



# COMUNE DI PADOVA

Settore Mobilità

## ACCORDO QUADRO 2023-2025 LAVORI DI MANUTENZIONE DELLA SEGNALETICA STRADALE LUMINOSA NEL TERRITORIO COMUNALE

### PROGETTO ESECUTIVO

Importo complessivo € 630.000,00

**Codice opera**  
LLPP MTT 2023/001

**Data**  
Febbraio 2023

**Elaborato**

**3 - Capitolato Speciale  
d'Appalto**

**Ufficio  
Progettazione**

Luca Coin  
Roberto Pegorer  
Ezio Serafini  
Marco Trivellato

**Il Capo Settore**

Arch. Carlo Andriolo

**Il Progettista**

Ing. Luca Coin

**Il R.U.P.**

Ing. Luca Coin

## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

### Articolo 1. OGGETTO DELL'APPALTO

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto, che costituisce documento contrattuale dell'Accordo Quadro 2023-2025, è relativo ai lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria (cioè di eventuale modifica degli impianti esistenti o realizzazione di nuove parti) del sistema Urban Traffic Control System (UTCS), così come descritto nell'allegato del presente Capitolato (impianti semaforici e restante segnaletica stradale luminosa, installati nel territorio del Comune di Padova). E' relativo, altresì, alle parti del sistema UTCS che saranno eventualmente realizzate anche da terzi nel territorio comunale nel corso dell'appalto e che la D.L. consegnerà in manutenzione, con apposito atto, alla ditta appaltatrice.

Si riferisce, inoltre, al Sistema Informatico di Controllo (descritto nel presente C.S.A.) installato e operante presso il Settore Mobilità, alle apparecchiature elettroniche per il coordinamento di più impianti, con tutte le relative reti di trasmissione, alle apparecchiature per il rilevamento del traffico ed ogni altro accessorio che si renda necessario per il regolare funzionamento del sistema, come ad esempio: Pannelli a Messaggio Variabile (PMV), telecamere, monitor, countdown, ecc..

Per la manutenzione di tutti questi impianti, apparecchiature e reti di trasmissione, considerate le situazioni di pericolo che potrebbe costituire la loro eventuale interruzione di servizio o il cattivo funzionamento, dovrà essere istituito un servizio continuativo di pronta reperibilità che dovrà assicurare in tempi brevi il ripristino finale e completo della funzionalità del sistema.

### Articolo 2. DESCRIZIONE DEI LAVORI

Le opere che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come di seguito, salvo variazioni o più precise indicazioni che, all'atto esecutivo, potranno essere impartite dalla D.L.:

<b>LAVORI DI CATEGORIA OS9</b>	<b>€ 467.670,00=</b>
<b>LAVORI DI CATEGORIA OS19</b>	<b>€ 39.330,00=</b>

Il presente capitolato è formato da due parti:

- PARTE 1 sistema Urban Traffic Control System (UTCS) e Sistema Informatico di Controllo
- PARTE 2 rete di trasmissione e connettività degli impianti semaforici della linea tranviaria SIR1

Il semplice fatto di partecipare all'appalto costituisce esplicito riconoscimento da parte della Ditta di conoscere sia il sistema UTCS, come software, hardware e trasmissione, sia gli impianti, come funzionamento, stato dei materiali, tipo di apparecchiature, schemi elettrici di funzionamento delle apparecchiature e dislocazione nel territorio del Comune di Padova. In particolare, costituisce esplicito riconoscimento del possesso, da parte della Ditta, della conoscenza del Sistema di Ausilio all'Esercizio (SAE), installato e operante presso Busitalia Veneto SpA a servizio della linea n. 1 tranviaria, relativamente a tutte le sue connessioni con il sistema UTCS.

### Articolo 3. VARIAZIONI DELLE OPERE PROGETTATE

L'Amministrazione Comunale si riserva l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, nei casi e con i limiti stabiliti dall'art. 106 del D. Lgs. n. 50/2016 e successive modifiche ed integrazioni, senza che l'Appaltatore possa trarne per questo motivi per avanzare pretese di compensi e indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti dalla normativa vigente.

L'Appaltatore non può introdurre variazioni o addizioni di sorta al lavoro assunto, senza averne ricevuto l'ordine scritto da parte del direttore dei lavori. L'Appaltatore è tenuto, nei casi di aumento o di diminuzione di opere, ad assoggettarvisi fino alla concorrenza del quinto del prezzo di appalto alle stesse condizioni del contratto.

### Articolo 4. CONDOTTA DEI LAVORI E PENALI

I lavori di manutenzione ordinaria degli impianti, la cui anche temporanea messa fuori esercizio può dar luogo a seri inconvenienti alla circolazione stradale, dovranno essere eseguiti con la massima sollecitudine e comunque entro 48 ore dall'ordinazione, anche telefonica, della Direzione Lavori, dei soggetti preposti del Settore Polizia Locale o, limitatamente agli impianti semaforici presenti lungo la linea del tram, di Busitalia Veneto - direzione d'esercizio.

Qualora per il buon andamento dei lavori si rendesse necessario eseguire parte delle opere entro determinati periodi di tempo (compresi giorni festivi, orari notturni, ecc.) questi saranno stabiliti con apposito ordine di servizio, senza che per tale ragione l'Appaltatore possa pretendere compensi speciali o diversi da quelli contemplati nei prezzi di offerta, poiché si è già tenuto conto nei prezzi d'appalto dei maggiori oneri dipendenti da tali circostanze.

Ogni ordinazione di lavoro o fornitura che non rappresenta un intervento di manutenzione ordinaria sarà comunicata telefonicamente o per iscritto (anche via fax) e dovrà essere iniziata il giorno lavorativo successivo all'ordine.

Per ogni giorno di ritardo sul tempo contrattuale complessivo o sui tempi parziali stabiliti dai suddetti ordini di servizio o dalle suddette ordinazioni viene stabilita la penale pari all'1‰ (uno per mille) dell'ammontare netto contrattuale.

Gli interventi di pronta reperibilità per situazioni pericolose dovranno essere eseguiti e portati a termine immediatamente, anche su ordine telefonico.

Per ogni ora o frazione di ora di ritardo nelle chiamate di pronta reperibilità viene stabilita una penale pari allo all'1‰ (uno per mille) dell'ammontare netto contrattuale.

Le penali di cui sopra non precludono in ogni caso il diritto dell'Amministrazione di fare eseguire i lavori d'ufficio, e di rivalersi conseguentemente nei riguardi dell'Appaltatore.

Alla scadenza dell'appalto, l'Appaltatore riconsegnerà all'Amministrazione, in perfetto stato di manutenzione e funzionamento, tutti gli impianti che risulteranno in carico, in tale data, all'appalto di manutenzione ordinaria. Si procederà pertanto ad una verifica tecnica finale in contraddittorio fra la D.L. e l'Appaltatore, in esito alla quale verrà redatto il verbale di ultimazione dei lavori. Per le esigenze della verifica finale, l'Appaltatore metterà a disposizione il personale, il materiale, i mezzi d'opera e gli apparecchi di misura necessari. Tale onere si intende compensato con i canoni di manutenzione ordinaria.

### Articolo 5. CANTIERE

Le aree concesse ad uso cantiere saranno limitate alla sede dei lavori.

Ove l'Amministrazione potesse ottenere la libera disponibilità di altre aree pubbliche o private essa potrà concederle all'impresa, rimanendo però stabilito che questa non potrà richiedere alcun compenso qualora l'Amministrazione non potesse per qualsiasi ragione concedere l'uso delle aree stesse.

Oltre alla sede dei lavori e delle zone adiacenti che potessero ottenersi alle condizioni sopra espresse, l'impresa non potrà occupare con il cantiere alcuna area pubblica senza debito permesso da parte della competente Amministrazione né interrompere il pubblico transito nelle vie.

Le aree in aggiunta a quelle del cantiere per depositi di materiali da costruzione od attrezzi e quelle in genere occorrenti all'impresa per sviluppare i lavori saranno provvedute esclusivamente a cura e spese dell'impresa stessa senza diritto a speciali compensi intendendosi che il corrispettivo per la occupazione di dette aree sia incluso nei prezzi delle diverse categorie di lavori.

Il personale dell'Ufficio di Direzione e le altre persone autorizzate dalla Direzione stessa dovranno avere libero ingresso al cantiere.

#### Articolo 6. ORDINI DELLA DIREZIONE LAVORI

Le opere e le prestazioni che non fossero esattamente determinate dal progetto, e le eventuali varianti rispetto al progetto stesso, debbono essere eseguite secondo gli ordini dati per iscritto all'impresa dalla D.L.

Qualora risulti che le opere e le forniture non siano effettuate a termine di contratto, del Codice della Strada e relativo regolamento o secondo le regole d'arte, la D.L. ordinerà all'impresa i provvedimenti atti e necessari per eliminare le irregolarità, salvo e riservato il riconoscimento all'Amministrazione dei danni eventuali. L'impresa non potrà rifiutarsi di dare immediata esecuzione alle disposizioni ed agli ordini della D.L., compresi quelli riguardanti il rifiuto e la sostituzione di materiali, salva la facoltà di fare le proprie osservazioni in base agli articoli 12 e 26 del Capitolato Generale per i lavori dello Stato. Nessuna variante o aggiunta sarà ammessa o riconosciuta se non risulterà ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori.

#### Articolo 7. PROVE DEI MATERIALI

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi a propria cura, in ogni tempo, alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle dei campioni, da prelevare in opera, secondo le modalità previste dall'art. 15 del Capitolato Generale d'Appalto.

I campioni delle forniture consegnati dall'Appaltatore potranno essere conservati negli Uffici dell'Amministrazione, muniti di sigilli a firma del D.L. e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione si riserva anche di eseguire verifiche e prove, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Tutte le verifiche e prove verranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e dell'esito di esse verrà compilato regolare verbale firmato dai rappresentanti di ambo le parti. Resta comunque fissato che l'Appaltatore, nonostante l'esito favorevole delle suddette prove e verifiche, rimarrà pienamente responsabile di tutte le deficienze che dovessero in seguito verificarsi fino al collaudo finale.

Qualora, senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori dovessero essere in tutto o in parte sospesi, in attesa dell'esito di prove o verifiche in corso, l'Appaltatore stesso non avrà diritto a chiedere alcun indennizzo per danni che dovessero derivargli o spese che dovesse sostenere, ma potrà richiedere solo una congrua proroga al tempo assegnatogli per il compimento dei lavori.

#### Articolo 8. VERIFICHE, DIFETTI, RIFACIMENTI

E' facoltà dell'Amministrazione di eseguire, in qualunque fase dei lavori e sino al collaudo, qualsiasi accertamento sulle opere oggetto dell'appalto, con totale onere a carico dell'Appaltatore, il quale sarà tenuto a smontare e ricostruire, a totali sue spese, le opere che, a giudizio della D.L., dovessero essere eseguite non a regola d'arte o con materiali diversi da quelli prescritti come qualità e quantità, e a risarcire i danni che fossero conseguenti alla demolizione e al rifacimento.

Qualora l'Appaltatore non dovesse ottemperare alle disposizioni ricevute, l'Amministrazione potrà procedere direttamente, o a mezzo di altra Impresa, allo smontaggio e al ripristino di tali opere, restando a carico dell'Appaltatore tutte le spese e i danni relativi.

#### Articolo 9. NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le misurazioni in genere si faranno con i metodi rigorosi della geometria o a numero, escluso ogni altro sistema che non sia stabilito in appresso o nell'Elenco Prezzi Unitari.

L'Appaltatore dovrà tempestivamente richiedere la misurazione in contraddittorio di quelle opere e forniture che successivamente non si potessero accertare e la verifica di tutto ciò che deve essere misurato prima di essere posto in opera.

Se talune quantità non venissero accertate in tempo debito, l'Appaltatore dovrà accettare la valutazione della D.L.

Ogni opera deve corrispondere, nelle sue dimensioni, a quelle prescritte; nel caso di eccesso delle dimensioni di alcune opere, si terrà come misura quella prescritta e in caso di difetto, se l'opera è accettata dalla D.L., si terrà come misura quella effettivamente rilevata.

Le opere e le provviste sono appaltate a misura secondo le indicazioni dell'Elenco Prezzi Unitari e delle presenti norme.

#### Articolo 10. MOVIMENTI DI MATERIE

Nei prezzi di scavi per opere d'arte o condotte è compreso anche ogni corrispettivo per l'eventuale taglio e demolizione di pavimentazioni di qualunque tipo, l'eventuale rinterro coi materiali provenienti dagli scavi, le puntellazioni e sbadacchiature e ogni altro onere necessario.

#### Articolo 11. MANO D'OPERA

I compensi per le prestazioni di mano d'opera per i lavori in economia saranno quelli contrattuali.

#### Articolo 12. NOLEGGI

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Restano a completo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di manutenzione delle macchine ed attrezzi stessi.

Nel prezzo dell'elenco si comprende la mano d'opera per la manutenzione, per il funzionamento e per la conduzione o azionamento, il combustibile, i lubrificanti, l'energia elettrica, eventuali allacciamenti, materiali di consumo e tutto quanto occorra per il funzionamento delle macchine.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati tutti gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento delle attrezzature.

Si applica il prezzo di elenco soltanto per le ore di attività di lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### Articolo 13. TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, per il conducente, il ritorno a vuoto e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

#### Articolo 14. ONERI PARTICOLARI A CARICO DELL'APPALTATORE

Sono inoltre a carico della Ditta appaltatrice, oltre agli oneri di cui al presente Capitolato Speciale d'Appalto, gli oneri di cui appresso:

- 1) destinare ai lavori oggetto del presente appalto almeno un operaio specializzato ed un operaio qualificato, entrambi nel campo elettrico - impiantistico;
- 2) disporre, entro la data di consegna dei lavori, in Padova o in un comune della cintura, di una sede operativa con reperibilità continua per garantire i pronti interventi. La sede operativa dovrà essere provvista di telefax;
- 3) dotare il responsabile del personale operaio addetto alla manutenzione di un apparecchio di telefonia mobile completo di scheda d'uso, per tutta la durata dell'appalto il cui numero dovrà essere comunicato alla D.L. e al Settore Polizia Locale;

