

# AUTOSTRADA VALDASTICO

## A31 NORD

### 1° LOTTO

### Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

## PROGETTO DEFINITIVO

CUP	G21B1 30006 60005
WBS	B25.A31N.L1
COMMESSA	J16L1

#### COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA  
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA  
PER LA PROGETTAZIONE  
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:  
**CONSORZIO RAETIA**



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
TRA LE PROIEZIONI SPECIALISTICHE:  
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



PROGETTAZIONE:



ELABORATO: **PROGETTO STRADALE**  
**SICUREZZA STRADALE**  
**SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE**  
**RELAZIONE TECNICA**

Progressivo Rev.  
**06 04 02 001 02**

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: -
00	MARZO 2017	PRIMA EMISSIONE	TECHNITAL - I.SORIO	V.REALE	A.RENSO	NOME FILE: J16L1_06_04_02_001_0101_OPD_02.doc
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER VERIFICA	TECHNITAL - I.SORIO	V.REALE	A.RENSO	CM.      PROGR.      FG.      LV.      REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	TECHNITAL - I.SORIO	V.REALE	A.RENSO	J16L1_06_04_02_001_0101_OPD_02

**AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD**  
**1° LOTTO**  
**PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO**

*Committente:*



*Progettazione:*

CONSORZIO RAETIA



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE SEGNALETICA**

## I N D I C E

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. NORME TECNICHE ADOTTATE</b>	<b>5</b>
<b>3. SEGNALETICA VERTICALE</b>	<b>7</b>
<b>4. SEGNALETICA ORIZZONTALE</b>	<b>10</b>
<b>5. DIMENSIONAMENTO DEI PALI DEI PORTALI</b>	<b>14</b>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>14</b>
<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>14</b>
<i>Conglomerati cementizi</i>	<i>14</i>
<i>Armature per strutture in c.a.</i>	<i>15</i>
<b>CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO</b>	<b>16</b>
<i>UBICAZIONE</i>	<i>16</i>
<i>VELOCITA' DI RIFERIMENTO</i>	<i>17</i>
<i>PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO</i>	<i>17</i>
<i>COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE (ce)</i>	<i>17</i>
<i>COEFFICIENTE DI FORMA (cp)</i>	<i>18</i>
<i>COEFFICIENTE DINAMICO(cd)</i>	<i>18</i>
<i>PRESSIONE DEL VENTO</i>	<i>18</i>
<b>FONDAZIONE DEL PORTALE</b>	<b>19</b>
<i>ANALISI DEI CARICHI</i>	<i>19</i>
<i>VERIFICHE</i>	<i>21</i>

### Indice delle figure

Figura 1 Il 415 Art. 138 .....	11
Figura 2 Schema segnaletica per corsie di uscita dall'autostrada .....	12
Figura 3 Schema segnaletica per corsie di entrata in autostrada.....	12
Figura 4 Schema zebraure per gli svincoli .....	13
Figura 6 – Tensioni sul terreno in combinazione STR1.....	23
Figura 7 – Tensioni sul terreno in combinazione STR2.....	23

## 1. PREMESSA

Il presente documento fornisce i criteri adottati per la progettazione ed installazione dei dispositivi di segnalamento verticali e della segnaletica orizzontale del progetto definitivo del primo lotto del collegamento Piovene Rocchette – Valle dell’Astico dell’Autostrada A31 Nord.

L’approccio progettuale si basa sui principi della progettazione della segnaletica per l’incremento della sicurezza stradale. Il piano di segnalamento rappresenta quindi il primo e più rapido livello progettuale per intervenire sulla funzionalità e la sicurezza della circolazione stradale. Da recenti ricerche è infatti emerso che sono sostanzialmente tre gli elementi che determinano il livello di sensibilità dell’utente nei confronti della sicurezza di una strada e della qualità di guida: la segnaletica verticale d’indicazione, la segnaletica orizzontale e la qualità del manto stradale.

Il piano di segnalamento fa riferimento alla normativa vigente (riepilogata al successivo capitolo) che ne specifica i diversi livelli progettuali; in particolare si ricorda che:

- il Nuovo Codice della Strada indica gli strumenti che l’Ente proprietario della strada deve utilizzare per un funzionale e corretto intervento sulla viabilità;
- il Regolamento d’attuazione del N.C.S. (Reg. 495/1992, modificato con D.P.R. 610/1996), che fissa l’obbligatorietà (art. 77) del Piano di Segnalamento, visto come uno specifico progetto riferito ad un’intera area o a singoli itinerari, per qualsiasi Ente e determina inoltre le regole per la realizzazione e la posa dei segnali;
- il Disciplinare Tecnico (D.M. 31 marzo 1995) determina invece gli standard qualitativi e tecnici delle pellicole rifrangenti che si devono obbligatoriamente utilizzare per la produzione della segnaletica verticale.

In sintesi il Piano di Segnalamento è uno strumento obbligatorio per qualsiasi Ente proprietario di strade e deve rispondere a ben determinati criteri progettuali e specifiche tecniche. Nel caso specifico acquista un valore maggiore in quanto il tronco autostradale oggetto del presente progetto definitivo si inserisce in prosecuzione di un tratto in esercizio a sua volta collegato ad un’autostrada pure in esercizio. Va da se che il segnalamento deve essere inteso quindi come qualcosa di più ampio della mera progettazione della segnaletica lungo il nuovo progetto, ma deve rivedere la segnaletica di “rete”, aggiornando ad esempio i segnali di indicazione lungo le viabilità esterne e lungo i tratti autostradali collegati (A4 ed A31 esistente), prevedendo la nuova segnaletica lungo le principali viabilità esterne afferenti alla nuova autostrada.

I principi sui quali basare la pianificazione della segnaletica partono dal presupposto che essa non va intesa come elemento isolato, ma deve essere considerata parte attiva nella

regolazione e fluidificazione della mobilità. Gli elementi guida della progettazione si possono così elencare

- congruenza: la qualità e la quantità della segnaletica è stata adeguata alla situazione stradale in modo da consentirne una corretta percezione;
- coerenza: la sistemazione dei segnali ripropone di volta in volta la stessa tipologia di indicazioni in modo da non creare situazioni poco chiare o tali da poter indurre il guidatore a commettere un errore di interpretazione;
- omogeneità: sull'intero tratto di strada si è adottata una grafica, una simbologia, colori e criterio di posizionamento compatibile e coerente al contesto nel quale la segnaletica verrà inserita.

