



COMUNE DI CASCINA

PROGETTAZIONE DI COLTIVAZIONE E DI RIPRISTINO AMBIENTALE DI UNA CAVA POSTA IN LOCALITÀ

BORGARELLO - CASCINA

STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

N. commessa	Rev.	Data	Descrizione della modifica	Autore
2024-007	0	22/04/2024	Prima emissione	MB-AB

Controllato:	Massimo Ferrini	Data 22/04/2024
Autorizzato:	Massimo Ferrini	Data 22/04/2024

Indice

PREMESSA	1
1. ANALISI DEI FLUSSI VEICOLARI	5
1.1 I DATI RILEVATI-FONTE PROVINCIA DI PISA	5
1.2 I DATI RILEVATI TAGES	16
2. VERIFICA DELLA FUNZIONALITÀ DELL'INTERSEZIONE	21
3. DEFINIZIONE DEI REQUISITI GEOMETRICI DELL'INTERSEZIONE	25
3.1 VERIFICA DI TRANSITABILITÀ DEI MEZZI	25
3.2 VERIFICA VISIBILITÀ INTERSEZIONE	29
<i>Distanza di visibilità per l'arresto.....</i>	<i>31</i>
<i>Distanza di visibilità nelle intersezioni.....</i>	<i>31</i>
<i>Distanza di visuale libera</i>	<i>35</i>
4. SEGNALETICA STRADALE	36
4.1 SEGNALETICA VERTICALE	36
4.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	38
5. CONCLUSIONI	40

***Questo prodotto è stato realizzato nel rispetto delle regole del sistema di gestione qualità
ISO 9001:2015 valutato TÜV Italia Srl e coperto da certificato Nr. 50 100 15697 Rev.002***

PREMESSA

Il presente studio illustra l'impatto viabilistico relativo alla coltivazione e al ripristino ambientale dell'area estrattiva situata nella zona a sud-ovest del comune di Cascina a ca. 190 m dalla SR206 con accesso tramite strada vicinale lungo la sp 24 (v. figg. 1÷2).



Fig 1 - Inquadramento generale



Fig 2 – Localizzazione intersezione sp24÷strada vicinale chilometrica 0+190

L'intersezione per l'accesso alla cava, si trova in ambito urbano nel comune di Cascina (v. figg. 3÷4).

CASCINA	SP 24 ARNACCIO CALCI	ARNACCIO	0+000 - 0+192	43°38'4"
CASCINA	SP 24 ARNACCIO CALCI	NAVACCHIO (CASCINA)	4+600 - 6+420	43°40'2"
CASCINA	SP 24 ARNACCIO CALCI	ZAMBRA	7+100 - 7+950	43°41'4"
CASCINA	SP 31 CUCIGLIANA LORENZANA	CASCINA	0+414 - 3+225	43°40'1"
CASCINA	SRT 206 PISANA LIVORNESE	ARNACCIO	38+488 - 38+734	43°38'1"

Fig 3 – Tratta chilometrica 0+192 di competenza comunale



Fig 4 – Localizzazione strada vicinale

L'accesso alla strada vicinale sarà utilizzato per il trasporto del materiale escavato per un periodo stimato di ca. 12 anni¹ per un volume complessivo di scavo di 206.300 mc per una profondità massima di scavo di -5,0 m; terminata la coltivazione il volume sarà occupato da un lago artificiale per uso irriguo delle aree agricole poste nelle vicinanze.

Il progetto di coltivazione prevede lo scavo del materiale e successivo trasporto allo stabilimento di Gabbro tramite autocarri per un numero stimato di 20 viaggi/giorno² con orario di lavoro 8.30-13.00 e 14.30-17.30 dal lunedì al venerdì³.

La relazione si articola in 5 capitoli di cui di seguito sono sinteticamente descritti i contenuti principali.

Cap. 1 Illustra l'analisi dei flussi veicolari rilevati dalla Provincia di Pisa lungo la sp 24 in corrispondenza della chilometrica 1+600 (periodo 04/11/2022÷09/11/2022) e nel giorno feriale del mese di aprile 2024.

Cap. 2 Verifica della funzionalità dell'intersezione in relazione ai flussi veicolari afferenti.

Cap. 3 Definizione dei requisiti geometrici dell'intersezione.

¹ Fonte "valutazione di impatto acustico previsionale" Ilence Project pag.3

² Fonte "valutazione di impatto acustico previsionale" Ilence Project pag.3

³ Fonte "valutazione di impatto acustico previsionale" Ilence Project pag.4

Cap. 4 La segnaletica stradale di progetto.

Cap. 5 Conclusioni.

Lo studio è completato da un allegato con i seguenti contenuti:

- Rilievo dello stato di fatto;
- Rilievo fotografico;
- Triangoli di visibilità DM 19-04-2006;
- Requisiti geometrici intersezione-fasce di ingombro;
- Requisiti geometrici intersezione-sovrapposto stato di progetto;
- Segnaletica stradale di progetto.

1. ANALISI DEI FLUSSI VEICOLARI

1.1 I dati rilevati-fonte Provincia di Pisa

Per valutare le caratteristiche del traffico veicolare afferente alla rete stradale oggetto di studio sono stati utilizzati i dati rilevati dalla Provincia di Pisa in corrispondenza della chilometrica 1+600 (v. fig. 1.1).



Fig.1.1 – La postazione di rilievo veicolare

Il traffico veicolare rilevato è suddiviso in quattro categorie veicolari:

1. moto;
2. veicoli leggeri;
3. mezzi commerciali;
4. veicoli pesanti.

Postazione sp 24 km 1+600

Il rilievo è stato effettuato nel periodo 04/11÷09/11/2022; il giorno di massimo carico veicolare si è registrato mercoledì 9 novembre con un traffico complessivo di 4.562 veicoli, mentre il giorno di minimo carico è stato domenica 6 novembre con 2.889 veicoli. Lungo la direzione Navacchio-Arnaccio transita mediamente il 53% del traffico, mentre il 47% nella direzione opposta; nei giorni feriali nella direzione Navacchio-Arnaccio la percentuale dei mezzi pesanti si attesta intorno al 12%, mentre nella direzione opposta risulta pari al 21% ca.

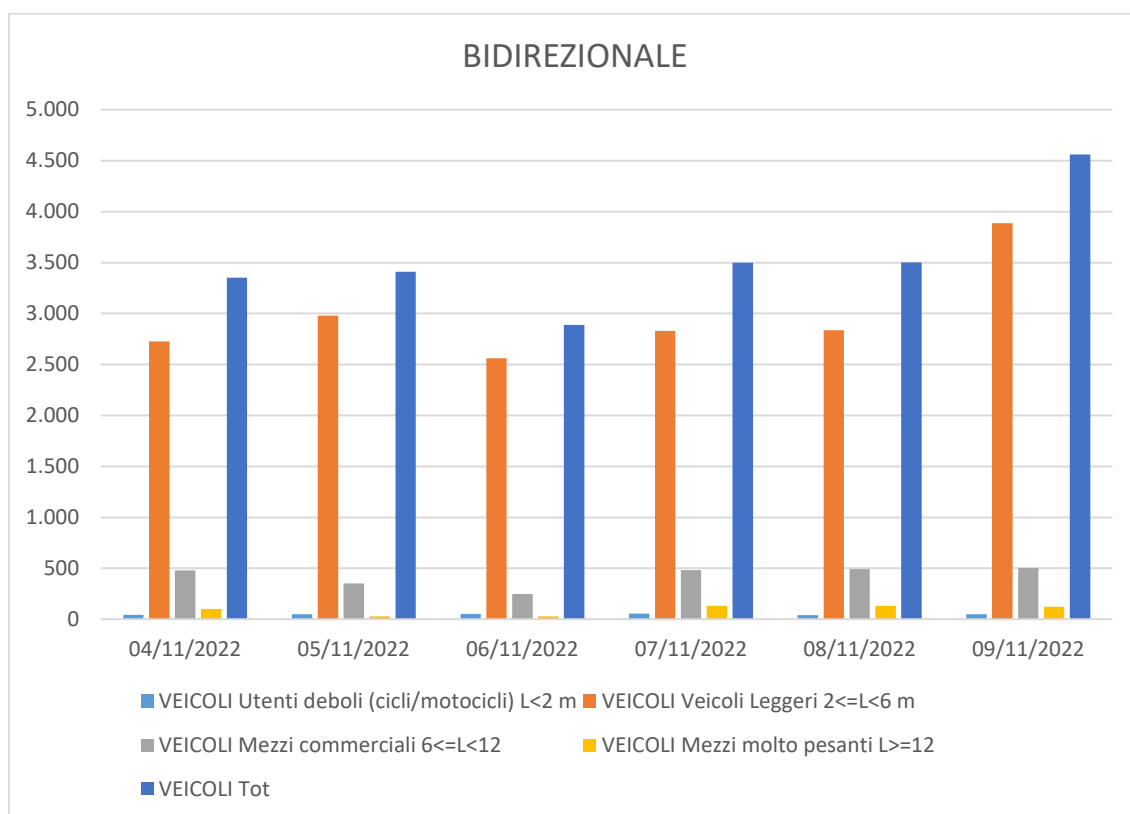


Fig.1.2 – Traffico bidirezionale per tipologia di mezzo

Entrambe le direzioni di marcia

Analizzando il totale dei veicoli transitati nell'arco giornaliero (0÷24) si evidenzia (v. fig. 1.3) un flusso veicolare medio feriale di 4.072 veic.eq/g con un incremento del 33% tra il giorno di maggiore carico (mercoledì con 4.912 veicoli eq.) e minore carico (venerdì con 3.671 veicoli eq.).

Nei giorni di rilevazione la distribuzione direzionale del traffico non evidenzia scostamenti significativi nelle due direzioni di marcia (v. fig. 1.4). Nella

fascia giornaliera diurna (7÷20) transita mediamente il 92% del traffico totale giornaliero.

L'andamento della curva giornaliera (v. fig. 1.5) evidenzia tre periodi di punta, al mattino nella f.o. 7÷9 del lunedì e del mercoledì con valori intorno a 370 veic.eq/h, dalle 11 alle 13 del sabato con valori di poco superiori a 350 veic.eq/h, e nella f.o. 17÷18 con 449 veic.eq/h del mercoledì.

I veicoli leggeri (autovetture, moto) rappresentano la tipologia prevalente (ca. 83% v. fig. 1.6) e caratterizzano quindi l'andamento delle curve giornaliere (v. fig. 1.7), i mezzi pesanti hanno un andamento relativamente variabile con valori di poco superiore a 60 veic/h nella f.o. 15÷18 nei giorni di venerdì e mercoledì.

Nella f.o. notturna i flussi dei mezzi pesanti sono trascurabili.

Direzione Navacchio

La curva giornaliera dei veicoli in transito (v. fig. 1.8) presenta il massimo carico nella f.o. 17÷18 il mercoledì con 260 veic.eq/h, mentre al mattino i flussi si mantengono al di sotto di 200 veic.eq/h.

