- Riduzione, a parità di traffico, della densità veicolare con riduzione dei conflitti e abbattimento dell'incidentalità;
- Disponibilità di sistemi (pannelli a messaggio variabile, telecamere ecc.) per altri usi già previsti nel progetto Smart Road;
- Riduzione dei picchi di traffico.

Il sistema sarà implementato compatibilmente alle normative vigenti in materia. Il sistema sarà realizzato attraverso l'installazione di segnaletica verticale di emergenza, videosorveglianza (TVCC) sia lungo l'intera tratta suddetta sia in corrispondenza delle aree di svincolo e/o raccordo con la viabilità "ordinaria", al fine di rendere agibile all'utenza la corsia di emergenza (corsia dinamica) al verificarsi di particolari condizioni di traffico intenso in determinati momenti della giornata.

Il software utilizzato dovrà essere sviluppato sulla base di protocolli di comunicazione di uso diffuso al fine di poter prevedere una gestione centralizzata del presente impianto insieme ad altri impianti della stessa tipologia.

La configurazione del sistema a servizio della tratta stradale interessata prevede:

- Piattaforma di gestione ubicata in un locale dedicato previsto all'interno di una cabina di alimentazione elettrica posta nella Green Island;
- PLC Master ubicato sempre nella stessa cabina in cui risiedono gli algoritmi di gestione generali ed i protocolli di comunicazione verso eventuali suoi Slave; il Master, inoltre, possiede tutte le informazioni provenienti da tutti i dispositivi presenti in campo;
- PLC Slave ubicati lungo la tratta a servizio delle varie utenze;
- Morsettiere "remotate", prive cioè di CPU di gestione, ubicate negli armadi di ciascun PMV.

Tutte le apparecchiature locali del sistema saranno connesse tramite bus di campo in cavo FIO al PLC di cabina con funzioni di coordinamento delle stesse.

I dati raccolti dovranno essere elaborati e immessi sulla rete dati in fibra ottica multimodo con protocollo Ethernet, che permetterà di informare tutti i controllori programmabili del sistema (PLC) delle situazioni presenti in tempo reale, affinché dopo l'elaborazione dei dati si possano comandare, a seconda delle esigenze, i singoli apparecchi presenti in campo.

Il collegamento invece delle apparecchiature agli impianti sarà realizzato mediante:

- Segnali digitali in ingresso ed in uscita;
- Segnali analogici in ingresso;
- Collegamenti di campo mediante linea seriale per lo scambio delle informazioni e comandi.

L'intero impianto di telecontrollo sarà gestito da dalla piattaforma software di gestione e controllo che consente di gestire tutti gli apparati.

Di seguito si elenca la dotazione impiantistica per l'implementazione del sistema:

- Impianto di segnaletica verticale di emergenza;
- Impianto di videosorveglianza (TVCC);
- Impianto di telecontrollo (Piattaforma software).

A titolo di esempio si riportano schemi e segnaletica per una tipica installazione di una quarta corsia dinamica autostradale.

1.3.1 Impianto di segnaletica verticale di emergenza

Al fine di dare un'informazione completa agli utenti in caso di apertura al traffico della corsia di emergenza, si predisporranno lungo tutto il percorso sia in carreggiata interna che esterna una serie di PMV di diversa tipologia. I pannelli, di tipo alfanumerico a pittogrammi e freccia-croce, saranno posizionati su apposite strutture di sostegno a bandiera e/o a cavalletto in acciaio zincato a caldo. Per l'apertura/chiusura della corsia dinamica si dovranno prevedere diverse combinazioni di postazioni a pannelli a messaggio variabile riassunte di seguito:

- Postazione PMV di tipo A;
- Postazione PMV di tipo B;
- Postazione PMV di tipo C;
- Postazione PMV di tipo D;
- Postazione PMV di tipo E.

I PMV di tipo A (postazioni in itinere) sono pannelli grafici che forniscono indicazioni sull'utilizzo delle corsie disponibili e dei limiti di velocità consentiti come riportato nella seguente figura:



Figura 49 - Esempio di Postazioni di tipo A

La postazione di **tipo B** (postazioni in itinere) è costituita da pannelli grafici che forniscono informazioni per la sicurezza dell'utente e sulla variazione delle corsie disponibili nel tratto sperimentale della corsia dinamica.

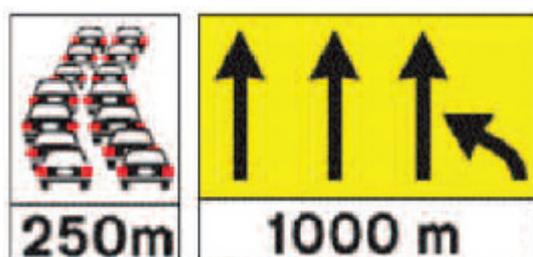


Figura 50 - Esempio di postazione di tipo B

La postazione di **tipo C** (postazioni in itinere) prevede pannelli di tipo grafico che forniscono informazioni specifiche sui limiti di velocità consentiti. Sono costituiti da un pannello a tecnologia a led full color per pittogramma, totalmente programmabile. Il sistema prevede la possibilità di visualizzare alternativamente più pittogrammi:



Figura 51 - Esempio di postazione di tipo C

La postazione di **tipo D** (postazioni in corrispondenza degli svincoli di immissione in autostrada) è costituita da tre pannelli a tecnologia LED, di cui due full color per pittogramma e uno alfanumerico che forniscono informazioni all'utenza. Il pannello alfanumerico sarà composto da 3 righe di 20 caratteri ciascuna, con l'atezza del singolo carattere di 200 mm.



Figura 52 - Esempio di postazione di tipo D

La postazione di **tipo E** (postazioni in itinere) è costituita da pannelli di tipo grafico e alfanumerico che forniscono informazioni all'utenza. Sono costituiti da 3 pannelli a tecnologia led, di cui 2 full color per pittogramma e 1 alfanumerico. I due pannelli full color sono totalmente programmabile ed il pannello alfanumerico sarà composto da 3 righe di 20 caratteri ciascuna, con l'atezza del singolo carattere di 400 mm. Il sistema prevede la possibilità di visualizzazione alternata di più pittogrammi e più pagine di testo alfanumerico nonché il controllo e la regolazione della luminosità indipendente per ciascun elemento grafico ed alfanumerico:



Figura 53 -Esempio di Postazione di tipo E

Ciascuna postazione PMV sarà dotata di un quadro di alimentazione e controllo costituito da un armadio IP54 di dimensioni minime 900x1700x600 mm, con opportuno basamento, al cui interno sono inseriti la centralina di comando, il modem e tutti gli apparati di potenza per alimentare e pilotare i pannelli ad esso collegati. La centralina comanderà i pannelli tramite linea seriale e ne eseguirà la diagnostica. La fornitura sarà completa di tutti i collegamenti ai pannelli, i cablaggi, gli accessori di fissaggio, la programmazione del sistema attraverso specifico software di gestione e del collegamento al centro di controllo e quant'altro occorra per dare l'impianto perfettamente funzionante a regola d'arte.

1.3.2 Impianto di videosorveglianza (TVCC)

Il monitoraggio del traffico veicolare sul tratto di strada interessato dall'intervento risulta fondamentale al fine di garantire la sicurezza degli utenti che vi transitano giornalmente. L'installazione di un sistema di telecamere, inoltre, è utile per verificare le condizioni di traffico h24 e nei momenti critici (come le ore di punta).

1.3.3 Piattaforma software di gestione e controllo in locale e remoto

Il tratto stradale sarà dotato di apposito impianto di telecontrollo automatizzato e centralizzato, preposto al controllo del regolare funzionamento degli impianti installati nonché alla loro gestione locale, raccogliendo le segnalazioni di stato, le misure provenienti dal campo ed impartendo gli appropriati telecomandi; inoltre, segnalerà le eventuali anomalie, registrandole su un apposito registro storico, e potrà fornire ausilio nelle operazioni di manutenzione.

In tal modo verrà soddisfatta l'esigenza di garantire la massima sicurezza per l'utente ed avere la possibilità, in tempo reale, di conoscere i parametri relativi agli impianti di gestione, sicurezza e dello stato ambientale dell'intera tratta stradale in esame. Tale impianto sarà quindi strutturato in modo da garantire, attraverso circuiti a logica programmabile (PLC) adatti per il controllo di macchine/impianti di medie dimensioni, strutturati su diversi livelli gerarchici di operatività, l'immediato intervento di manutenzione nell'eventualità di guasti e/o allarmi e fornire agli automobilisti in transito le relative informazioni dello stato ambientale del momento e quindi prevenire situazioni di allarme e pericolo. Il sistema di gestione della tratta in esame deve permettere, localmente e in remoto, il comando ed il controllo di tutti gli impianti e l'autodiagnosi degli stessi. Il sistema di controllo deve essere strutturato in modo da mantenere le funzioni vitali delle unità elementari degli impianti cosicché un'interruzione del sistema stesso non pregiudichi in alcun modo l'intervento di base dei sistemi di sicurezza.

Il sistema di controllo e gestione della tratta, inoltre, deve essere in grado di:

- Gestire il funzionamento del sistema a messaggistica variabile attivando la procedura di apertura e chiusura della corsia dinamica di seguito meglio descritta;
- Gestire il funzionamento del sistema di videosorveglianza (TVCC).

Il sistema di gestione della tratta stradale deve prevedere la ridondanza dell'hardware di gestione di cui, almeno una parte, deve essere in grado di realizzare procedure minime di emergenza. Il programma di gestione, in caso di rottura di un componente o di mancata attivazione di una procedura deve essere in grado di commutare ad una condizione nota di emergenza. Il programma deve essere strutturato in modo tale da consentire la gestione del sistema in esame in sicurezza quando soggetto ad operazioni di aggiornamento e riconfigurazione. Le situazioni di allarme devono essere gestite attraverso specifici algoritmi in modo differenziato, prevedendo per ciascuno di essi una priorità, in modo tale che l'impianto possa essere indirizzato in funzione della gravità ad essi associata, anziché in funzione della sequenza di riconoscimento degli allarmi stessi. In ogni caso gli allarmi dovranno essere memorizzati così da attuare in modo corretto le sequenze di ripristino. Il sistema dovrà sempre prevedere la possibilità di una commutazione in manuale dei comandi al fine di effettuare tutte le operazioni di "resettaggio" (comunque in sicurezza) da un operatore autorizzato in loco o in postazione remota. La messa in servizio del sistema di supervisione e controllo dovrà essere effettuata contemporaneamente all'attivazione di tutti gli impianti tecnologici a servizio della tratta stradale. I materiali ed i pacchetti software previsti devono rispondere alle principali norme europee e internazionali. Con particolare riferimento alla Norma IEC 1131, riguardante la standardizzazione dei Controllori Logici Programmabili. La comunicazione avviene tramite protocolli standard industriale in conformità alla norma CEI EN 60870-5-"Protocolli di trasmissione".

Di seguito si descrive la procedura di apertura e chiusura della corsia dinamica:

- **Fase 1-** Una pattuglia della Polizia Stradale e/o una squadra di sorveglianza ANAS verifica le condizioni generali del traffico per l'apertura della corsia dinamica. In questa fase in tutti i pannelli di tipo A è presente la segnaletica seguente:



Figura 54 - Fase 1 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica

- **Fase 2-** Viene attuata una fase di armonizzazione delle velocità e di preavviso apertura corsia dinamica. In questa fase tutti i pannelli indicheranno il limite di velocità stabilito (es. 90 km/h):



Figura 55 - Fase 2 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica

- **Fase 3-** L'operatore valuta che il flusso veicolare è crescente e procede all'apertura della corsia dinamica. In questa fase i pannelli presenteranno una configurazione come quella seguente:



Figura 56 - Fase 3 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica

- **Fase 4-** In questa fase è possibile attuare la chiusura della corsia dinamica



Figura 57 - Fase 4 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica

- **Fase 5-** Quando il flusso veicolare torna scorrevole su tre corsie ed in diminuzione, i pannelli di tipo A presenteranno nuovamente la seguente configurazione di partenza:



Figura 58 - Fase 5 procedura di apertura e chiusura corsia dinamica

con limite di velocità stabilito nelle parti di GRA non interessate dalla corsia dinamica (es.130 km/h) diverso dal limite di velocità nelle parti di GRA interessate dalla corsia dinamica (es 110 km/h).

1.4 Smart Tunnel

1.4.1 Descrizione del sistema

Il valore aggiunto per la sicurezza delle infrastrutture è dato dal tipo delle tecnologie installate, dai sensori e da un efficiente sistema di gestione, sia in esercizio ordinario che durante le fasi di emergenza.

Il sistema Smart Tunnel permette di:

- Sviluppare ed implementare soluzioni che migliorino gli aspetti gestionali e di sicurezza delle gallerie;
- Sviluppare sistemi di gestione che consentano di prevenire e controllare le situazioni di pericolo in galleria;
- Monitorare costantemente ed a distanza le condizioni operative di una specifica galleria;
- Ottimizzare la manutenzione degli impianti presenti in galleria;
- Avere un sistema predittivo degli eventi pericolosi.

L'elevato numero di sensori già installati e lo sviluppo costante dell'Internet of Things consentono di implementare un sistema di monitoraggio distribuito con uso di:

- Sensoristica wireless sostenibile ridondante e distribuita lungo la galleria
- Sensori traffico: velocità media, flusso, congestione
- Sensori ambientali: meteo, velocità dell'aria, pressione, inquinamento, illuminazione
- Sensori rilevazione incendi: fumo, temperatura, merci pericolose

L'Iot consente una installazione di sensori dispiegabili in numero elevato e caratterizzati dai seguenti vantaggi:

- Basso costo
- Dimensioni ridotte
- Alta integrabilità nei materiali e negli ambienti
- Facilità di installazione
- Uso delle reti wireless per il trasferimento dati a lunga distanza grazie ai protocolli di comunicazione utilizzati (LoRa -fino a 15 Km in campo libero e 2 Km in spazio urbano)
- Possibilità di intervenire tempestivamente per far fronte ad anomalie, guasti e situazioni critiche

Lo Smart Tunnel consente la gestione dinamica delle emergenze parte in maniera preventiva prima che accada l'evento critico ed in maniera adattativa dopo l'accadimento per gestire gli scenari più rischiosi.

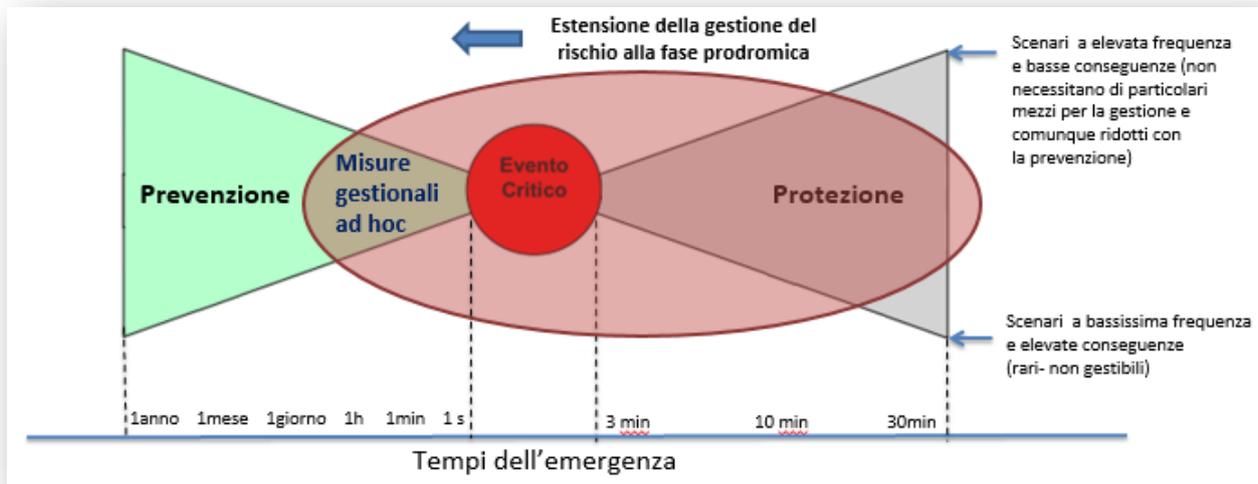


Figura 59 - Rappresentazione dell'analisi di rischio dinamica

1.4.2 Piattaforma software di gestione e controllo

Il sistema Smart Tunnel è basato su una piattaforma software che dialoga con il sistema di supervisione e controllo della galleria. La piattaforma calcola il livello di sicurezza della galleria su una scala normalizzata da 1 a 10 dopo aver analizzato una serie di parametri.

I dati di input della piattaforma si dividono in due macrocategorie:

1. Eventi pericolosi considerati quali:
 - Incidente generico;
 - Incendio;
 - Incidente merci pericolose.
2. Variabili di calcolo quali:
 - Flusso di traffico;
 - Efficienza dei sistemi;
 - Velocità di progetto;
 - Percentuale di veicoli pesanti;
 - Caratteristiche geometriche galleria;
 - Congestione;
 - Variazione delle condizioni meteo (vento-pioggia-nebbia);
 - Variazione efficienza degli impianti;
 - Variazione della velocità di percorrenza media;
 - Distanza di sicurezza media (prima della galleria);
 - Luminanza esterna;
 - Temperatura ed umidità dell'aria all'esterno ed in galleria;
 - Concentrazione dei prodotti della combustione-visibilità;

La piattaforma software elabora i dati di input sopradescritti secondo lo schema riportato di seguito, e per ogni galleria viene definito un valore del rischio, variabile su una scala da 1 a 10, che fa riferimento allo stato attuale dall'infrastruttura.

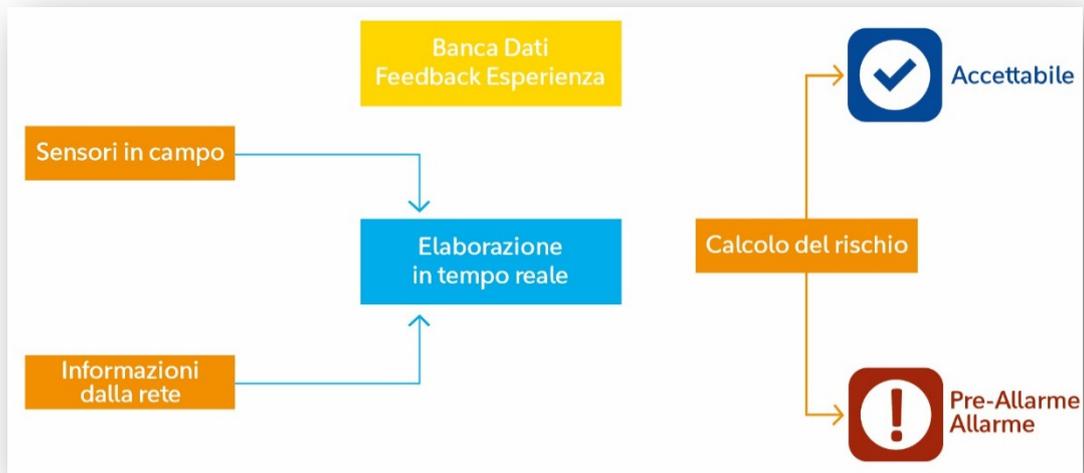


Figura 60 - Rappresentazione di possibile modello per Smart Tunnel

Per il calcolo del valore del rischio potrà essere utilizzato il modello di rischio riportato di seguito:

$$R = P(n) k f^3 VP (M + I + D) \varepsilon_p \varepsilon_{pr} N \sigma_V^2 \frac{V}{3600 V_P}$$

- $P(n)$** funzione probabilità di evento critico
- k** è una costante dimensionale
- f** è il flusso di traffico
- VP** è la percentuale di veicoli pesanti
- M** è il fattore funzione delle condizioni meteo
- I** è il fattore di illuminazione da definire in funzione delle ore dell'anno
- D** è il fattore di manutenzione da definire in funzione delle condizioni di degrado degli impianti
- V** è la velocità media dei veicoli
- V_P** è la velocità di progetto
- ε_p** funzione efficacia dei sistemi di protezione
- ε_{pr}** funzione efficacia dei sistemi di prevenzione
- N** magnitudo dell'evento espressa in potenziali vittime in funzione della tipologia di evento
- σ_V** è la deviazione standard rispetto alla velocità media dei veicoli

La piattaforma software, nota la distribuzione del traffico deve calcolare il rischio istantaneo su una base inferiore a 60 secondi in continuo, nonché il rischio cumulato sulla giornata o su un anno.

Quando il comportamento della galleria in esercizio si discosta da quello virtuale ed ideale aumenta l'indice di rischio e di conseguenza diminuisce il livello di sicurezza.