Obiettivo della segnaletica è comunicare agli utenti della strada pericoli, prescrizioni, indicazioni al fine di evitare andamenti incerti e indecisi che sono concausa di molti incidenti stradali.

Oltre agli elaborati della segnaletica orizzontale e verticale sul sedime di progetto è stato redatto un elaborato *ad hoc* che dettaglia la segnaletica di avvio – el.: J16L1-06-04-02-004-0101-OPD-01.

## 2. NORME TECNICHE ADOTTATE

Per la realizzazione del progetto dell'impianto segnaletico in oggetto, si è fatto riferimento:

- D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285. Nuovo codice della strada. Testo aggiornato in base alla Legge 286/2006 del 29.11.2006. Aggiornato al D.M. 17-12-2008, (G.U. 30-12-2008, n° 303);
- D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada. Aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153;
- D.M. 31 marzo 1995, n°1584 (G.U. n. 106 del 9.5.1995). Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali;
- Direttiva 24.10.2000 del Ministero dei Lavori Pubblici "... sulla corretta ed uni-forme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione";
- UNI EN 1463-1: 2004 Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catari-frangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 12899 1-5: Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale;
- UNI 11154: 2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera - Segnaletica orizzontale;
- UNI EN 1436: 2008 – Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- e, per taluni aspetti, anche le seguenti:
- UNI 7543-1: Colori e segnali di sicurezza - Parte 1: Prescrizioni generali;
- UNI 7543-2: Colori e segnali di sicurezza - Parte 2: Proprietà colorimetriche e fotometriche dei materiali;
- UNI 7543-3: Colori e segnali di sicurezza. Avvisi;
- ISO 3864-2 Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels;
- D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro. (G.U. 23 settembre 1996, n. 223).
- D. M. 05.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- Decreto 10 luglio 2002 - "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo.

- UNI 11480:2013 e UNI EN 12899-1:2008

Ai sensi dell'art. 39 del C.d.S. e art. 124 del Regolamento, i segnali di indicazione hanno la funzione di fornire agli utenti informazioni necessarie o utili per la guida e per l'individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti.

In particolare i segnali stradali dovranno ottemperare alle norme generali sui segnali stradali fissate dall' art. 77 del Regolamento e dovranno possedere i contenuti fissati dalle Generalità dei segnali d'indicazione propri dell'art. 124 del Regolamento stesso.

### 3. SEGNALETICA VERTICALE

Al paragrafo 3 del Capo II del D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 si impone (cfr. art. 77) che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli Enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe al fine di ottenere un sistema armonico, integrato ed efficace a garanzia della sicurezza e della fluidità della circolazione.

Il progetto di segnaletica deve tener conto delle caratteristiche delle strade e della loro classificazione tecnico-funzionale, delle velocità praticate e dei prevalenti spettri di traffico a cui la segnaletica è rivolta.

La scelta della segnaletica da installare, dei materiali da utilizzare e del modo di porli in opera sono strettamente legati alla sicurezza intrinseca della infrastruttura che li ospita.

Obiettivo della segnaletica verticale è quello di comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di pericoli, prescrizioni, indicazioni ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri. A tal fine la progettazione di ogni singolo segnale stradale in termini di posizione, orientamento, materiali e simbologia deve essere curato nel dettaglio.

In particolare, la progettazione dei segnali più significativi ha tenuto conto di:

- spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale, in relazione alla presenza di ostacoli od altri elementi che ostacolano il raggio visuale come, ad esempio, altra segnaletica;
- larghezza operativa delle barriere di sicurezza;
- presenza di barriere acustiche;
- posizionamento dei sostegni in punti singolari che ingenerino pericolo in caso di svio.

Inoltre secondo il comma 7 del medesimo articolo: *“il retro dei segnali stradali deve essere di colore neutro opaco. Su esso devono essere chiaramente indicati l'ente o l'amministrazione proprietari della strada, il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il numero della autorizzazione concessa dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti alla ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali. L'insieme delle predette annotazioni non può superare la superficie di 200 cm<sup>2</sup>”*.

I colori da utilizzare per i segnali stradali sono descritti all'art. 78 del regolamento.

Tutti i segnali devono essere realizzati in modo da consentire il loro avvistamento ed in qualsiasi condizione di esposizione e di illuminazione ambientale. Gli articoli del regolamento relativi alla visibilità, alle loro dimensioni e formati ed installazione sono il 79, l'80 e l'81.



L'art.126 riporta le distanze di installazione dei segnali di indicazione in funzione delle velocità di percorrenza.

Tutti i segnali installati debbono essere realizzati da imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale ai sensi dell'articolo 45, comma 8, del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e che i livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti anticondensa siano determinati nel rispetto del disciplinare tecnico emanato con il D.M. 31 marzo 1995, n° 1584. Dette pellicole dovranno risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 29.000.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, norme convenzionale «a pezzo unico», intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per parti colorate e nere opache per i simboli.

Particolare attenzione va posta nei riguardi della segnaletica di indicazione (art.124) che fornisce agli utenti della strada informazioni necessarie per la corretta e sicura circolazione, nonché per l'individuazione di itinerari, località, servizi ed impianti stradali. Le velocità e la qualità della circolazione richiede che l'insieme dei segnali di indicazione contemplati nel progetto di cui all'articolo 77, comma 2, debba avere i seguenti requisiti di **congruenza**, **coerenza** e **omogeneità** già richiamati in premessa.

La segnaletica di indicazione, nel rispetto dell'ambiente circostante e nell'armonizzarsi con esso, deve comunque essere realizzata e collocata in modo da essere facilmente avvistabile e riconoscibile.

Per la sua rilevanza funzionale, la segnaletica stradale di indicazione deve essere sottoposta a periodiche verifiche di valutazione della rispondenza alle esigenze del traffico e delle necessità degli utenti, nonché alla verifica sullo stato di conservazione. Le verifiche saranno compiute dall'ente proprietario della strada.

Dal punto di vista dei materiali, la segnaletica verticale da apporre è prevista tutta in lamiera di alluminio e finita con pellicola rifrangente.