- 4) disporre di tutti gli apparecchi e strumenti di controllo e misura necessari per una corretta esecuzione dei lavori e per eventuali prove e controlli sulle apparecchiature oggetto dell'appalto: tutte le attrezzature dovranno essere conformi alle norme antinfortunistiche vigenti;
- 5) mettere a disposizione delle squadre di manutenzione veicoli adeguati alle esigenze del lavoro: le targhe dei suddetti veicoli dovranno essere notificate alla D.L. e i veicoli dovranno portare evidenziata la scritta "Servizio Manutenzione Semafori";
- 6) avere contatti giornalieri con la D.L. per ricevere gli ordini scritti e riferire sull'andamento dei lavori; la Ditta dovrà inoltre stendere un rapportino giornaliero indicante le operazioni di manutenzione eseguite, il personale ed i materiali impiegati, nonché eventuali osservazioni (anche per quanto riguarda i servizi di reperibilità) e consegnarlo prontamente alla D.L. la quale su di esso riporterà le eventuali disposizioni da impartire;
- 7) curare l'aggiornamento delle schede di manutenzione predisposte dalla D.L. di tutti gli impianti, indicando le date di esecuzione della manutenzione ordinaria, le parti e/o i componenti sostitutivi, le segnalazioni sullo stato di conservazione dei vari componenti, ecc.. La D.L. potrà liberamente accedere a tali schede per la verifica delle annotazioni in esse riportate. Alla scadenza del contratto le suddette schede diverranno proprietà esclusiva dell'Amministrazione;
- 8) essere in grado di mettere prontamente a disposizione un ulteriore numero di operai, oltre a quelli di cui al punto 1) e tutti i materiali richiesti dalla D.L. per eseguire i lavori urgenti;
- 9) disporre di materiali e ricambi quantitativamente adeguati e tecnologicamente diversificati in funzione delle diverse caratteristiche hardware e software delle apparecchiature esistenti in manutenzione e successivamente, per quelle di nuova installazione effettuata durante l'appalto, da mantenere per poter portare comunque a completamento gli interventi di ripristino funzionale; in tal senso dovranno essere sempre presenti e disponibili a magazzino, compatibilmente con i tempi di ripristino a seguito del relativo utilizzo:
  - n° 1 regolatore semaforico completo di armadio per ogni tipo di regolatore in manutenzione;
  - n° 1 unità PMI completa di armadio;
  - schede varie, nodi e stelle ottiche, ecc.;
  - interfaccia Traffic Light Controller Gateway (TLCG-AUT) da utilizzare laddove fosse necessario in sostituzione provvisoria e/o definitiva di quelli esistenti. Solo in caso di utilizzo definitivo dell'apparecchiatura si procederà alla corrispettiva contabilizzazione;
- 10) in caso di installazione di nuovi impianti da parte di altre Ditte, prendere contatto con la Ditta installatrice al fine di acquisire tutte le nozioni sufficienti ad assicurare le operazioni di manutenzione per detti impianti a partire dalla data di cessazione della garanzia contrattuale del nuovo impianto;
- 11) curare l'istruzione del personale tecnico comunale di qualunque livello, che verrà indicato dall'Amministrazione, per consentire al medesimo la perfetta conoscenza delle apparecchiature che verranno poste in opera dall'Impresa stessa e dei relativi software gestionali;
- 12) su richiesta della D.L. l'Impresa dovrà mettere a disposizione, nel corso dell'appalto, con cadenza almeno bimestrale, propri tecnici specializzati per la verifica del funzionamento hardware e software del sistema, con applicazioni anche sperimentali nelle problematiche del traffico, da effettuarsi presso la sede del Settore Mobilità, nonché per la promozione dell'attività progettuale di evoluzione e sviluppo dell'attuale sistema informatico;
- 13) l'Impresa dovrà sospendere immediatamente i lavori e sgomberare la superficie viabile da ogni materiale ogni qualvolta il traffico, a causa dei lavori stessi, dovesse subire rallentamenti. In ogni caso l'area occupata dal cantiere dovrà essere limitata allo stretto indispensabile all'esecuzione dei citati lavori;
- 14) la D.L. o i soggetti preposti del Settore Polizia Locale potranno ordinare la sospensione dei lavori e lo sgombero dei materiali in occasione di manifestazioni o per motivi di ordine pubblico. Tali oneri, e la posa di tutta la segnaletica di cantiere, dovranno intendersi come oneri normali dell'appalto, e quindi già compensati;
- 15) per gli opportuni accertamenti, l'Impresa è tenuta ad esibire i certificati di collaudo dei conduttori elettrici, nonché i certificati di collaudo in fabbrica delle apparecchiature di comando e di segnalazione e, quando definiti dal Codice della Strada, i relativi decreti di omologazione o le autorizzazioni ministeriali;
- 16) qualsiasi lavoro eseguito dalla Ditta appaltatrice deve essere tale da conservare in buono stato anche la rete elettrica di alimentazione ed ogni parte degli impianti, le cui caratteristiche dovranno sempre corrispondere a quelle previste dalle norme C.E.I.;
- 17) la Ditta appaltatrice dovrà provvedere all'accertamento prima dell'inizio dei lavori, della presenza di cavi e delle tubazioni nel sottosuolo interessato dall'esecuzione delle opere; in particolare, dovrà verificare se gli interventi da eseguire lungo la linea del tram ricadano entro la zona di influenza della Linea Aerea di Contatto (LAC); in tal caso saranno a carico della ditta tutti gli oneri relativi alla messa in sicurezza del cantiere, compresi quelli per la toltà, ove necessario, della LAC;
- 18) nei casi di intervento di manutenzione straordinaria successiva ad incidente che abbia coinvolto attrezzature della segnaletica luminosa oggetto dell'appalto, la Ditta appaltatrice dovrà provvedere a fotografare, prima di eseguire l'intervento stesso, le parti incidentate e consegnare le fotografie alla DL;
- 19) tutti gli elementi di carattere hardware, software e di comunicazione devono essere conformi alla normativa sulla telematica applicata al traffico, ai trasporti e agli impianti semaforici che gli organismi nazionali di normazione U.N.I. (Ente Nazionale di Unificazione) e C.E.I. (Comitato Elettronico Italiano) hanno redatto o redigeranno nel corso dell'appalto nonché possedere tutti i necessari requisiti di compatibilità con il sistema esistente. In particolare il requisito di compatibilità (scrittura di files con tracciato record fornito dall'Amministrazione) va tenuto presente per gli impianti soggetti a centralizzazione e integrazione in rete, come i regolatori locali centralizzati e i regolatori di zona;
- 20) non concedere a terzi informazioni e/o strumenti software, hardware e codici di trasmissione relativi alle opere oggetto d'appalto;
- 21) consegnare all'Amministrazione Comunale, alla fine del contratto, tutto il materiale di carattere hardware, software e di comunicazione utilizzato durante il presente appalto; gli oneri relativi a questa consegna si intendono interamente compresi e compensati con i prezzi di E.P.U.;
- 22) la Ditta appaltatrice dovrà comunicare entro le ore 8.30 al personale designato dalla D.L., via e-mail o SMS all'indirizzo/numero che le sarà indicato, la località, la tipologia e la cronologia del lavoro che intende eseguire nella giornata; la D.L. potrà però a suo insindacabile giudizio prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori senza che per questo la Ditta possa chiedere compensi o indennità di sorta;
- 23) per l'esecuzione di tutti gli interventi per cui è necessaria la manomissione del suolo pubblico la ditta dovrà obbligatoriamente attenersi alle prescrizioni di cui al "Regolamento per la salvaguardia delle pavimentazioni stradali" approvato con la delibera di C.C. n. 57 del 20/06/2011. In particolare, prima dell'inizio di qualsiasi lavoro in prossimità di alberi e/o arbusti la Ditta appaltatrice deve darne avviso scritto all'indirizzo e-mail del Settore Verde, Parchi e Agricoltura Urbana: [verdepubblico@comune.padova.it](mailto:verdepubblico@comune.padova.it).

Articolo 15. MANUTENZIONE ORDINARIA (giorni feriali dal lunedì al venerdì, dalle ore 7.30 alle ore 18.00)

La Ditta appaltatrice dovrà curare la più scrupolosa manutenzione di tutti gli impianti presi in consegna in modo da assicurare la migliore conservazione ed il più elevato livello di efficienza degli stessi.

In particolare, la Ditta appaltatrice avrà l'obbligo di eseguire, almeno una volta all'anno, e comunque, quando necessario o richiesto dalla D.L., le seguenti operazioni:

**15.1 PER GLI IMPIANTI SEMAFORICI**

15.1.0 Comune per tutte le parti di un impianto semaforico di seguito descritte (regolatore, punto luce veicolare, lanterna pedonale e ciclabile, palo e palina di sostegno, etc.) è l'onere di registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite.

Regolatore semaforico. Operazioni comuni per ogni tipologia di impianto (centralizzato, isolato)

- 15.1.1 Controllo generale dello stato dell'armadio contenente il regolatore e pulizia esterna ed interna del medesimo con asportazione della polvere, sabbia, ragnatele, adesivi, volantini, ecc.;
- 15.1.2 Verifica dello stato, ed eventuale sostituzione, delle guarnizioni delle porte;
- 15.1.3 Lubrificazione delle cerniere e serrature;
- 15.1.4 Pulizia interna ed esterna del rack contenente le schede del regolatore;
- 15.1.5 Pulizia delle schede elettroniche e della piastra madre con disossidazione mediante apposito prodotto delle spine anteriori e posteriori;
- 15.1.6 Controllo del fissaggio dei cavi di potenza e di logica, serraggio dei fusibili, disossidazione e pulizia dei contatti degli stessi e degli interruttori nonché controllo delle apparecchiature di autoprotezione; controllo del grado di isolamento esistente (di classe II per gli impianti dislocati lungo la linea del tram);
- 15.1.7 Controllo del funzionamento ed eventuale regolazione dell'orologio di comando del funzionamento a lampeggio;
- 15.1.8 Controllo del funzionamento ed eventuale regolazione dell'apparecchiatura generatrice di ciclo, del trasferitore di impulsi dei relè di sincronismo e dell'orologio di cambio programma;
- 15.1.9 Controllo ed eventuale ritaratura della durata dei singoli intervalli del ciclo semaforico, dei tempi minimi previsti dal CdS, dei tempi massimi e dei tempi di incremento elementare del prolungamento di verde;
- 15.1.10 Verifica del corretto funzionamento dell'apparecchiatura sotto tensione;
- 15.1.11 Controllo dei circuiti di potenza alimentanti le lanterne semaforiche con eventuale prova di isolamento dei conduttori;
- 15.1.12 Pulizia e controllo delle apparecchiature di rilevamento del traffico con eventuale ritaratura della loro sensibilità;
- 15.1.13 Prova di funzionamento del regolatore, ed eventuale duplicatore di comandi, in attuato, automatico, manuale, lampeggio, tutto rosso, indipendente, sincronizzato, centralizzato e verifica di ogni altro particolare quali pulsanti, led, commutatori, ecc.;
- 15.1.14 Verifica ed eventuale ripristino della presenza dei vari colori di ogni fase;

Regolatore semaforico. Operazioni aggiuntive per impianto centralizzato

- 15.1.15 Controllo e verifica della connettività verso il CCT (in particolare, verso la sua parte OPT-TMacS);
- 15.1.16 (ove presente) Verifica del corretto funzionamento dell'interfaccia Traffic Light Controller Gateway (TLCG-AUT) sotto tensione;

Rilevatori sul campo (spire, sensori wireless)

- 15.1.17 (ove presente) Verifica dello stato della batteria dei sensori wireless di rilevamento del traffico;

Punto luce veicolare, lanterna pedonale e ciclabile, palo e palina di sostegno

- 15.1.18 Pulizia e lavaggio (con eventuale sostituzione dei componenti, valutati sulla base dei prezzi indicati nell'elenco prezzi, che pregiudichino la regolare visibilità del segnale luminoso), del corpo lanterna, della visiera, della parabola e del vetro;
- 15.1.19 Lubrificazione delle cerniere e dei dispositivi di chiusura dello sportello;
- 15.1.20 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi all'interno del punto luce o della lanterna;
- 15.1.21 Verifica e sostituzione di tutte le lampade ad incandescenza;
- 15.1.22 Eventuale sostituzione dei porta lampade ossidati o danneggiati;
- 15.1.23 Pulizia e lavaggio dell'eventuale targa di contrasto, verifica del fissaggio della lanterna all'eventuale segnale stradale verticale retrostante;
- 15.1.24 Verifica ed eventuale sostituzione dei supporti e della testata di sostegno della lanterna nonché dei supporti della targa di contrasto;
- 15.1.25 Pulizia del palo a sbraccio o della palina di sostegno;
- 15.1.26 Verifica del funzionamento dei pulsanti pedonali;
- 15.1.27 Pulizia e disossidazione con apposito prodotto della morsetteria del palo o palina e verifica del fissaggio dei cavi attestati;
- 15.1.28 Controllo ed eventuale ripristino dell'anello in cemento realizzato sul basamento a sigillo del palo o della palina;
- 15.1.29 Verifica del fissaggio dei display, dei cavi e dei cablaggi tra i display e le restanti parti dell'impianto semaforico;
- 15.1.30 Verifica del funzionamento dei display, dei cavi e del sistema di trasmissione del countdown;
- 15.1.31 Verifica del fissaggio alla palina o al palo a sbraccio degli eventuali segnali stradali verticali;
- 15.1.32 Pulizia della palina o del palo a sbraccio con asportazione della polvere, adesivi, volantini, ecc.;

Preavviso lampeggiante di semaforo (ove presente)

- 15.1.33 Pulizia e lavaggio della targa di preavviso;
- 15.1.34 (ove presente) Pulizia e lavaggio del pannello fotovoltaico;
- 15.1.35 Sostituzione della lampada ad incandescenza;
- 15.1.36 Pulizia e lavaggio (con eventuale sostituzione dei componenti, valutati sulla base dei prezzi di elenco, che pregiudichino la regolare visibilità del segnale luminoso), del corpo lanterna, della visiera, della parabola e del vetro;
- 15.1.37 Verifica dello stato, ed eventuale sostituzione, delle guarnizioni dello sportello e del vetro;
- 15.1.38 Lubrificazione delle cerniere e dei dispositivi di chiusura dello sportello;
- 15.1.39 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi all'interno del punto luce;
- 15.1.40 Verifica ed eventuale sostituzione del porta lampade ossidato o danneggiato;
- 15.1.41 Controllo dei pali e dei supporti della targa e del punto luce;
- 15.1.42 (ove presente) Controllo del livello di carica delle batterie;
- 15.1.43 Controllo del circuito di alimentazione;

#### Pozzetti e cavidotti

- 15.1.44 Controllo ed eventuale sostituzione dei sigilli, in ghisa e/o cemento, di tutti i pozzetti (di raccordo, di messa a terra, di FO, etc.) a servizio dell'impianto semaforico;
- 15.1.45 Controllo della struttura e pulizia dei pozzetti;
- 15.1.46 Controllo dell'agibilità dei cavidotti ed eventuale pulizia dei medesimi;
- 15.1.47 Eventuale derattizzazione delle condotte sotterranee;

#### Impianto di terra

- 15.1.48 Verifica, ed eventuale disossidazione e serraggio, dei morsetti di raccordo e di tutti i punti di contatto dell'impianto di terra con successiva applicazione di apposito prodotto antiossidante;
- 15.1.49 Verifica dello stato e dell'efficienza dei dispersori e della corda di rame di collegamento;
- 15.1.50 Lettura della resistenza di terra, da effettuarsi per ogni singola puntazza, e trascrizione delle misure su apposita scheda da consegnare alla Direzione Lavori;
- 15.1.51 Verifica del regolare funzionamento delle protezioni contro le tensioni di contatto.

#### 15.2 PER GLI ATTRAVERSAMENTI PEDONALI E/O CICLABILI

- 15.2.0 Registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite;
- 15.2.1 Pulizia e controllo dell'interruttore generale;
- 15.2.2 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi;
- 15.2.3 Verifica e controllo dell'impianto di messa a terra;
- 15.2.4 Controllo dell'orologio o dell'interruttore crepuscolare;
- 15.2.5 Verifica del fissaggio del cassonetto al palo a sbraccio;
- 15.2.6 Sostituzione dei tubi fluorescenti e delle lampade al sodio a luce gialla;
- 15.2.7 Pulizia e lavaggio del cassonetto completo, delle parabole riflettenti, e dei pannelli in perspex;
- 15.2.8 Pulizia del palo a sbraccio con asportazione della polvere, adesivi, volantini, ecc.

#### 15.3 PER I PMV

- 15.3.0 Registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite;
- 15.3.1 Pulizia e controllo dell'interruttore generale;
- 15.3.2 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi;
- 15.3.3 Verifica e controllo dell'impianto di messa a terra;
- 15.3.4 Verifica del fissaggio del cassonetto al supporto;
- 15.3.5 Pulizia e lavaggio del cassonetto completo;
- 15.3.6 Pulizia del supporto con asportazione della polvere, adesivi, volantini, ecc.

#### 15.4 PER I PANNELLI DI CONTROLLO DELLA VELOCITA'

- 15.4.0 Registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite;
- 15.4.1 (ove presente) Verifica e controllo dell'integrità ed efficienza della batteria;
- 15.4.2 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi;
- 15.4.3 (ove presente) Verifica e controllo dell'impianto di messa a terra;
- 15.4.4 (ove presente) Pulizia e lavaggio del pannello fotovoltaico;
- 15.4.5 Pulizia e lavaggio della targa e del display;
- 15.4.6 Pulizia del supporto con asportazione della polvere, adesivi, volantini, ecc.

#### 15.5 PER I P.M.I.

- 15.5.0 Registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite;
- 15.5.1 Pulizia e controllo dell'interruttore generale;
- 15.5.2 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi;
- 15.5.3 (ove presente) Verifica e controllo dell'impianto di messa a terra;
- 15.5.4 Controllo delle spire e/o apparecchiature di rilevamento del traffico con eventuale ritaratura della loro sensibilità.

#### 15.6 PER I LAMPEGGIATORI

- 15.6.0 Registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite;
- 15.6.1 Pulizia e controllo dell'interruttore generale;
- 15.6.2 Verifica del fissaggio dei cavi di alimentazione e potenza;
- 15.6.3 Verifica ed eventuale ritaratura della frequenza del ciclo;
- 15.6.4 Controllo e pulizia del gruppo lampeggiante.

