



# COMUNE DI ARGELATO

PROVINCIA DI BOLOGNA

## PUA

Piano Urbanistico Attuativo  
avente valore ed effetto di POC

Riqualificazione Urbanistica Area Produttiva  
Ex Suprema verso l'uso Residenziale

FUNO AMBITO I

PROPONENTI :

4TRADE s.r.l.  
- MALALBERGO (BO) -

GEMA 96 s.p.a. IN LIQUIDAZIONE  
- ROMA -

PROGETTO :



ing. Andrea BOLOGNESI



geom. Luca TONELLI

|                                                                                 |   |               |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------|---|---------------|-------------------|
| Spazio riservato all'Ufficio Tecnico                                            |   |               |                   |
|                                                                                 |   | N° PROT. U.T. |                   |
| ELABORATO :                                                                     | 6 | SCALA :       | data: luglio 2022 |
|                                                                                 |   | -: ---        | AGGIORNAMENTI :   |
| OGGETTO TAVOLA :<br><br>RELAZIONE SUI REQUISITI<br>TECNICI DELLE OPERE EDILIZIE |   | 1             |                   |
|                                                                                 |   | 2             |                   |
|                                                                                 |   | 3             |                   |

## **1. premessa**

La presente relazione tecnico-descrittiva si riferisce al progetto delle opere di urbanizzazione primaria previste per l'attuazione del Comparto I –Area ex Suprema- nel comune di Argelato (BO).

Gli elaborati tecnici e grafici allegati rappresentano le caratteristiche del progetto con dettaglio relativo alla fase preliminare, concordate con gli enti erogatori dei servizi a rete (Enel, Telecom ed Hera) o redatte ai sensi delle norme vigenti.

## **2. Identificazione delle opere**

Le opere da realizzare sono:

1. le strade e gli spazi di sosta e di parcheggio, ivi compresi i percorsi pedonali sia fiancheggianti la sede stradale che altrove collocati, ma comunque riservati al pubblico passaggio, e l'eventuale verde di arredo alla viabilità;
2. le fognature;
3. rete di distribuzione idrica;
4. rete di distribuzione dell'energia elettrica;
5. rete pubblica illuminazione;
6. rete telefonica;
7. rete fibre ottiche (canalizzazioni)
8. verde attrezzato;
9. allacciamento alle reti pubbliche esistenti.

## **3 - opere stradali e parcheggi**

Il progetto propone l'utilizzo di nuove tecnologie in grado di trovare un razionale equilibrio tra funzionalità, costi, sicurezza stradale ed impatto ambientale.

Attualmente l'attenzione riguardo ai problemi della sicurezza stradale e dell'impatto ambientale avviene non solo in campo progettuale ma anche in campo applicativo

con l'utilizzo di nuove tecnologie, nuovi materiali e sperimentazioni. In fase progettuale queste due tematiche sono diventate il punto di partenza della progettazione. In fase esecutiva queste tecnologie hanno dato un notevole contributo per il miglioramento di soluzioni esistenti o per la creazione di nuove soluzioni prima ignorate. Negli ultimi anni, infatti, ci si è orientati al recupero ed al riciclaggio delle sovrastrutture esistenti ed all'utilizzo di nuovi materiali abbinati a nuove tecnologie di produzione che hanno creato delle pavimentazioni "speciali." Questi tappeti, quali conglomerati bituminosi drenanti, fonoassorbenti, stampati, colorati, anti-neve, anti-ghiaccio, gli Splitt Mastic Asphalt e le pavimentazioni semiflessibili bicomponenti si sono dimostrati una risposta positiva al problema della sicurezza migliorando la capacità drenante delle pavimentazioni ed aumentando la resistenza all'abrasione degli inerti del tappeto d'usura. Altri, invece, come i conglomerati bituminosi a bassa energia, i RAP a freddo o con schiuma di bitume, gli ecopavimenti in plastica e gomma riciclata hanno contribuito alla diminuzione di emissioni di inquinanti nell'atmosfera ed all'abbassamento del rumore di rotolamento dimostrandosi soluzioni concrete all'inquinamento atmosferico ed acustico.

### **3.1 riferimenti legislativi**

Ai fini della scelta progettuale si fa riferimento al seguente quadro legislativo:

- D.M. 1° aprile 2004 "Linee Guida dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale."
- D.M. 16 gennaio 2004 "recepimento della Direttiva 1999/13/CE relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali, ai sensi dell'art.3, comma2, del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203."
- Norme Uni 11.247 "Determinazione dell'attività di degradazione di ossidi di azoto in aria da parte di materiali inorganici"

### **3.2 connettività della rete**

La rete stradale attuale coinvolta in maggior misura dalla realizzazione dell'intervento è costituita dai seguenti assi stradali:

- SP4 Via Galliera: strada provinciale di collegamento intercomunale fra i Comuni dell'Unione Reno-Galliera, la larghezza della carreggiata è di circa 13.50 metri e su entrambi i lati della carreggiata è presente una pista ciclo-pedonale su sede protetta;
- Via Agucchi: strada comunale laterale a Via Galliera, la larghezza della carreggiata

è di circa 9,00 metri, su un lato della strada è presente un percorso ciclo-pedonale separata dalla strada da un'area verde;

- Via F.lli Rosselli: strada comunale laterale a Via Galliera. La larghezza della carreggiata è di circa 10,50 metri, costituita da due corsie, una per senso di marcia, e sui lati è presente la sosta regolamentata.

La nuova viabilità collega il nuovo comparto alla rete stradale esistente in assoluta continuità con la stessa, per garantire l'accesso ai nuovi lotti residenziali: la nuova viabilità di progetto prevede n°3 accessi da Via Agucchi, n° 2 accessi per le aree private e n°1 accesso al parcheggio pubblico; inoltre sono previsti n°2 accessi da Via Fratelli Rosselli alle aree private.

Per quanto riguarda l'accessibilità pedonale e ciclabile il progetto prevede la realizzazione di percorsi pedonali e ciclabili che si collegano con la rete dei percorsi esterna all'area.

### **3.3 geometria**

La larghezza delle carreggiate è di mt. 6,00 costituita da due corsie di marcia di mt. 3,00.

La sezione, in alcune zone, prevede a margine le aree parcheggi, gli stalli sono di dimensione standard di mt. 2,50 x 5,00, mentre per i posti handicap la dimensione minima è di mt. 3,20 x 5,00; l'identificazione avverrà mediante segnaletica orizzontale in strisce e simboli eseguiti con vernice rifrangente,

Le caratteristiche geometriche (andamento geometrico, marciapiedi, percorsi pedonali ecc.) sono riportate nella Tav\_7.

Le quote di progetto altimetriche per il piano di campagna, gli edifici e le opere di urbanizzazione saranno approfondite e correttamente determinate in fase di richiesta di PdC delle Opere di Urbanizzazione.

Le quote presenti nell'elaborato tecnico Tav\_7 sono pertanto da ritenersi indicative e non esecutive.

