

CIPREA S.r.l.

Via Tortona n. 15
20144 MILANO

**Studio di verifica viabilistica relativo al progetto di adeguamento
dell'accesso sulla SP 25 per l'ampliamento del complesso produttivo ICR.**

M2P s.r.l.

Via S.Giacomo 17
27029 VIGEVANO PV

Sommario

1	Premessa	2
2	Rilievo dei flussi di traffico.....	3
2.1	Risultati dei rilevamenti di traffico	5
3	Normativa di riferimento.....	6
3.1	Corsie di immissione.....	6
3.2	Corsie di diversione	7
4	Verifica della soluzione progettuale	8
4.1	Verifica geometrica e funzionale degli elementi compositivi	8
4.1.1	Corsia di immissione sulla SP 25.....	9
4.1.2	Corsia di diversione dalla SP 25	10
4.1.3	Corsia di immissione in mezzeria sulla SP 25	10
4.1.4	Corsia di diversione in mezzeria dalla SP 25.....	11
4.2	Conclusioni	11
5	Verifica di compatibilità per il collegamento alla viabilità ciclopedonale	12
	Allegato grafico: Soluzione progettuale	13

1 Premessa

Nella presente relazione viene esaminato l'impatto sulla viabilità in ragione della modifica viabilistica relativa all'accesso al complesso industriale ICR ubicato sulla strada Provinciale SP.25 al Km 2,8.

A supporto delle valutazioni relative alla capacità di smaltimento traffico dello svincolo di accesso all'area produttiva in esame e dell'asse viario afferenti, costituito dalla SP 25 da Lodi a Boffalora d'Adda, sono state utilizzate le campagne di raccolta dati preesistenti integrate con una specifica campagna di rilievi.

Di seguito si descrivono le indagini svolte per l'individuazione del traffico veicolare, si analizza la rete stradale esistente in relazione alla soluzione progettuale e si determinano i flussi veicolari indotti dall'attività, al fine di analizzare gli effetti sul traffico della nuova soluzione viabilistica.

Si procede successivamente alla verifica della scelta progettuale, effettuata sulla base della normativa vigente (D.G.R. 27 settembre 2006 – N° 8/3219 in attuazione al Regolamento Regionale 24 aprile 2006 – N° 7 della Regione Lombardia), sia per quanto riguarda la tipologia di intersezione (incrocio a raso canalizzato), sia per quanto riguarda il corretto dimensionamento degli elementi compositivi dell'intersezione stessa dal punto di vista geometrico e funzionale.

2 Rilievo dei flussi di traffico

In questo capitolo si passa in rassegna la fase di analisi dei flussi veicolari eseguita sulla strada Provinciale SP.25 al Km 2.8 in corrispondenza dell'accesso esistente allo stabilimento ICR, come fase propedeutica e conoscitiva necessaria per la verifica del progetto di adeguamento dell'accesso sulla SP. 25, relativamente all'ampliamento del complesso produttivo ICR.

Obiettivo principale delle indagini è stato quello di indagare la mobilità veicolare in ingresso/uscita dal complesso produttivo ICR per le ore di punta del mattino e della sera, mediante conteggi manuali dei veicoli in transito eseguiti da operatori sul campo, muniti di appositi conta colpi, che registravano i flussi intercettati per ciascuna componente di traffico. In particolare, sono stati effettuati conteggi di sezione (veicoli in transito in determinate sezioni) e di manovra (veicoli che effettuano all'intersezione una determinata manovra di svolta).

La campagna di rilevamento manuale è stata organizzata in maniera tale da censire i nodi ritenuti importanti per misurare l'entità dei flussi che interessano la viabilità di accesso/uscita dal complesso produttivo ICR. In particolare, in ragione della previsione dell'adeguamento dello svincolo di accesso costituito da un incrocio canalizzato dotato di corsie di accelerazione / decelerazione e di corsia centrale di accumulo, le indagini si sono concentrate nella ore principali di ingresso/uscita (traffico dell'ora di punta del mattino e della sera) per poter dare riscontro alla verifica funzionale e geometrica degli elementi compositivi dell'intersezione canalizzata.

Le indagini si sono svolte nelle seguenti giornate, caratterizzate da tempo stabile:

- A. Martedì 13 novembre 2012
- B. Venerdì 16 novembre 2012

Nel complesso si è istituita una postazione che ha restituito **3** sezioni di rilievo (tra manovre e flussi).

