

RTI Progettisti:



PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BRESCIA "T2" (PENDOLINA - FIERA)

CUP: C81B21013200005 - CIG: 9101132BB5

DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

IMPIANTI SEMAFORICI

BRESCIA MOBILITA'RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. VERA SABATTI

DIRETTORE GENERALE

ING. MARCO MEDEGHINI

ASSISTENZA AL RUP E ASPETTI TECNICIING. CLAUDIO ORLANDI, ING. ROBERTO PANSI,
ING. MARCO CORTIDEC E MOBILITY MANAGER

ING. MICHELA BONERA

COMUNE DI BRESCIA - Assessorato alla Mobilità,
Eliminazione Barriere Architettoniche e Trasporto
PubblicoRESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. STEFANO SBARDELLA

GRUPPO DI PROGETTAZIONECAPO PROGETTO COORDINATORE RESPONSABILE
INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

COORDINATORE TECNICO

ING. DANILO RUSSO

BIM MANAGER

GEOM. MIRKO CASAROLI

INFRASTRUTTURA TRANVIARIA

ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO

ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE STRUTTURALI

ING. ERICA CALATOZZO

IMPIANTI TECNOLOGICI

ING. SIMONE VILLA

IMPIANTI CIVILI ED INDUSTRIALI

ING. DOMENICO D'APOLLONIO

ANTINCENDIO

ARCH. VERONICA SAGONE

ESERCIZIO E MANUTENZIONE

ING. GIORGIO COLETTI

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

ING. LUCA CUCINO

RESPONSABILE QUALITA' E PROCEDURE

ING. ANDREA DANZI

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

PROF. MATTEO MATTIOLI

IDRAULICA E IDROLOGIA

ING. DOMENICO NAVE

GEOLOGIA

PROF. MATTEO MATTIOLI

GEOTECNICA

ING. ANDREA OSS

ACUSTICA E VIBRAZIONI

GEOL. DAVIDE SASDELLI

CANTIERIZZAZIONE E RISOLUZIONE INTERFERENZE

ING. PIETRO CAMINITI

ARCHEOLOGIA

DOTT. Z. X. GONZALEZ MURO

COMMESSA	FASE	LOTTO/SUBLOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	LAVOR./APPROV.	REV.	SCALA
BST2	PD	LG00	COM	CPD	R008	A1	A	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
------	------	-------------	---------	------------	-----------	-------------

A	20/05/2024	EMISSIONE	RTP	S. VILLA	P. MARCHETTI	S. CAMINITI



INDICE

1.	OGGETTO DELL'APPALTO	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
1.2	PREMESSA	4
2.	SISTEMA DI CONTROLLO E COMANDO TRAMVIARIO	5
2.1	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	5
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4.	IMPIANTI SEMAFORICI	11
4.1	GENERALITÀ	11
4.2	SISTEMA IN DOTAZIONE SUL TERRITORIO COMUNALE DI BRESCIA	11
4.2.1	REGOLATORE	11
4.2.2	INTERFACCE	12
4.2.3	CORE	12
4.2.4	MEMORIE	12
4.2.5	PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE DEI REGOLATORI	12
4.2.6	PIATTAFORMA TMACS	13
4.3	LAVORI EDILI	17
4.3.1	POSA DELL'ARMADIO SEMAFORICO	17
4.3.2	CANALIZZAZIONI	17
4.3.3	FONDAZIONI	17
4.4	INSTALLAZIONE	18
4.4.1	COLLEGAMENTI ELETTRICI	18
4.4.2	MESSA A TERRA	18
4.4.3	DISTANZE E MISURE	19
4.4.4	RILEVATORI DI TRAFFICO (SPIRE ELETTROMAGNETICHE)	19
4.4.5	DOCUMENTAZIONE	19
4.5	MATERIALE SEMAFORICO	20
4.5.1	CENTRALINI SEMAFORICI	20
4.5.2	UNITÀ MULTIFUNZIONALE DI COLLEGAMENTO PER LA CENTRALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI	20
4.5.3	ARMADIO DI CONTENIMENTO	21
4.5.4	PROTEZIONI	22
4.5.5	MORSETTIERE	22
4.5.6	TECNOLOGIA DI COSTRUZIONE	22
4.5.7	SCHEDE ELETTRONICHE	22
4.5.8	RILEVATORI DI TRAFFICO	23
4.5.9	MATERIALE E APPARECCHIATURE IN GENERE	23
4.5.10	PANNELLI DI CONTRASTO	24
4.5.11	LANTERNE SEMAFORICHE	24



4.5.12	DISPOSITIVI SONORI DI ATTRAVERSAMENTO	25
4.5.13	CAVI DI COLLEGAMENTO	25
4.5.14	SOSTEGNI DELLE LANTERNE SEMAFORICHE	26
4.5.15	PALINA SEMAFORICA	26
4.5.16	PALO A SBRACCIO	27
5.	CENTRALIZZAZIONE	27

5.1	POSTO CENTRALE UTC TRANVIA	27
5.2	SISTEMA DI ASSERVIMENTO SEMAFORICO	28
5.3	SITUAZIONI DI DEGRADO	29



1. OGGETTO DELL'APPALTO

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La linea tranviaria si sviluppa tra i capolinea Fiera (zona sud-ovest della città), e Pendolina (zona nord-ovest) ed è per tutta la sua estensione in doppio binario. Lo sviluppo dei binari è di 11,298.01 km (binario pari - direzione Pendolina) e 11,206.77 km (binario dispari – direzione Fiera) esclusi i percorsi per raggiungere i depositi. In adiacenza alla fermata Fiera è collocato il deposito principale, mentre in prossimità di Pendolina si trova il deposito ausiliario. Oltre ai 2 capolinea sono presenti 19 fermate intermedie per un totale di 21 fermate.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto, di cui il presente documento è parte integrante, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo dell'opera e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

1.2 PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di cui al presente Capitolato, sono comprese tutte le categorie di opere comuni alle discipline inerenti agli impianti semaforici.

Il presente Capitolato tecnico riporta pertanto le prescrizioni inerenti specificatamente alla corretta esecuzione delle lavorazioni e per l'accettazione dei materiali relativi agli impianti semaforici; per quanto non compreso si rimanda ai capitolati generali e specialistici, alle specifiche tecniche dei prezzi di riferimento adottati per le singole voci, nonché alle generali norme di esecuzione a perfetta regola d'arte che qui si intendono incluse.

Quanto descritto nel presente capitolato è integrato da tutti gli altri Capitolati specialistici o generali del progetto ed è parte integrante del Progetto Definitivo dell'opera.

Inoltre, anche ove non specificato dettagliatamente nel presente documento, nell'esecuzione dei lavori dovranno essere osservate tutte le prescrizioni allegate alla delibera di Consiglio Comunale del Comune di Brescia di approvazione del Progetto Definitivo, quelle contenute nei pareri degli Enti della Conferenza dei Servizi e quelle contenute nei Regolamenti e nelle norme di settore del Comune di Brescia.