La piattaforma Software quando il livello di rischio supera la soglia tollerabile (PRINCIPIO ALARP) deve inviare un alert alla sala compartimentale di competenza secondo la seguente scala:

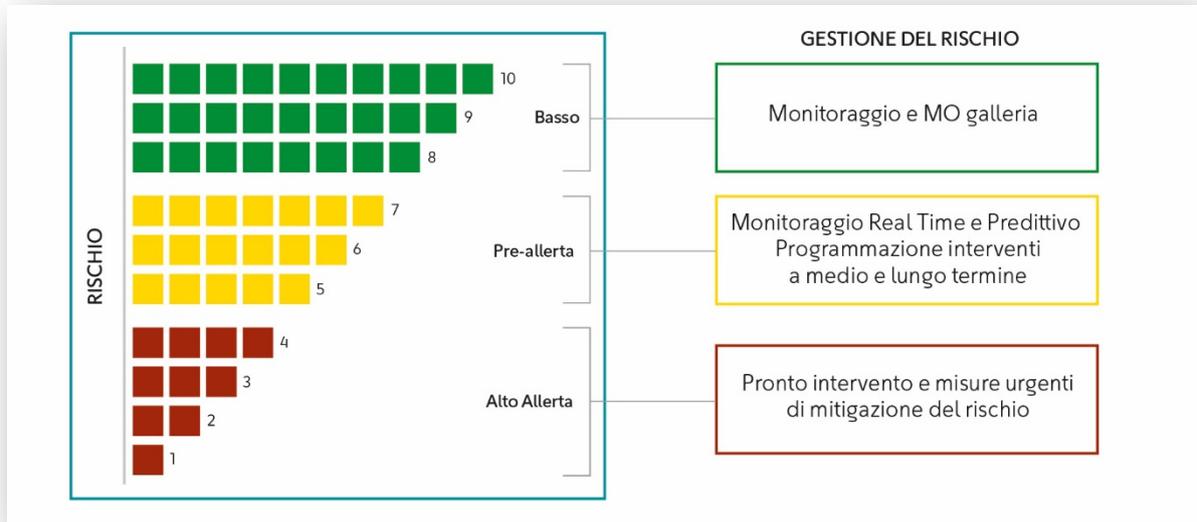


Figura 61 - Esempio di Gestione del rischio

La piattaforma software dovrà essere installata su serverdedicato e deve comunicare con il Centro di Controllo Locale (CCL) del segmento smart Road a cui appartiene la Galleria con con il Sistema Road Managment Tool (RMT). I dati del valore di rischio calcolati dalla piattaforma dovranno essere registrati con cadenza inferiore a 60 secondi in continuo, dovranno essere salvati su apposito storage, storicizzati e resi disponibili per almeno dieci anni.

1.5 SISTEMA ENERGIA: Prestazioni e specifiche tecniche

1.5.1 Architettura generale

L'architettura del sistema energia prevede punti di generazione elettrica da fonte rinnovabile, connettività alla rete del distributore nazionale, il sistema di trasformazione, il sistema di distribuzione dell'energia elettrica e un gruppo elettrogeno per l'alimentazione in condizioni di emergenza, come generalmente riportato nello schema seguente:



Figura 62 - Rappresentazione di una Green Island



Figura 63 - Vista di una Green Island

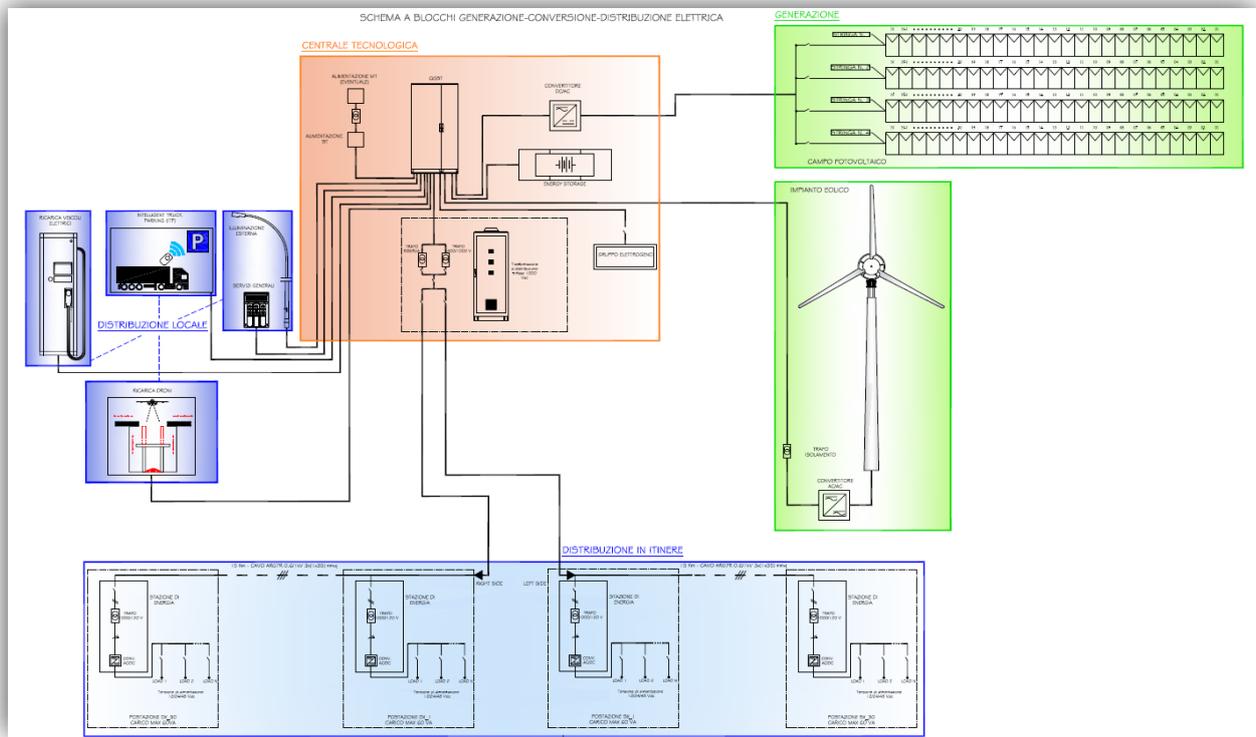


Figura 64 - Layout Del Sistema Energia

L'aspetto qualificante è la cosiddetta "Green Island", area multifunzione per:

- generare energia da fonte rinnovabile;
- immagazzinare l'energia prodotta;
- collegare alla rete elettrica MT o BT del distributore nazionale;
- ospitare i comandi ed i controlli elettrici;
- ospitare le intelligenze distribuite della Smart Road;
- ospitare le colonnine di ricarica elettrica;
- ospitare le aree di ricarica e di atterraggio/decollo droni.

Il riquadro verde, nello schema di Figura 64 rappresenta la generazione realizzata prevalentemente con un impianto fotovoltaico ed eventualmente con mini-eolico. È previsto un sistema di accumulo in grado di garantire continuità di alimentazione durante le ore di non produzione o di maggior fabbisogno energetico.

La centrale tecnologica, rappresentata dal riquadro in arancione della Figura 64, è un locale che ospita le apparecchiature di trasformazione, conversione, regolazione o smistamento dell'energia elettrica.

I riquadri blu, invece, rappresentano la distribuzione dell'energia elettrica, suddivisa in distribuzione locale per i carichi presenti all'interno della Green Island e distribuzione in itinere per i carichi distribuiti lungo la tratta stradale o autostradale del modulo considerato.

La distribuzione locale dell'energia, necessaria per l'alimentazione dei carichi presenti all'interno della Green Island, avviene con linee trifasi con neutro, alla tensione di 400 Vac.

Lungo la strada, invece, l'architettura elettrica prevede un sistema di distribuzione adatto ad alimentare tutte le tecnologie della Smart Road, tra cui le cosiddette "postazioni polifunzionali".

La tensione in uscita dal quadro generale di bassa tensione trifase con neutro a 400 Vac, posto nella Green Island, viene trasformata a 1000 Vac trifase, senza neutro, mediante un trasformatore elevatore, per alimentare tratte stradali di notevole lunghezza e garantire minori costi di gestione. La distribuzione dell'energia alle postazioni polifunzionali viene effettuata, così, per mezzo di due dorsali trifase senza neutro a 1000 Vac, di 15 km, che alimentano i carichi distribuiti in destra e sinistra rispetto alla posizione della "Green Island", per un tratto stradale o autostradale complessivo di 30 km. In corrispondenza di ciascuna postazione polifunzionale è presente una stazione di energia che trasforma la tensione in ingresso di 1000 Vac, in tensione continua di 12/24/48 Vdc.

La potenza massima installata in ciascuna postazione polifunzionale è di circa 60 W.

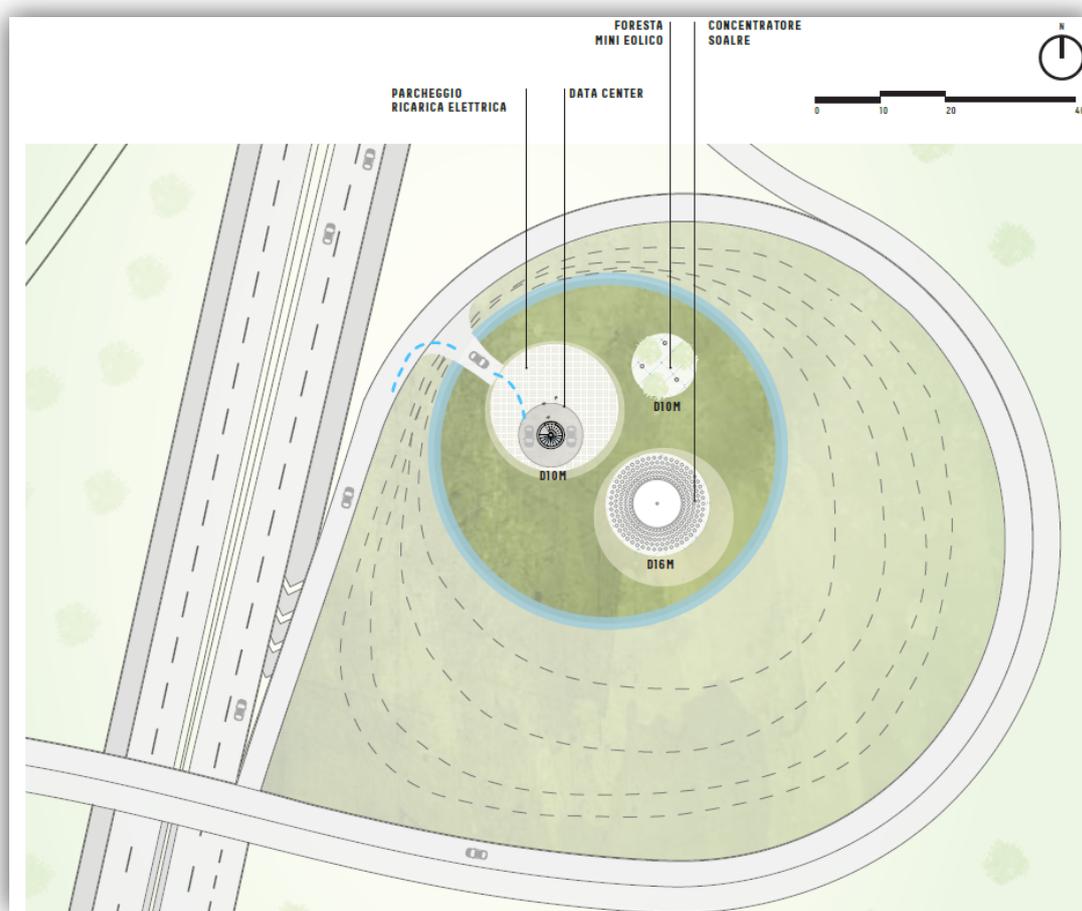


Figura 65 - Schema rappresentativo di una Green Island

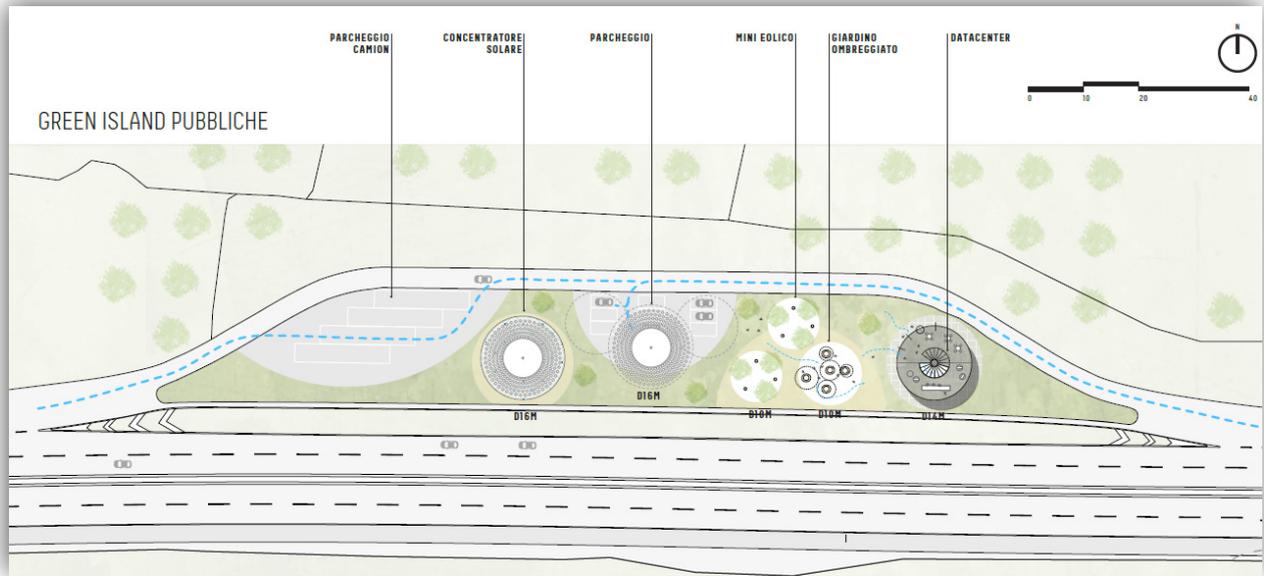


Figura 66 - Schema rappresentativo di una Green Island Pubblica

Il sistema energia sopra descritto fa riferimento ad un "modulo", il quale comprende la Green Island e le due dorsali da 15 km che alimentano le postazioni polifunzionali.

Tale modularità conferisce alle Green Island l'aspetto di "microreti", reti in bassa tensione aventi sorgenti distribuite, presenza di dispositivi di accumulo e di controllo del carico. Le Green Island operano sempre connesse alla rete elettrica, pur con l'obiettivo di ottimizzare le condizioni operative delle risorse di produzione/accumulo di energia. In caso di mancanza di elettricità da rete, è previsto un gruppo elettrogeno per l'alimentazione elettrica di emergenza, che garantisce un'autonomia di almeno 24h.

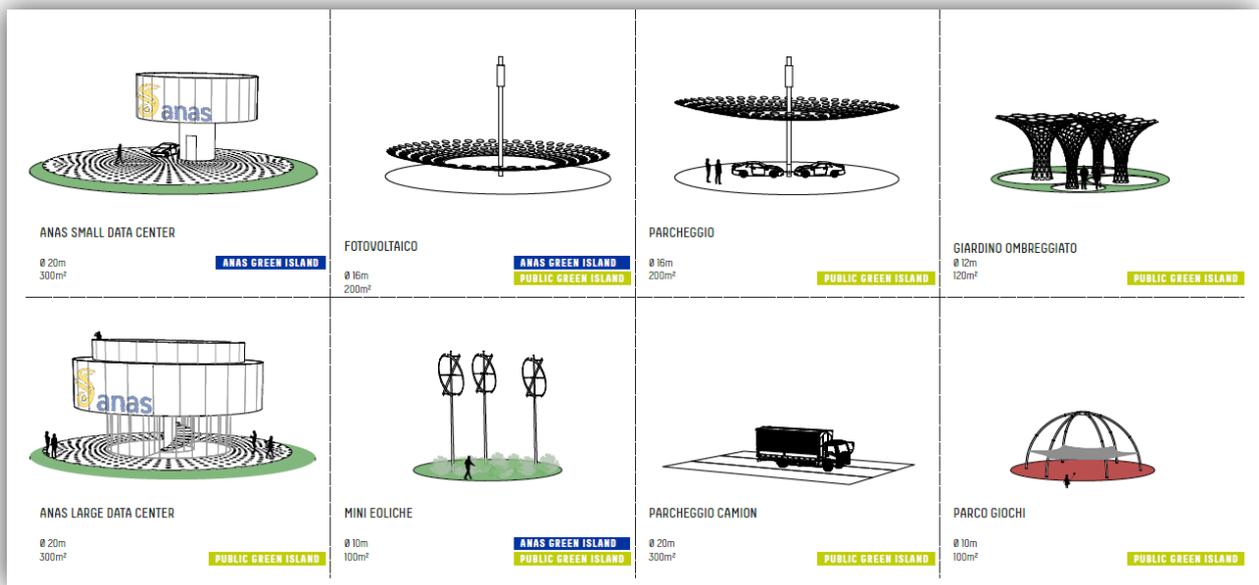


Figura 67 - Rappresentazione moduli green island

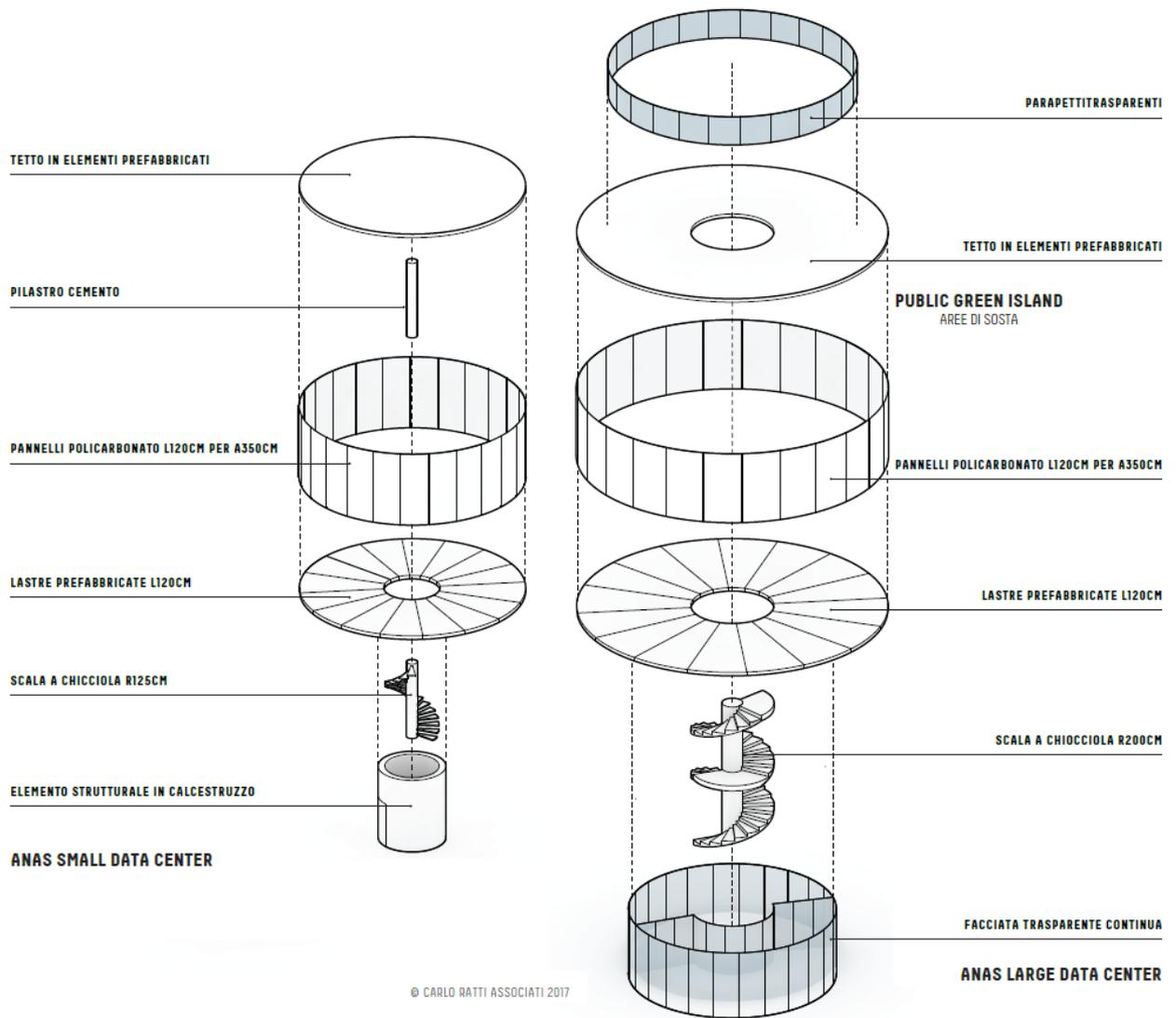


Figura 68 - Schema concept modulare del data center nelle green island

1.5.2 Generazione di energia elettrica

La generazione di energia elettrica in ogni Green Island è realizzata attraverso impianti a fonti rinnovabili, fotovoltaico e mini-eolico, i quali consentono un elevato risparmio garantito dall'autoconsumo dell'energia prodotta, che riduce le occasioni di prelievo dalla rete elettrica.