Alla luce dei dati rilevati è possibile affermare che l'ora di punta è la seguente:

- In ingresso allo stabilimento è quella **dalle 8.00 alle 8.30**;
- In uscita dallo stabilimento è quella **dalle 17.30 alle 18.00**;
- per il traffico passante lungo la SP 25 è quella **dalle 8.00 alle 8.30**.

Le sezioni di rilevamento del conteggio dei flussi e delle manovre, delle giornate di martedì 13 Novembre 2012 e di venerdì 16 Novembre 2012, sono state 3:

- **Sezione A:** flussi sulla SP 25 in direzione Lodi;
- **Sezione B:** flussi sulla SP 25 in direzione Boffalora d’Adda;
- **Sezione C:** flussi in ingresso/uscita dal piazzale esistente (parcheggio e stabilimento).

Sono stati inoltre monitorati i flussi di traffico in corrispondenza di una quarta sezione di rilevamento posta al di fuori della tratta interessata dall’intervento di adeguamento, ubicata a circa 250m a sud della attuale ingresso allo stabilimento ICR in corrispondenza dell’accesso ad un sito di cava, i cui valori di veicoli equivalenti/ora in ingresso ed in uscita possono essere considerati ininfluenti ai fini del presente studio di traffico e del dimensionamento dell’intersezione di progetto, in quanto inferiori al 10% del traffico passante e pertanto non sono stati riportati nelle tabelle riassuntive dei risultati a pagina seguente.

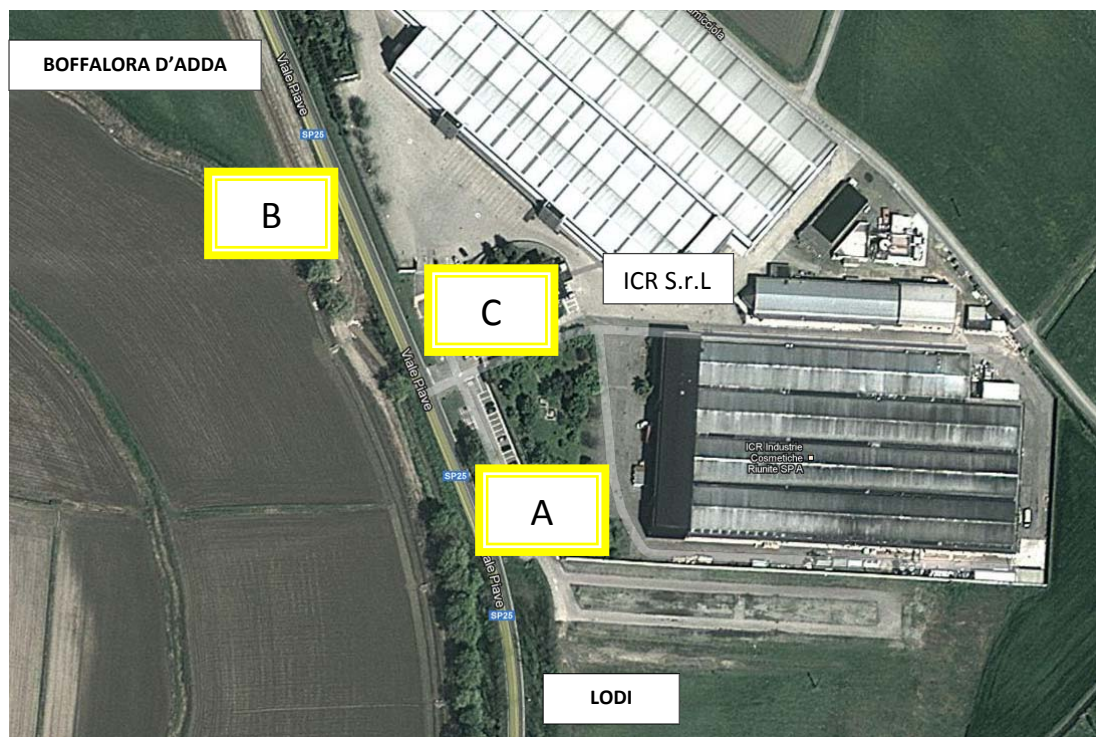


Figura 1 –Postazioni di conteggio manuale A, B e C

Nelle tabelle a pagina seguente, si riportano i risultati dei rilievi di traffico sotto forma di matrici origine / destinazione, nelle quali in riga sono riportate i nomi delle sezioni intese come **origine** dei flussi di traffico ed in colonna le **destinazioni** dei flussi di traffico, espressi in **veicoli equivalenti / ora**.