Il dimensionamento dei cartelli segnaletici è stato sviluppato secondo quanto indicato all'art. 80 DPR n. 495 del 16.12.1992:

- le dimensioni dei segnali di preavviso e di quelli di conferma, esclusi quelli per i quali siano stati fissati specifici dimensionamenti negli articoli del DPR relativi alla segnaletica di indicazione, sono determinate dall'altezza delle lettere commisurate

alla distanza di leggibilità in funzione della velocità consentita e dal numero di iscrizioni;

- le dimensioni dei segnali di indicazione per i quali sono fissati specifici dimensionamenti negli articoli del DPR, sono del formato normale” o “piccolo”, quest’ultimo raramente utilizzato per gli impianti ubicati sulla viabilità “locale” intersecata dall’asse principale.

I sostegni per i segnali verticali sono in acciaio tubolare dello spessore di mm 3 e del diametro di mm 60, devono essere zincati a caldo ed avere un dispositivo inamovibile antirrotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto all’ancoraggio. Ogni sostegno porta uno o più segnali che comunque nel complesso non superino i mq 1,00 di superficie.

Per l’ancoraggio di superfici segnaletiche comprese complessivamente tra m<sup>2</sup> 1,01 e m<sup>2</sup> 4,00 è previsto l’uso di più sostegni. Per gli impianti che si trovano su opere d’arte o simili, sono previste strutture complesse (piccoli monopali), fissate con apposite staffe di dimensioni adeguate, che consentono l’installazione a sbalzo garantendo la stabilità ed impedendo la rotazione del sostegno rispetto all’ancoraggio.

Nella successiva fase di progettazione esecutiva andranno sviluppati nel dettaglio i progetti relativi agli elementi di segnaletica, in base all’eventuale evoluzione normativa e tecnica che nel contempo si dovesse presentare.

Per l’ubicazione planimetrica si rimanda agli elaborati grafici.

#### 4. SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue e discontinue, nonché tutti i simboli (freccie, zebraure, scritte ecc.) da eseguirsi.

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato stradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

I principi adottati nella scelta dei materiali da applicare, sono i seguenti:

- segnaletica orizzontale con caratteristiche superiori di visibilità, sia di giorno che di notte;
- riduzione dei lavori di manutenzione della stessa nel tempo con il risultato di limitare i disagi all’utenza dovuti alla presenza di cantieri, adottando, per le tipologie di impianti più sollecitati, materiali che mantengono la loro efficienza per un maggiore periodo rispetto a quelli normalmente utilizzati (vernici);
- adozione di materiali specifici per l’ottenimento dell’effetto sonoro, oltre che di quello ottico, per le strisce longitudinali di delimitazione del margine destro della sede autostradale, aumentando in tal modo la sicurezza della circolazione stimolando, con l’attività sonora prodotta, l’attenzione del conducente che inavvertitamente dovesse transitarvi sopra.

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L’art.137 del Regolamento infatti recita che: *“Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari”*.

In particolare, i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli ed inoltre *“le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché i metodi di misura di dette caratteristiche, sono stabiliti da apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, da pubblicare sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica”*. A tale proposito si rimanda alle norme UNI EN 1436: 2008 e UNI 11154: 2006.

Per il tracciato in esame, secondo l’art.138 del Regolamento si prevede:

- striscia continua di margine della carreggiata da cm 25 (art.138 C.d.S, t) tipo sonoro, costituita da segmenti trasversali in rilievo, realizzati in materiale colato plastico bicomponente e freddo con perline di vetro;

- striscia discontinua di separazione delle corsie da cm 18 anziché cm 15 come il “tipo a” (art.138 C.d.S, t);
- striscia discontinua per piazzole di sosta da cm 18 di “tipo f” (art.138 C.d.S, t),.

Lunghezza dei tratti e separazioni nel caso di strisce discontinue sono disciplinati dall’art. 138 e dalla esplicazione nella Figura II 415.

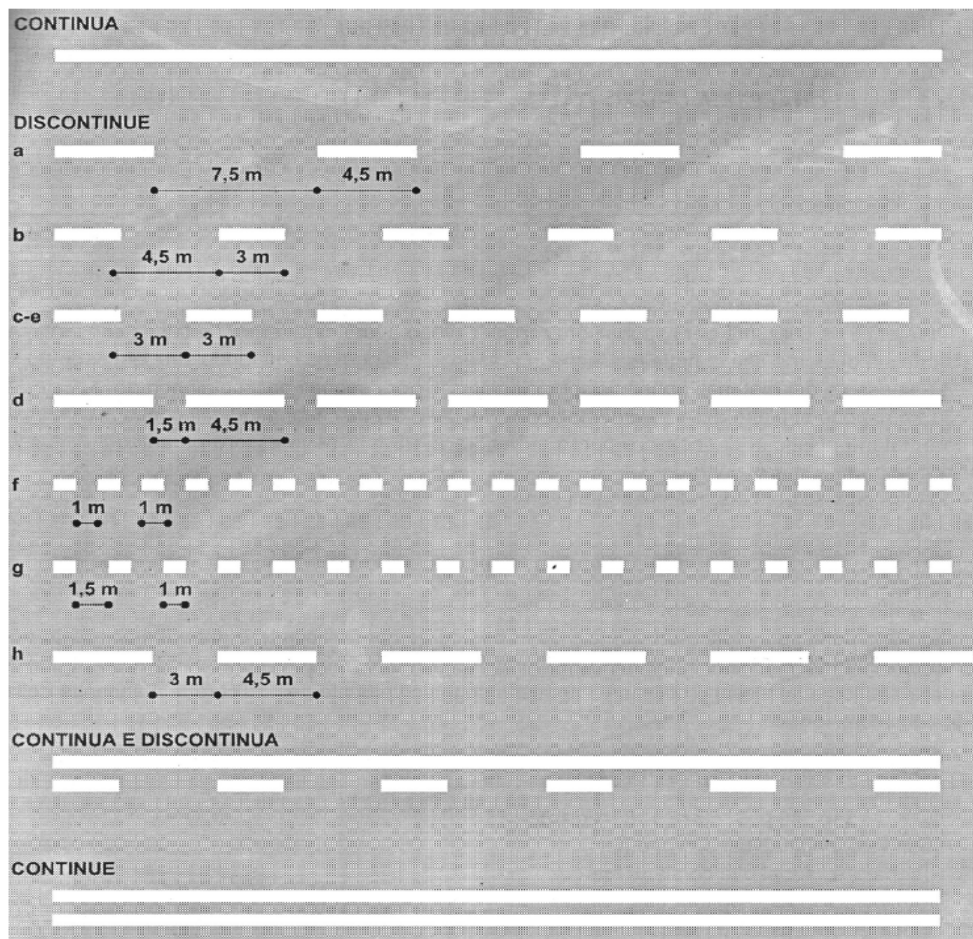


Figura 1 II 415 Art. 138

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840 HR) e corrispondenti coordinate cromatiche:

- bianco: RAL 9016 [  $x = 0,46$  ;  $y = 0,41$ ; illuminante = A; angolo di osservazione =  $10^\circ$  (secondo specifiche CIE COLORIMETRY seconda edizione , Pubblicazione 15.2.1986 ) ]
- giallo: RAL 1007 [  $x = 0,53$  ;  $y = 0,43$ ; illuminante = A; angolo di osservazione =  $10^\circ$  (secondo specifiche CIE COLORIMETRY seconda edizione , Pubblicazione 15.2.1986)].

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

Per gli svincoli di Cogollo del Cengio, Valle dell'Astico/Pedemonte e per l'esistente svincolo di Piovene Rocchette/Caltrano, per le piste di ingresso uscita dall'autostrada sono stati adottati i seguenti schemi:

Per le corsie di diversione (uscita dall'autostrada) si prevede:

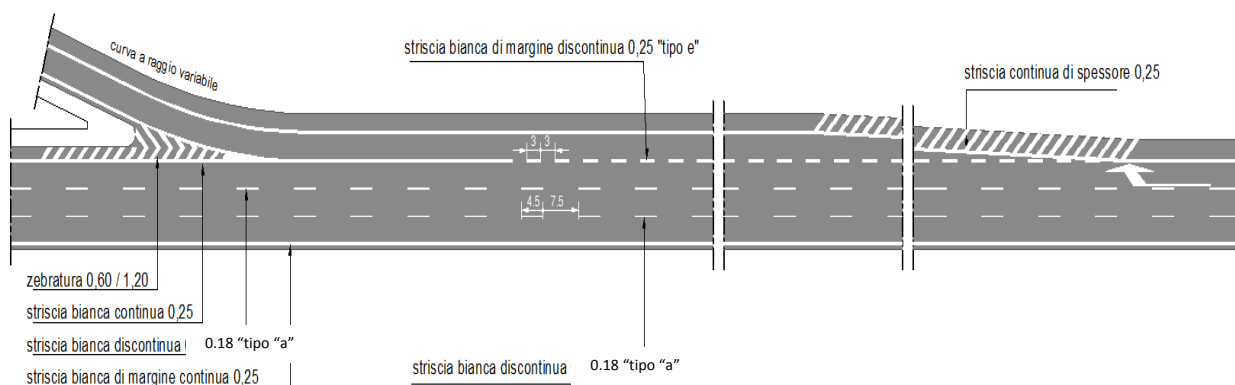


Figura 2 Schema segnaletica per corsie di uscita dall'autostrada

In prossimità delle corsie d'immissione (entrata in autostrada) si prevede:

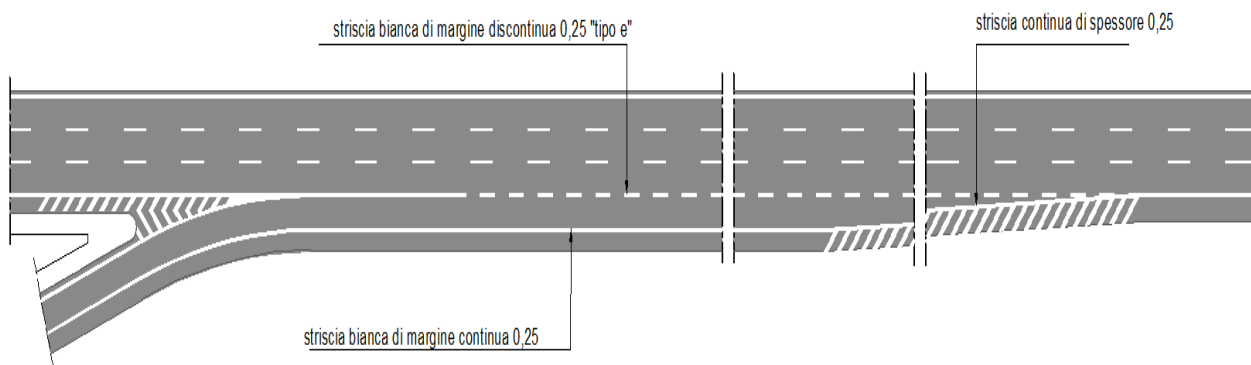


Figura 3 Schema segnaletica per corsie di entrata in autostrada

Sempre in corrispondenza degli svincoli sono previste delle strisce di raccordo continue ed oblique (zebratura) per far divergere il flusso veicolare e definire le zone interdette al traffico.

Le strisce delle zebrature devono essere di colore bianco, inclinate di almeno 45° gradi rispetto alla corsia di marcia e di larghezza non inferiore a 30 cm; gli intervalli tra le strisce



La larghezza minima delle strisce di margine è di 25 cm per le autostrade e le strade extraurbane principali, ad eccezione delle rampe, di 15 cm per le rampe delle autostrade e delle strade extraurbane principali, per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere, e di 12 cm per le strade locali (Art. 141 C.d.S comma 4).

Per i tipologici e l’ubicazione planimetrica si rimanda agli elaborati grafici.

## **5. DIMENSIONAMENTO DEI PALI DEI PORTALI**

Nel presente capitolo si riporta il dimensionamento delle fondazioni dei portali destinati a sostenere i pannelli della segnaletica stradale.

La verifica della struttura del portale, così come il fissaggio di questa al plinto di fondazione, resta a cura della ditta fornitrice di tali portali.