### **3.4 tecnologia**

#### **3.4.1 strade**

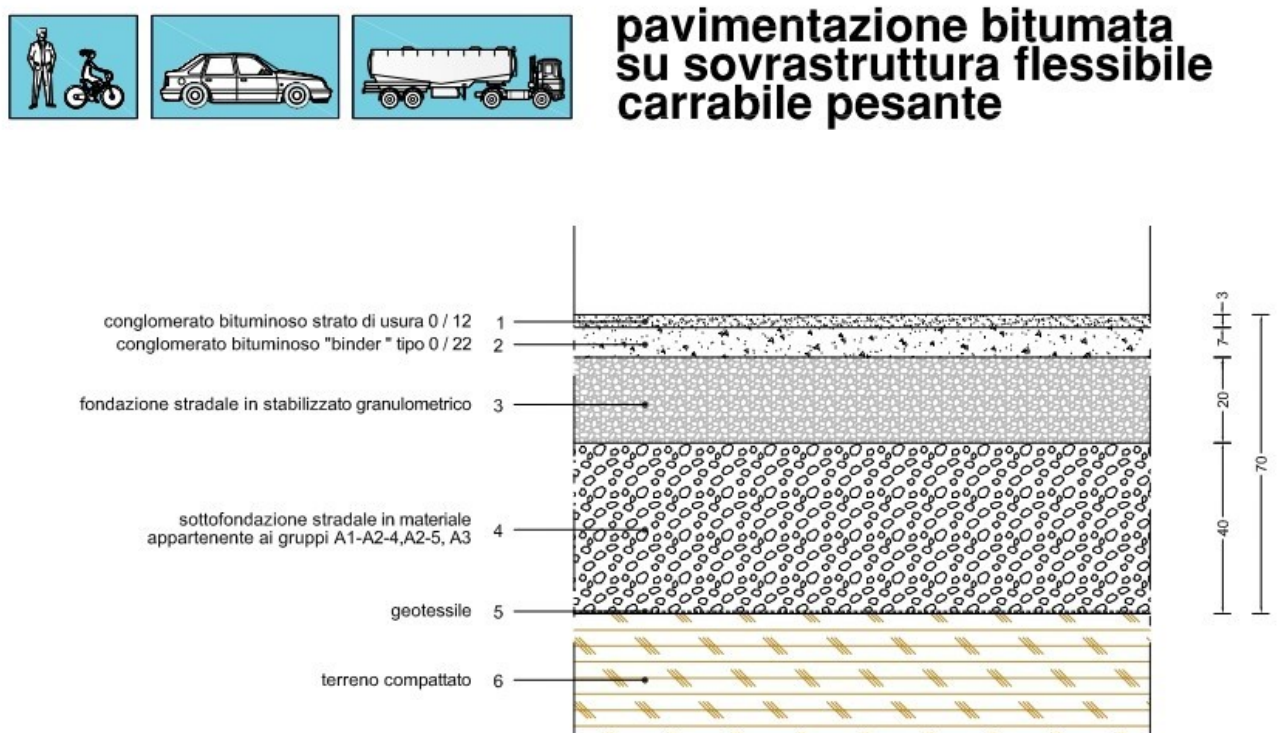
La pavimentazione stradale deve svolgere quattro funzioni fondamentali:

- garantire una superficie di rotolamento regolare e poco deformabile;

- ripartire sul terreno le azioni statiche e dinamiche dei veicoli, in modo tale da non determinare deformazioni permanenti dannose alla sicurezza ed al confort di moto;
- proteggere il corpo stradale dagli agenti atmosferici che possono provocare instabilità del piano viabile.
- sicurezza, inquinamento ed impatto ambientale.

La composizione della sovrastruttura stradale è stata dimensionata, in analogia a situazioni locali assimilabili, considerando una qualità del piano di posa del rilevato stradale che sarà comunque preventivamente da verificare. Si potranno effettuare preventivamente prove su piastra, secondo le indicazioni fornite dalla Norma C.N.R.-B.U. 146/92 che consentiranno di determinare il modulo di deformazione ( $M_d$ ) del terreno, rappresentante la capacità portante dello stesso. Il valore di tale modulo, si considera non debba essere inferiore a 147 daN/cm<sup>2</sup>. Ai fini di una corretta esecuzione dell'opera, occorrerà procedere ad una cilindratura del fondo di base prima di dar corso alla messa in opera del rilevato e della sottofondazione.

La sovrastruttura stradale adottata è del tipo "rigida" ed è rappresentata di seguito nei particolari esecutivi:



le caratteristiche dei materiali di sottofondazione da impiegare sono riassunte in tabella:

| PARAMETRO                                                                                                                                                                                                                                                                        | MODALITÀ PROVA                                        | LIMITE                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Rc + Ru + Rb:</b> Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto da opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo UNI EN 13242) | Separazione visiva sul trattenuto al setaccio da 4 mm | > 90% in massa                   |
| <b>Rg:</b> Vetro e scorie vetrose                                                                                                                                                                                                                                                | Come sopra                                            | ≤ 5% in massa                    |
| <b>Ra:</b> Conglomerati bituminosi                                                                                                                                                                                                                                               | Come sopra                                            | ≤ 5% in massa                    |
| Altri rifiuti minerali per i quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale                                                                                                                                                                                                    | Come sopra                                            | ≤ 5% in massa per ogni tipologia |
| <b>FL:</b> Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto il bitume; materiali plastici, cavi, corrugati, tubi o parti di bottiglie plastiche e simili                                                             | Come sopra                                            | ≤ 0,2% in massa                  |
| <b>X:</b> Altri materiali: gesso, metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro e simili                                                                                                                                                                                     | Come sopra                                            | ≤ 0,2% in massa                  |
| Indice di forma (frazione > 4 mm)                                                                                                                                                                                                                                                | UNI EN 933-4                                          | ≤ 35%                            |
| Coefficiente di appiattimento (frazione > 4 mm)                                                                                                                                                                                                                                  | UNI EN 933-3                                          | ≤ 35%                            |
| Indice di plasticità                                                                                                                                                                                                                                                             | CNR UNI 10014                                         | N.D.                             |
| Perdita in peso alla prova Los Angeles                                                                                                                                                                                                                                           | UNI EN 1097-2                                         | ≤ 30-40% <sup>(1)</sup>          |
| <sup>(1)</sup> Valore dipendente dalla categoria di traffico espresso in numero medio di passaggi giornalieri di veicoli commerciali con peso superiore a 30 kN.                                                                                                                 |                                                       |                                  |

Tabella 1: Requisiti per aggregati grossi riciclati.

Le sigle riportate in tabella 1 caratterizzano le tipologie dei costituenti per gli aggregati grossi riciclati, in particolare:

- **Rc:** calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, malta ed elementi di muratura in calcestruzzo;
- **Ru:** aggregato non legato, pietrisco naturale e aggregato legato idraulicamente;
- **Rb:** elementi in muratura in argilla (mattoni e mattonelle), elementi di muratura di silicato di calcio e calcestruzzo aerato non flottante;
- **Ra:** materiali bituminosi;
- **Rg:** vetro;
- **FL:** materiale flottante in volume (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume, polistirolo, etc.);
- **X:** altro: coesivo (argilla e terra), vario: metalli (ferrosi e non ferrosi), legno non flottante, plastica e gomma, malta di gesso.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie di recupero o di frantumazione di materiali C&DW quali preferibilmente calcestruzzi e/o conglomerati bituminosi e dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova UNI EN 933-8, compreso tra il 35 ed il 65%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sul materiale granulare di origine secondo la norma UNI EN 1097-2, inferiore al 45%;

**Additivi:** I filler saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio 0,5 mm e per almeno il 75% al setaccio 0,063 mm. Per filler diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e studi di laboratorio.

- Base in misto cementato

Lo strato di base in esame è costituito da misto cementato ottenuto dalla miscelazione in impianto centralizzato con dosatori a peso di aggregati lapidei, acqua e legante cementizio in proporzioni tali da ottenere una miscela legata resistente e rigida nei confronti dei carichi trasmessi attraverso gli strati sovrastanti. Lo spessore dello strato steso e compattato in una unica soluzione è di 15 cm e, una volta maturato tramite accorgimenti che non ne rallentino l'idratazione, consentirà di realizzare un piano di posa perfettamente orizzontale e sufficientemente rigido per consentire la corretta compattazione degli strati bituminosi posti superiormente.

La granulometria del misto cementato è opportunamente selezionata sia nelle pezzature, sia nelle tipologie litiche da impastarsi a freddo con cemento Portland 325 e acqua.

La stesa della miscela ottenuta viene realizzata tramite una normale vibrofinitrice e successivamente compattata mediante rulli compattatori tradizionali. È necessaria la protezione superficiale tramite emulsione bituminosa.