2. SISTEMA DI CONTROLLO E COMANDO TRAMVIARIO

Il Sistema di Comando e Controllo Tramviario ha come obiettivo il conseguimento di un elevato livello di qualità del servizio. È necessario pertanto la messa a disposizione di strumenti e procedure operative che consentano :

- la SUPERVISIONE DEL TRAFFICO;
- la DIAGNOSTICA degli impianti e il SUPPORTO alla manutenzione al fine di prevenire i guasti o di ridurre al minimo gli effetti degli stessi;
- la PREFERENZIAZIONE del sistema tranviario rispetto alle componenti di traffico intersecante.

Criterio fondamentale per la progettazione e realizzazione del Sistema dovrà essere quello di prevedere e impiegare tecnologie ad ampia diffusione sul mercato, limitando eventuali soluzioni proprietarie a casi limitati e motivati e, comunque, non critici per il Sistema nel suo complesso.

Il riferimento a standard industriali ampiamente diffusi e consolidati consentirà infatti di adottare soluzioni e architetture hardware/software di tipo commerciale e aperto, un'ampia reperibilità dei prodotti di base, l'espandibilità e la manutenibilità del sistema nonché la possibilità di usufruire in modo agevole dei possibili aggiornamenti tecnologici delle sue parti componenti.

Per quanto concerne l'interfaccia operatore, ritenuto elemento fondamentale e critico in tutti i sistemi di supervisione, si dovrà fare largo utilizzo di tecnologie video e console integrate per consentire di ottimizzare gli strumenti operativi messi a disposizione assicurando, nel contempo, idonei livelli di ergonomia operativa.

Per tutte le applicazioni software si dovranno adottare criteri orientati ad elevati livelli di configurabilità e flessibilità e dovrà essere possibile integrare nel sistema funzioni orientate alla simulazione ed all'addestramento del personale.

2.1 Prescrizioni Tecniche Generali

I lavori e le forniture da eseguire negli incroci tra la viabilità cittadina e la linea tramviaria riguardano:

- Lavori edili e stradali, per i quali si rimanda ai Capitolati tecnici relativi alle opere edili (BST2-PD-LG00-COM-CPD-R003-A1) e alle sistemazioni urbane (BST2-PD-LG00-COM-CPD-R004-A1);
- Lavori impiantistici per il collegamento al sistema e l'alimentazione degli impianti semaforici;
- Fornitura e posa di materiale semaforico (regolatori, lanterne, paline, pali a sbraccio, ecc.);
- Controllo Centralizzato degli incroci e collegamenti con l'impianto centralizzato del Comune di Brescia;
- Regolazione degli impianti semaforici, in due tempi (prima fase temporanea fino all'entrata in esercizio e seconda fase con la tranvia in uso).

L'Appaltatore dovrà assumersi l'obbligo di eseguire i lavori "a perfetta regola d'arte" in conformità alle vigenti leggi, regolamenti e normative tecniche e di sicurezza in materia, nonché secondo l'ordine e le disposizioni che verranno impartite dalla Committenza.



Gli impianti Semaforici dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni degli Enti competenti; l'ottenimento dei relativi nulla-osta ed autorizzazioni a carico dell'Appaltatore e dovranno essere.

L'Appaltatore è tenuto al corretto mantenimento in efficienza delle opere realizzate fino al compimento delle operazioni di collaudo, anche in caso di riconsegna parziale e/o anticipata delle opere, o per la riconsegna delle aree per l'apertura al pubblico.

L'Appaltatore si assume interamente, dalla data della consegna dei lavori e per tutta la durata degli stessi, senza eccezioni né oneri per l'Appaltante, la responsabilità civile e penale per la tutela delle persone e delle cose, in conformità delle leggi e regolamenti vigenti.

L'Appaltatore dovrà inoltre attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono indicate per le diverse categorie dei lavori.

L'Appaltatore si assume l'impegno al necessario della regolazione dei nuovi impianti semaforici durante le fasi di funzionamento e fino al rilascio del certificato di collaudo delle opere, anche in più fasi di regolazione. Le regolazioni dovranno avvenire su richiesta di BSM e dopo coordinamento con gli uffici dell'area tecnologica della società. Si prevedono almeno le seguenti due fasi di regolazione:

- a) Fase 1 – riapertura al traffico delle intersezioni, con la tranvia non ancora in esercizio;
- b) Fase 2 – riapertura al traffico delle intersezioni, con l'esercizio della tranvia.

La Direzione lavori si riserva il diritto di esaminare eventuali campioni delle varie parti costituenti l'impianto stesso, di sottoporli a prova per accertarne le caratteristiche, e di acquisire, tramite ed a spese dell'Impresa appaltatrice, le relative certificazioni di conformità.

Tutti i componenti dell'impianto semaforico, sia elettrici, elettronici che di natura edile, dovranno essere provvisti dei marchi di conformità alle norme in materia di impianti elettrici (CEI-UNEL), marchi CE, IMQ, UNI etc. o certificato di conformità rilasciato dal costruttore.

In particolare, i pali a sbraccio dovranno essere del tipo idoneo alla zona di installazione cui al D.M. 17.1.2018 (NTC 2018, compresa la relativa Circolare Applicativa) e provvisti di certificazione di calcolo del massimo carico sopportabile.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il progetto e la costruzione degli impianti e del sistema semaforico sono applicabili le norme e gli standard elencati nei paragrafi seguenti, aggiornati all'ultima versione in vigore al momento dell'inizio dei lavori.

Codice della strada

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285	Nuovo Codice della strada e successive modificazioni
D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada

Norme ISO

ISO 9001:2000	Sistemi di Gestione per la qualità – Requisiti
---------------	--

Norme UNI

UNI 7156-2014	Tramvie urbane ed extraurbane. Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario – Altezza della linea di aerea di contatto
UNI EN 40-4	Pali per illuminazione - Protezione della superficie dei pali metallici
UNI EN 124:1995	Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità
UNI EN 12368:2006	Attrezzatura per il controllo del traffico - Lanterne semaforiche.
UNI EN 12675	Regolatori semaforici - Requisiti di sicurezza funzionale.
UNI EN 12899-1	Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale. Segnali permanenti.

Norme europee

Norme applicabili ai Sistemi ubicati nell'area della tramvia.

CEI EN 50122-1	Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra . 2012.
CEI EN 50122-2	Applicazioni ferroviarie, tramviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua. 2012.

Compatibilità elettromagnetica per i Sistemi ubicati fuori dall'area della tramvia.