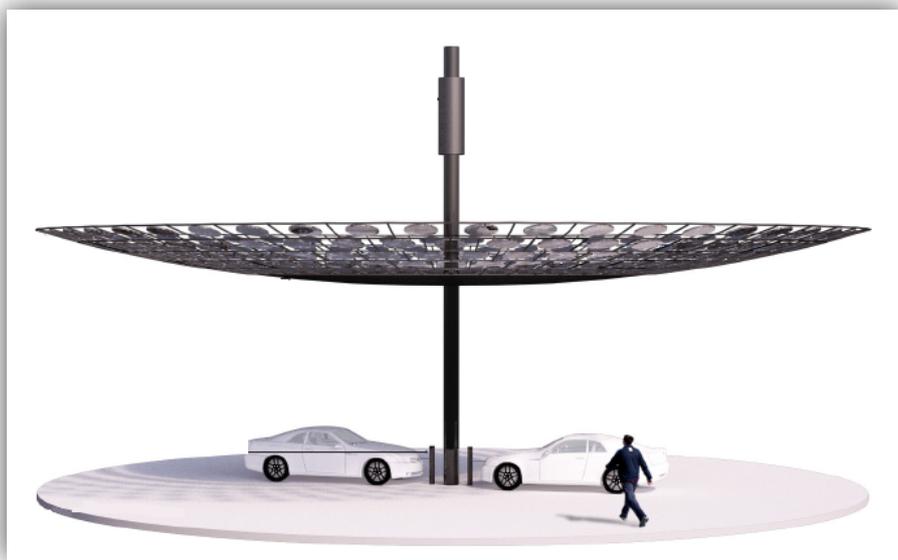


Figura 69 - Esempio di generazione di energia rinnovabile nella Green Island



Figura 70 - Esempio di generazione di energia rinnovabile nella Green Island

Per l'installazione degli impianti a fonte rinnovabile, in corrispondenza di ciascuna Green Island, andranno individuati i procedimenti autorizzativi e le procedure di valutazione ambientale, sulla base del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii, oltre ai provvedimenti adottati dalle singole regioni.

Le valutazioni di natura paesaggistico-ambientale, saranno espone in progettazione esecutiva, come anche le attività soggette al controllo di prevenzione incendi.

1.5.2.1 Impianti a fonti rinnovabili: fotovoltaico e mini-eolico

Impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico nella Green Island sarà costituito da apposite strutture, a terra o su pensiline, ed avrà una potenza che verrà calcolata in funzione del fabbisogno energetico della Green Island, oltre che delle caratteristiche dimensionali delle superfici utili, dei vincoli strutturali e dell'eventuale presenza di ostacoli nelle immediate vicinanze.

L'impianto, collegato sia alla rete che ad un sistema di accumulo, dovrà prevedere:

- La massimizzazione del rendimento dell'impianto e della sua producibilità: scelta della migliore inclinazione dei moduli e della loro posizione rispetto al sud;
- La facilitazione della manutenzione mediante la suddivisione e disposizione ottimale dei moduli;
- L'utilizzo dei criteri baricentrici per la distribuzione delle linee e il posizionamento dei quadri elettrici;
- L'elevato grado di selettività delle protezioni;
- La minimizzazione delle fonti di ombreggiamento.

I componenti dell'impianto fotovoltaico saranno:

- Moduli fotovoltaici e relative strutture di sostegno;
- Convertitore statico CC/AC;
- Sistema di misura e controllo;
- Cavi di cablaggio;
- Impianto elettrico e quadri.

Il modulo fotovoltaico potrà essere in silicio monocristallino costituito da vetro temprato antiriflesso di spessore minimo di 3 mm con basso contenuto di ferro per ottimizzare l'assorbimento di luce solare, da una cornice in alluminio anodizzato che conferisce solidità e robustezza, resistente a carichi e sollecitazioni climatiche. Il pannello dovrà avere elevate prestazioni di conversione, cioè di un elevato rapporto potenza/energia a parità di superficie captante e avere un'efficienza minima del 16%, una classe di potenza, in condizioni di irraggiamento di 800 W/mq, pari ad almeno 200 Wp.

Nel caso di installazione dell'impianto fotovoltaico su pensilina, la struttura dovrà essere realizzata ad unica falda in legno (abete, pino, larice ecc.) lamellare strutturale (del tipo GL24h). La struttura principale della pensilina (pilastri, travi e puntoni ad arco) è dotata di ritti a sezione prismatica, opportunamente fissati a mezzo di staffa in ferro collegata a terra, idonei a sostenere:

- - l'ordito in travetti di legno lamellare trattato di adeguata sezione;
- - il tavolato battentato del tipo piallato su una faccia posto sui travetti di falda;
- - i moduli fotovoltaici;
- - gli elementi di completamento (scossaline e gronde in rame ricotto, ecc.).

Le dimensioni della tettoia varieranno a seconda della potenza installata. L'interasse tra i pilastri sarà di circa 5,00 m. La fondazione dovrà prevedere un cordolo in calcestruzzo armato di adeguata sezione gettato in opera.

Nel caso di impianto fotovoltaico a concentratore la struttura potrà essere come raffigurato a seguire:

ISOLA CIRCOLARE - CONCENTRATORE SOLARE

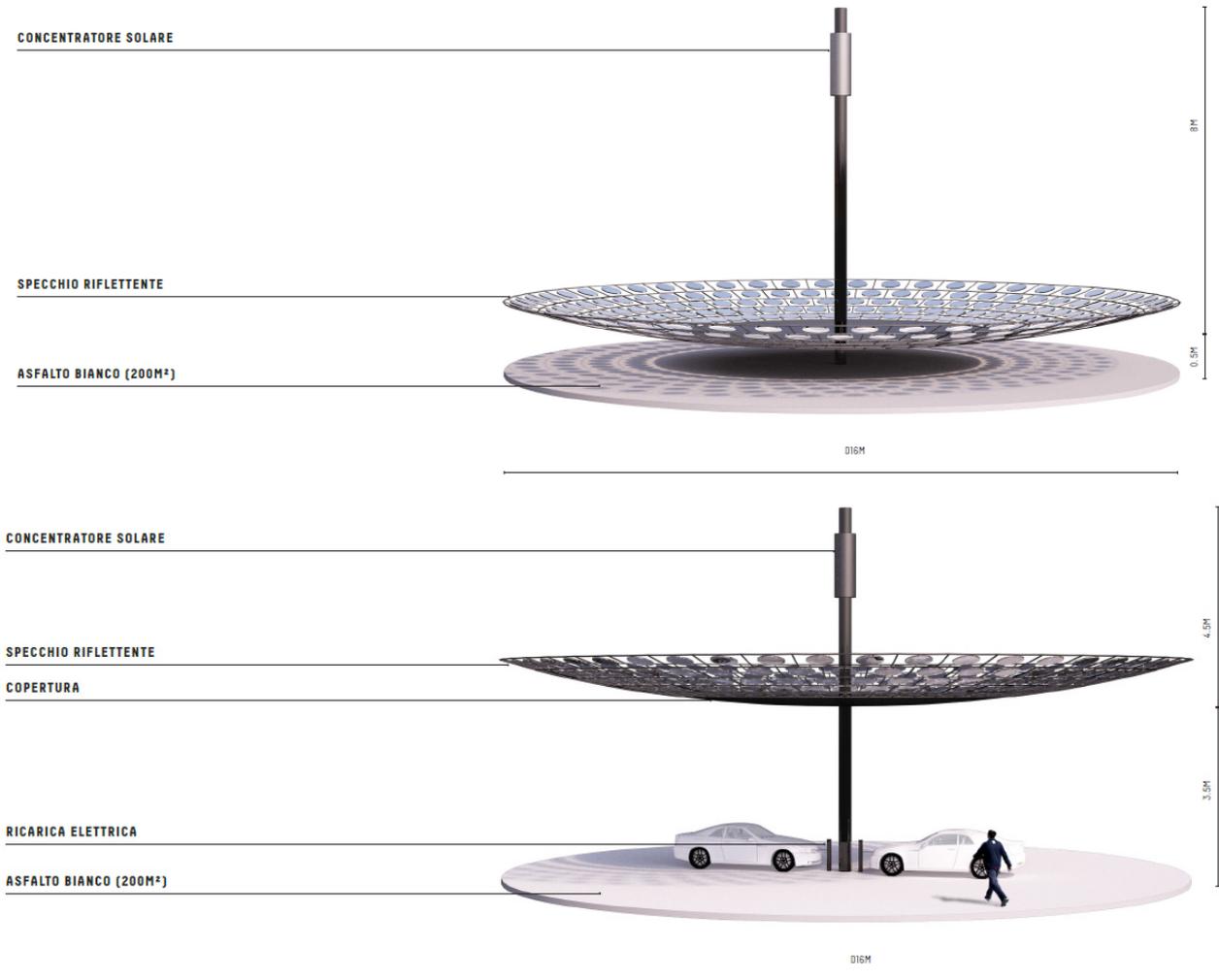


Figura 71 - Concentratore Solare

Il gruppo di conversione, costituito da un convertitore statico CC/AC (inverter) deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete elettrica, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza. Il campo di funzionamento dell'inverter deve tenere in considerazione i valori nominali di tensione e frequenza, in particolare: i valori della tensione e della corrente in ingresso al convertitore CC/AC dovranno essere compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita dovranno essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

All'interno dei quadri, contenente i singoli inverter, viene realizzata la prima protezione prevista dalla CEI 11-20. Ciascun inverter è protetto da sovracorrenti e cortocircuiti mediante un dispositivo di protezione opportunamente dimensionato. L'inverter stesso è dotato di gruppi di misura in grado di dare informazioni circa la tensione e la potenza erogata. Il quadro di allaccio

alla rete funge da interfaccia con la rete elettrica. Questo quadro realizza la seconda protezione prevista dalla CEI 11-20.

Il sistema di interfacciamento tra l'impianto fotovoltaico e la rete è costituito da un insieme di protezioni poste tra l'inverter e la rete, finalizzate a salvaguardare la qualità del servizio elettrico e ad evitare pericoli per le persone e danni alle apparecchiature.

Deve, inoltre, essere previsto un sistema per la diagnostica e monitoraggio dati, per il controllo da remoto, con sistema IP integrato e collegamento in modbus, tramite l'interfaccia RS485. Il sistema di controllo e monitoraggio dell'energia deve essere in grado di valutare la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico e dall'energia elettrica prodotta e misurata all'uscita degli inverter. Il sistema prevede l'utilizzo di un datalogger in grado di acquisire i dati forniti dall'inverter.

Lo stesso dispositivo è inoltre connesso al sensore di irraggiamento, per rilevare la radiazione solare incidente sulla superficie dei moduli, e per l'acquisizione della temperatura per la calibrazione. Il sensore di irraggiamento sarà installato presso l'impianto fotovoltaico e sarà gestito da un dispositivo che provvede ad acquisire i dati e a inviarli al centro di controllo remoto. Il sistema di controllo e monitoraggio, deve permettere, per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter e dei moduli installati.

Tutte le apparecchiature di conversione, protezione, manovra e controllo quali inverter, quadri di rete in corrente alternata, quadro di interfaccia, sistema di monitoraggio con sensori di irraggiamento e temperatura per raccolta dati con sistema IP integrato e collegamento RS485 dovranno essere posti all'interno di un apposito locale tecnico.

L'impianto fotovoltaico sarà cablato nel luogo ove sarà installato e collegato mediante spezzoni di cavo tagliati a misura e dotati di capicorda idonei all'intestazione della morsettiera di terminazione di ogni singolo modulo. La posa dei cavi che vanno dal campo fotovoltaico al dispositivo di controllo sarà effettuata in tubazioni in pvc adeguatamente dimensionate. I criteri di scelta per il cavo sono i seguenti:

- Non propagante l'incendio
- Bassa emissione di gas tossici

Il cavo per posa libera deve essere scelto con le seguenti caratteristiche:

- Tensione di esercizio almeno fino a 450/570 V;
- Resistenza ai raggi UV;
- Alta resistenza agli agenti atmosferici ed umidità;
- Range di temperatura di esercizio elevata;
- Non propagante l'incendio.

La scelta per il collegamento elettrico dei componenti dell'impianto è determinata dalla particolarità delle strutture di sostegno che saranno adottate.

Al fine di evitare fenomeni legati alla fulminazione indiretta, ogni sistema di produzione deve essere dotato di scaricatori SPD opportunamente dimensionati. I fulmini, infatti, rappresentano un'importante componente di rischio, da valutare sia per gli effetti diretti della fulminazione sul pannello fotovoltaico, che per le sovratensioni generate sull'impianto. I requisiti richiesti agli SPD per la realizzazione di un tale sistema di protezione contro i fulmini e le sovratensioni nell'ambito del concetto di protezione a zone secondo CEI EN 62305-4 sono stabiliti nella norma IEC 60364 5-534.

Dovrà essere prevista una rete di terra di protezione, in grado di consentire il corretto funzionamento degli scaricatori di sovratensione indotte.

Impianto mini-eolico

In alternativa e/o ad integrazione all'impianto fotovoltaico, nelle Green Island si potrà prevedere l'installazione di un impianto mini-eolico. Rispetto alla radiazione solare, il vento è una risorsa molto più irregolare e difficile da prevedere, soprattutto su base locale. Anche il mini-eolico, così come il fotovoltaico, dovrà essere installato con l'obiettivo di privilegiare l'autoconsumo dell'energia prodotta.

Pertanto, l'installazione deve essere accuratamente valutata in termini di fattibilità per assicurare che svolga il ruolo atteso durante il suo funzionamento.

Il sistema di aerogenerazione deve essere composto dai seguenti elementi:

- struttura di sostegno (fondazione, torre e palo);
- struttura di contenimento (telaio navicella);
- rotore (generazione, regolazione, attuazione e freno);
- quadro di comando;
- dispositivi di controllo e regolazione della potenza.

Il sistema dovrà essere dotato di apposito box elettrico di opportune dimensioni, all'interno del quale verranno installate le apparecchiature di conversione, protezione, manovra e controllo.

I generatori mini-eolici, che potranno essere ad asse orizzontale o verticale, devono essere in grado di sfruttare al meglio venti con intensità medio-alta (20 Km/h) e devono avere una soglia minima di partenza di circa 4-5 m/s.

I generatori devono essere forniti con dichiarazioni relative alla potenza nominale (W), diametro del rotore, emissione sonora, velocità del rotore e materiale da costruzione, numero e altezza delle pale, posizione dell'asse di rotazione, peso complessivo, velocità del vento per inizio carica (cut-in), tipo di alternatore, energia elettrica prodotta in un mese ad una velocità del vento media di 5.4 m/s, la potenza massima corrispondente ad una velocità del vento di 12.5 m/s anche in versione a 230Vca.

Se il vento raggiunge velocità pericolose, deve subentrare automaticamente il meccanismo per limitare convenientemente la velocità di rotazione delle pale. Il regolatore di carica deve essere separato dal corpo del generatore che deve essere dotato di raddrizzatori individuali delle 3 fasi; Il tutto deve essere completo di dissipatori per eccesso di corrente, con indicatori luminosi a LED della regolazione di potenza e interruttore freno rotore e stop.

Il sistema di controllo dovrà essere dotato di PLC dedicato ed interfaccia di comunicazione per diagnostica da remoto, sistema IP integrato o collegamento RS485. Tutti i materiali ed i componenti costituenti la macchina devono essere privi di impatto radioattivo o chimico.

Le turbine mini-eoliche dovranno essere corredate da dispositivi, denominati BOS - "Balance of System" che, nel caso di impianto connesso alla rete, comprendono:

- Controller della turbina;
- Convertitore statico;
- Trasformatore di isolamento;
- Dispositivi di sicurezza (di generatore, di interfaccia e generale);
- Contatore di energia.

Di seguito si riporta lo schema unifilare dell'impianto mini-eolico connesso alla rete con generatore di tipo asincrono:

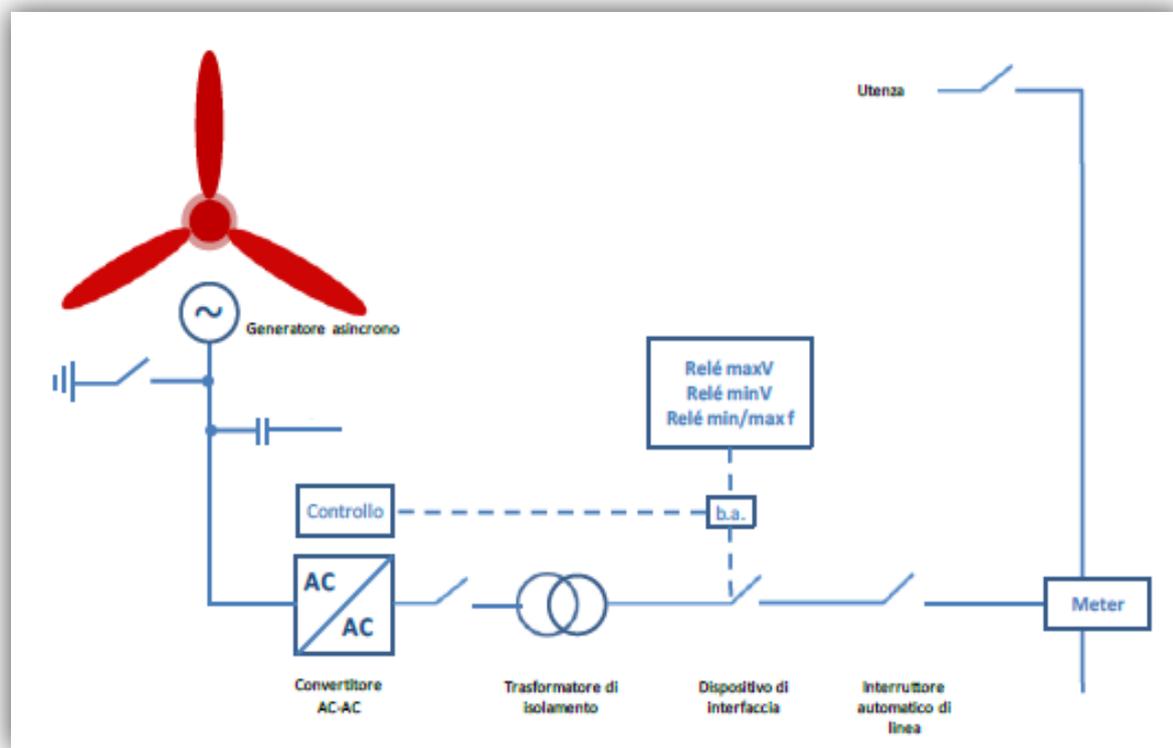


Figura 72 - Schema unifilare di un impianto mini-eolico connesso alla rete

Il convertitore ed i relativi sistemi di controllo sono dispositivi elettronici che controllano il generatore e che convertono la corrente in modo adeguato alle caratteristiche della rete. I dispositivi di sicurezza e di allaccio sono dispositivi che garantiscono la qualità e la sicurezza dell'energia riversata in rete.

