

|   |  |   |
|---|--|---|
| Impianto agrivoltaico   |  | oggetto   |
| Progettazione impianto agrivoltaico BOARA presso il comune di Ferrara (FE)  |  |   |
| Analisi impatto del traffico  |  | riferimento   |
| CS22050   |  | commessa  |
| C50VAR52_Analisi impatto del traffico   |  |   |
| Firma cliente   |  |   |
| <br><b>Taddeo srl</b>   |  | Committente   |
| Via Vittori 20<br>48018 Faenza (Ra)   |  |   |
|    |  | attività di coordinamento di ingegneria   |
| <p>Sede Legale e Operativa:<br/>Piazza della Vittoria 8 - Brescia<br/>P.Iva e C.F.: 02754830301<br/>T. (+39) 030.2381551<br/>info@stream21.it</p> |  | attività di progettazione   |
| Paola ing. Filippini  |  | Nome progettista  |
|   |  |  |
| Novembre 2023   |  | data  |

| rev | descrizione     | data     | redazione | verifica | approvazione |
|-----|-----------------|----------|-----------|----------|--------------|
| 00  | Prima emissione | Nov-2023 | UG        | PF       | CV           |

## Indice

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | PREMESSA.....                                   | 3  |
| 1.1 | INQUADRAMENTO AREA DI PROGETTO.....             | 3  |
| 1.2 | DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTO.....            | 4  |
| 2   | VIABILITA' E TRAFFICO.....                      | 6  |
| 3   | IMPATTO DELL'IMPIANTO SULLA VIABILITA'.....     | 10 |
| 4   | CRONOPROGRAMMA.....                             | 11 |
| 5   | IMPATTO DELLA CONNESSIONE SULLA VIABILITA'..... | 12 |
| 5.1 | Posa cavidotto con tecnologia no-dig.....       | 12 |
| 5.2 | Posa cavidotto con scavo a cielo aperto.....    | 15 |

## 1 PREMESSA

---

La presente relazione vuole rispondere alla richiesta di integrazioni formulata dal MASE in data 15/09/2023

*5.2 le tipologie di automezzi impiegati e la stima del loro numero. Calcolare il periodo in cui verrà impiegato il maggior numero di automezzi. Prevedere, inoltre, al fine di evitare interferenze particolari con la viabilità ordinaria, che il periodo temporale per le movimentazioni di materiale sarà tale da non coincidere con orari di punta (e quindi limitato a fasce orarie specifiche);*

L'impianto sarà costituito da un generatore fotovoltaico i cui moduli saranno in grado di convertire in energia elettrica la radiazione solare incidente sulla loro superficie. Il sistema sarà completato dal gruppo di conversione dell'energia elettrica da corrente continua in alternata (inverter), e il tutto sarà equipaggiato di tutti i dispositivi e macchinari necessari alla connessione, protezione e sezionamento del sistema e della rete.

L'impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare è denominato "Boara" con una potenza di picco di 67.977,00 kWp, sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di distribuzione in Alta Tensione tramite Cabina ed elettrodotto di connessione in AT di nuova costruzione.

L'impianto sarà costituito da moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest. Le strutture saranno infisse a terra e connesse elettricamente in stringhe serie/parallelo su inverter di stringa in bassa tensione.

Il progetto è redatto al fine dell'ottenimento dell'Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 387/2003, che costituisce titolo per la costruzione ed esercizio dell'impianto, e alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale.

### 1.1 INQUADRAMENTO AREA DI PROGETTO

L'area degli interventi è collocata in Comune di Ferrara, fra le strade provinciali n. 2 e n. 20, in territorio agricolo.

Lambita da un sistema di canali gestito dal Consorzio di Bonifica Pianura Ferrara, la superficie agricola negli anni è stata modellata per migliorare l'irrigazione ed evitare il ristagno delle acque.

A sud dell'impianto sarà costruita con moduli in cemento armato prefabbricato la cabina di ricezione e la cabina utente da cui avrà origine il nuovo cavo elettrico in alta tensione a 36.000 V che collegherà l'impianto alla stazione AT Terna.

In relazione alle potenziali interferenze di parte dell'elettrodotto di connessione alla rete elettrica con ambiti di tutela paesaggistica di cui al D.lgs 42/2004 art. 142,c.1, lett c) non dovrà essere acquisita apposita autorizzazione paesaggistica agli interventi (ai sensi DLgs 42/2004 art. 146) in quanto si ricade nei casi elencati nell'Allegato A del D.P.R. 31/2017.

