

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

dott.ing. **ROBERTO BOSETTI**

INSCRIZIONE ALBO N° 1027

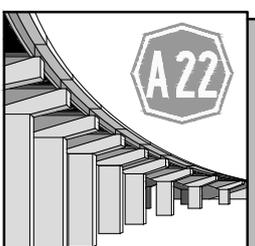
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. *Roberto Bosetti*

autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

A1	LOTTO 2-dal km 223+100 al km 230+717
9.1	IMPIANTI Relazione tecnico descrittiva generale

1	SETT. 2023	RICHIESTE INTEGRAZIONI M.A.S.E.	S. SANTONI	G. BROSEGHINI	C. COSTA
0	MAR. 2021	EMISSIONE	S. SANTONI	G. BROSEGHINI	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 31/09					

Relazione tecnica impianti lotto 2 – segmento A1: dal km 223+100 al km 230+717

Nell'intervento per la realizzazione della terza corsia dalla stazione di Verona Nord all'intersezione con la A4 è stato valutato conveniente predisporre dei cavidotti in cui alloggiare le fibre ottiche di telecomunicazione, attualmente a base rampa, e delle ulteriori fibre per la trasmissione ad alta velocità dei dati tra le unità di rilevamento periferiche e la sede operativa del CAU.

Inoltre si prevede di posare una nuova linea elettrica a media tensione per distribuire l'energia lungo l'intera tratta. La proposta di una distribuzione elettrica così ingegnerizzata consente di ridurre sensibilmente il numero dei punti di prelievo dalla rete di distribuzione pubblica a favore di una razionalizzazione delle utenze elettriche della Società ed aumentare il potere contrattuale di acquisto nei confronti dei fornitori. Un ulteriore vantaggio della rete così realizzata è la possibilità di alimentare da punti diversi lo stesso impianto garantendo quindi la continuità di alimentazione in ambo le direzioni a seconda della necessità o delle scelte tecniche-economiche. Contestualmente si predisporrà pure una linea di distribuzione in bassa tensione per alimentare i portali a messaggio variabile e tutte le apparecchiature poste lungo la tratta compresi i punti di alimentazione tramite prese a spina per utenze mobili e/o temporanee quali segnaletiche luminose. Al fine di avere una assoluta continuità di alimentazione delle apparecchiature la linea permetterà una doppia alimentazione con possibilità di erogare energia sia da nord che da sud. A supporto della stabilità di erogazione dell'energia elettrica le utenze sensibili saranno alimentate tramite gruppi di continuità assoluta.

1. INFRASTRUTTURA PER ALLOGGIAMENTO CAVIDOTTI

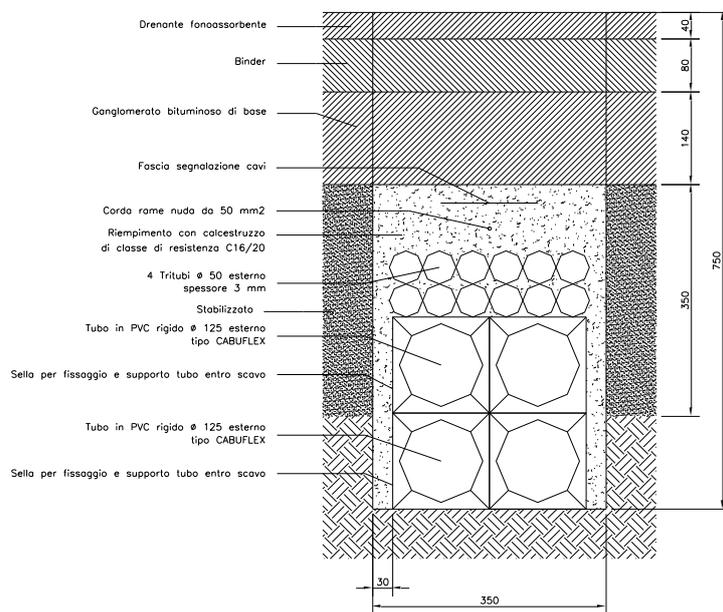
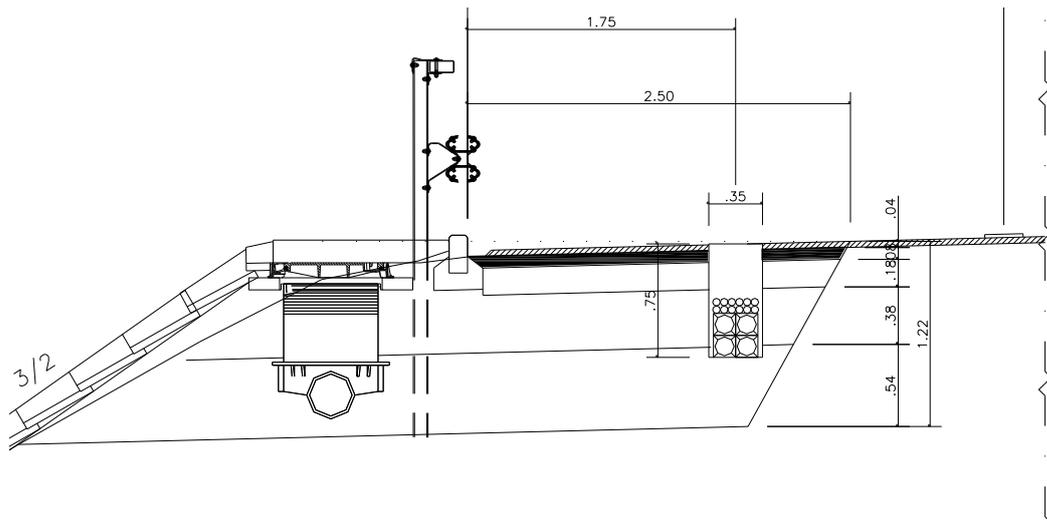
Vista la necessità di realizzare tali cavidotti è stato previsto di porre in opera un numero adeguato di predisposizioni al fine di poter facilmente introdurre in futuro cavi aggiuntivi per trasmissione dati o altre esigenze future della Società quali trasporto energie alternative come idrogeno.

