

Comune di PORTOMAGGIORE  
Provincia di FERRARA

# IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI FERTILIZZANTI DA FANGHI DI DEPURAZIONE SITO IN VIA PORTONI BANDISSOLO LOCALITA' PORTOVERRARA

Autorizzazione unica di V.I.A.  
ai sensi della L.R. N° 4/18 del 20/04/2018

## PROGETTO DEFINITIVO

Spazio riservato all'Ufficio Tecnico

### COMMITTENTE

CENTRO AGRICOLTURA AMBIENTE "G.NICOLI" s.r.l.  
con sede in CREVALCORE (BO)  
via Argini Nord n° 3351  
C.F/P.Iva: 01529451203

### PROGETTISTA E D.L.

Ing. GIORGIO PIACENTINI  
C.F: PCN GRG 65T26 G393V

N° TAVOLA

02

Elaborato

## PROGETTAZIONE STRADALE

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Scala

-

Data

30/09/2022

Rev 01

Rev 02

Rev 03

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 2 di 15
--	--	-------------------

1.	PREMESSA.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
4.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	6
5.	DESCRIZIONE DEL METODO DI VERIFICA.....	7
5.1.	Calcolo del traffico massimo sopportabile .....	8
5.2.	Traffico di progetto.....	11
5.3.	Verifica della pavimentazione stradale. ....	15

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners  Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 3 di 15
--	--	-------------------

## 1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il calcolo della pavimentazione stradale prevista per gli interventi di potenziamento delle viabilità connesse all'intervento di recupero con riutilizzo dei fanghi biologici da depurazione presso l'area denominata Corte "Fienil Nuovo", sita in Via Portoni Bandissolo, nel Comune di Portomaggiore (FE).

Le opere stradali riguardano la riqualifica di via Bonacciola dalla SP 48 via Rangona all'intersezione con via Portoni Bandissolo e la stessa via Portoni Bandissolo nel breve tratto compreso tra via Bonacciola e l'ingresso allo stabilimento per il trattamento dei fanghi.

Per la definizione della sovrastruttura sono state condotte una serie di prove in sito che hanno consentito di individuare la stratigrafia esistente, le caratteristiche dei materiali in sito e le caratteristiche di portanza dei rilevati esistenti.

In particolare, sono state eseguite 38 Prove di Carico Dinamiche (D), 5 scavi esplorativi (SC) e 4 Prove di Carico su Piastra Statiche (PLT/ST).

Sono inoltre stati prelevati 4 campioni che sono poi stati sottoposti ad analisi di laboratorio per la caratterizzazione dei materiali raccolti mentre su quello ritenuto più significativo è stata condotta l'analisi di Consumo Iniziale di Calce.

Per tutti i dettagli relativi alle prove in sito si rimanda alla Relazione geologica/geotecnica compresa tra gli elaborati progettuali.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners  Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO  Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO  4 di 15
--	--	-----------------------

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

L'intervento in oggetto è costituito dai seguenti elaborati progettuali:

				PROGETTO STRADALE
RE	PS	01	A	Relazione Tecnica Generale
RE	PS	02	A	Relazione di Calcolo della Pavimentazione
TAV	PS	01	A	Planimetria su Carta Tecnica Regionale
TAV	PS	02	A	Planimetria su Fotopiano
TAV	PS	03	A	Planimetria Stato di Fatto
TAV	PS	04	A	Planimetria di Progetto
TAV	PS	05	A	Planimetria di Tracciamento
TAV	PS	06	A	Profili Longitudinali
TAV	PS	07	A	Sezioni Tipo
TAV	PS	08	A	Sezioni Trasversali
TAV	PS	09	A	Segnaletica Verticale e Orizzontale
				PROGETTO STRUTTURALE
TAV	PS	10	A	Tombamento Scolo di Bonifica Forcello. Disegno di Insieme
TAV	PS	11	A	Tombamento Scolo di Bonifica Forcello. Carpenteria ed armatura
RE	PS	03	A	Relazione di calcolo scatolare
RE	PS	04	A	Relazione di calcolo muri di sostegno
				ESPROPRI
TAV	PS	12	A	Piano Particellare
				RETI TECNOLOGICHE
TAV	PS	13	A	Interramento Linea Telecom. Planimetria e sezione tipo