- Binder

I conglomerati bituminosi per strati di binder sono costituiti da una miscela di aggregati nuovi impastata a caldo in impianti automatici con leganti bituminosi semisolidi, posta in opera mediante macchine finitrici e costipata con rulli gommati con l'ausilio di rulli metallici. L'Impresa dovrà indicare per iscritto, a tempo opportuno e prima dell'inizio

delle lavorazioni, le fonti di approvvigionamento di tutti i materiali nonché il tipo e la consistenza delle attrezzature di cantiere che verranno impiegate.

- Caratteristiche dei materiali da impiegare

Legante bituminoso: Potranno essere impiegati leganti bituminosi semisolidi di base denominati rispettivamente legante “A” e legante “B” le cui caratteristiche sono riportate in tabella:

| Caratteristiche                                         | Unità di misura | Valori legante “A” | Valori legante “B” |
|---------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| <u>PARTE PRIMA</u>                                      |                 |                    |                    |
| Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)                       | dmm             | 65-85              | 85-105             |
| Punto di rammollimento (UNI EN 1427)                    | °C              | 48-54              | 47-52              |
| Indice di penetrazione (UNI 4163)                       |                 | -1/+1              | -1/+1              |
| Punto di rottura (Fraass) (UNI EN 12593)                | °C              | -8                 | -9                 |
| Duttilità a 25°C, minima (CNR BU 44)                    | cm              | 90                 | 100                |
| Solubilità in solventi organici, min (UNI EN 12592)     | %               | 99                 | 99                 |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C., max. | %               | 0,2                | 0,5                |
| Contenuto di paraffina, max. (UNI EN 12606-1)           | %               | 2,5                | 2,5                |
| Viscosità dinamica a T=60°C (UNI EN12596)               | Pa*s            | 130-200            | 110-190            |
| Viscosità dinamica a T=160°C (UNI EN 13702-2)           | Pa*s            | 0,16-0,23          | 0,4-0,5            |
| <u>PARTE SECONDA</u>                                    |                 |                    |                    |
| Valori dopo RTFOT (*) (UNI EN 12607-1)                  |                 |                    |                    |
| Viscosità dinamica a T=160°C (UNI EN 13702-2)           | Pa*s            | 700-800            | 500-700            |
| Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)                       | dmm             | 20-25              | 20-30              |
| Duttilità a 25°C, minima (CNR BU 44)                    | cm              | 70                 | 70                 |
| (*) Rolling Thin Film Oven Test                         |                 |                    |                    |

Caratteristiche chimico-fisica e reologica dei bitumi semisolidi di base.

- Materiali inerti:

Dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polveri e da materiali estranei. Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare, il coefficiente di appiattimento, valutato secondo la UNI EN 933-3 dovrà risultare inferiore a 15%.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie e caratterizzato da:

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2, inferiore al 25%.  
L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie.
- la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles (Norma UNI EN 1097-2), eseguita su granulato dalla stessa provenienza, una perdita in peso non superiore al 25%.
- l'equivalente in sabbia, determinato secondo la prova di cui alla Norma UNI EN 933-8, dovrà essere superiore od uguale al 70%.
- Additivi: Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi: setaccio UNI 2 mm: passante in peso 100%  
setaccio UNI 0,125 mm: passante in peso 85 - 100% setaccio UNI 0,063 mm: passante in peso 70 - 100%
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): N.D.
- palla e anello (filler/bitume=1,5) (UNI EN 13179-1):  $\Delta R \& B > 5\%$

Le pendenze trasversali, al fine di assicurare un buon drenaggio superficiale, saranno del 2,5%.

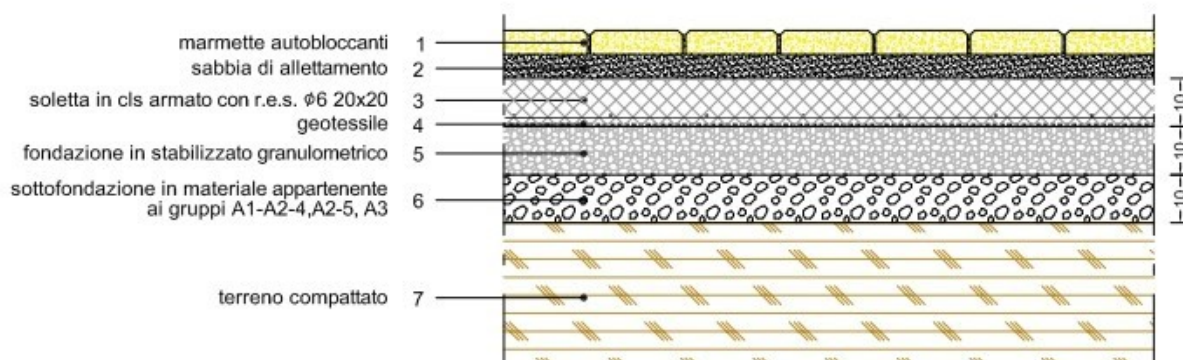
### 3.4.2 marciapiedi

I marciapiedi hanno larghezza minima 1,50 mt., e saranno posti ad una quota massima di +15cm rispetto all'adiacente piano stradale. Sarà garantita l'accessibilità mediante l'inserimento di rampe in corrispondenza di attraversamenti stradali e posti auto handicap. Le cordolature saranno realizzate con elementi in granito dim. 0,25x0,15 su fondazione in cls 20x25 min. sul lato esterno (strada) mentre sul lato interno (aree verdi - aiuole) saranno utilizzati cordoli prefabbricati in cls.

La stratigrafia dei marciapiedi sarà la seguente:



### pavimentazione autobloccante su sovrastruttura rigida - marciapiedi pedonale -



stratigrafia marciapiedi

- Le pendenze trasversali variano da 1% – α 1.5%

### **3.4.2a Requisiti prestazionale della pavimentazione**

I requisiti prestazionali di una pavimentazione si dividono in:

- strutturali;
- funzionali.

Le caratteristiche strutturali fanno riferimento alla capacità portante della sovrastruttura, quelle funzionali all'aderenza ed alla regolarità.

Queste ultime sono strettamente legate alla sicurezza, al confort e all'inquinamento acustico e ambientale.

Il progetto cerca di coniugare tali aspetti attraverso scelte tecnologiche appropriate. Le pavimentazioni speciali nascono dall'esigenza di coniugare le loro funzioni

tradizionali con le problematiche moderne degli agglomerati urbani: sicurezza, inquinamento ed impatto ambientale.

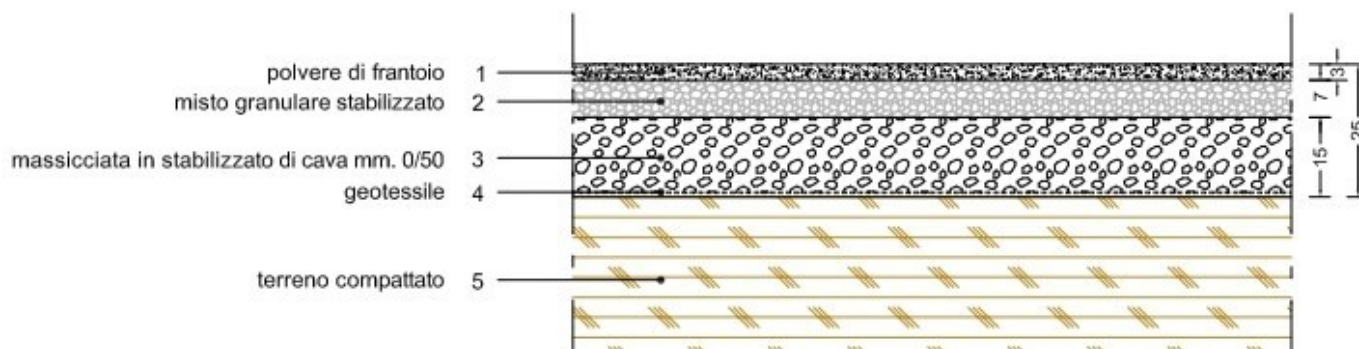
Uno studio del Centro Europeo Ambiente e Salute dell'Oms (Organizzazione Mondiale della Sanità) mette in evidenza l'impatto sulla salute dei cittadini delle alte concentrazioni di inquinanti nell'aria delle nostre città, calcolando le morti, i ricoveri ospedalieri ed i casi di malattia imputabili alle concentrazioni medie del PM10 (particolato fine ed ultrafine). Inoltre, tra i temi ambientali più sentiti il rumore si afferma come uno dei problemi più rilevanti rispetto alla qualità dell'ambiente urbano, anche perché riguarda ormai tutte le aree cittadine ed è effetto diretto della crescita del volume di traffico che si è avuto negli ultimi anni. I più immediati e frequenti effetti dell'inquinamento acustico sono quelli che interessano il sonno.