CEI EN 61000-3-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase). (Data Pubblicazione: 01/04/2007).
------------------	--



CEI EN 61000-3-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione. (Data Pubblicazione: 01/07/2014).
CEI EN 61000-4-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 2: Prove di immunità a scarica elettrostatica Pubblicazione Base EMC. (Data Pubblicazione: 01/04/2011).
CEI EN 61000-4-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura - Sezione 3: Prova d'immunità sui campi irradiati a radiofrequenza. (Data Pubblicazione: 01/04/2007).
CEI EN 61000-4-4	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 4: Prova di immunità a transitori/treni elettrici veloci Pubblicazione Base EMC. (Data Pubblicazione: 01/07/2013)
CEI EN 61000-4-5	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 5: Prova di immunità ad impulso. (Data Pubblicazione: 01/10/2007).
CEI EN 61000-4-6	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 6: Immunità ai disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza. (Data Pubblicazione: 01/09/2014).
CEI EN 61000-6-1	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (Data Pubblicazione: 01/10/2007)
CEI EN 61000-6-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali (Data Pubblicazione: 01/10/2006)
CEI EN 61000-6-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (Data Pubblicazione: 01/11/2007)
CEI EN 61000-6-4	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali (Data Pubblicazione: 01/11/2007)
CEI EN 55011	Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM) Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura (Data Pubblicazione: 01/06/2013).
CEI EN 55022	Apparecchi per la tecnologia dell'informazione Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura (Data Pubblicazione: 01/02/2014).
CEI EN 50293	Compatibilità elettromagnetica - Impianti semaforici - Norma di prodotto. (Data Pubblicazione: 01/05/2013) .



Involucri di protezione

CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP). 1997-06.
CEI EN 60529/A1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP). 2000-06

Cavi per energia

CEI 20-67	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2001-01.
CEI 20-67;V1	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2009-04
CEI 20-67;V2	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2013-09
CEI 20-67;V3	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2018-03

Grossa apparecchiatura

CEI EN 60947-1	Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali. 2008-02.
CEI EN 60947-2	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici. 2007-07.
CEI EN 60947-3	Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili. 2010-11.
CEI EN 60947-7-1	Apparecchiature a bassa tensione Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie - Morsetti componibili per conduttori di rame. 2010-04.
CEI EN 61439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)Parte 1: Regole generali 2012-02
CEI EN 61439-3	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO) 2012-11
CEI EN 61439-3/EC	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO) 2014-06

Apparecchiature a bassa tensione

CEI EN 60898-1	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata. 2004-04.
----------------	--

Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.)

CEI 64-8/1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali. 2012-06.
------------	--



CEI 64-8/2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 2: Definizioni. 2012-06.
CEI 64-8/3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Parte 3: Caratteristiche generali. 2012-06.
CEI 64-8/4	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza. 2012-06.
CEI 64-8/5	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici. 2012-06.
CEI 64-8/6	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 6: Verifiche. 2012-06.
CEI 64-8/7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari. 2012-06.

Sistemi e tecnologie elettrotecniche, elettroniche e telematiche per la gestione ed il controllo del traffico e dei trasporti stradali

CEI 2141/1	Dispositivi per il rilevamento della presenza o passaggio dei veicoli stradali, con principio di funzionamento a variazione di induzione elettromagnetica: spire Parte 1: Requisiti d'installazione. 1998-06.
CEI 214-15	Sistemi semaforici per la circolazione stradale. 2012-05.
CEI EN 50293	Compatibilità elettromagnetica - Impianti semaforici - Norma di prodotto. 2013.
CEI 214-7	Impianti semaforici - Requisiti dei dispositivi acustici per non vedenti. 1999-10.
CEI 214-7;V1	Variante. Impianti semaforici - Requisiti dei dispositivi acustici per non vedenti. 2001-05.
CEI 214-14	Utilizzo delle lanterne a diodi luminosi (LED) negli impianti semaforici. 2008-02

Sicurezza delle apparecchiature elettroniche per tecnologia audio/video, dell'informazione e delle telecomunicazioni

CEI EN 60950-1	Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza. Parte 1: Requisiti generali. 2007-02
----------------	---

Si specifica che i riferimenti normativi sopra riportati possono non essere esaustivi o completamente attinenti alle tipologie di sistema semaforico previsto dal progetto. Sarà pertanto cura dell'Appaltatore

verificare la completezza dei riferimenti e dare luogo a tutti gli adempimenti applicabili in vigore anche se non espressamente menzionati nell'elenco sopra riportato.

4. IMPIANTI SEMAFORICI

4.1 Generalità

I sistemi semaforici insistenti su tutto il territorio comunale di Brescia sono gestiti da Brescia Mobilità SpA, Area Serviti Tecnologici.

Si descrive di seguito il sistema in dotazione, precisando che **i nuovi impianti semaforici devono integrarsi, dialogare e coordinarsi con il sistema attuale di gestione del traffico semaforico del Comune di Brescia in capo a Brescia Mobilità SpA**

È fatto obbligo pertanto all'Appaltatore, ai fini della progettazione esecutiva e la realizzazione del sistema semaforico a servizio della tranvia, di prendere contatto con gli uffici competenti, ai quali è demandata la fornitura delle specifiche indicazioni ulteriori rispetto a quanto di seguito riportato e descritto, nonché l'approvazione del sistema integrato con l'esistente.

4.2 Sistema in dotazione sul territorio comunale di Brescia

Il sistema in dotazione ha le seguenti caratteristiche:

4.2.1 Regolatore

Il Regolatore è dotato di 2 schede CPU:

- Scheda CPU 1: consentire al regolatore semaforico di comunicare con altri sistemi e consentirne la centralizzazione, in grado di attuare logiche di funzionamento di tipo attuato adattivo, tramite l'utilizzo di diversi algoritmi e gestione di 4 intersezione con logica totalmente indipendente.
- Scheda CPU 2: comunicare con l'unità CPU 1 per gestire i passaggi del piano, i tempi e la funzione corrente. La CPU 2 deve permettere un funzionamento a colori, in caso di guasto della CPU 1.
- Scheda di rilevamento: si deve interfacciare con i rilevatori di veicoli, di tecnologie differenti, al fine di raccogliere e memorizzare i dati sul traffico. I dati rilevati possono essere utilizzati per scopi statistici, o utilizzati direttamente per la gestione dinamica del piano semaforico.
- Scheda OUT di uscita: gestire l'accensione/spegnimento di 8 OUT e verifica del loro corretto valore di consumo energetico.