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners  Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO  Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale  RE.PS.02.A	FOGLIO  5 di 15
--	--	-----------------------

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito, a titolo indicativo e non esaustivo, alcune disposizioni di legge vigenti:

- AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - BOLLETTINO UFFICIALE Norme Tecniche -  
anno XXIX n. 178 del 15 settembre 1995: “Catalogo delle pavimentazioni  
stradali”;

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners  Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 6 di 15
--	--	-------------------

## 4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento si configura come un risanamento e potenziamento della viabilità podereale attuale al fine di renderla adeguata al futuro transito dei mezzi da e per il nuovo impianto di trattamento dei fanghi di depurazione.

Alla luce dei risultati delle analisi in sito si sono definiti gli interventi da realizzare che possono essere schematicamente riassunti come segue:

- Asportazione del materiale vegetale sui bordi della carreggiata esistente
- Livellamento del terreno in sito ed eventuale riporto di misto stabilizzato per raggiungere le quote previste
- Stabilizzazione a calce dei materiali in sito per uno spessore di circa 40cm
- Stesa di uno strato di misto granulometrico stabilizzato per la realizzazione delle pendenze trasversali per uno spessore medio di 10cm
- Stesa di uno strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso di spessore 8cm
- Stesa di uno strato di usura in conglomerato bituminoso di spessore 4cm.

Alla luce delle caratteristiche di portanza riscontrate in sito e considerando il miglioramento di tali caratteristiche sicuramente derivante dagli interventi previsti si ritiene la sovrastruttura proposta adeguata ai volumi di traffico previsti.

Si riporta nel seguito la verifica della pavimentazione prevista.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners  Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO  Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale  RE.PS.02.A	FOGLIO  7 di 15
--	--	-----------------------

## 5. DESCRIZIONE DEL METODO DI VERIFICA

Nel presente paragrafo vengono riportati i criteri di verifica adottati per la sovrastruttura stradale in progetto in accordo al metodo proposto in “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures”. Per i parametri si fa riferimento alle indicazioni riportate sulla CNR “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni, che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton. che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento cioè il valore di PSI finale (PSI = Present Serviceability Index), un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione all’“affidabilità” richiesta.

Questi assi devono essere confrontati con il traffico commerciale che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Poiché il traffico commerciale transitante si differenzia per il numero di assi, per il carico degli assi e per la tipologia, è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno, alla pavimentazione, degli assi dei veicoli realmente transitanti.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Anche questi coefficienti sono funzione di alcuni parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo.

Noti questi coefficienti, si calcola quello medio, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame.

Infine per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica basta moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

L’obiettivo che ci si prefigge nella progettazione delle sovrastrutture è quello di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità per un prefissato lasso di tempo.

E’ opportuno osservare che il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili e semi-rigide.

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrara	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 8 di 15
--	--	-------------------

Poiché, inoltre, le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo, i carichi sono dispersi per posizione ed entità, ed infine il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici. Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

- La vita utile, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite, per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni;
- Lo stato limite, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire, per il metodo empirico il parametro di riferimento è il PSI;
- L'affidabilità, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile, per il progetto in esame è stata posta pari al 90%.

## 5.1. Calcolo del traffico massimo sopportabile

Il traffico di progetto  $W_{18}$ , inteso come il numero di passaggi di assi singoli equivalenti da 8.2 t sopportabile, tiene conto dei seguenti aspetti:

1. grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento
2. decadimento limite ammissibile della sovrastruttura
3. caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN)

secondo la seguente relazione:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

con

- $Z_R$  è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità  $R=90\%$  (probabilità che il numero di ripetizioni di carico  $N_t(\max)$  che portano il valore



$PSI = PSI_{fin}$  sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni  $N_t$  realmente applicate alla sovrastruttura); assume un valore pari a  $-1,282$ ;

Fattore di Affidabilità $Z_r$				
$R_1$	80%	85%	90%	95%
$Z_r$	-0.841	-1.037	-1.282	-1.645

Da CNR "Catalogo delle pavimentazioni stradali"

