



COMUNE DI CAPACCIO

Provincia di SALERNO

Piano per gli Insediamenti Produttivi Progetto: "Infrastrutture area P.I.P. - Urbanizzazioni primarie - 2° Lotto - 1° Stralcio"



COMMITTENTE

Fase progettuale:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CAPACCIO (SA)

PROGETTO ESECUTIVO 2° LOTTO 1° STRALCIO

EMISSIONE 0 del: GIUGNO/2008

REVISIONE 1 del: GENNAIO/2014

REVISIONE 2 del: APRILE/2015

Atto di:

COORDINAMENTO GENERALE: Ing. Carmine GRECO - Area VI
COORDINAMENTO STRUTTURE: Ing. Carmine GRECO - Area VI
COORDINAMENTO IMPIANTI: Ing. Carmine GRECO - Area VI
COORDINAMENTO SICUREZZA: Ing. Carmine GRECO - Area VI

ELABORATO

**CALCOLI STRUTTURE:
PONTE 1 - RELAZIONE TECNICA GENERALE**

DATA APRILE 2015

SCALA

CODICE FILE
PIP 2-1 EL. N. 10

ELABORATO

N. 10

IL PROGETTISTA

R.U.P.:

IL SINDACO:

Ing. Vincenzo CRISCUOLO - Area V

Ing. Carmine GRECO - Area VI

(Dott. Italo VOZA)

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Descrizione generale dell'opera:

L'opera viene individuata mediante la definizione dei seguenti elementi:

- Località: P.I.P. SABATELLA
- Destinazione e tipologia: Ponte di 1^a categoria
- Dimensioni dell'opera: 9,10x33,00x3,50 (1° tratto su Asse 1)

Normativa di riferimento:

DPR 6 giugno 2001 n.380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, ..."

CNR 10025/98 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo"

Legge Regione Campania 7 Gennaio 1983 n° 9: "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico" e s.m.i..

N.T.C. 2008 – Decreto Ministero delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008 (G.U. n.29 del 4 febbraio 2008 – Supplemento Ordinario n.30)

Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.617 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" (G.U. n.47 del 26/02/2009 – Supplemento Ordinario n.27).

Criteri di analisi della sicurezza:

La struttura viene verificata secondo la normativa vigente.

Schematizzazione della struttura e dei vincoli:

La struttura da realizzare si comporterà come un ponte stradale: la normativa di riferimento è la NTC 2008 (Cap.V).

In considerazione dell'importanza della strada interessata, il calcolo viene condotto considerando la struttura come ponte stradale di prima categoria: "Ponti per il transito dei carichi mobili computati con il loro intero valore" (NTC 2008 par.5.1.3.3.4).

Schematizzazione e modellazione delle azioni:

Le azioni sulla struttura sono state quelle previste dalle N.T.C. del 2008 opportunamente schematizzate per l'implementazione nel software di calcolo.

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite negli schemi di carico così come riportati nelle NTC 2008 al par.5.1.3.3.3, e in particolare, sulle tre corsie:

- schema di carico 1: carichi concentrati Q_{ik} su due assi in tandem pari a:
 - 15x2=30t sulla corsia 1
 - 10x2=20t sulla corsia 2
 - 5x2=10t sulla corsia 3
 - 0 sulle altre corsieoltre a carichi uniformemente distribuiti q_{1k} , q_{2k} e q_{3k} pari a, rispettivamente:
 - 900 kg/mq sulla corsia 1
 - 250 kg/mq sulla corsia 2
 - 250 kg/mq sulla corsia 3
 - 250 kg/mq sull'area rimanente
- schema di carico 2: singolo asse applicato nella posizione più gravosa o peso di una singola ruota da 20t
- schema di carico 3: carico isolato da 15t per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia
- schema di carico 4: carico isolato da 1t per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali
- schema di carico 5: costituito da folla compatta pari a 500 kg/mq (in combinazione ad altri diventa 250 kg/mq)
- schema di carico 6.a,b,c: valido per opere di luce maggiore di 300m per cui non pertinente.