Direzione Arnaccio

La curva giornaliera dei veicoli in transito (v. fig. 1.9) presenta il massimo carico veicolare nella f.o. del mattino del lunedì dalle 7 alle 8 con 212 veic. eq/h, mentre il pomeriggio il massimo carico si registra il sabato nelle f.o. 12÷13 e 16÷17 con 194 veic.eq/h e il mercoledì dalle 17 alle 18 con 189 veic.eq/h.

L'indagine ha permesso inoltre il rilievo delle velocità nelle due direzioni di marcia e il relativo calcolo della V85, velocità operativa che corrisponde all'85° percentile della distribuzione delle velocità; a livello giornaliero lungo la direzione Navacchio÷Arnaccio la V85 massima è risultata pari a 105 km/h, nella direzione opposta di 116 km/h, mentre il valore bidirezionale nei giorni di rilievo è stato di 109 km/h (v. tab. 1.1).

Giorno	Direzione	V85 (km/h)
04/11/2022	Arnaccio (SR206)÷Navacchio	116
	Navacchio÷Arnaccio (SR206)	99
05/11/2022	Arnaccio (SR206)÷Navacchio	113
	Navacchio÷Arnaccio (SR206)	102
06/11/2022	Arnaccio (SR206)÷Navacchio	112
	Navacchio÷Arnaccio (SR206)	102
07/11/2022	Arnaccio (SR206)÷Navacchio	112
	Navacchio÷Arnaccio (SR206)	102
08/11/2022	Arnaccio (SR206)÷Navacchio	112
	Navacchio÷Arnaccio (SR206)	102
09/11/2022	Arnaccio (SR206)÷Navacchio	112
	Navacchio÷Arnaccio (SR206)	105
	BIDIREZIONALE	109

Tab. 1.1 – V85 per giorno postazione 1+600

Prendendo a riferimento l'orario di lavoro dell'area estrattiva 8.30-13.00÷14.30-17.30 sono state calcolate le velocità V85 nella f.o. 8-18 e 18-8; nella f.o. 8-18 il valore massimo della V85 in direzione Arnaccio÷Navacchio è stata di ca. 116 km/h, mentre nella direzione opposta di 102 km/h. Nella f.o. 18-8 in direzione Arnaccio÷Navacchio la V85 massima è pari a ca. 153 km/h, mentre nella direzione opposta è di 109 km/h (v. tab. 1.2).

Giorno	Direzione	Fascia	V85	Giorno	Direzione	Fascia	V85
04/11/2022	Arnaccio÷Navacchio	8-18	116	04/11/2022	Arnaccio÷Navacchio	18-7	120
	Navacchio÷Arnaccio		96		Navacchio÷Arnaccio		99
05/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		112	05/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		153
	Navacchio÷Arnaccio		102		Navacchio÷Arnaccio		102
06/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		109	06/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		135
	Navacchio÷Arnaccio		102		Navacchio÷Arnaccio		96
07/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		109	07/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		121
	Navacchio÷Arnaccio		102		Navacchio÷Arnaccio		102
08/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		112	08/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		116
	Navacchio÷Arnaccio		102		Navacchio÷Arnaccio		109
09/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		112	09/11/2022	Arnaccio÷Navacchio		109
	Navacchio÷Arnaccio		102		Navacchio÷Arnaccio		105