La configurazione base del regolatore prevede 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
- 1 Porta USB tipo A
- 1 Porta USB tipo micro B
- Predisposizione per l'alloggiamento di moduli periferici standard della famiglia SBC

4.2.2 Interfacce

Dalle seguenti caratteristiche:

- Porte seriali 1XRS485, 3X RS232 USB HS USB 2.0 Client Port,LS/FS/HS USB 2.0 Host Port
- I2C Bus per sensori
- Real time clock Battery backed real time clock ± 5 ppm precision
- LAN Ethernet 10/100
- Router, WiFi

4.2.3 Core

Dalle seguenti caratteristiche:

- ARCH ARM a 1GHz Cortex-A8
- PRU-iCSS Programmabile Real-Time Unit 200 MHz
- OS: Linux kernel ver. 3.8

4.2.4 Memorie

Dalle seguenti caratteristiche:

- Memoria SDRAM 512 MB 800 MHz DDR3L
- Flash eMMC 4 GB 8 bit
- MicroSD Slo

4.2.5 Protocolli di comunicazione dei regolatori

Il regolatore semaforico ha integrato i seguenti protocolli di comunicazione:

- La Semaforica TMacs - gestione di 1 connessione TMacs
- RSMP Nordic - gestione fino a 3 connessioni ai server RSMP in contemporanea
- Ivera TLC-FI - gestione fino a 2 connessioni TLC-FI in contemporanea con le varie estensioni:
 - o ITS-CLA - Control Application
 - o ITS-CRA - Consumer Application
 - o ITS-PRA - Provider Application
- Protocollo C-ITS (C-Roads 2.0.4)
- Monotch TLEX
- Commsignia V2X
- Traffic Flow Garner
- Protocollo Countdown RGB La Semaforica Standard
- Protocollo SPOT

Il regolatore integra nativamente sensori con tecnologia:

- laser scanner
- a spire per il rilevamento del profilo magnetico
- video
- video ad intelligenza artificiale
- radar multi-target
- sensori meteorologici.

4.2.6 Piattaforma TMACS

L'attuale Piattaforma di centralizzazione software permette di gestire, controllare e monitorare il traffico da remoto. La piattaforma è in grado di gestire le seguenti tipologie di impianti:

- Impianti semaforici
- Sistemi di priorità mezzi pubblici
- Pannelli a messaggio variabile e display
- Stazioni di monitoraggio veicoli
- Stazioni di monitoraggio delle biciclette
- Sistemi di rilevamento tempi di percorrenza
- Sistema guida di parcheggi
- Sottopassi soggetti ad allagamento o innalzamento livello dell'acqua
- Stazione meteo
- Stazioni monitoraggio aria
- Sistemi allerta meteo.

CARATTERISTICHE SW SERVER

Il software server svolge due macrofunzioni:

- l'interfacciamento tra Server e unità di campo
- 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.

INFORMAZIONI RACCOLTE DAL SERVER

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.

SISTEMA DI NOTIFICA

Il Sistema di notifica permette di ricevere immediatamente, in modo automatico, le segnalazioni sui guasti e sul ripristino delle funzionalità degli apparati da controllare, attraverso:

- chiamata vocale,
- e-mail
- messaggio SMS.

LIVELLO DI ACCESSO

Il Sistema consente una profilazione degli utenti a seconda del livello di accesso con la Piattaforma. Il Sistema registra le attività svolte dagli utenti per garantire la tracciabilità delle operazioni.

SW PER GESTIONE IMPIANTI SEMAFORICI TIPO MACSTRAFFIC

Il SW per la gestione degli impianti semaforici tipo Macs Traffic è un sistema per il controllo del traffico urbano (UTC) di tipo adattativo, completo e personalizzabile 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, deve adattarsi continuamente alla mutante richiesta di traffico.

FUNZIONALITÀ DEL SW GESTIONE IMPIANTI SEMAFORICI TIPO MACSTRAFFIC

- 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, fruendo di tutti i benefici in termini di prestazioni durature nel tempo. 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 tipo TMacs consente di impostare strategie distinte per ogni impianto in modo da soddisfare le esigenze di ogni Ente coinvolto. 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.

SW PER GESTIONE DATI TRAFFICO

Il SW tipo Macs Analysis elabora e gestisce i dati ottenuti dalle unità di rilevamento per lo studio dell'andamento del traffico.

Rende disponibile il monitoraggio real-time con andamento del flusso veicolare [veh/h] ed è possibile effettuare ricerche storiche su una o più corsie a seconda dello schema di classificazione veicolare, in presenza di sensori che permettono di distinguere la tipologia di veicoli. E' disponibile il TGM [veh/g] traffico giornaliero medio, numero veicoli, velocità media [km/h], 15° percentile [km/h], 85° percentile [km/h], Flusso medio [veh/h], Densità media [veh/km]. Si può scaricare i report delle ricerche eseguite e salvare i dati in formato csv ed Excel.

SW PRIORITA' SEMAFORICA MEZZO PUBBLICO

Il TMACS-tracking permette di gestire la priorità per il trasporto pubblico, interagisce con le intersezioni regolate da impianto semaforico dando la priorità al passaggio di mezzi pubblici e di soccorso per migliorare la qualità del servizio.

Il Sistema monitora il posizionamento del veicolo e rileva quando sta per avvicinarsi ad un'intersezione stradale. Lungo il percorso stradale sono posizionati virtualmente dei 'trigger point' (marker temporali) e quando vengono attraversati si generano le richieste 'PT-Priority'.

Tali richieste vengono elaborate e processate dalle componenti del sistema e infine inviate al Traffic Controller che attuerà la preferenziazione semaforica richiesta. Quando il veicolo attraversa il primo trigger point il sistema genera la PT-Priority per il Traffic Controller e sarà aggiornata ad ogni successivo trigger point attraversato. I trigger point hanno una numerazione decrescente, il primo trigger point, ad esempio, è il numero 4, l'ultimo è il trigger point 0.

Particolare importanza riveste l'ultimo trigger point (0), perché rappresenta il punto in cui viene 'liberata l'intersezione' da parte del mezzo in transito. I trigger point sono i punti di transito dell'autobus intesi come previsioni temporali di arrivo rispetto all'intersezione e dunque rispetto al trigger point 0.

Ad esempio, quando il tram o l'autobus attraversa il trigger point 4 significa che il sistema prevede un arrivo tra 3 minuti al trigger 25 point 0 (libera l'intersezione), al transito del trigger point 3 mancano 1 minuto, ecc. Ogni componente del sistema può attuare delle modifiche o delle integrazioni alla richiesta PT-Priority che dovrà essere elaborata dal Traffic Controller. Il sistema è in grado di valutare le condizioni del traffico veicolare e il ritardo accumulato dal mezzo pubblico e attraverso queste informazioni varierà l'attuazione della priorità veicolare. Questo accorgimento permette di minimizzare il disturbo arrecato al deflusso veicolare e di aumentare l'efficienza e la puntualità del servizio di trasporto pubblico.

4.3 Lavori edili

4.3.1 Posa dell'armadio semaforico

L'armadio contenente il regolatore semaforico dovrà essere sistemato su apposito sostegno (zanca) infisso insieme all'armadio contenente il sistema di localizzazione su basamento in calcestruzzo precedentemente preparato.

Detto basamento risulterà interrato, rispetto al piano marciapiede, di cm. 40 e la parte soprastante il suddetto piano dovrà avere le seguenti dimensioni minime:

- lunghezza 70 cm
- larghezza 60 cm
- altezza 40 cm

All'interno del basamento dovranno essere inseriti n° 2 tubi tipo PEAD diametro interno 100 mm per ogni armadio collegati al rispettivo pozzetto di ispezione.