2.1 Risultati dei rilevamenti di traffico

8,00-9,00				
giorno 13/11/2012 MATTINA	A	B	C	TOT
A	0	156	177	333
B	243	0	72	315
C	15	3	0	18
TOT	258	159	249	666

Tabella 1 – matrice veicoli/ora (8.00-9.00) del giorno 13/11/2012

17,00-18,00				
giorno 13/11/2012 SERA	A	B	C	TOT
A	0	147	3	150
B	120	0	12	132
C	197	88	0	285
TOT	317	235	15	567

Tabella 2 – matrice veicoli/ora (17.00-18.00) del giorno 13/11/2012

8,00-9,00				
giorno 16/11/2012 MATTINA	A	B	C	TOT
A	0	170	280	450
B	284	0	58	342
C	0	0	0	0
TOT	284	170	338	792

Tabella 3 – matrice veicoli/ora (8.00-9.00) del giorno 16/11/2012

16,00-17,00				
giorno 16/11/2012 SERA	A	B	C	TOT
A	0	94	18	112
B	168	0	6	174
C	79	77	0	156
TOT	247	171	24	442

Tabella 4 – matrice veicoli/ora (16.00-17.00) del giorno 16/11/2012

Di seguito si riportano i valori massimi rilevati, suddivisi in base alla direzione di flusso, che verranno utilizzati successivamente per il dimensionamento delle corsie della nuova viabilità.

Traffico passante sulla SP25:

- direzione Lodi-Boffalora D’Adda: **170 v/h** (Traffico orario di punta del mattino);
- direzione Boffalora D’Adda-Lodi: **284 v/h** (Traffico orario di punta del mattino).

Traffico in ingresso allo stabilimento:

- direzione Lodi-ICR S.r.l.: **280 v/h** (Traffico orario di punta del mattino);
- direzione Boffalora D’Adda-ICR S.r.l.: **72 v/h** (Traffico orario di punta del mattino)

Traffico in uscita dallo stabilimento:

- direzione ICR S.r.l.-Lodi: **197 v/h** (Traffico orario di punta della sera)
- direzione ICR S.r.l.-Boffalora D’adda: **88 v/h** (Traffico orario di punta della sera).

3 Normativa di riferimento

I criteri alla base della verifica dell'intersezione in progetto sono quelli oggetto del metodo definito dalla normativa vigente (D.G.R. 27 settembre 2006 – N° 8/3219 in attuazione al Regolamento Regionale 24 aprile 2006 – N° 7 della Regione Lombardia) di seguito descritto.

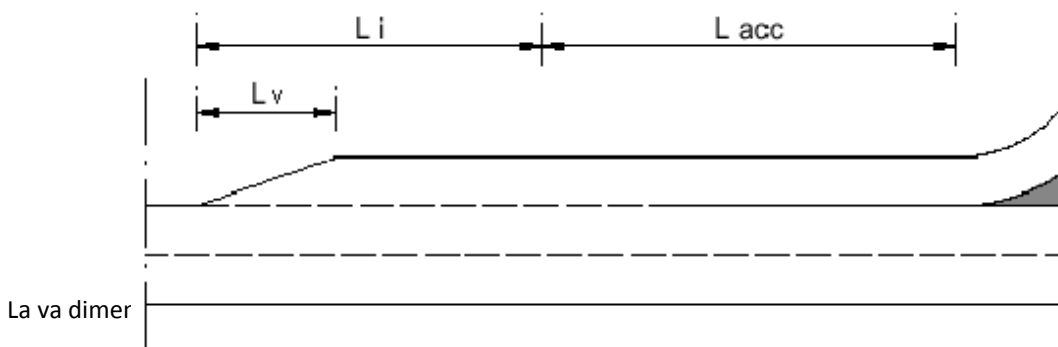
3.1 Corsie di immissione

Sono composte dai seguenti tratti elementari (v. fig.)