Tab. 1.2 – V85 per giorno e f.o. postazione 1+600

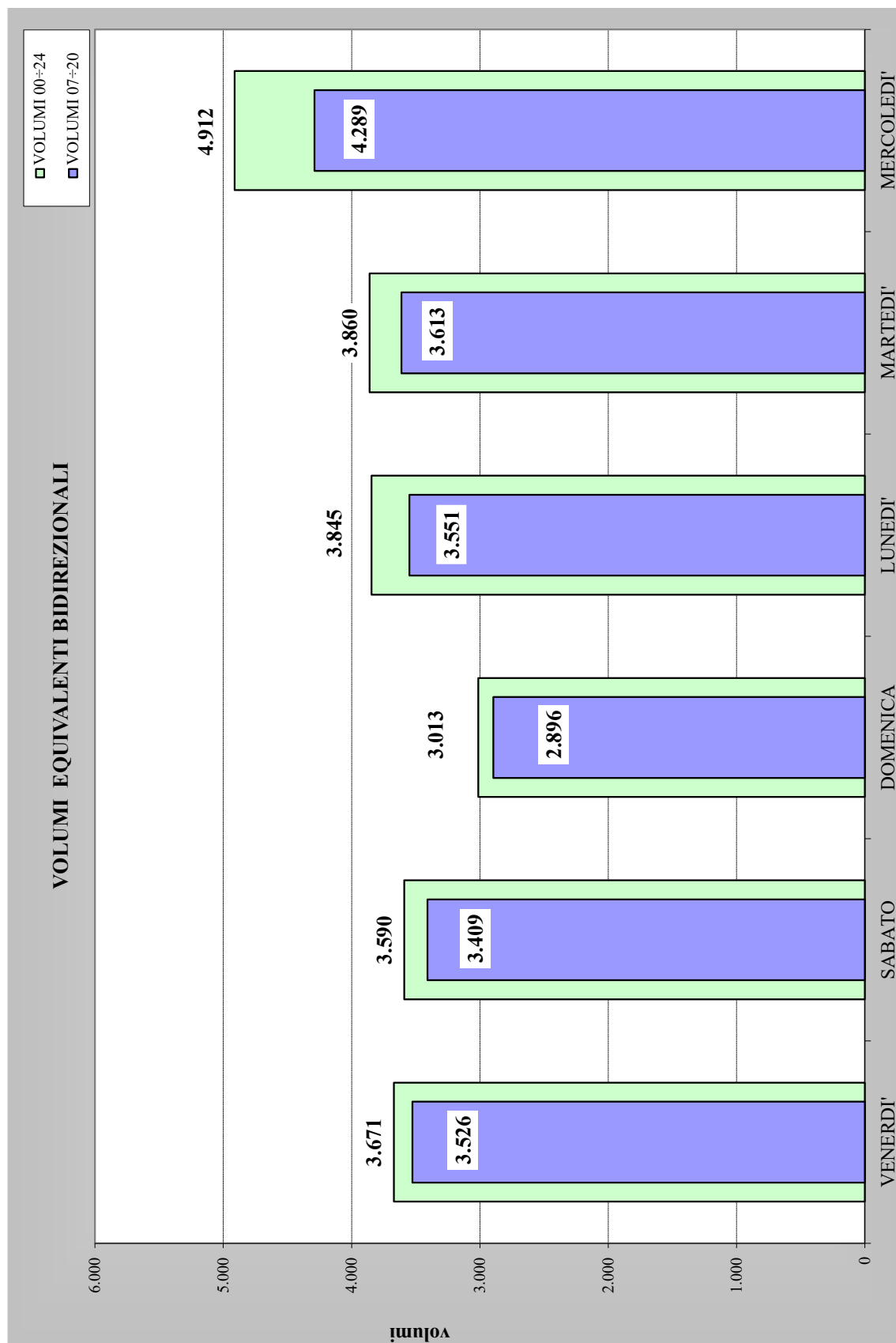


Fig.1.3 - Volumi bidirezionali giornalieri

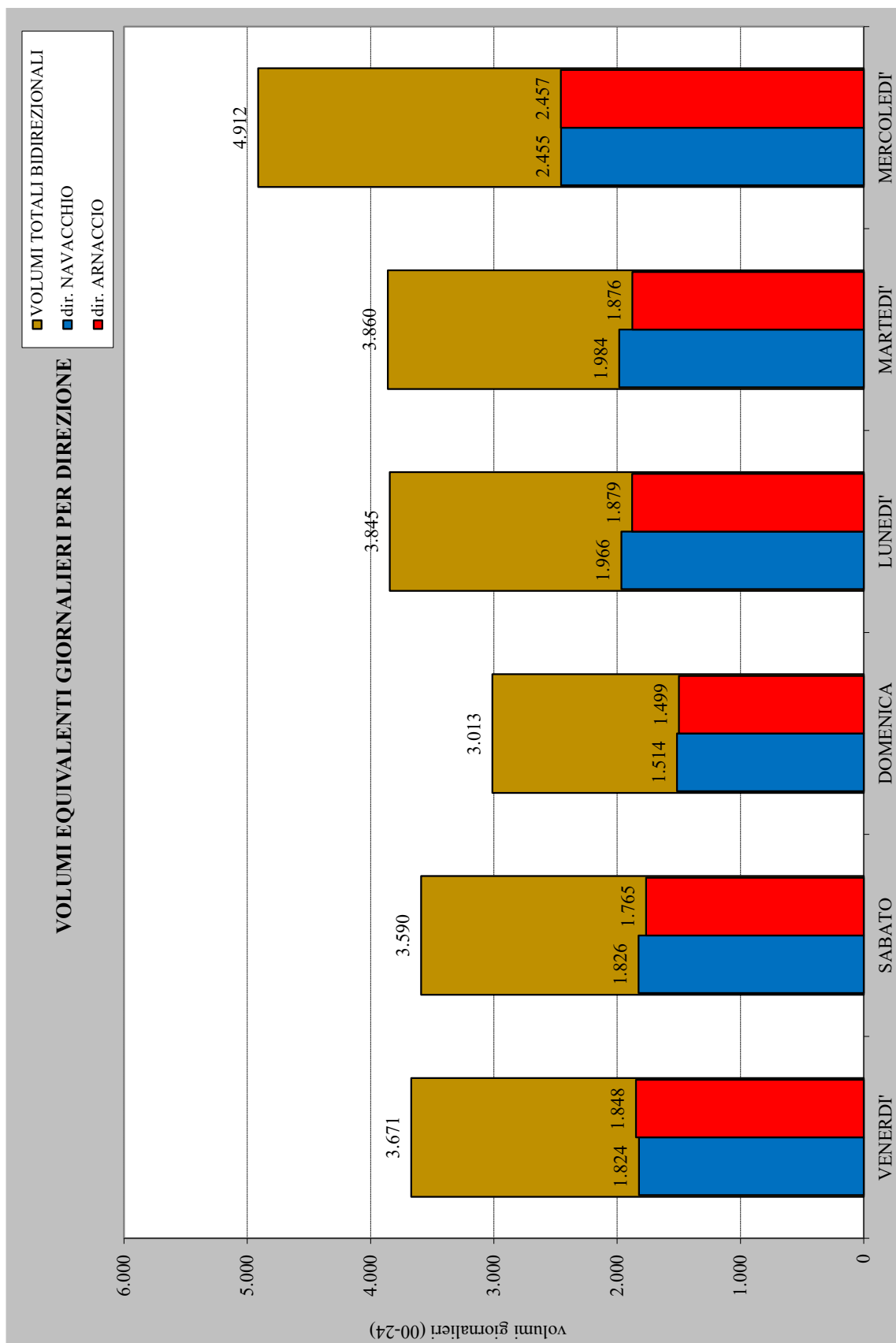


Fig.1.4 - Volumi giornalieri per direzione

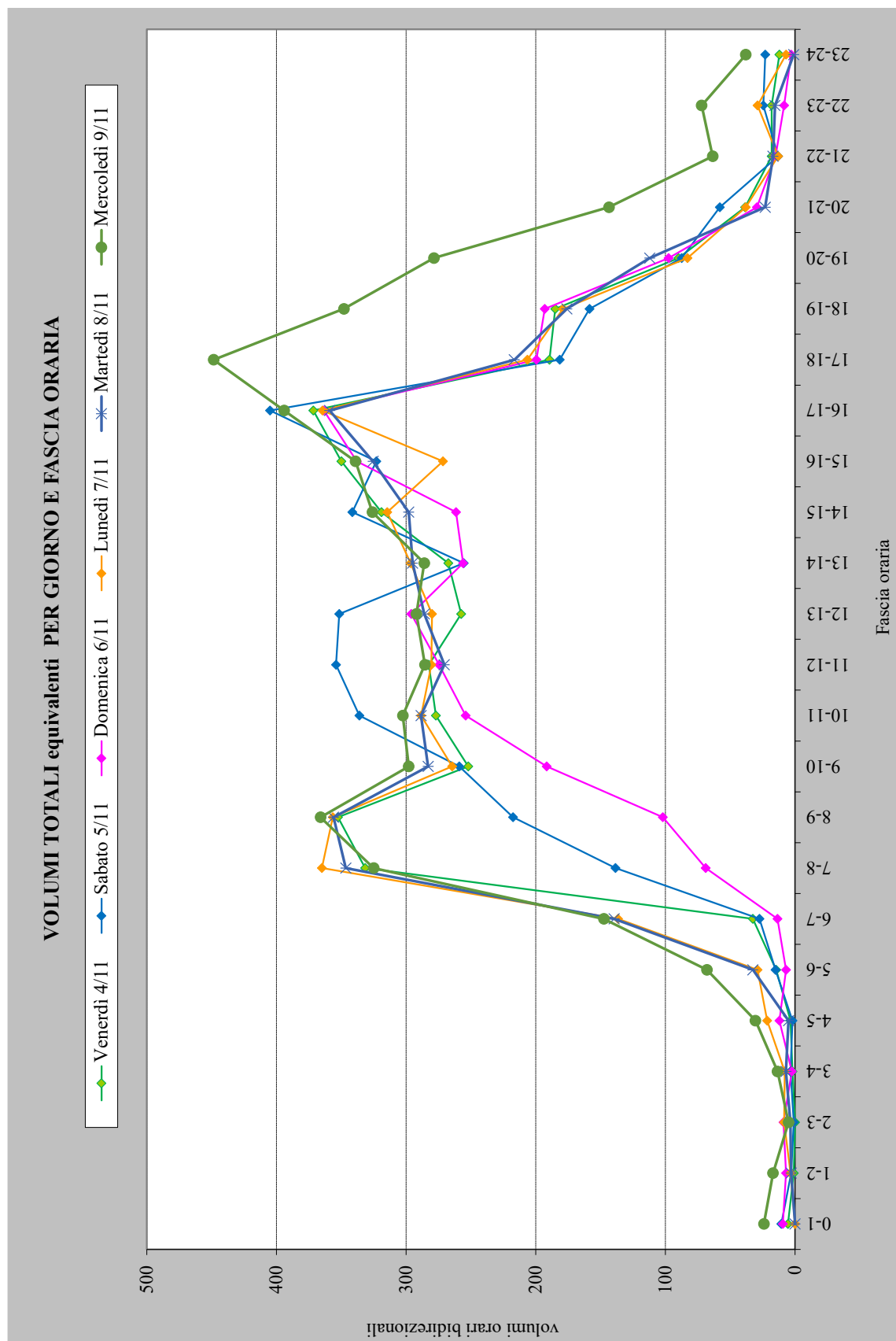


Fig.1.5 - Volumi bidirezionali orari

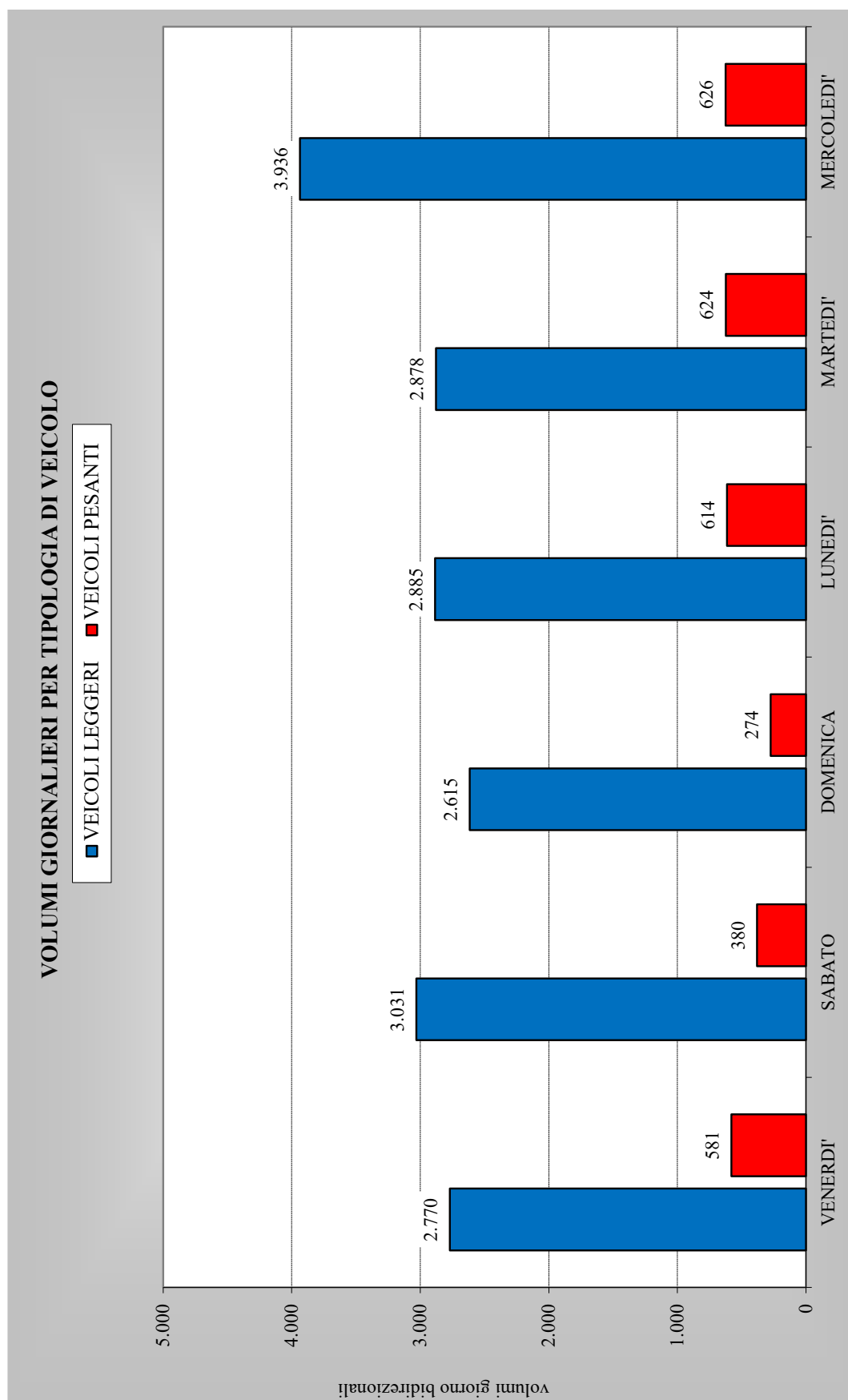


Fig.1.6 - Volumi giornalieri per tipologia di veicolo

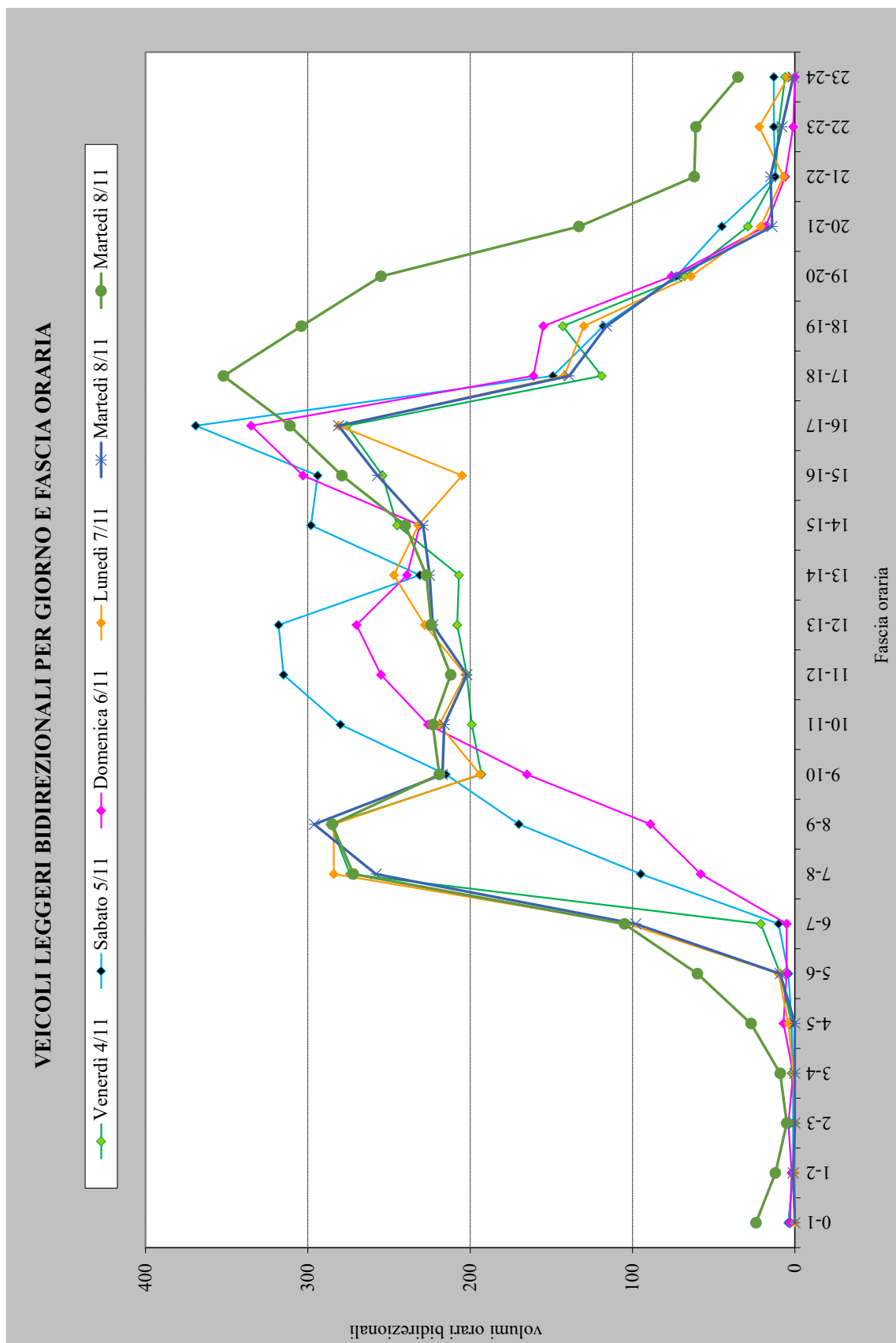


Fig.1.7 - Volumi veicoli leggeri orari bidirezionali

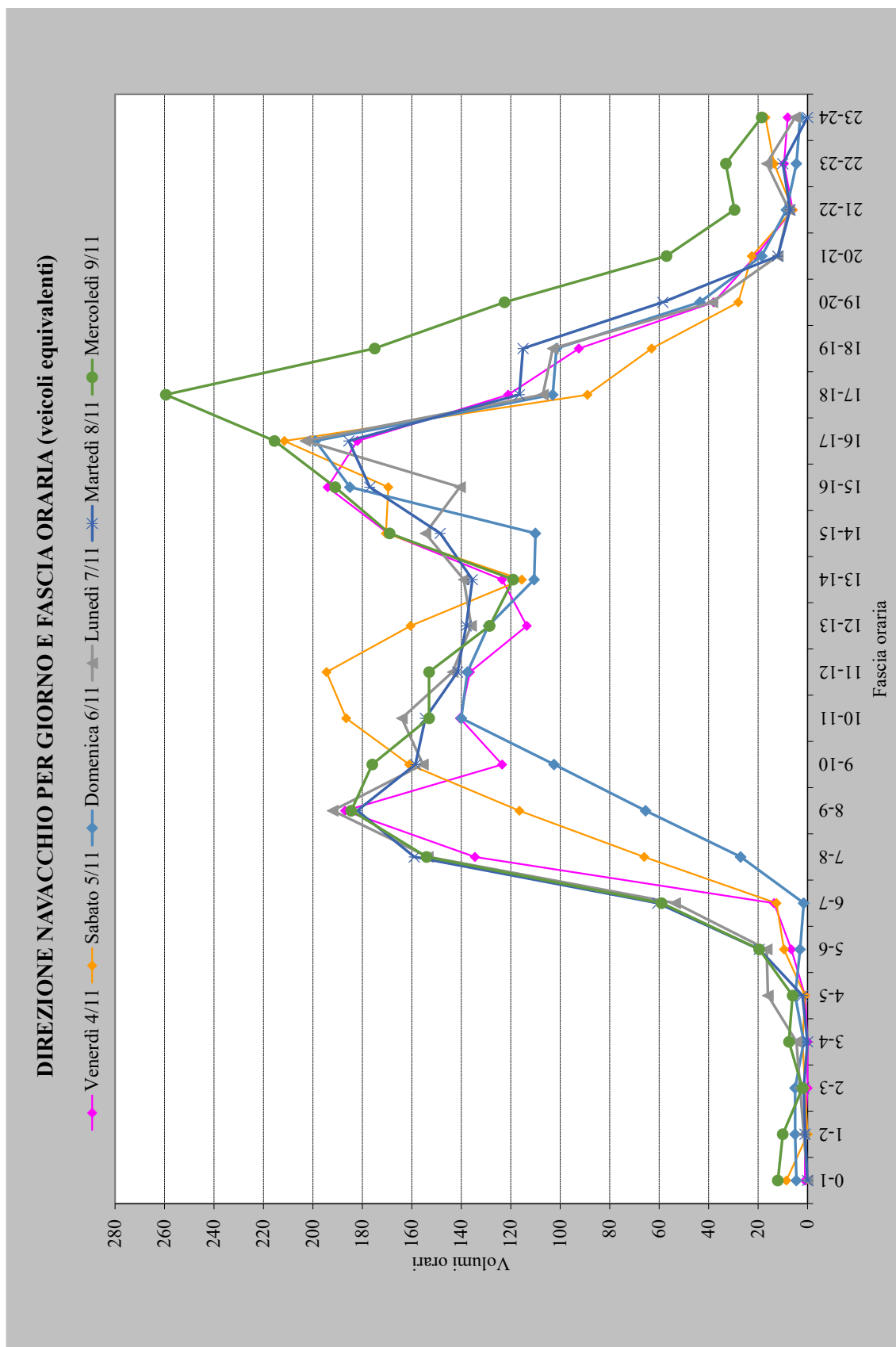


Fig.1.8 - Volumi totali direzione Navacchio

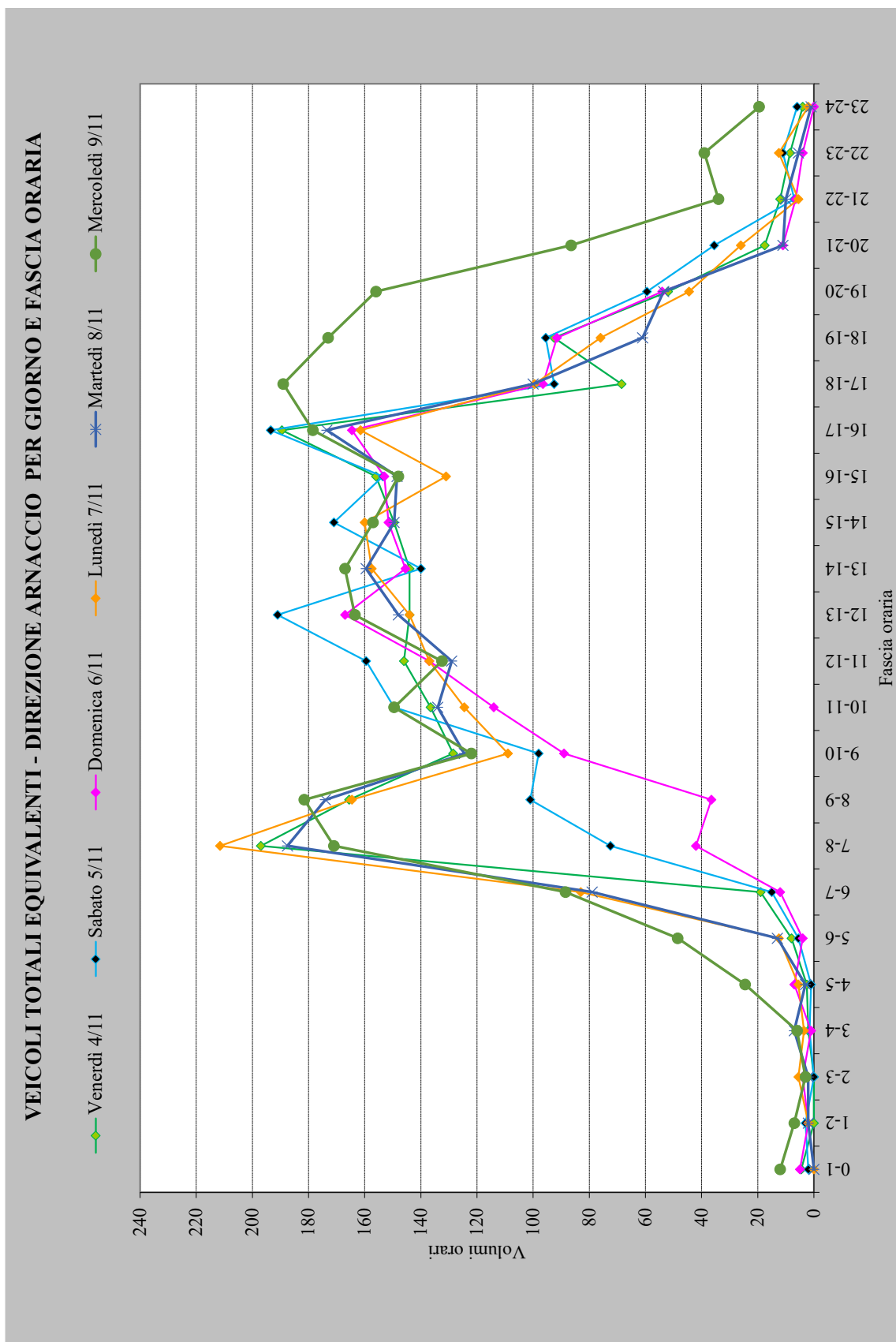


Fig.1.9 - Volumi totali direzione Arnaccio

1.2 I dati rilevati Tages

Al fine di valutare l'intensità del traffico e le velocità nei pressi dell'intersezione (v. fig. 1.10) è stato posizionato il rilevatore Mobiltraf di Famas in corrispondenza della chilometrica 0+200 in direzione SR206 dalle 17 del lunedì 8 aprile alle 17 del giorno successivo; il flusso veicolare è suddiviso nelle seguenti categorie veicolari:

1. moto;
2. veicoli leggeri;
3. mezzi commerciali;
4. veicoli pesanti.



Fig.1.10 – Localizzazione contatraffico

Complessivamente sono stati conteggiati 3.879 veicoli (v. fig. 1.11) di questi il 12% sono mezzi pesanti, l'84% veicoli leggeri e il restante 4% moto; le fasce orarie di punta sono il mattino dalle 7 alle 9 con 336÷356 veic/h e il pomeriggio dalle 17 alle 18 con 374 veic/h.

In direzione SR206 sono stati conteggiati 1.751 (v. fig. 1.12) veic/h, di questi l'11% è rappresentato dai veicoli pesanti, l'87% sono veicoli leggeri e il 2% moto; la

f.o di punta è al mattino dalle 7 alle 9 con 164÷180 veic/h e il pomeriggio dalle 17 alle 18 con 141 veic/h.

In direzione Navacchio (v. fig. 1.13) sono transitati 2.128 veic/h con il 13% ca. di veicoli pesanti, l'81% di veicoli leggeri e il 6% di moto; la f.o. di punta del mattino è dalle 8 alle 9 con 192 veic/h, mentre il pomeriggio è dalle 17 alle 18 con 233 veic/h.