- $S_0$  è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione; per le pavimentazioni flessibili, assume un valore compreso tra 0,40 e 0,50 quando si tiene conto dell'errore che si commette sia sul traffico sia sulla prestazione prevista per una data pavimentazione; è stato scelto un valore pari a 0,45;
- Il grado di efficienza della pavimentazione, noto anche come PSI (Present Serviceability Index), esprime la misura della idoneità di questa ad assicurare la sicurezza della circolazione e le condizioni di confort per gli utenti ed assume valori numerici compresi tra 0 (strada in pessime condizioni) e 5 (strada in ottime condizioni). Il grado di efficienza ritenuto generalmente accettabile, per le strade in oggetto, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione è  $PSI_{fin} = 2.5$  per le strade di categoria C e pari a 2 per le strade di categoria F. Mentre viene assunto un valore di  $PSI_{iniz} = 4$  poiché si tiene conto delle inevitabili imperfezioni costruttive.

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

Da CNR "Catalogo delle pavimentazioni stradali"

- La viabilità in progetto prevede la realizzazione di uno strato stabilizzato a calce per uno spessore di 40cm.

Considerando i moduli di deformazione registrati con le prove di piastra eseguite sulla pavimentazione attuale e l'incremento di capacità portante che sicuramente si otterrà con la stabilizzazione a calce del terreno in sito, si può affermare con certezza che la portanza del sottofondo sarà coerente con le prescrizioni dei Capitolati Speciali d'Appalto utilizzati dagli enti che gestiscono le viabilità pubbliche, ovvero che sul piano di posa della pavimentazione si deve

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 10 di 15
--	--	--------------------

verificare che il modulo di deformazione (Md), misurato per mezzo della prova di carico su piastra (piastra da 30 cm, primo ciclo di carico), sia maggiore o uguale a 50 Mpa. Al modulo di deformazione richiamato corrisponde un terreno di capacità portante schematizzabile con un modulo resiliente (Mr) di circa 100 Mpa. Nelle verifiche condotte nel seguito viene comunque assunto cautelativamente un valore medio pari a 90 MPa (12611.63 psi) con riferimento alle indicazioni fornite dalla CNR “Catalogo delle pavimentazioni stradali”

$M_r = 150 \text{ N/mm}^2$ (*)
$M_r = 90 \text{ N/mm}^2$ (**)
$M_r = 30 \text{ N/mm}^2$ (***)

(\*) CBR = 15% , K = 100 KPa/mm

(\*\*) CBR = 9% , K = 60 KPa/mm

(\*\*\*) CBR = 3% , K = 20 KPa/mm

Da CNR “Catalogo delle pavimentazioni stradali”

- SN è lo structural number; nel metodo ad ogni strato (di spessore  $H_i$  espresso in pollici) viene assegnato un coefficiente di struttura che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione. Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio. Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti  $a_i$  e  $d_i$  per il suo spessore  $H_i$  come segue:

$$SN_i = a_i H_i d_i$$

$SN_i$  = numero di struttura dell’i-esimo strato [inch];

$a_i$  = coefficiente di strato dell’i-esimo strato [adimensionale];

$H_i$  = spessore dell’i-esimo strato [inch].

$d_i$  = coefficiente di drenaggio dell’i-esimo strato.

Inoltre, si tiene conto del contributo dato dal sottofondo SNSG (structural number of subgrade) attraverso la sua capacità portante CBR come segue:

$$SNSG = 3.51 \log_{10} CBR - 0.85 (\log_{10} CBR)^2 - 1.43 \quad \text{per } CBR \geq 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{per } CBR < 3$$

con

CBR = indice di portanza (California Bearing Ratio) [%] =  $MR[\text{MPa}]/10$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 11 di 15
--	--	--------------------

Pertanto SN viene così calcolato:

$$SN = \sum_{i=1}^{n_{strati}} a_i H_i d_i + SNSG \quad [\text{Inch}]$$

$$SN = \sum_i^{n_{strati}} a_i d_i \frac{H_i}{25.4} + SNSG = 0.03938 \sum_i^{n_{strati}} a_i d_i H_i + SNSG \quad [\text{mm}]$$

## 5.2. Traffico di progetto

Il traffico di progetto con cui è stata effettuata la verifica della pavimentazione prevista è stato definito in base allo studio dei flussi generati dal nuovo impianto.