Tratto di accelerazione di lunghezza L_a

Tratto di immissione di lunghezza L_i

Elemento di raccordo di lunghezza L_v compreso nel tratto di immissione



$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{26(a \pm \frac{i}{10})}$$

Dove:

L è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica

V_1 è la velocità di ingresso nel tratto di accelerazione, si assume pari all'75% della v_p di progetto della strada principale

V_2 è la velocità di uscita nel tratto di accelerazione, corrispondente al raggio R del tratto di curva di deviazione.

" a " è l'accelerazione assunta per la manovra, pari a 1.0 m/s².

" i " è la pendenza longitudinale

L_i lunghezza di immissione, si considera sempre sufficiente una lunghezza pari a 150 m (con $V_p < 80$ km/h può essere ridotta fino a 50 m e al limite, per flussi poco consistenti essere posta pari a 0).

In alternativa si può calcolare con metodo funzionale utilizzando la seguente la formula:

$$L_i = \frac{N - 800}{100} \times V_1$$

Dove:

N è il flusso della corrente principale, considerato maggiore di 800 unità, (per valori minori si può porre L_i pari a 0) ridotto a seconda del numero di corsie (per 2 corsie è il 60% del flusso totale, per 3 corsie il 40%, per 4 corsie il 30%).

L_v si dimensiona con criteri geometrici in base alla velocità di progetto della strada principale.

per $V_p > 80$ km/h $L_v = 75$ m

per $60 < V_p < 80$ km/h $L_v = 50$ m

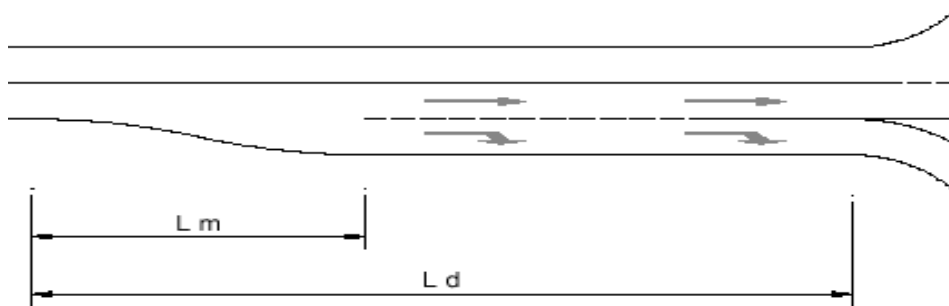
per $V_p < 60$ km/h $L_v = 20$ m

3.2 Corsie di diversione

Sono composte dai seguenti tratti elementari (vedi figura successiva):

Tratto di manovra di lunghezza L_m ;

Tratto di decelerazione di lunghezza L_d (comprendente la lunghezza del tratto di manovra) parallelo all'asse principale della strada.



L_d va dimensionata con criterio cinematico seguendo la formula:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{26(a \pm \frac{i}{10})}$$

Dove:

L è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica

v_1 è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione, si assume pari all' 75% della v_p di progetto della strada principale

v_2 è la velocità di uscita nel tratto di decelerazione, corrispondente al raggio R del tratto di curva di deviazione.

" a " è l'accelerazione assunta per la manovra, pari a 2,5 m/s².

" i " è la pendenza longitudinale

L_m va dimensionato con criterio geometrico in base alla velocità di progetto.

per $V_p > 80$ km/h $L_v = 75$ m

per $60 < V_p < 80$ km/h $L_v = 50$ m

per $V_p < 60$ km/h $L_v = 20$ m

4 Verifica della soluzione progettuale

La soluzione di progetto prevede la realizzazione di un incrocio canalizzato a T per l'accesso al sedime dello stabilimento ICR, con corsie di diversione e di immissione e corsia di accumulo per la manovra di svolta in mezzera.

La scelta di prevedere un'intersezione a raso di tipo canalizzato risulta in accordo con le indicazioni tecniche di cui al paragrafo "3.B.1.1 – In quali casi è ragionevole realizzare una intersezione canalizzata" della D.G.R. 27 settembre 2006 – N° 8/3219, che individua quale condizione ottimale per la realizzazione di questa tipologia di intersezione "la presenza di strade intersecantesi di differente gerarchia funzionale e con flussi disomogenei", in quanto consente di:

- privilegiare una corrente di traffico garantendo al massima fluidità sulla direttrice principale;
- diminuire il numero dei punti di conflitto contribuendo a rendere più sicura l'intersezione;
- rendere più fluide le condizioni di deflusso dell'intersezione.