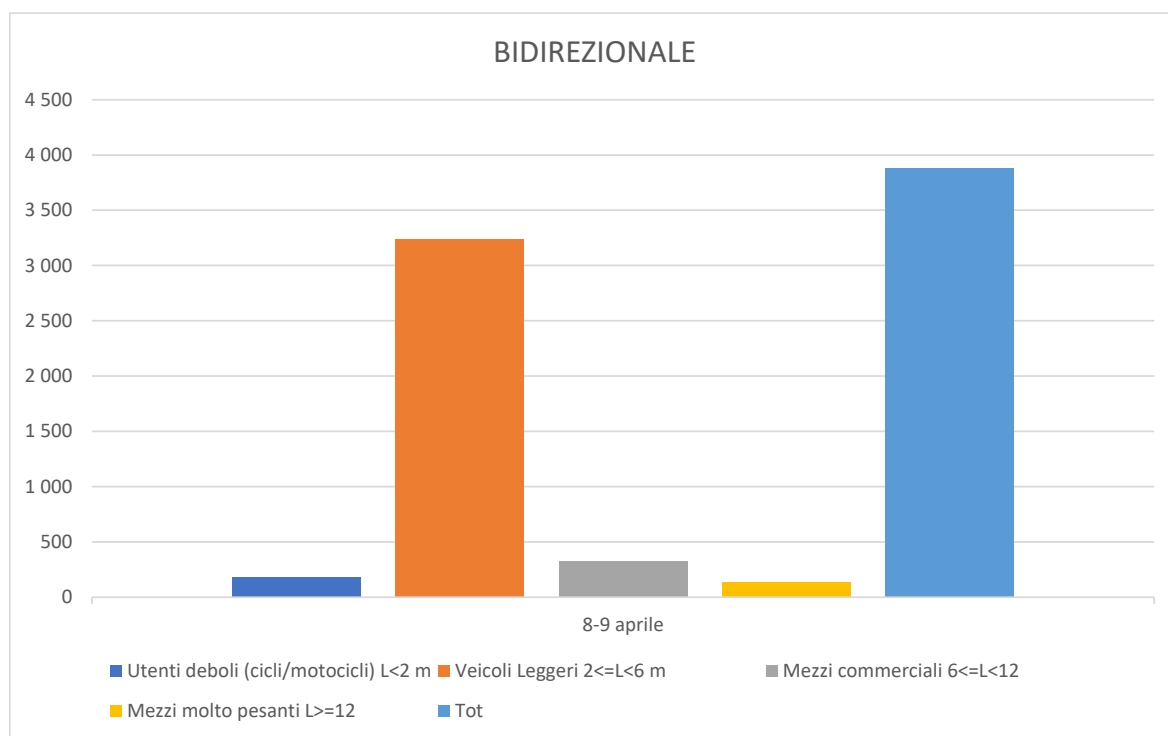


Fig.1.11 - *Flussi veicolari bidirezionali*

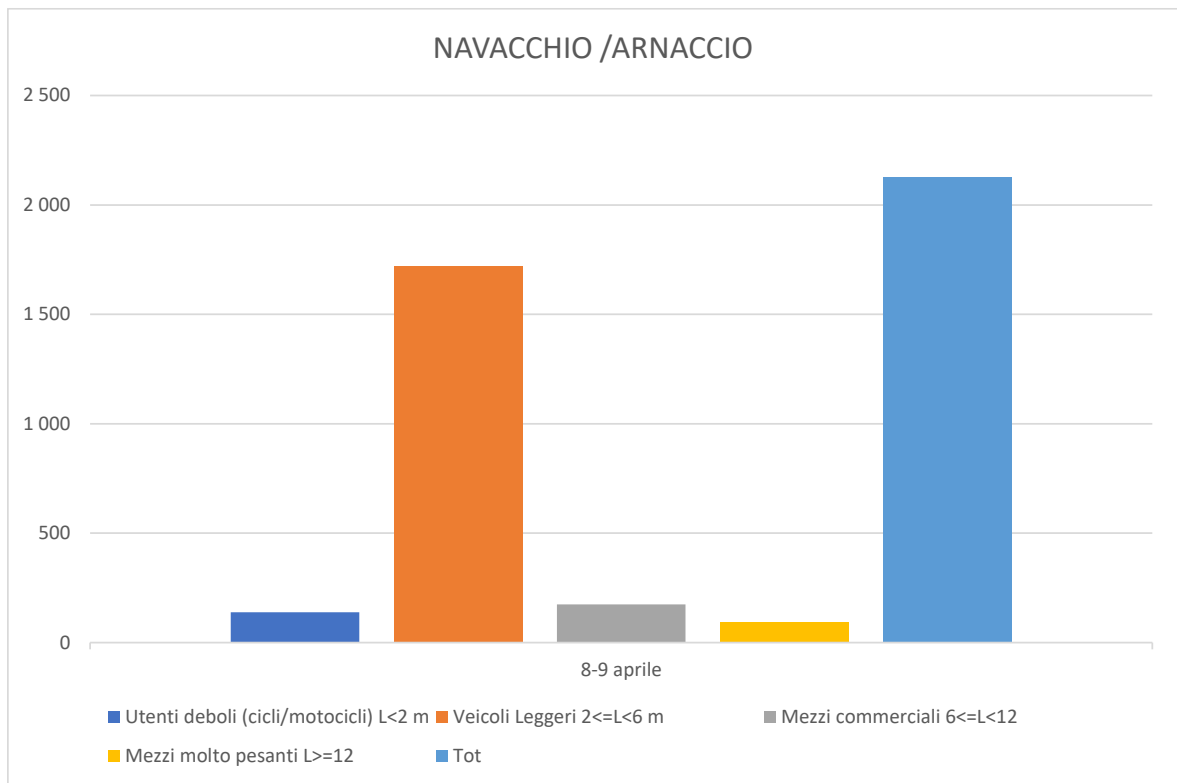


Fig.1.12 – Flussi veicolari direzione SR206-Arnaccio

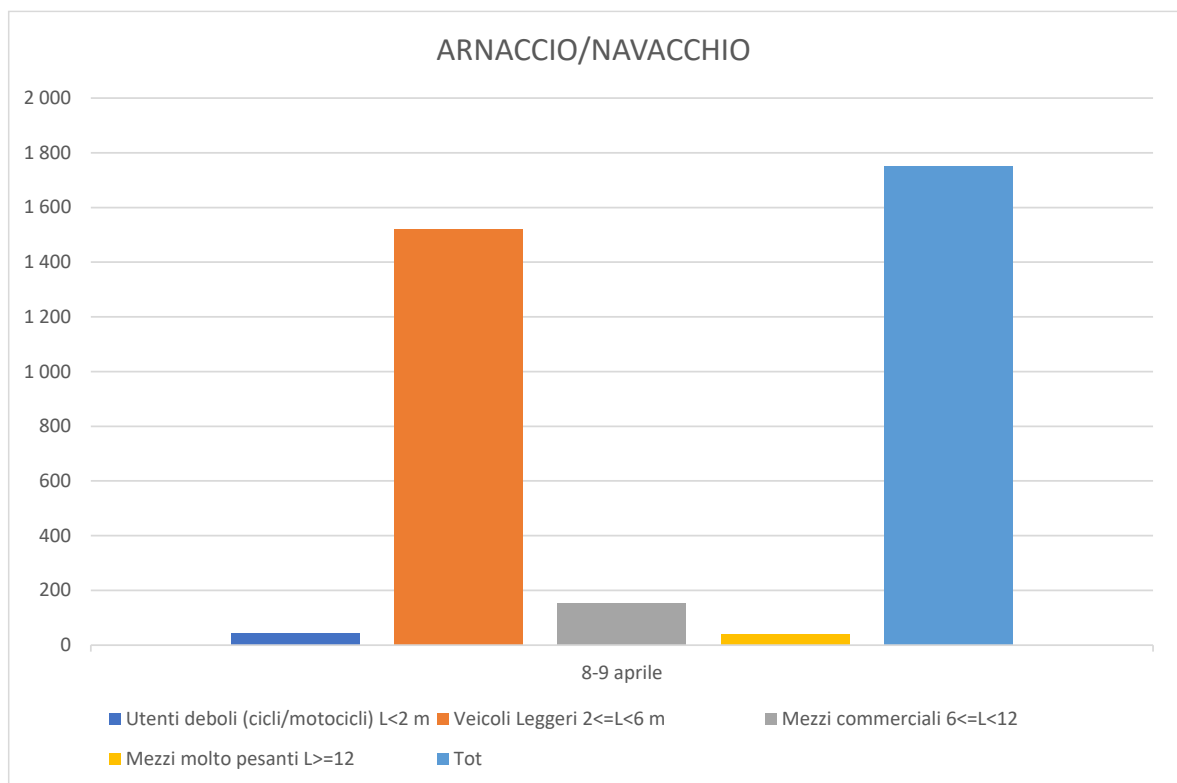


Fig.1.13 – Flussi veicolari direzione Navacchio

Nel giorno feriale medio i rilievi della Provincia di Pisa relativi al mese di novembre 2022 avevano conteggiato 3.729 veicoli (v. fig. 1.14), equamente distribuiti nelle due direzioni di marcia; complessivamente il rilievo effettuato nel giorno feriale del mese di aprile 2024 non evidenzia scostamenti significativi con 3.879 veic/g, mentre risulta diversa la distribuzione nelle due direzioni di marcia, con il 55% del traffico verso Navacchio e il 45% verso la SR206-Arnaccio.



Fig.1.14 – Confronto rilievi 2022 (Prov. Pisa) – 2024 (Tages)

In termini di veicoli equivalenti nel mese di aprile si evidenziano le f.o. 7÷9 di punta del mattino con valori compresi tra 350 e 375 veic. eq/h e del pomeriggio nella f.o. 17÷18 con 389 veic. eq/h (v. fig. 1.15).

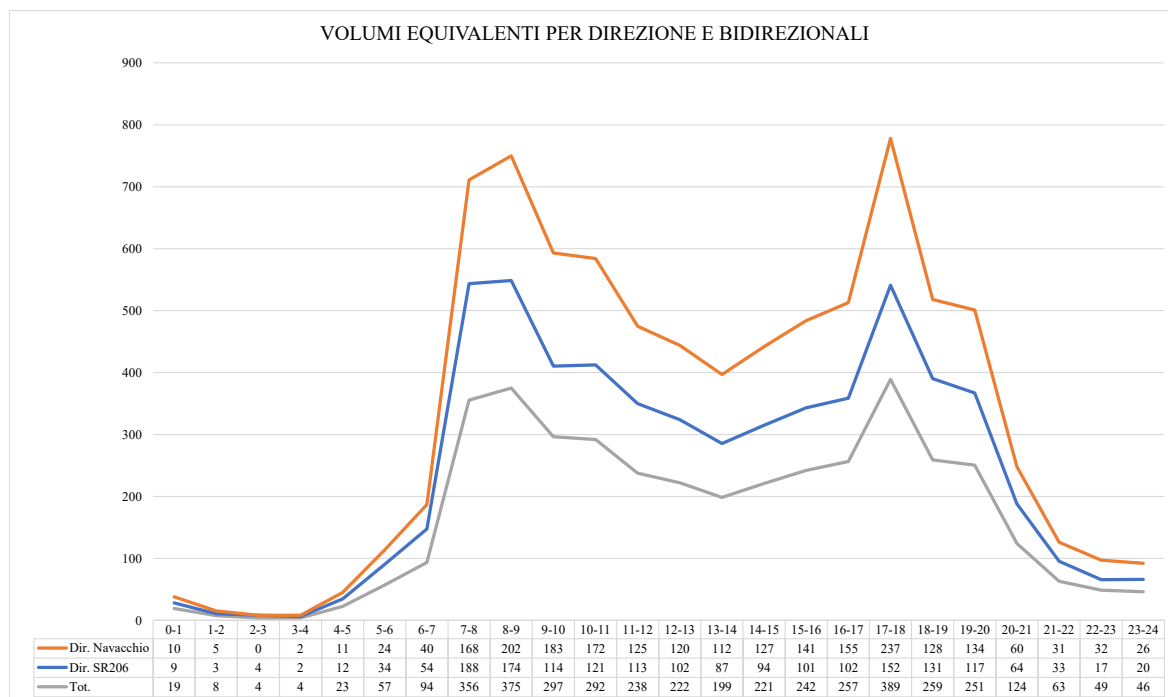


Fig.1.15 - Veic. eq/h aprile 2024

A completamento dell'indagine è stata rilevata la velocità nella direzione Arnaccio (SR206)÷Navacchio che ha permesso il calcolo della V85 risultata pari a 69 km/h nell'arco giornaliero; nella f.o. di lavoro dell'area estrattiva (8÷18) la V85 è risultata pari a 69 km/h, mentre nelle altre f.o. di 70 km/h. Lungo questa direzione il rilievo della velocità si è reso necessario allo scopo delle successive valutazioni dei triangoli di visibilità.