#### 15.7 PER I PREAVVISI LAMPEGGIANTI AD ENERGIA SOLARE

- 15.7.0 Registrazione scritta, su apposita scheda contabile fornita dall'Amm.ne, delle operazioni eseguite;
- 15.7.1 Verifica e controllo dell'integrità ed efficienza della batteria;
- 15.7.2 Verifica del fissaggio dei cavi e dei cablaggi;
- 15.7.3 Verifica ed eventuale ritaratura della frequenza del ciclo;
- 15.7.4. Pulizia e lavaggio del pannello fotovoltaico;
- 15.7.5 Controllo e pulizia del gruppo lampeggiante.

#### Articolo 15BIS. SERVIZIO DI MANUTENZIONE DEL CENTRO DI CONTROLLO DEL TRAFFICO

Il servizio prevede le seguenti operazioni:



- Manutenzione con controllo sistematico mensile per l'ottimizzazione dei parametri inerenti la gestione del sistema;
- Controllo dei collegamenti ai master;
- Controllo dei nodi ottici, apparati GSM/GPRS, e di tutte le apparecchiature di trasmissione;
- (sugli UTC) Servizio di controllo diagnostico in tempo reale sullo stato degli impianti collegati;
- (sugli UTC) Assistenza in tempo reale per la diagnosi e la risoluzione degli eventuali problemi di comunicazione tra UTC e impianti collegati;
- (sugli UTC) Riconfigurazione del database in base al numero di impianti gestiti;
- (sugli UTC) Taratura e aggiornamento continuo della funzione di allerta per l'avviso a mezzo e-mail e/o SMS in tempo reale al verificarsi di qualsiasi anomalia sugli impianti controllati.
- Manutenzione del Sistema centralizzato, in particolare della sua parte OP-TMacS per priorità tranviaria, che prevede:
  - ✓ Verifica continua dell'arrivo richieste da Sistema SAE;
  - ✓ Monitoraggio stato impianti tranviari e relativa sensoristica;
  - ✓ Taratura, setting e controllo delle logiche di coordinamento (onda verde) su Piattaforma TMacs;
  - ✓ Taratura, setting delle logiche di gestione a selezione di piano;
  - ✓ Taratura, setting delle logiche di gestione a generazione di piano;
  - ✓ Rilievo e validazione dei dati di traffico;
  - ✓ Collegamento alla Piattaforma TMacs;
  - ✓ Comunicazione continua con gli impianti e mantenimento dei parametri di Sistema compresa compensazione della deriva dell'orologio interno;
  - ✓ Registrazione e Archivio di ogni parametro di funzionamento o anomalia su Database SQL su Server Centrale;
  - ✓ Mantenimento dello stato dei Backup d'impianto in logica "Scatola Nera";
  - ✓ Servizio di Controllo diagnostico in tempo reale sullo stato dell'impianto collegato con analisi continua dello stato delle comunicazioni;
  - ✓ Teleassistenza da piattaforma TMacs, in caso di problemi di comunicazione, da parte di personale altamente qualificato per completa diagnosi dell'evento e tentativo di ripristino da remoto;
  - ✓ Fornitura dei dati archiviati nel Database entro 24 ore dalla richiesta;
  - ✓ Fornitura APP per mobile per l'interazione con gli impianti semaforici;
  - ✓ Aggiornamento SW Client per adeguamento agli ammodernamenti SW;
  - ✓ Aggiornamento Web Client per adeguamento agli ammodernamenti SW;
  - ✓ Aggiornamento APP per mobile per adeguamento agli ammodernamenti SW;
  - ✓ Aggiornamento e controllo del Sistema Operativo installato;
  - ✓ Gestione e manutenzione delle credenziali di accesso per i servizi installati nel Server (ssh, mysql, glassfish, ecc.);
  - ✓ Aggiornamento del Software TMACS-Server e relative librerie all'ultima release disponibile;
  - ✓ Riconfigurazione del database in base al numero di impianti gestiti;
  - ✓ Ottimizzazione continua dello spazio richiesto dal database;
  - ✓ Ripartizione in archivi distinti, per i nuovi gruppi di impianti, per consentire backup separati;
  - ✓ Backup a cadenza mensile del database;
  - ✓ Taratura, setting e aggiornamento continuo del Servizio TAlert per l'avviso a mezzo e-mail e/o SMS in tempo reale al verificarsi di qualsiasi anomalia sull'impianto controllato.

#### Articolo 16. SERVIZIO DI PRONTA REPERIBILITA'

Il servizio prevede l'intervento, con riparazione delle parti guaste o danneggiate, su segnalazione telefonica da parte della D.L. o dei soggetti preposti del Settore Polizia Locale, entro 1 ora dalla chiamata, dal lunedì al venerdì dalle ore 0.00 alle ore 7.30 e dalle ore 18.00 alle ore 24.00 mentre per il sabato e tutti i giorni festivi dalle ore 0.00 alle ore 24.00, al fine di ripristinare le condizioni di regolare funzionamento.

#### Articolo 17. MODIFICHE AGLI IMPIANTI ESISTENTI

Questa categoria di opere comprende tutti gli interventi necessari per realizzare modifiche agli impianti esistenti, nonché nuove realizzazioni ordinate dalla D.L. Per questo tipo di manutenzione saranno redatti rapportini giornalieri che indicheranno i lavori eseguiti, i materiali utilizzati ed il tempo impiegato.

#### Articolo 18. GUASTI, MALFUNZIONAMENTI, DANNEGGIAMENTI

Al verificarsi di guasti, malfunzionamenti o danneggiamenti di qualsiasi natura alle apparecchiature oggetto del presente appalto, la Ditta appaltatrice, su segnalazione della D.L., dei soggetti preposti del Settore Polizia Locale o di sua iniziativa, avrà l'obbligo di intervenire nei tempi previsti dagli artt. 4 e 16 del presente Capitolato Speciale d'Appalto per ripristinare le condizioni di regolare funzionamento delle medesime, provvedendo alla sostituzione delle parti o componenti fuori uso. Tali interventi dovranno essere condotti ininterrottamente fino al ripristino definitivo, anche se i lavori dovessero protrarsi oltre l'orario previsto.

Nel caso di avarie o malfunzionamenti contestuali su più impianti, qualora la Ditta non disponga di squadre sufficienti per intervenire contemporaneamente su tutti dovrà procedere secondo una priorità data dalla D.L. o dai soggetti preposti del Settore Polizia Locale.

Al verificarsi di un'avaria o di un malfunzionamento di un impianto semaforico di particolare importanza la squadra di pronta reperibilità eventualmente impegnata in altro intervento, dovrà interrompere il lavoro assicurandosi preventivamente della messa in sicurezza dell'impianto (lampeggio) e recarsi sul nuovo impianto per le riparazioni del caso.

In ogni caso la Ditta non potrà richiedere alcun compenso in aggiunta a quanto stabilito dell'elenco prezzi.

Per quanto riguarda il Sistema Informatico al verificarsi di guasti, malfunzionamenti o danneggiamenti in relazione alla componenti hardware vale quanto già precisato al primo capoverso.

Relativamente al software attualmente installato funzionante e acquisito in licenza d'uso da questo Comune, la Ditta avrà l'obbligo di garantire il buon funzionamento dei singoli prodotti provvedendo all'eventuale ripristino del sistema/i e assicurando l'operatività di tutte le funzionalità attualmente presenti.

Contestualmente all'installazione di eventuali aggiornamenti software o di nuove installazioni dovranno essere consegnati alla D.L. i relativi dischi di installazione/ripristino ed idonea manualistica d'uso e manutenzione.

#### Articolo 19. VALUTAZIONE DEI LAVORI

I prezzi unitari, comprensivi delle spese generali, dell'utile e degli oneri previsti per i piani di sicurezza, in base ai quali saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, compensano:

- a) circa i materiali, ogni spesa per fornitura, trasporto, tasse di qualsiasi genere, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccezione, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, al piede di qualunque opera;
- b) circa gli operai e i mezzi d'opera, ogni spesa per rifornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, per l'illuminazione del cantiere in caso di lavoro notturno, nonché per premi di assicurazioni sociali;
- c) circa i noli, ogni spesa per dare i macchinari e i mezzi a piè d'opera pronti all'uso, con gli accessori e quanto occorre per la loro manutenzione e per il regolare funzionamento (lubrificanti, combustibili, carburanti, energia elettrica, pezzi di ricambio, ecc.), nonché l'opera dei meccanici, dei conducenti e degli eventuali aiuti per il funzionamento;

- d) tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni di ogni specie, indennità di cava, di passaggio o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e di altra specie, mezzi d'opera provvisori, abbassamenti, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti e richiamati nei vari articoli del presente Capitolato Speciale d'Appalto e nell'Elenco Prezzi Unitari.

I prezzi relativi alle manutenzioni e al servizio di cui sotto si intendono comprensivi di ogni e qualsiasi somministrazione, prestazione, spesa, onere ed altro relativo alla fornitura, al trasporto ed alla posa in opera dei materiali, delle prove, verifiche o collaudi, anche in relazione agli impianti eseguiti dall' E.N.E.L.

Per quanto riguarda le prestazioni di mano d'opera relative a lavori in economia, si intendono a carico della Ditta gli oneri dipendenti dai contratti di lavoro, dai contributi di legge, dalle assicurazioni varie, dai mezzi o attrezzi di lavoro e dagli oneri di Capitolato.

Nulla è dovuto compenso all'Impresa per l'eventuale maggior costo della merce dipendente dalla lontananza del cantiere dai luoghi di approvvigionamento e per i lavori straordinari notturni non autorizzati dalla Direzione Lavori.

Qualunque modifica agli impianti, anche se vantaggiosa per l'Amministrazione, non verrà retribuita in assenza di uno specifico ordinativo emesso dalla Direzione Lavori.

#### Manutenzione ordinaria

Per la contabilizzazione degli interventi previsti dall'art. 15 verranno utilizzate le voci a misura di cui al codice 40.05 dell'Elenco Prezzi Unitari, applicate alle quantità stabilite in contraddittorio alla consegna dei lavori.

Per la contabilizzazione del servizio previsto dall'art. 15BIS verrà corrisposto un canone forfettario mensile, di cui al codice 40.10 dell'Elenco Prezzi Unitari. Se nel corso dell'appalto venissero apportate modifiche in più o in meno alla consistenza degli impianti, questi verranno considerati in carico agli effetti della manutenzione dal 1° del mese successivo oppure detratti dalla stessa data.

#### Servizio di pronta reperibilità

Tutti gli interventi previsti dall'art. 16 verranno contabilizzati con la voce forfettaria mensile stabilita dal cod. 40.00 dell'Elenco Prezzi Unitari moltiplicata per il periodo di lavoro corrispondente al SAL.

Nel caso di chiamata per danneggiamento dovuto ad incidente, vandalismo, guasto o calamità naturali, l'intervento per provvedere ad un pronto ripristino dell'impianto è compreso in questo servizio, mentre gli interventi per la rimessa a regola d'arte dell'impianto eseguiti in tempi successivi verranno contabilizzati a parte.

#### Modifiche agli impianti esistenti

Per la contabilizzazione degli interventi previsti dagli artt. 17 e 18 la valutazione delle opere sarà calcolata sulla base dei prezzi unitari dell'Elenco Prezzi Unitari.

I prezzi si intendono comprensivi di ogni onere compresa la fornitura, posa in opera e messa a punto per rendere l'impianto funzionante a regola d'arte, come stabilito dall'ordine della D.L.

Gli eventuali lavori in economia dovranno essere espressamente ordinati dalla D.L. e comprenderanno tutti i mezzi d'opera necessari per dare il personale efficiente sul posto di intervento.

I prezzi dell'Elenco Prezzi Unitari comprendono tutte le spese per ottenere un lavoro, ad insindacabile giudizio della D.L., a perfetta regola d'arte e lodevole sotto ogni aspetto.

#### Articolo 20. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le seguenti prescrizioni riguardano i sottoelencati materiali:

- regolatore semaforico con armadio;
- interfaccia TLCD-AUT;
- rilevatori di traffico;
- lanterne veicolari e pedonali;
- sostegni delle lanterne semaforiche;
- cavi elettrici;
- impianti di terra;
- fibre ottiche;
- pulsante touch e avvisatore acustico.

#### **Regolatore semaforico**

Il regolatore dovrà avere la capacità ed essere equipaggiato per realizzare almeno le seguenti funzioni:

- Interfaccia operatore con visualizzazione in chiaro almeno delle seguenti informazioni:

\* Stato funzionale

\* Diagnostica

\* Emergenze

\* Dati contenuti in memoria

\* Con tastiera per l'introduzione dei dati di programmazione.

• Gestione dell'impianto semaforico, o di una maglia d'impianti (regolatori slave), mediante un algoritmo di controllo personalizzabile, che generi in tempo reale ed in modo dinamico i tempi di verde per la gestione di ciascun flusso in funzione dell'andamento del traffico e delle sue variazioni.

• Gestione dell'impianto semaforico con modalità personalizzabili secondo un flowchart definibile da utente.

• Capacità di generare (regolatore master) e /o ricevere (regolatore slave) comandi, tramite linea seriale, in funzione di condizioni rilevate sull'impianto o di comandi inviati dall'operatore.

• Monitoraggio di tutte le lampade delle lanterne semaforiche per verificarne la corretta funzionalità e segnalare la bruciatura di una singola lampada.

• Raccolta e archiviazione dati traffico volumetrici.

• Protocollo di comunicazione TCP/IP in grado di connettersi mediante modem GPRS ad un server remoto

• Archiviazione dati storici di funzionamento.

• Archiviazione dati inerenti allarmi insorti, comprendenti oltre a quelli identificanti l'allarme vero e proprio almeno i seguenti ulteriori dati:

\* data;

\* valore tensione di rete;

\* valore temperatura interna al regolatore;

\* stato dei registri interni del regolatore.



Inoltre, il regolatore deve essere predisposto (come futura espansione) per potere realizzare le seguenti funzioni:

- Invio illimitato automatico di messaggi a postazioni remote prestabilite, tramite modem GPRS, all'insorgere di condizioni d'anomalia o su richiesta, dei dati contenuti negli archivi;
- Invio illimitato automatico di e-mail a n. postazioni remote all'insorgere di anomalie sull'impianto e generazione di e-mail di chiusura dell'attività di manutenzione e ripristino dell'impianto in regolare funzionamento
- Sincronizzazione dell'orologio calendario annuale tramite interfaccia satellitare GPS, garantendo l'elevata precisione necessaria per la realizzazione di sistemi sincronizzati senza interconnessioni elettriche;

#### CAPACITÀ DEL REGOLATORE

Il regolatore semaforico dovrà essere strutturato ed equipaggiato con tutte le schede necessarie alla seguente configurazione:

- 24 Gruppi semaforici (72 uscite di potenza);
- 4 Detector quadri canali;
- 32 Ingressi digitali;
- 1 Relè automatico di sgancio e sezionamento dell'impianto all'insorgere di anomalie gravi quali verdi nemici;
- 16 Programmi selezionabili da remoto o da tabella oraria con datario settimanale e annuale;
- 1 modem GPRS;
- trasformatore di isolamento (opzionale) per la riduzione della tensione sulle schede out in funzione dimmer pur mantenendo inalterati tutti i controlli di sicurezza previsti dalla normativa EN12675.

#### CARATTERISTICHE DELLA CPU

La configurazione base del regolatore deve prevedere almeno:

Microprocessori ridondanti da 8 e da 32 bit

Memoria 1Mb RAM statica tamponata

1 Mb EEPROM FLASH

1 Mb RAM statica

Porte di comunicazione 1 Seriale 485

2 Seriali RS232

1 Porta Ethernet

2 Porte PLUG

Predisposizione per l'alloggiamento di moduli periferici standard della famiglia PC 104e PCMCIA

#### CONTROLLI E SICUREZZE

In considerazione della particolare importanza rivestita dalla sicurezza in un impianto semaforico, il regolatore dovrà essere equipaggiato con una serie di circuiti di controllo, strutturati in modo ridondante e su Hardware differenziati, costituiti da microprocessori indipendenti da quello di gestione e sensori di tensione e di corrente su tutte le uscite. In particolare i sensori di tensione sulle luci verdi dovranno essere raddoppiati per garantire le condizioni di sicurezza sulla lettura dello stato della luce. I controlli standard di cui l'apparecchiatura dovrà essere dotata sono:

- controllo su tutte le uscite della corretta corrispondenza al diagramma programmato;
- controllo sull'accensione delle luci verdi secondo una matrice di compatibilità programmabile;
- controllo dell'intertempo fra le luci verdi (Intergreen Time Control) secondo una matrice di compatibilità programmabile;
- controllo sui tempi minimi di accensione delle luci verdi;
- controllo sul corretto spegnimento delle luci rosse secondo una matrice di compatibilità programmabile;
- controllo amperometrico per il rilevamento della bruciatura delle lampade rosse;
- controllo di "watch-dog" sui microprocessori;
- controllo incrociato di corretto funzionamento fra i microprocessori.