L'implementazione nel codice di calcolo del software ha schematizzato i carichi secondo la seguente tabella:

condiz. di carico	Descrizione	Tipo	Rif. Normativa par.5.1.3.3.3	Nodo/shell interessato
1	Peso proprio	Permanente		
2	Sovraccarico permanente	Permanente		
3	Urto	Istantaneo		74
4	Frenatura	Istantaneo		77
5	Vento	Istantaneo		79
6	Accidentale 1	Istantaneo	Schema di carico 1	da 73 a 84
7	Accidentale 2	Istantaneo	Schema di carico 2	75
8	Accidentale 3	Istantaneo	Schema di carico 3	85
9	Accidentale 4	Istantaneo	Schema di carico 4	86
10	Accidentale 5	Istantaneo	Schema di carico 5	44

Tali condizioni di carico sono state opportunamente combinate (52 combinazioni).

Modellazione dei materiali.

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

Calcolo spostamenti e caratteristiche.

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

In generale possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (beam) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (quad) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Nel caso specifico sono stati utilizzati, per la modellazione della piastra di fondazione, solo elementi bidimensionali di tipo shell.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

Verifiche.

Le verifiche della struttura sono state effettuate utilizzando l'analisi modale, calcolando prima le sollecitazioni e gli spostamenti modali e successivamente il loro valore efficace.

Individuazione dei codici di calcolo.

Il codice di calcolo è quello del solutore interno al programma "CDSWin" della S.T.S. Software di Catania, versione 2009/a.

L'utente non può modificare il codice, può soltanto eseguire delle scelte come:

- tipi di vincoli per nodi ed aste.

Documentazione: manuale tecnico ed operativo fornito con il programma, tutorial e bibliografia.

Grado di affidabilità dei codici.

Il codice è stato scelto perché risolve praticamente tutti i problemi strutturali in campo lineare con risultati soddisfacenti, purché la scelta delle discretizzazioni avvenga con oculatezza e discernimento.

Modalità di presentazione.

Stampa dei dati in ingresso.

La stampa dei dati in ingresso è strutturata in questo modo:

- archivio materiali
- criteri di progetto
- dati generali della struttura
- coordinate dei nodi
- dati aste spaziali
- dati shell spaziali
- vincoli e cedimenti nodali
- carichi termici/distribuiti/concentrati per le varie condiz. di carico
- combinazione carichi

Stampa dei risultati.

La stampa dei risultati risulta così strutturata:

- spostamenti sismici relativi
- progetto S.L.V. fondazione
- verifiche S.L.V. fondazione
- verifiche S.L.V. piastra
- verifiche shell

Notizie sull'elaborazione.

L'elaboratore con cui è stato eseguito il calcolo strutturale presenta le seguenti caratteristiche:

TIPO:	AMD Athlon™ 64 X2 Dual Core Processor 5200+ 2.61 GHz
CAPACITA' DI MEMORIA:	2,00 GB RAM
UNITA' DI MEMORIA DI MASSA:	MAXTOR 250GB
UNITA' PERIFERICHE:	Stampante Konica-Minolta mod. Bizhub 350
SISTEMA OPERATIVO E SUA VERSIONE:	Microsoft Windows XP Prof 2002 con Service Pack vers.3

Esami dei risultati e controlli.

Valutazione dell'elaborazione dal punto di vista della corretta descrizione del modello.

La valutazione dell'elaborazione è agevolata dal fatto che il programma è completamente grafico, con eventuali concetti rigidi, ecc. Le deformate ed i diagrammi delle sollecitazioni oltre al controllo numerico completano la valutazione positiva dell'elaborato.