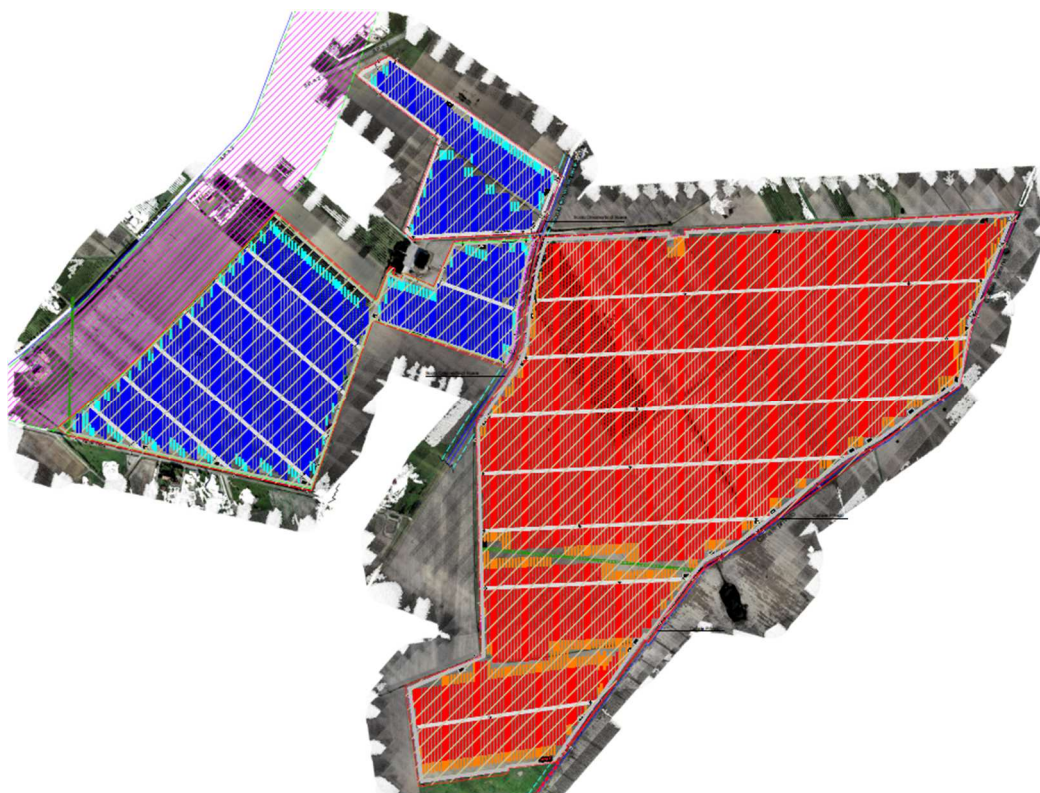


Figura 1 – Ortofoto con inquadramento dell'area di installazione campo agrivoltaico "BOARA". In magenta la fascia di rispetto del canale fossetta Val d'Albero che è sottratta dagli areali interessati dal progetto.

L'elettrodotto di connessione interrato AT previsto in progetto risulta interamente in territorio amministrativo comunale di Ferrara: la linea di connessione elettrica in AT, percorre dapprincípio una strada ponderale privata, nelle disponibilità della Taddeo s.r.l., quindi percorre in parallelo e poi attraversa la Strada Provinciale n. 20 (via Pontegradella) e il canale Pontegradella, per poi prendere via Ponte Ferriani e seguirla fino a piegare verso ovest in agri per raggiungere l'espansione della cabina primaria Stazione AT "Focomorto".

L'espansione dell'attuale Stazione Elettrica "Focomorto" è stata prevista da Terna, in ragione della considerevole mole di richieste di allaccio. Essa sarà localizzata poco più a ovest, al di là della strada comunale su areali oggi agricoli, collegato alla SE esistente con cavo interrato in AT con percorrenza est-ovest. La progettazione e il procedimento autorizzativo è stato affidato al produttore capofila TEP s.r.l., la realizzazione sarà curata da Terna.

Il tracciato della linea previsto ha lunghezza totale di 1.924,91 m, interamente interrato, percorre le capezzagne a sud dell'impianto agrivoltaico che collegano i terreni alla viabilità provinciale, quindi la sede viaria esistente, per poi piegare verso ovest verso la nuova espansione della stazione elettrica.

## 1.2 DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTO

Il posizionamento a sud della Strada Provinciale n. 2 rende agevole il raggiungerlo, semplificando il trasporto dei componenti e delle squadre di operativi nelle fasi sia realizzative sia manutentive, inoltre il traffico mezzi esterno alle aree di cantiere risulta quasi interamente su strade asfaltate.

Il progetto proposto prevede la realizzazione di tre accessi all'area di impianto sia per l'installazione e la manutenzione dell'impianto fotovoltaico sia per le attività agricole. Due accessibili dalla strada provinciale n. 2 e lasciata questa da strada che conduce all'accesso principale nei pressi di fabbricato esistente, il secondo da sud, Strada Provinciale n. 20 accanto alla cabina di ricezione.

L'area risulta distinta al catasto terreni del Comune di Ferrara ai fogli 140, 141, 117 con una superficie catastale di poco superiore a 90,4 ha (Superficie impianto).

L'area è di proprietà di società privata, che ha siglato un Preliminare di Diritto di Superficie con TADDEO s.r.l., proponente del progetto.

L'installazione dei pannelli fotovoltaici non comporterà una modifica dell'utilizzo del suolo che continuerà ad essere impiegato per l'agricoltura.

I moduli verranno montati in configurazione single portrait su apposite strutture modulari in acciaio zincate infisse nel suolo, a inseguimento monoassiale est-ovest che, attraverso appositi motori, seguiranno l'altezza del sole modulando la loro inclinazione per ottimizzare la produzione elettrica. L'angolo massimo di rotazione (+/- 55°) porterà i moduli nelle seguenti condizioni:

- Distanza da terra del punto più basso dei moduli: superiore a 2,206 m
- Massima altezza raggiunta: 4,140 m

Le fasce di rispetto considerate sono le seguenti:

- Fascia di rispetto reticolo idrico: dai canali gestiti dal consorzio pianura di Ferrar sono stati mantenuti 6 m per l'installazione della recinzione e 10 m per le strutture dei moduli fotovoltaici
- Fascia di rispetto beni sottoposti a tutela ai sensi del D.L. 42/2004 lettera c): la fascia di rispetto per il canale Fossetta Val d'Albero, avente profondità di 150 m è introdotta con la variante qui presentata
- Fascia di rispetto strada provinciale n. 2: si è considerata l'area che sarà oggetto di esproprio per la realizzazione della pista ciclabile che collegherà il centro all'abitato di Boara. Dal futuro confine la recinzione è progettata ben oltre i 3 m prescritti per la sicurezza stradale, trovandosi a oltre 130 m dall'attuale confine stradale
- Fascia di rispetto da strade vicinali: la recinzione è posta a 3 m dal confine stradale
- Linee aeree media tensione: il progetto prevede la richiesta di interrimento al distributore, pertanto è considerata una fascia di rispetto pari alla servitù richiesta da distributore per linea interrata

Il generatore fotovoltaico della potenza nominale installata di 67.977,00 kWp sarà costituito da moduli con potenza di 700 Wp cad. collegati elettricamente in stringhe da 26 moduli, che confluiranno ad appositi inverter per una prima trasformazione elettrica da DC ad AC 800V.

Il progetto prevede anche la connessione alla rete elettrica di alta tensione di TERNA secondo le modalità stabilite nella STMG spedita al Proponente nel dicembre 2021 (codice pretica 202100335).

L'area, come si evince dal rilievo presentato nelle tavole progettuali, è sostanzialmente pianeggiante, ed attualmente coltivata a granaglie, pertanto non saranno richieste opere di movimento terra per livellamento, a meno di quanto strettamente necessario per la creazione delle strade bianche permeabili che consentiranno la circolazione dei mezzi, degli operatori e delle macchine operatrici per la manutenzione dell'impianto. Il transito dei mezzi agricoli sarà regolato in funzione del calendario agricolo e sarà possibile anche fra le stringhe

L'installazione dei pannelli fotovoltaici non comporterà una completa artificializzazione del suolo, tantomeno tale azione risulterà in una perturbazione permanente. Infatti, i moduli verranno inseriti su apposite strutture infisse nel suolo il quale manterrà destinazione agricola, mantenendo inalterate rispetto ad oggi la possibilità di passaggio della fauna. Il suolo naturale, ad impianto attivo potrà essere almeno percorso dalla fauna terrestre (mammiferi), la quale potrà ancora accedere alle aree occupate dall'impianto grazie alla presenza dei varchi previsti nella recinzione. Si può quindi assumere che l'impianto agrivoltaico non costituirà alterazione dell'area che oggi risulta fortemente antropizzata per l'attività agricola, attività che sarà preservata.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale est-ovest che, attraverso appositi motori, inseguiranno l'altezza del sole modulando la loro inclinazione per ottimizzare la produzione elettrica

L'installazione di un impianto agrivoltaico non sottrae suolo alle attività agricole ma coniuga la produzione di energia da fonti rinnovabili alla coltura delle terre, ottenendo un incremento del valore dell'immobile. In particolare, ottemperando le linee guida del Ministero della Transizione Ecologica del giugno 2022, l'area continuerà ad essere coltivata con modalità estensiva; in tal modo il reddito agricolo che ne deriverà garantirà il proseguo dell'attività colturale in affiancamento alla vendita di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile.

## 2 VIABILITA' E TRAFFICO

---

Come evidenziato nel paragrafo 9 del documento "*C50VAR06\_SIA\_Quadro di rif. Ambientale.pdf*" depositato in data 28/12/2022, le aree di realizzazione dei campi fotovoltaici sono comprese entro due arterie stradali di rilevanza provinciale (Strada Extraurbana Secondaria" - tipo C) rispettivamente SP 2 (a nord) e SP20 (a sud). Il tracciato della linea di connessione interrata in AT prevederà invece l'attraversamento della SP20 per raggiungere poi il punto di connessione nell'espansione della Stazione Elettrica "Focomorto". Nella figura successiva è illustrata tale area di intervento in relazione alla rete stradale di un intorno significativo alle aree nel Comune di Ferrara: si evidenziano poi tracce di strade locali (tipo F) che costituiscono di fatto l'asse di sviluppo della linea di connessione alla rete tra campi e cabina AT "Focomorto".