4.3.2 Canalizzazioni

I cavi di collegamento dovranno essere posati in canalizzazioni del diametro esterno di mm. 110 costituite da tubo PEAD antischiacciamento corrugato, in barre o flessibile, con eventuali raccordi a bicchiere del colore idoneo al tipo di servizio, rinfianciati in cemento, posti ad una profondità non inferiore a m. 0.5 (Norme C.E.I. 11-17).

Diverse profondità e percorrenze dovranno essere concordate con la D.L. in caso di riconosciuta impossibilità a causa di presenza e di inamovibilità di servizi sotterranei esistenti imprevisti.

Nel caso di rotture di condotti, cavi, franamenti, allagamenti, presenza nel percorso di canalizzazioni di altri servizi, nonché il risarcimento di eventuali danni arrecati a terzi durante i lavori di scavo o posa delle strutture, sono da ritenersi compresi nei prezzi unitari relativi e nessun compenso straordinario sarà dovuto.

Il ripristino delle pavimentazioni interessate dagli scavi per la posa dei tubi o la ricerca di percorsi, dovrà essere eseguito immediatamente dopo la posa dei tubi; ove ciò non sia tecnicamente possibile l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al collocamento e mantenimento delle opere provvisorie e della segnaletica di sicurezza.

I pozzetti di ispezione dovranno essere realizzati con fondo idro-permeante e dovranno avere dimensioni interne di cm. 54x54x60, idonei ad ospitare chiusini in ghisa con cornice di cm. 60x60.

4.3.3 Fondazioni

I plinti di fondazione delle paline semaforiche e dei pali con sbraccio dovranno avere dimensioni e caratteristiche tipiche di ogni situazione, risultanti da certificazione dettagliante il calcolo delle forze



in gioco nel caso specifico ed il massimo carico sopportabile. I plinti dovranno essere provvisti, al loro interno, di tubo di raccordo al pozzetto esterno al basamento del diametro interno di 10 cm. Il pozzetto non dovrà essere realizzato nel volume del basamento, ma nelle immediate adiacenze.

4.4 Installazione

4.4.1 Collegamenti elettrici

L'armadietto del regolatore dovrà essere collegato alla linea di alimentazione 220 V, 50 Hz proveniente dal contatore ENEL realizzata con cavo del tipo FG16 sezione 2x6 mmq.

Il foro di ingresso dei cavi dal basamento del regolatore a quest'ultimo dovrà essere sigillato, al termine delle operazioni di montaggio, con schiuma poliuretanica espansa.

I collegamenti tra le uscite di potenza del regolatore e le varie lanterne semaforiche, pulsanti pedonali, etc. dovranno avere continuità di isolamento; non sono ammesse giunzioni intermedie (quali quelle entro morsettiere poste dietro asole di pali). Qualora la D.L. riconoscesse l'impossibilità di procedere a quanto sopra, saranno realizzate giunzioni a resina colata

Le lanterne poste sugli sbracci dei pali semaforici dovranno essere collegate adottando accorgimenti tali da non modificare il grado di protezione IP dichiarato dal costruttore, usando guaine e pressatubi idonei.

E' preferibile dotare ogni singolo gruppo semaforico di un unico collegamento; è ammesso il collegamento in parallelo della lanterna bassa con quella alta di un palo a sbraccio dello stesso gruppo semaforico.

L'attestazione dei cavi sulle morsettiere del regolatore semaforico dovrà realizzarsi mediante capicorda di sezione adeguata alla somma delle sezioni dei singoli cavi in parallelo sullo stesso morsetto e dovrà essere posta particolare cura per la corretta colorazione dei cavi.

Gli oneri per i collegamenti fra i componenti che costituiscono un unico gruppo di apparecchiature (palina, pali, bracci, pulsanti, lanterne etc. formano un unico gruppo, così come tutte le apparecchiature contenute nell'armadietto del regolatore) sono già valutati nei computi della posa in opera di ciascun componente e si intendono compresi nei prezzi unitari corrispondenti.

4.4.2 Messa a terra

Gli impianti di terra di ciascun impianto semaforico dovranno soddisfare i disposti del D.LGS 81/2008 e successive integrazioni e delle norme CEI 64-8/2 (2012-06); CEI 64-8/4 (2012-06); CEI 64-8/5 (2012-06).

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 50V.

I dispersori dovranno avere una lunghezza non inferiore a cm 150, ed essere collocati in posizione ispezionabile, conformemente alla norma CEI 64-8/5.

I dispersori dovranno essere collegati tra di loro, con il regolatore, tramite cordicella di rame isolata della sezione minima di 16 mmq raccordata con moduli in rame di idonea dimensione serrati permanentemente con apposita macchinetta. Ove sia necessario i raccordi verranno saldati.

L'isolamento delle condutture fra di loro e verso terra dovrà risultare non inferiore a 0,5 Mohm.

4.4.3 Distanze e misure

L'installazione delle apparecchiature degli impianti semaforici dovrà rispettare la disposizione contenuta nell'art. 41 del D.L. 30.04.92 n° 285 e nell'art. 168 del D.P.R. 16.12.92 n° 495.

Inoltre, i pulsanti per la chiamata pedonale dovranno essere collocati sui pali o le paline con il centro pulsante rivolto verso il fianco del pedone in fase di attraversamento ed altezza non superiore a mt. 1,00 per consentirne l'utilizzo a portatori di handicap.

4.4.4 Rilevatori di traffico (spire elettromagnetiche)

Sul territorio comunale di Brescia sono sparse n. 275 impianti elettromagnetici per la rilevazione del traffico (spire). L'Appaltatore è tenuto al completo ripristino delle spire rimosse o danneggiate durante i lavori.

L'installazione delle spire elettromagnetiche è comprensiva di:

- taglio del manto stradale (traccia) tramite macchina tagliasfalto per realizzazione della spira;
- nr 4 giri di cavo tipo 1x1,5 mmq per la spira;
- collegamento tra spira e cavo schermato;
- posa cavo schermato per il collegamento della spira fino al detector;
- sigillatura della spira e traccia con materiali resina bituminosa.

Il taglio del manto stradale per il collegamento della spira fino al pozzetto o armadio posizionato al margine della strada di fianco alla spira deve avere una larghezza di cm 1 e una profondità compresa tra un minimo di 5 cm e un massimo di 10 cm.

Il collegamento tra spira e cavo schermato deve essere saldato e sigillato con giunti in resina

4.4.5 Documentazione

Di ognuno dei singoli impianti semaforici realizzati e/o modificati dovrà essere prodotto lo schema elettrico dell'impianto correlato da planimetria dell'incrocio, con le installazioni e riepilogo dei carichi

installati, nonché lo schema di programmazione delle fasi e dei tempi del regolatore semaforico ed ogni dato utile per la compilazione della denuncia dell'impianto di terra alla locale INAIL, come previsto dall'art. 86 del D.LGS 81/2008.