### **3.4.3 piste ciclabili**

Per le piste ciclabili, così come individuate negli elaborati grafici di progetto, si prevede la stratigrafia riportata di seguito:



## pavimentazione stabilizzata a tre strati per percorsi pedonali e ciclabili nel verde

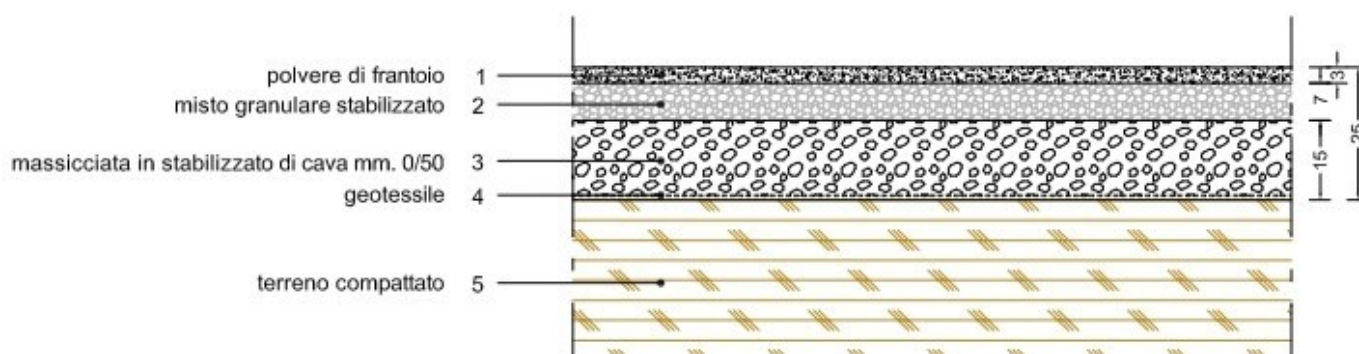


### 3.4.4 percorsi ciclo-pedonali nel verde

Per i percorsi pedonali nel verde si propone la realizzazione di pavimentazioni stabilizzanti naturali. Le caratteristiche fisico meccaniche del terreno saranno migliorate aumentando la durabilità in esercizio senza rinunciare alla totale eco-compatibilità della lavorazione.



## pavimentazione stabilizzata a tre strati per percorsi pedonali e ciclabili nel verde



L'esecuzione dell'opera dovrà avvenire secondo le prescrizioni e specifiche tecniche del produttore. I bordi di contenimento laterali eseguiti con lamina di polietilene a scomparsa di adeguata altezza ed opportunamente fissate.

### **3.4.5 rispetto delle norme di riferimento**

Tutte le opere sono state previste nel rispetto dei requisiti previsti dalla legge 13/1989 e succ. modd. ed integrazioni (Circ. Min. 320/80, il D.P.R. 503/96 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici", D.M. 236/89 l'abbattimento delle barriere architettoniche negli edifici privati.

Sono rispettati i minimi previsti dalla normativa in relazione alle dotazioni (1 posto Handicap ogni 50 posti o frazione). La segnaletica orizzontale e verticale identificante gli stalli sarà conforme al D.P.R. 495/92.

In particolare è garantita l'accessibilità dei percorsi pedonali, ciclopedonali e parcheggi sia in riferimento agli spazi di manovra per persone di ridotta capacità motoria o su sedia a ruote, oltre alla realizzazione di rampe sui marciapiedi con pendenza 8% o 15% max. per brevi tratti.

Per la realizzazione degli attraversamenti pedonali si fa riferimento alle seguenti leggi:

- ✓ Codice della Strada (D. Lgs del 30 aprile 1992, n. 285 e succ. agg.)
- ✓ Decreto Ministeriale del 5 novembre 2001 e successive modifiche;
- ✓ Decreto Ministeriale n. 236 del 14 giugno 1989;
- ✓ Decreto del Presidente della Repubblica n. 503 del 24 luglio 1996;

che forniscono gli standard di progettazione dell'attraversamento pedonale e di tutto il suo arredo come: rampa, marciapiede, isola salvagente, lanterna semaforica, impianto di illuminazione, ecc.

Nel caso in esame gli attraversamenti stradali saranno eseguiti mediante piattaforme salvagente poste alla stessa quota del marciapiedi.

## **4 - reti idrico - fognanti**

La relazione tecnico- illustrativa è riportata nell'allegato Tav\_8.a.

## **5 rete pubblica illuminazione**

### **5.1 Obiettivi di fondo**

Il servizio di pubblica illuminazione ha il compito di:

- Garantire la visibilità nelle ore buie.
- Garantire la sicurezza per il traffico veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere.
- Conferire un maggiore "senso" di sicurezza fisica e psicologica alle persone.
- Aumentare la qualità della vita sociale con l'incentivazione delle attività serali.

Gli obiettivi devono essere ottenuti cercando di minimizzare i consumi energetici, contenendo il più possibile il flusso "disperso", principale fonte dell'inquinamento luminoso e ottimizzare i costi di esercizio e di manutenzione.

### **5.2 Quadro normativo**

In materia di illuminazione pubblica esistono diverse disposizioni normative.

La disciplina della circolazione stradale è rimessa a una serie di norme tecniche (UNI, UNI EN ISO, UNI EN, CEI ecc.) che regolamentano l'illuminazione pubblica fin nei minimi dettagli, dalla distanza dei punti luce all'intensità della luce, alla lunghezza del braccio del palo di sostegno. Tra queste la principale è la normativa europea EN 13201, che suddivide le strade in categorie illuminotecniche e prescrive i rispettivi valori di illuminamento urbano.

A causa del suo elevato consumo energetico l'illuminazione pubblica rientra nella normativa emanata dall'Unione Europea in materia di efficienza energetica.

In particolare, la direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 6 luglio 2005, relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile, prescrive i requisiti di efficienza dei prodotti che consumano energia. I successivi regolamenti attuativi disciplinano la materia nel dettaglio. A partire dal 2015 l'Unione Europea vieta l'utilizzo di lampade ai vapori di mercurio (regolamento CE n. 245/2009).

Le fasi della direttiva EuP 2005/32/CE recepita dal Regolamento ( CE ) n.245/2009 sono riportate nella tab.1.

| A partire da aprile:                  | 2010                                 | 2012                                                                                                   | 2015                                                                                                                   | 2017                                                                                               |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lampade SAP*                          | Non interessate dalla messa al bando | Eliminazione delle lampade SAP con scarsa efficienza energetica (scarso rapporto lumen/watt)           |                                                                                                                        |                                                                                                    |
| Lampade SAP con accenditore integrato | Non interessate dalla messa al bando |                                                                                                        | Eliminazione delle lampade SAP con accenditore integrato con scarsa efficienza energetica (scarso rapporto lumen/watt) |                                                                                                    |
| Lampade IM*                           | Non interessate dalla messa al bando | Eliminazione delle lampade IM con Ra≤80 che non rispettano i requisiti minimi di efficienza energetica | Eliminazione delle lampade IM con Ra>80 che non rispettano i requisiti minimi di efficienza energetica                 | Eliminazione di tutte le lampade IM che non rispettano i requisiti minimi di efficienza energetica |
| Lampade a vapori di mercurio          | Non interessate dalla messa al bando |                                                                                                        | Eliminazione di tutte le lampade ai vapori di mercurio                                                                 |                                                                                                    |

\* SAP = lampade al sodio ad alta pressione e IM = lampade ai ioduri metallici

In campo grigio: Lampade bandite, che cioè non possono essere immesse sul mercato dai produttori.