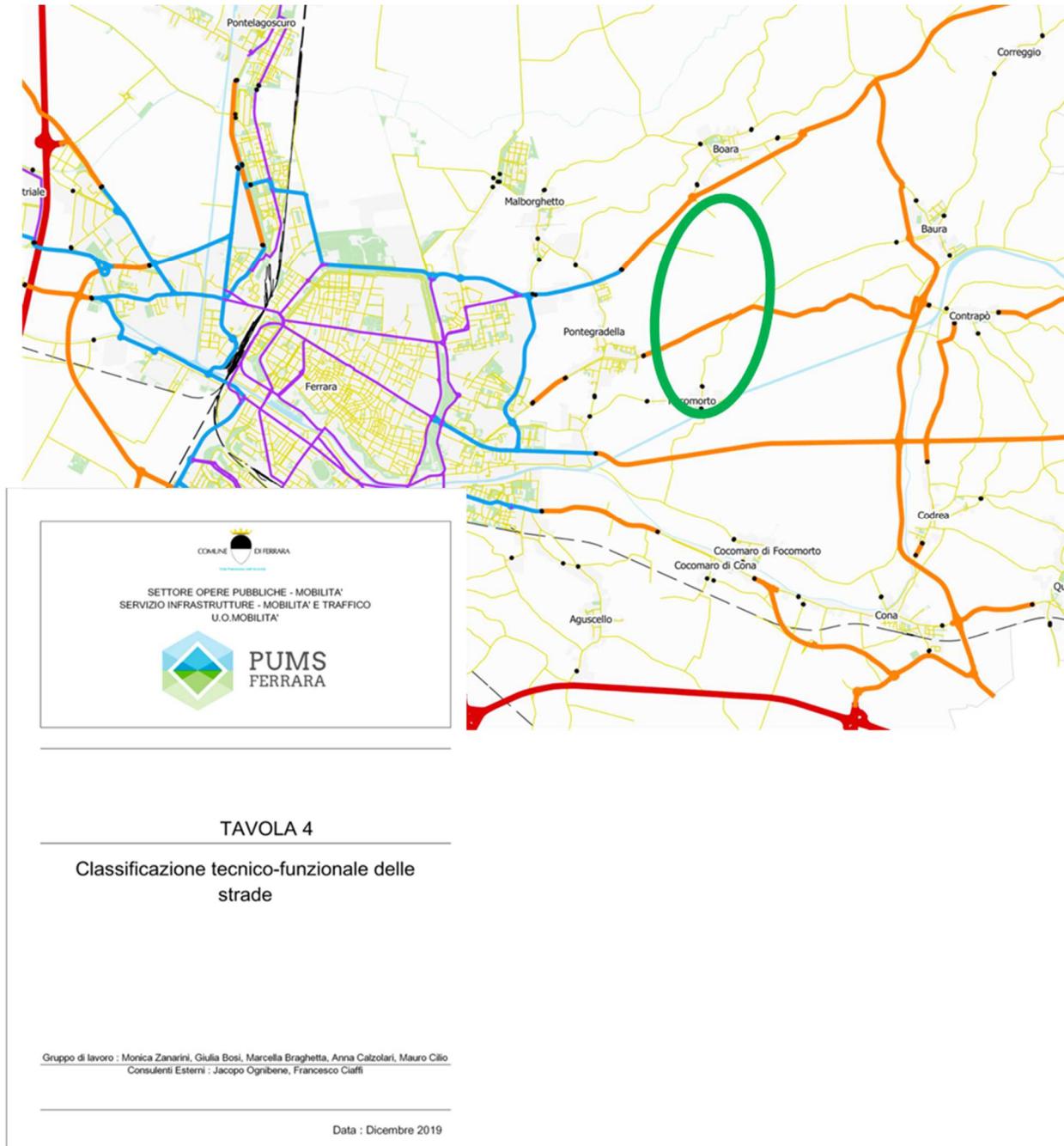


Figura 2 – Principali arterie di comunicazione nell'intorno dell'area di Ferrara con riferimento all'area degli interventi di progetto (campi fotovoltaici e linea di connessione alla rete in AT) materializzata dal cerchio verde in figura. Fonte: PUMS - Piano Urbano Mobilità Sostenibile, Tav.4 - Classificazione Tecnico Funzionale delle strade

Data la sua posizione, Ferrara è crocevia di passaggio lungo la direttrice sudest- nordovest, servita dalla autostrada A13 Bologna-Padova e dalla Superstrada Ferrara-Porto Garibaldi.

L'assetto storico della rete stradale provinciale è un reticolo di circa 139 Km all'interno del territorio comunale che interseca e collega le frazioni con maggiore rilevanza con uno schema tipo "radiale". La SP2 - Via Copparo (al confine settentrionale del campo fotovoltaico "Campo FV 1") è una fra le intersezioni che insieme alla Statale 16 Adriatica, la Statale 64 Porrettana, la Provinciale 69 per Modena, la Provinciale 15 - via del Mare, la Provinciale 1 - via Comacchio confluiscono al nodo di Ferrara e di interesse per il traffico principale di mezzi leggeri e pesanti provenienti dalle regioni extraurbane alla città.

Tenuto conto che queste arterie stradali funzionano da radiali di penetrazione, convogliando verso la città un intenso flusso veicolare che utilizza anche la viabilità di interquartiere e considerato che negli anni sono state realizzate strade di scorrimento più idonee al transito del traffico pesante, nel 2012 è stata attuata una revisione degli itinerari stradali ove consentire o inibire il transito dei mezzi pesanti in un'ottica di salvaguardia dei centri abitati e dei quartieri residenziali che sorgono in prossimità delle strade ad alta densità di traffico.

L'arteria SP2 comunque non rientra nel piano di limitazione del traffico pesante e rimane pertanto una di quelle strade di collegamento principali con l'abitato di Ferrara; viceversa lungo la SP20 è prevista una limitazione al traffico permesso per veicoli fino a "masse non superiori alle 11.5 T"<sup>1</sup>

Nella figura successiva è riportata una ripartizione dei flussi di traffico circostanti il territorio della città di Ferrara (scenario attuale) basato su una modellazione da dati di traffico veicolare su auto privata relativamente all'intervallo critico - ora di punta della mattina (08:00 - 09:00), presentato nel "Quadro Conoscitivo" del PUMS, comunale.

Le simulazioni modellistiche sullo stato attuale, ed in particolare le rappresentazioni del grado di saturazione sugli archi, evidenziano particolari situazioni di criticità della rete sulle direttrici radiali di accesso al centro storico di Ferrara. L'arteria della SP2 come si vede presenta dei flussi veicolari (solo vetture private) entranti in Ferrara dell'ordine di 600-800 veicoli/H per l'ora di punta delle 08:00 - 09:00. A conferma del fatto che le arterie radiali stradali sono direzioni preferenziali di accesso dal territorio extraurbano alla città. Gli archi che presentano i volumi più elevati sono invece:

- la **SP 19** in **accesso al casello autostradale di Ferrara nord**, su cui nell'ora di punta **transita un volume di poco superiore a 1700;**
- la **SS16** in direzione Ferrara, in particolare nel tratto parallelo al corso del Fiume Po Morto di Primaro, immediatamente prima dell'ingresso nel centro abitato, con il passaggio di circa **1600 veicoli/ora.**

Nell'immagine che segue sono evidenziati:

- con **freccia rossa** l'asse della SP 2 (al confine settentrionale del campo fotovoltaico - **cerchio verde**);
- con **freccia gialla** l'asse della SP20 (a sud del campo fotovoltaico - **cerchio verde**. Si notano flussi misurati nel solo tratto di collegamento più prossimo alla città (ad ovest di *Pontegradella*).