L'intervento di detti controlli dovrà porre l'impianto in condizioni d'emergenza (Lampeggio), sezionando inoltre l'alimentazione alle lampade verdi e rosse.

Oltre ai controlli d'emergenza l'apparecchiatura dovrà effettuare anche i seguenti controlli e/o azioni:

- azione di filtro secondo una matrice di compatibilità programmabile, atta ad impedire che la CPU possa trasferire comandi incompatibili ai moduli di I/O;
- controllo amperometrico con auto apprendimento del carico presente su tutte le uscite per rilevare e segnalare la bruciatura di una singola lampada.

#### DIAGNOSTICA

Nel regolatore dovranno essere residenti una serie di controlli diagnostici operanti, sia in modo on-line sia off-line, allo scopo di facilitare l'intervento manutentivo per l'identificazione delle parti in avaria nel regolatore stesso e sull'impianto, quali ad esempio:

- memorie;
- porte seriali;
- uscite;
- ingressi.

La diagnostica dovrà consentire inoltre di accedere ai registri interni di macchina per esaminare in dettaglio le condizioni registrate negli ultimi 100 ms prima dell'insorgere di una condizione d'emergenza.

#### INTERFACCIA UOMO MACCHINA

Il regolatore dovrà essere equipaggiato con un pannello di visualizzazione e programmazione che può essere posto anche in una postazione della Polizia Locale ad una distanza max di 300 m dal regolatore stesso, dotato di:

- display di tipo LCD da almeno 80 caratteri per la visualizzazione dello stato funzionale, dei messaggi d'allarme e diagnostica;
- tastiera personalizzata per la gestione e la programmazione.

L'interfaccia uomo macchina dovrà essere particolarmente curata sia per gli aspetti diagnostici sia per quelli di programmazione, infatti sul pannello dovranno essere visualizzati in chiaro i messaggi indicanti lo stato funzionale del regolatore, le condizioni di allarme i risultati dei test diagnostici e i dati di programmazione del regolatore.

#### SOFTWARE DI PROGRAMMAZIONE LOCALE E CENTRALIZZATO

Il software di base, dovrà essere strutturato per consentire una facile soluzione delle necessità richieste dagli incroci più semplici e dovrà consentire di risolvere facilmente anche le situazioni più complesse sino ad arrivare alla generazione in tempo reale dei tempi di verde in funzione dell'andamento del traffico.

La programmazione del regolatore dovrà poter essere realizzata tramite pannello residente o tramite PC con un software dedicato operante sotto sistema operativo WINDOWS, che consenta, sul PC medesimo, anche la prova dei programmi realizzati, con visualizzazione dell'accensione delle lanterne semaforiche e possibilità d'immissione tramite tastiera, di comandi interattivi per la simulazione degli eventi esterni.

La funzione di Upload e Download dei programmi dovrà essere realizzata senza interruzione del servizio.

I dati di programmazione del regolatore dovranno essere sottoposti a password per motivi di sicurezza e dovranno essere residenti su memorie di tipo EPROM FLASH per il mantenimento delle informazioni senza batterie di back-up.

Il software di programmazione dovrà consentire inoltre il colloquio con la CPU del regolatore per effettuare il prelievo dei file di archivio dati contenuti nella memoria del regolatore.

Il software di programmazione può funzionare in locale e da centralizzato permettendo tutte le sue funzionalità anche in funzione centralizzata web.

## MODULARITÀ

Il regolatore dovrà essere completamente modulare secondo il formato EUROSTANDARD.

I moduli base costituenti l'apparecchiatura dovranno essere:

MODULO Alimentatore

MODULO Alimentatore circuiti aux

MODULO Unità centrale

MODULO Pannello di comando

MODULO Scheda di controllo uscite a 2 gruppi 6 uscite per scheda

MODULO Scheda di controllo in corrente e tensione idonea a gestire 8 gruppi semaforici

MODULO Scheda di acquisizione ingressi digitali e calcolo algoritmi speciali

MODULO Scheda bus di comunicazione schede di potenza

MODULO Scheda bus di comunicazione schede parte logica

MODULO MODEM GPRS per centralizzazione mediante protocollo internet

## CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

Il regolatore dovrà possedere almeno le seguenti caratteristiche tecniche generali:

Tensione di alimentazione 230 V -20% +15% e funzione dimmer per la riduzione della luminosità delle lanterne a led durante le ore notturne mediante crepuscolare esterno, mediante orologio interno al regolatore e mediante crepuscolare centralizzato da software.

Potenza max. installabile su ogni uscita 800 W

Protezione uscite fusibili da 4A tipo EF

Insensibilità ai buchi di tensione sino a 100 ms

Temperatura di funzionamento -20°C ÷ +70°C

Il regolatore dovrà essere contenuto in armadio stradale avente almeno le seguenti caratteristiche Materiale:

• poliestere caricato e stampato a caldo Grado di Protezione: IP55.

## COLLAUDO

Le operazioni di collaudo avranno lo scopo di accertare la perfetta rispondenza ai requisiti richiesti, delle apparecchiature fornite.

Le apparecchiature dovranno comunque rispettare tutta la regolamentazione vigente in materia e dovranno presentare certificato di prova e taratura presso laboratori accreditati secondo EN12675.

Le apparecchiature dovranno essere sottoposte alle seguenti prove:

1. esame visivo: si controllano a vista: l'esecuzione, le dimensioni, la finitura, i dati di targa, la corrispondenza delle caratteristiche riportate nella relativa documentazione;
  2. prova di isolamento: tutti i circuiti svincolati da massa devono avere una resistenza di isolamento misurata alla tensione di 500V cc., non inferiore a 100 Mhm;
  3. prova di rigidità dielettrica: tutti i circuiti svincolati da massa devono sopportare per il tempo di un minuto prima l'applicazione di una tensione di 2000V eff. a 50Hz senza riportare danno alcuno;
  4. prova funzionale: si controlla la capacità dell'apparato di assolvere le funzioni che gli competono e quelle richieste nel presente capitolato.
- Le prove, che dovranno essere eseguite presso l'Appaltatore/Fornitore, dovranno essere certificate da apposito bollettino di collaudo.

## Unità di raccolta dati di traffico

Scopo dell'apparecchiatura è la rilevazione/archiviazione del flusso veicolare in formati idonei sia per la determinazione dei tempi semaforici, sia per il funzionamento coordinato del sistema. Le funzioni di raccolta dati implementate sulle stazioni di rilevamento dovranno essere in grado di raccogliere, elaborare e archiviare i dati di traffico, utilizzando un tracciato record fornito dalla Direzione Lavori, suddivisi in:

- numero di veicoli;
- classificazione dei veicoli rilevati in almeno 4 classi;
- velocità media per classe.

Complessivamente l'apparecchiatura dovrà permettere:

1. la gestione di almeno 20 sensori veicolari (macroregolazione e microregolazione);
2. la programmazione degli intervalli di rilevamento (fissi o multipli del ciclo);
3. la classificazione di almeno 4 classi veicolari con relative velocità medie;
4. la programmazione della velocità di trasmissione per le porte seriali da 110 a 9600 bit/sec;
5. l'autodiagnostica delle avarie e test di controllo dei sensori con relativa visualizzazione;
6. il trasferimento di tutti i dati da o per un supporto magnetico esterno;
7. l'archiviazione automatica e programmabile dei dati (veicoli, classe, velocità, periodo);
8. la programmazione di tutte le sue funzioni direttamente dall'apparecchiatura;
9. il controllo in real-time del funzionamento dei sensori (on/off) e della classificazione;
10. centralizzazione.

Al termine dell'intervallo di rilevamento devono essere disponibili e visionabili da operatore almeno i seguenti dati:

- intensità veicolare e velocità media suddivisa in classi per tutti i punti di misura;
- intensità veicolare e velocità media suddivisa in classi per tutte le sezioni di rilevamento;
- intensità veicolare e velocità media in termini di veicoli leggeri equivalenti;
- indice di saturazione per ogni sezione di rilevamento;
- archivio storico con settimana tipo in unità veicoli equivalenti mediati e pesati per singole sezioni.

Riepilogo sintetico delle principali caratteristiche tecniche funzionali dei regolatori.

Caratteristiche tecniche:

- tensione di alimentazione f 220 V +10%-15% 50 Hz;
- potenza max commutabile / 6 KVA;
- potenza max comandabile da ogni uscita f 800 W;
- emissioni elettromagnetiche conformi a quanto fissato dalle vigenti leggi in materia di EMC;
- modularità schede: EUROPA e DOPPIO EUROPA ad innesto su rack a 19";
- pannello di programmazione e diagnostica montato a bordo del centralino;
- filtri di protezione contro le sovratensioni transitorie e le interferenze elettromagnetiche;
- resistenza di isolamento > 100 Mohm;
- rigidità dielettrica: 2000 V ca;

- temperatura ambiente di funzionamento: da -20°C a +70°C;
- tecnologia realizzata con componenti allo stato solido;
- architettura ad uno o più processori;

Caratteristiche tecniche diverse e/o aggiuntive per i regolatori dotati di "priority bus", esistenti lungo la linea del tram:

- potenza max comandabile da ogni uscita 200 W, con ottiche a LED;
- capacità fino a 64 uscite e 8 circuiti detector;
- orologio digitale integrato per espletare le funzioni di lampeggio e commutazione programmi.

### Armadio di contenimento

L'armadio di contenimento dovrà essere realizzato nel colore richiesto in vetroresina, stampato a caldo. L'interno dell'armadio dovrà avere grado di protezione IP55; l'accesso dovrà essere garantito da una porta per l'ispezione completa e da uno sportellino per soli comandi; tutte le cerniere e le serrature dovranno ragionevolmente risultare a prova di effrazione, durare nel tempo e non richiedere manutenzione periodica.

All'interno dovrà essere predisposto un opportuno telaio antiossidante per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature costituenti i regolatori nonché i detector, una tasca atta a contenere la documentazione necessaria per la manutenzione dell'impianto ed una targa riportante "nome Costruttore - modello - numero - anno di fabbricazione - potenza massima di dissipazione o di commutazione".

L'Appaltatore dovrà in ogni caso fornire al Committente i disegni costruttivi per la relativa approvazione.

Caratteristiche tecniche diverse e/o aggiuntive per gli armadi esistenti lungo la linea del tram:

- l'armadio dovrà essere autoestinguente ed esente da alogeni. Colore grigio RAL 7035, possibilità di accoppiamento in lunghezza, larghezza e profondità, doppio isolamento, porte con meccanismo di chiusura su 3 punti, tensione di isolamento nominale  $U_i=1000\text{ V}$ , grado di protezione IP55, (IP44/54 con tetto);
- all'interno dovrà essere predisposto un opportuno telaio antiossidante per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature costituenti i regolatori e le morsettiere.

### Interfaccia TLCD-AUT

Arm Unit Transfer (AUT) è l'apparato periferico progettato per il controllo dei dispositivi per la gestione e il monitoraggio del traffico. E' un gestore periferico dei regolatori semaforici di impianti centralizzati che consente di svincolare il CCT dalle gestioni specifiche degli apparati di controllo del traffico, fornendo scelte di controllo da remoto. Consente di interfacciare i regolatori per i quali è stato progettato attraverso porta Ethernet, comunicazione seriale o attraverso I/O opportunamente programmati.

Caratteristiche:

- Pilotaggio sicuro ed affidabile di molteplici modelli di regolatori semaforici.
- Monitoraggio real-time dello stato dell'impianto semaforico.
- Gestione fino a 4 intersezioni indipendenti.
- Gestione di 128 gruppi semaforici per ogni intersezione.
- Gestione fino a 128 inputs per intersezione.
- Creazione fino a 32 piani semaforici per ogni intersezione.
- Utilizzo di logiche attuate, adattive e miste a selezione di piani per la gestione del traffico.
- Sincronizzazione dinamica di assi stradali.
- Gestione della priorità veicolare, totalmente personalizzabile per tipologia di trasporto (pubblico-emergenza).
- Controllo VERDI NEMICI, MATRICE DI INTERGREEN e ERRORE PROGRAMMA.
- Creazione diagramma tempi in file .xls esportabile.
- Acquisizione e archiviazione dei dati traffico raccolti dai sensori.
- Archiviazione automatica delle avarie, cambi di stato e modifiche alla configurazione.
- Invio automatico di messaggi SMS- mail- chiamate vocali all'insorgere di anomalie sull'impianto semaforico.
- Funzionamento degenerato con algoritmi di gestione evento allarme.
- Funzioni base: lampeggio, tutto rosso, luci spente.
- Centralizzazione con la piattaforma TMacs.

Hardware	CPU	CPU ARCH ARM a 1GHz Cortex-A8
	PRU	PRU-iCSS Programmabile Real-Time Unit 200 MHz
	Video Out	HDMI risoluzione 1280 x 1024 max (microHDMI)
	Connettori di alimentazione	MiniUSB, USB, jack female d.c.
	LED	4+1 per funzioni
	Temperatura di funz.	-40°C /+70°C
	Alimentazione	8 - 24 VDC, <2 VA
	RTC	Real Time Clock precisione $\pm 5\text{ ppm}$
Box	Meccanica	Attacco per montaggio su guida DIN
	Dimensioni (mm)	160x110x55 (Standard DIN 9 moduli)
Memoria	Memoria SDRAM	512 MB 800 MHz DDR3L
	Flash	eMMC 4 GB 8 bit
	SD	MicroSD Slot
Interfaccia	Porte Seriali	1XRS485, 3X RS232
	USB	HS USB 2.0 Client Port, LS/FS/HS USB 2.0 Host Port
	I2C	Bus per sensore
	LAN	Ethernet 10/100
	Router 3G, 4G, LTE	Opzionale

	Bluetooth, Wifi, Lora	Opzionale
IO	Input Analogici	2 Input Analogici 0-10VDC/4-20mA
	Input Optoisolati	8 Input Optoisolati 12-24 VDC
	Relay Outputs	3 NO-NC; 3A@24VDC 3A@120 VAC
	Outputs Optoisolati	2 Output Optoisolati 200 mA@24 VDC
Software	Configurazione	Web interface
	Sistema operativo	Linux 3.8 Kernel
	Web server	Web server inside per comunicare direttamente o connessione via LAN
Regolatori semaforici supportati		RSC
		S400
		MT4040
		HYDRA

### Rilevatori di traffico

I rilevatori di traffico dovranno essere del tipo ad induzione elettromagnetica ed autotaranti. La sensibilità deve essere tale da permettere di rilevare, oltre ai veicoli, anche cicli e motocicli.

- Rilevatori di traffico a spire.

Le relative schede detector devono essere alloggiare nel centralino e durante il loro funzionamento devono visualizzare i mezzi rilevati tramite LED ripetitori. Esse devono avere un particolare circuito di sicurezza che, in caso di guasto, realizzi una chiamata continua.

Le spire di rilevamento dovranno essere realizzate con conduttori unipolari aventi una sezione minima pari a 1,5 mmq isolati ed in materiale atto al contatto diretto con sostanze bituminose; l'insieme spira-cavo di collegamento dovrà possedere una resistenza d'isolamento superiore a 100 Mohm misurata a 500 Vcc.