Dopo aver preso in esame varie possibilità di intervento, è risultato più conveniente eseguire la posa delle tubazioni in concomitanza con la sistemazione della corsia di emergenza, posizionando il cavidotti a 1.75 m dal ciglio asfalto della carreggiata sud. Solo in corrispondenza delle opere (viadotti, ponticelli, sottopassi) i tubi saranno zancati all'esterno in una cassetta in acciaio zincato a caldo.

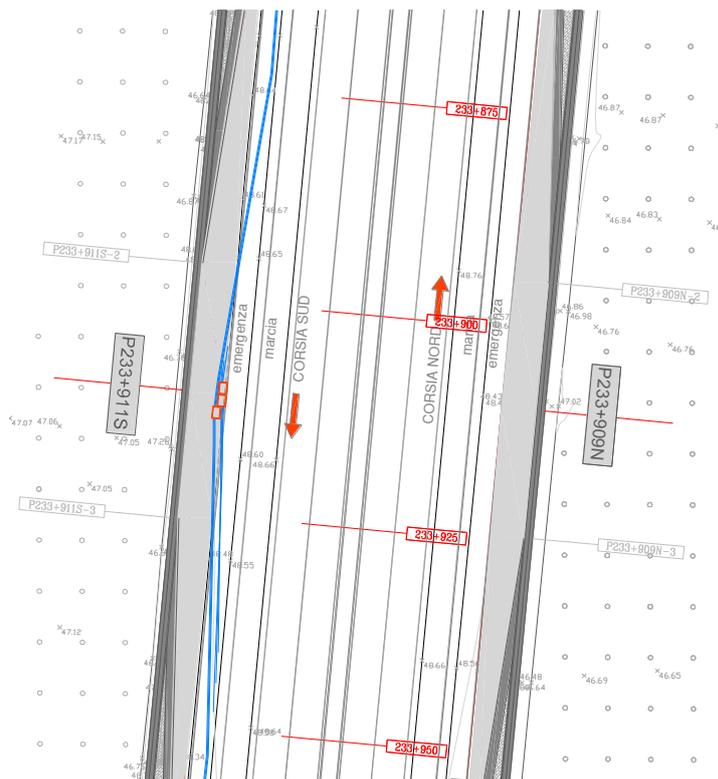
Si prevede di eseguire uno scavo della larghezza di circa 35 cm e della profondità di 70 cm, in esso verranno alloggiati:

- 4 tubi in PE-HD ad alta densità corrugati a doppia parete, lisci internamente, con diametro esterno di 125 mm per la posa di cavi elettrici di potenza o per energie alternative;
- 4 tritubi in PE-HD ad alta densità con superficie esterna ed interna liscia, con diametro nominale di 50 mm, spessore minimo 3 mm e di larghezza totale 156 mm per la posa di cavi di telecomunicazioni a fibre ottiche;
- 1 conduttore in rame nudo costituito da corda della sezione di 50 mm²;
- 1 fascia di segnalazione cavi.

Al fine di ridurre i possibili cedimenti, lo scavo sarà riempito con calcestruzzo di classe di resistenza C16/20, a meno degli ultimi 12 cm che saranno realizzati con conglomerato bituminoso.



I pozzetti rompitratta saranno in linea di massima ubicati in corrispondenza delle piazzole di sosta, ogni 500 metri circa, al di fuori dal traffico veicolare, in modo da tutelare la sicurezza del personale addetto alla manutenzione. Detti pozzetti saranno separati per quanto riguarda l'alimentazione e le telecomunicazioni.



2. IMPIANTO NEBBIA

Il sistema di monitoraggio della nebbia sarà costituito da rilevatori dedicati con sensori uniformemente distribuiti lungo la tratta e da centraline di elaborazione dati e di controllo. Questo sistema controllerà le tempistiche e le modalità di accensione del sistema di guida luminosa anche in forma parziale nelle rispettive tratte in cui sarà suddiviso.

Il sistema di guida luminosa nella nebbia, composto da lampade a led, integrate nei delineatori stradali, poste ad interasse di 25 m, fissate al montante del sicurvia tramite delle staffe di supporto sarà installato sia nello spartitraffico centrale che lateralmente.

Nello spartitraffico verrà realizzato l'impianto antinebbia composto da 2 tubi un PVC del diametro di 63 mm intercettati ogni 25 metri da dei pozzetti in calcestruzzo della dimensione netta interna di 40x40 cm nei quali verranno alloggiati i trasformatori.

Dai pozzetti partiranno due tubi corrugati serie pesante lisci internamente del diametro interno di 28 mm a protezione del cavo che alimenta la lampada a led integrata nel delineatore stradale, fissate al montante del sicurvia tramite delle staffe di supporto. Detti tubi corrugati, opportunamente staffati alla struttura del sicurvia, dal pozzetto raggiungeranno le lampade fissate al montante del sicurvia (una a servizio della carreggiata nord ed una a servizio della carreggiata sud).

L'impianto antinebbia laterale sarà alimentato da una dorsale posata in tubazioni in acciaio tipo "Mannesmann" staffate al sicurvia, completato da cassette di derivazione in poliestere anticorrosivo ed autoestinguente per l'alloggiamento dei trasformatori da cui si dirameranno le alimentazioni alle lampade.

3. VOLUMI TECNICI

Prendono il nome di volumi tecnici i fabbricati con struttura in cemento armato e piastre in prefabbricato, aventi dimensioni minime sufficienti per ospitare una cabina elettrica di

trasformazione MT/bt, quadri elettrici, attestazione cavi in fibra ottica, apparecchiature di rete, sistema di telecontrollo e sistema di alimentazione e gestione dell'impianto nebbia.