1.5.2.2 Collegamento degli impianti di produzione rinnovabile alla rete

Lo schema di collegamento degli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile alla rete nazionale, fotovoltaico e mini-eolico, è definito fisicamente ed elettricamente in modo univoco, secondo lo schema convenzionale riportato nella CEI 82-25 e deve comprendere i seguenti dispositivi:

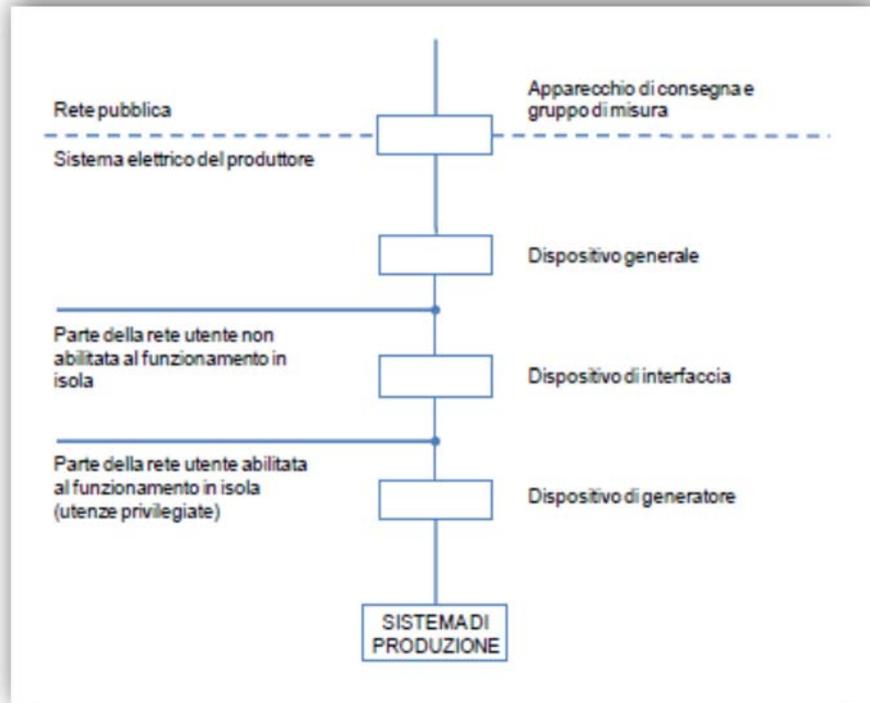


Figura 73 - Schema di connessione dell'impianto di produzione alla rete di Distribuzione

- Il dispositivo generale (DG) è un dispositivo di sicurezza che interviene in caso di guasto dell'impianto oppure delle utenze. È costituito da un interruttore magnetotermico che interviene come sezionatore su tutte le fasi e sul neutro. Va installato immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica e la sua esecuzione deve soddisfare i requisiti sul sezionamento della Norma CEI 64-8.
- Il dispositivo di interfaccia (DDI) separa l'impianto di produzione dalla rete oppure da quella di utenza ed è costituito da un interruttore azionato da una protezione di interfaccia. Il DDI deve essere a "sicurezza intrinseca", dotato di bobina di apertura in mancanza di tensione. Tale bobina, alimentata in serie ai contatti di scatto delle protezioni, deve provocare l'apertura del dispositivo, sia in caso di corretto intervento che di guasto interno alle protezioni, sia in caso di mancanza di alimentazione ausiliaria. La sua esecuzione deve soddisfare i requisiti sul sezionamento della Norma CEI 64-8.
- Il dispositivo di generatore (DDG) è un dispositivo di sicurezza che deve essere installato a valle dei terminali di ciascun gruppo generatore, tale da escludere il singolo gruppo in condizioni di aperto. Il DDG deve rispettare i requisiti di sezionamento della Norma CEI 64-8.

L'architettura del sistema elettrico di generazione da fonti rinnovabili, di cui si riporta lo schema unifilare in Figura 73 prevede l'allacciamento alla rete di distribuzione BT attraverso un quadro generale di BT rappresentato di colore blu. Ciascun impianto di generazione è dotato di dispositivo di interfaccia presente nel relativo quadro raffigurato in colore arancione. Infine in verde è rappresentato il quadro contenente il dispositivo del generatore, che esclude i singoli impianti in condizioni di aperto.

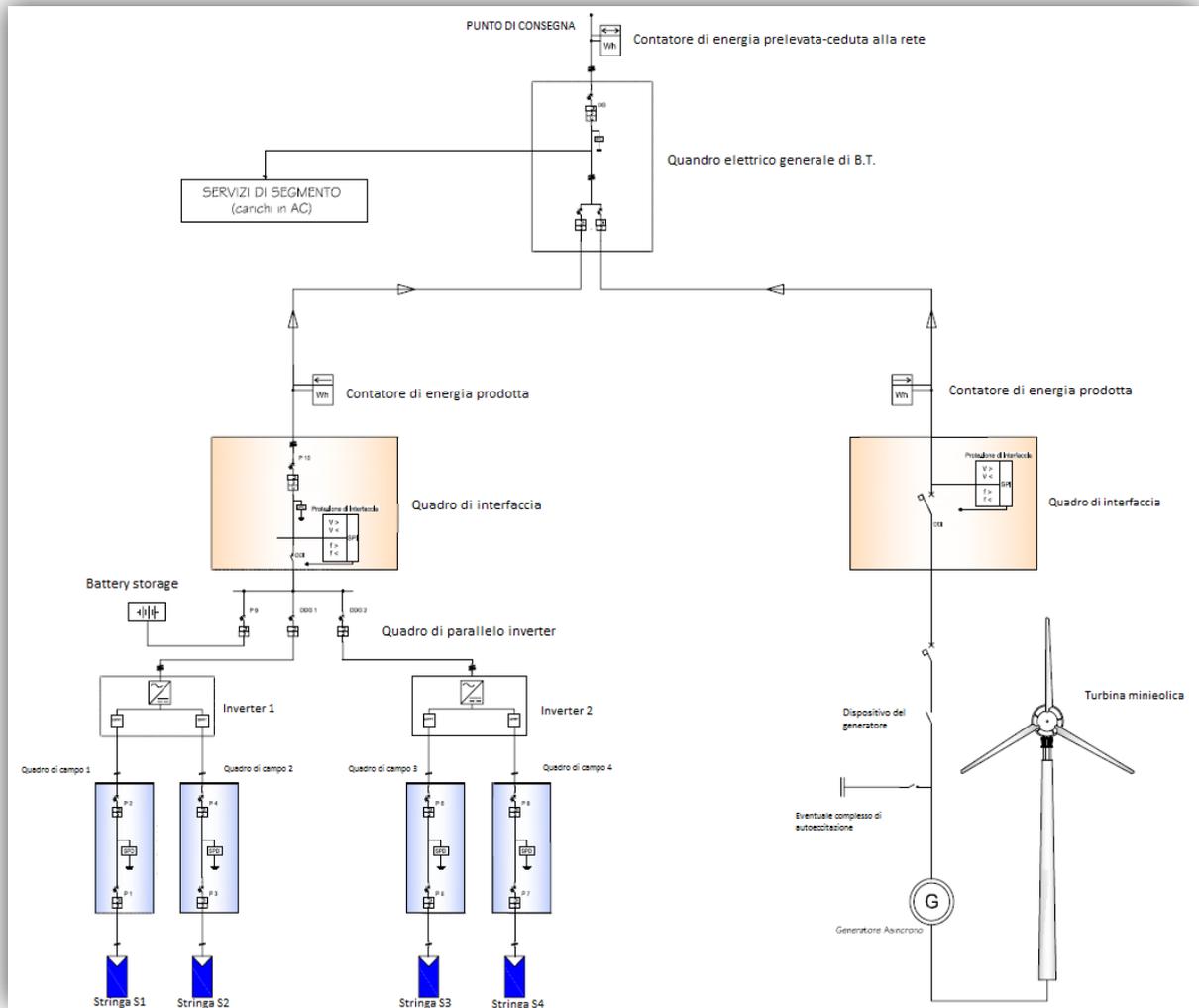


Figura 74 -Schema unifilare connessione impianti di generazione alla rete

1.5.3 Centrale tecnologica

La centrale tecnologica è il locale tecnico che ospita le apparecchiature atte alla trasformazione della tensione, fornita dalla rete elettrica, regolazione e stoccaggio dell'energia elettrica proveniente dal sito di generazione rinnovabile.

1.5.3.1 Connessione alla rete

Le Green Island sono sempre collegate alla rete elettrica nazionale. A seconda della loro ubicazione lungo la tratta stradale/autostradale, il collegamento delle Green Island alla rete può avvenire mediante:

- Punto di fornitura in BT;
- Cabina MT/BT.

1.5.3.2 Apparecchiature di cabina

Quadri elettrici

Tra le apparecchiature di cabina vi sono i quadri elettrici, i quali dovranno essere rispondenti alle specifiche norme vigenti e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Impiego di materiali isolanti ad alto grado di auto estinguibilità e completa segregazione metallica tra i singoli scomparti, per impedire il diffondersi di incendi;
- Messa a terra franca di tutta la struttura del quadro e dei componenti estraibili per tutta la corsa di sezionamento od inserzione;
- Protezioni minimo IP30 dopo la traslazione degli interruttori estraibili o sezionabili;
- Isolamento in aria di tutte le parti in tensione;
- Blocchi meccanici ed elettromeccanici in conformità allo schema di progetto del singolo contratto applicativo;
- Accessibilità agli apparecchi ed ai circuiti senza pericolo di contatti con i componenti in tensione;
- Accurata scelta dei materiali isolanti impiegati in base a caratteristiche di bassa emissione di fumi.

I quadri saranno costituiti da scomparti affiancati e saranno completamente chiusi e bullonati tra loro. La modularità degli scomparti e dei vari componenti dovrà consentire eventuali futuri ampliamenti sui due fianchi. I vari scomparti dovranno essere completamente segregati fra di loro e saranno a loro volta compartimentati in celle elementari metallicamente segregate le une dalle altre come indicato negli elaborati di progetto del singolo contratto applicativo.

Ogni scomparto dovrà essere un'unità indipendente, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio, spessore 20-30/10 mm, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, messi insieme tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica. Su tale struttura dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi. Lo spessore minimo della lamiera d'acciaio per tali elementi non dovrà essere inferiore a 20/10 di mm, riscontrato prima dei trattamenti protettivi. Gli scomparti dovranno essere suddivisi nelle seguenti zone:

- Zona anteriore riservata alle celle degli apparecchi di potenza, agli strumenti di misura e/o protezioni e ai servizi ausiliari; tale zona è suddivisa da celle individuali, chiuse metallicamente su tutti i lati con dimensioni modulari in funzione delle apparecchiature da alloggiare;

- Prima zona posteriore, contenente le sbarre di derivazione e le connessioni in sbarra degli interruttori di grande portata;
- Seconda zona posteriore, riservata alle connessioni di potenza degli interruttori che sono normalmente realizzate in cavo;

La zona anteriore che ospita la sezione delle apparecchiature a conformazione modulare dovrà essere dotata di doppio frontale con pannellatura in vetro trasparente stratificato.

Analizzatore dei consumi

All'interno della centrale tecnologica sarà previsto un quadro analizzatore di consumi elettrici, in grado di misurare direttamente e indirettamente, tramite trasformatori di misura, le correnti e le tensioni di singola fase, la frequenza, lo sfasamento tra le fasi e il fattore di potenza del sistema trifase. L'elettronica interna calcola tutti gli altri parametri elettrici derivati, quali potenze ed energie.

Interruttori

Gli interruttori generali di macchina dovranno essere di tipo scatolato o di tipo aperto in base alla potenza nominale del trasformatore. Il potere d'interruzione dovrà essere adeguato al valore di potenza massima prevista sulla distribuzione in bassa tensione. Gli interruttori d'utenza dei circuiti esterni potranno essere di tipo scatolato e/o modulari in esecuzione fissa. Gli interruttori che alimentano i circuiti di cabina dovranno essere di tipo modulare in esecuzione fissa.

Gli interruttori suddetti dovranno essere opportunamente coordinati tra di loro in modo da garantire la selettività, la protezione dei circuiti e tarati secondo quanto indicato negli schemi di progetto dei singoli contratti applicativi. Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito trifase calcolata sulle sbarre del quadro di BT. In alcuni casi, il potere di interruzione dell'interruttore automatico potrà essere inferiore alla corrente di corto circuito suddetta, se a monte esiste un dispositivo:

- che abbia un potere di interruzione corrispondente alla corrente di corto circuito sopra determinato;
- che limiti l'energia specifica passante a un valore inferiore a quello ammissibile dall'interruttore automatico e dai conduttori protetti.

Sbarre principali e derivazioni

Le sbarre principali e le derivazioni dovranno essere in piatto elettrolitico di rame nudo (ETP UNI 5649-71) a spigoli arrotondati, opportunamente dimensionate e ammarate per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche conseguenti alle correnti di corto circuito. L'isolamento dovrà essere completamente realizzato in aria; i supporti sbarre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili stampati in materiale isolante autoestinguento con elevata resistenza meccanica e caratteristiche anti-traccia.

La forma di segregazione dovrà essere quella prevista dagli elaborati di progetto dei singoli contratti applicativi. Per il raffreddamento della zona sbarre si dovranno prevedere delle feritoie sul pannello frontale in basso e nella parte inferiore del pannello posteriore di chiusura. Per lo sfogo dell'aria calda si dovranno prevedere apposite feritoie sul tetto.

Circuiti ausiliari e cablaggi

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori. Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione. Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti

l'incendio (sec. CEI 20-22), di sezione non inferiore a 1,5mm² per i circuiti ausiliari e 2,5mm² per i circuiti di potenza. Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni.

I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti. Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra. Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiera per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo.

Una sbarra colletttrice in rame, avente una sezione nominale di 200 mm², dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali. Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti. Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm². Il ciclo di verniciatura per i quadri di bassa tensione dovrà essere del tutto simile a quello previsto per i quadri di media tensione. Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie;
- Golfari di sollevamento;
- Vernice per ritocchi punti danneggiati;
- Schemi e disegni di progetto dei singoli contratti applicativi;
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro;
- Targhe d'identificazione apparecchiature;
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria;
- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al D.Lgs. 81/08 ed al D.L. 626;
- Prove di tipo;
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Energy Storage

L'energy storage dovrà consentire di immagazzinare l'energia prodotta dagli impianti a fonte rinnovabile e dovrà essere opportunamente dimensionato ai fini dell'autoconsumo della Green Island.

Il pacco batterie deve essere costituito da elementi collegati su rami in serie o in parallelo e dovranno soddisfare i seguenti requisiti in ambito normativo:

- IEC 61427;
- DIN 40736 e DIN 40742;
- DIN 43539T5;
- DIN 40740;
- IEC 60896 parte 11-21-22.

Le principali caratteristiche per i sistemi di accumulo dovranno essere:

- Funzionamento continuo per garantire una costante capacità ad accumulare o erogare energia elettrica in grandi e piccole quantità;
- Erogazione di corrente sufficientemente grande;

- Lunga durata di vita nel funzionamento ciclico;
- Bassa manutenzione in esercizio.

Al fine di prevenire il fenomeno del sovraccarico, il pacco batterie deve essere dotato di un regolatore di carica (centralina) elettronico tipo serie/parallelo, la cui funzione è quella di bloccare il processo di carica quando si raggiungono tensioni di cella troppo elevate. Per evitare, invece, l'eccesso di scarica del pacco batterie, con relativo rischio di solfatazione dei singoli elementi (nel caso in cui non si verifichi una successiva ricarica), il regolatore dovrà interrompere il prelievo di corrente, nel caso in cui la tensione dell'elemento scenda al di sotto di un certo livello. Il regolatore di carica deve essere, inoltre, in grado di tener conto delle variazioni di temperatura al fine di evitare da un lato effetti di minore capacità (basse temperature), dall'altro effetti di maggiore autoscarica dovuti al velocizzarsi delle reazioni chimiche (elevate temperature).

Le piastre positive tubolari e le piastre negative a griglia del pacco batterie, devono essere isolate le une dalle altre mediante separatori microporosi, oppure devono essere ottenute da leghe ricche di stagno e povere di calcio; ciò conferisce al pacco batterie una buona resistenza ai cicli di carica/scarica, bassa autoscarica, bassa manutenzione e lunga durata di vita. Il pacco batterie deve essere dotato di un ulteriore involucro in fibre di vetro, la cui funzione è quella di racchiudere l'elettrodo positivo e prevenire fenomeni di cortocircuiti interni. Il rendimento del pacco batterie deve essere almeno pari a 0,83 e la sua durata deve corrispondere almeno ad un numero di anni pari a 10. Al fine di preservare il pacco batterie è necessario controllare periodicamente l'elettrolita.

Alimentazione di emergenza: gruppo elettrogeno

In caso di mancanza di elettricità da rete ovvero da indisponibilità della fonte di energia rinnovabile o di storage esaurito, è previsto un gruppo elettrogeno per l'alimentazione elettrica di emergenza, che deve garantire un'autonomia a pieno carico di almeno 24 ore. Il gruppo elettrogeno deve essere installato in ambienti costruiti secondo le specifiche disposizioni di prevenzione incendi, con ventilazione naturale diretta verso l'esterno, oppure direttamente all'esterno protetto da apposita cofanatura. Il gruppo elettrogeno deve essere posato su apposito basamento realizzato in calcestruzzo. Il gruppo elettrogeno dovrà avere le seguenti caratteristiche generali:

- fattore di potenza 0,8;
- frequenza 50 Hz;
- tensione 400/231 V Trifase;
- regime di rotazione 1.500 giri/min.

Il gruppo elettrogeno dovrà essere consegnato con una batteria al piombo-acido per servizio pesante con 12VDC/155Ah di potenza fornita per l'avviamento elettrico e circuito 12VDC. La batteria è montata su di una piattaforma metallica posizionata nel profilo interno del basamento. I morsetti della batteria sono collegati al motore per mezzo di cavi flessibili.

Dovrà essere trifase, autoregolato, autoeccitato, sincrono, senza spazzole, 4 poli.

Dovrà essere prevista un'unità di controllo che avvia automaticamente il Gruppo Elettrogeno, quando tutte le condizioni sono rispettate, chiude il Gruppo Elettrogeno, e di seguito ferma il motore da segnale esterno oppure dalla pressione del pulsante a fungo.

Impianto di terra

L'impianto di terra della cabina elettrica dovrà essere realizzato con un collettore di terra costituito da un anello in piatto di rame o di acciaio zincato da 30x4 mm. L'anello dovrà essere collegato alla rete elettrosaldada presente nella platea di fondazione almeno in corrispondenza degli angoli di ciascun locale. Al collettore dovranno essere collegate tutte le parti metalliche e le apparecchiature di cabina. In particolare:

- porte e finestre metalliche;
- carpenterie dei quadri elettrici;
- carcasse dei trasformatori;
- centri stella del/i trasformatore/i;
- rotaie dei trasformatori;
- passerelle e canaline metalliche (se necessario).

I collegamenti a terra di parti mobili dovranno essere realizzati con treccia di rame avente sezione minima pari a 50 mm². Il collettore sarà poi collegato al dispersore esterno mediante almeno due conduttori di terra aventi sezione adeguata. Il dispersore sarà possibilmente costituito da un anello lungo il perimetro della cabina, realizzato in corda di rame nudo da 35 mm² (sezione minima) o altro materiale equivalente. Il dispersore sarà integrato con elementi verticali (spandenti) e sarà collegato ai ferri di armatura della fondazione.

1.5.3.3 Sistema antifurto e monitoraggio cavi

Le utenze asservite dalle cabine di alimentazione vengono collegate con cavi in alluminio; questi devono essere collocati per quanto possibile in sede protetta e/o in canalizzazioni in acciaio inox. Pur osservando le prescrizioni di posa e i passaggi cavi previsti, bisogna porre una particolare attenzione alla verifica dei cavi stessi, intesa come "presenza del cavo" e "degrado del cavo".

Questi due fattori sono importanti e fondamentali per poter garantire la sicurezza delle tratte stradali, in quanto è necessario sapere preventivamente se il sistema di alimentazione elettrica è disponibile. Per tale motivo dovrà essere previsto e montato per ogni utenza "sensibile" un sistema che garantisca costantemente il monitoraggio del collegamento tra le utenze previste nella Smart Road.

Le finalità sono quelle di monitorare i sistemi e comunicare eventuali anomalie degli impianti, nei seguenti modi:

- Presenza del cavo: viene verificato costantemente lo stato del cavo e quindi la sua presenza in impianto, sia durante il normale funzionamento e sia durante l'inattività dell'utenza.
- Questi controlli sono dei provvedimenti dettati dal verificarsi di sempre più frequenti furti di cavi sugli impianti. Il dispositivo dovrà essere in grado di verificare in tempo reale un eventuale furto del cavo per un pronto intervento. Per dare una migliore indicazione alla sala controllo e alle forze dell'ordine, il sistema dovrà garantire di poter identificare nel raggio massimo di 250 metri il punto di taglio del cavo stesso, riportando i dati al centro di controllo.
- Degrado del cavo: il sistema dovrà essere predisposto per poter verificare che lo stato di funzionamento dei cavi sia corretto ed efficiente in modo da garantire la sicurezza del servizio. Un degrado delle caratteristiche di isolamento o una problematica sul cavo, possono determinare disservizi anche gravi nel sistema di distribuzione dell'energia. Il dispositivo dovrà essere in grado di determinare i valori di degrado del cavo e, attraverso un opportuno algoritmo, pianificare un intervento preventivo per la riparazione e/o sostituzione del cavo danneggiato.