Le schede detector elettroniche dovranno essere del tipo modulare multicanale in grado di gestire due diverse spire in modo indipendente con le seguenti principali caratteristiche tecniche:

- tipo di rilevamento a variazione di induttanza;
- taratura automatica, gamma di induttanza da 20 a 2000 micro Henry;
- almeno sette livelli di sensibilità da 1% a 0.04%;
- funzionamento selezionabile a presenza od a impulso con recupero automatico nel caso di permanenza dei veicoli sulla spira diagnostica con indicazione a led di rilevamento del veicolo e di spira interrotta o in corto circuito;
- uscite con contatti SPST per portate di almeno 5 A a 250 V con funzione di tipo "fail-secure" per malfunzionamento della spira;
- i rilevatori di traffico saranno suddivisi in spire di microregolazione per la gestione delle fasi attuate e in spire di macroregolazione necessarie per il conteggio veicolare, per la rilevazione di coda, per discriminazione dei flussi sui singoli movimenti di svolta;
- i dati rilevati dalle spire di macrorilevazione formeranno i database necessari sia alla gestione dinamica del controllo semaforico, sia alla costruzione dell'archivio storico per le funzioni statistiche previste dal master di zona UTC.

- Rilevatori di traffico wireless.

Questi rilevatori sono di una tipologia progettata per essere direttamente interfacciabile con i sistemi di regolazione semaforica. Vengono utilizzati in particolare per attribuire la priorità semaforica ai mezzi tranviari. Mediante UTC, ciascuno di essi permette di migliorare sia il rilevamento del mezzo che l'attuazione della priorità. Lavora in parallelo col Centro di Controllo della Priorità dei Bus (sistema CCPB) gestito da Busitalia Veneto – Direzione d'Esercizio, in modo da ottenere una maggiore affidabilità e precisione sulla posizione del mezzo. Per la realizzazione della priorità, il rilevatore, una volta ottenuta la posizione del mezzo, verifica in automatico se quest'ultimo è in ritardo rispetto alla tabella di marcia e quindi se è necessario fornire la priorità o meno. Comunica con il dispositivo TCG-AUT. E' composto da un sensore a doppia tecnologia, infrarossi e magnetica, installato entro la pavimentazione stradale ed alimentato a batteria, e da un ricevitore dati, posto entro l'armadio del regolatore, con il quale comunica via wireless.

### Lanterne veicolari e pedonali a Led

Le lanterne semaforiche si suddividono in:

- lanterne semaforiche normali: sono le lanterne veicolari "a luce piena" destinate all'uso generico;
- lanterne semaforiche di corsia: sono normali lanterne veicolari con una freccia indicante la direzione dei veicoli cui si riferiscono; tali lanterne quindi possiedono una freccia verde, una gialla e una rossa;
- lanterne per i mezzi di servizio pubblico (conosciute come "barra tram"): il giallo è costituito da un triangolo giallo su fondo nero, mentre il rosso è una barra bianca orizzontale e il verde una barra bianca verticale, con a fianco una barra bianca obliqua nel caso di percorso con svolte;
- lanterne pedonali: assumono il medesimo aspetto di quelle veicolari, con la differenza del disegno di una silhouette rappresentante un pedone fermo per le luci gialla e rossa e un pedone in movimento per la luce verde; la durata della luce gialla, deve essere sufficiente ai pedoni per completare l'attraversamento, prima che inizi il tempo del verde veicolare in conflitto con essi; questo significa che il giallo pedonale non potrà essere contemporaneo al veicolare, come avveniva in passato, ma il tempo di verde pedonale dovrà essere ridotto, per consentire poi un tempo di giallo adeguato allo sgombero dei pedoni.

Le lanterne semaforiche dovranno avere l'ottica monoblocco a LED.

Le lanterne semaforiche dovranno possedere almeno le caratteristiche specificate di seguito.

#### COSTRUZIONE

- Costruzione modulare ad elementi componibili D.200 e D.300 mm;
- Sportelli ad innesto rapido e doppio dispositivo di chiusura con rotazione 180° ,completi di lente in policarbonato;
- Visiere paraluce ad innesto rapido con inserti a rotazione differenziata anticaduta accidentale;
- Attacchi per supporti a palo D.102 uguali ed intercambiabili con quelli per attacco BAND-it
- Design moderno e innovativo dalle linee arrotondate e non spigolose e dall'impatto estetico ridotto specialmente nella profondità del corpo lanterna che si deve presentare slim e compatta
- Profondità massima per la lanterna diametro 200 mm 110 mm e per la lanterna diametro 300 mm 152 mm
- Altezza massima per la lanterna 3 luci diametro 200 mm 905 ± 10 mm e per la lanterna diametro 300 mm rosso e 200 giallo e verde 1005 ± 10 mm
- Il rispetto delle misure di altezza è indispensabile al fine di rispettare l'altezza minima da terra della lanterna una volta sostituita sui pali esistenti
- Costruzione modulare ad elementi componibili D.200 e D.300 mm accoppiabili tra di loro anche nei due diametri;

#### MATERIALE

Polycarbonato colorato in pasta all'origine in colore nero coprente, stabilizzato U.V. che ne permetta la durata del colore per almeno anni 3 sul coprente e 5 sul trasparente, di tipo MAKROLON BAYER 2807 certificato.

#### LENTI

Polycarbonato colorato in pasta all'origine nei colori rosso-giallo-verde oppure nella scelta tecnica bianca fumè con caratteristiche cromatiche secondo norma EN 12368.

#### CABLAGGIO

Connessioni elettriche realizzate con cavi unipolari aventi sezione 1,5 mm<sup>2</sup> a marchio IMQ, in numero di uno per ciascun portalampade più uno per la connessione comune.

#### GRADO DI PROTEZIONE

IP55 la lanterna e IP65 il modulo a led in essa contenuto con certificato di conformità CESI o altro laboratorio ufficialmente riconosciuto.

#### CLASSE DI ISOLAMENTO

Sistema a doppio isolamento, classe: "II" secondo norme CEI.

#### OMOLOGAZIONE MINISTERIALE

La lanterna semaforica dovrà possedere l'omologazione rilasciata dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per la versione impiegata per i mezzi di servizio pubblico, dovrà invece possedere regolare marcatura CE rilasciata da istituto di prova abilitato nel rispetto della normativa EN12368:2006 per le versioni tradizionali e cioè veicolari (con e senza simbolo) e pedonali.

Oltre all'omologazione ministeriale deve essere rilasciata marcatura CE secondo EN12368 da ente accreditato (NON SONO AMMESSE AUTOCERTIFICAZIONI DEL COSTRUTTORE)

#### MODULI LED

L'ottica a led semaforica sarà costituita da un monoblocco stagno composto da cassa sul fondo della quale verrà alloggiata la scheda elettronica con led ad alta efficienza provvisti di dissipatore metallico di calore, una prima lente esterna di Fresnel necessaria a diffondere la luce dei led sul diametro della seconda lente esterna colorata che serve a direzionare il fascio luminoso come previsto da EN12368.

La lente di Fresnel si inserisce sulla cassa del modulo mediante incastro a pressione e la lente esterna si avvita sulla cassa mediante sistema a pressione con guarnizione e gancio di blocco.

Sull'ultima lente sono ricavati degli alloggiamenti con dei riscontri idonei ad ospitare le mascherine simboli ed evitare che queste possano ruotare sulla lente, inoltre le mascherine sono create in modo da avere un colletto di rialzo che copra completamente lo spazio tra lente esterna e cassa e quindi evitare propagazioni di luminosità indesiderate nell'impiego con mascherine.

- EMC: conforme secondo EN50293
- Range di temperatura: classe A,B,C da -40°C + 60°C
- Classe di protezione: isolamento in classe 2 in acc. Con EN60598
- Tipo di LED High Flux coloured LEDs
- Tensione di funzionamento 190-265 V
- Consumo <8 W
- Grado di protezione EN60529: IP 65
- Umidità relativa < 95%
- Peso modulo led diametro 200 mm <1,0 kg diametro 300 mm <1,5 kg

#### FUNZIONE DIMMER PER LA RIDUZIONE DELLA LUMINOSITA'

Con questa particolare funzione integrata nello stesso modulo led utilizzato nella lanterna semaforica slim al variare della tensione di alimentazione ai capi della luce semaforica interessata con un range da 160 a 190 Vac viene ridotta l'intensità luminosa del 50% e la potenza assorbita passa da 8 a 4W. Questa funzione permette di evitare l'effetto indesiderato durante le ore notturne di abbagliamento ai veicoli dovuto all'alta efficienza delle ottiche a led.

Caratteristiche tecniche in funzionamento dimmerato:

- Tipo di LED High Flux coloured LEDs
- Tensione di funzionamento 160-190 V
- Consumo 4 W
- Range di temperatura -40°C +60°C classe A, B, C
- Grado di protezione EN 60529: IP 65
- Umidità relativa < 95%
- PowerFactor 0,96

### Sostegni delle lanterne semaforiche

I sostegni delle lanterne semaforiche e degli altri dispositivi d'impianto saranno realizzati con paline e con pali a sbraccio.

#### a) Paline semaforiche

Le paline semaforiche dovranno essere costituite in acciaio FE360 a sezione tonda, fabbricate in unico pezzo con saldatura continua longitudinale sull'intera lunghezza secondo norme EN 10025/92 zincato a caldo per immersione secondo norme EN 40.4;

- diametro 102 mm;
- spessore 3 mm;
- altezza 3,60 m;
- zincatura a caldo non inferiore a 500 g/mq;
- verniciatura a due mani di smalto nel colore indicato dalla direzione lavori;
- asola alla base per il passaggio dei cavi;
- attacco con bullone di messa a terra ispezionabile;
- supporti per 4 lanterne con cappellotto e morsettiera realizzati in materiale sintetico.

#### b) Pali a sbraccio

I pali a sbraccio per il sostegno a sospensione dovranno essere calcolati secondo le indicazioni del D.M. 16/01/96 "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" norme CNR-UNI per sopportare oltre ai carichi propri del palo anche le necessarie lanterne semaforiche montate sullo sbraccio e complete del relativo pannello di contrasto, in condizioni di vento avente una velocità calcolata secondo quanto definito per la "Zona 1" del D.M. 16/01/96;

- realizzazione in 2 pezzi a sezione ottagonale con sbraccio curvato da assemblare al montaggio mediante incastro forzato per sovrapposizione;
- costruiti mediante formatura a freddo di lamiera e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico MAG omologato dal R.I.N.A. il materiale utilizzato deve essere acciaio di qualità S355JO (Fe510C) avente caratteristiche come da normativa EN 10025: carico unitario di snervamento minimo 355 N/mm<sup>2</sup>; resistenza a trazione 510/680 N/mm<sup>2</sup>. Diametro di base, diametro di sommità, spessore, altezza, sbraccio secondo le richieste d'impiego;
- zincatura a caldo per immersione secondo norme EN 40.4;
- verniciatura a due mani di smalto nel colore indicato dalla direzione lavori;



- il fusto diritto deve essere completo di apertura alla base posta a 80 cm da terra per il fissaggio dei cavi elettrici, attacco per il collegamento a terra, asola 186x46 per alloggiamento morsettiere;
- attacco con bullone di messa a terra ispezionabile;
- supporti per la sospensione del numero di lanterne richiesto.

### Cavi elettrici

I cavi di alimentazione delle lanterne dovranno essere del tipo adatto alla posa in tubazioni sotterranee in ambienti umidi.

I cavi utilizzati dovranno essere flessibili del tipo FG16OM16-0,6/1 kV di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G16, guaina termoplastica LSZH di qualità M16, a norme CEI 20-13, per tensione nominale 0,6/1 kV non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici e corrosivi secondo le norme CEI 20-13; CEI 20-38; CEI 20-38 pqa, CPR UE305/11, che partendo dalla morsettiere installata nel regolatore semaforico, si attestano alle morsettiere dei supporti o delle cassette di derivazione poste sui sostegni su cui sono posate le lanterne. Si precisa che non sono assolutamente accettati cavi con filo giallo/verde al suo interno. Salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, le formazioni dei cavi della rete elettrica dell'impianto semaforico, sono le seguenti:

- 7x1,5 mmq
- 4x1,5 mmq
- 2x1,5 mmq

È inoltre previsto l'utilizzo di cavi unipolari del tipo FS17/1x16GV in rame rosso ricotto classe 5 flessibile isolamento in PVC, non propaganti l'incendio a norme CEI 20-14; CPR UE305/11 (GIALLO VERDE) aventi sezione minima di 1 x 16 mmq.

Tutti i cavi dovranno essere conformi al regolamento dell'Unione Europea n. 305/11 (in vigore dal 01 Luglio 2017).

Eventuali giunzioni, ove richiesto specificatamente dalla Stazione Appaltante, devono essere eseguite impiegando muffole di misura adeguata al tipo di cavo ed alla tensione di esercizio dello stesso e rispondenti alle norme CEI vigenti.

### Impianti di terra

Gli impianti di terra di ciascun impianto semaforico dovranno soddisfare i disposti DPR 27/04/1955, n. 547 e delle norme CEI 11-8 ed. I. 1976.

Gli impianti di terra dovranno essere costituiti da un sistema di conduttori metallici e di dispersori in intimo contatto con il terreno al fine di realizzare la connessione equipotenziale di tutte le parti metalliche degli impianti semaforici; la resistenza massima verso terra ammessa non dovrà essere superiore a 20 Ohm e le tensioni di contatto o di passo non dovranno essere superiori a 65 V.

I cavi di collegamento della rete di messa a terra delle parti metalliche dovranno essere di tipo HO 7V-R a corda rigida da 7 fili di rame ricotto a sezione minima 16 mmq con isolante di PVC di qualità TI1, colore giallo-verde, stagnato alle estremità, a norme CEI 20-20 e 20-35.

### Fibre ottiche

La fibra ottica da utilizzare per il sistema di centralizzazione dovrà essere costituita da cavo ottico a struttura TIGHT per applicazioni da esterno, composto da 2 o 4 monocavetti formati da fibra 62.5/ 125/ 250, a specifica FDDI, con protezione a 900 micron, per una eventuale diretta intestazione con connettori ottici.

I cavetti sono cordati attorno ad un elemento centrale di rinforzo, ed inguainati in P.V.C. esternamente è posta un'armatura con traccia in acciaio zincato ed avvolta in una guaina esterna in polimero NHLS-FR (non alogenico, a bassa emissione di fumi, ritardante la fiamma secondo le IEC-332).

Il cavo deve presentare le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- diametro esterno 8.2 mm;
- peso 80 Kg/Km;
- carico di trazione in installazione 1000 N;
- resistenza allo schiacciamento 1000 N su 10 cm;
- diametro minimo di curvatura 150 mm;
- resistenza all'umidità;
- resistenza agli agenti chimici.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di fare eseguire le prove che ritenesse necessarie per accertare l'effettiva rispondenza dei materiali alle caratteristiche richieste.

### Pulsante touch e avvisatore acustico

Il dispositivo di richiesta di via libera deve essere costituito da:

1. un pulsante di prenotazione con tecnologia "TOUCH" a sfioramento costruito da un guscio/custodia in policarbonato di tipo Makrolon Bayer 2807 per la normale prenotazione pedonale;
2. una segnalazione luminosa dimensione 50 x 30 mm retroilluminata con numero 9 led rossi tipo Power Top Led dell'accettazione della prenotazione;
3. un pulsante a tecnologia "TOUCH" capacitiva per la richiesta del non vedente;
4. un segnalatore acustico per la segnalazione dell'accettazione della richiesta del non vedente;
5. una cuspide orientabile che indichi col rilievo tattile la direzione di attraversamento pedonale alla persona affetta da disabilità visiva.

Il dispositivo di prenotazione deve essere gestito da una scheda intelligente a microprocessore in grado di selezionare 3 tipologie di funzionamento diverse tra di loro con il semplice spostamento di un selettore posizionato internamente al pulsante e non accessibile dall'esterno.

Il pulsante deve essere dotato di un fondo di fissaggio al palo/palina semaforica che ne permette il fissaggio mediante viti filettate oppure con l'utilizzo di fascette metalliche Band-it; tale fondello deve essere idoneo e progettato per l'installazione su superficie piana, per palo poligonale, per palo a sbraccio cilindrico e per paline semaforiche.

#### MATERIALE

Policarbonato Makrolon Bayer stabilizzato ai raggi UV

#### PROTEZIONE

IP55

LED DI ILLUMINAZIONE MESSAGGIO DI CONFERMA

9 Led di colore rosso (o bianco) 45 mcd a 5 mA angolo 40°

#### DIMENSIONI E PESO

• A: 155 mm • L: 89 mm • P: 67 mm • Peso: 350 grammi

#### TENSIONE DI ALIMENTAZIONE

12 Vdc

#### CONSUMO MEDIO

35 mA / 0,5 W

#### SUONO DI CONFERMA PER NON VEDENTI NEL MODELLO ABBINATO AL DISPOSITIVO ACUSTICO

Max 90 db frequenza 2 kHz

Il dispositivo di richiesta deve essere costruito tramite un fondello che ne permette l'installazione sia tramite viti sia tramite fascette metalliche band-it e deve essere dotato di un guscio in gomma morbida per l'installazione/adattamento su palina diametro 102 mm.