Ogni fabbricato è composto da almeno tre locali: uno dedicato all'energia elettrica (a sua volta suddiviso in due parti, una a servizio della trasformazione MT/bt, l'altra per la distribuzione bt), un secondo locale, più piccolo, volto ad ospitare i sistemi telematici di monitoraggio, controllo ed esercizio del traffico ed un terzo locale per l'impianto di controllo e gestione lampade nebbia.

I volumi tecnici previsti dal km 230+717 al km 312+200 (lotto 2 – segmento A2 e lotto 3) saranno disposti secondo le seguenti linee guida:

- n° 7 volumi alimenteranno le stazioni autostradali e saranno adatti a contenere le apparecchiature adeguate alla consegna dell'energia elettrica;
- n° 4 volumi tecnici provvederanno ai fabbisogni energetici delle aree di servizio, uno per l'alimentazione delle aree Povegliano Est ed Ovest, uno per l'alimentazione dell'area Po Ovest, uno per l'area Po Est (le aree di servizio Po non sono affacciate e quindi sono necessarie due cabine) ed uno per le aree Campogalliano Est ed Ovest;
- 20 volumi tecnici saranno a servizio delle varie utenze in itinere quali i pannelli a messaggio variabile, gli impianti di sollevamento acque e l'impianto nebbia;
- n° 7 volumi tecnici di dimensioni ridotte saranno a servizio dell'impianto nebbia.

I volumi tecnici delle stazioni, delle intersezioni e delle aree di servizio saranno posizionati fuori terra nella zona "a verde" adiacente le utenze mentre i restanti fabbricati lungo la tratta saranno ubicati in corrispondenza del tratto a larghezza variabile delle piazzole di sosta.

Ogni volume tecnico avrà installato al proprio interno l'apparecchiatura (UPS) per garantire la continuità assoluta dell'alimentazione elettrica alle utenze (PMV, telegestione, rilevamento traffico ecc.) oltre al sistema di alimentazione stabilizzata e continua per le apparecchiature di trasmissione dati (stazioni energia a 48 Vdc).

In ogni fabbricato saranno presenti gli impianti elettrici, di illuminazione, di rilevamento incendio ed antintrusione con apposite centraline di gestione oltre ad una semplice rete dati per collegare tutte le apparecchiature intelligenti alla rete aziendale e poter così visionare e controllare da remoto lo stato di ogni apparecchiatura.

I PLC in ogni cabina comunicheranno tra loro e con il sistema di supervisione centralizzato di Trento sede CAU mediante rete ethernet e forniranno le informazioni ed allarmi in tempo reale per una corretta gestione e telecontrollo dell'impianto.

4. DORSALI DISTRIBUZIONE ENERGIA E TRASMISSIONE DATI

Nell'ambito dei lavori qui descritti si prevede di realizzare due dorsali per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica (una in media tensione ed una in bassa tensione) e quattro dorsali per la trasmissione dati via fibra ottica.

La dorsale di media tensione unirà tutti i volumi tecnici situati in prossimità della stazioni autostradali con un collegamento del tipo entra-esci completo di possibilità di sezionamento mentre tutti volumi tecnici situati in itinere saranno alimentati in modalità "appesa" garantendo così un elevato grado di affidabilità della rete.

Per garantire l'alimentazione elettrica alle varie apparecchiature lungo la tratta sarà posata una dorsale in bassa tensione.

L'architettura progettuale del sistema di telecomunicazioni prevede una dorsale strutturata per larga banda in fibra ottica, la ridondanza di rete e l'affidabilità del sistema viene garantita da una topologia di rete ad anello sulle infrastrutture ottiche separate previste in progetto.

Per la trasmissione dati su lunghe distanze verrà posata una dorsale in cavo a 144 fibre ottiche monomodale (SM) che sarà terminato soltanto nelle stazioni di Verona, Mantova, Campogalliano ed in prossimità dello svincolo con la A1. Questo cavo sarà installato in continuità all'esistente

dorsale telematica a 144 fibre presente nel tratto Bolzano-Verona Nord.

Per la comunicazione tra le varie stazioni autostradali sarà posata una dorsale a 24 fibre che terminerà in tutti i volumi tecnici situati in prossimità delle stazioni.

Per la comunicazione tra tutte le cabine sarà posata un'altra dorsale a 24 fibre che terminerà entro tutti i volumi tecnici.

Verrà posata una dorsale a 12 fibre ottiche per la comunicazione tra tutte le apparecchiature in itinere e che terminerà in tutte le piazzole, in tutte le postazioni di monitoraggio remote, sui pannelli a messaggio variabile e nei pressi degli impianti di sollevamento acque meteoriche.

5. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Data la modifica alle piste di decelerazione ed accelerazione oltre che alle rampe di accesso alla sede stradale l'impianto di illuminazione esistente in dette zone sarà dismesso e sostituito da uno nuovo. Il nuovo impianto sarà realizzato utilizzando le tipologie di apparecchi illuminanti di ultima generazione ad elevata efficienza luminosa ed alta resa cromatica (tipo lampade a scarica ad alta intensità o fonti a led), integrate da un sistema di controllo del flusso luminoso. Tutte le tipologie di apparecchi saranno di tipo cut-off 100% a 0°, in accordo con tutte le normative provinciali e regionali contro l'inquinamento luminoso.