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Le opere sono progettate nel rispetto della normativa tecnica vigente, ed in particolare:

- Legge 5-11-1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica";
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 02/02/2009, n. 617 "Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";
- EC1\_UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4: Azioni del vento;
- EC7\_UNI EN 1997-1:1997: "Progettazione geotecnica – Parte 1: regole generali";
- EC8\_UNI EN 1998-5:2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti di geo-tecnica".
- EN 206:2013: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI 11104:2016: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### *Conglomerati cementizi*

FONDAZIONE:

Classe di resistenza

C25/30

Classe di esposizione	XC2
VALORI MINIMI DEL COPRIFERRO PER LE ARMATURE	
Fondazioni	40 mm
<i>Armature per strutture in c.a.</i>	
Classe acciaio	B450C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$



### CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO

La pressione esercitata dal vento sulla superficie dei pannelli è stata calcolata con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008, alla relativa circolare applicativa e all’EC1: *Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions*.

La pressione del vento va calcolata con la seguente espressione:

$$p = q_b \times C_e \times C_p \times C_d$$

Di seguito si esplicitano i vari termini dell’equazione.

### UBICAZIONE

L’opera si trova in Zona 1.

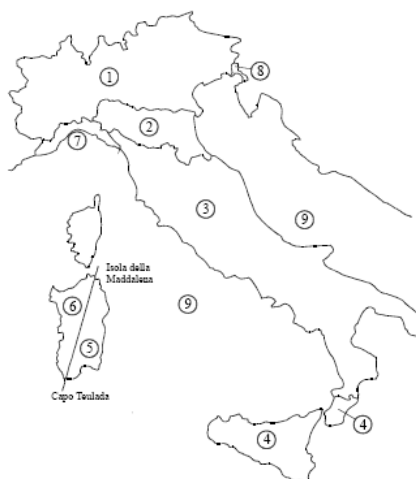


Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

L’altitudine del sito è  $a_s = 500$  m sul l.m.m.

L’altezza del cartello sul suolo è  $z = 10$  m

La classe di rugosità del terreno è D (Aree prive di ostacoli)

La distanza dalla costa è superiore a 10km, pertanto la categoria di esposizione è la II.

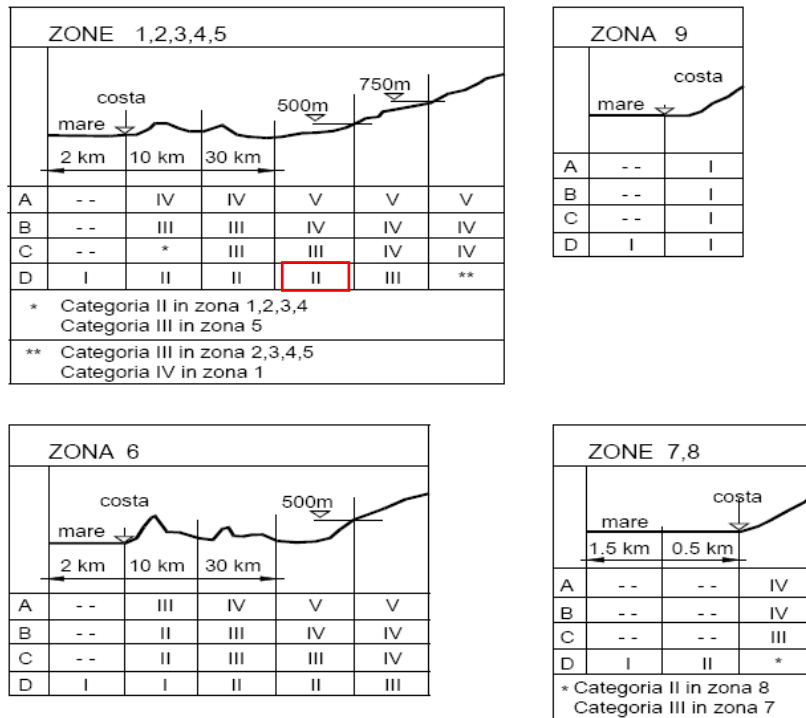


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

### VELOCITA' DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento è il valore caratteristico della velocità del vento a 10m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50anni.

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Nel caso in esame si ha:

$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

### PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 391 \text{ N/m}^2$$

con  $\rho$  = densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1.25 \text{ kg/m}^3$

### COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE ( $c_e$ )

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Zona 1, Classe D (aperta campagna) e distanza dalla costa > 10km, si ha:

$$k = 0,19 \quad z_0 = 0,05 \text{ m} \quad z_{\min} = 4 \text{ m}$$

Inoltre:  $ct = 1.00$  Coefficiente di topografia

$$z = 10\text{m} > z_{\min}$$

Da cui:  $ce(z=10\text{m}) = 2.352$

*COEFFICIENTE DI FORMA (cp)*

Con riferimento all'EC1, part 1-4, paragrafo 7.4.3, il coefficiente di forma per tabelloni isolati vale:

$$cp = 1.80$$

*COEFFICIENTE DINAMICO(cd)*

$$cd = 1.00$$

*PRESSIONE DEL VENTO*

In definitiva la pressione del vento da considerare nel calcolo vale:

$$p = q_b \cdot ce \cdot cp \cdot cd = 0.391 \times 2.352 \times 1.800 \times 1.000 = 1.66 \text{ kN/m}^2$$

Il dimensionamento delle fondazioni verrà condotto considerando la combinazione che prevede la contemporanea presenza del peso proprio del cartello e della pressione del vento arrotondata a:

$$\mathbf{p = 1,70 \text{ kN/m}^2.}$$

### FONDAZIONE DEL PORTALE

Nel presente capitolo si riporta la verifica del plinto del portale la cui figura è riportata di seguito. Tale portale deve reggere due cartelloni entrambi di dimensione pari a 4.0 x 2.0m. La dimensione del plinto è pari a 2.5 x 5.0 x 1.2m con uno sbraccio di 12.30.

### *ANALISI DEI CARICHI*

#### Peso proprio

Si considerano i seguenti pesi propri:

–	pedritto:	1.5 kN/m
–	aste orizzontali:	1.5 kN/m
–	pannelli segnaletici:	0.2 kN/m <sup>2</sup>
–	plinto in c.a.:	24 kN/m <sup>3</sup>

Dove l'altezza massima del pedritto è stata assunta pari a 9.0m e la lunghezza massima delle aste orizzontali è 12,3m.