<sup>1</sup> Fonte: *cap. 4.1.1. Percorsi mezzi pesanti*, in "Relazione Linee di Indirizzo PUMS, fase conoscitiva, Comune di Ferrara, dicembre 2019.



- **Gli spessori dei tratti sono proporzionali ai volumi dei flussi di traffico elaborati (marzo 2019).**Fonte: PUMS - Piano Urbano Mobilità Sostenibile, Allegato 3 - Quaderno delle Simulazioni.

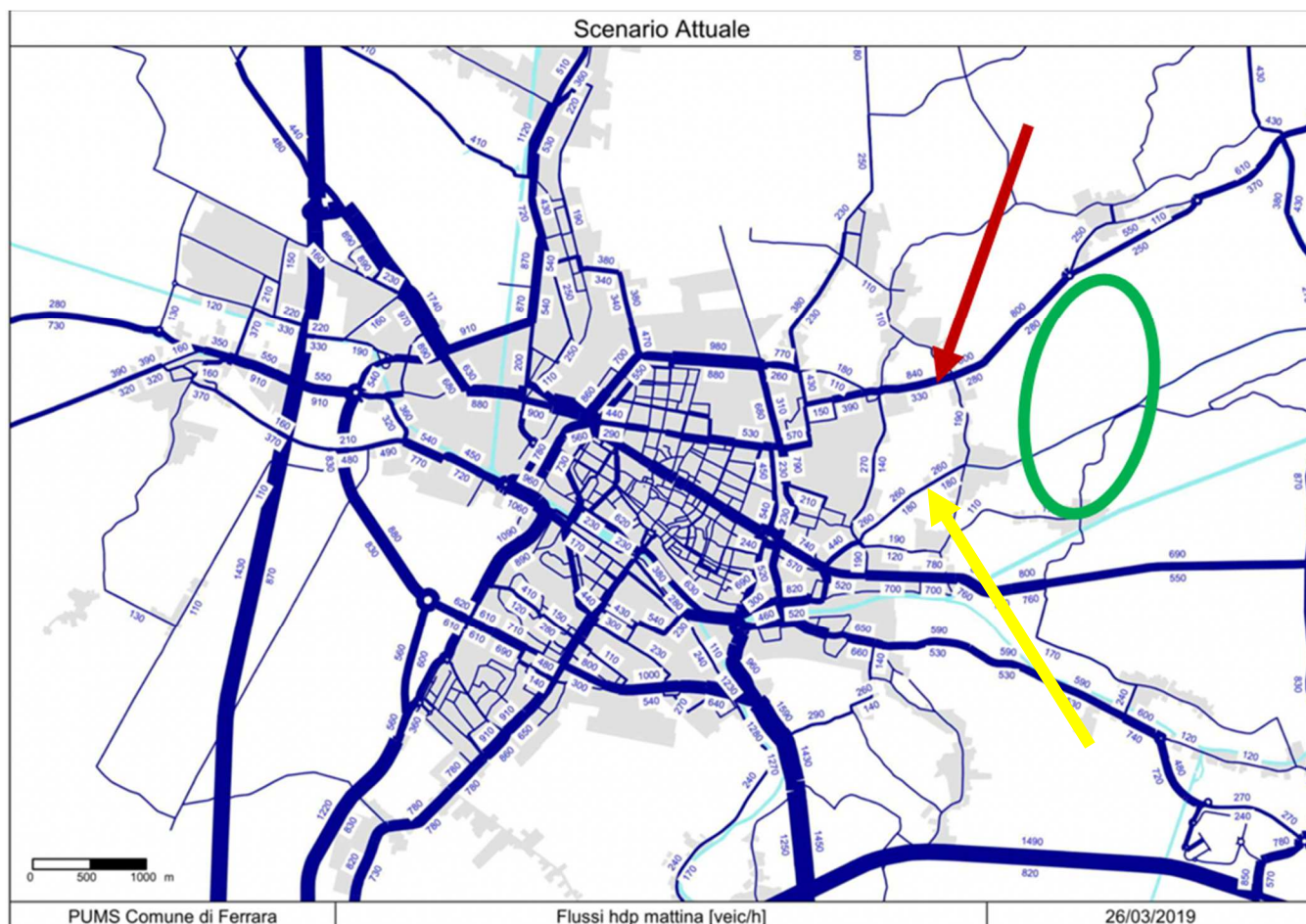


Figura 3 – Principali arterie di comunicazione nell'intorno dell'area di Ferrara - flussi di traffico ora di punta 08:00 - 09:00, traffico veicolare leggero.