Utilizzando questi apparecchi si ottengono molteplici vantaggi quali:

- miglior confort visivo per l'utenza data l'elevata qualità della luce;
- notevole risparmio energetico sia per l'alta efficienza della fonte luminosa, sia per le normative che consentono l'utilizzazione di un livello di illuminazione ridotto in caso di fonti luminose ad alta qualità cromatica, oltre alla possibilità di riduzione del livello di illuminazione nelle ore di minor traffico;
- possibilità di montare le apparecchiature su dei sostegni più bassi in modo da ridurre notevolmente l'abbagliamento e tutti gli effetti sgradevoli che si manifestano in caso di nebbia;
- i risparmi economici e di impatto ambientale, nonché il miglioramento dei servizi all'utenza dovuti alla minor manutenzione cui sono soggetti questi apparecchi equipaggiati con fonti luminose ad elevata durata.

I pregi architettonici delle varie opere d'arte, quali i nuovi cavalcavia che verranno realizzati, saranno sottolineati da apposite illuminazioni a bassissimo consumo colorate adeguatamente e sempre conformi alla normativa per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

5.1 Descrizione interventi: piste di accelerazione/decelerazione

Le lavorazioni prevedono la sostituzione di tutti i cavidotti e delle tubazioni staffate esistenti, i plinti e gli staffaggi verranno completamente demoliti e riposizionati in base alla nuova progettazione.

I pali di illuminazione ed i relativi corpi illuminanti esistenti verranno recuperati e dismessi nei centri di smistamento con classificazione CER.

Il posizionamento dei nuovi plinti avverrà su apposito massetto di sottofondo, spessore minimo di 15 cm e rinfranchi in conglomerato cementizio dosati a 150 kg di cemento tipo R 3,25 per m³ di inerte; il plinto sarà di grandezze idonee per contenere il palo e il pozzetto.

E' prevista la posa completa delle tubazioni e dei pozzetti per l'alimentazione elettrica di diametro 110 mm nei tracciati a bordo delle piste e negli attraversamenti stradali.

Nelle zone dove non è possibile l'utilizzo di plinti in calcestruzzo verranno installate staffe a muro o a cordolo in acciaio inox mentre il collegamento sarà garantito da tubazione staffata in acciaio zincato di diametro 2".

Saranno posizionate nuove linee di alimentazione (due distinte per mezzanotte e tutta notte) con linee in cavo isolate in gomma tipo G16 e completi di guaina di sezioni varie FG16OR16, un nuovo impianto di messa a terra con corda nuda nel terreno e/o cavo di terra. Inoltre la protezione da scariche atmosferiche verrà garantita da scaricatori di tensione tipo 2 secondo EN 61643-11.

L'alimentazione sarà ricavata dal quadro elettrico esistente all'interno dell'edificio del casello

autostradale; a tal fine è previsto il collegamento delle linee elettriche al quadro sui dispositivi esistenti e ove necessario l'installazione di nuovi interruttori magnetotermico differenziale.

Le nuove armature saranno fornite dalla Società mentre l'installazione sarà parte delle lavorazioni richieste.

Durante la dismissione dell'impianto sarà previsto un impianto provvisorio per mantenere un livello d'illuminamento minimo durante l'apertura delle piste da eseguire con sfilaggio e infilaggio del cavo in tubazione flessibile fissata su sicurvia e collegamento alla madonna esistente.

5.2 Descrizione interventi: piazzale di stazione e vie d'ingresso

E' prevista l'installazione di nuovi pali di illuminazione con corpi illuminanti a LED protetti da SPD e di proiettori a LED anch'essi protetti dalle scariche atmosferiche per le torri faro.

Ogni palo di illuminazione sarà dotato di morsettiera, completa di portella frontale, 4 poli da/per incasso in palo con feritoia di dimensione 45x186 mm come da UNI EN 40:2. questa sarà realizzata in materiale plastico (PA6 con rinforzo in fibra di vetro, classe di reazione al fuoco V0 secondo UL94) in Classe II (doppio isolamento) secondo CEI EN 60439-1, con grado di protezione IP43 (a portella di chiusura montata) – IP23 ingresso cavi secondo CEI EN 60529 ed IK 08 secondo CEI EN50102.

Il comando dell'impianto di illuminazione delle piste e del piazzale verrà effettuato tramite spina Zhaga Socket installata all'interno dell'armatura.

5.3 Descrizione interventi: definizione delle zone di studio

La definizione delle zone di studio ai fini del calcolo illuminotecnico viene eseguita come indicato dalla norma UNI 11248 -2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.

Vengono individuate le seguenti zone di studio:

- corsia di decelerazione, tratto di strada compresa tra l'inizio della decelerazione e la cuspidi di ingresso allo svincolo
- corsia di accelerazione, tratto di strada compresa tra cuspidi di uscita dallo svincolo e la fine della pista di accelerazione
- piste dei quattro rami dello svincolo; tratto di strada compreso tra il piazzale interno alla stazione e le cuspidi in corsia di accelerazione e decelerazione
- piazzale interno ed esterno alla stazione
- parcheggi esterni
- rotonda viabilità esterna e tratti di strada afferenti con marciapiede

Il progetto sarà redatto in conformità alla Norma UNI 11630, riportando nominativo e firma del progettista. La relazione tecnica includerà:

- zone di studio in cui la strada da illuminare viene suddivisa (art. 6 Norma UNI 11248);
- classificazione delle strade e categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi (art. 7 Norma UNI 11248);
- analisi dei rischi (art. 8 Norma UNI 11248), che attraverso una sintesi conclusiva individui le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso; in particolare l'analisi dei rischi dovrà riportare i parametri di influenza considerati dal progettista per individuare le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio;
- calcoli illuminotecnici che dimostrino il conseguimento dei requisiti illuminotecnici previsti per le categorie illuminotecniche individuate (Norma UNI EN 13201-2), in cui siano evidenti le griglie di calcolo, le caratteristiche di riflessione della pavimentazione stradale ed i fattori di manutenzione adottati (art. 10, 13, 15 Norma UNI 11248).