Il funzionamento del sistema dovrà permettere anche una manutenzione preventiva degli impianti, che in termini di tempo e di oneri risulta molto più vantaggiosa. Gli obiettivi del sistema evoluto, compreso la parte opzionale, dovranno essere i seguenti:

- verificare che i cavi posati in impianto siano presenti e non siano stati rubati da malintenzionati;
- eseguire periodicamente, in modalità automatica, la misura della resistenza di isolamento dei cavi rispetto a terra; questa funzione permette di ottenere una fotografia dello stato dei cavi, consentendo l'intervento in anticipo rispetto ad un ipotetico degrado che creerebbe dei fuori servizio o dei malfunzionamenti dell'impianto;

- misurare i parametri elettrici delle utenze, al fine di poter tracciare una mappa dei consumi pianificare azioni adeguate e/o funzionalità adeguate per il miglioramento dell'efficienza energetica;
- l'invio di allarmi al centro di controllo locale secondo una configurazione programmabile.

Generare allarmi tecnici:

- mancanza di alimentazione del quadro;
- intervento degli interruttori magnetotermici;
- intervento degli interruttori differenziali;
- da remoto: riarmo di elementi e accensione/spengimento circuiti.

Il dispositivo dovrà essere realizzato in contenitore isolante con grado di protezione IP 54, adatto al montaggio all'interno dei quadri elettrici. Dovrà essere previsto anche un display funzionale per il rilevamento di tutti i parametri elettrici e una serie di led necessari alla verifica dello stato della comunicazione con standard aperti verso il centro di controllo locale.

Per quanto concerne la protezione da furti delle apparecchiature ubicate nelle aree esterne si prevedranno interventi dissuasivi e di protezione quali:

- impianto di videosorveglianza per monitoraggio piazzale Green Island;
- sistema antieffrazione dei pozzetti su piazzale ed in itinere mediante il riempimento degli stessi con strato di sabbia e calcestruzzo, previa iniezione di malte cementizie entro i cavidotti;
- impianto antintrusione per controllo accessi di cabina e locali tecnologici;

Ogni cabina elettrica sarà dotata, inoltre, di apposito impianto antintrusione da installarsi all'interno e comprendente i seguenti apparati:

- centrale per impianti antintrusione ad 8 ingressi espandibile a 16 ingressi con combinatore telefonico integrato e predisposta per funzionamento GSM;
- interfaccia telefonica con modulo GSM/GPRS per centrale antintrusione tele-gestibile;
- contatti magnetici in alluminio ad alta tolleranza montati a vista;
- rivelatori volumetrici da esterno con due canali MV e due canali PIR con quadrupla tecnologia e portata fino a 15m;
- cavo allarmato schermato di tipo 2x0,50 + 4x0,22.

Tale sistema verrà integrato con l'installazione nei locali di cabina di porte metalliche a due ante (cm 120 x 215) con serratura HB.

Le funzioni di Videosorveglianza, i segnali derivanti dalla sensoristica e gli allarmi generati dall'impianto antintrusione dovranno essere interfacciati con il sistema RMT del CCR.

1.5.4 Distribuzione di energia elettrica in itinere

Per l'alimentazione dei carichi distribuiti in itinere, quali le postazioni polifunzionali, l'energia elettrica trifase in uscita dal quadro generale di bassa tensione a 400 Vac, viene trasformata a 1000 Vac mediante un trasformatore elevatore, così da massimizzare il rendimento energetico e garantire minori costi di gestione. Il sistema di distribuzione A 1000 Vac sarà di tipo IT e consentirà di:

- Non interrompere automaticamente l'alimentazione al verificarsi di un primo guasto;
- Interrompere automaticamente l'alimentazione quando si verifica un secondo guasto, con il primo non estinto, adottando le analoghe prescrizioni ai sistemi TT, in quanto i sistemi di terra di ogni stazione di energia risultano indipendenti.

Per tale motivo, a valle del trasformatore 400/1000 Vac dovrà essere prevista una protezione a tre poli senza neutro.

Trasformatore 400V/1000V

Il trasformatore innalzatore di tensione, posizionato a valle del quadro generale di bassa tensione, deve essere in grado di ricevere in ingresso una tensione di 400 Vac ed elevarla a 1000 Vac per la distribuzione verso le utenze ubicate su strada. Il trasformatore deve essere realizzato secondo la Normativa di riferimento EN 61558-2-4, dovrà essere ubicato in apposito box di contenimento

È prevista l'installazione di due trasformatori elevatori della stessa taglia di cui uno con funzione di riserva.

La distribuzione dell'energia alle postazioni polifunzionali viene effettuata per mezzo di due dorsali a 1000 Vac, di circa 15 km, che alimentano i carichi distribuiti in destra e sinistra rispetto alla posizione della "Green Island". La tensione di alimentazione viene trasformata da 1000 Vac in tensione continua a 12/24/48 Vdc mediante una stazione di energia. La potenza massima installata in ciascuna postazione polifunzionale è pari a 60 W.

Stazione di energia

La stazione di energia deve essere posizionata in corrispondenza delle postazioni polifunzionali in itinere e deve avere la capacità di prelevare una tensione in ingresso direttamente dalla dorsale a 1000 Vac e, tramite un raddrizzatore interno, convertirla a 12/24/48 Vdc, al fine di alimentare in corrente continua i dispositivi presenti su ciascuna postazione polifunzionale, quali:

- Access-point per sistema Wi-Fi in motion 2.4/5 GHz;
- Road Side Unit per sistema Wi-Fi V2I;
- TVCC Intelligente;
- Stazione meteo

Tramite il pacco batterie, posto in tampone rispetto alle utenze, viene garantita la continuità della tensione di alimentazione, sopperendo istantaneamente ad eventuali black-out e/o anomalie di funzionamento. Le sue caratteristiche sono:

- Tensione 12 V
- Capacità minima 5 Ah
- Autonomia minima 30'

Il monitoraggio della stazione di energia deve essere effettuato con un software da remoto o localmente utilizzando le porte di comunicazione RS232 e/o RS485 o Ethernet di cui deve essere dotata la stazione.

Un pannello sinottico visualizza, su un display e selezionabili tramite una tastierino, tutti i parametri della stazione di energia e dei singoli moduli alimentatori di cui è composta. Questa unità include un controllo a microprocessore il cui compito è di gestire il display, i parametri elettrici, gli allarmi, l'interfaccia seriale RS232 e/o RS485 e della LAN. In caso di eccessiva scarica della batteria esso provvede a scollegarle evitando di danneggiarle. Il microprocessore gestisce anche gli allarmi quando sono presenti, provvedendo alla loro visualizzazione sul display, all'invio di messaggi di allarme tramite l'interfaccia RS232 e/o RS485 o LAN e, nello stesso tempo, chiudendo il contatto corrispondente di allarme.

1.5.5 Distribuzione di energia elettrica nella Green Island

Dal quadro generale di bassa tensione della centrale tecnologica, l'energia elettrica trifase a 400 Vac viene distribuita per l'alimentazione dei carichi locali di Green Island, quali:

- Sistemi nel locale tecnologico.
- Illuminazione piazzale esterno;
- Ricarica dei veicoli elettrici;
- Ricarica dei droni;
- Intelligent truck parking.

1.5.5.1 Stazioni di ricarica dei veicoli elettrici

All'interno della Green Island verranno installate colonnine di ricarica di tipo "ricarica lenta" in corrente alternata e "ricarica veloce" in corrente continua, che saranno utilizzate per la ricarica dei veicoli elettrici del parco Anas. Ogni colonnina sarà dotata di almeno due prese per la ricarica e pertanto, per ognuna di esse, verranno individuate due postazioni di sosta da riservare ai suddetti veicoli elettrici: sarà quindi possibile effettuare la ricarica simultanea di due veicoli. L'alimentazione delle stazioni di ricarica avverrà sia da campo fotovoltaico, che da rete elettrica.



Figura 75 - Distribuzione locale dell'energia per la ricarica dei veicoli elettrici

L'alimentazione elettrica sarà di tipo monofase e trifase, con potenza massima di uscita fino a 22 kW per la ricarica lenta e fino a 50 kW per la ricarica veloce, anche parzializzabile fino al 60% della potenza. La colonnina avrà:

- Prese di ricarica Tipo 2 con shutter (IPXXD per la protezione contro il contatto accidentale di parti in tensione) e sistema di ritenzione meccanica del cavo durante la carica;
- Dispositivo di riarmo automatico e test periodico automatico integrato per la garanzia della continuità di servizio anche in caso di scatto intempestivo del dispositivo differenziale e per la verifica periodica automatica del corretto funzionamento del dispositivo differenziale, per la sicurezza delle persone e delle cose;
- Display LCD grafico per interfaccia utente e con lettore RFID card per abilitazione/disabilitazione utenze;
- Contatori di energia MID per la contabilizzazione dell'energia erogata;
- Protocollo OCPP tramite l'utilizzo di servizi web (SOA) e con interfaccia di comunicazione RS485 integrata;
- Possibilità di gestire in rete (locale e remoto) i prodotti per il monitoraggio dell'impianto

1.5.5.2 Stazioni di ricarica dei droni

In ciascuna Green Island sono previste aree di ricarica e sosta per droni, i quali consentiranno di monitorare il traffico stradale in punti strategici per la viabilità e permetteranno la pianificazione e la gestione efficiente dei flussi di traffico lungo l'arteria stradale.

L'area all'interno della Green Island dedicata al drone consiste in un sistema box di alloggiamento del drone e dei dispositivi necessari al telecomando a distanza, in grado di fornire anche l'alimentazione per la ricarica elettrica dello stesso (come illustrato nella seguente Figura).

La piattaforma di atterraggio è quadrata ed è in grado di alloggiare i modelli più grandi di droni esistenti sul mercato, avendo lato di circa 2 metri, per l'atterraggio in sicurezza degli stessi e per la loro ricarica.

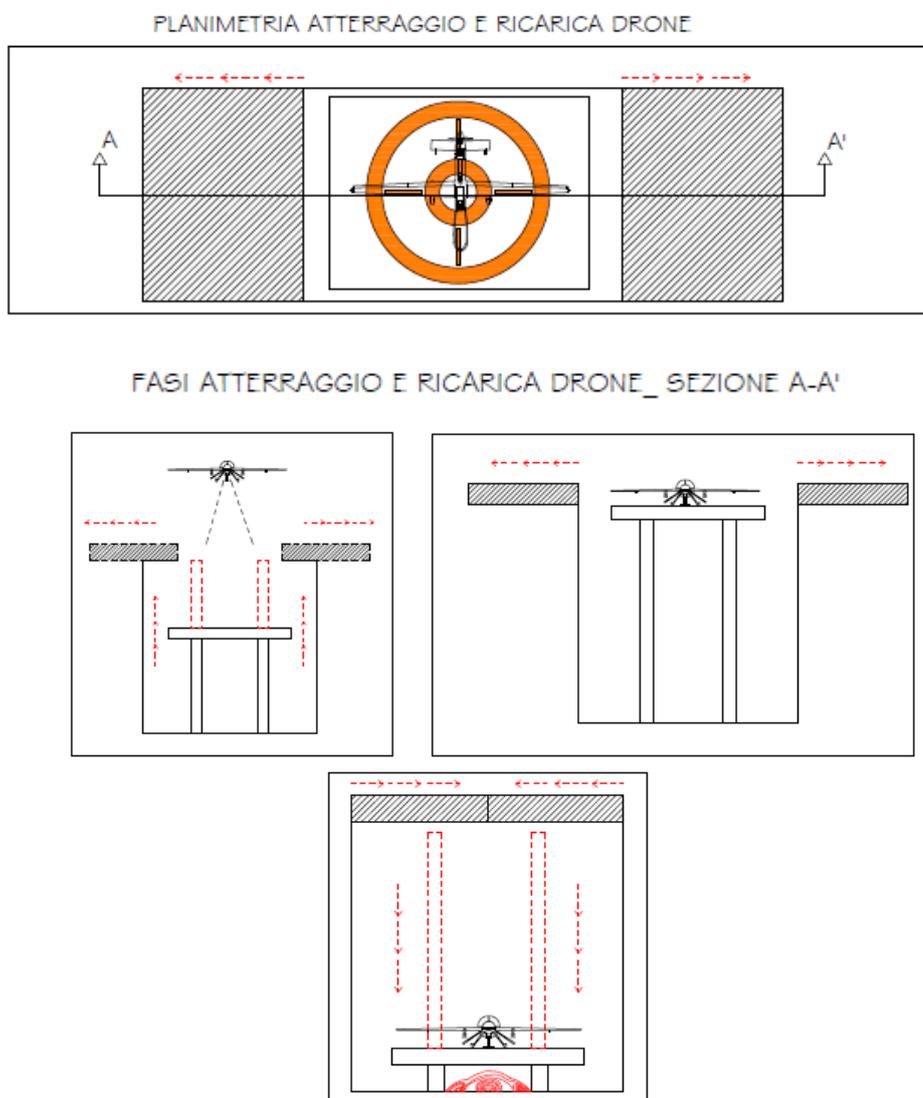


Figura 76 - Box alloggiamento e ricarica drone

L'alimentazione elettrica dei droni è fornita da batterie Li-Po (o Li-Poly), un accumulatore di tipo Litio Ione Polimero, elementi da cui nascono le abbreviazioni presenti nel nome.

Le batterie Li-Po hanno una tensione nominale di 3,7 Volt per cella ed in alcuni casi, sui droni di piccole dimensioni, una cella a 3,7 Volt Li-Po è sufficiente per alimentare il modello e farlo volare. Le normali batterie Li-Po dei droni hanno almeno due o più celle agganciate in serie per fornire tensioni più

elevate e per i droni di grandi dimensioni, che necessitano di molta potenza, il numero delle celle può essere superiore a 6.

Una volta che il drone è atterrato, un sottosistema provvede a ricaricare la batteria attraverso un braccio meccanico che utilizza diversi standard di ricarica a presa USB, sistema plug-in o tramite un sistema ad induzione. Avvenuta la ricarica il drone può essere utilizzato oppure viene ospitato nel box dedicato che si richiude per garantire completa protezione sia del drone che dei dispositivi necessari per il comando a distanza.

Il sistema automatico di ricarica droni è intelligente e dedicato al caricamento delle sole batterie Li-Po: il sistema di ricarica è in grado di controllare non solo lo stato della carica ma anche il voltaggio della stessa in maniera tale che durante la ricarica ciascuna cella della batteria non superi mai i 4,2 Volt, bilanciando correttamente la carica delle celle.

1.5.6 Tipologie di posa cavi

1.5.6.1 In itinere

La tipologia di posa dei cavi in itinere è prevista interrata. I cavi elettrici, potranno essere posati in tubazioni. La tubazione contenente i cavi sarà segnalata da apposito nastro monitore. La guaina deve proteggere il cavo dalle sollecitazioni di posa e la mescola che la compone deve essere anigroscopica, deve cioè essere in grado di difendere le anime dal contatto con l'acqua. La tubazione contenente i cavi dovrà essere interrotta da pozzetti di dimensioni adatte a consentire un agevole infilaggio dei cavi, così come meglio definito negli elaborati grafici.

Nella fattispecie si dovrà utilizzare cavi con conduttore in alluminio del tipo ARG16(O)R16-0.6/1 kV.

Nel rispetto dei raggi di curvatura stabiliti dal costruttore e, per quanto possibile, i tubi di un cavidotto che fanno capo ad uno stesso pozzetto devono essere tra loro allineati. La forza di traino necessaria durante l'infilaggio (Norma CEI 11-17) deve essere esercitata sui conduttori e non sugli isolanti del cavo e non deve essere superiore a 60 N/mm² riferita alla sezione complessiva dei conduttori di rame (50 N/mm² per conduttori in alluminio). Per facilitare le operazioni di tiro possono essere utilizzati rulli per il traino che permettono di ridurre lo sforzo necessario evitando nel contempo danneggiamenti ai cavi stessi.

Nei casi in cui un cavo di energia è posato in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante deve rispondere a prescrizioni particolari ed essere installato rispettando distanze minime. In particolare negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni la distanza di rispetto non deve essere inferiore a 0,3 m e il cavo di segnale deve essere protetto per una lunghezza di almeno 1m mediante una canaletta, un tubo o una cassetta metallica avente uno spessore di almeno 1 mm. Non potendo, per forza maggiore, rispettare questa distanza minima, occorre proteggere con gli stessi criteri anche il cavo di energia.

Quando le distanze minime non possono essere rispettate occorre proteggere il cavo di telecomunicazione con un tubo o una cassetta metallici e, se la distanza risulta inferiore a 0,15 m, dovrà essere predisposta una protezione supplementare anche per il cavo di energia. Negli incroci con tubazioni metalliche, i cavi di energia devono essere posti ad una distanza minima di 0,5 m, che può essere ridotta a 0,3 m se il cavo o il tubo metallico sono contenuti in un involucro non metallico.

La protezione può essere ottenuta per mezzo di calcestruzzo leggermente armato oppure di elemento separatore non metallico come ad esempio una lastra di calcestruzzo o di altro materiale rigido. In presenza di connessioni su cavi direttamente interrati, le tubazioni metalliche devono distare almeno un metro dal punto di incrocio oppure devono essere adottate le protezioni supplementari sopraindicate. Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere distanti fra loro non meno di 0,30m.

In presenza di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili occorre adottare distanze di sicurezza non inferiori a 1 metro dalla superficie esterna del serbatoio stesso. Le medesime prescrizioni, indicate per le tubazioni metalliche, si applicano anche alle tubazioni di gasdotti interrati: sia negli incroci sia nei parallelismi le distanze di rispetto non devono essere inferiori a 0,5 m.

Le distanze di sicurezza con i cavi di energia che sono posati in tubo o condotto in presenza di tubazioni per il trasferimento di fluidi infiammabili sono fissate dal DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" e dovranno di volta in volta essere concordate con gli enti distributori del gas.

1.5.6.2 In galleria

Tutti i cavi presenti in galleria, per quanto riguarda il comportamento al fuoco, devono essere marcati CE ai sensi della EN 50575 del tipo non propagante l'incendio, senza alogeni e a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi, secondo le Norme CEI 20-45, CEI EN 50363-0, IEC 60228, IEC 60332-1-2, IEC 60754, IEC 61034, CEI 20-37/4-0, IEC 60331-2, IEC 60331-1, CEI UNEL 35016 Cca - s3, d1, a3, CEI 20-29. Nella fattispecie si dovranno utilizzare cavi con conduttore in alluminio del tipo ARTG10(O)M1 0.6/1 kV e ARG16(O)M16 0.6/1kV.

La posa dei cavi in galleria è prevista in canalizzazioni a vista (passerelle, tubazioni, canali protettivi, ecc.) e dovranno essere realizzate in acciaio inox di caratteristica AISI almeno 304, o materiali con prestazioni equivalenti. I sistemi di passerelle possono essere con o senza coperchio. Per la posa cavi si dovrà considerare la Norma di riferimento relativa alle passerelle portacavi: CEI EN 61537. Deve essere posta particolare cura, in fase di installazione, ai sistemi di supporto e di fissaggio delle condutture ai fini del mantenimento funzionale anche in esercizio ordinario.

1.5.6.3 In corrispondenza di strutture sospese

Nel caso di posa su strutture sospese (ponti, viadotti, cavalcavia, ecc.) che non offrono la possibilità di effettuare scavi, i cavi devono essere posati su canaletta o tubazione metallica. Le canalette o tubazioni dovranno essere opportunamente fissate alla struttura di sostegno attraverso staffe in ferro zincato poste ad una distanza minore di 150 cm. In corrispondenza di giunti di dilatazione delle strutture si dovrà provvedere all'installazione di idonei sistemi di dilatazione (compensatore a cannocchiale).

Nella fattispecie si dovrà utilizzare cavi con conduttore in alluminio del tipo ARG16(O)R16-0.6/1 kV.