Nella direzione Navacchio÷Arnaccio (SR206) a fini cautelativi è stata considerata la velocità rilevata dalla Provincia di Pisa in corrispondenza della chilometrica 1+600 e pari a 102 km/h (6 novembre. f.o. 8-18).

2. VERIFICA DELLA FUNZIONALITÀ DELL'INTERSEZIONE

La scelta tipologica, il dimensionamento e le modalità di controllo di una intersezione sono tra gli aspetti primari in fase di progettazione; i dati essenziali sono la conoscenza delle velocità di approccio, le caratteristiche geometriche e il traffico suddiviso per categoria veicolare, le operazioni di transito e manovre di svolta. L'iter progettuale è schematizzato nel modo seguente:

- definizione delle velocità dei rami afferenti: nel caso di intersezioni esistenti è opportuno misurare le velocità e assumere l'85° percentile delle velocità rilevate;
- rilievo e analisi delle portate veicolari che interessano il nodo;
- verifica degli ingombri dei mezzi che andranno ad impegnare il nodo;
- dimensionamento degli elementi geometrici;
- segnaletica stradale.

Il progetto di coltivazione prevede l'utilizzo di autocarri per un numero stimato di 20 viaggi/g⁴ nell'arco orario 8÷13-14.30÷17.30, pari a 40 mezzi/g e 5 mezzi/h in ingresso/uscita; tale valore arrotondato a 6 mezzi/h corrisponde a 12 veic. eq. /h. La committenza ha inoltre fornito gli itinerari principali aventi come origine/destinazione la cava di progetto. Tali percorsi collegano la cava con lo stabilimento di Gabbro utilizzando la SR 206; gli arrivi e le partenze dalla cava non andranno pertanto ad impegnare la sp 24 in direzione Navacchio⁵ come evidenziato dalla figura 2.1.

⁴ Fonte dati "Valutazione di impatto acustico previsionale" Silence Project pag. 3

⁵ Dato fornito dalla committenza

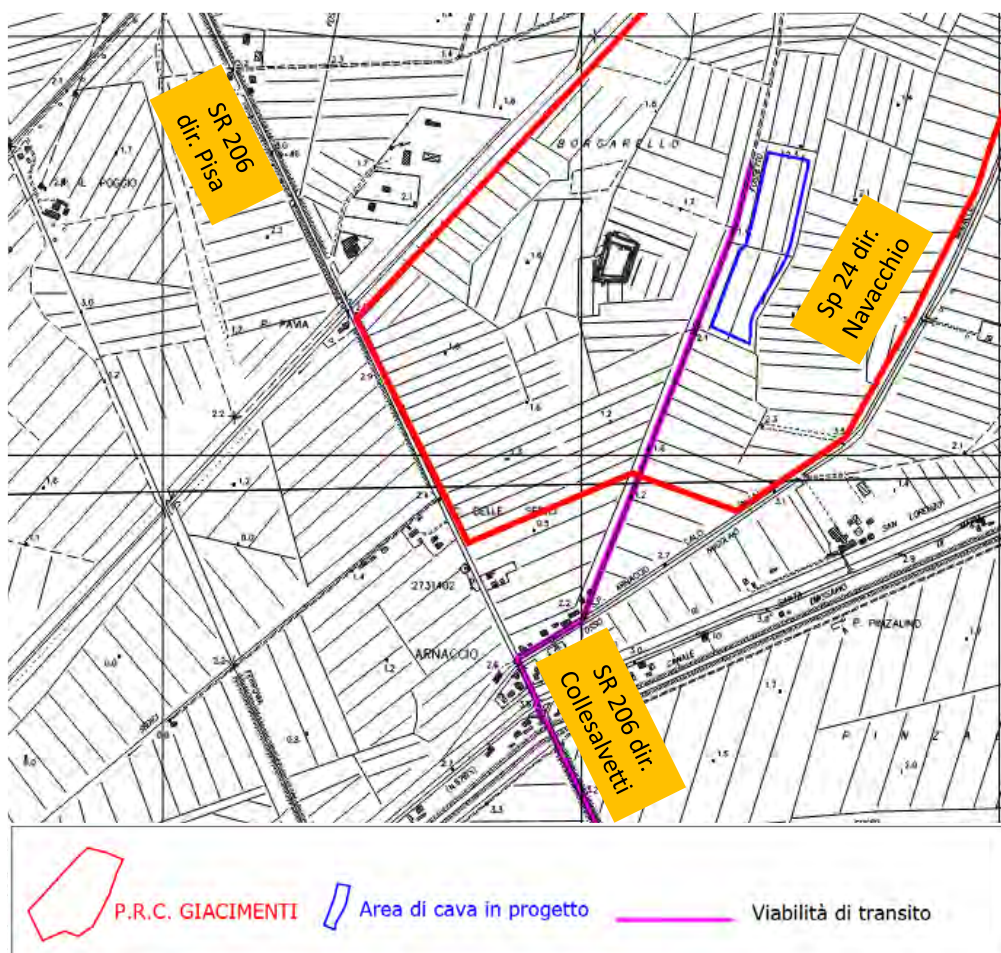


Fig. 2.1- Viabilità di transito

Per quanto riguarda le portate orarie per la verifica della funzionalità dell'intersezione sono stati considerati i valori relativi a mercoledì 9 novembre 2022 in quanto caratterizzati da un volume complessivo maggiore rispetto agli altri giorni di rilievo e in particolare la f.o. di punta dalle 17 alle 18. In funzione dei valori rilevati lungo la sp 24 e della stima dei mezzi in ingresso/uscita dalla strada vicinale di accesso alla cava è stata ricostruita la matrice O/D dell'intersezione in veicoli equivalenti (v. tab. 2.1).

f.o. 17÷18	Sp 24 Ar	Strada vic.	Sp 24 Nav	Totale
Sp 24 Ar	0	6	260	266
Strada vic.	6	0	0	6
Sp 24 Nav	189	0	0	189
Totale	195	6	260	461

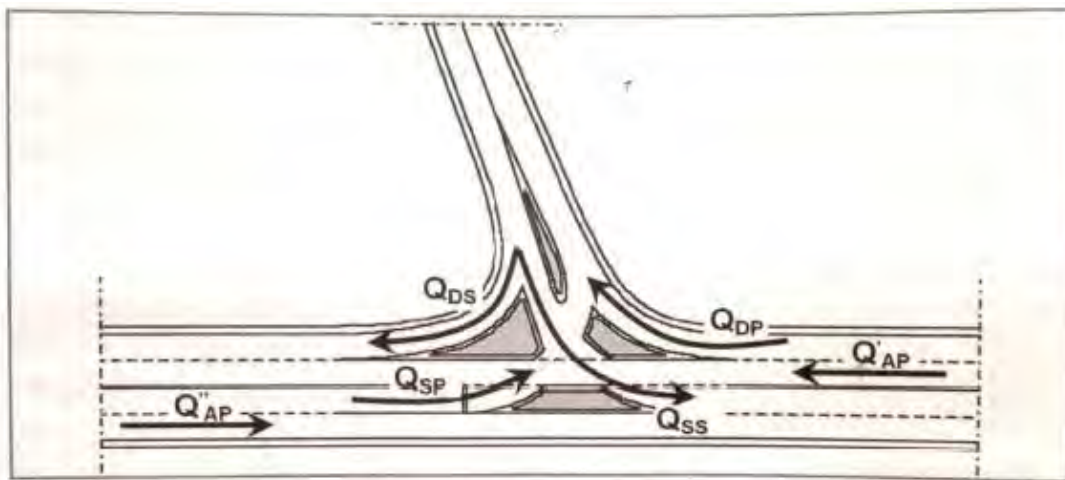
Tab. 2.1 - Matrice dei veicoli equivalenti stato attuale f.o. 17÷18

La normativa italiana (DM 19/04/2006) prescrive, in funzione del tipo di strade che si vanno ad intersecare, l'ammissibilità o meno delle corsie specializzate (v. fig. 2.2).

Tipo di strada principale	Tipologia di corsia specializzata		
	di uscita (o diversione)	di entrata (o immissione)	d'accumulo per svolta a sinistra
strade extraurbane			
A	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
B	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
C	Ammessa	Non ammessa	Ammessa
F	Ammessa	Non ammessa	Ammessa
strade urbane			
A	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
D	Ammessa	Ammessa	Non ammessa
E	Ammessa	Ammessa	Ammessa
F	Ammessa	Ammessa	Ammessa

Fig. 2.2- Ammissibilità corsie specializzate (fonte tab.1 D.M. 19/04/2006)

Sulla base dei criteri riportati nella figura 2.2 precedente e tenendo conto delle portate veicolari relative alle manovre di svolta, si evince che non vi è la necessità di inserire le corsie centrali di accumulo e di immissione e la corsia di uscita (v. fig. 2.3), mentre la corsia d'entrata per la svolta a destra, dalla viabilità vicinale alla sp 24, non è ammessa dal D.M. 19/04/2006 vigente per questa tipologia di intersezione.