In campo verde: Consentite però il fattore determinante diventa il rapporto di efficienza lumen/watt.

Tab. 1

### 5.3 Quadro delle esigenze dell'area di intervento

Il quadro esigenziale dell'area è funzione della classificazione del contesto urbano e delle sue caratteristiche.

| classificazione                                                       | caratteristiche                                                                          | esigenze                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Area in contesto urbano con traffico misto (veicolare+ciclo-pedonale) | Presenza di persone<br>Presenza di luoghi di aggregazione<br>Presenza di luoghi di svago | <b>Sicurezza percepita</b><br><b>Ottima resa cromatica</b><br><b>Comfort visivo</b> |

### 5.4 Classificazione delle strade

La classificazione delle strade è regolata dai seguenti provvedimenti legislativi:

- *Decreto Legislativo 30/04/1992, n. 285 – “Nuovo codice della strada”, pubblicato*

sulla “Gazzetta Ufficiale - Serie generale” n. 114 del 18 maggio 1992 (Supplemento ordinario n. 74);

- *Comunicato Ministeriale LL.PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995 (Suppl. ordinario n. 77). Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell’art.36 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285;*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale – Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n.5);*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali ”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006.*

Le strade, secondo il Codice della Strada, sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi.

| Descrizione                             |                                                                                                                                                                                                                                              | Limite di velocità |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Autostrada (tipo A)                     | Strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra. | 130-150 km/h       |
| Strada extra-urbana principale (tipo B) | Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso.                                                         | 110-70 km/h        |
| Strada extra-urbana secondaria (tipo C) | Strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.                                                                                                                                                            | 90-50 km/h         |
| Strada urbana di scorrimento (tipo D)   | Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici.                                                                               | 70-50 km/h         |
| Strada urbana di quartiere (tipo E)     | Strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi.                                                                                                                                                       | 50 km/h            |
| Strada locale (tipo F)                  | Strada urbana od extraurbana non facente parte degli altri tipi di strade.                                                                                                                                                                   | 50-30 km/h         |
| Itinerario ciclopeditone (tipo F-bis.)  | Strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile.                                                                                                                              | –                  |

Le strade di progetto sono classificabili come:

- **strada locale di tipo F a bassa velocità**

L'impianto di progetto è adibito alla Pubblica Illuminazione di tre infrastrutture:

1. Strade classificate dal C. d. S. come: **classe F – “Strada Urbana Locale”**;
2. Percorsi ciclo – pedonali classificate dal C.d.S. come: **classe F-bis**;
3. Parcheggi pubblici.

## 5.5 Classificazione dell'impianto

Nella progettazione dell'illuminazione esterna un aspetto importante anche a favore dell'efficienza energetica è rappresentato dalla riduzione del flusso luminoso disperso.

In merito la norma UNI 10819:1999 detta i requisiti che gli impianti di illuminazione devono avere per il contenimento della dispersione verso l'alto del flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale.

Tale norma classifica i vari tipi di impianto di illuminazione esterna secondo l'elenco indicato nella tabella 2 e ne fissa i requisiti di riferimento.

Ai sensi delle norme UNI-10819:1999, l'impianto è classificato di **tipo A**.

| <b>Tipo</b> | <b>Definizione degli impianti di illuminazione</b>                                                                         |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>    | Impianti in cui la sicurezza è prioritaria (illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, ecc.) |
| <b>B</b>    | Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati                      |
| <b>C</b>    | Impianti di interesse ambientale e monumentale                                                                             |
| <b>D</b>    | Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi illuminanti                                                                |
| <b>E</b>    | Impianti a carattere temporaneo e ornamentale                                                                              |

Tab. 2

## 5.6 Requisiti illuminotecnici

La Norma UNI EN 13201-2 del settembre 2004, che recepisce la norma EN 13201-2 – Road Lighting – Part 2: Performance requirements (2003), definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di illuminazione delle strade indirizzate alle esigenze di visione degli utenti e ne considera gli aspetti ambientali.

Per tali classi la norma stabilisce pertanto i requisiti (in termini di luminanze, illuminamenti, abbagliamento, illuminazione circostante) da rispettare per le diverse tipologie viarie.

Le classi adottate sono rispettivamente:

- ✓ strade locale di tipo F : Me4b
- ✓ pista ciclabile : S4
- ✓ strada pedonale nel parco : S3

## 5.7 Componenti dell'illuminazione

### 5.7.1 sorgenti luminose

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione stradale e per aree esterne devono possedere le seguenti caratteristiche:

- ✓ elevata efficienza luminosa;
- ✓ elevata affidabilità;
- ✓ lunga durata di funzionamento;
- ✓ compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema della presenza di sostanze nocive e dello smaltimento delle sorgenti esauste).

Inoltre nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano divengono prioritarie anche altre tematiche relative a:

- ✓ tonalità della luce (temperatura di colore);
- ✓ indice di resa cromatica.

**I sistemi Led soddisfano tutte queste caratteristiche.**

Le tecnologie a LED si contraddistinguono per lunga durata di vita e alti livelli di efficienza luminosa.

Dai calcoli illuminotecnici si evince che la temperatura di colore è di circa 3000 Kelvin. La scelta è in accordo con uno studio sul campo condotto dal Museo provinciale del Tirolo ( *Tiroler Landesmuseum* ) e dall'Avvocatura per l'Ambiente del Tirolo ( *Tiroler Landesumweltanwaltschaft* ).

Lo studio, "Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten" Innsbruck dicembre 2010, analizza gli effetti di diversi sistemi di illuminazione pubblica sugli insetti notturni. I risultati mostrano che il potere di attrazione per gli insetti e per altri animali fotosensibili è minimo per quanto riguarda i LED a luce calda, cioè con temperatura di colore attorno ai 3000 Kelvin. Rispetto alle lampade a ioduri metallici le lampade a LED con un'elevata presenza di componente bianco- arancione nello spettro catturano appena il 13 % degli insetti.

La scelta ha un forte impatto ecologico, bisogna ricordare, infatti, che gli insetti hanno un ruolo fondamentale nell'impollinazione. L'utilizzo di questo tipo di lampade per l'illuminazione pubblica consente di contenere i danni per l'ambiente e per le specie animali notturne. In fig. 1 sono riportati i dati della ricerca