In relazione invece a flussi di traffico calcolati su base ISTAT per la Provincia di Ferrara, nella figura seguente sono rappresentati sempre con spessori degli archi stradali funzione dell'intensità degli stessi. Nello specifico, gli assi stradali SP2 e SP20 si collocherebbero nella fascia caratterizzata da 1000-2000 veicoli/ora (complessivi - sommando entrambe le direzioni): ciò è in accordo con la modellazione più specifica a scala comunale riportata nel "Piano Urbanistico per la Mobilità Sostenibile" del Comune di Ferrara

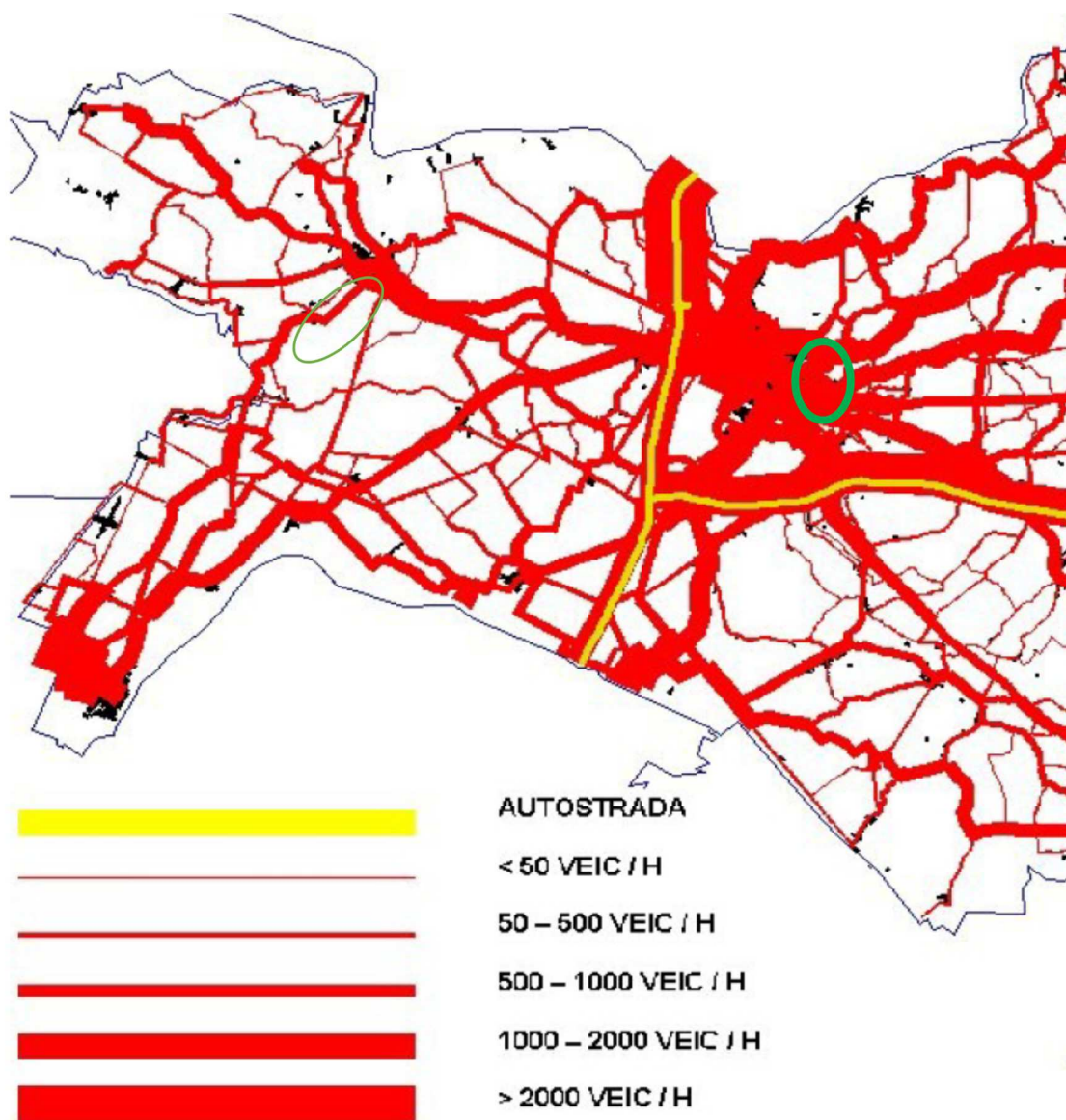


Figura 4 – Flussi di traffico calcolati su base ISTAT per la provincia di Ferrara (dati elaborati dall'Ufficio Pianificazione Territoriale della Provincia di Ferrara). Il **cerchio verde** identifica l'areale di progetto compreso tra le arterie di SP 2 e SP20.

### 3 IMPATTO DELL'IMPIANTO SULLA VIABILITA'

Viste le limitazioni sopra citate l'area di impianto sarà raggiunta da nord-est dalla SP2.

In fase di cantiere saranno richiesti

- per il trasporto dei moduli fotovoltaici bilici delle dimensioni di 13.60 x 2.45 x 2.70 m, che consentono il trasporto di un numero di pannelli pari alla potenza di 700 kW (circa 1000 pannelli), Pertanto, data la potenza complessiva dell'impianto, si stimano circa 97 viaggi (corrispondenti ad un totale di 194 transiti circa);
- per il trasporto delle strutture accessorie saranno prevedibili 50 viaggi, per un totale di 100 transiti;
- per il trasporto della rete metallica della recinzione e dei relativi pali di sostegno si prevede l'impegno di furgoni per un numero complessivo di viaggi pari a circa 60 viaggi (circa 120 transiti);
- per il trasporto della componentistica elettrica si prevede invece l'impiego di furgoni per un numero complessivo di viaggi pari a circa 50 (circa 100 transiti);
- le cabine prefabbricate saranno trasportate già assemblate: per il loro trasporto si prevede l'impiego di 34 bilici (68 transiti totali);
- è infine previsto 1 singolo trasporto eccezionale (2 transiti) per la posa delle cabina di ricezione prefabbricata poiché è necessaria un'autogrù.