1.6 Servizi Smart Road

La Smart Road di ANAS consentirà un uso proattivo della tecnologia integrata all'interno dell'infrastruttura, aumentandone la resilienza e la gestione ottimale, potendone variare le caratteristiche prestazionali sulla base di input precisi. Inoltre, permetterà la fruizione da parte degli utenti della strada di servizi a valore aggiunto che porteranno ad una extended customer experience i cui benefici saranno tangibili: primo tra tutti l'incremento della sicurezza, dato innanzitutto dai maggiori livelli di automazione, connettività e monitoraggio continuo delle infrastrutture stradali, inoltre la possibilità di fornire in tempo reale agli utenti informazioni relative a eventi pericolosi tramite mobile device e, in futuro, tramite i Car Head Unit (device che già oggi vengono installati nelle vetture dalle principali case automobilistiche).

1.6.1 Informazioni per l'utente

I servizi che sarà possibile attivare variano da quelli finalizzati alla gestione operativa del traffico, abilitati dall'analisi prestazionale, degli scenari e delle previsioni del flusso veicolare che solo una

strada digitale è in grado di offrire in maniera efficiente, fino alla gestione delle emergenze e delle criticità in real time.

Alcuni esempi di informazioni/servizi che sarà possibile fornire agli utenti sono:

- **Informazioni relative alla sicurezza:** l'infrastruttura sarà in grado di comunicare con i veicoli (principalmente tramite mobile device e in seguito, con il diffondersi della tecnologia, tramite i device installati direttamente sul veicolo) segnalando, tramite alert visivi e sonori, ad esempio la presenza di pericoli generici lungo il tracciato (incidenti, animali vaganti, veicoli fermi in carreggiata, oggetti, cadute massi, ingorghi improvvisi dopo una curva con scarsa visibilità, ecc.), la percorrenza sulla corsia di emergenza e/o l'eccessivo avvicinamento alle barriere laterali. L'infrastruttura sarà anche in grado di comprendere situazioni potenzialmente pericolose segnalando, ad esempio, delle frenate improvvisi nei veicoli che precedono evitando così incidenti a catena, mandando un alert in caso di superamento dei limiti di velocità o di mancato rispetto delle distanze di sicurezza, segnalando i punti pericolosi lungo il tracciato (quali curve pericolose, formazione di ghiaccio, svincoli e intersezioni a raso, ecc.) ed eventuali sbandamenti sia dei veicoli che precedono, sia del veicolo oggetto dello sbandamento (per evitare i colpi di sonno). L'infrastruttura sarà anche in grado di effettuare il tracking dei mezzi di soccorso così da informare in real time gli utenti dei tempi di arrivo e la distanza degli stessi;
- **Informazioni relative al traffico:** tutte le condizioni quali rallentamenti, congestioni, presenza di incidenti, di cantieri e in generale di tutte le informazioni che possono causare un evento di traffico verranno fornite in real time agli utenti. Tali informazioni verranno fornite integrando i sistemi convenzionali di comunicazione (pannelli a messaggio variabile, bollettini radio, ecc.) con i nuovi sistemi di comunicazione I2V. Grazie alla Smart Road, sarà anche possibile fornire agli utenti degli alert relativi alle intersezioni stradali a raso, rotatorie, svincoli, ecc. che informino l'utente sullo stato prossimo dell'intersezione e dell'arrivo di vetture da altre direzioni;
- **Informazioni meteorologiche:** informazioni relative alla presenza di nebbia che ostacoli la visibilità, di ghiaccio, di condizioni meteorologiche critiche, ecc. Eventi meteorologici eccezionali potrebbero, inoltre, rendere obbligatoria la circolazione con catene/pneumatici invernali, o causare eventuali divieti temporanei di circolazione e/o percorsi alternativi;
- **Informazioni sui percorsi alternativi:** in caso di eventi di traffico o di situazioni meteo avverse, verranno immediatamente fornite informazioni circa la deviazione dei flussi veicolari su percorsi alternativi in un'ottica di suggerimento dell'itinerario ottimale. Il sistema Smart Road sarà anche in grado di calcolare interventi sulle velocità medie (speed control) e suggerire traiettorie e corsie (lane control) al fine di evitare il persistere o il formarsi di nuove congestioni;
- **Gestione delle situazioni di emergenza tramite "SOS on board":** sarà possibile, in caso di difficoltà, mandare comunicazione di richiesta di soccorso direttamente alle forze dell'ordine, alla Sala Operativa di ANAS oppure richiedere assistenza per guasti ai veicoli;
- **Informazioni relative ai servizi forniti dalle aree di sosta lungo il percorso:** verranno indicati i punti di ristoro lungo il percorso, i servizi offerti nelle aree di servizio (wifi, eventuali negozi, assistenze speciali, ecc.), prezzi del carburante, i punti di ricarica elettrica (con possibilità di prenotazione della ricarica e fatturazione dei consumi direttamente tramite mobile device), la presenza di officine per la riparazione di veicoli, ecc.

Grazie alla piattaforma tecnologica, avvalendosi del crowdsourcing, sarà inoltre possibile aggiornare i dati tramite la community: gli utenti stessi avranno la possibilità di segnalare eventuali modifiche nei servizi offerti, nei prezzi del carburante, ecc.

- **Informazioni relative ai punti d'interesse turistico lungo il tracciato:** percorsi turistici, indicazioni dei luoghi di interesse, ecc. Saranno inoltre indicate le distanze e i tempi di percorrenza al fine di offrire una customer experience il più completa possibile;
- **Informazioni riservate ai mezzi pesanti:** al fine di massimizzare la sicurezza, particolare attenzione verrà posta anche alla circolazione dei mezzi pesanti, cercando il più possibile di

evitare situazioni di pericolo sia per il mezzo stesso che per gli altri veicoli. A tal fine, sarà possibile, ad esempio, monitorare il tempo trascorso alla guida e mandare un alert al guidatore in caso di superamento dello stesso (caratteristica estendibile anche agli altri utenti della strada), alert in caso di percorrenza su corsia non dedicata, alert in caso di superamento delle dimensioni o del peso consentito per una determinata tipologia di mezzi pesanti, ecc. Inoltre, sarà possibile l'erogazione di servizi a valore aggiunto quali: servizio di prenotazione per ITP (Intelligent Truck Parking), servizio SmarTruck (servizio pensato per i trasportatori che permette di programmare i viaggi, conoscere posizione, regolarità di marcia e previsioni di arrivo dei mezzi, nonché di interagire con i centri logistici e anticipare loro la documentazione di trasporto), servizi di carico/scarico merci in aree definite con prenotazione delle stesse, truck platooning, segnalazione delle fasce orarie di circolazione e segnalazione in caso di perdita del carico o delle merci di trasporto. Infine, grazie al servizio Dangerous Goods, verrà data segnalazione a tutti gli utenti nelle vicinanze del trasporto di merci pericolose da parte di un mezzo pesante o più semplicemente la presenza di veicoli con traino o rimorchio (barche, roulotte, ecc.).

I servizi di cui sopra vanno considerati come esemplificativi delle potenzialità della Smart Road e della vastità di informazioni che è possibile comunicare tramite uno mobile device comune: resta inteso che alcuni di essi sono di immediata realizzazione, per altri sarà necessario attendere una maggiore diffusione e maturità delle tecnologie.



Figura 77 - Esempio di messaggistica all'utenza

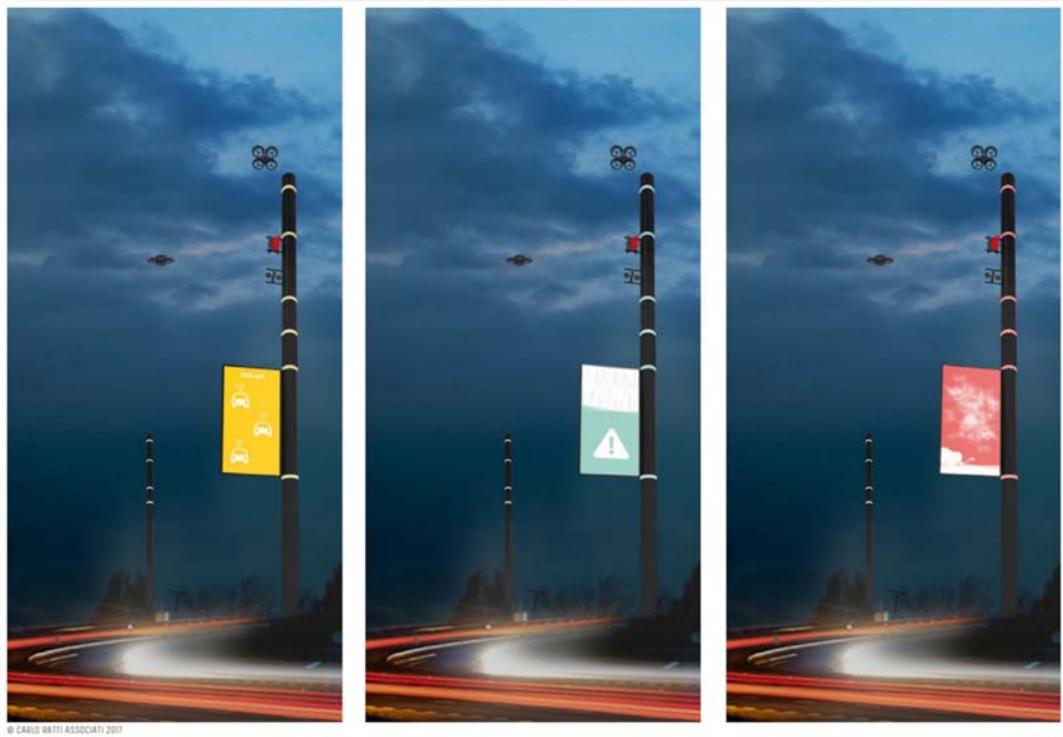


Figura 78 - Esempio di messaggistica all'utenza

1.6.2 Informazioni dall'utente

Nel tentativo di trovare un equilibrio tra Big Data e Privacy, ANAS ritiene fondamentale l'applicazione del principio della *privacy by design*: un approccio trasparente che consenta agli utenti di comprendere con quale finalità sono raccolti i dati che li riguardano e con quali modalità verranno utilizzati, nonché un elevato controllo dell'utente sui dati stessi (possibilità incondizionata di opposizione di cessione e trattamento dei dati).



Figura 79 - Tipologia di possibili dati raccolti dagli utenti

I dati che potrebbero essere raccolti dagli utenti al fine di realizzare un repository che consenta l'elaborazione dei dati a fini statistici sono:

- Velocità;
- Accelerazione/decelerazione;
- Geolocalizzazione (tramite la posizione fornita dal GPS);
- Orientamento (tramite il sensore magnetico);

- Inclinazione (tramite il giroscopio);
- Operatore telefonico e tipo di rete cellulare (3G, 4G, ...);
- Lingua/Paese di provenienza;
- Marca e modello del mobile device;
- Versione del sistema operativo;
- Numero di telefono e indirizzo IP;
- Sensore Proximity;

Gli utilizzi che si possono fare di tali Big Data (poiché tali possono essere considerato il volume degli stessi, la varietà di fonti da cui provengono e la velocità con cui verranno elaborati), saranno destinati all'impiego nell'elaborazione delle stime del traffico e all'erogazione dei servizi precedentemente analizzati.

Tuttavia, la raccolta e l'archiviazione di dati sensibili e la capacità di analizzare comportamenti individuali e collettivi elaborando miliardi di informazioni in tempo reale rappresenta senza dubbio una potenziale minaccia alla riservatezza. Pertanto, come da indicazioni del Garante Europeo per la Protezione dei Dati Personali relativamente alla loro gestione, ANAS li acquisirà, tratterà ed utilizzerà in maniera conforme a quanto previsto dalla normativa vigente sulla privacy senza la possibilità di cessione a terzi degli stessi, garantendo quindi la non divulgabilità. I dati statistici, di traffico ed eventi necessari alla gestione della viabilità ed infomobilità, verranno resi disponibili anche sui canali di interoperatività già esistenti con il CCISS. Verrà valutata la possibilità di cessione a terzi dei soli dati aggregati utilizzabili, in forma anonima, per fini statistici (dati di traffico, percorrenze, tempi, eventi, ecc).

Attualmente, è in fase di valutazione preliminare la possibilità di concedere spazi pubblicitari (esclusivamente relativi a servizi a valore aggiunto per l'utente della Smart Road, quali ad esempio informazioni e offerte su aree di servizio lungo il percorso) e accesso a servizi specifici dedicati ad aziende terze (ad esempio servizi dedicati a operatori della logistica) ma non si prevede di attivarli nella prima fase progettuale che è focalizzata sul garantire una maggiore sicurezza del trasporto stradale e sul miglioramento /arricchimento del servizio di infomobilità verso gli utenti della strada.

Tali accorgimenti, rappresentano una vera e propria strategia che permetterà di massimizzare i vantaggi della strada digitale garantendo al contempo la tutela della riservatezza degli utenti.

1.6.3 Intelligent Truck Parking - Aree di sosta per mezzi pesanti

Il progetto Smart Road prevede il miglioramento della sicurezza degli autotrasportatori e delle loro merci attraverso applicazioni ITS (Intelligent Transportation Systems): lungo l'arteria stradale verranno realizzate aree di parcheggio e lunga sosta dedicate ai mezzi pesanti ed ai veicoli commerciali per il trasporto delle merci denominate Intelligent Truck Parking (ITP), implementate con servizi di sorveglianza, informazione e prenotazione.

A tale scopo, nell'ambito dei sensori IoT, sarà installato nelle aree di sosta per ogni stallo il sensore smart parking, che è in grado di determinare lo stato di un parcheggio (libero/occupato) e quindi di rilevare l'arrivo e la partenza di un mezzo pesante dall'area di sosta.

La questione sicurezza, intesa come security, nel settore dell'autotrasporto è legata principalmente ai furti di carichi merce e le aggressioni contro i conducenti, che avvengono, per la maggior parte, nelle aree di sosta e di servizio.

Altro tema importate è legato all'esigenza del rispetto obbligatorio del riposo previsto dalla legge per gli autotrasportatori, che attualmente, nelle ore notturne, sostano impropriamente in aree inadeguate (corsie di accelerazione/decelerazione di aree di servizio, piazzole di sosta) con evidenti rischi per la sicurezza stradale.

Le aree dedicate ai mezzi pensanti serviranno, in aggiunta, a gestire anche particolari emergenze quali incidenti e condizioni atmosferiche particolarmente avverse.

Obiettivi primari che il servizio di Intelligent Truck Parking (ITP) si propone sono:

- Definizione di uno standard in linea con quello europeo per la sicurezza delle aree di sosta riservate ai mezzi pesanti;
- Creazione di aree di sosta "modello", comprensive di stalli automatizzati con la possibilità di prenotare gli stessi e i servizi accessori disponibili (come ad esempio vigilanza, soccorso medico, alimentazione elettrica carri frigo, officine riparazioni, ecc.)
- Sviluppo di un sistema di prenotazione, guida ai parcheggi e informazione, relativo a tutti i tipi di aree di sosta per mezzi pesanti in gestione Anas, attraverso un portale di libero accesso con informazioni su tutte le aree ITP lungo le arterie stradali. Il portale permetterà di consultare le seguenti informazioni: posizione dell'area ITP, dimensione e servizi dell'area, disponibilità di stalli; possibilità di prenotare gli stalli on-line, accesso all'area ed allo stallo prenotato per una certa fascia oraria tramite prenotazione on-line; generazione di un *QR Code*, necessario per l'accesso allo stallo protetto.

Risulta particolarmente importante l'ultimo punto che permetterà, inserendo una località, il numero di un'autostrada od un itinerario, di visualizzare a schermo una mappa interattiva che presenta l'elenco di tutte le aree di sosta ITP di Anas. Sarà possibile filtrare i risultati della ricerca in base a vari criteri per sapere ad esempio se l'area di sosta include i servizi di vigilanza, soccorso medico, alimentazione elettrica carri frigo, officine riparazioni, ecc.

Gli stalli che sono indicati come "prenotabili" sono segnalati su una mappa interattiva con la lettera "R", e possono essere prenotati immediatamente via internet, tramite qualsiasi device o da un computer a bordo del mezzo: la possibilità di prenotare un posto nell'area di sosta ITP da parte dell'utente permette allo stesso di risparmiare lunghe ricerche per verificare la disponibilità di aree di sosta ed ottimizzare le spese di viaggio e di stazionamento.

La procedura che il conducente o il pianificatore dovrà seguire nella prenotazione è la seguente: dopo aver effettuato l'accesso, l'utente potrà scegliere un'area di sosta libera lungo la tratta di viaggio, oppure in una località precisa, quindi immettere la data e l'ora di arrivo e partenza previste, ed infine confermare: il sistema invierà un'e-mail e un messaggio SMS di conferma della prenotazione con tutti i dati rilevanti (nome, posizione dell'area ITP, numero di prenotazione dello stallo, nome del contatto sul posto). L'utente registrato potrà prenotare un posto, in base alla disponibilità, diversi giorni in anticipo oppure poco prima dell'arrivo.

2 Il Contesto Normativo

Il panorama normativo dei trasporti intelligenti annovera una moltitudine e frammentaria regolamentazione, di seguito si riportano le principali di indirizzo per la Smart Road.

Regolamenti e Direttive Europee

DIRETTIVA 2010/40/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 7 luglio 2010 sul quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto.

Libro Bianco 2011 Commissione Europea, "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile", con cui la Commissione europea ha adottato una strategia globale (Trasporti 2050) per un sistema di trasporti competitivo in grado di incrementare la mobilità, rimuovere i principali ostacoli nelle aree principali e alimentare la crescita e l'occupazione. Allo stesso tempo, le proposte ridurranno drasticamente la dipendenza dell'Europa dalle importazioni di petrolio e diminuiranno del 60% le emissioni di carbonio nei trasporti entro il 2050.

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 305/2013 DELLA COMMISSIONE del 26 novembre 2012 che integra la direttiva 2010/40/UE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la predisposizione armonizzata in tutto il territorio dell'Unione Europea di un servizio elettronico di chiamata di emergenza (eCall) interoperabile.

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 885/2013 DELLA COMMISSIONE del 15 maggio 2013 che integra la direttiva 2010/40/UE del Parlamento europeo e del Consiglio sui sistemi di trasporto intelligenti, in merito alla predisposizione dei servizi d'informazione sulle aree di parcheggio sicure destinate agli automezzi pesanti e ai veicoli commerciali.

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 886/2013 DELLA COMMISSIONE del 15 maggio 2013 che integra la direttiva 2010/40/UE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i dati e le procedure per la comunicazione gratuita agli utenti, ove possibile, di informazioni minime universali sulla viabilità connesse alla sicurezza stradale.

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 962/2015 DELLA COMMISSIONE del 18 dicembre 2014 che integra la direttiva 2010/40/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativamente alla predisposizione in tutto il territorio dell'Unione europea di servizi di informazione sul traffico in tempo reale.

A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility Brussels, 30.11.2016 COM (2016) 766 final.

La Commissione Europea ha emanato, in data 05 agosto 2008, la Decisione 671 relativa all'uso armonizzato dello spettro radio nella banda di frequenze 5875-5905 MHz per le applicazioni legate alla sicurezza degli ITS (Sistemi di Trasporto Intelligente). Nella relazione del 21 dicembre 2007 la CEPT ha concluso che le frequenze comprese tra 5875 e 5905 MHz si adattano alle applicazioni ITS legate alla sicurezza stradale fornendo al conducente del veicolo informazioni sull'ambiente, sugli altri veicoli e sugli altri utenti della strada.

È necessario che i trasmettitori ITS ottimizzino l'utilizzo dello spettro radio e mantengano la potenza di trasmissione a livello minimo in modo da utilizzare le radiofrequenze attribuite ai sistemi di trasporto intelligenti in modo efficiente ed evitare le interferenze dannose.

A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility Brussels, 30.11.2016 COM (2016) 766 final.

Decreti, Leggi e Linee Guida Nazionali

DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, distribuzione, accumulo e utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

Decreto Legislativo 285/92 nuovo Codice della strada.

Decreto del Ministero dell'Ambiente 381/98 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".

Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2001, n.447 "Regolamento recante disposizioni in materia di licenze individuali e di autorizzazioni generali per i servizi di telecomunicazioni ad uso privato".

Piano di Azione ITS, dicembre 2008.

D.P.R.151 del 1 Agosto 2011, Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi.

Decreto Legislativo 387/2003 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità";

Decreto Legislativo 28/2011 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE".

Decreto Legislativo 152/2006 "Norme in materia di sicurezza ambientale"

Nota DCPREV n. 1324 del 7 febbraio 2012: "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici".

Nota DCPREV n. 6334 del 4 maggio 2012

Decreto-Legge del 18 Ottobre 2012 n. 179 convertito, con modificazioni, dalla legge 17 Dicembre 2012, n° 221, "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", nell'ambito dell'art 8 - "Misure per l'innovazione dei sistemi di trasporto" è il decreto con cui l'Italia ha recepito la Direttiva ITS 2010/40/UE.