Il dispositivo di emissione del segnale sonoro di via libera costituito da: una logica a microprocessore, un sensore di misura del rumore ambiente, un trasduttore sonoro per l'emissione del Segnale di Via Libera.

Il dispositivo di emissione sonora deve essere dotato di staffa in acciaio verniciato che ne permette la regolazione nei tre assi e ne consente il fissaggio sia tramite viti sia tramite fascette metalliche band-it.

Le due parti devono essere strettamente interconnesse fra di loro, ogni parte deve essere montata in un proprio contenitore atto l'uno ad essere montato sulla testa del palo semaforico in prossimità delle relative lanterne semaforiche pedonali, l'altro, quello di richiesta, sul ritto del palo.

L'attraversamento pedonale, come previsto dalla norma, deve essere equipaggiato su entrambi i lati con un dispositivo di richiesta ed un dispositivo di emissione del segnale di via libera, il tutto interconnesso in modo che, in caso di richiesta, il segnale sonoro di via libera venga emesso su entrambi i lati dell'attraversamento.

Il dispositivo di richiesta deve essere rivolto a due tipologie di utenza, i normali pedoni, ed i non vedenti.

La richiesta effettuata dai normali pedoni deve essere segnalata al:

- ✓ dispositivo acustico montato sullo stesso palo;
- ✓ dispositivo di richiesta montato sul palo opposto che provvede ad inviare la richiesta al proprio dispositivo acustico;
- ✓ regolatore semaforico affinché lo stesso provveda sia ad esaudirla, introducendo nel ciclo semaforico la fase interessata, sia ad inviare un segnale di feedback che il dispositivo usa per attivare una segnalazione luminosa di richiesta accettata.

La richiesta effettuata dai non vedenti deve essere segnalata al:

- ✓ dispositivo acustico montato sullo stesso palo;
- ✓ dispositivo di richiesta montato sul palo opposto che provvede ad inviare la richiesta al proprio dispositivo acustico;
- ✓ regolatore semaforico che provvederà ad effettuare le medesime azioni di una chiamata normale.

In particolare, nel caso in cui la richiesta da parte di un non vedente venga effettuata durante il periodo di verde dell'attraversamento pedonale il dispositivo provvederà a mantenere la chiamata al regolatore sino a quando lo stesso potrà accettarla per un nuovo ciclo.

Il dispositivo acustico emette 60 impulsi sonori al minuto primo, durante il periodo di luce verde, e 120 impulsi sonori al minuto primo, durante il periodo di giallo.

Ad ogni richiesta ricevuta, ove siano presenti le condizioni per cui la richiesta può essere esaudita, il dispositivo provvederà ad inviare un segnale al dispositivo di richiesta affinché venga emesso il segnale sonoro di richiesta accettata ed un segnale al regolatore semaforico per la richiesta di prenotazione del verde pedonale.

#### Articolo 21. ARCHITETTURA DEL SISTEMA

A fine di soddisfare le esigenze di alta affidabilità, ridondanza, bilanciamento si adotta la seguente soluzione tecnica:

##### Attestazione dei LINK

Gli apparati in comodato d'uso ed i due link che costituiscono l'infrastruttura per ogni impianto semaforico verranno attestati presso i punti indicati utilizzando fibra ottica monomodale 9/125. La terminazione lato utente sarà di tipo SC. L'attestazione attiva presso le centrali dell'Appaltatore avverrà su più apparati per garantire la massima ridondanza possibile. Tali apparati utilizzano GBIC di tipo SFP LX Full Duplex.

##### Layer 2

La tipologia di collegamento per ogni singolo link a questo livello utilizza il protocollo ethernet. Entrambi i link saranno attestati in modo untagged secondo le specifiche del protocollo 802.1q e appartenenti ad una stessa VLAN. Tale VLAN lato centrale Appaltatore verrà terminata sugli apparati di attestazione. Sarà in questo modo impedita la creazione di eventuali loop che costringerebbero all'utilizzo di protocolli attivi di gestione.

#### Articolo 22. TIPOLOGIA DI COLLEGAMENTO RETE INTERNA

Il collegamento verrà realizzato attraverso la creazione di link in fibra ottica di varie capacità ed interfacce di tipo FastEthernet e Gigabit Ethernet distinti tra di loro, attestati presso gli armadi di controllo degli impianti semaforici.

##### Tipologia dell'infrastruttura di Rete

L'infrastruttura di rete fornita sarà di tipo Ring. Ogni singola sede connessa potrà connettersi direttamente a due sedi immediatamente vicine collegate alla rete stessa.

Su ogni centrale del fornitore tutti i collegamenti saranno attestati su un singolo apparato di rete attivo.

L'apparato attivo presso gli impianti semaforici disporrà di almeno un collegamento attivo verso i due impianti immediatamente adiacenti.

##### Tipologia dei collegamenti

Per i collegamenti sarà utilizzata fibra ottica monomodale 9/125 µm con attestazione presso gli impianti semaforici.

##### Tipologia di trasmissione

Le porte attive degli apparati che erogheranno servizio verso le sedi sono porte ethernet su fibra monomodale con protocolli SFB 100BASE-LX o 100BASE-FX a seconda del profilo della sede corrispondente.

##### Sedi da collegare

Gli impianti (sedi) da collegare sono i 46 nodi semaforici lungo la linea metrotram SIR1.

##### Profili di Collegamento

Di seguito la descrizione dettagliata del profilo di collegamento:

10 Megabits due vie il collegamento sarà realizzato su due percorsi differenziati per il 75% dell'intera tratta. Ogni tratta sarà attestata su una diversa centrale. Entrambe le tratte saranno contemporaneamente attive. Ogni tratta attiva sarà collegata su porta attiva ethernet con le seguenti caratteristiche

- 100 Mbits/s
- BGA 10 Megabits/s per ogni tratta
- SLA 99,9% sul collegamento complessivo e 99,5% su ogni tratta
- LATENCY < 20ms
- JITTER < 10ms
- PACKET LOSS < 0,1%

#### Articolo 23. TIPOLOGIA DI COLLEGAMENTO RETE INTERNET

Il collegamento verrà realizzato attraverso la creazione di 2 link Gigabit Ethernet distinti tra di loro, attestati presso le strutture centrale Appaltatore e del Comune di Padova.

Tutti e 2 i link saranno collegati a 2 permutatori diversi: la soluzione proposta consente di mantenere l'indipendenza dei collegamenti per almeno il 90% della loro struttura.

Si precisa, inoltre, che i 2 link saranno sempre attivi (24 ore su 24, 7 giorni su 7) e gestibili indipendentemente.

#### Articolo 24. LIVELLO DI SERVIZIO

L'Appaltatore si impegna a fornire un livello di servizio tale da garantire:

- disponibilità del servizio superiore al 99,9% calcolato su base trimestrale;

tempo di ripristino massimo di 16 ore;

- numero massimo di disservizi pari a 3 calcolati su base mensile;
- disponibilità globale del servizio superiore al 99,96%.

Tali livelli di servizio sono ampiamente raggiungibili grazie all'elevato grado di ridondanza dell'infrastruttura di rete realizzata, nonché alla tipologia degli apparati utilizzati.

#### Articolo 25. MANUTENZIONI

##### Manutenzione ordinaria e programmata

La manutenzione ordinaria viene gestita e regolata dall'Appaltatore mediante la propria struttura di supervisione e controllo, utilizzando sistemi centralizzati di monitoraggio della rete, e attività periodiche preventive di verifica delle infrastrutture.

Qualora, per questioni di natura tecnica ordinaria (o straordinaria), il servizio dovesse essere soggetto ad interventi manutentivi, l'Appaltatore comunicherà le motivazioni e la necessità delle relative operazioni.

L'Appaltatore si impegna a far sì che l'insieme di tali interventi non superino il numero di 10 nell'arco di un trimestre.

#### Manutenzione in assistenza su segnalazione guasti

La manutenzione per la risoluzione di guasti e/o disservizi segnalati attraverso il servizio di assistenza prevede la risoluzione dei problemi di connettività con ripristino del servizio entro le 16 ore dalla presa in carico. Rimane esclusa l'accessibilità per tutto il tempo necessario ai locali nei quali sono installati gli apparati utente, mediante la riparazione o sostituzione delle apparecchiature.

L'Appaltatore provvederà gratuitamente a riparare o sostituire le apparecchiature che, rivelatesi difettose o comunque non idonee all'uso, riducano il livello del servizio erogato.

Nelle ipotesi in cui risulti che il difetto o il guasto siano imputabili ad alimentazione elettrica non idonea, imperizia, manomissioni, negligenza e/o incuria nell'uso o conservazione delle stesse, l'Appaltatore provvederà alla sostituzione/riparazione dietro opportuno corrispettivo, al prezzo di volta in volta concordato.

L'Appaltatore non sarà responsabile nel caso di ritardi, malfunzionamenti e/o interruzioni nell'erogazione del servizio causati da forza maggiore, manomissioni o interventi sul servizio o sulle apparecchiature, effettuati da parte del Committente, ovvero da parte di terzi non autorizzati.

#### Articolo 26. REPORT DI SERVIZIO

A cadenza semestrale verrà prodotto un report contenente i livelli di servizio raggiunti nel semestre, con evidenza degli eventuali interventi manutentivi (programmati o eseguito a seguito di apposita segnalazione).

Il report riporterà indicazione dei livelli raggiunti dal servizio, con particolare riferimento a:

- disponibilità globale del servizio;
- numero di disservizi;
- tempo di ripristino in caso di eventuali disservizi.

#### Articolo 27. SERVIZIO DI ASSISTENZA E SEGNALEZIONE GUASTI

Il servizio di assistenza consentirà di segnalare eventuali disservizi e/o guasti. Per rendere agevole ed efficace l'accesso al servizio, verranno attivati diversi canali di comunicazione:

- reperibilità telefonica in orari di ufficio: numero dedicato (fonia fissa) al costo di una chiamata urbana, attivo dalle ore 08.30 alle ore 19.00, dal lunedì al venerdì (esclusi festivi);
- reperibilità telefonica fuori orari di ufficio: numero dedicato (cellulare) attivo 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno;
- reperibilità a mezzo e-mail, canale attivo 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno.

I numeri di telefono, cellulare e l'indirizzo mail verranno comunicati al momento dell'attivazione del servizio di connettività.

Al servizio di assistenza dovranno essere fornite le seguenti informazioni:

- sede del guasto;
- descrizione del problema;
- nome e numero di telefono della persona di riferimento.

Successivamente alla segnalazione del guasto/disservizio, verranno messe in atto le opportune attività mirate a determinare la natura del disservizio, sia attraverso una procedura di telediagnosi che attraverso il contatto telefonico con il responsabile tecnico del servizio. Questo darà l'avvio alle azioni necessarie al ripristino del servizio, con conseguente emissione di un "ticket di servizio" nel quale saranno dettagliati gli estremi dell'intervento e consentirà, in qualsiasi momento, di risalire ai principali dati relativi all'intervento stesso quali (a titolo di esempio):

- data e ora della segnalazione;
- responsabile della presa in carico dell'intervento;
- responsabile tecnico dell'intervento;
- dettagli tecnici intervento;
- data e ora di completamento dell'intervento.

Al termine dell'intervento verrà comunicato al Committente il ripristino del servizio e verrà inviato, entro il giorno lavorativo successivo, un report completo sulle cause del problema e sulle azioni intraprese per la sua risoluzione.

## ALLEGATO AL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO:

### DESCRIZIONE DEL SISTEMA UTCS

#### Articolo 1. PREMESSA

Il presente allegato descrive il Sistema delle Unità di Controllo del Traffico (UTCS) attualmente presente nel Comune di Padova.

#### Articolo 2. GENERALITA'

Il Sistema delle Unità di Controllo del Traffico implementa una gestione del traffico indirizzata alla prevenzione della congestione, tesa al mantenimento di un determinato livello di servizio nell'area controllata.

Così facendo si colloca al di sopra dei tradizionali sistemi per il controllo semaforico centralizzato, che si prefiggono di minimizzare i tempi globali di percorrenza unicamente in base a funzioni di costo legate al carico di traffico contingente. Il funzionamento di tali sistemi è ottimale in condizioni di traffico normale ma la loro efficacia cessa in presenza di sovraccarichi diffusi, per altro molto comuni nelle aree metropolitane.

UTCS, invece, pur basandosi anch'esso sullo stesso concetto di ottimizzazione e sulla stessa piattaforma di regolazione semaforica centralizzata, opera mediante il supporto di un sistema dinamico di "impianti saracinesca" al cordone che gli consentono di gestire in modo controllato le situazioni di saturazione diffusa.

Il controllo in tempo reale è reso possibile anzitutto grazie ad una distribuzione dell'intelligenza su tre livelli; la regolazione semaforica vera e propria è implementata nei primi due livelli secondo la filosofia della generazione di piano a livello locale, mentre il terzo livello riveste il compito di supervisore.

Il 1° livello è il più basso ed è il "livello strada"; esso comprende i dispositivi periferici, cioè regolatori semaforici, stazioni di rilievo del traffico, pannelli a messaggio variabile.

Queste apparecchiature, raggruppate per zone, sono connesse in rete tra loro principalmente mediante linee dedicate in fibra ottica e controllate da un supervisore di bacino, Urban Traffic Controller (UTC, per semplicità verranno nel seguito genericamente indicate tutte le diverse tipologie di supervisore di bacino che compongono il sistema di Padova), che costituisce il 2° livello. I vari UTC sono infine collegati – a seconda dei sottosistemi di appartenenza – ad un processore di 3° livello, detto FEP (Front End Processor) che, a sua volta, per mezzo di una rete locale (LAN), scambia informazioni con gli altri applicativi del centro.

Le funzionalità dei vari livelli possono essere brevemente sintetizzate come segue:

Regolazione locale;

Rilevamento e classificazione automatica dei volumi di traffico (PMI=Punto di Misura Intelligente);

Regolazione semaforica in generazione di piano (CD=Centralino Dinamico);

Gestione di bacino (UTC);

Strategie;

Gestione degli "impianti saracinesca";

Coordinationi;

Centro Controllo del Traffico (CCT);

Supervisione, in tempo reale, dello stato della circolazione;

Monitoraggio della funzionalità del sistema.

UTCS è un sistema integrato per la gestione del traffico in aree urbane che si propone come strumento ideale per un efficiente e razionale utilizzo delle risorse viarie. La sua struttura modulare, organizzata in livelli funzionali indipendenti, ne consente l'approccio da parte di un'ampia fascia di utenza.

Attualmente, è costituito da due sottosistemi autonomi ma con le stesse finalità. Un primo sottosistema di più vecchia data, storico, che, in quanto a regolatori semaforici, ne comprende 41 dei complessivi 107 centralizzati, ed un secondo sottosistema più recente che ne comprende 66.

Nei paragrafi a seguire vengono analizzate con maggior dettaglio le funzionalità dei tre livelli, distinguendo fra i due sottosistemi suddetti.

#### Articolo 3. SOTTOSISTEMA STORICO

##### Articolo 3.1 1° LIVELLO – REGOLAZIONE LOCALE (CD/PMI)

###### Il rilievo dei flussi veicolari

Su tutta la maglia viaria controllata è stesa una rete di sensori basati principalmente su spire ad induzione elettromagnetica immerse nel manto stradale.

Tali sensori catalogano il traffico circolante nella loro area 24 ore su 24 ed inviano in tempo reale i dati rilevati ai preposti organi di gestione (PMI = Punto di Misura Intelligente).

Se il sensore è del tipo a spire, per ogni corsia di marcia è installata una coppia di spire, assialmente e ad una distanza tale da rilevare il flusso libero: i dati acquisiti mediante questi sensori costituiscono la base utilizzata dal sistema per la regolazione semaforica della maglia viaria.

Sulla base di tali dati, il PMI effettua in primo luogo una classificazione tipologica dei veicoli in 4 classi di lunghezze ed una loro classificazione in altrettante classi di velocità.