Dovrà inoltre essere prodotta la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati e/o modificati, così come tutte le certificazioni necessarie ai test e ai collaudi del sistema, nonché alla sua omologazione e/o certificazione. La dichiarazione dovrà riportare che i materiali impiegati sono stati costruiti ed installati a regola d'arte e che sono state effettuate prove a garanzia della sicurezza dell'impianto secondo le relative norme di Legge e norme tecniche di settore.

4.5 Materiale semaforico

4.5.1 Centralini Semaforici

I centralini semaforici d'incrocio devono essere di tipo programmabile elettronico a microprocessore e devono avere le seguenti caratteristiche minime:

- schede modulari inserite in rack standard
- porte seriali per comunicazioni
- schede per uscite di potenza da almeno 300/600/800W a punto
- gestione separata di tutti i gruppi di segnale necessari;
- pannello frontale per controlli e comandi manuali
- input disaccoppiati per attuazioni locali
- procedura di auto-test allo start up per verificare il funzionamento dei dispositivi
- funzionamento in tutto rosso e lampeggio con temporizzazione programmabile
- gestione in input di comandi manuali
- programmazione totale da centralino
- funzionamento a luci spente
- gestione del passaggio ora legale/solare
- autodiagnostica e gestione di situazioni degradate; quando non è più possibile in funzionamento a colori, il centralino deve passare al lampeggio di emergenza o, qualora il problema risulti di elevata gravità, allo spegnimento dell'impianto.

Ogni incrocio sarà regolato attraverso una centralina con adeguate uscite di potenza in funzione della dimensione e della complessità dell'intersezione regolata. Ogni impianto sarà protetto al punto di alimentazione con adeguato interruttore differenziale riarmabile per la protezione dai contatti indiretti.

I regolatori semaforici per interfacciarsi in maniera adeguata con il sistema esistente dovranno essere dotati del protocollo di comunicazione esteso di Livello 2

4.5.2 Unità multifunzionale di collegamento per la centralizzazione degli impianti

Compito dell'MFU deve essere quello di:

- Acquisire le strategie che l'UTC tramvia dinamicamente aggiorna e trasmette
- Acquisire i dati dai sensori di traffico
- Acquisire i comandi di rilevamento e preferenziamento dalle unità periferiche di incrocio
- Generare e attuare le fasi semaforiche elaborate
- Archiviare e inviare le informazioni dei flussi veicolari in formato idoneo per l'elaborazione online e statistica nel Posto Centrale

L'unità deve essere basata su un PC di tipo industriale o equivalente con le seguenti caratteristiche:

- Processore Quad Core 1.91GHz minimo
- Memoria moduli tipo DDR3L 1333MHz SO-DIMM
- Disco tipo 2.5" SATA SSD minimo 60 GB
- Ethernet 1 porta Gigabit LAN by Intel® I210
- Porte seriali 4 COM RS-232/ 422/ 485
- Led Power, HDD, WTD
- Watchdog timer
- Alimentazione 6V to 36V DC Power Input
- Conformità CE, FCC
- Conforme normative EN 50155, EN 50121-3-2
- Range di temperatura -25°C to 70°C (-13°F to 158°F)
- n.1 sistema operativo: Windows 8, Windows 7, Linux
- Porta USB 3.0
- Interfaccia Grafica DVI-I for VGA/ DVI/ HDMI output :
- Controllo temperatura.

I regolatori semaforici per interfacciarsi in maniera adeguata con il sistema esistente dovranno essere dotati del protocollo di comunicazione esteso di Livello 2 (cfr. Allegato 1).

4.5.3 Armadio di contenimento

L'armadio di contenimento dovrà essere realizzato nel colore richiesto in materiale sintetico (poliestere rinforzato con fibra di vetro) 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 una portella per l'accesso ai soli comandi, entrambe dotate di serrature con cifrature differenti; tutte le cerniere (di tipo autolubrificante) e le serrature dovranno ragionevolmente risultare a prova di effrazione, durare nel tempo e non richiedere manutenzione periodica.

All'interno dell'armadio dovranno essere predisposti:

- 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;
- 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.

4.5.4 Protezioni

I Centralini dovranno essere dotati delle seguenti protezioni:

- interruttore magneto-termico In 10-25A, differenziale Id 30 mA di tipo antiperturbazione con potere di interruzione di 10 KA e portata adeguata alla potenza assorbita dal pertinente impianto;
- interruttore bipolare da 32 A per il sezionamento delle lanterne semaforiche;
- protezioni contro le sovratensioni di tipo impulsivo;
- filtro per la soppressione di emissioni R.F.;
- fusibili di protezione su ciascun circuito di uscita con potere di interruzione di almeno 1000A.

4.5.5 Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere suddivise funzionalmente e costituite da morsetti componibili montati su barre DIN con connessioni del tipo vite/vite; i morsetti per le uscite dovranno essere almeno da 10 mmq, i morsetti per i circuiti di ingresso e gli ausiliari dovranno essere almeno da 6 mmq.

4.5.6 Tecnologia di costruzione

La tecnologia dovrà essere completamente elettronica e modulare con schede formato Europa e doppio Europa, dotate di circuito stabilizzatore di tensione ed atte a realizzare le funzioni richieste; tutti i circuiti dovranno essere optoisolati; la sezione di comando potenza sarà tramite triacs con un pilotaggio di carico sino ad almeno essere opzionati; la sezione di comando potenza massima sarà di 800 W/triac.

4.5.7 Schede elettroniche

Le schede elettroniche che garantiranno il funzionamento previsto dal progetto o dalla Direzione Lavori dovranno, per la scheda micro, essere rispondenti a quanto necessario per garantire le prestazioni e le specifiche richieste a progetto del sistema, mentre per le altre schede dovranno essere come segue:

- scheda alimentatore: con sezione di alimentazione elettronica di regolazione 12 Vcc, alimentazione detector e pulsanti 24 Vcc, lampeggiatore d'emergenza;
- schede finali di potenza equipaggiate con triacs ciascuna per l'accensione delle luci semaforiche; il comando di lampade a 220V a.c. dei gruppi semaforici dovranno essere dimensionati per una potenza effettiva di almeno 300/600/800 W per canale (N.B.: il regolatore dovrà essere dimensionato per una potenza almeno di 6 KVA o kw);
- scheda multifunzione: costituita da microprocessore, orologio giornaliero/settimanale/calendario con gestione automatica dell'ora legale, sezione d'uscita con adeguato buffer e relais. Il corredo di displays, leds, pulsanti ed interruttori della scheda dovranno consentire la programmazione o variazione dei singoli passi a livello locale, la diagnostica dei guasti, la programmazione del passaggio da colori a lampeggio e viceversa (giornaliera e settimanale) la programmazione del cambio programma;

- schede detector: formato EUROPA come descritte nell'apposito articolo di capitolato; i regolatori dovranno essere predisposti e cablati per contenere almeno 4 predisposizioni per contenere schede detector a 2 circuiti indipendenti di rilevamento.