Decreto interministeriale 1 febbraio 2013, recante "Diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti (ITS) in Italia", che costituisce la base metodologica ed operativa del Piano di Azione Nazionale.

"Piano Nazionale Per Lo Sviluppo Dei Sistemi ITS" 12 febbraio 2014.

"Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze del Ministero dello Sviluppo Economico - 27 maggio 2015.

DECRETO 16 gennaio 2015 MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI Recepimento della direttiva 2014/103/UE della Commissione del 21 novembre 2014 che adegua per la terza volta al progresso scientifico e tecnico gli allegati della direttiva 2008/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa al trasporto interno di merci pericolose.

Decreto Legislativo 50/2016 Nuovo codice degli appalti.

"STANDARD FUNZIONALI PER LE SMART-ROAD" Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Position Paper del 22/06/2016.

Legge di Bilancio 2018 (pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 29 dicembre 2017)

Norme tecniche

Norma UNI CEI EN 16001:2009 Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso.

Norma UNI CEI EN 15900 Efficienza energetica dei servizi - Definizioni e requisiti.

Norma UNI CEI EN 11339 Gestione dell'energia - Esperti in gestione dell'energia.

Norma UNI CEI EN 60332-3 Procedura e requisiti di prova della non propagazione dell'incendio per cavi elettrici.

Norma UNI CEI EN 60754 Prove sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi.

Norma UNI CEI EN 61537 Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini per la posa dei cavi.

UNI 10772 - CLASSE A Telematica per il traffico ed il trasporto su strada - Sistemi per l'elaborazione delle immagini video atti al riconoscimento delle targhe per applicazioni telematiche ai fini dell'accertamento di violazioni delle regole del codice della strada e dei criteri di pedaggio.

UNI 5649-1 Tipi di rame non legato da lavorazione plastica. Qualità. Prescrizione e prove.

ISO 8528-5 Standard internazionali per i motori a combustione interna dei generatori di corrente.

ISO/IEC 11801- 2a edition Sistemi di cablaggio di telecomunicazione generici.

Norme CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.

Norme CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

Norme CEI 20-22 Prove di incendio su cavi elettrici.

Norme CEI 20-37/4-0 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 4: Determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi.

Norme CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

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

Norme CE 771/2006 Decisione della Commissione del 9 novembre 2006, relativa all'armonizzazione dello spettro radio per l'utilizzo da parte di apparecchiature a corto raggio.

Norme CE 671/2008 Decisione della Commissione, del 5 agosto 2008, sull'uso armonizzato dello spettro radio nella banda di frequenze 5875 - 5905 MHz per le applicazioni legate alla sicurezza dei sistemi di trasporto intelligenti (STI).

ECC/DEC/ (02) 01 decisione del COMITATO COMUNICAZIONI ELETTRONICHE del 15 marzo 2002 sulle bande di frequenza da designare per l'introduzione coordinata di sistemi telematici per il Trasporto e traffico su strada.

DM 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni.

ERC/REC 70-03 **Raccomandazioni relative all'uso di dispositivi a corto raggio.**

Restriction of Hazardous Substances (RoHS) restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

EN 50173-1 2a edition norma europea che fornisce le prescrizioni generali relative alla struttura e alla configurazione dei sistemi di cablaggio strutturato all'interno di vari tipi di locali definiti nelle altre norme della serie 50173.

EN 61558-2-4 Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione e similari Parte 2-4: Prescrizioni particolari per trasformatori d'isolamento per uso generale.

EIA-TIA 568 C Standard di telecomunicazioni in revisione C per il cablaggio di prodotti e servizi di telecomunicazione.

ITU-G.655 Caratteristiche dei cavi in fibra ottica a dispersione non nulla.

DATEX-II (CEN/TS 16157 e successivi aggiornamenti). Standard per ITS sulle strade europee.

Standard IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

IEEE 1609 - Famiglia di standard per sistemi di comunicazione veicolare. IEEE 802.11 standard di trasmissione per le reti WLAN, reti locali che usano la tecnologia wireless, invece che la connessione

cablata via cavo, sotto forma di varie release, sviluppato dal gruppo 11 dell'IEEE 802 Prevede trasmissioni a 1 e 2 Mbps.

IEEE 802.3-2015 - Standard IEEE per le reti Ethernet.

IEEE 802.11 a, release dell'802.11 che permette di ottenere un'alta capacità di banda (54 Mbps teorici, 30 Mbps reali) e specifica 8 canali radio nella banda di frequenza dei 5 GHz.

IEEE 802.11 b release dell'802.11 che propone una capacità di banda teorica di 11 Mbps (6 reali) con una portata che può andare fino a 300 metri in uno spazio aperto e libero e utilizza la banda dei 2,4 GHz, con 3 canali radio disponibili.

IEEE 802.11 g release dell'802.11 che offre un'alta capacità di banda (54 Mbps teorici, 30 reali) sulla banda di frequenza dei 3.4 GHz. Ha una compatibilità ascendente con la norma 802.11b, ovvero gli hardware conformi alla norma 802.11g possono funzionare in 802.11b.

IEEE 802.11 i release dell'802.11 che ha lo scopo di migliorare la sicurezza delle trasmissioni.

IEEE 802.11 n release dell'802.11 che include la possibilità di utilizzare la tecnologia MIMO, la quale consentirà di utilizzare più antenne per trasmettere e più antenne per ricevere incrementando la banda disponibile.

IEEE 802.11p emendamento approvato per lo standard IEEE 802.11 per introdurre la banda di frequenza DSRC (5,85-5,925 GHz) che consente di fornire servizi nelle comunicazioni da Veicolo a Veicolo (V2V) e da Veicolo a Infrastruttura (V2I).

IEEE 802.11 r anche noto come fast BSS transition (FT) è una modifica allo standard IEEE 802.11 allo scopo di permettere la continuità di connessione tra dispositivi wireless in movimento tramite rapidi e sicuri trasferimenti tra un access point e un altro.

IEEE 802.11 k release dell'802.11 che permette per la gestione e manutenzione delle reti wireless.

IEEE 802.1q standard che permette a più reti virtuali VLAN di condividere lo stesso collegamento fisico senza perdita di informazioni tra un apparato e un altro.

IEEE 802.1x termine generico che si riferisce allo standard IEEE 802.11 per definire la comunicazione su una rete WLAN.

IEEE 802.15.4 standard per regolamentare il livello fisico ed il livello MAC di reti a corto raggio, tipicamente inferiore a 30 m, che lavorano con basse velocità di trasferimento dati.

IEEE 802.15.4e Standard WPAN immune alle interferenze EM.

Standard ETSI (European Telecommunications Standard Institute)

ETSI EN 300 065 Apparecchiatura telegrafica a stampante diretta a banda stretta per ricezione di informazione meteorologica o di navigazione (NAVTEX); Norma Armonizzata che soddisfa i requisiti essenziali degli articoli 3.2 e 3.3 (g) della Direttiva 2014/53/UE.

ETSI EN 302 637 - 2: il documento fornisce le specifiche del Cooperative Awareness Message (CAM).

ETSI EN 302 637 - 3: il documento fornisce le specifiche del Decentralized Environmental Notification Message.

ETSI EN 302 571: il documento descrive la comunicazione mediante radiofrequenza tra OBU e RSU.

ETSI EN 302 665: il documento descrive l'architettura globale della comunicazione negli ITS (ITSC).

ETSI TR 102 638: il documento descrive l'architettura globale della comunicazione negli ITS focalizzando l'attenzione sui Basic Set of Applications (BSA).

ETSI EN 302 663: il documento descrive le bande di frequenza dell'ETSI G5 e definisce l'architettura degli Access Layer (Physical Access e Medium Access Control).

ETSI EN 300 647-2-1 Norma armonizzata ai sensi dell'articolo 3.2 della direttiva R & TTE (Direttiva europea sulle Apparecchiature Radio e Terminali di Telecomunicazioni); Sotto-parte 1: Requisiti per le unità a bordo strada (RSU).

ETSI EN 300 647-2-2 Norma armonizzata ai sensi dell'articolo 3.2 della Direttiva R & TTE (Direttiva europea sulle Apparecchiature Radio e Terminali di Telecomunicazioni). Sotto-parte 2: On-Board Unit (OBU).

UNI EN 1194; UNI EN 14080; UNI EN 386 UNI EN 387 sostituite dalla **EN 14080:2013** "Strutture di legno, legno lamellare incollato e legno massiccio incollato".

UNI EN 338 "Legno Strutturale-Classi di Resistenza".

UNI EN 1912 "Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie".

DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI

Acronimo	Significato	Definizione
AC	Alternative Current	Corrente Alternata
ADC	Analog to Digital Converter	Notazione indicante il Convertitore da Analogico a Digitale
ADR	Agreement concerning the international carriage of Dangerous goods by Road	Accordo Europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada. L'accordo originale è stato siglato a Ginevra il 30 settembre 1957 come European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road. Il testo viene aggiornato ogni due anni ad oggi è in vigore l'ADR 2015.
AISI	American Iron and Steel Institute.	Notazione che, attraverso una sigla a tre cifre, individua la classe di acciaio.
AP	Access Point	Dispositivo elettronico di telecomunicazioni che, collegato ad una rete cablata, o anche, per esempio, ad un router, permette all'utente mobile di accedervi in modalità wireless direttamente tramite il suo terminale, se dotato di scheda apposita. Se esso viene collegato fisicamente ad una rete cablata (oppure via radio ad un altro access point), può ricevere ed inviare un segnale radio all'utente grazie ad antenne e apparati di ricetrasmissione, permettendo così la connessione sotto forma di accesso radio.
Autenticazione Captive Portal		Tecnica che forza un client http connesso alla rete a visitare una speciale pagina web (usualmente per l'autenticazione) prima di poter accedere alla navigazione in rete.
BACKHAUL	Dall'inglese letteralmente "carico di ritorno"	Nel campo delle telecomunicazioni, una rete di backhaul o rete di ritorno è la porzione di una rete gerarchica che comprende i collegamenti intermedi tra la rete centrale (o nucleo o dorsale) e le piccole sottoreti ai "margini" della stessa rete gerarchica.
BACKHAUL mesh		In una struttura gerarchica delle telecomunicazioni di rete la parte backhaul della rete comprende i collegamenti intermedi tra la rete principale, o la rete dorsale e le piccole sottoreti a "bordo" di tutta la rete gerarchica.
Backup		Salvataggio, totale o parziale, dei contenuti di una memoria di massa

Best effort			Si dice di un servizio di rete in cui all'utente non viene fornita alcuna garanzia sulla qualità del servizio, sull'effettiva velocità del trasferimento o sulla sua corretta effettuazione.
Big Data			Termine usato per descrivere una raccolta di dati così estesa in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l'estrazione di valore
Bit	Binary digit		In informatica, il bit è l'unità di misura elementare dell'informazione, che viene rappresentata alternativamente con le cifre 0 e 1, in quanto corrisponde a una scelta tra due alternative egualmente possibili (simbolo b).
BLE	Bluetooth Low Energy		La tecnologia BLE, rispetto al classico Bluetooth, si caratterizza per una considerevole riduzione dei consumi energetici, pur mantenendo un simile range di comunicazione.
BOS	Balance Of System		Insiemi di dispositivi che consentono di regolare la produzione di energia elettrica e di riversarla in rete o in accumulo con gli standard di qualità e sicurezza necessari.
BSA	Basic Set of Application		Group of mature applications (regrouped use cases), supported by a mature, relevant vehicular communication system NOTE: basic set of applications can be deployed simultaneously at a targeted time (day 1) with the objective to serve societal and business objectives of private and public road transport stakeholders.
BT	Bassa Tensione		
CAM	Cooperative Message	Awareness	Messaggi scambiati tra i veicoli e l'infrastruttura, definiti dallo standard ETSI EN 302 665.
CC/AC	Convertitore (Inverter)		Notazione indicante il Convertitore da Corrente Continua a Corrente Alternata
CCL	Centro di Controllo di rete Locale		
CCR	Centro di Controllo Remoto		Centro di controllo con funzioni corrispondenti a quelle di RMT erogate o centralmente o presso le sedi territoriali

CEI	Comitato Italiano	Elettrotecnico	Il CEI è un'associazione riconosciuta sia dallo Stato Italiano, sia dall'Unione europea, per le attività normative e di divulgazione della cultura tecnico-scientifica
CEPT	Conferenza Europea Poste e Telecomunicazioni		Organizzazione nata il 26 giugno 1959 in Francia per assolvere a compiti di coordinamento, uniformando norme procedurali e tecniche, e di organizzazione in ambito europeo riguardo agli standard di telecomunicazione e ai servizi postali. La CEPT nel 1988 ha poi costituito l'ETSI, che si occupa di redigere le norme relative al Data Communication.
C-ITS	Cooperative Transport Systems	Intelligent	I C-ITS sono sistemi che consentono lo scambio di dati efficace attraverso tecnologie wireless in modo che i veicoli siano in grado di connettersi tra di loro, con l'infrastruttura stradale e con gli altri utenti della strada.
CLI	Command Line Interface		In informatica l'interfaccia a riga di comando, anche conosciuta come CLI, a volte detta semplicemente riga di comando, indica una tipologia di interfaccia utente caratterizzata da un'interazione di tipo testuale tra utente ed elaboratore: l'utente impartisce comandi testuali in input mediante tastiera alfanumerica e riceve risposte testuali in output dall'elaboratore mediante display o stampante alfanumerici.
Client			Un client, in informatica, indica una componente che accede ai servizi o alle risorse di un'altra componente detta server. In questo contesto, si può quindi parlare di client riferendosi all'hardware oppure al software. Esso fa parte dunque dell'architettura logica di rete detta client-server.
Cloud			Si indica un paradigma di erogazione di risorse informatiche, come l'archiviazione, l'elaborazione o la trasmissione di dati, caratterizzato dalla disponibilità on demand attraverso Internet a partire da un insieme di risorse preesistenti e configurabili.
Cloud Computing			Erogazione di risorse informatiche attraverso internet
Clustering	Grappolo		Il Clustering o analisi dei cluster (dal termine inglese cluster analysis) è un insieme di tecniche di analisi multivariata dei dati volte

		alla selezione e raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati.
Data link		Si intende la connessione tra una stazione e un'altra al fine di trasmettere e ricevere segnali digitali.
DATEX-II		Standard sviluppato per lo scambio di informazioni tra i centri di gestione del traffico sviluppati in linea con il piano d'azione ITS
DB	Database	Base di dati Un insieme di dati organizzati in tabelle legate tra loro da relazioni, aventi struttura predefinita e caratteristiche note e sulle quali si possano effettuare operazioni di inserimento, aggiornamento, cancellazione e consultazione.
DC	Direct Current	Corrente Continua
DENM	Decentralized Environmental Notification Message	Messaggi scambiati tra i veicoli, relativi ad eventi di allarme verificatisi su strada.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (Protocollo di configurazione IP dinamica)	Protocollo di rete di livello applicativo che permette ai dispositivi o terminali di una rete locale di ricevere automaticamente ad ogni richiesta di accesso a una rete IP (quale una LAN) la configurazione IP necessaria per stabilire una connessione e operare su una rete più ampia basata su Internet Protocol, cioè interoperare con tutte le altre sottoreti scambiandosi dati, purché anch'esse integrate allo stesso modo con il protocollo IP.
DLL	Data Link Layer Livello di collegamento dati	È il secondo livello dell'architettura di rete basata sul modello ISO/OSI per l'interconnessione di sistemi aperti. Questo livello in trasmissione riceve pacchetti dati dal livello di rete e forma i frame che vengono passati al sottostante livello fisico con l'obiettivo di permettere il trasferimento affidabile dei dati attraverso il sottostante canale
DSRC	Dedicated Short Range Communications	Sistema bidirezionale di comunicazione di tipo wireless a corto e medio raggio che consente la trasmissione di dati per applicazioni intelligenti nell'ambito del settore dei trasporti e della mobilità.
DSS	Decision Support System	Software di supporto alle decisioni interno all'Anas.
EAP	Extensible Authentication Protocol	Framework di autenticazione utilizzato sugli access point e nelle connessioni PPP. L'utilizzo di EAP all'interno di una rete

			wireless. prevede che non sia l'access point ad autenticare il client: esso redirige la richiesta di autenticazione avanzata dal client ad uno specifico server.
eCall			Servizio elettronico di chiamata di emergenza interoperabile.
EIA/TIA 568 C	Electronic Industries Alliance/Telecommunications Industry Association		Serie di standard che riguardano il cablaggio dei prodotti e servizi di telecomunicazione.
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power		Misura di densità di potenza radio irradiata da un'antenna, indipendente dalla larghezza di banda radio utilizzata. È espresso in Watt o milliwatt; spesso è conveniente misurarlo in dBm.
EN	European Norm		Sigla che identifica le norme elaborate dal CEN (Comité Européen de Normalisation), Organismo di Normazione Europea. I Paesi membri CEN devono obbligatoriamente recepire le norme EN (nel caso dell'Italia esse diventano UNI EN).
ERC	European Commission	Research	Commissione europea di Ricerca
ETSI	European Telecommunications Standard Institute		Ente di standardizzazione europeo che produce standard globalmente applicabili per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione.
ETSI ITS G5	European Telecommunications Standard Institute - Intelligent Transport Systems		Standard europeo per la comunicazione veicolare in bande di frequenza dedicate per il sistema europeo di trasporto intelligenti (ITS)
FCC	Federal Communications Commission		Commissione federale per le comunicazioni con carattere di autorità amministrativa indipendente che è incaricata di tutti gli usi dello spettro radio (incluse trasmissioni radio e televisive) non governativi, tutte le telecomunicazioni interstatali (via cavo, telefoniche e satellitari) e le comunicazioni internazionali che provengono e sono destinate agli Stati Uniti.
FEC	Forward Error Correction		
Firewall	Firewall Parete tagliafuoco		(a) Uno speciale tipo di porte, a chiusura automatica in caso di incendio. (b) Sistema di sicurezza per il controllo degli accessi a una rete.
Firmware			Programma, ovvero una sequenza di istruzioni, integrato direttamente in un

		componente elettronico nel senso più vasto del termine (integrati, schede elettroniche, periferiche). Il suo scopo è quello di avviare il componente stesso e consentirgli di interagire con altri componenti hardware tramite l'implementazione di protocolli di comunicazione o interfacce di programmazione.
Frame Aggregation		Una stazione con uno o più frame da inviare può scegliere di trasmetterli come un unico frame. Il frame risultante contiene un unico Radio-Preamble e un unico Radio-Header, riducendo così l'overhead e aumentando, di conseguenza, il payload, e poiché viene effettuata un'unica trasmissione vengono ridotti il tempo di contesa e di backoff sul mezzo wireless e il numero delle potenziali collisioni.
FTP	File Transfer Protocol	Protocollo che governa l'operazione di trasferimento dei file da un computer ad un altro.
Gateway	Nodo di transito	Convertitore di protocollo. Un nodo specifico dell'applicazione che collega tra loro reti altrimenti incompatibili. Converte i codici dei dati e i protocolli di trasmissione per garantire l'interoperabilità ovvero trasferisce dati o messaggi tra programmi o reti normalmente incompatibili.
GE	Gigabit Ethernet	Rete Ethernet con un bit rate dell'ordine del Gigabit per secondo (Gb/s)
GHz	Gigahertz	Unità di misura della frequenza, pari a un miliardo di Hertz, cioè di cicli al secondo
GPS	Global Positioning System	Sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile che, attraverso una rete dedicata di satelliti artificiali in orbita, fornisce ad un terminale mobile o ricevitore GPS informazioni sulle sue coordinate geografiche ed orario, in ogni condizione meteorologica, ovunque sulla Terra ove vi sia un contatto privo di ostacoli.
GUI	Graphical user interface (interfaccia utente di tipo grafico)	Un'interfaccia grafica dà la possibilità di interagire con il computer tramite la tecnica di tipo "punta-e-fai-clic" o di manipolare altrimenti immagini e icone sullo schermo