Nello specifico, la UNI 11248 propone una classificazione delle strade, definendo così un metodo per determinare la classe illuminotecnica in funzione di alcuni parametri specifici, come la complessità del campo visivo, la luminosità dell'ambiente, il tipo di sorgente utilizzato, il flusso di

traffico. Allo scopo di scegliere correttamente la tipologia di corpo illuminante è necessario individuare la classificazione illuminotecnica della porzione di area in esame. La normativa UNI 11248:2016 stabilisce le prestazioni illuminotecniche in relazione alla tipologia della strada. Nella seguente tabella viene mostrata la categoria di riferimento per un impianto di illuminazione stradale in relazione al tipo di strada.

La selezione della categoria illuminotecnica ai fini del calcolo illuminotecnico viene eseguita come stabilito dalla norma UNI 11248 -2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche ed individuata tra quelle indicate nel prospetto 1 della norma sotto allegato per le strade e zone di conflitto.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	
<p>1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].</p> <p>2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).</p> <p>3) Vedere punto 6.3.</p> <p>4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".</p>			

TABELLA 1: CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI.

Ciascuna zona di studio viene inquadrata in una specifica tipologia di strada a cui è attribuita la relativa categoria illuminotecnica di ingresso:

- corsia di decelerazione, tratto di strada compresa tra l'inizio della decelerazione e la cuspidi di ingresso allo svincolo: **tipo A1, categoria M1**
- corsia di accelerazione, tratto di strada compresa tra cuspidi di uscita dallo svincolo e la fine della pista di accelerazione: **tipo A1, categoria M1**
- piste dei quattro rami dello svincolo; tratto di strada compreso tra il piazzale interno alla stazione e le cuspidi in corsia di accelerazione e decelerazione: **tipo A2, categoria M2**
- rotonda viabilità esterna e tratti di strada afferenti con marciapiede: **tipo C, categoria M3 comparabile alla categoria C2**
- parcheggi esterni: **categoria P1 / SC1**

A seconda della categoria illuminotecnica della strada in esame la normativa UNI EN 13201-2 stabilisce le prestazioni illuminotecniche assegnando i valori minimi di luminanza, illuminamento, uniformità e controllo dell'abbagliamento (Tabella 2). Tale norma definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

Class	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry and wet road surface condition			Wet	Disability glare	Lighting of surroundings
	Dry conditions				Dry conditions	Dry conditions
	\bar{L} [minimum maintained] cd·m ²	U_o [minimum]	U_l^a [minimum]	U_{ow}^b [minimum]	f_{Tl}^c [maximum] %	R_{El}^d [minimum]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

^a Longitudinal uniformity (U_l) provides a measure of the conspicuity of the repeated pattern of bright and dark patches on the road surface and as such is only relevant to visual conditions on long uninterrupted sections of road and should therefore only be applied in such circumstances. The values stated in the column are the minimum recommended for the specific lighting class, however, they may be amended where specific circumstances appertaining to the road layout or use are determined by analysis or where specific national requirements appertain.

^b This is the only criterion for wet road conditions. It may be applied in addition to criteria for the dry condition in accordance with specific national requirements. The values stated in the column may be amended where specific national requirements appertain.

^c The values stated in the column f_{Tl} are the maximum recommended for the specific lighting class, however, they may be amended where specific national requirements appertain.

^d This criterion shall be applied only where there are no traffic areas with their own lighting requirements adjacent to the carriageway. The values shown are tentative and may be amended where specific national or individual scheme requirements are specified. Such values may be higher or lower than the values shown, however care should be taken to ensure adequate illumination of the areas is provided.

TABELLA 2: PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE RICHIESTE PER UN IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE IN RELAZIONE ALLA CATEGORIE DI RIFERIMENTO M DELLA STRADA.

Per le casistiche nelle quali l'illuminazione non riguarda strettamente l'ambito stradale, la norma UNI EN 13201-2 definisce i parametri illuminotecnici di progetto per le categorie degli ambiti C e P.

- Classe C: vengono definiti gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali, ecc
- Classe P: vengono definiti gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi e strade residenziali.

prospetto 2

Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Nota 3 Le categorie C si utilizzano principalmente quando le convenzioni per i calcoli della luminanza del manto stradale non valgono o risultano inapplicabili. Questo può accadere quando le distanze di osservazione sono minori di 60 m e quando posizioni diverse dell'osservatore sono significative. Le categorie C si applicano contemporaneamente agli altri utenti della strada nella zona di conflitto. Le categorie C si applicano inoltre a pedoni e ciclisti quando le categorie P e HS definite nel punto 6.1 non sono adeguate.

TABELLA 3: PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE RICHIESTE PER UN IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE IN RELAZIONE ALLA CATEGORIE C.

prospetto 3 Categorie illuminotecniche P

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	\bar{E} a) [minimo mantenuto] lx	E_{min} [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

TABELLA 4: PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE RICHIESTE PER UN IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE IN RELAZIONE ALLA CATEGORIE P.

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile. Per tali casistiche si deve fare riferimento all'appendice A della norma UNI EN 11248.

Per la viabilità esterna alla stazione, in considerazione del fatto è da considerarsi zona contigua e/o adiacente vengono adottati i valori previsti dal prospetto 6 della norma:

Comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

TABELLA 5: CORRELAZIONI ILLUMINOTECNICHE PER ZONE PROGETTUALI AL VARIARE DEL COEFFICIENTE MEDIO DI LUMINANZA Q_0 .

Esistono infine specifiche tabelle per le luminanze medie di progetto per le categorie complementari SC e HV che riguardano solo le aree pedonali con valori di illuminamento minimo stabili. In considerazione della criticità delle aree di parcheggio si è deciso di utilizzare la categoria SC1 (Tabella 6) che garantisce un illuminamento minimo per il riconoscimento facciale.