Il calcolo del traffico agente viene condotto a partire dal traffico giornaliero medio TGM, che transita o si presume transiterà nell'infrastruttura nel primo anno di vita utile.

In base ai traffici previsti dallo studio dei flussi generati dal nuovo stabilimento si è definito, in via decisamente cautelativa, un TGM pari a 750 con una percentuale di mezzi pesanti pari al 25%.

Questi valori dovranno essere corretti considerando i seguenti fattori:

- L'evoluzione del traffico nel corso degli anni (r). È alquanto difficile poter prevederne l'esatta evoluzione, in genere si assiste a tassi di crescita maggiori nei primi anni di vita tassi che poi si riducono nel tempo. In mancanza di dati più precisi si può assumere un tasso compreso tra il 2%÷3% nel primo periodo di vita utile, 1 ÷ 2% nel medio periodo di vita utile e 1% nell'ultima parte;
- La distribuzione del traffico per senso di marcia (pd). In genere si può assumere che il TGM si suddivida equamente nelle due direzioni. In particolari situazioni, legate a fenomeni di pendolarismo si può verificare una diversa suddivisione (70% in un senso, 30% nell'altro);
- La percentuale di veicoli commerciali (p). Questa varia da valori nulli se il transito è interdetto a questa categoria di mezzi, fino ad assumere valori del 30 ÷ 40%. Valori medi sono compresi intorno tra 10 ÷ 15%; per la viabilità in oggetto risulta cautelativo adottare una percentuali sul TGM più gravoso pari al 25%;

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 12 di 15
--	--	--------------------

- Percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (pl). Non tutti i veicoli commerciali transitano nella corsia lenta; parte di questi, soprattutto quelli con minor carico, raggiungono velocità tali da impegnare anche le altre corsie. Si considera questo aspetto ipotizzando che (generalmente) il 95% di tutti i veicoli commerciali transiti sulla corsia lenta;
- La dispersione delle traiettorie (d). La traiettoria seguita dalle ruote, come già accennato, non è sempre la stessa, ma si disperde nell'intorno di un valore medio. Si tiene conto di ciò riducendo (in genere) del 20%, il TGM;
- La distribuzione dei carichi del traffico commerciale. I veicoli che lo compongono non hanno gli stessi carichi per asse determinando livelli di sollecitazione differenti. Per omogeneizzare i risultati si ricorre al concetto di asse equivalente che la progressione del danno prodotto varia in modo esponenziale con il carico stesso:

- Yoder ha proposto l'espressione

$$C_{eq} = 2^{0.78(x-y)}$$

dove x è il peso dell'asse in esame ed y il peso dell'asse equivalente standard.

- Ricerche più recenti mostrano il seguente legame:

$$C_{eq} = (x/y)^4$$

La dipendenza dalla 4a potenza è stata studiata con riferimento all'asse standard da  $y=80$  kN ed è riconosciuta valida internazionalmente.

- Il numero medio degli assi di un generico veicolo commerciale. Questo è compreso tra 2 e 5. Se si tiene conto della distribuzione delle differenti classi di veicoli commerciali, si può assumere un valore compreso tra 2.25 e 2.7. Nel caso in esame viene assunto un valore decisamente cautelativo pari a 4.

Il numero N di assi cumulati alla fine della vita utile potrà determinarsi moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$N = 365 \cdot TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 13 di 15
--	--	--------------------

Il numero di assi che transitano in un giorno dell'ultimo anno della vita utile sarà:

$$N_g = TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot (1+r)^n$$

La valutazione del traffico cumulato può essere condotta noto lo spettro di traffico.

Per la composizione del traffico previsto su ciascun tipo di strada sono stati assunti degli spettri tipici di veicoli commerciali, come segue.