Viceversa, sempre in accordo con la citata normativa regionale (cfr. paragrafo 3.A.1.1), l'elevata disomogeneità dei flussi di traffico tra la direttrice principale e la viabilità di accesso allo stabilimento sconsigliano l'adozione di un'intersezione a raso di tipo rotatorio, in quanto "le rotatorie contribuiscono a penalizzare in maniera notevole il deflusso veicolare sulle direttrici principali in quanto, di fatto, ogni braccio d'entrata possiede la stessa priorità/penalità per l'ingresso nell'anello".

Dal punto di vista geometrico, la soluzione progettuale prevede l'**adeguamento in sede del sedime esistente** della SP25, mediante allargamento asimmetrico in destra (senso di percorrenza Lodi-Boffalora) e mantenimento del ciglio interno esistente.

Tale soluzione risulta conforme a quanto previsto dalla normativa regionale, sia per quanto riguarda la geometria degli elementi (cfr. paragrafo 3.B.6), sia per quanto riguarda la visibilità e a percezione dell'intersezione (cfr. paragrafo 3.B.3). Relativamente a quest'ultimo punto, si rileva che l'intervento si configura come messa sicurezza del tratto in esame in quanto il disassamento delle corsia di marcia rispetto al ciglio interno consente, in relazione alla velocità di percorrenza della provinciale, l'incremento delle distanze di visuale libera all'interno dell'intervallo previsto dalla normativa.

4.1 Verifica geometrica e funzionale degli elementi compositivi

Nella figura a pagina seguente si riportano le dimensioni degli elementi compositivi dell'intersezione canalizzata in progetto, secondo la definizione di cui al capitolo precedente, le cui caratteristiche dimensionali vengono confrontate con i valori limite di normativa, calcolati tramite i metodi esposti al paragrafo precedente.

Per gli elementi il cui dimensionamento dipende da criteri funzionali, i dati di traffico utilizzati per i calcoli sono quelli oggetto dei rilievi di cui al capitolo 2, riferiti all'ora di punta del mattino e della sera.

Per gli elementi il cui dimensionamento dipende dal criterio cinematico, il valore di velocità dell'ottantacinquesimo percentile del flusso della SP25 è fissato in 50 Km/h corrispondente con il limite di velocità vigente nel tratto stradale in cui insiste l'intervento di progetto.



Figura 2 – Elementi compositivi dell’intersezione di progetto

4.1.1 Corsia di immissione sulla SP 25

La corsia di immissione in progetto sulla SP25, per i veicoli provenienti dallo stabilimento in direzione Boffalora d’Adda, ha lunghezza complessiva di 122m, con un tratto di raccordo da 31m.

Dati di input				
Immissione	velocità progetto rampa in immissione	v1[km/h]	20	
		v1[m/s]	5,6	
	velocità progetto strada in cui ci si immette	v2[km/h]	50	
		v2[m/s]	13,9	
		100%*v2[km/h]	50	v2
	Accelerazione (D.G.R. 8/3219)	a [m/s^2]	1	
	pendenza	%	0,00%	
	Flusso complessivo strada in cui ci si immette	20 Veicoli	170	
numero corsie strada in cui ci si immette	Corsie	1		
Flusso della corsia in cui ci si immette	Flusso N	170	N	
D.G.R. 8/3219 Regione Lombardia			Valori limite	Dati di progetto
Corsie di accelerazione/entrata			[m]	[m]
Immissione	Tratto di accelerazione	$L_{acc}=(V1^2-V2^2)/26*(a+i/10)$	38,7	91
	Tratto di immissione	$Li=(N-800)/100*v2$	0,0	
	Tratto di raccordo	Lr	20,0	31
	Lunghezza totale	$L_{tot}=Li+L_{acc}$	38,7	122

Tabella 5 – verifica degli elementi compositivi della corsia di immissione

Dal confronto tra i valori limite di normativa e le lunghezze di progetto, la corsia risulta correttamente dimensionata.

4.1.2 Corsia di diversione dalla SP 25

La corsia di diversione in progetto dalla SP25 per i veicoli provenienti da Lodi e diretti allo stabilimento, ha lunghezza complessiva di 65m, con un tratto di raccordo da 20m.