4.5.8 Rilevatori di traffico

I rilevatori di traffico dovranno essere del tipo ad induzione elettromagnetica realizzati tramite opportune spire annegate nel manto stradale e collegate con uno specifico cavo a schede detector elettroniche con microprocessori per l'elaborazione dei segnali ricevuti dai sensori e l'espletamento delle funzioni richieste.

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 bicanale 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 microHenry;
- 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 leds di rilevamento del veicolo e di spira interrotta o in corto circuito;
- uscite con contatti SPST per portate di almeno 5A 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, ed in spire di macroregolazione necessarie per il conteggio veicolare, per la rilevazione di coda, per la discriminazione dei flussi sui singoli movimenti di svolta e la tipologia di veicoli.

L'impianto sarà realizzato per garantire l'interoperabilità dei dati, assicurandone l'interazione e lo scambio di informazioni con i sistemi esistenti in uso da BSM.

4.5.9 Materiale e apparecchiature in genere

I materiali in genere e le apparecchiature, occorrenti per la realizzazione delle opere, proverranno da quelle località e saranno prodotte da Ditte che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciute dal giudizio insindacabile della Direzione Lavori come apparecchiature della migliore qualità in commercio, e siano conformi sia alle specifiche tecniche del presente capitolato, sia alle pertinenti normative vigenti.

In particolare, tutti i materiali e le apparecchiature di segnalazione dovranno essere conformi agli specifici disposti del Nuovo Codice della Strada (DL 30.04.1992, n. 285) e al relativo Regolamento di



esecuzione e di attuazione (DPR 16.12.1992, n. 495). essi dovranno inoltre essere corredati delle necessarie omologazioni ed approvazioni (art. 192 Regolamento del Nuovo Codice della Strada).

4.5.10 Pannelli di contrasto

I pannelli di contrasto in alluminio devono adattarsi alla scelta della lanterna e al tipo di fissaggio su palo, il fissaggio del pannello deve essere fissato a parti metalliche tenendo conto della velocità del vento di 150 Km/h e rispettando il Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16.12.1992 n° 495, art.168).

4.5.11 Lanterne semaforiche

Le lanterne semaforiche saranno della tipologia lanterne a doppio isolamento con lampade a LED di diametro opportuno secondo la destinazione d'uso.

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche di seguito riportate.

Lanterne con diametro 200 mm per la regolazione pedonale/ciclabile e veicolare di trasporto pubblico.

Nel caso di lanterne sospese su pali a sbraccio verranno usate quelle con 3 luci da 200 mm di diametro con pannello di contrasto.

Potranno essere usate anche per la regolazione veicolare nel caso di lanterna supplementare o la dove quella con rosso maggiorato (300mm) risulti ingombrante.

Costruzione

Costruzione modulare ad elementi componibili con diametro di 200 o 300 mm.; sportelli ad innesto rapido e dispositivo di chiusura ad scatto completi di lente in policarbonato; visiere parasole ad innesto rapido con inserti a rotazione differenziata anticaduta accidentale; attacchi per supporti a palina di 102 mm a gomito con tronchetto e paletta o, eventualmente, a richiesta per "Band-it".

Materiale corpo

In policarbonato di qualità superiore per una elevata resistenza meccanica e colorato in pasta all'origine e disponibile, stabilizzato U.V. nei colori standard verde, giallo, nero, combinazione giallo/nero ed altri colori a richiesta.

Lenti

In policarbonato antichoc, stabilizzato U.V., colorato in pasta all'origine nei colori rosso, giallo, verde, bianco, con caratteristiche cromatiche secondo norme CEI attestate da un certificato di collaudo positivo da un Laboratorio Ufficiale; dovranno essere previsti, se necessario, dispositivi di sistema antifantasma con filtri in alluminio lamellare o in plastica a nido d'ape, e dotati di eventuali mascherine



con simbolo in alluminio verniciato in colore nero, nel rispetto del Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada, art. 160, 161, 162, 163, .

Complesso luci

Lampade con tecnologia LED emissione luminosa > 200 cd attestato da un Laboratorio ufficiale.

Cablaggio

Le connessioni elettriche sono realizzate con cavi unipolari aventi sezione 1,5 mmq a marchio IMQ in numero di uno per ciascun colore ed uno a comune.

Grado di isolamento e classe di isolamento

Grado di protezione IP 55 con certificato di conformità CESI o di altro Laboratorio Ufficiale; sistema di isolamento classe II secondo le norme CEI 31.24 articolo 1.2.23.

Resistenza alle intemperie

Da -70° C a +135°C, con umidità pari al 100%.

4.5.12 Dispositivi sonori di attraversamento

I dispositivi sonori di attraversamento pedonale per non vedenti (completi di LED per conferma prenotazione) dovranno essere del tipo con regolazione automatica dell'intensità del segnale in dipendenza del livello sonoro presente al momento nell'ambiente circostante, ed essere realizzati secondo le norme vigenti, con adeguato grado di protezione e con i migliori standard industriali; a chiamata, potranno essere abilitati ad un comando di chiamata "touch" per la specifica fase.

Corredati di avvisatore acustico per non vedenti, secondo le norme CEI 214-7 e CEI 214-7/V1.

4.5.13 Cavi di collegamento

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

Le caratteristiche tecniche principali dovranno essere le seguenti:

- grado di isolamento $\leq 4KV$ rispondente alle norme CEI 20-14, 20-14/V1 e 20-14/V2;
- tensione nominale 60n_1000V;
- tensione prova 12KVcc; formazione unipolare o multipolare.
- ogni conduttore dovrà essere numerato in modo indelebile a mezzo di marcacavo adesivo, affinché sia riconoscibile in qualsiasi momento e posizione.
- per le lanterne semaforiche, pulsanti di chiamata/avvisatori acustici e cavi isolati cavi flessibili tipo CPR sez. 5x1,5 mm² ,

- per la messa a terra dei regolatori, cavi flessibili tipo CPR sez. 1x16 mm² ,
- per l'alimentazione dei regolatori semaforici cavi flessibili tipo CPS sez. 2x6 mm²

La sezione e la formazione da impiegarsi dovranno essere determinate in modo che la caduta di tensione lungo la linea non superi il 5% della tensione di alimentazione. I cavi di collegamento della rete di messa a terra delle parti metalliche dovranno essere del tipo H07V-R a corda rigida da 7 fili di rame non stagnato a sezione minima 16 mmq con isolante di PVC di qualità TI1, colore verde/giallo a norme CEI 20-107/2-31 e 20-35/1-1 e varianti.

I cavi di alimentazione ai regolatori semaforici od altri apparecchi utilizzati dalla rete principale dovranno essere con conduttore di rame ricotto stagnato a corda flessibile con speciale mescola a base di elastomero reticolato (G10 AFUMEX).