Semi-cylindrical illuminance	
Class	$E_{sc,min}$ [maintained] lx
SC1	10,0
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

TABELLA 6: ILLUMINAMENTO MINIMO NELLE ZONE PEDONALI

In relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto della variazione nel tempo dei parametri di influenza, come è ad esempio in ambito stradale la variazione del flusso del traffico durante la giornata.

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica di progetto che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando nel contempo i consumi energetici.

La norma UNI 11248 nei prospetti 2 e 3 individua i parametri di influenza e la relativa riduzione di categoria illuminotecnica come mostrato:

prospetto 2 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] .	

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

TABELLA 7: DEI PARAMETRI PER RIDUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO AI FINI DEL RISPARMIO ENERGETICO

Nella norma viene riportata la casistica dei possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica in ingresso come mostrato nella seguente Tabella 8:

prospetto 4 Possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso

Impianto	Riduzione adottata per la categoria illuminotecnica di progetto rispetto alla categoria di ingresso	Riduzione massima adottata per la categoria illuminotecnica di esercizio	Riduzione massima della categoria di esercizio rispetto alla categoria di ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
Condizioni di traffico stabilmente minori rispetto alla portata di servizio massima	1 (flusso di traffico stabilmente minore del 50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (flusso di traffico stabilmente minore del 25%)	0	2
		1	3
		(per altri parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale)	
Impianti adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	3
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4
	2	0	2
		1	3
		2	4
		(per flusso di traffico minore del 12,5%)	

TABELLA 8: POSSIBILI CASI DI RIDUZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN INGRESSO.

5.4 Inquinamento luminoso

Al fine della prevenzione dell'inquinamento luminoso gli apparecchi scelti vengono dichiarati dal costruttore conformi alle prescrizioni della norma UNI 10819:1999 ed alle principali norme contro l'inquinamento luminoso emesse a livello regionale (vedasi dichiarazione di conformità allegata). L'impianto così come progettato è conforme con quanto previsto nel D.M. Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare 23/12/2013 "Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica – aggiornamento 2013" e ss.mm.ii. in quanto: l'impianto d'illuminazione rispetta le caratteristiche definite dalla legge provinciale 30/12/2011, n. 2057 "Approvazione dei criteri per le misure di contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico".

6. IMPIANTO RILEVAMENTO TRAFFICO

Per il rilevamento dei dati riguardanti il traffico in transito sull'Autostrada del Brennero, il C.A.U. (Centro Assistenza Utente) si avvale, tra le altre cose, di un sistema basato su spire induttive posizionate sotto il manto stradale. Tali sensori permettono di rilevare dati statistici quali numero, classe, velocità dei veicoli, velocità media, percentuale di occupazione delle corsie, ecc. Per avere un quadro completo del traffico transitante sull'intera arteria, ciascuna tratta elementare è dotata di una postazione di rilevamento traffico. La realizzazione della terza corsia nel tratto Verona – Modena rende necessario l'ampliamento a tre corsie ed il rifacimento di tutte le postazioni di monitoraggio traffico già in essere.

Il sistema di monitoraggio del traffico proposto prevede l'installazione di sensori traffico non-intrusivi delle più affermate tecnologie utilizzate, quali sono onde radar, ultrasuoni, e raggi infrarossi. A differenza delle spire induttive, le quali devono essere installate sotto il manto stradale (cioè necessitano di lavori sulla corsia), questo nuovo tipo di sensori può essere montato sopra le corsie da monitorare (sui portali) o lateralmente (sui pali), facilitandone notevolmente l'installazione e la manutenzione, pur avendo una prestazione paragonabile a quelle delle spire.

7. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Il progetto prevede inoltre l'ampliamento del sistema di videosorveglianza attraverso l'installazione di una telecamera brandeggiabile su tutti i portali presenti lungo la tratta interessata. I flussi video di queste postazioni potranno essere visualizzate direttamente dagli operatori sul videowall e sui monitor del CAU.

L'introduzione delle tecnologie basate sull'analisi automatica video (quindi sulla elaborazione digitale di immagini) permettono l'immediato ed automatico rilevamento e l'eventuale registrazione degli eventi traffico che possono accadere (incidenti, code, rallentamenti, veicoli in contromano, ecc). A supporto di questi sistemi verranno predisposti pali dell'altezza di 8-12 metri a distanza di ca. 2 km uno dall'altro, sui quali verranno montate 2 telecamere (una rivolta verso sud, l'altra verso nord) e un sensore traffico non intrusivo. Questa architettura, sebbene non garantisca una copertura video totale della tratta, è comunque sufficiente a raggiungere un adeguato livello di granularità in modo da abbassare sensibilmente il tempo di rilevamento degli eventi traffico monitorati.

8. IMPIANTO DI MONITORAGGIO METEOROLOGICO

In più punti del tracciato (il progetto complessivo prevede 5 punti di monitoraggio) ritenuti indicativi per le condizioni ambientali della tratta saranno installate delle centraline meteo in grado di rilevare diversi parametri ambientali utili per un corretta valutazione attuale e previsionale delle condizioni atmosferiche e del manto stradale (eventuale formazione di ghiaccio o neve).

9. ALTRI IMPIANTI A SERVIZIO DELL'UTENZA E DI REGOLAMENTAZIONE DEL TRAFFICO

Nel presente progetto è prevista l'alimentazione e l'installazione di altri impianti a servizio dell'utenza autostradale:

- l'alimentazione ed il telecontrollo dei pannelli a messaggio variabile posati lungo l'asse autostradale;
- l'alimentazione ed il telecontrollo degli impianti di trattamento delle acque meteoriche

- l'illuminazione di sicurezza delle piazzole di sosta mediante apparecchi a led incassati nella pavimentazione;
- la possibilità di un'installazione futura di pannelli interattivi nelle piazzole di sosta.

10. IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEI PIATTI DI SVINCOLO DELLA STAZIONE DI VERONA NORD

Il complesso di Verona nord composto dalla stazione autostradale e dal centro per la sicurezza autostradale consuma circa 535.000kWh annui (206.000 per illuminazione e 334.000 per forza motrice).

L'energia prodotta servirà sia per il contemporaneo autoconsumo della società (termoventilazione, informative all'utenza, sistemi di monitoraggio e controllo, esazione pedaggio), sia per l'erogazione di servizi (alimentazione colonnine di ricarica autoveicoli e camion frigoriferi), sia per la produzione di idrogeno per autotrazione.

La potenza prodotta dall'impianto in oggetto, stimabile in circa 780kWp, quando non consumata nelle immediate vicinanze del sito di produzione, sarà trasportata dalla rete in media tensione della Società (in parte già in funzione, in parte da realizzare all'interno del progetto di terza corsia) verso i siti di utilizzo.

Il campo fotovoltaico da installare nei piatti di svincolo della stazione di Verona nord, oggetto della presente relazione, sarà composto dai seguenti elementi:

SOTTOCAMPO FOTOVOLTAICO

Come elemento base di ogni campo fotovoltaico è stato dimensionato un sottocampo fotovoltaico di potenza massima di picco di 30 kW, con dimensioni di 23 x 14 metri comprensivi di:

- pannelli fotovoltaici e relativi supporti,
- prefabbricato in cls per contenimento apparecchiature
- inverter
- quadro elettrico
- rete elettrica cc per collegamento dei pannelli all'inverter
- dorsale elettrica bt per allacciamento alla cabina di zona
- apparati di rete e dorsale dati in fibra ottica per monitoraggio e controllo

CABINA DI ZONA

In questo fabbricato convergerà l'energia prodotta dai vari sottocampi della zona e verrà innalzata la tensione per il trasporto su medie e lunghe distanze. I lavori comprenderanno:

- Il fabbricato di cabina
- Gli impianti interni di cabina
- Il quadro di bassa tensione che raccoglierà le linee elettriche provenienti dai vari sottocampi
- Il trasformatore innalzatore
- Le apparecchiature di controllo, protezione e comando della rete in media tensione
- La dorsale di media tensione verso la cabina principale
- Il collegamento alla rete dati e la distribuzione dei dati verso i vari sottocampi

Cabina principale di interconnessione

Per l'interconnessione con la rete elettrica e per la trasmissione su lunghe distanze dell'energia è previsto che le varie cabine di zona facciano capo ad una cabina principale costituita da:

- Il fabbricato di cabina
- Gli impianti interni di cabina
- Le apparecchiature di controllo, protezione e comando della rete in media tensione
- La dorsale di media tensione verso la cabina dell'ente e verso la dorsale
- Il collegamento alla rete dati e la distribuzione dei dati verso la cabina di zona

Gli interventi sono localizzati interamente nelle pertinenze autostradali:

- I pannelli fotovoltaici, i prefabbricati tecnici dei sottocampi e la cabina di zona saranno installati nei piatti di svincolo;
- La cabina di interconnessione sarà installata adiacente all'asse autostradale in posizione concordata con l'ente fornitore per agevolare sia il collegamento con la progettata linea di distribuzione MT di proprietà della Società sia con la rete dell'ente.

La potenza totale installata sarà di circa 780 kWp (per la precisione 780.520 Wp) che moltiplicata per il dato medio di 1.100 ore equivalenti annue di produzione (dato in linea con l'ubicazione del sito di produzione) genera una produzione attesa stimata in circa 859 MWh annui (precisamente 858.572 kWh annui). Considerando il consumo annuo globale della Società di circa 21 GWh ed il consumo del sito di Verona nord di 535 MWh unito alla progettata linea di distribuzione MT lungo l'intera tratta si può facilmente sostenere che l'intera energia prodotta sarà autoconsumata.

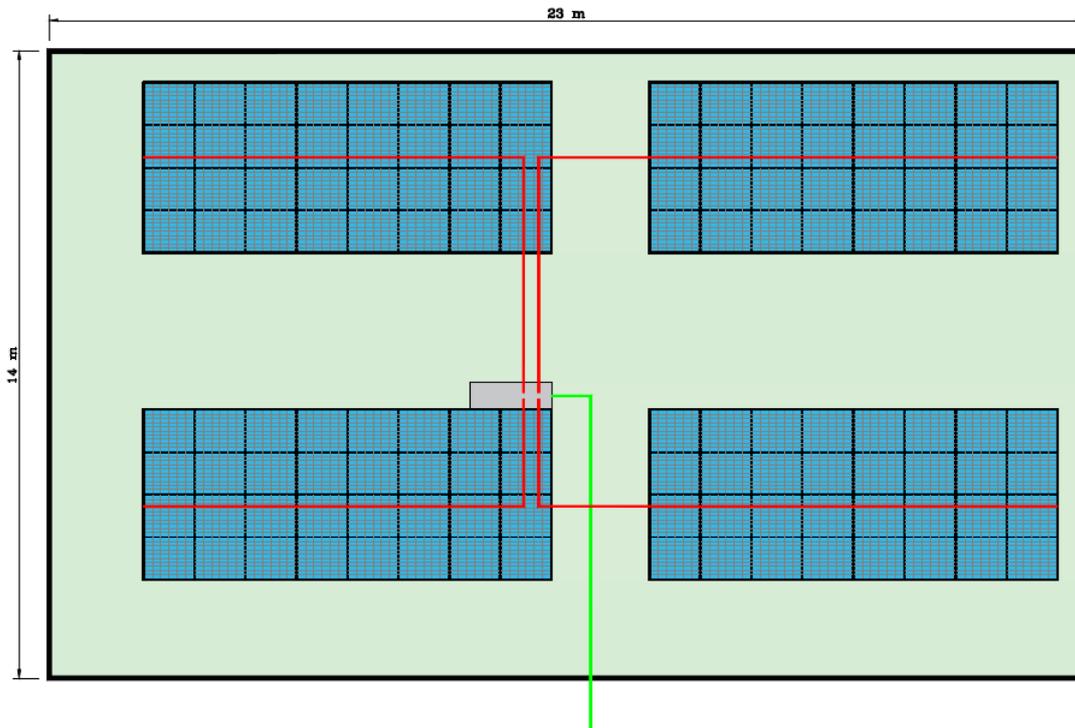


PLANIMETRIA SU ORTOFOTO CON SCHEMA INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