Dati di input			
Diversione	velocità progetto rampa in diversione	v1[km/h]	10
		v1[m/s]	2,8
	Tipo di strada da cui si proviene		
	velocità progetto strada da cui si proviene	v2[km/h]	50
		v2[m/s]	13,9
	pendenza strada da cui si proviene		0,00%
D.G.R. 8/3219 Regione Lombardia			Valori limite [m]
			Dati di progetto [m]
Diversione	Corsie di decelerazione/uscita		
	Tratto di manovra	Lm	20
	Tratto di decelerazione	$Ld=(V1^2-V2^2)/26*(a+i/10)$	20,1
	Lunghezza totale	Ltot=	20,1
			65

Tabella 6 – verifica degli elementi compositivi della corsia di diversione

Dal confronto tra i valori limite di normativa e le lunghezze di progetto, la corsia risulta correttamente dimensionata.

4.1.3 Corsia di immissione in mezzeria sulla SP 25

La corsia di immissione in mezzeria in progetto sulla SP25, per i veicoli provenienti dallo stabilimento in direzione Lodi, ha lunghezza complessiva di 80m, composti da un tratto di accumulo da 40m ed un tratto di raccordo da 40m, con un tratto di manovra da 8m.

Dati di input			
Immissione	velocità progetto strada in cui ci si immette	v2[km/h]	50
		v2[m/s]	13,9
		100%*v2[km/h]	50
	allargamento semicarreggiata	[m]	1,75
			v2
	Flusso complessivo strada in cui ci si immette (SP25)	Veicoli	284
	Flusso della corsia in cui ci si immette (accumulo in mezzeria)	Flusso N	197
D.G.R. 8/3219 Regione Lombardia			Valori limite [m]
			Dati di progetto [m]
Immissione	Corsie di immissione in mezzeria		
	Tratto di manovra		max 10m
	Tratto di accumulo		20,0
	Tratto di raccordo	$Lr = 0,6*v2*radQ(d')$	39,7
	Lunghezza totale	Ltot=Li+Lacc	59,7
			80

Tabella 7 – verifica degli elementi compositivi della corsia di immissione in mezzeria

Dal confronto tra i valori limite di normativa e le lunghezze di progetto, la corsia risulta correttamente dimensionata.

4.1.4 Corsia di diversione in mezzeria dalla SP 25

La corsia di diversione in mezzeria in progetto sulla SP25, per i veicoli provenienti da Boffalora d'Adda e diretti allo stabilimento, ha lunghezza complessiva di 74m, composti da un tratto di accumulo e decelerazione da 48m, con un tratto di manovra da 26m.

Dati di input			
Diversione	velocità progetto rampa in diversione	v1[km/h]	0
		v1[m/s]	0,0
	Tipo di strada da cui si proviene		
	velocità progetto strada da cui si proviene	v2[km/h]	50
		v2[m/s]	13,9
	allargamento semicarreggiata	[m]	1,75 d'
D.G.R. 8/3219 Regione Lombardia			Valori limite [m] Dati di progetto [m]
Diversione	Corsie di decelerazione/uscita		
	Tratto di manovra	Lm	20 26
	Tratto di decelerazione + tratto di accumulo	$Ld+La=(V1^2-V2^2)/26*(a+i/10)+La$	41,6 48
	Lunghezza totale	Ltot=Lm+Ld+La	61,6 74

Tabella 8 – verifica degli elementi compositivi della corsia di diversione in mezzeria

Dal confronto tra i valori limite di normativa e le lunghezze di progetto, la corsia risulta correttamente dimensionata.

4.2 Conclusioni

Alla luce di quanto sopra esposto, la soluzione progettuale risulta verificata e può ritenersi conforme alla normativa vigente.

Si allega pertanto un elaborato grafico con la soluzione progettuale.

5 Verifica di compatibilità per il collegamento alla viabilità ciclopedonale

Si riporta di seguito il layout progettuale, compatibile con l'intervento, per la realizzazione del collegamento ciclopedonale tra l'area dello stabilimento e la pista ciclabile esistente posta sul lato opposto della SP25.

Il progetto consiste nella realizzazione di un attraversamento protetto, come illustrato in figura, realizzato prolungando la corsia di accumulo centrale in direzione Boffalora d'Adda, in modo da poter ricavare un attraversamento protetto con cordolo spartitraffico salvagente.

L'attraversamento dovrà comunque risultare adeguatamente segnalato mediante apposita segnaletica verticale ed orizzontale fissa e segnalamento luminoso di preavviso.



Figura 3 – Collegamento con pista ciclopedonale

Allegato grafico: Soluzione progettuale