Handover		Nell'ambito delle comunicazioni telematiche wireless, per handover si intende la procedura per la quale viene cambiato il canale usato dalla connessione di un terminale mobile alla rete wireless mantenendo attiva la comunicazione.
HD	High Definition	Alta definizione
HF	High Frequency	Alta frequenza
Hop	"Salto"	"Salti" successivi da un MAP (Mesh Access Point) che consentono di raggiungere da un nodo RAP (Root Access Point) non solo gli altri nodi adiacenti, ma anche quelli più distanti.
Host		Nodo ospite che indica ogni terminale collegato, attraverso un link di comunicazione, ad una rete informatica (es. Internet)
Hosting		Servizio che ospita su un Web server le pagine di un sito, rendendole visibili in Internet.
ICT	Information and Communication Technology Tecnologia dell'Informazione e della Comunicazione	L'insieme delle tecnologie informatiche e di telecomunicazioni e della loro integrazione.
IEC	International Electrotechnical Commission	Organizzazione internazionale per la definizione di standard in materia di elettricità, elettronica e tecnologie correlate
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	Associazione internazionale di scienziati professionisti con l'obiettivo della promozione delle scienze tecnologiche
IoT	Internet of Things	Neologismo in telecomunicazioni riferito all'estensione di internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti che si rendono riconoscibili e acquisiscono intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su se stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri.
IP	Internet Protocol	Protocollo Internet che definisce le unità di informazione passate da un sistema all'altro per garantire un servizio di base per l'inoltro dei pacchetti di dati.
Ipv6		Sesta versione dell'evoluzione del protocollo IP, Internet Protocol.
ISM	Industrial Scientific and Medical	Applicazioni Industriali Scientifiche e Medicali

ISO	International Organization for Standardization	È la più importante organizzazione a livello mondiale per la definizione di norme tecniche.
ITP	Intelligent Truck Parking	Parcheggio intelligente per mezzi pesanti
ITS	Intelligent Transport Systems	Sistemi che, seguendo standard nazionali ed internazionali, presentano avanzate tecnologie di informazione e di comunicazione al fine di migliorare la sicurezza della guida e l'incolumità delle persone, dei veicoli e delle merci, nonché l'efficienza dei sistemi di trasporto per i passeggeri e le merci.
ITSC	Intelligent Transportation Systems Society	Sistema di comunicazione dedicato ai trasporti.
ITU	International Telecommunication Union	Agenzia delle Nazioni Unite specializzata nel campo delle telecomunicazioni e delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione.
Jitter		In elettronica e telecomunicazioni con il termine jitter si indica la variazione di una o più caratteristiche di un segnale come, ad esempio, l'ampiezza, la frequenza, la fase.
KEMLER		Il Kemler-ONU è un codice internazionale posto sulle fiancate e sul retro dei mezzi che trasportano merci pericolose. Identifica il tipo di materia trasportata ed il tipo di pericolosità della stessa. In caso di incidente la tempestiva comunicazione ai Vigili del Fuoco, dei numeri riportati sul pannello, consente di stabilire rapidamente le modalità del tipo di intervento.
Kernel	Nucleo	Costituisce il nucleo di un sistema operativo ovvero il software avente il compito di fornire ai processi in esecuzione sull'elaboratore un accesso sicuro e controllato all'hardware.
LAN	Local Area Network	
Layer	Strato	Livello, es: nella grafica vettoriale o nella stratificazione dell'OSI Model.
LEACH	Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy	
LED	Light Emitting Diode	
LI-PO	Litio Ione Polimero	
LLC	Logical Link Control	

LoRa	Long Range		
LoRa WAN	Long Range	Wide Area	Network
LPWAN	Low Power-Wide	Area Network	
M2M	Machine to Machine		
MAC	Medium Access Control		
MAP	Mesh Access Point		
MEMS	Micro Electro	Mechanical Systems	
MIB	Management Base	Information	
MID	Metrological	Instruments Devices	
MID	Contatore di energia		
MIMO	<p>Nelle telecomunicazioni, indica l'uso di un sistema di antenne multiple sia sul lato emittente sia sul lato ricevente, allo scopo di migliorare le prestazioni del canale di comunicazione. È una delle possibili topologie di "antenna intelligente": una schiera di singole antenne elabora il segnale, in questo caso sfruttando l'idea di "interferenza costruttiva del multipath" (altre possibili tecniche sono, per esempio, lobi di irradiazione variabili nel tempo, on demand; oppure antenna diversity)</p>		
MIT	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti		
Mobile device	Dispositivi mobili	<p>Dispositivi elettronici che sono pienamente utilizzabili seguendo la mobilità dell'utente quali telefoni cellulari, palmari, smartphone, tablet</p>	
MPLS	Multi Protocol Switching	Label	<p>Tecnologia per reti IP che permette di instradare flussi di traffico multiprotocollo tra nodo di origine e nodo di destinazione tramite l'utilizzo di identificativi tra coppie di router adiacenti e semplici operazioni sulle etichette stesse.</p>
MT	Media Tensione		

Multicast Frames	Metodo per la trasmissione di dati attraverso reti, da un singolo punto che trasmette un solo flusso di dati verso più punti riceventi. Ottimizza l'uso della rete, rispetto ai metodi unicast (molti flussi di dati, uno per ciascun punto che vuole riceverlo) e broadcast (un singolo flusso di dati per tutti i riceventi, anche se non vogliono riceverlo).	
Multipath Fading	Nelle telecomunicazioni il multipath fading è una forma di distorsione di un segnale che giunge a destinazione sotto forma di un certo numero di repliche, sfasate nel tempo, originate dai vari percorsi (multipath) che il segnale stesso può aver seguito durante la sua propagazione e sommantesi tra loro in ricezione; ogni replica inoltre, avendo compiuto un percorso proprio di una certa lunghezza e caratterizzato da una riflessione su superfici in generale diverse, sarà dunque soggetta ad un'attenuazione in generale diversa da quella subita dalle altre repliche. È un problema tipico delle radiocomunicazioni sia fisse che mobili in maniera deterministica nel primo caso e con caratteristiche tipiche di un processo aleatorio nel secondo caso. L'arrivo delle varie repliche all'interno di un tempo di simbolo non costituisce un serio problema, al contrario ritardi paragonabili alla durata del tempo di simbolo causano dannosi fenomeni di interferenza.	
NAT	Network Address Translation	Traduzione degli indirizzi di rete, conosciuto anche come network masquerading, native address translation, è una tecnica che consiste nel modificare gli indirizzi IP dei pacchetti in transito su un sistema che agisce da router all'interno di una comunicazione tra due o più host.
NDEF	NFC Data Exchange Format	Definisce il formato di incapsulamento dei rapporti per lo scambio di informazioni tra dispositivi rispettando le raccomandazioni del NFC Forum, ovvero tra due dispositivi NFC attivi o dispositivi attivi e dispositivi passivi (tag). È un messaggio binario che può essere utilizzato per incapsulare eventuali protocolli applicativi dati in un singolo report. Lo scopo della specifica NDEF è definire la struttura e le regole di dati per costruire validi rapporti. Inoltre definisce anche i tipi di dati applicativi incapsulati in NDEF relazioni.

NFC	Near Field Communication		Tecnologia che permette di ottenere connessioni wireless bidirezionali a breve distanza.
Nodo			In informatica e telecomunicazioni, è qualsiasi dispositivo hardware del sistema in grado di comunicare con gli altri dispositivi che fanno parte della rete.
NC	Nodo di Centro		
NS	Nodo di Segmento		
OBU	On board Unit		Dispositivo di comunicazione montato sul veicolo che permette di comunicare con altri OBU o RSU.
OCPP	Open Charge Point Protocol		Protocollo applicativo per la comunicazione tra le stazioni di ricarica dei veicoli elettrici e un sistema di gestione centralizzato
Open Data	Dati aperti		Dati liberamente accessibili a tutti le cui eventuali restrizioni sono l'obbligo di citare la fonte o di mantenere la banca dati sempre aperta.
OSI	Open Interconnection Systems		Conosciuto come modello ISO/OSI è uno standard de iure per reti di calcolatori stabilito nel 1978 dall'International Organization for Standardization (ISO), il principale ente di standardizzazione internazionale. Esso stabilisce per l'architettura logica di rete una struttura a strati composta da una pila di protocolli di comunicazione di rete suddivisa in 7 livelli, i quali insieme eseguono tutte le funzionalità della rete, seguendo un modello logico-gerarchico.
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer		Strumento di misura optoelettronico, usato principalmente nel campo delle telecomunicazioni per l'analisi e la diagnosi dei guasti nelle fibre ottiche.
Overhead			In informatica, la parola inglese Overhead (letteralmente in alto, che sta di sopra) serve per definire le risorse accessorie, richieste in sovrappiù rispetto a quelle strettamente necessarie per ottenere un determinato scopo in seguito all'introduzione di un metodo o di un processo più evoluto o più generale.

P2P	Pear to Pear	Architettura di rete in cui, a differenza della struttura client-server, tutti i nodi possono indifferentemente agire come richiedenti o come fornitori di dati e applicazioni.
PEAP	Protected EAP	
PHY	Physical Layer	
PoE	Power over Ethernet	
QoS	Quality of Service	
QR code	Quick Response Code	
Rack		Telaio per apparecchi elettronici a struttura modulare.
RAP	Root Access Point	
Rete Flat	pg 63	
RF	Radio Frequenza	
RFID	Radio Identification	Frequency
RLAN	Radio LAN	Rete locale che comunica via radio, anziché via cavo e fornisce connettività a banda larga.
RMT	Road Management Tool	
Roaming		Accordo tra due o più società di gestione del servizio di telefonia mobile, operanti sullo stesso territorio o in paesi diversi, in base al quale gli utenti di una società possono utilizzare la rete delle altre.
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	
Routing		Nel campo delle reti di telecomunicazione, è la funzione di un commutatore (router, switch) che decide su quale porta o interfaccia inviare un elemento di comunicazione ricevuto (conversazione telefonica, pacchetto dati, flusso di dati). Il termine è una metafora che si riferisce all'atto di instradare (dirigere, indirizzare).
RS	Router di Segmento	
RS232	Electronic Industries Alliance Recommended Standard 232	Porta seriale standard EIA equivalente allo standard europeo CCITT V21/V24, che definisce un'interfaccia seriale a bassa velocità di trasmissione per lo scambio di dati tra dispositivi digitali.

RS422	Recommended Standard 422	Protocollo per la comunicazione dati seriale che prevede l'impiego di due fili con linea differenziale e multi-punto (differenziale bilanciata).
RS485	Interfaccia di comunicazione	
RSU	Road-side Unit	Dispositivo situato sul ciglio della strada, che fornisce supporto per la connettività al passaggio di veicoli.
SAP	Service Access Point	Punto di accesso ad un servizio che un livello OSI offre al suo livello superiore, in un'architettura in cui ciascun livello offre una serie di servizi a quello gerarchicamente superiore ed usufruisce dei servizi offerti da quello sottostante.
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Indica un sistema informatico distribuito per il monitoraggio elettronico di sistemi fisici.
Server		Computer di elevate prestazioni che in una rete fornisce un servizio agli altri elaboratori collegati, detti client.
Shutter	Prese di ricarica	
SIM	Subscriber Identity Module	È una smart card che viene inserita in un telefono cellulare e consente di archiviare in modo sicuro l'IMSI, un numero univoco associato a tutti gli utenti di telefonia mobile di reti GSM o UMTS, che rappresenta l'identità internazionale di un utente di telefonia mobile. Le carte SIM sono utilizzate dagli operatori di telefonia mobile per mettere a disposizione degli abbonati connessioni voce e dati.
SM o SMX	Spatial Multiplexing	È una tecnica di trasmissione in comunicazione wireless MIMO per trasmettere segnali di dati indipendenti e codificati separatamente, cosiddetti flussi, da ciascuna delle molteplici antenne di trasmissione. Pertanto, la dimensione dello spazio viene riutilizzato più di una volta (multiplexing).
SMACS	Self-Organizing Medium Access Control for Sensor networks	
Smartdust Network		Consiste in un network costituito da microscopici sistemi elettro-meccanici (sensori) messi in comunicazione mediante un sistema wireless capaci di rilevare, per esempio, luce, temperatura oppure vibrazioni.

SMS	Short Message Service	Servizio di telefonia mobile per inviare brevi messaggi di testo da un cellulare a un altro, ed è per estensione comunemente usato in italiano per indicare ogni singolo messaggio inviato con tale servizi.
SOA	Servizi web	
SOAP	Simple Object Access Protocol	È un protocollo specifico per lo scambio di informazioni strutturate nella realizzazione di servizi web in reti di computer
SPD	Dispositivo di Protezione dalle sovratensioni	
SSH	In informatica e telecomunicazioni SSH (Secure SHell, shell sicura) è un protocollo che permette di stabilire una sessione remota cifrata tramite interfaccia a riga di comando con un altro host di una rete informatica	In informatica e telecomunicazioni SSH (Secure SHell, shell sicura) è un protocollo che permette di stabilire una sessione remota cifrata tramite interfaccia a riga di comando con un altro host di una rete informatica
SSID	Service Set Identifiers	Il service set identifier, o SSID, è il nome con cui una rete Wi-Fi o in generale una WLAN si identifica ai suoi utenti. Spesso gli access point sono configurati in modo da annunciare continuamente i loro SSID, cosicché i dispositivi mobili di ricetrasmisione Wi-Fi possano creare un elenco delle reti wireless disponibili nella zona in cui essi si trovano. Tale elenco può poi essere mostrato all'utente affinché possa scegliere la rete a cui connettersi (sempre che questa decisione non venga presa in automatico dal dispositivo).
Standalone		Oggetto o software capace di funzionare da solo o in maniera indipendente da altri oggetti o software, con cui potrebbe altrimenti interagire.
Stateful		Convertitore statico da Corrente Continua a Corrente Alternata
STIG	Sistema Telecontrollo Impianti in galleria	Il sistema tecnologico permette di monitorare in tempo reale il funzionamento degli impianti tecnologici in esercizio all'interno delle gallerie stradali insistenti sulla rete di Anas.
Switch	Commutatore	Apparato attivo di rete in grado di commutare, cioè di reindirizzare, le chiamate su una porta a un'altra singola specifica porta, utilizzando il livello 2 dello schema ISO-OSI.

Switch di layer 2		Dispositivo che usa il MAC address delle porte di interfaccia dell'host per decidere dove inoltrare i frame che riceve.
System.Web.UI		Il System.Web.UI dello spazio dei nomi fornisce classi e interfacce che consentono di creare controlli server ASP.NET e pagine Web ASP.NET per l'interfaccia utente delle applicazioni Web ASP.NET.
TACACS	Terminal Access Controller Access Control System	Si riferisce a un tipo di protocollo informatico per l'autenticazione e l'autorizzazione remota (non quindi AAA), con relativi servizi, per il controllo degli accessi in rete tramite un server centralizzato
TAG NFC	Tag Near Field Communication	Chip custoditi su piccole targhette adesive o simili su cui si possono scrivere dati e informazioni interpretabili da un mobile device.
TAG RFID	Tag Radio Frequency Identification	Tag Radio Frequency Identification
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol (Protocollo di controllo delle trasmissioni/Protocollo Internet)	Metodo di comunicazione concordato delle macchine in Internet che interagiscono tra loro inviando pacchetti attraverso più reti fino a quando essi raggiungono le loro destinazioni.
Tera-Play	Connettività multipla su larga banda	
Throughput		Nell'ambito delle telecomunicazioni, si intende per throughput di un canale di comunicazione, la sua capacità di trasmissione "effettivamente utilizzata". Il throughput viene di solito indicato con THR. Il throughput non è da confondersi con la "capacità" del link: sia la capacità che il throughput si esprimono in bit/s, ma mentre la prima esprime la frequenza trasmissiva massima alla quale i dati possono viaggiare, il throughput è un indice dell'"effettivo" utilizzo della capacità del link. Il throughput è la quantità di dati trasmessi in una unità di tempo, mentre la capacità dipende esclusivamente da quanta informazione è disponibile sul canale nella trasmissione.
TIA	Telecommunications Industry Association	Associazione accreditata dalla American National Standards Institute per sviluppare standard per una vasta gamma di tecnologie e prodotti di comunicazione.

TID	Tag Identifier	Etichette di identificazione a radiofrequenza per la raccolta di informazioni
TLS	Transport Layer Security	
T-MAC	Timeout-MAC	
TPC	Transmitter Power Control	
Triple play		Nel settore delle telecomunicazioni, il servizio Triple Play è un termine di marketing per il provisioning, su una singola connessione a banda larga, di due servizi ad alta intensità di banda.
Troubleshooting	"eliminazione del problema"	Processo di ricerca logica e sistematica delle cause di un problema su un prodotto o processo affinché il sistema torni ad essere nuovamente operativo e il malfunzionamento/guasto non si ripresenti più.
TTLS	Tunneled Transport Layer Security	
TVCC	Televisione a Circuito Chiuso	Telecamere che trasmettono il segnale verso specifici o limitati set di monitor e/o videoregistratori.
UID	Unique Identification	Nei sistemi operativi Unix e Unix-like, lo UID è un numero intero che identifica univocamente un utente del sistema.
UNI	Ente nazionale italiano di unificazione	Associazione privata che elabora e pubblica norme tecniche volontarie per tutti i settori industriali, commerciali e del terziario.
UV	Ultra Violetto	
V2I	Vehicle to Infrastructure	Connettività tra veicoli e infrastruttura
V2V	Vehicle to Vehicle	Connettività tra veicolo e veicolo
VMS		Piattaforma in grado di gestire fino a 50 telecamere dotata di software client/server per un sistema di gestione a matrice video virtuale. Il sistema VMS permette la gestione degli utenti, delle priorità, degli allarmi e della configurazione del sistema.
VOIP	Voice Over Internet Protocol	Tecnologia, per servizio telefonico, con connessione Internet o altra rete dati basata su IP
Wearable device	Dispositivo indossabile	

Wi-Fi		Tecnologia che attraverso i relativi dispositivi consente a terminali di utenza di collegarsi tra loro attraverso una rete locale in modalità wireless (WLAN) basandosi sulle specifiche dello standard IEEE 802.11
Wi-Fi in motion	Wi-Fi in movimento	
WIM	Weigh in Motion	Sistemi di pesatura dinamica, progettati per catturare e registrare il peso lordo di ogni singolo veicolo in transito a qualsiasi velocità di marcia, senza richiedere al veicolo di fermarsi.
Wired		Sistemi tradizionali basati su connessioni cablate.
Wireless		Comunicazione tra dispositivi elettronici che non fa uso di cavi.
WLAN	Wireless Local Area Network	Rete locale che sfrutta la tecnologia wireless, invece di una connessione cablata via cavo.
WMM	Wi-Fi Multimedia	
WPA2-CCMP (AES)		Il CCMP, sigla di Counter-Mode/CBC-Mac Protocol, è un metodo di cifratura utilizzato dallo standard IEEE 802.11i per la gestione delle chiavi e dell'integrità dei messaggi. Il CCMP fa parte del programma di certificazione WPA2. Wi-Fi Protected Access (WPA e WPA 2) è un programma di certificazione amministrato dall'alleanza del Wi-Fi come forma di protezione dei dati scambiati in una rete di computer wireless.
WPA2-TKIP		WPA2 sta sostituendo WPA. Come avvenne per il WPA, il WPA2 richiede una fase di testing e la certificazione da parte dell'alleanza Wi-Fi. WPA2 implementa gli elementi opzionali dello standard IEEE 802.11i
WPA-TKIP		Il protocollo TKIP cambia dinamicamente la chiave in uso e la combina con un vettore di inizializzazione (IVS) di dimensione doppia rispetto al WEP (in modo da rendere vani gli attacchi simili a quelli previsti per il WEP) e può essere implementato nelle schede di interfaccia wireless pre-WPA.
WSN	Wireless Sensor Network	Determinata tipologia di rete che, caratterizzata da una architettura distribuita, è realizzata da un insieme di dispositivi elettronici autonomi in grado di prelevare dati

		dall'ambiente circostante e di comunicare tra loro.
<hr/>		
XBEE		Tecnologia wireless di connessione da dispositivo a cloud
<hr/>		
ZigBee	IEEE 802.15.4 (Zig Bee)	ZigBee rappresenta uno dei principali standard di comunicazione, curato dalla ZigBee Alliance. Attraverso l'uso di piccole antenne digitali a bassa potenza e basso consumo basate sullo standard IEEE 802.15.4 per wireless personal area networks (WPAN), lo standard specifica una serie di profili applicativi che permettono di realizzare una comunicazione specifica per i diversi profili tipici nel campo delle Wireless Sensor Networks.
<hr/>		

“Con questa pubblicazione, unica a livello internazionale, Anas interpreta il concetto di Smart Road come una strada connessa con gli utenti ed i veicoli, pronta alla guida autonoma.”

Gianni Vittorio Armani



Anas S.p.A. (Gruppo FS Italiane) Direzione Generale
Via Monzambano, 10 - 00185 ROMA
Tel. 800841148 - servizioclienti@stradeanas.it