E' facilmente comprensibile quanto sia importante conoscere la composizione del traffico ai fini di una accurata e puntuale regolazione semaforica: lo stesso numero di veicoli attestato alla linea di arresto di un incrocio necessita di tempi di verde nettamente differenti a seconda che si tratti di autovetture o mezzi pesanti.

Anche la velocità di scorrimento è altresì di vitale importanza per la valutazione del grado di saturazione o congestione di una arteria.

Infatti, per esempio, la conoscenza che il carico attuale è di solo 100 veicoli/ora non significa necessariamente che non esistono problemi; questi 100 veicoli/ora potrebbero essere stati gli unici a defluire tra i 1000 veicoli/ora formanti una lunga colonna.

Quindi, solo una combinazione pesata di questi due parametri (fattore di carico) è la corretta variabile da utilizzare per la generazione di piani semaforici.

In secondo luogo il PMI organizza al suo interno un archivio settimanale dinamico dei rilievi eseguiti, il quale trova impiego nel check dei valori rilevati e nella loro eventuale correzione.

###### La generazione di piano: CD (Centralino Dinamico)

Sulla base dei parametri forniti dal PMI, il centralino dinamico (CD), esegue la generazione del piano semaforico.

A questo scopo viene eseguita inizialmente una ulteriore pesatura dei dati ricevuti, in funzione dell'insieme delle manovre di deflusso svolte nell'area della intersezione semaforica.

A seconda che una certa corrente di traffico svolgi a sinistra, a destra o vada dritto, viene applicato un diverso fattore correttivo, che tiene conto della difficoltà di esecuzione della manovra.

La quantificazione delle correnti di svolta viene fatta applicando al flusso globale rilevato le percentuali di smistamento dedotte da uno studio di traffico eseguito durante la fase di pianificazione del sistema.

Una volta a conoscenza dell'entità della "domanda", CD calcola l'"offerta" in base alla geometria dell'intersezione ed alla struttura semaforica.



Dopo di che CD esegue il vero e proprio calcolo dei tempi da assegnare alla sua struttura semaforica ed informa gli altri CD ed UTC dell'avvenuta generazione; attende quindi, nel caso in cui faccia parte di un gruppo di coordinazione (ONDA VERDE), le informazioni necessarie al calcolo del proprio sfasamento temporale relativo (offset).

I tempi calcolati vengono messi in esecuzione in un particolare istante (scadenza del periodo di integrazione) solo se non esistono imposizioni provenienti dai due livelli superiori (2° e 3°), quali, per esempio, forzature di tempi o di struttura.

### Articolo 3.2. 2° LIVELLO – GESTIONE DI BACINO (UTC)

UTC svolge la funzione di gestore di bacino, concentrando sotto il proprio controllo regolatori e PMI fino ad un numero massimo di 30 (30 regolatori + 30 punti di misura).

Esso interfaccia inoltre il bacino al centro (3° livello-FEP), consentendo in questo modo il controllo centralizzato di tutte le apparecchiature periferiche.

Al regolatore di bacino è assegnato il compito di permettere la generazione dinamica imponendo i cicli critici, le velocità di coordinazione, le direzioni di marcia da privilegiare.

Governa gli impianti saracinesca per cercare di prevenire o di gestire nel migliore dei modi le congestioni, registra tutte le variazioni di stato e tutti i dati prodotti al livello inferiore.

UTC, inoltre, esegue costantemente una serie di controlli sul buon funzionamento delle apparecchiature collegate, tiene gli orologi allineati, mette a disposizione un meccanismo di attivazione oraria per gestire eventi come l'uscita di uno stadio, un corteo, ecc.

UTC, assieme a CD e PMI, esaurisce il discorso della regolazione vera e propria: il 3° livello, infatti, mette a disposizione una serie di strumenti per l'integrazione del controllo semaforico in un contesto più generale di mobilità.

### Articolo 3.3. 3° LIVELLO – CENTRO DI CONTROLLO DEL TRAFFICO (CCT)

Il 3° livello è dislocato nella sala di controllo presieduta dagli addetti al traffico.

Esso è composto da una serie di strumenti hardware e software per l'integrazione della regolazione semaforica con la gestione della mobilità.

Elenco materiale audio video presente presso la centrale operativa e soggetto alla manutenzione, comprensiva delle parti di ricambio e della mano d'opera.

Quantità	Descrizione	Marca	Modello
2	Switch select 8 cpu	Black Box Corporation	ServManager (412) 746-5500
8	Distributori VGA	Kramer	1:3 VGA
6	Monitor LCD	Samsung	40"
4	Fiber optic video link	FI Force Incorporated	2768r-0-bgst
1	Switch 3x1 VGA	Kramer	Up-31
1	Integrated Stereo Amplifier	Teac	A-r300
1	Videobin	Barco	Data 600
1	Videobin remote controlled	Barco	RCVDS 650
1	Video Recorder	Grundig	VS 650
2	Diffusori audio	Teac	LSx9
1	Tenda oscurante motorizzata		
1	Pannello per proiezione motorizzato		
1	Modem esterno		
2	Switch	Nortel	Baystac 70-24T
1	Rack modem ottici su scheda		
3	Modem ottici x master 3-4-5		
2	Modem ottici telecamere	Fors Incorporated	2768RBGST
Corpo	Cavi elettrici e di collegamento a tutti i dispositivi della consolle e della parete attrezzata		

Tutte le CPU e i monitor operanti nel CCT sono collegati a due tastiere e due mouse, situati sulla consolle di comando, mediante switcher (Black Box ServerManager) e distributori VGA.

Alle stazioni di lavoro sono abbinati modem con linea dedicata per la ricezione e trasmissione dati, un video grafico ad alta definizione, una stampante laser.

Per quanto riguarda la regolazione, FEP tiene monitorato lo stato di funzionamento dei dispositivi periferici, ne registra le anomalie, fornisce all'operatore uno strumento di controllo, raccoglie, organizza e gestisce i dati di traffico, svolge la funzione di ponte per la comunicazione tra i dispositivi remoti, invia allarmi.

Gli operatori del CCT possono controllare in tempo reale sui monitor della sala il caricamento veicolare della maglia viaria e lo stato di funzionamento degli impianti semaforici.

Poi, mediante strumenti di supporto software possono:

- pilotare gli impianti saracinesca (FEP);
- intervenire su qualsiasi regolatore semaforico, modificandone tempi, coordinazione (FEP);
- modificare il data base della maglia viaria;
- monitorare la situazione del traffico mediante un pannello sinottico;
- valutare i tempi di percorrenza, grado di congestione nelle aree controllate, percentuali di riduzione, punti ad alto rischio della rete (PATH);
- gestire e analizzare gli stati di funzionamento di CD e PMI registrati dal gestore di sistema semaforico centralizzato FEP o dai controllori di UTC (STATUS MANAGER);
- creare report predefiniti e/o configurabili dall'utente (STATUS MANAGER).

### Articolo 4. SOTTOSISTEMA RECENTE

OP-TMacS è il regolatore di bacino, piattaforma software ITS per la gestione, il controllo e il monitoraggio del traffico.

Esso, in particolare, permette di:

- attribuire la priorità veicolare ai mezzi di trasporto pubblici e mezzi di soccorso (ad esempio ambulanza, pompieri, ecc.);
- schedare i piani semaforici;
- coordinare gli assi viari (onda verde);
- monitorare gli impianti, avendo una diagnostica tempestiva in grado di informare i gestori del sistema di qualsiasi malfunzionamento.

Tutte queste funzioni vengono descritte nello specifico nel seguito.

OP-ATC/TSPS (regolatore di bacino attualmente installato) permette l'interfacciamento con molti dispositivi ITS, ad esempio:

- pannelli a messaggio variabili;
- dispositivi di monitoraggio del traffico: spire induttive, radar doppler, radar infrarossi e telecamere.

Questa possibilità di integrare diversi dispositivi alla stesso regolatore di bacino permette di elaborare ed adottare logiche di miglioramento sia per la singola intersezione che per l'intera rete viaria e di rendere la città adattabile alle esigenze dei cittadini.

Tecnologia impiegata

Tecnologia utilizzata: Java 8, JRE 1.8

Piattaforma: Windows – Linux - Mac

Protocolli: TCP/IP

Data Base: Relazionale Standard SQL (MySQL)

Reti: Ethernet, ADSL, GPRS, UMTS-HSDPA Fibra Ottica - LAN/WAN/Internet

Sistema DNS Dinamico per connessioni GPRS

Le configurazioni possono essere del tipo:

- Monoserver;
- Multiserver;
- su strutture Cluster/Cloud.

Caratteristiche SW Server

Il software server svolge due macro funzioni:

- l'interfacciamento tra Server e unità di campo (Stazioni di Monitoraggio Traffico, Regolatori semaforici, PMV);
- l'interfacciamento tra Server e postazioni utente (Client).

La gestione delle unità da controllare ha caratteristiche di totale automatismo, con registrazione di ogni singolo scambio di informazione ed archiviazione senza rimozione consentendo di poter recuperare in qualsiasi momento lo storico di qualsiasi impianto o utenza fino al momento della prima installazione.

Si occupa del controllo delle linee di comunicazione e della comunicazione in tempo reale agli organi registrati di qualsiasi tipo di anomalia che possa pregiudicare la totale efficienza del sistema.

La parte di interfacciamento tra Server e Client non si riduce alla sola messa a disposizione dei dati raccolti e l'eventuale parametrizzazione delle strategie, ma gestisce e monitora ogni tipo di richiesta e di comando fotografando lo scenario prima, durante e dopo l'intervento di qualsiasi operatore.

Filtra le richieste in funzione dell'autenticazione dell'utente consentendo di configurare un numero indefinito di utenze tracciandone un profilo con la distinzione dei livelli di accesso differenziati per tipologie ed identificativi degli impianti da monitorare, livello di operatività sugli impianti stessi, fino a consentire la programmazione di ogni singola macchina e la definizione delle strategie applicabili per il mutamento degli scenari.

Il Server gestisce il salvataggio di ogni azione all'interno del database, memorizza le impostazioni di invio automatico ai vari impianti, conserva lo storico delle operazioni effettuate, eventuali errori di comunicazione o perdita di segnale, mantiene traccia delle operazioni eseguite dai vari operatori con dettaglio di istante di connessione, azioni svolte e disconnessione dal Sistema, log dettagliato con IP del computer dal quale ci si è collegati.

L'accesso a questi dati è riservato all'Amministratore del Sistema.

Macs Traffic è un modulo dedicato al controllo del traffico urbano (UTC) di tipo adattativo, completo e personalizzabile che si propone come strumento indispensabile per il monitoraggio e per il controllo di reti di Impianti Semaforici, Stazioni di Monitoraggio Traffico e per qualsiasi sistema di comando e controllo presente sul territorio.

Il Sistema è in grado di operare su reti di notevole complessità, determinando in modo continuo le strategie di controllo atte ad ottimizzare il rendimento della rete degli impianti semaforici; in funzione delle priorità assegnate al trasporto pubblico e al traffico privato può valutare gerarchicamente i flussi di traffico da preferenziare.

Valutando dati storici, misure istantanee ed eventi previsti, riesce ad adattarsi continuamente alla mutante richiesta di traffico.

- Generazione Dinamica. Logica totalmente adattativa;
- Generazione Mista. Adattativa e/o a Selezione di piano;
- Sistema di priorità semaforica;
- Misura del livello di saturazione;
- Valutazione della capacità dell'infrastruttura;
- Modelli di deflusso (Greenshield; Greenberg, Parabolic, Logarithmic, Model of the vehicle lined up);
- Stabilità del Traffico (local and asymptotic);
- Analisi dell'onda d'urto;
- Modello del "rolling gate" decongestion;
- Valutazione del Livello di Servizio LOS su 6 livelli in real-time;
- Valutazione del tempo di ritardo;
- Coordinamento di intersezioni attuate dal traffico.

Il servizio di regolazione del traffico utilizza a pieno la flessibilità di configurazione del sistema, permette di collegare direttamente attraverso Internet i regolatori semaforici, applica da remoto la strategia di controllo e fornisce come output la fluidità del traffico associata alle varie arterie controllate. In questo modo vengono minimizzati, abbattendoli drasticamente, gli oneri di avviamento e gestione.

L'utilizzo di strutture dedicate per i sistemi di controllo garantisce elevati standard di affidabilità dei Sistemi, mentre i servizi di supervisione, interazione e supporto alla manutenzione permettono al gestore la piena visibilità e interazione con il sistema.

La flessibilità nelle comunicazioni consente di minimizzare le infrastrutture da installare e di sfruttare al meglio i collegamenti disponibili.

Il Sistema permette di definire nel dettaglio le impostazioni di ogni singolo incrocio e più in generale della strategia particolare da adottare al passaggio del mezzo pubblico da favorire.

La flessibilità della piattaforma OP-TMacs consente di impostare strategie distinte per ogni impianto in modo da soddisfare le esigenze del Committente.

Il Software client consente all'utente di eseguire le seguenti operazioni:

- controllare lo stato in tempo reale della rete e accedere ai dati memorizzati su qualsiasi dispositivo controllato;
- accedere al database che contiene tutti i dati relativi al traffico, confrontare periodi diversi, le elaborazioni grafiche, lo studio di strategie e la stampa dei dati;
- interagire con le unità locali, ad esempio impostare il modo di funzionamento, la programmazione completa dei piani semaforici per ogni incrocio, la gestione dei messaggi su Pannelli Informativi, ecc.;
- manutenzione da remoto, come il riavvio delle macchine su strada, reset di eventuali allarmi e riconfigurazioni varie;
- livello Macroarea: rappresenta graficamente la visione completa di tutto il sistema controllato con personalizzazione delle icone in base ai dispositivi da controllare;
- livello di Microarea: descrizione grafica dell'area controllata con distinzione delle fasi semaforiche.

### **Sistema per la priorità veicolare**

Macs Tracking è il modulo di TMacs che favorisce il transito dei mezzi per il Trasporto Pubblico (tram) attuando delle preferenziazioni semaforiche. Tipicamente si produce un incremento dei tempi di verde alle direttrici coinvolte dal transito di tali veicoli o si attivano fasi dedicate.

L'obiettivo per i mezzi di Trasporto Pubblico è quello di garantire il rispetto dei tempi di percorrenza previsti, per i mezzi di Soccorso invece è quello di favorire il transito più veloce possibile e far defluire l'eventuale asse stradale congestionato.

#### **Realizzazione priorità veicolare nel comune di Padova**

Nel comune di Padova, la priorità veicolare per i mezzi pubblici, in particolare per il tram, permette di ottenere un servizio su rotaia il più possibile puntuale e regolare anche in presenza di elevati flussi veicolari, senza però penalizzare troppo il traffico privato soprattutto là dove ha volumi maggiori.

Il modulo Macs Tracking fornito dal regolatore di bacino OP-TMacs permette di migliorare sia il rilevamento del mezzo che l'attuazione della priorità.

Per quanto riguarda la localizzazione del mezzo, Macs Tracking offre la possibilità di inserire lungo il percorso dei dispositivi di rilevamento mezzi pubblici, che lavorano in parallelo con il sistema CCPB gestito da Busitalia Veneto, in modo da ottenere una maggiore affidabilità e precisione sulla posizione del mezzo.

Per la realizzazione della priorità, il sistema, una volta ottenuta la posizione del mezzo, verifica in automatico se è in ritardo rispetto alla tabella di marcia e quindi se è necessario fornirgli la priorità o meno (questo nel caso in cui l'impianto semaforico e le corsie siano condivise da mezzi pubblici e veicoli privati).

#### **Funzionamento Priorità veicolare**

Tra le componenti del sistema, vengono scambiati dei dati chiamati PT-Priority per generare le attuazioni semaforiche al fine di favorire il transito dei mezzi con priorità. Le PT-Priority sono generate dal sistema PT quando ci sono dei mezzi in avvicinamento ad un'intersezione semaforizzata.