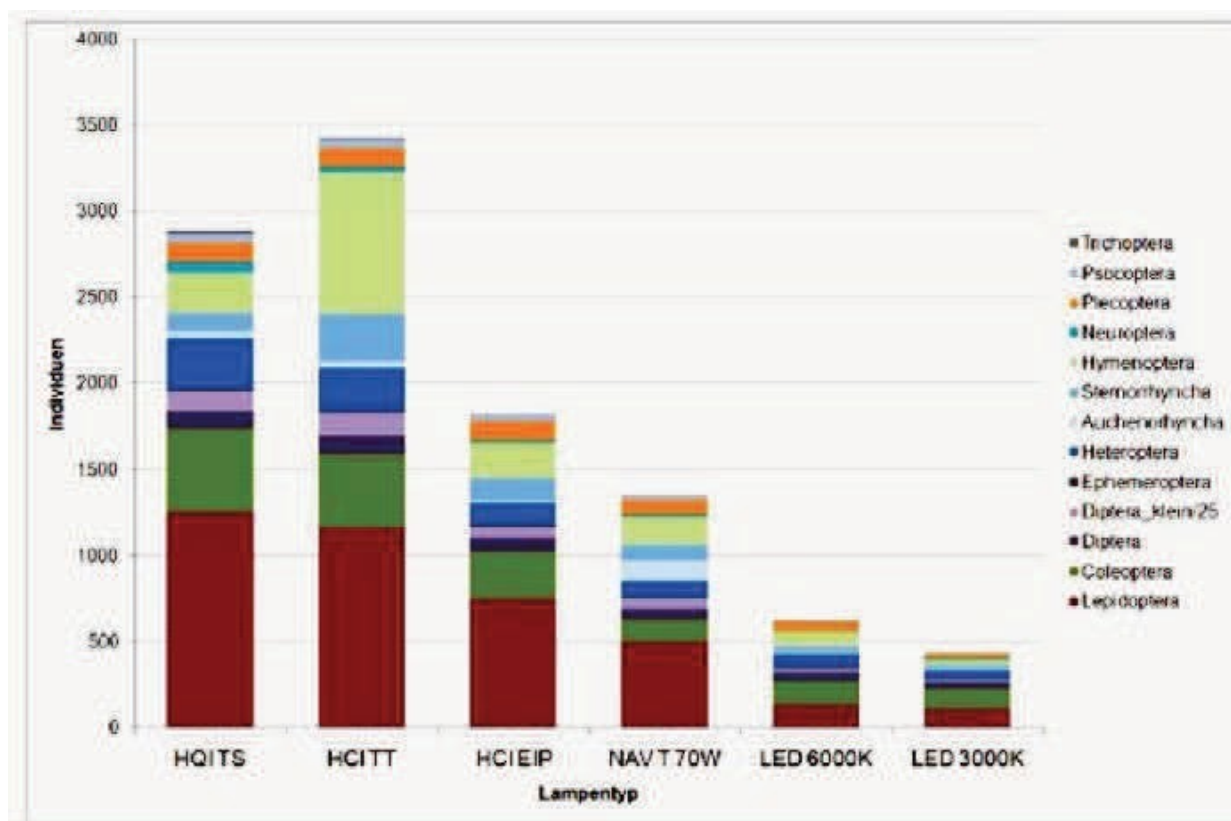


Fig. 1

## 5.8 disposizione delle sorgenti luminose

In merito alla disposizione dei punti luce sono state adottate le seguenti soluzioni:

- **impianto UNIFILARE:** i centri luminosi sono disposti lungo un lato della carreggiata. Tale disposizione prevede l'altezza del palo di sostegno di 8.00 ml.
- **impianto UNIFILARE con centri luminosi contrapposti:** i centri luminosi sono disposti lungo un lato della carreggiata in modo contrapposto con altezza dei fuochi differente per illuminare contemporaneamente la strada e la pista ciclabile. Tale disposizione prevede l'altezza del palo di sostegno di 8.00 ml.
- **impianto BIFILARE** o affacciato: i centri luminosi sono disposti lungo entrambi i lati della carreggiata e la soluzione interessa i due parcheggi pubblici.

## 5.9 I pali

I pali, definiti come sostegni destinati a fare da supporto ad uno o più apparecchi di illuminazione, sono ancorati su plinto in cls armato.

Per ciò che riguarda l'installazione dei pali su plinto occorre riferirsi alle seguenti norme:

- UNI EN 40-2: Pali per illuminazione pubblica. Requisiti generali e dimensioni
- UNI EN 40-3-1 Pali per illuminazione pubblica. Specifica dei carichi caratteristici
- UNI EN 40-3-3 Pali per illuminazione pubblica. Progettazione e verifica
- UNI EN 40-5: Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio.

Le prestazioni/caratteristiche a cui devono soddisfare i pali sono principalmente le seguenti:

- Resistenza alla spinta del vento ed alle sollecitazioni meccaniche;
- Resistenza alla corrosione;

- Minime esigenze di manutenzione, con riferimento a:
- dimensioni proporzionate;
- presenza di finestra di ispezione.

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree devono rispettare i valori riportati nei calcoli illuminotecnici.

## **5.10 Disposizioni finali**

I calcoli illuminotecnici riportati nella tav. 8.n “rete pubblica illuminazione – calcoli illuminotecnici” sono prescrittivi solo nei confronti dei requisiti illuminotecnici (tipologia delle sorgenti luminose, disposizione delle sorgenti, altezza dei pali, dati fotometrici), mentre le altre scelte (pali, armature ecc.) sono opzionali.

## **6 Rete distribuzione energia elettrica**

La rete di distribuzione energia elettrica è s t a t a concordata con l'ufficio tecnico ENEL di zona.

La polifora, con estradosso a profondità 2: 1,00 mt. e posta sempre sul sedime di aree pubbliche (sedi stradali o parcheggi) e nei brevi tratti di attraversamento di aree verdi sarà opportunamente protetta da idoneo bauletto in cemento.

### **6.1 Aspetti tecnologici**

Le canalizzazioni MT e BT saranno costituite da polifore in tubo corrugato in HDPE doppia parete, diametro interno 160 mm, nel numero indicato negli elaborati esecutivi, resistenza allo schiacciamento secondo CEI EN 50086-2-4/A1 (CEI 23-46); tipo 450 o 750 • marchio IMQ • marcatura CE. La tubazione sarà posata con idoneo sottofondo e rinfilanchi di spessore min. 10 cm di sabbia grossa. Le canalizzazioni saranno poste in linea di massima ad una profondità di 100-120 cm sotto il piano viabile e lo scavo sarà riempito con ghiaia in natura molto sabbiosa e ben costipata (stabilizzato), previa posa di nastro monitore indicante “cavo elettrico”.

I pozzetti saranno in cemento armato di dimensioni interne come da particolari costruttivi con chiusini in ghisa sferoidale UNI EN 124 D400, dotati di passo d'uomo per le camerette di dimensioni maggiori, e con dicitura Enel. Tutti i pozzetti saranno rinfiacati in calcestruzzo per garantire perfetta stabilità e portanza richiesta.

Durante l'esecuzione il tecnico incaricato seguirà gli interventi, in accordo con l'ente gestore, in modo da garantire una perfetta esecuzione a regola d'arte. La posizione esatta degli armadi stradali di sezionamento dovrà essere preventivamente verificata con il personale Enel in funzione delle definitive progettazioni dei lotti privati.

## **7 Rete telefonica Telecom**

La rete telefonica interna al comparto è stata concordata con l'ufficio tecnico TELECOM di zona. Dalla linea principale esistente e/o in fase di realizzazione sul comparto attiguo 6.1 si deriverà verso i nuovi comparti realizzando così l'intera rete. Essa si svilupperà sotto la sede stradale e/o sotto i percorsi pedonali, come rappresentato in progetto, mediante coppia di tubazioni  $\phi$  125, con derivazioni  $\phi$  63, per il raggiungimento del box Telecom ai vari lotti edificatori

Le cassette di derivazione, le tubazioni ed i pozzetti saranno scelti e predisposti in base alle caratteristiche tecniche più idonee tra i materiali già in uso presso l'ente gestore.

### **7.1 Aspetti tecnologici**

Le canalizzazioni per telefonia saranno costituite per le dorsali principali, da polifora in tubo corrugato  $\phi$  125, a doppia camera, pesante secondo CEI-EN 50086- 2-4, con marchio di qualità, fornito in opera su sottofondo con cappa e rinfianchi di spessore minimo 10cm, in sabbia grossa, come da particolare costruttivo. Esse saranno poste ad una profondità minima di 100 cm sotto il piano di calpestio o il piano viabile delle strade, e saranno segnalate con apposito nastro monitore sovrastante.