#### Forza del vento

Sul pedritto (sp.0.5m)

$$p_v = 0.5 \cdot 9.0 \cdot 1.7 = 7.65 \text{ kN}$$

Sulle aste orizzontali (sp.0.3m)

$$p_v = 2 \cdot 0.3 \cdot 12.3 \cdot 1.7 = 12.55 \text{ kN}$$

Sulla segnaletica (2 cartelli di dimensione 4.00 x 2.00m)

$$p_v = 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 1.7 = 27.20 \text{ kN}$$

#### Combinazione dei carichi

Per le verifiche strutturali e geotecniche della fondazione superficiale si segue l'approccio 2 che prevede un'unica combinazione: (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I delle NTC, che sono riportate qui di seguito per comodità. Per la verifica a ribaltamento si utilizzeranno invece i coefficienti parziali EQU riportati nella tabella 6.2.I.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Quindi le combinazioni analizzate sono:

Comb STR (per le verifiche strutturali e geotecniche agli SLU):

- STR01: 1,0 Perm + 1,5 Vento
- STR02: 1,3 Perm + 1,5 Vento

Comb EQU (per le verifiche a ribaltamento):

- EQU01: (0,9 o 1,1) Perm + 1,5 Vento

Calcolo delle reazioni nominali a base plinto

Peso proprio

Ftrasv = 0.0 kN

$$F_{long} = 0.0 \text{ kN}$$

$$F_{vert} = 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0.2 + 9 \cdot 1.5 + 12.3 \cdot 1.5 + 2.5 \cdot 5 \cdot 1.2 \cdot 24 = 395.15 \text{ kN}$$

$$M_{long} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$M_{trasv} = 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0.2 \cdot (12.3 - 4.5) + 12.3^2/2 \cdot 1.5 = 24.96 + 113.47 = 138.43 \text{ kNm}$$

#### Vento longitudinale

$$F_{trasv} = 0 \text{ kN}$$

$$F_{long} = 7.65 + 12.55 + 27.20 = 47.40 \text{ kN}$$

$$F_{vert} = 0.0 \text{ kN}$$

$$M_{long} = 7.65 \cdot (9/2 + 1.2) + (12.55 + 27.20) \cdot (8 + 1.2) = 409.3 \text{ kNm}$$

$$M_{trasv} = 0.0 \text{ kNm}$$

#### VERIFICHE

Verifica a ribaltamento

$$M_{rib} = 1.5 \cdot 409.3 = 613.96 \text{ kNm}$$

$$M_{sta} = 0.9 \cdot 395.15 \cdot 5 / 2 = 889.09 \text{ kNm}$$

$$F_{Srib} = M_{sta} / M_{rib} = 1.45 > 1.0 \text{ Verifica soddisfatta}$$

Verifica di resistenza a flessione e taglio

Si calcolano le reazioni a base fondazione nelle due combinazioni di tipo strutturale (STR01 e STR02):

#### Comb. STR1

$$F_{trasv} = 0.00 \text{ kN}$$

$$F_{long} = 1.5 \cdot 47.40 = 71.10 \text{ kN}$$

$$F_{vert} = 1.0 \cdot 395.15 = 395.15 \text{ kN}$$

$$M_{long} = 1.5 \cdot 409.30 = 613.95 \text{ kNm}$$

$$M_{trasv} = 1.0 \cdot 138.43 = 138.43 \text{ kNm}$$

#### Comb. STR2

Ftrasv = 0.00 kN

Flong = 1.5 · 47.40 = 71.10 kN

Fvert = 1.3 · 395.15 = 513.70 kN

Mlong = 1.5 · 409.30 = 613.95 kN

Mtrasv = 1.3 · 138.43 = 179.96 kN

### Tensioni nei vertici

#### Comb. STR1

N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-395.1	0.00	0.00	614.0	138.4

asse neutro: da x=-1.25 y=1.39 a x=1.25 y=3.65

#### Tensioni nei vertici

vertice	tensione
1	-64.80
2	0.00
3	0.00
4	-170.20

#### Comb. STR2

N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-513.7	0.00	0.00	614.0	180.0