Corsia di accumulo

Q _{sp} (v/h)	Q'AP (v/h)				CRITERI DI INSERIMENTO DELLA CORSIA DI ACCUMULO CENTRALE
	<200	200÷600	600÷800	>800	
< 50	no	no	no	si	
50÷100	no	no	si	si	
100÷150	no	si	si	si	
>150	si	si	si	si	

Corsia di entrata

Q _{ds} (v/h)	Q'AP (v/h)				CRITERI DI INSERIMENTO DELLA CORSIA DI ENTRATA (ACCELERAZIONE)
	<200	200÷600	600÷800	>800	
< 50	no	no	no	si	
50÷100	no	no	si	si	
100÷150	no	si	si	si	
>150	si	si	si	si	

Corsia centrale di immissione

Q _{ss} (v/h)	Q'AP + Q''AP (v/h)				CRITERI DI INSERIMENTO DELLA CORSIA CENTRALE DI IMMISSIONE
	<400	400÷800	800÷1000	>1000	
< 20	no	no	no	si	
20÷50	no	no	si	si	
50÷100	no	si	si	si	
>100	si	si	si	si	

Corsia di uscita

Q _{dp} (v/h)	Q'AP (v/h)		CRITERI DI INSERIMENTO DELLA CORSIA DI USCITA (DECELERAZIONE)
	<600	>600	
< 20	no	pseudo corsia	
20÷50	pseudo corsia	si	
>50	si	si	

Fig. 2.3– Criteri di inserimento delle corsie

3. DEFINIZIONE DEI REQUISITI GEOMETRICI DELL'INTERSEZIONE

3.1 Verifica di transitabilità dei mezzi

La verifica di transitabilità dei mezzi viene eseguita in fase progettuale al fine di garantire le manovre in sicurezza dei veicoli e definire maggiormente le diverse caratteristiche geometriche delle corsie e delle zone di intersezione. La fascia di ingombro occupata dai mezzi durante le manovre segue la traiettoria avente raggio R ed è pari alla differenza tra i raggi locali delle linee di ingombro esterne ed interne. La figura 3.1 riporta gli schemi grafici e le equazioni per il calcolo delle traiettorie interne ed esterne per veicoli a due assi, autotreni ed autoarticolati.

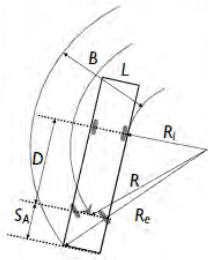
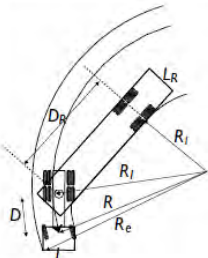
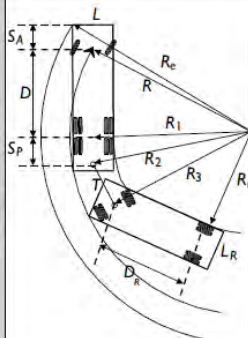
Veicoli a 2 assi	 $R_i = \sqrt{R^2 - D^2} - \frac{L}{2}$ $R_e = \sqrt{\left(\sqrt{R^2 - D^2} + \frac{L}{2}\right)^2 + (D + S_A)^2}$
Autoarticolati a 3 assi	 $R_i = \sqrt{R^2 - D^2 - D_R^2} - \frac{L_R}{2}$ $R_e = \sqrt{\left(\sqrt{\left(R_i + \frac{L_R}{2}\right)^2 + D_R^2} + \frac{L}{2}\right)^2 + (D + S_A)^2}$
Autotreni a 4 assi	 $R_i = \sqrt{R^2 - D^2 + S_P^2 - T^2 - D_R^2} - \frac{L_R}{2}$ $R_e = \sqrt{\left(\sqrt{\left(R_i + \frac{L_R}{2}\right)^2 - S_P^2 + T^2 + D_R^2} + \frac{L}{2}\right)^2 + (D + S_A)^2}$

Fig. 3.1– Schemi grafici e calcolo dei raggi di ingombro delle traiettorie

Per la corretta iscrizione dei veicoli, le corsie di marcia e i raggi di curvatura delle intersezioni devono essere tali da poter contenere la sagoma generata dai mezzi in movimento lungo traiettorie curve; l'articolo 217 c.1 del Regolamento di esecuzione del Codice della Strada stabilisce che *“Ogni veicolo a motore, o complesso di veicoli, compreso il relativo carico, deve potersi inscrivere in una corona circolare (fascia d'ingombro) di raggio esterno 12,50 m e raggio interno 5,30 m. Per i complessi di veicoli deve, inoltre, essere verificata la condizione di iscrizione del complesso entro la zona racchiusa dalla curva di minor raggio descritta dal veicolo trattore, nonché la possibilità di transito su curve altimetriche della superficie stradale”*.

Per la verifica delle fasce di ingombro è stato utilizzato il software vehicle tracking che permette di simulare l'iscrizione dei veicoli lungo determinate traiettorie; nel caso specifico la verifica degli ingombri è stata effettuata considerando il mezzo di sagoma limite di 12,84 m⁶.

Dalle figure 3.2÷3.3 non emergono criticità per il corretto inserimento delle manovre in uscita dalla vicinale in direzione Arnaccio (SR206), pertanto l'ipotesi progettuale non prevede variazioni di rilievo rispetto allo stato attuale se non il ripristino della pavimentazione in conglomerato bituminoso di usura nella tratta terminale della strada vicinale (v. fig. 3.4).

⁶ Tipologia di mezzo fornito dalla committenza



Fig. 3.2- Schemi grafici e calcolo dei raggi di ingombro delle traiettorie – estratto allegato

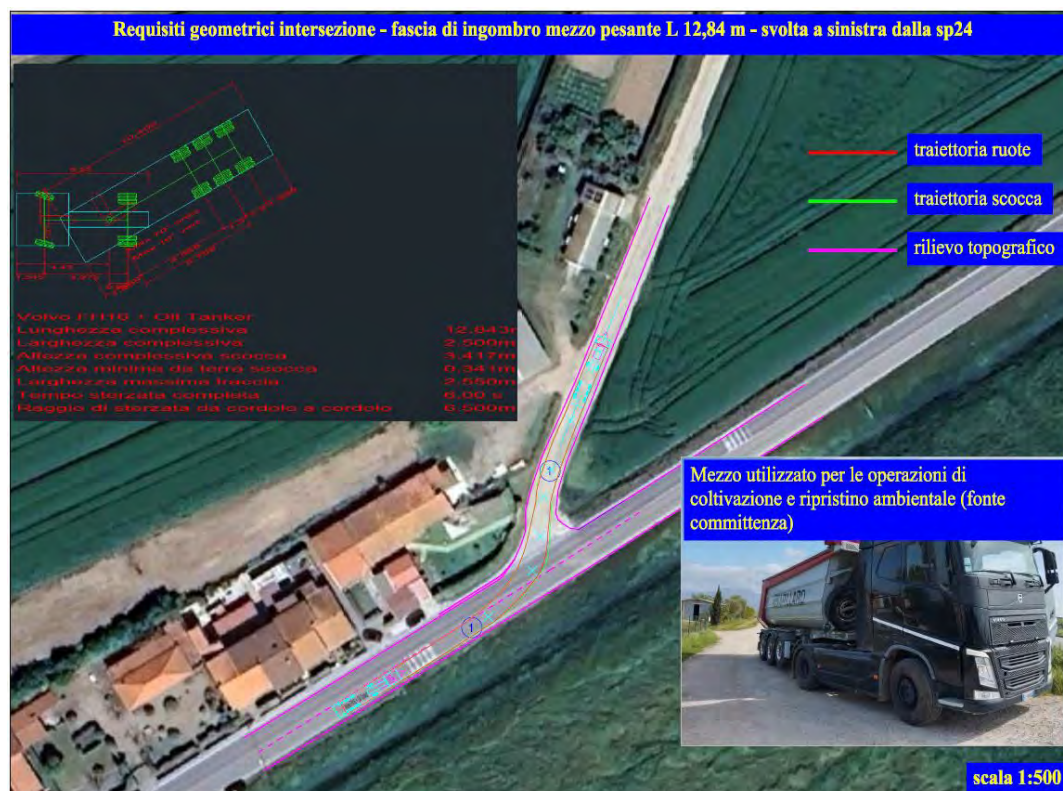


Fig. 3.3 - Schemi grafici e calcolo dei raggi di ingombro delle traiettorie – estratto allegato



Fig. 3.4- *Ipotesi progettuale intersezione - estratto allegato*

A completamento dell'analisi è stata effettuata una simulazione in loco con il mezzo che la committenza utilizzerà per le operazioni di coltivazione e ripristino ambientale della cava che hanno confermato le simulazioni effettuate attraverso l'utilizzo del software.



Fig. 3.5- *Mezzo della committenza per il ripristino della cava*



Fig. 3.6– *Manovra di svolta in destra verso l'Arnaccio dalla strada vicinale*

3.2 Verifica visibilità intersezione

Per garantire validi requisiti di sicurezza e operatività, un'intersezione deve poter essere visibile e leggibile al guidatore con sufficiente anticipo. Per il soddisfacimento di tali necessità concorrono, oltre all'idoneità della composizione planoaltimetrica, la segnaletica orizzontale e verticale, che devono risultare chiaramente visibili e intelligibili, e l'efficiente illuminazione in condizioni notturne.

La presenza di visuali libere rappresenta la condizione primaria ed inderogabile per la sicurezza della circolazione.

Il D.M. 5/11/2001 al punto 5.1 definisce distanza di visuale libera la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada; la distanza di visuale libera viene confrontata con le due seguenti distanze:

- distanza di visibilità per l'arresto "Da" definita (D.M 5/11/2001 punto 5.1) come lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo

imprevisto ed è dato dalla somma della distanza percorsa nel tempo complessivo di reazione e dello spazio di frenatura.

- distanza di visibilità “D” nelle intersezioni a raso definita nel D.M 19/4/2006 punto 4.6, che stabilisce che per le manovre non prioritarie le verifiche vengano stabilite secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari. All’interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0,8 m.

La distanza di visibilità per l’arresto è stata valutata secondo la formula contenuta nel D.M. 5/11/2001⁽⁷⁾:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_i(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [\text{m}]$$

La distanza di visibilità nelle intersezioni a raso è stata valutata secondo la formula contenuta nel D.M 19/4/2006:

$$D = v \times t$$

Per la valutazione della distanza di visibilità per l’arresto e della distanza di visibilità D dell’intersezione sono state calcolate le velocità operative V85 nelle due direzioni di marcia della sp 24; la velocità operativa V85 corrisponde all’85° percentile della distribuzione delle velocità commerciali effettivamente attuate su di un elemento planimetrico di assegnata geometria e localizzazione, in condizioni di visibilità e metereologiche buone, di luce diurna e tempo asciutto, e a flusso libero, cosicché la velocità assunta dai guidatori è determinata solo da fattori esterni al flusso, in assenza di significativi condizionamenti interni.

La velocità operativa in direzione Arnaccio÷Navacchio è pari a 69 km/h (v. tab. 3.1), mentre nella direzione Navacchio÷Arnaccio risulta pari a 102 km/h (v. tab. 3.2) come visto nel capitolo 1.

⁷ Il regolamento COSAP della Provincia di Pisa richiede anche il calcolo della distanza di arresto secondo la formula tratta dalle norme C.N.R 78/1980. Tuttavia è opportuno osservare che la distanza calcolata secondo quanto riportato nel D.M 5/11/2001 è più cautelativa e pertanto nella trattazione si è fatto riferimento a questa.