I pozzetti per il collegamento dei tubi formanti le canalizzazioni ed il contenimento dei cavi futuri con eventuali giunzioni saranno in cls prefabbricato con dimensioni interne come da particolari costruttivi, con chiusino in ghisa UNI EN 124 D400 formato da elementi triangolari sia per quelli aventi misura 120x90 cm che per quelli aventi misura 90x70 cm. Tutti i pozzetti saranno debitamente rinfiacati in calcestruzzo per una perfetta stabilità e idonea portanza.

## 8 Rete cablata

In osservanza ai disposti della L. 166/02 si predisporrà una tubazione ø 160 mm in pvc corrugato doppia parete destinato a ricevere eventuali reti di connessione per telecomunicazione / energia. Il tratto prevede pozzetti in testa e fondo linea con botole in ghisa sferoidale (classe di portata D 400) con coperchio a due triangoli e chiusura a chiave. Per le specifiche tecniche si rimanda per analogia al paragrafo precedente (Telecom).

## 9 Parchi pubblici ed aree verdi

Elemento qualificante dell'impianto urbanistico sono le aree verdi ed in particolare il parco pubblico.

A scala del PUA sono state individuate le aree verdi in modo accorpato per caratterizzare l'intervento sotto il profilo ambientale e paesaggistico attraverso la realizzazione di un parco pubblico attrezzato; l'attuazione sia delle dotazioni (spazi ricreativi, percorsi ciclabili e pedonali) persegue chiaramente questo intento: infatti l'area verde oltre alla funzione specifica, si caratterizza dal punto di vista ambientale come area di filtro/separazione della nuova edificazione residenziale rispetto alle attività produttive esistenti immediatamente limitrofe.

### 9.1 Criteri progettuali

I criteri di progettazione sono informati alla:

- **Sostenibilità:** il criterio della sostenibilità nelle sue declinazioni ambientale, economica e sociale è stato l'elemento qualificante della proposta progettuale;
- **Spazi con funzione prossemica:** gli spazi progettati si propongono di favorire i rapporti prossemici integrando le necessità di tutti.

### 9.2 La composizione

Gli elementi compositivi che strutturano l'idea progettuale, la sua forma, la sua realizzazione sono:

- **Verde:** la scelta delle piante ricade prevalentemente su specie autoctone caratteristiche della vegetazione potenziale del luogo. Questa scelta è dettata da

molteplici motivazioni: innanzitutto si ha la possibilità di limitare i costi di gestione e manutenzione grazie al perfetto adattamento delle piante con l'ambiente circostante, poi si riesce a mantenere interesse durante tutte le stagioni grazie a fioriture scalari e ai cambiamenti fenologici che caratterizzano i differenti soggetti e infine, ma non meno importante, si vuole ricreare un legame con il territorio e con l'ambiente naturale circostante che, nello spazio urbano tende inevitabilmente ad essere perso.

- **9.3 Sistema di irrigazione**

- ✓ **alberi:** anelli in tubo gocciolante auto compensante 16x2.1x30 con N. 5 punti goccia da 2,1 lt/h (portata anello 10,5 lt/h). La portata potrà essere variata sulle singole piante (aumentando o diminuendo il numero di gocciolatoi) in funzione delle caratteristiche della pianta stessa (dimensioni, esigenze).

L'irrigazione degli alberi è prevista indipendente dall'irrigazione di aiuole, siepi, tappezzanti per poter gestire tempi e frequenze irrigue diverse.

Il posizionamento degli anelli gocciolanti è previsto esterno, in prossimità del colletto della pianta. I tratti di collegamento sono previsti interrati in polietilene d. 25-16.

- ✓ **Aiuole lungo gli assi viari:** impiego di ali gocciolanti auto compensanti 16x2.1x40.

Sono previsti 1,2 mt lineari di ala gocciolante x mq di superficie ad aiuola totale (piantumato + ghiaiato).

Il posizionamento delle ali gocciolanti è previsto esterno sul terreno, con possibilità di copertura con pacciamatura o telo. I tratti di collegamento sono previsti interrati in polietilene d. 25-16.

**Aiuole interne al parco:** impiego di ali gocciolanti auto compensanti 16x2.1x40.

Sono previsti 2 mt lineari di ala gocciolante x mq di superficie ad aiuola piantumata. Il posizionamento delle ali gocciolanti è previsto esterno sul terreno, con possibilità di copertura con pacciamatura o telo. I tratti di collegamento sono previsti interrati in polietilene d. 25-16.

✓ **Alberi isolati:** realizzata con anelli in tubo gocciolante auto compensante 16x2.1x30 con

N. 5 punti goccia da 2,1 lt/h (portata anello 10,5 lt/h), posizionati esternamente, in prossimità del colletto della pianta. I tratti di collegamento interrati in polietilene d. 25-16.

✓ **Punti presa:** sono previsti punti di allacciamento alla rete idrica (contatore Hera) per irrigare tutti i tipi di verde.

✓ **Rete di distribuzione:** collegamento tra contatori e pozzetti elettrovalvole/idrantini in PE AD 32 PN 12,5IIP

✓ **Punti presa manuale:** saranno previsti punti di prelievo manuale (in numero adeguato) mediante idrantini tipo Plasson con chiave di prelievo in pozzetto pvc, da dislocarsi nelle zone più opportune (indicativamente a max 50 mt. dal contatore di prelievo).

✓ **Automazione:** Si propone un sistema a batteria con radiocomando HUNTER o similare costituito da:

- Gruppi di automazione in pozzetto costituiti da elettrovalvole a solenoide bistabile e gruppo ricevitore a 4 canali alimentato da batteria alcalina 9 V. (Corredabile di radiocomando portatile per trasmissione via radio (fino a 30 mt di distanza).

In generale tutti i punti di attraversamento di pavimentazioni, ingressi pedonali, ecc., necessari per il collegamento delle aree verdi saranno realizzati con tubi corrugati del diam. min. di 80 mm in modo da rendere sempre possibile l'infilaggio delle tubazioni in PE.

## 10. Misure di mitigazione ambientale

### 10.1 Obiettivi

Le emissioni di CO<sub>2</sub> evitate sono un indicatore dei benefici ambientali derivanti dal mix delle risorse utilizzate nei processi produttivi e dall'efficienza che accompagna le fasi

che vanno dal loro impiego agli usi finali dei vari prodotti.

Al fine di raggiungere il doppio obiettivo di ridurre l'inquinamento atmosferico e incentivare il risparmio energetico, la proposta agisce su due fronti:

1. Energia da fonti rinnovabili – fotovoltaico;
2. Surrogazione dell'energia prodotta da gas.

## **10.2 Impianto fotovoltaico**

Il progetto prevede l'installazione di pannelli per la produzione di energia elettrica superiore o al limite pari a quanto stabilito dalle specifiche normative di settore sulle energie rinnovabili.

## **10.3 Norme e leggi di riferimento**

Il sistema dovrà essere realizzato secondo la regola dell'arte in accordo con la normativa vigente, ed in particolare:

- ✓ Norme CEI/IEC (in particolare le norme: EN 60439-1 e IEC 439 per i quadri elettrici, CEI 110-31 e CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione, CEI 110-1 110-6 110-8 per la compatibilità elettromagnetica EMC e la limitazione delle emissioni in RF) per gli aspetti elettrici ed elettronici convenzionali
- ✓ Norme CEI/IEC o norme JRC/ESTI215 per i moduli fotovoltaici
- ✓ Conformità al Marchio CE per i moduli fotovoltaici ed il gruppo di conversione (direttiva 93/68/EWG – MARCHIO CE)
- ✓ Norme UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici
- ✓ Norme UNI 10349 e la collegata UNI 8477 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico
- ✓ L. 46/90, DPR 447/91 (regolamento di attuaz. L. 46/90 e succ. mod. per la sicurezza elettrica)
- ✓ D.Lgs. 81/2008 e succ. mod. per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- ✓ CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica
- ✓ Norme CEI EN 61724 per la misura ed acquisizione dati
- ✓ L. 133/99 Art. 10 comma 7 per gli aspetti fiscali

✓ Quant'altro previsto dalla vigente normativa di legge, ove applicabile.