asse neutro: da x=-1.25 y=1.92 a x=1.22 y=5.00

#### Tensioni nei vertici

vertice	tensione
1	-61.06
2	0.00
3	-1.18

4 -160.46

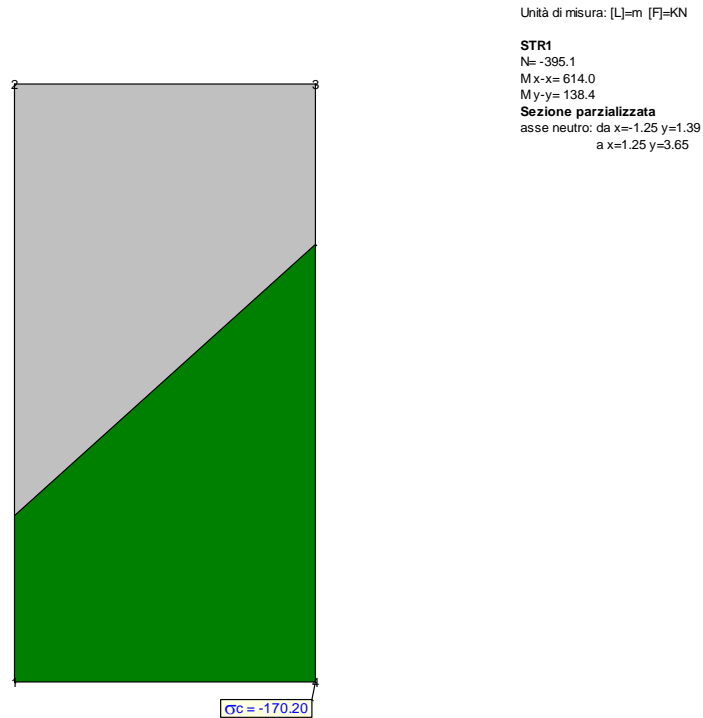


Figura 5 – Tensioni sul terreno in combinazione STR1

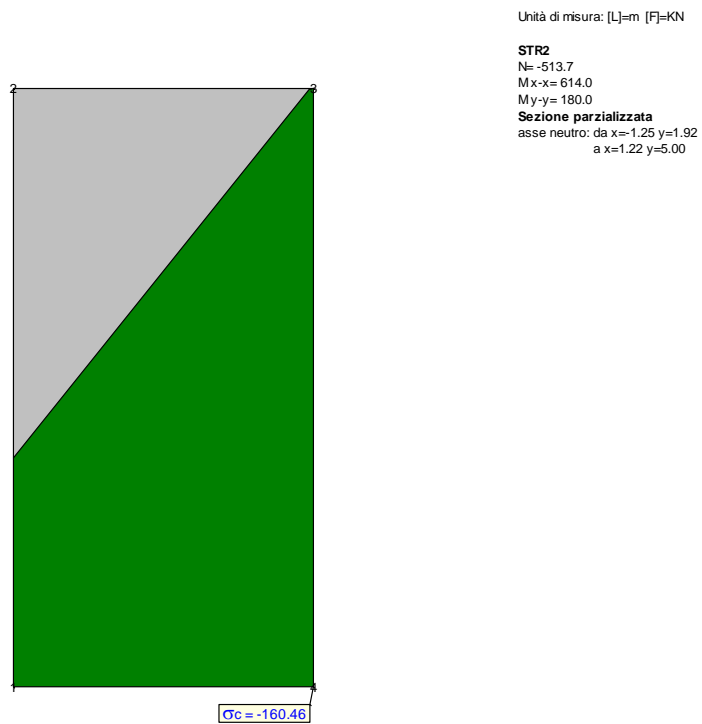


Figura 6 – Tensioni sul terreno in combinazione STR2



Il massimo momento e taglio agenti in corrispondenza dell'asse baricentrico della fondazione valgono:

Comb. STR1

$$M = 170.2 \cdot 2.5 \cdot 2.5 / 2 \cdot 2 / 3 \cdot 2.5 - 24 \cdot 1.2 \cdot 2.5 \cdot 2.5^2 / 2 = 661.5 \text{ kNm}$$

$$V = 170.2 \cdot 2.5 \cdot 2.5 / 2 \cdot - 24 \cdot 1.2 \cdot 2.5 \cdot 2.5 = 351.9 \text{ kN}$$

### Verifica a flessione

Si verifica un'armatura tesa inferiore costituita da 13 $\phi$ 16 (1 $\phi$ 16 / 20cm).

SEZIONE RETTANGOLARE: Base b = 2500 mm; Altezza h = 1200 mm.

#### CALCESTRUZZO

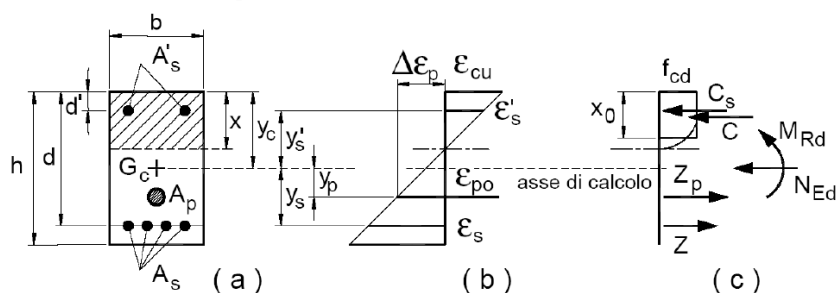
$f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2$  Resistenza caratteristica cilindrica a compressione;  
 $\gamma_c = 1.5$  Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo;  
 $\alpha_{cc} = 0,85$  Coefficiente riduttivo delle resistenze di lunga durata;  
 $f_{cd} = 0,85f_{ck}/\gamma_c = 14.2 \text{ N/mm}^2$  Resistenza di calcolo a compressione.

#### ACCIAIO B450C

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$  Tensione caratteristica di snervamento;  
 $\gamma_s = 1.15$  Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio;  
 $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$  Tensione di calcolo;  
 $E_s = 2.E+05 \text{ N/mm}^2$  Modulo elastico dell'acciaio;  
 $\epsilon_{yd} = 0.002$  Deformazione limite di snervamento.

#### ARMATURE

$A_s = 2614 \text{ mm}^2$  Armatura tesa;  $d = 1150 \text{ mm}$  distanza da bordo compresso;  
 $A'_s = 0 \text{ mm}^2$  Armatura compressa;  $d' = 50 \text{ mm}$  distanza da bordo compresso.



#### SOLLECITAZIONI ESTERNE AGENTI ( SEZ. 0 )

$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$  Sforzo normale ("-" = compressione);

$M_{Ed} = 661.5 \text{ kNm}$  Momento flettente.

#### DEFORMAZIONI LIMITE

$X = 36.1 \text{ mm}$  Distanza asse neutro da bordo compresso;

$X_o = 0,8X = 28.9 \text{ mm}$  Altezza dello stress-block;

$\epsilon_{cu} = -0.32\%$  Deformazione calcestruzzo;

$\epsilon'_{s} = 0.12\%$  Deformazione acciaio compresso A's;

$\epsilon_s = 10.00\%$  Deformazione acciaio teso.

#### SOLLECITAZIONI INTERNE

$C = -1022.8 \text{ kN}$  Risultante delle compressioni nel calcestruzzo;

$C_s = 0.0 \text{ kN}$  Risultante nell'acciaio A's;

$Z = 1022.8 \text{ kN}$  Risultante nell'acciaio teso As.

#### SOLLECITAZIONI RESISTENTI

$N_{Rd} = C + C_s + Z = N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$  Sforzo normale;

$M_{Rd} = 1161.4 \text{ kNm}$  Momento resistente;

$M_{Rd} / M_{Ed} = 1.76 > 1$  Verifica soddisfatta.

### Verifica a taglio

SEZIONE RETTANGOLARE: Base  $b_w = 2500$  mm; Altezza  $h = 1200$  mm.

#### CALCESTRUZZO

$f_{ck} = 25.0$  N/mm<sup>2</sup> Resistenza caratteristica cilindrica a compressione;

$\gamma_c = 1.5$  Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo;

$f_{cd} = 0,85f_{ck}/\gamma_c = 14.2$  N/mm<sup>2</sup> Resistenza di calcolo a compressione.

#### ACCIAIO B450C

$f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup> Tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_s = 1.15$  Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio;

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391$  N/mm<sup>2</sup> Tensione di calcolo.

$A_s = 2613$  mm<sup>2</sup> Armatura tesa;  $d = 1150$  mm distanza da bordo compresso;

#### SOLLECITAZIONI ESTERNE AGENTI

$N_{Ed} = 0$  kN Sforzo normale (+ = compressione);

$V_{Ed} = 351.9$  kN Sforzo di taglio.

#### ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI A TAGLIO

$\sigma_{cp} = 0.00$  N/mm<sup>2</sup>  $N_{Ed}/A_c$  Tensione media di compressione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$k = 1.42$   $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;

$v_{min} = 0.295$   $v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$ ;

$\rho_l = 0.001$  rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d = 643 \text{ kN}$$

$$\geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 849 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = 848.7$  kN >  $V_{Ed}$  Verifica soddisfatta senza armatura a taglio.

Verifica di capacità portante

Si riporta la verifica della capacità portante della fondazione considerando per il terreno di fondazione un angolo d'attrito cautelativo, pari a  $\phi = 30^\circ$  e assenza di coesione.

**Comb STR1**

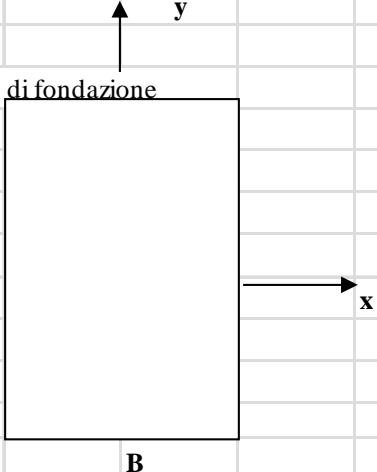
<b>CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE</b>			
<u>Dimensioni della fondazione</u>		tipo	<u>A PLINTO</u>
B =	<b>2.50</b> m		
L =	<b>5.00</b> m		
A =	<b>12.50</b> m <sup>2</sup>		
D =	<b>1.20</b> m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>			
Comb.	STR1		
N =	<b>395.2</b> kN	<b>L</b>	
Hx =	<b>0.0</b> kN		
Hy =	<b>71.1</b> kN		
Mxx =	<b>614.0</b> kNm		
Myy =	<b>138.4</b> kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>			
Condizioni	<b>D</b>	(D = Drenate; ND = Non Drenate)	
Terreno immerso [s/n] =	<b>n</b>		
$\gamma$ =	<b>19</b> kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
$\gamma'$ =	<b>19</b> kN/m <sup>3</sup>		
$\gamma_2$ =	<b>19</b> kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno di fondazione	
$\gamma_2'$ =	<b>19</b> kN/m <sup>3</sup>		
$\phi$ =	<b>30</b> °		
$c'$ =	<b>0</b> kN/m <sup>2</sup>		



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

<b>Calcolo della capacità portante</b> (Vesic, 1973, 1975):			
H =	<b>71</b>	kN	
H/N =	<b>0.18</b>		
ex =	<b>0.35</b>	m	ey = <b>1.55</b> m
B' =	<b>1.80</b>	m	L' = <b>1.89</b> m
q = $\gamma' D$ =	<b>22.8</b>	kN/m <sup>2</sup>	
<b>Fattori di capacità portante:</b>			
Nc =	<b>30.14</b>		
Nq =	<b>18.40</b>		
N $\gamma$ =	<b>22.40</b>		
<b>Fattori di forma della fondazione con eccentricità:</b>			
sc =	<b>1.58</b>		
sq =	<b>1.55</b>		
s $\gamma$ =	<b>0.62</b>		
<b>Fattore di inclinazione del carico:</b>			
ic =	<b>0.73</b>	m =	<b>1.51</b>
iq =	<b>0.74</b>		
iy =	<b>0.61</b>		
<b>Fattori di profondità della fondazione:</b>			
k =	0.48		
dc =	<b>1.19</b>		
dq =	<b>1.14</b>		
d $\gamma$ =	<b>1.00</b>		
<b>Calcolo carico limite in condizioni Drenate</b>			
qlim =	<b>586</b>	kN/m <sup>2</sup>	
Nlim =	<b>1,997</b>	kN	
$\gamma R3$ =	<b>2.3</b>		
NRd = Nlim/ $\gamma R3$ =	<b>868</b>		
Fs = NRd / N =	<b>2.198</b>		

**Comb STR2**

<b>CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE</b>			
<u>Dimensioni della fondazione</u>		tipo	<u>A PLINTO</u>
B =	2.50	m	
L =	5.00	m	
A =	12.50	m <sup>2</sup>	
D =	1.20	m	profondità del piano di fondazione
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>			
Comb.	STR2		
N =	513.7	kN	<b>L</b>
H <sub>x</sub> =	0.0	kN	
H <sub>y</sub> =	71.1	kN	
M <sub>xx</sub> =	614.0	kNm	
M <sub>yy</sub> =	180.0	kNm	
			
<u>Caratteristiche del terreno</u>			
Condizioni	<b>D</b>	(D = Drenate; ND = Non Drenate)	
Terreno immerso [s/n] =	<b>n</b>		
γ =	19	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione
γ' =	19	kN/m <sup>3</sup>	
γ <sub>2</sub> =	19	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno di fondazione
γ <sub>2</sub> ' =	19	kN/m <sup>3</sup>	
φ =	30	°	
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>	

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

<b>Calcolo della capacità portante</b> (Vesic, 1973, 1975):			
H =	<b>71</b>	kN	
H/N =	<b>0.14</b>		
ex =	<b>0.35</b>	m	ey = <b>1.20</b> m
B' =	<b>1.80</b>	m	L' = <b>2.61</b> m
q = $\gamma' D$ =	<b>22.8</b>	kN/m <sup>2</sup>	
Fattori di capacità portante:			
Nc =	<b>30.14</b>		
Nq =	<b>18.40</b>		
N $\gamma$ =	<b>22.40</b>		
Fattori di forma della fondazione con eccentricità:			
sc =	<b>1.42</b>		
sq =	<b>1.40</b>		
s $\gamma$ =	<b>0.72</b>		
Fattore di inclinazione del carico:			
ic =	<b>0.78</b>	m =	<b>1.59</b>
iq =	<b>0.79</b>		
iy =	<b>0.68</b>		
Fattori di profondità della fondazione:			
k =	0.48		
dc =	<b>1.19</b>		
dq =	<b>1.14</b>		
d $\gamma$ =	<b>1.00</b>		
Calcolo carico limite in condizioni Drenate			
qlim =	<b>637</b>	kN/m <sup>2</sup>	
Nlim =	<b>2,992</b>	kN	
$\gamma R3$ =	<b>2.3</b>		
NRd = Nlim/ $\gamma R3$ =	<b>1301</b>		
Fs = NRd / N =	<b>2.532</b>		