SOTTOCAMPO FOTOVOLTAICO 30kWp

4 stringhe da 16 pannelli, in totale n.64 pannelli per sottocampo
IN TOTALE PREVISTI n.26 sottocampi

	Prefabbricato 180x60x(h)180
	Pannello fotovoltaico 470Wp
	Linee elettriche stringa cc
	Linee elettriche ca

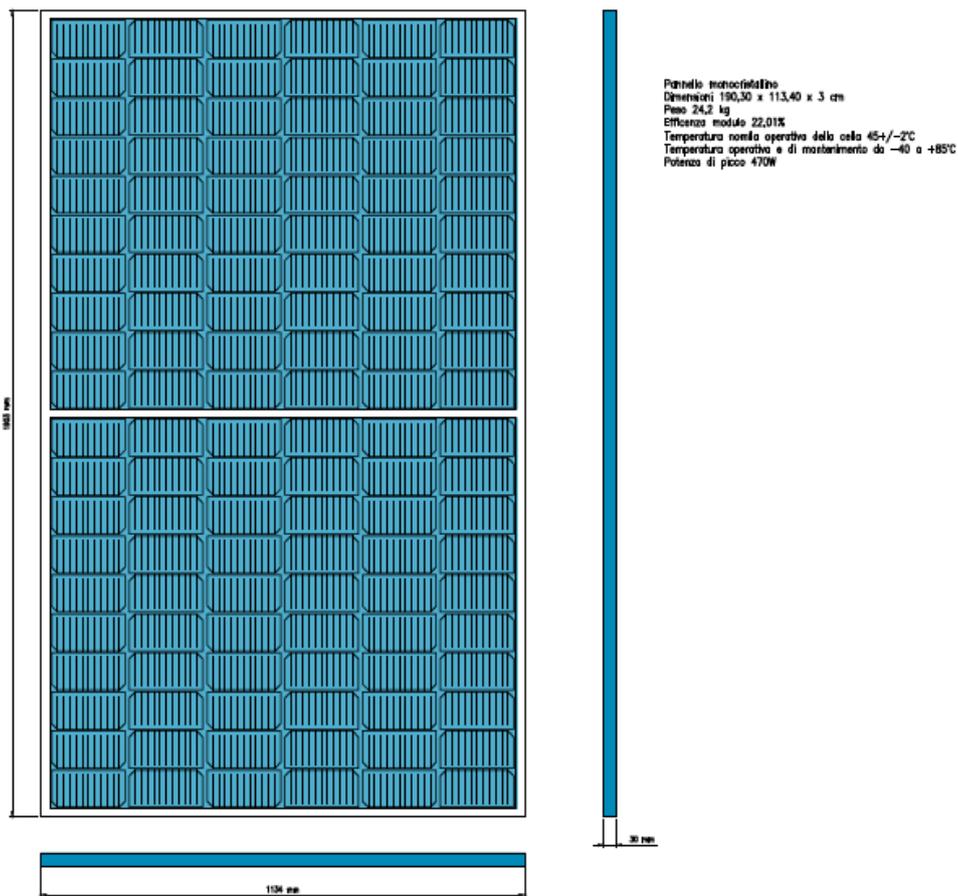


DETTAGLIO SOTTOCAMPO FOTOVOLTAICO 30 kWp

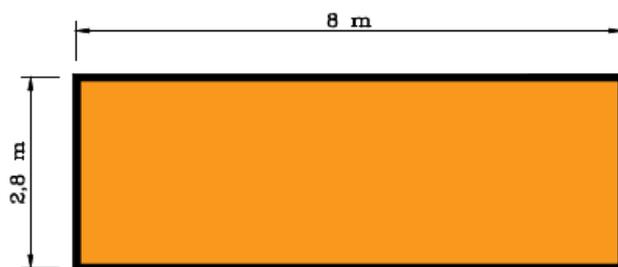


IMMAGINE INDICATIVE DEL SUPPORTO DI SOSTEGNO DEI PANNELLI

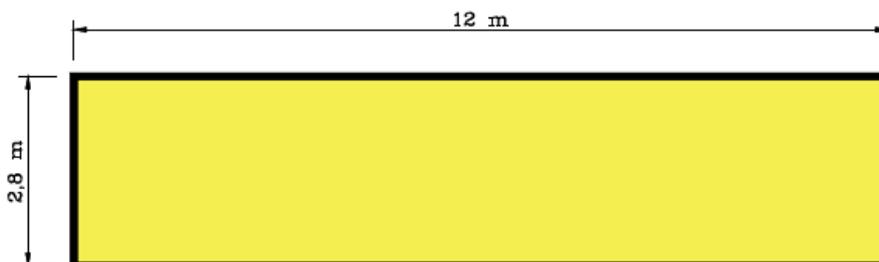
PANNELLO FOTOVOLTAICO 470 W



DETTAGLIO PANNELLO FOTOVOLTAICO 470 W



PIANTA SCHEMATICA CABINA DI ZONA



PIANTA SCHEMATICA CABINA GENERALE DI INTERCONNESSIONE