Le informazioni contenute in una PT-Priority riportano dei dati significativi per ciascun componente dell'intero sistema e sono:

- last\_timestamp: l'ultima data/ora di arrivo dell'informazione dall'PT Server, ultimo trigger point attraversato
- first\_timestamp: la prima data/ora di arrivo dell'informazione dall'PT Server, primo trigger point attraversato
- traffic\_signal: l'identificativo dell'intersezione semaforizzata
- movement: il movimento del mezzo, l'origine e la destinazione (NE, NS, NW, ...)
- first\_trigger\_point: primo punto di transito del mezzo, trigger point della prima previsione di arrivo all'intersezione
- last\_trigger\_point: ultimo punto di transito del mezzo, trigger point dell'ultima previsione di arrivo all'intersezione
- priority: alta/default/bassa, priorità assegnata alla richiesta di preferenziamento
- first\_schedule\_deviation: il primo ritardo espresso in minuti rispetto al servizio pianificato previsto dall'PT Server quando viene attraversato il primo trigger point
- last\_schedule\_deviation: l'ultimo ritardo espresso in minuti rispetto al servizio pianificato previsto dall'PT Server quando viene attraversato l'ultimo trigger point
- vehicle: codice veicolo
- status:
  - srv\_ready: pronta sul server per essere inviata al Traffic Controller
  - srv\_not\_processed: rifiutata dal TMACS Server
  - tc\_ready: pronta per essere elaborata dal Traffic Controller
  - tc\_refused: rifiutata dal Traffic Controller
  - tc\_waiting(and accepted): accettata dal Traffic Controller e in attesa di elaborazione
  - tc\_processing: in elaborazione da parte del Traffic Controller
  - tc\_processed: elaborata(e attuata) dal Traffic Controller
  - tc\_not\_processed: non elaborata dal Traffic Controller
  - tc\_partially\_processed: parzialmente elaborata dal Traffic Controller

#### **Ciclo di vita PT-Priority**

Ogni PT-Priority ha un inizio, una fase di elaborazione, di trasferimento alle componenti del sistema e una conclusione. Il sistema OP-TMACS si occupa di mantenere aggiornate le informazioni che arrivano dal sistema PT e di sincronizzarle con i regolatori semaforici.

Il ciclo di vita di una PT-Priority è rappresentato dal valore che assume 'status' perché rappresenta se la richiesta è attiva, oppure in attesa di essere processata, in fase di attuazione o conclusa.

Di seguito è riportato l'iter che ogni PT-Priority segue.

##### Fase 1: generazione della PT-Priority

Quando il mezzo di trasporto raggiunge una determinata posizione fornita dal sistema CCPB-Carteso di Busitalia Veneto, il sistema PT crea e invia al Server OP-TMACS la PT-Priority.

##### Fase 2: acquisizione richiesta PT-Priority

La PT-Priority quando arriva al OP-TMACS Server, subito dopo quando è stata generata dal sistema PT-Priority, è nello stato 'srv\_ready'. Significa che è stata recepita dal sistema OP-TMACS ed è pronta per essere trasferita al regolatore semaforico.

##### Fase 3: filtro delle richieste e smistamento ai regolatori semaforici

In questa fase, il server OP-TMACS verifica in base a dei filtri per fasce orarie, oppure per livelli di congestione del traffico o altro se far proseguire la richiesta PT-Priority. Se non viene ulteriormente elaborata diventa 'srv\_not\_processed' e termina il suo ciclo di vita, altrimenti è smistata al regolatore semaforico specifico e procede con la fase successiva.

#### Fase 4: trasferimento al regolatore semaforico della PT-Priority

Il Server OP-TMACS individua il modulo che gestisce il regolatore semaforico destinatario della PT-Priority, il movimento(origine-destinazione) interessato e trasferisce a campo la richiesta. La PT-Priority è nello stato 'tc\_ready'.

#### Fase 5: accettazione della richiesta da parte del regolatore semaforico

Il regolatore semaforico prende in consegna la PT-Priority proveniente dal Server OP-TMACS e valuta in base alla sua configurazione se elaborarla o meno. La PT-Priority se non viene accettata diventa 'tc\_refused' e termina il suo ciclo di vita, altrimenti diventa 'tc\_waiting' e procede con la fase successiva.

#### Fase 6: attesa per l'elaborazione della PT-Priority

Dopo aver accettato la richiesta, il regolatore semaforico attende il momento opportuno in base alle condizioni di traffico e/o di ciclo semaforico, per processare o meno la PT-Priority. Durante questo periodo la richiesta è in 'tc\_waiting'. Se le condizioni non lo permettono, la richiesta diventa 'tc\_not\_processed' e termina il suo ciclo di vita, altrimenti prosegue con la fase successiva.

#### Fase 7: elaborazione della PT-Priority

Al momento opportuno e tipicamente se previsto dalla programmazione, il regolatore semaforico inizia ad elaborare la PT-Priority perturbando la gestione dell'intersezione: lo stato diventa 'tc\_processing'. In questa fase il tram è in fase di transito.

#### Fase 8: conclusione della richiesta PT-Priority

Quando il tram ha superato l'intersezione semaforica, la richiesta viene considerata dal regolatore semaforico come elaborata: stato 'tc\_elaborated'.

Può capitare che la fase di elaborazione 'tc\_processing' venga interrotta perchè il regolatore semaforico deve soddisfare altre richieste ritenute più importanti, come ad esempio richieste provenienti dai mezzi di soccorso con priorità più elevate. In queste condizioni la PT-Priority diventa 'tc\_partially\_processed'.

Se una richiesta è stata elaborata correttamente avrà lo stato 'tc\_elaborated'.

Errori di comunicazioni, temporanee perdite di connessioni o mancate rilevazioni GPS dei mezzi di trasporto e dunque delle previsioni dei passaggi, comportano comunque l'elaborazione della richiesta se previsto (stato 'tc\_processing') e dopo un tempo massimo diviene automaticamente 'tc\_elaborated'.

Archiviazione dati: PT-Priority Table

Ogni richiesta PT-Priority viene archiviata nel database del Sistema OP-TMACS per consentire l'analisi storica delle performance del Sistema.

Apertura del Sistema

Il Software Macs Tracking è gestito in abbinato al modulo Macs Traffic.

### **Schedulazione dei piani semaforici**

Il regolatore di bacino OP-TMacS permette di salvare molteplici piani semaforici e di attivarli nel momento che si ritiene più opportuno. Questa operazione viene definita come schedulazione.

Tramite la schedulazione sarà possibile assegnare dei piani semaforici specifici a determinati giorni e fasce orarie (ad esempio per le ore di punta). Questo permette di avere una rete viaria più efficiente e in grado di adattarsi al traffico (pendolare) ricorrente.

Per fenomeni di traffico non ricorrente, invece, è possibile impostare dei piani, che si attivano in caso di eventi particolari determinati da variabili legate al traffico presente nella rete (ad esempio flussi, tempi di percorrenza e densità), le variabili da considerare per l'attivazione dei piani potranno essere scelte dall'operatore in base alle criticità che si vogliono risolvere. Quest'ultimo sistema di schedulazione richiede una calibrazione esperta, più approfondita e puntuale.

#### **Schedulazione temporale**

Per la schedulazione fatta per giorni e fasce orarie è possibile stabilire:

- una programmazione settimanale;
- due serie di date speciali.

La tabella Date Speciali fa da complemento alla tabella Programmazione ed è stata pensata con lo scopo di gestire in modo efficace quelle condizioni di traffico che si presentano solo con cadenza annuale e che possono essere anche molto diverse da quelle presenti nel corso dei giorni "normali". Si pensi per esempio a Natale, Capodanno, Ferragosto o più semplicemente alle ricorrenze locali.

Si possono ridefinire come "speciali" al massimo 10 giorni.

Il funzionamento di questa tabella è semplice: arrivato il giorno programmato come "festivo", il regolatore semaforico attiverà al posto del cambio programma settimanale quello speciale.

I piani alternativi di cambio programma sono 2. Per ciascuno di essi è possibile programmare fino a 12 cambi programma giornaliero (nella parte relativa alla Programmazione).

#### **Schedulazione ad eventi particolari**

Il sistema permette l'attivazione di piani semaforici specifici nel caso di eventi particolari preventivamente imposti.

Questa strategia di funzionamento permette di far fronte a situazioni impreviste e di contrastare situazioni di forte sovrasaturazione (congestione). Per l'attivazione del piano bisognerà fissare l'evento e un tempo minimo e massimo di attivazione, inoltre sarà possibile impostare una priorità agli eventi in modo che il sistema sia in grado di scegliere il piano giusto da attuare anche nel caso di due eventi particolari contemporanei.

Il passaggio da un piano semaforico all'altro sarà effettuato in maniera "morbida" con tempistiche che possono essere scelte dall'utente oppure fornite di default.

Questa possibilità di scelta permette di ottenere un cambio di piano che non crea disagi ai flussi veicolari e che si può adattare allo scenario presente nell'intersezione.

### **Sincronizzazione regolatori semaforici (onda verde)**

Premessa: schematizzazione di una rete e definizione di un cammino.

Le reti stradali spesso vengono trasformate in reti equivalenti costituite da archi e da nodi, in modo da ottenere una rappresentazione più chiara e di facile comprensione, inoltre rende più semplice la suddivisione della rete in sub-aree alle quali si potranno applicare diverse strategie per l'ottimizzazione dei percorsi.

I nodi solitamente rappresentano le intersezioni stradali di qualsiasi tipo mentre gli archi sono i tratti di strada tra un'intersezione e l'altra.

Grazie a questa rappresentazione, un cammino o percorso può essere considerato come l'insieme ordinato degli archi che lo costituiscono; a volte però questo non è sufficiente ed insieme agli archi vengono presi in considerazione anche i nodi interessati dall'itinerario.

Questa schematizzazione solitamente viene introdotta quando si cerca di creare un percorso con intersezioni semaforiche coordinate, perché permette di capire quali nodi possono essere considerati isolati e quali invece verranno coinvolti dall'onda verde.

Inoltre è possibile assegnare ad ogni arco un costo (che può essere formato da diverse voci con dei relativi coefficienti), in questo modo sarà possibile stimare il costo complessivo di un particolare percorso, il variare di questo costo complessivo a seconda della strategia adottata ci permetterà di capire quale sarà la più efficace e conveniente da utilizzare.

I parametri fondamentali di sincronismo di ogni piano che possono essere inseriti sono:

- Tempo di ciclo
- Offset

#### Parametro – Tempo Ciclo

Valore da imputare per imporre una durata fissa al ciclo semaforico di un dato piano. Serve come base dei tempi per generare internamente l'impulso di sincronismo.

#### Parametro – Offset

Se il regolatore è master, il segnale per l'impulso di sincronismo (di durata fissa pari a 2 secondi) è generato dopo un ritardo pari a Offset secondi, mentre se il regolatore è slave, il segnale dell'impulso di sincronismo rilevato in ingresso è mandato in uscita e dopo un ritardo pari a Offset secondi, si ha il passaggio allo stato programma successivo.

E' utilizzato esclusivamente nel caso in cui il regolatore semaforico si trovi ad operare in modo coordinato con altri impianti posti sulla stessa direttrice con lo scopo di garantire il funzionamento in "onda verde".

#### Attuazione del coordinamento

Per evitare bruschi cambi di piano semaforici che possono creare non pochi disagi per il traffico privato e non è possibile impostare il valore di tempo massimo espresso in secondi in cui il regolatore (Slave) può rimanere bloccato su un determinato step di programma in attesa dell'impulso di sincronismo da parte del regolatore Master. Trascorso questo tempo, se non è arrivato l'impulso di sincronismo, il regolatore semaforico automaticamente commuta sul funzionamento Attuato. L'anomalia viene segnalata tramite l'accensione del led rosso TIMEOUT presente sul pannello della scheda CPU.

Inoltre sempre per effettuare un inserimento "morbido" del sincronismo si può impostare la quantità massima di secondi che il regolatore può rimanere bloccato su uno stato programma in attesa dell'impulso interno di sincronismo da parte della base tempi associata al tempo di ciclo impostato. Trascorso questo tempo, se non è arrivato l'impulso di sincronismo, il regolatore semaforico passa allo stato programma successivo senza dare segnalazione dell'accaduto.

Il tempo, espresso direttamente in secondi, può variare da un minimo di 0" ad un massimo di 255". Il valore predefinito è pari a 255.

#### Individuazione impianti da sincronizzare

Se consideriamo una rete stradale il regolatore di bacino OP-TMacS permette di scegliere quali impianti semaforici sincronizzare e quali lasciare "isolati".

La sincronizzazione viene eseguita sul ciclo di durata maggiore (situazione peggiore) dei vari impianti da sincronizzare; di conseguenza in tutti gli altri impianti verranno ricalcolati i tempi di verde sulla base della nuova durata del ciclo.

Questa operazione permette di ottenere una durata uguale del ciclo semaforico per tutti gli impianti che contribuiranno all'onda verde. L'operazione successiva sarà quella di inserire l'offset (sfasamento) corretto per ogni impianto che deve essere determinato osservando principalmente i seguenti parametri: manovra da coordinare, distanza tra i due impianti, tempo di percorrenza del tratto che collega gli impianti.

L'attuazione di un'onda verde ben progettata permette di ridurre notevolmente il fenomeno dello Stop&Go e relative conseguenze.

Per ottenere un'efficiente onda verde bisognerà prevedere un pre-sgombero dei veicoli presenti in coda nella manovra da coordinare in modo che all'arrivo del plotone, dall'impianto semaforico precedente, non si debba fermare per aspettare che transitino i veicoli già presenti in coda nell'intersezione semaforica.

Quindi risulta di fondamentale importanza il valore dell'offset assegnato ad ogni impianto che potrà essere inserito manualmente a seguito di uno studio preventivo dello stato di fatto oppure può essere calcolato dal software se sono presenti dati sufficienti sul deflusso veicolare, ottenuti tramite dispositivi di rilevamento del traffico.

#### Calcolo degli offset.

Il calcolo degli offset permette di determinare lo sfasamento temporale relativo che deve esistere tra gli impianti semaforici presenti nel percorso da coordinare.

Il sistema di default per il calcolo di questo valore userà la formula:  $\text{Offset} = \text{Distanza} / \text{Velocità}$

Dove con distanza si intende la lunghezza dell'arco che collega due impianti successivi e per velocità si intende la velocità di percorrenza dell'arco che dovrà essere determinata dall'utente.

Questa velocità può variare da arco ad arco in quanto dipende dal flusso veicolare e dalle caratteristiche geometriche delle infrastrutture.

Il sistema inoltre permette all'utente di inserire formule e algoritmi personalizzati per il calcolo degli offset in grado di tenere conto di eventuali veicoli in coda nel ramo da coordinare.

Per il calcolo degli offset assoluti tra due regolatori semaforici adiacenti a partire da quelli relativi la formula è la seguente:

$$\begin{aligned} & OX + TGX + ORGX - GY = OY + TGY \\ & \text{O ANCHE } OY = OX + TGX + ORGX - GY - TGY \end{aligned}$$

Ox offset assoluto del RS x

Oy offset assoluto del RS y

Tgx istante di apertura del gruppo di coordinazione Tgx (su RS X)

Tgy istante di apertura del gruppo di coordinazione Tgy (su RS Y)

Orgx-gy offset relativo tra il gruppo di coordinazione gx (di RS X) e gruppo di coordinazione gy (di RS Y)

#### **Sistema di diagnostica**

Il regolatore di bacino OP-TMacS offre un servizio di diagnostica TAlert per tutti i dispositivi ad esso associati in modo da poter monitorare il funzionamento degli impianti e di essere tempestivamente informati in caso di guasti o malfunzionamenti.

#### Funzionamento TAlert

TAlert offre la possibilità di ricevere immediatamente, in modo automatico, le segnalazioni sui guasti e sul ripristino delle funzionalità degli apparati da controllare, attraverso e-mail o messaggio SMS.

Periodicamente, a cadenza impostabile, vengono inviati a mezzo e-mail dei report di funzionamento indicanti, con dettaglio di ogni singolo evento, le anomalie occorse, lo stato di funzionamento e i tempi di ripristino su sonde di rilevamento, linee di comunicazione, impianti semaforici e degli altri dispositivi interfacciati al Sistema.

Grazie a questo strumento è possibile ottenere lo storico di tutti gli allarmi avvenuti in un impianto semaforico da quando viene attivato il TAlert.



E' presente una classificazione degli eventi con le possibili cause che possono comportare l'invio di notifiche agli utenti e ai manutentori. Le notifiche si suddividono per gravità: info, avvisi, allarmi.

In questo modo è possibile selezionare il tipo di anomalia ed associarlo ad una o più mailing list o/e SMS list specifiche.