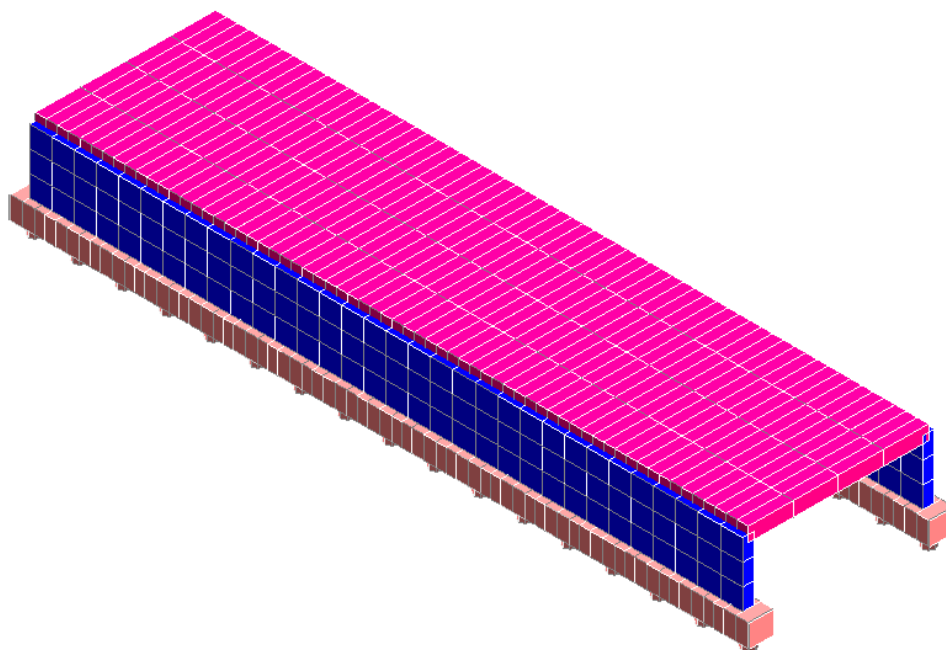
Valutazione dell'elaborazione dal punto di vista numerico.

Il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti è 16.

Giudizio motivato ed accettabilità dei risultati.

I risultati sono accettabili in quanto sono stati eseguiti calcoli di larga massima in condizioni limiti entro i quali cadono i valori ottenuti dal calcolo automatico.

La struttura complessiva è la seguente:

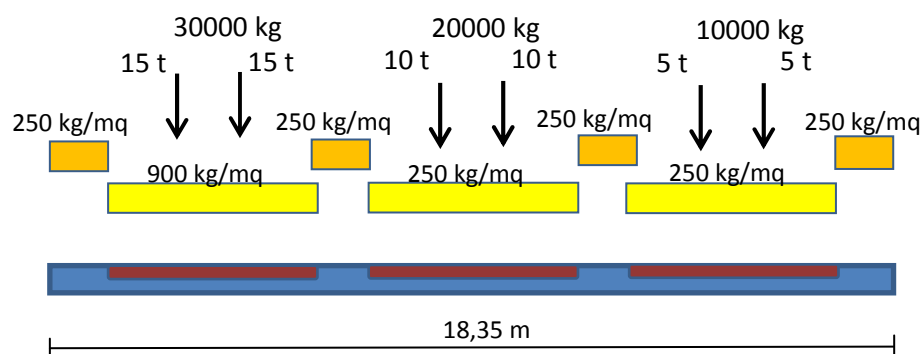


I carichi da applicare secondo le NTC 2008 sono i seguenti:

Diagram illustrating the loading conditions for the three-story building frame. The frame is subjected to column loads Q_{1k} , Q_{2k} , and Q_{3k} at the top, middle, and bottom levels, respectively. The floor slab dimensions are 0,5 m by 2,0 m. The remaining area is labeled "Area rimanente $q_{rk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ ".

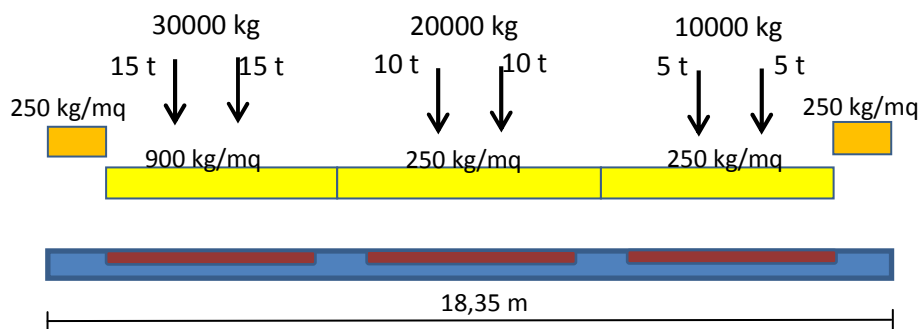
Level	Column Load Q_{ik} (kN)	Floor Slab Load q_{ik} (kN/m²)
Corsia n. 1	$Q_{1k} = 300$	$q_{1k} = 9$
Corsia n. 2	$Q_{2k} = 200$	$q_{2k} = 2,5$
Corsia n. 3	$Q_{3k} = 100$	$q_{3k} = 2,5$