Giorno	Direzione	V85 (km/h)
8÷9 aprile 2024	Arnaccio/Navacchio f.o. 8-18	69

Tab. 3.1- V85 postazione 0+200

Giorno	Direzione	V85 (km/h)
04/11/2022	Navacchio/Arnaccio f.o. 8-18	96
05/11/2022		102
06/11/2022		102
07/11/2022		102
08/11/2022		102
09/11/2022		102

Tab. 3.2- V85 per giorno postazione 1+600

DISTANZA DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO

Direzione Navacchio/Arnaccio

Lungo la direzione Navacchio-Arnaccio considerando una velocità di 102 km/h risulta una distanza di visibilità per l'arresto di ca. 170 m secondo il DM 5/11/2001.

Direzione Arnaccio/Navacchio

Considerando una velocità V85 di 69 km/h si ottiene una distanza di visibilità per l'arresto di ca. 90 m secondo il DM 5/11/2001.

DISTANZA DI VISIBILITÀ NELLE INTERSEZIONI

Per le intersezioni a raso regolate dal segnale di stop il triangolo di visibilità è determinato ipotizzando il guidatore sulla secondaria posizionato a 3 m dalla linea di arresto per una lunghezza D pari a $V \cdot t$, dove V è la V85 e t il tempo di manovra pari a 6 secondi per le intersezioni regolate da stop; il DM 19/04/2006 al punto 4.6 afferma che il valore di t debba essere incrementato di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%. La strada vicinale presenta una pendenza media del 4%, mentre nella tratta finale tale pendenza si attesta intorno al 10%, valore che non può essere modificato per la presenza di accessi laterali a proprietà private; per tale motivo il valore di t assunto è di 14 secondi.

Triangolo in sinistra in uscita dalla strada vicinale - direzione Navacchio/Arnaccio

Lungo questa direzione non sono presenti ostacoli che possano invadere il campo visivo del conducente (v. fig. 3.7); la distanza di visibilità, calcolata prendendo a riferimento la V85 di 102 km/h, è pari a ca. 400 m (v. fig. 3.8).



Fig. 3.7– Assenza di ostacoli in direzione Navacchio dalla strada vicinale



Fig. 3.8- Triangolo di visibilità in direzione Navacchio (V85 102 km/h) – estratto allegato

Triangolo in destra in uscita dalla strada vicinale - direzione Arnaccio/Navacchio

La distanza di visibilità è stata calcolata prendendo a riferimento la V85 di 69 km/h cui corrisponde un valore di 270 m; tale distanza risulta maggiore rispetto alla distanza tra l'intersezione e la SR206 pari a ca. 190 m. Essendo la tratta in ambito urbano in cui vige il limite di velocità di 50 km/h la distanza di visibilità è stata calcolata facendo riferimento al limite presente da cui risulta una distanza D del triangolo pari a ca. 194 m (v. fig. 3.9); la normativa italiana ai soli fini di disciplinare il calcolo delle distanze di visibilità nelle intersezioni a raso in presenza di limiti impositivi di velocità consente di utilizzare il valore prescritto dalla segnaletica. Pertanto dato che i mezzi pesanti in uscita dall'area estrattiva si dirigono verso la SR206 svoltando in destra dalla vicinale (v.fig. 2.1 cap. 2 del presente documento), vista la presenza della striscia continua lungo la sp 24 e visto che sulla strada vicinale verrà posto l'obbligo di svolta in destra come meglio indicato nel capitolo 4, si ritiene che non vi siano particolari criticità di visibilità; sul lato destro in direzione SR206 è presente una siepe che dovrà essere opportunamente mantenuta al di fine di conservare le condizioni di visibilità (v. fig. 3.10).



Fig. 3.9– Triangolo di visibilità in direzione SR206 con velocità V85 50 km/h – estratto allegato



Fig. 3.10–Siepe in direzione SR206 dalla strada vicinale che non impedisce la visibilità

DISTANZA DI VISUALE LIBERA

Lungo la sp 24 nella tratta oggetto di studio non sono presenti impedimenti con una distanza di visuale libera maggiore alla distanza di visibilità per l'arresto e di visibilità dell'intersezione in entrambe le direzioni di marcia.

4. SEGNALETICA STRADALE

4.1 Segnaletica verticale

La segnaletica verticale deve essere correttamente posizionata in funzione delle velocità in modo che i conducenti, abbiano garantita una adeguata visibilità e, quindi, il tempo necessario per comprendere il contenuto informativo dei segnali; con riferimento alla classificazione tecnico-funzionale delle strade il CdS stabilisce i valori minimi da attribuire agli spazi di avvistamento dei segnali di pericolo e prescrizione. Nel caso in oggetto, lungo la sp 24 ad una distanza di 150 m dall'intersezione, è prevista l'installazione dei segnali di pericolo generico secondo l'articolo 103 del CdS fig. II 35 con pannello integrativo “uscita automezzi”; il segnale con pellicola rifrangente di classe 1 o 2 è integrato da luci lampeggianti di colore giallo alimentate da pannello fotovoltaico (v. fig. 4.1).



Fig. 4.1 – Segnale di pericolo generico con pannello fotovoltaico o simili

La segnaletica lungo la sp 24 sarà inoltre integrata da limite di velocità massimo di 50 km/h lungo la direzione Navacchio÷SR 206 posto a 150 m dall'intersezione secondo quanto indicato all'art. 116 del Regolamento di attuazione del CdS fig. II 50.



Fig. 4.2 – Segnale di limite di velocità fig II 50 art. 116 CdS

Allo scopo di rendere maggiormente sicura l'immissione dei veicoli sulla sede stradale è prevista l'installazione di uno specchio parabolico fronte strada

vicinale con inclinazione verso il flusso veicolare Navacchio÷SR206; gli specchi non sono previsti dal CdS ma svolgono una funzione supplementare alla segnaletica stradale.



Fig. 4.3 – Specchio stradale parabolico

Sulla strada vicinale è prevista la posa in opera del segnale di fermarsi e dare precedenza art. 107 del CdS fig. II 37 in corrispondenza della soglia di arresto con pellicola rifrangente di classe 2 (alta efficienza).



Fig. 4.4 – Segnale di fermarsi e dare precedenza fig II 37 art. 107 CdS

A completamento della segnaletica lungo la strada vicinale è prevista la posa in opera di segnaletica di direzione obbligatoria a destra secondo l'art. 122 del Regolamento di esecuzione del CdS fig. II.80.c.



Fig. 4.5 – Segnale di direzione obbligatoria fig II 80.c art. 122 CdS

Nella figura 4.6 seguente è riportato lo schema della segnaletica verticale di progetto.



Fig. 4.6 – La segnaletica verticale lungo la sp 24 e la strada vicinale – estratto allegato

4.1 Segnaletica orizzontale

Lungo la sp 24 nei pressi dell'intersezione sono presenti bande trasversali ad effetto ottico; al fine di una maggiore percezione si consiglia il rifacimento della segnaletica secondo quanto indicato all'art. 109 c. 1÷3 fig. II 473 con trattamento della superficie mediante irruvidimento in modo che possano determinare effetti vibratorii di limitata intensità (v. fig. 4.7).



Fig. 4.7 – Segnaletica orizzontale lungo la sp 24 – bande ad effetto ottico

Sulla strada vicinale il segnale di fermarsi e dare precedenza sarà integrato a mezzo di segnaletica orizzontale con striscia di arresto secondo quanto indicato all'art. 144 del Regolamento di Esecuzione del CdS, e dalla scritta STOP secondo quanto riportato al c.8 dell'art.148 Regolamento di Esecuzione del CdS fig. II 432/a.

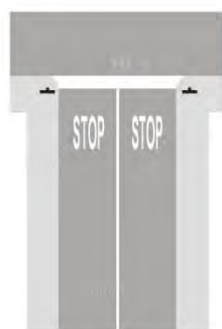


Fig. 4.8 – Segnaletica orizzontale sulla strada vicinale – fig. II 432/a CdS

5. CONCLUSIONI

Le verifiche di ingombro del mezzo pesante per il ripristino della cava non hanno evidenziato particolari criticità durante le manovre di svolta. Allo scopo di avvalorare la simulazione effettuata a mezzo di software specifico è stata fatta in loco una simulazione con il mezzo che sarà operativo nel cantiere che ha confermato che l'attuale geometria dell'intersezione è in grado di contenere le manovre di ingombro.

Le verifiche di visibilità non hanno evidenziato particolari criticità in direzione Navacchio in uscita dalla strada vicinale; per il calcolo della visibilità d'arresto e del triangolo di visibilità si è fatto riferimento alla V85 della postazione 1+600 (rilievi Provincia di Pisa anno 2022) pari a 102 km/h cui corrispondono valori di 170 m per la distanza di arresto e di 400 m per la lunghezza del triangolo di visibilità, avendo considerato per il tempo di manovra t il valore di 14 secondi vista la pendenza del 10% della tratta finale della vicinale.

Per la visibilità in destra in uscita dalla strada vicinale sono stati utilizzati i dati della postazione di rilievo 0+200 relativi al giorno feriale del mese di aprile che hanno evidenziato una V85 di 69 km/h, da cui risulta una distanza di arresto di 90 m; per il calcolo della distanza di visibilità considerando un tempo t di 14 secondi (pendenza 10% tratta finale della vicinale) si ottiene un valore D di 270 m ca., superiore alla distanza esistente tra la SR206 e l'intersezione oggetto di studio. Per tale motivo la distanza D è stata calcolata prendendo a riferimento il limite di velocità di 50 km/h (ambito urbano) da cui risulta una distanza D pari a ca. 194 m che non ha evidenziato particolari criticità di visibilità.

Le verifiche di funzionalità dell'intersezione, in funzione delle portate orarie rilevate nel giorno di massimo carico veicolare e in funzione dei mezzi/h in ingresso/uscita dalla cava forniti dalla committenza, hanno mostrato che non vi è la necessità di inserire le corsie centrali di accumulo e di immissione e la corsia di uscita, mentre la corsia d'entrata per la svolta a destra, dalla viabilità vicinale alla sp 24, non è ammessa dal D.M. 19/04/2006 vigente per questa tipologia di intersezione.

Alla luce delle analisi effettuate risulta pertanto che l'intersezione è in grado di soddisfare il transito dei mezzi sia dal punto di vista geometrico che funzionale; è previsto il ripristino della pavimentazione della tratta finale della strada vicinale con stesura di conglomerato bituminoso di usura per uno sviluppo complessivo di ca. 30 m, la realizzazione di segnaletica verticale di tipo "*pericolo generico*" integrata con led a luce lampeggiante e di limite di velocità 50 km/h in direzione

Navacchio÷Arnaccio lungo la sp 24 e i segnali di direzione obbligatoria in destra e di stop sulla strada vicinale.

Per migliorare la percezione dell'intersezione saranno ripristinate le bande ottiche poste lungo la sp 24 con superficie irruvidita per effetti vibratorii di limitata intensità e sarà posto fronte strada vicinale uno specchio parabolico al fine di migliorare la visibilità in sinistra durante le manovre di svolta verso la SR206 dalla strada vicinale.

Infine al fine di conservare le condizioni di visibilità in destra dalla strada vicinale dovrà essere opportunamente mantenuta la siepe attualmente presente bordo strada.