I vari conferimenti saranno comunque dilazionati nel tempo in funzione dell'avanzamento dei lavori. Considerato che come da cronoprogramma dei lavori si prevede di terminare l'assemblaggio dell'impianto in ca. 18 mesi, si stima un numero medio di transiti settimanali pari a 10-12.

Considerati i flussi di traffico indotto dalla fase di cantierizzazione dell'opera e i flussi di traffico che caratterizzano le arterie stradali interessate, appare evidente come il traffico indotto dalla fase di cantiere sia limitato.

In fase di esercizio, le operazioni agricole non altereranno la situazione della viabilità, poiché i terreni sono al momento coltivati.

Per la manutenzione ordinaria, predittiva e straordinaria del generatore fotovoltaico si renderà necessario l'accesso di veicoli di tipo industriale con dimensioni ordinarie, che non richiedono dimensioni dei varchi di accesso particolari o sovradimensionate, o precauzioni per la viabilità, inoltre gli accessi risulteranno retrocessi dalla pubblica strada, rendendo possibile la sosta fuori dalla sede stradale dei mezzi in accesso/uscita per il tempo necessario ad apertura/chiusura cancelli, localizzati in strada privata.

Si è tralasciata in questa disamina l'analisi dei trasporti di quanto necessario per la realizzazione delle fasce di mitigazione poiché il trasporto delle piantine sarà svolto con veicoli di tipo industriale con dimensioni ordinarie, per un totale di n. 20 – 30 viaggi che non impattano sul traffico delle due arterie principali citate nei paragrafi che precedono.

La fase di dismissione vedrà il ripetersi del traffico sopra descritto.

## 4 CRONOPROGRAMMA

---

Come da cronoprogramma di progetto, che si adegua alle richieste del Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica (MASE) del 15/09/2023, punto 4.3, la preparazione e la messa a dimora

delle essenze per la creazione delle fasce di mitigazione avverrà come primo step, durata xx settimane. In questa fase si prevede di non aggravare l'abituale traffico veicolare.

Le fasi realizzative, invece, renderanno necessario l'impiego di bilici per il recapito dei principali componenti.

L'accesso al campo sarà possibile da nord, attraverso la rotonda tra la SP2 e via Copparo, dove non si evidenziano criticità per il deflusso dei mezzi.

Sarà invece evitato l'accesso dalla SP20, viste le limitazioni al traffico pesante sopra esposte e sarà eventualmente concordato con le Autorità competenti l'eventuale utilizzo per la consegna della cabina di ricezione.

Non sarà quindi richiesta modifica della viabilità ordinaria per le operazioni di entrata/uscita mezzi pesanti dal cantiere, le cui tempistiche nell'arco della giornata saranno deciso di concerto con gli Enti Gestori delle arterie stradali ed il Comune.

## 5 IMPATTO DELLA CONNESSIONE SULLA VIABILITA'

---

### 5.1 Posa cavidotto con tecnologia no-dig

L'intervento in esame risulta necessario per connettere l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare) denominato "BOARA" alla nuova Stazione Elettrica di ampliamento della Focomorto interamente in comune di Ferrara.

Il cavidotto si attesterà sulla banchina stradale con alternanza di scavo a cielo aperto e tratti con tecnologia NO-dig (T.O.C.) in presenza di interferenze con corsi d'acqua e/o sottoservizi.

La tecnologia a trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) presenta numerosi vantaggi in termini di affidabilità costruttiva e velocità di esecuzione, rappresenta ormai uno standard per le installazioni di servizi che prevedono il superamento di importanti infrastrutture lineari.

Le modalità di esecuzione della TOC possono sommariamente essere descritte secondo le seguenti fasi operative.

- INDAGINI PREVENTIVE

Fase preliminare che prevede la raccolta di tutte le informazioni utili e preparatorie per le successive fasi operative di trivellazione. Di norma questa attività non rientra nel periodo di cantierizzazione dell'opera; oltre all'individuazione di tutti gli eventuali sottoservizi esistenti (tramite il coordinamento con i titolari dei presunti impianti interessati, nonché l'esecuzione di buche ispettive o indagini georadar), occorre disporre una campagna geolitologica che evidenzi la natura del terreno in cui si opera, basandosi di massima sull'analisi del suo strato superficiale e sullo studio delle carte geologiche dell'area interessata, approfondendo eventualmente



l'informativa attraverso l'esecuzione di una serie di carotaggi volti a determinare tutti i parametri geognostici necessari.

- **INSTALLAZIONE DEL CANTIERE**

Le necessità operative per l'esecuzione di una TOC prevedono l'impiego di una macchina operatrice (detta anche sonda, di dimensioni variabili a seconda della potenza richiesta ed equiparabile ad un escavatore di taglia media, in genere di tipo semovente) ed un autocarro sul quale viene trasportata l'intera attrezzatura necessaria, compreso le riserve d'acqua per i fanghi di perforazione e le pompe di pressurizzazione degli stessi.

L'area di cantiere occupata durante la lavorazione sarà piuttosto contenuta e di poco superiore alle dimensioni dei mezzi utilizzati, compreso gli spazi minimi di manovra.

Fuori da quest'area, qualora i lavori interessino ambiti stradali di pubblico accesso, verrà comunque garantito il transito veicolare.

- **ESECUZIONE DEL FORO PILOTA**

E' la prima fase operativa di trivellazione vera e propria nella quale si esegue un primo foro di sezione ridotta (dai 40 ai 60 mm di diametro) detto "foro pilota".