#### **10.4 Prestazioni e garanzie**

L'impianto sarà progettato per rispondere ai seguenti requisiti:

- Potenza lato corrente continua superiore al 90% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di soleggiamento;
- Potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza lato corrente continua (efficienza del gruppo di conversione);

Pertanto la potenza attiva, lato corrente alternata, sarà superiore al 80% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di soleggiamento.

Tutti i componenti degli impianti saranno forniti di garanzia tecnica per il periodo di anni due a partire dalla data di collaudo.

I moduli fotovoltaici, del tipo omologato da un laboratorio autorizzato secondo le specifiche CEI/IEC 1215, avranno garanzia minima a far data di collaudo, per almeno 12 anni e, in particolare, il decadimento delle loro prestazioni (potenza nominale) sarà non superiore al 10 % nell'arco di 12 anni e non superiore al 20% in 25anni.

#### **10.5 Benefici ambientali**

La realizzazione del progetto determina una serie di benefici di tipo energetico – ambientale e socio – economico di seguito riassunti:

- Miglioramento ambientale di tutta l'area soggetta all'intervento.
- Contenimento della spesa energetica e quindi dei costi di esercizio della struttura per almeno 25/30 anni dal completamento dell'opera.
- Sviluppo del settore degli installatori e manutentori locali.
- Uso a scopo didattico e dimostrativo del progetto e i suoi vantaggi allo scopo di ripetere l'iniziativa in altre realtà simili
- Riduzione inquinamento atmosferico.

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, nel caso che questa vada a sostituire l'energia fornita da fonti convenzionali.

Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh

sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,65 kg di anidride carbonica ( $2.56 \text{ kWh} * 0.255 \text{ kg/kWh}$ ).

In definitiva ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita quindi l'emissione di 0,65 kg di anidride carbonica.

Dalla tabella seguente si ricava la quantità di  $\text{CO}_2$  evitata.

| Potenza installata (KW) | Ore funzionamento equivalente l'anno | Energia annua prodotta (kWh) | Kg $\text{CO}_2$ evitata |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1                       | 1.500                                | 1.500                        | 975                      |
| 1,2                     | 1.500                                | 1.800                        | 1.170                    |
| 2                       | 1.500                                | 3.000                        | 1.950                    |
| 3                       | 1.500                                | 4.500                        | 2.925                    |
| 10                      | 1.500                                | 15.000                       | 9.750                    |
| 20                      | 1.500                                | 30.000                       | 19.500                   |

Nel caso in esame, considerando che il numero di alloggi è pari a 86 si ha:

- totale  $\text{CO}_2$  risparmiata in un anno dall'intero sub-comparto 3.2  
 $86 \times 1950 = \mathbf{167 \text{ t/anno}}$
- totale  $\text{CO}_2$  risparmiata nell'intero ciclo di vita dei pannelli (25 –  $\alpha$  30 anni)  
 $167 \text{ t/anno} \times 25 = \mathbf{4175 \text{ t}}$

## 10.6 Impianto gas

Il progetto prevede l'eliminazione della rete di distribuzione del gas metano e la sua surrogazione con l'energia prodotta dal sistema fotovoltaico.

## 10.7 Benefici ambientali

Per il calcolo dei benefici ambientali bisogna innanzitutto calcolare il consumo medio annuo per famiglia.

Gli elementi da valutare per quantificare il consumo di gas sono molteplici, pertanto tratteremo il problema su base statistica.

In Italia il gas è impiegato principalmente per tre scopi:

1. Riscaldamento invernale degli ambienti

2. Produzione di acqua calda sanitaria (ACS)
3. Cottura dei cibi

#### p.to 1. riscaldamento invernale degli ambienti

Il consumo di gas (calcolato in standard metro cubo – Smc) varia sensibilmente in funzione della località in cui si trova la casa. Questo poiché se la temperatura esterna è più bassa (ad esempio in montagna), a parità di tutte le altre condizioni, servirà più gas per riscaldare la casa. Al Sud dove il clima è mite, si consuma meno gas per il riscaldamento rispetto al Nord.

Il consumo di gas indicativo per una casa situata in diverse città italiane mostra differenze notevoli, a seconda della superficie dell'abitazione (i dati in tabella si riferiscono ad un'abitazione di 100 metri quadri, con isolamento termico medio e caldaia di meno di 10 anni).

| consumo annuale di gas per il riscaldamento |        |      |         |
|---------------------------------------------|--------|------|---------|
| Città                                       | Milano | Roma | Palermo |
| Consumo in Smc/anno                         | 940    | 800  | 370     |

#### p.to 2 produzione di acqua calda sanitaria

In alcuni casi la caldaia a gas riunisce in un solo apparecchio le funzioni di riscaldamento invernale ed acqua calda sanitaria (ACS). Negli appartamenti invece, il riscaldamento è spesso centralizzato e la nostra caldaia è dedicata solamente alla produzione di acqua calda per la doccia.

Nel totale l'ACS è la seconda voce che costituisce circa il 10-15% dei consumi e dipende principalmente dal numero di persone che vivono nell'abitazione.

| consumo medio annuale di gas per l'ACS in base al n. di persone |    |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Numero abitanti                                                 | 1  | 2   | 3   | 4   | 6   | 8   |
| Consumo gas per l' ACS in Smc/anno                              | 70 | 130 | 190 | 250 | 370 | 490 |

p.to 3 cottura dei cibi

Per una famiglia media che utilizza il gas per tutti e tre gli scopi sopra citati, il gas consumato per la cottura dei cibi rappresenta circa il 5%. Anche in questo caso il consumo di gas varia in funzione della composizione del nucleo familiare.

| consumo medio annuale di gas per la cucina in base al n. di persone |    |    |    |     |     |     |
|---------------------------------------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| Numero abitanti                                                     | 1  | 2  | 3  | 4   | 6   | 8   |
| Consumo gas per la cucina in Smc/anno                               | 50 | 70 | 90 | 100 | 120 | 140 |

Dai dati del masterplan risulta che il nucleo familiare è composto da 3 persone, pertanto dalla somma dei dati tabellati si ha un consumo medio annuo pari a:

$$\text{Consumo gas} = 90 + 100 + 90 = 1220 \text{ Smc/ anno}$$

E quindi il consumo totale per 86 alloggi risulta:

$$C_t = 1220 \times 86 = 104.920 \text{ Smc/anno}$$

Convertiamo ora i metri cubi standard in metri cubi:

dalla relazione  $\text{Smc} = \text{mc} \times C$ , assumendo per  $C$  un valore medio di 1.027 possiamo calcolarci i mc /anno ---  $\text{mc} = \text{Smc} / C = 104.920 / 1.027 = \mathbf{102.162 \text{ mc}}$

Poiché 1 mc di gas metano produce 1.95 kg di CO<sub>2</sub>, dai dati precedenti si un risparmio complessivo annuo di CO<sub>2</sub> pari a:

- totale CO<sub>2</sub> risparmiata in un anno dall'intero sub-comparto 10

$$102.162 \times 1.95 = \mathbf{199 \text{ t/anno}}$$

- totale CO<sub>2</sub> risparmiata nell'intero ciclo di vita dei pannelli (25 –α 30 anni)

$$199 \text{ t/anno} \times 25 = \mathbf{4975 \text{ t}}$$

Aggregando i dati relativi al risparmio fotovoltaico e a quelli del gas, avremo un risparmio totale di CO<sub>2</sub> nei 25 anni pari a:

$$\text{CO}_2 \text{ tot.} = 4175 + 4975 = \mathbf{9150 \text{ t}}$$