Le caratteristiche tecniche principali dovranno essere le seguenti:

- rispondenza alle norme CEI 22-20-38;
- tensione nominale 600/1000V e tensione di prova 12KVcc;
- formazione unipolare o multipolare;
- colorazione dei conduttori marrone, nero, blu, verde – giallo;

Tutti i cavi di collegamento dovranno essere preventivamente collaudati in sede di fabbricazione.

4.5.14 Sostegni delle lanterne semaforiche

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

Le lanterne a seconda della tipologia verranno installate su paline semaforiche in acciaio zincato a caldo, altezza fuori terra mt. 3,00 oppure su palo semaforico a sbraccio di mt.4, mt.5 o mt.6, in acciaio zincato a caldo, altezza fuori terra mt. 6,50, e dotati di un sistema anti-rotazione del braccio

4.5.15 Palina semaforica

Le paline semaforiche dovranno essere costituite da un tubo in acciaio zincato a secondo UNI EN ISO 1461 senza saldature con le seguenti caratteristiche:

- diametro mm. 102;
- spessore mm. 3;
- altezza m. 3,60;
- zincatura a caldo non inferiore a 500 gr/mq;
- eventuale verniciatura a due mani di smalto nel colore indicato dalla Direzione Lavori;
- asola alla base per il passaggio dei cavi;*
- supporti per 4 lanterne con cappellotto e morsettiera realizzati in materiale sintetico.

*Le asole devono essere adeguatamente ripulite da sbavature che potrebbero arrecare danni ai cavi.

4.5.16 Palo a sbraccio

I pali a sbraccio per il sostegno a sospensione dovranno essere costituiti da un tubo d'acciaio zincato secondo UNI EN ISO 1461 troncoconico tipo Dalmine o eventualmente ricavato da lamiera con le seguenti caratteristiche e dotazioni:

diametro di base e di sommità, altezza, sbraccio secondo le richieste d'impiego; dimensionamento secondo le norme CNR 10011 e 10012 per la zona 2, nonché in base al numero ed alla dimensione degli elementi montati sullo sbraccio;

- zincatura a caldo non inferiore a 500 gr/mq;
- eventuale verniciatura a due mani di smalto del colore indicato dalla Direzione Lavori;
- asola alla base per il passaggio dei cavi;
- supporto per la sospensione del numero di lanterne richieste.

Le asole devono essere adeguatamente ripulite da sbavature che potrebbero arrecare danni ai cavi.

Il palo, le lanterne ed i pannelli di contrasto sospesi dovranno consentire una resistenza al vento calcolata a 150Km/h, in accordo con le norme CEI.

I pali a sbraccio dovranno essere provvisti di certificazione di calcolo del massimo carico sopportabile, come previsto dalle NTC 2018.

5. CENTRALIZZAZIONE

Tutti gli impianti devono essere fisicamente collegati con i vari nodi di rete e a loro volta con il PCC e avranno un coordinamento dal Posto Centrale del sistema UTC (Urban Traffic Controller) tramvia che gestirà la regolarità di esercizio e la semaforizzazione nelle aree di conflitto e che è da considerarsi come estensione del sistema UTC attualmente presente.

5.1 Posto centrale UTC Tramvia

Il sistema di controllo semaforico a livello centrale è realizzato tramite un sistema UTC Tramvia con lo specifico compito di realizzare un coordinamento funzionale nella regolazione delle intersezioni stradali lungo la tramvia, una gestione centralizzata di tutti i parametri, e consentire inoltre una visione globale del traffico pubblico e privato.

Tale gestore ha il compito di:

- attuare i criteri di preferenziamento del trasporto su ferro come sotto descritti
- effettuare la regolazione dei piani semaforici in funzione dei dati di traffico
- colloquiare con il sottosistema di localizzazione
- trasmettere e gestire le informazioni riguardanti i flussi di traffico verso l'UTC comunale

E' così possibile implementare gli algoritmi per generare "onde verde" semaforiche con variazioni dinamiche in funzione dei dati del tratto cittadino e di localizzazione dei tram, consentendo sia di minimizzare a questi ultimi l'attraversamento degli incroci senza fermata, sia di regolarizzare i piani semaforici dei veicoli nelle varie direzioni a seconda del traffico presente. Il sistema può essere integrato da telecamere e spire per la gestione degli algoritmi.

5.2 Sistema di asservimento semaforico

Gli elementi che compongono il sistema di asservimento semaforico sono:

- un sistema di localizzazione del veicolo mediante trasmissione sub-continua con AVM via telefonia pubblica;
- un sistema di richiesta di attuazione per il preferenziamento semaforico;
- una unità di elaborazione che svolge attività di sincronizzazione semaforica, richiesta di attuazione e comando dei segnali semaforici tramviari dell'incrocio;
- semaforo a barre per il tram e il semaforo a tre luci per i veicoli gommati

Durante il funzionamento normale il posto centrale monitora in tempo reale l'evolversi della posizione di ogni tram. Ogni scostamento rispetto all'orario di servizio determina il ricalcolo da parte del PCC di tutti i piani semaforici. Sul ciclo di ogni semaforo influiscono le informazioni provenienti da tutti i tram circolanti in linea, ciascuna pesate tramite un opportuno coefficiente che tiene conto della distanza rispetto all'incrocio e del livello di priorità associato a ciascun tram determinato in base al tipo di regolazione che può essere scelta (regolazione ad orario, regolazione ad intervallo di orario). Quando un tram sopraggiunge ad una intersezione stradale trova già i cicli semaforici regolati per il suo attraversamento senza fermata; tuttavia sono frequenti gli imprevisti nella circolazione (ad esempio una fermata) che possono ritardare o anticipare la marcia di pochi secondi e non permettono al tram di raggiungere nel tempo previsto dal sistema di macroregolazione.

Scavi e tecnologie

L'attività di centralizzazione del controllo e della supervisione degli impianti semaforici lungo linea viene realizzata attraverso l'utilizzo della dorsale di comunicazione in fibra ottica che corre lungo l'intero tracciato.

Tra gli impianti periferici ed i concentratori è previsto l'utilizzo di opportuna canalizzazione antischiacciamento all'interno dei quali saranno posizionati i cablaggi.

Gli impianti di cui si è ritenuta utile la centralizzazione sono tutti quelli nei quali è necessaria la risoluzione di interferenza tra traffico veicolare, pedoni e tram. Per tutti gli impianti è previsto l'inserimento di una nuova centralina di comando.



5.3 Situazioni di degrado

In caso di avaria dell'UTC tramvia o della comunicazione con PCC, ma in presenza di regolazione semaforica locale, il sistema prevede al funzionamento “ad isola” dell’incrocio provvedendo a servire tutte le fasi veicolari previste sul piano locale del regolatore.

In condizione di completa disattivazione del controllo semaforico è già predisposta la segnaletica orizzontale e verticale di atto a disciplinare il regime di precedenza.