L'attrezzatura impiegata è costituita principalmente da una batteria di aste cave e da una lancia di perforazione (nell'insieme denominato treno di perforazione) il tutto accorpato all'albero di rotazione posto sulla macchina operatrice.

L'escavazione procede guidando la perforazione tramite l'orientamento controllato della punta della lancia di perforazione (detta scarpa) direzionando la spinta anche grazie all'ausilio di sistemi elettronici di navigazione che rilevano con esattezza la posizione della sonda lungo tutto il percorso seguito.

La perforazione avviene attraverso l'azione combinata della lancia di perforazione (che agisce meccanicamente sul terreno per spinta e rotazione) e la forza di taglio idraulico dei fanghi di perforazione (che fuoriescono ad alta pressione dagli ugelli collocati in testa alla lancia stessa, disgregano il materiale da asportare contribuendo nel contempo ad una riduzione dell'attrito generale ad alla stabilità del foro).

- **ALESATURA**

A foro pilota completato, la lancia di perforazione viene sostituita da un alesatore che, in senso contrario rispetto a quello di esecuzione del foro pilota, provvede (sempre mediante azione idromeccanica) ad allargare il foro portandolo ad un diametro finale del minitunnel pari al 30/40% del tubo da posare.

Questa operazione può avvenire a più riprese in funzione della litologia dei terreni interessati e delle capacità prestazionali dei mezzi impiegati.

- **POSA**

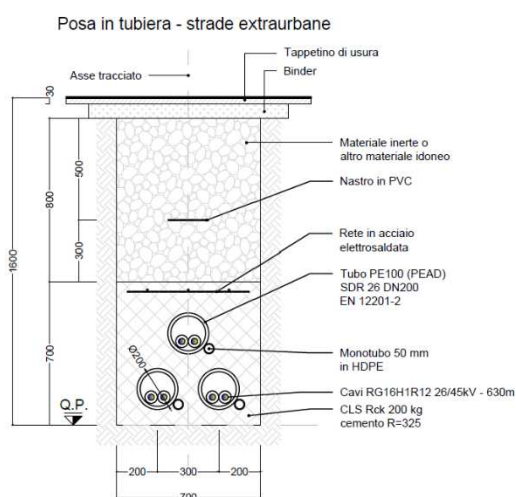
Concludendo l'allargamento del foro, il treno di trivellazione viene ricomposto agganciando all'utensile alesatore un giunto antirotazione, un'asta di tiro e la tubazione da posare.

Successivamente, procedendo in senso opposto a quello di esecuzione dell'alesatura, si passa alla posa della condotta vera e propria recuperando progressivamente tutte le aste di perforazione

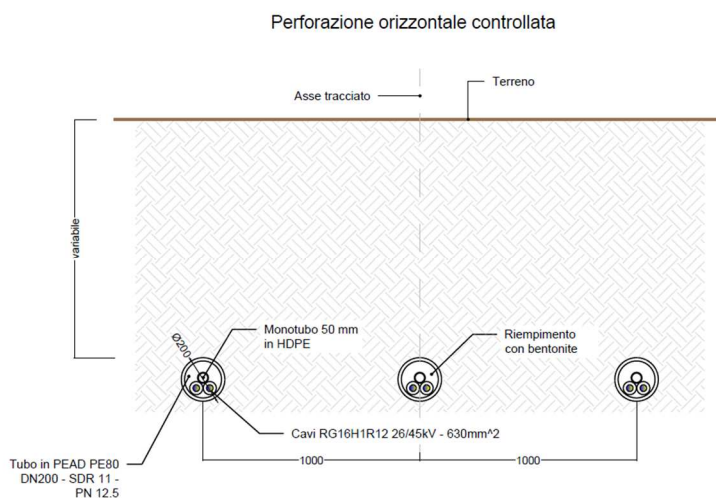
ed avendo cura che l'intera catena si mantenga continuamente immersa nei fanghi di perforazione per garantire alla lavorazione lubrificazione allo scorrimento ed integrità del tubo posato.

Nel caso in esame si prevede la posa di tubo guaina in PEAD PE80 diametro 200, da ubicare ad una profondità tale da garantire, in ogni suo punto, una distanza minima rispetto all'opera attraversata sempre maggiore di 1,5 m estradosso tubo.

All'interno verranno collocati i cavi elettrici a 36 kV.



Esempio sezione scavo a cielo aperto



Esempio sezione tecnologia no-dig



## 5.2 Posa cavidotto con scavo a cielo aperto

Sarà creato un cantiere stradale che occuperà

- Mezza carreggiata in larghezza
- Circa 85 m in lunghezza.

Il cantiere stradale avrà una durata variabile in funzione del meteo e delle condizioni del terreno, sarà in ogni caso deciso con le Autorità competenti e gli Enti gestori.

Lo scavo sarà messo in sicurezza e segnalato in ottemperanza alla legislazione vigente in tema di sicurezza sul lavoro e sicurezza stradale.

I cavi elettrici a 36 kV saranno posati alla profondità minima di m 1,50 dal piano viabile, all'interno di tubi protettivi PE100 (PEAD) SDR 26 DN200 EN 12201-2, diametro esterno di 200.

Le fasi di lavoro sono:

- Installazione cantiere ricerca sottoservizi a vista
- Scavo di canalizzazione e posa tubi protettivi con rinterro
- Stendimento conduttori all'interno delle tubazioni predisposte con giunzioni
- Ripristini stradali
- Chiusura cantiere