Tipo di veicolo	N° di assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN								
Autocarri leggeri	2	↓ 10			↓ 20					
Autocarri leggeri	2	↓ 15			↓ 30					
Autocarri medi e pesanti	2	↓ 40			↓ 80					
Autocarri medi e pesanti	2	↓ 50			↓ 110					
Autocarri pesanti	3	↓ 40			↓ 80	↓ 80				
Autocarri pesanti	3	↓ 60			↓ 100	↓ 100				
Autotreni e autoarticolati	4	↓ 40			↓ 90		↓ 80			↓ 80
Autotreni e autoarticolati	4	↓ 60			↓ 100		↓ 100			↓ 100
Autotreni a autoarticolati	5	↓ 40	↓ 80	↓ 80					↓ 80	↓ 80
Autotreni e autoarticolati	5	↓ 60	↓ 90	↓ 90					↓ 100	↓ 100
Autotreni e autoarticolati	5	↓ 40	↓ 100					↓ 80	↓ 80	↓ 80
Autotreni e autoarticolati	5	↓ 60	↓ 110					↓ 90	↓ 90	↓ 90
Mezzi d'opera	5	↓ 50	↓ 120					↓ 130	↓ 130	↓ 130
Autobus	2	↓ 40			↓ 80					
Autobus	2	↓ 60			↓ 100					
Autobus	2	↓ 50			↓ 80					

*CNR B.U. 178/95 "Catalogo delle Pavimentazioni stradali" – tipi di veicoli organizzati ai fini della progettazione stradale di pavimentazioni*

Noto il numero di veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta, alla fine della vita utile, per calcolare il numero di assi standard equivalenti, si è fatto ricorso ai coefficienti di equivalenza e allo spettro di traffico suggerito dal catalogo delle pavimentazioni.

Di seguito riportiamo le tabelle riassuntive delle verifiche condotte.



Studio Associato Gamberini Mazzoni e Partners Comune di Portomaggiore – Provincia di Ferrara Impianto per la produzione di fertilizzanti da fanghi di depurazione sito in via Portoni Bandissolo. Località Portoverrera	CODIFICA DOCUMENTO Relazione di Calcolo della Pavimentazione Stradale RE.PS.02.A	FOGLIO 15 di 15
--	--	--------------------

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 <sup>^</sup>	Transiti da 8 t
1	75,0%	0,00024	0,02%
2	75,0%	0,00391	0,29%
3	0,0%	0,01978	0,00%
4	0,0%	0,06250	0,00%
5	0,0%	0,15259	0,00%
6	0,0%	0,31641	0,00%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	0,0%	1,00000	0,00%
9	0,0%	1,60181	0,00%
10	0,0%	2,44141	0,00%
11	0,0%	3,57446	0,00%
12	25,0%	5,06250	126,56%
13	75,0%	6,97290	522,97%
<b>TOTALE</b>	<b>250,0%</b>	<b>TOTALE</b>	<b>649,84%</b>

Dalla tabella seguente risulta che il passaggio di 100 veicoli pesanti determina un transito di 250.0 assi di differente peso che corrispondono al passaggio di 649.8 assi equivalenti da 8 t. Si ottiene quindi un numero totale di transiti

$$W_{18} = 2'771'046 \text{ assi da 8t}$$

### 5.3. Verifica della pavimentazione stradale.

Applicando il metodo sopra descritto si può determinare il numero di transiti ammissibile per la pavimentazione prevista così da confrontarlo con il numero di transiti prevedibili nel periodo di vita utile definito.

DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)						
STRATI	Spessore s <sub>i</sub> (mm)	Coefficient e drenaggio	Coefficiente spessore (a <sub>i</sub> )	s <sub>i</sub> ·d <sub>i</sub> ·a <sub>i</sub>	CBR	M <sub>R</sub> (psi)
Sottofondo					<b>9,00</b>	12611,63
Fondazione	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>0,11</b>	11,00		
Base cementata	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,22</b>	0,00		
Base bitumata	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,18</b>	0,00		
Collegamento	<b>80</b>	<b>1</b>	<b>0,38</b>	30,40		
Usura	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>0,43</b>	17,20		
				<b>58,60</b>		
SNSG =					1,145399256	
SN = SNSG+0,0394Σs <sub>i</sub> ·d <sub>i</sub> ·a <sub>i</sub> =					<b>3,454239256</b>	
Log <sub>10</sub> W <sub>18</sub> =						
	<b>6,58956</b>					
Pari ad un transito ammissibile W <sub>18</sub> :			<b>3 886 514</b>	assi da 8t		
a fronte di un transito complessivo di			<b>2 771 046</b>	assi da 8t	<b>VERIFICATO</b>	

Il pacchetto di pavimentazione della viabilità, pur considerando condizioni decisamente cautelative rispetto a quelle prevedibili, risulta ampiamente verificato.