In senso trasversale la disposizione è rappresentata dallo schema che segue:



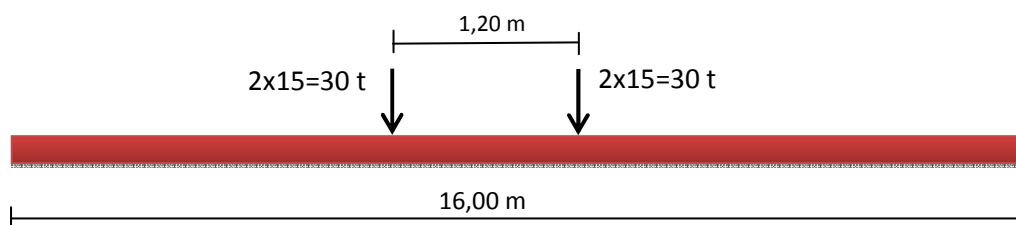
Schema di carico n.1

Per adattare lo schema all'input richiesto dal programma è stata effettuata la seguente semplificazione, a vantaggio di sicurezza:



Schema di carico n.1

In senso longitudinale è stato considerato quindi il seguente treno di carichi:



Calcolo delle spinte orizzontali

Le spinte orizzontali considerate sono state le seguenti:

- ❖ Spinta sismica S_s
- ❖ Azione longitudinale di frenamento ed accelerazione q_3
- ❖ Azione del vento q_5
- ❖ Urti da traffico veicolare

AZIONE SISMICA q_6

Per il computo delle azioni sismiche sono state rispettate le prescrizioni di cui al par.3.2 delle NTC 2008. In particolare la struttura è stata calcolata con un'analisi di tipo dinamico modale a masse concentrate su piani sismici. I risultati sono riportati nei relativi allegati.

AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO ED ACCELERAZIONE q_3

$$q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot 300) + (0,1 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 16,00) = 403,2 \text{ kN} = 40.320 \text{ kg} = \mathbf{41 \text{ t}}$$

AZIONE DEL VENTO q_5

$$q_5 = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

per la Campania: $v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$; $a_0 = 500 \text{ m}$; $k_a = 0,020 \text{ 1/s}$

Altitudine Capaccio: $441 \text{ m.s.l.m.} < a_0 \Rightarrow a_s \leq a_0$ per cui $v_b = v_{b,0} \Rightarrow v_b = 27 \text{ m/s}$

$$q_5 = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 446 \times 0,16 \times 0,4 \times 1 = 30 \text{ N/mq}$$

$$\text{dove: } q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 27^2 = 445,63 \text{ N/mq}$$

c_e : categ. espos. III (zona 3 a 10 km dal mare)

$$k_r = 0,20 \quad z_0 = 0,10 \text{ m} \quad z_{\min} = 5 \text{ m}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) = 0,20^2 \times 1 \times \ln \frac{5}{0,10} = 0,16 \quad c_p = -0,4 \quad c_d = 1$$

$$\text{Superficie di incidenza: } (h_{\text{ricoprimento}} + h_{\text{camion}}) \times L = (1,00 + 4,10) \times 16,00 = 82 \text{ mq}$$

$$\text{Spinta vento: } 30 \times 82 = 2.460 \text{ N} = 246 \text{ kg} \approx 0,3 \text{ t}$$

URTI DA TRAFFICO VEICOLARE q_8

Nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 10 t (par.3.6.3.3.2 NTC 2008). Essa è stata considerata agente sia trasversalmente che orizzontalmente ed applicata sulla superficie della shell di copertura.

ULTERIORI AZIONI CONSIDERATE.

SPINTE DEL TERRENO SUI SETTI. Sui setti laterali del ponte (spalle) è stata considerata una spinta del terreno avente caratteristiche $\gamma = 1900 \text{ kg/mc}$ e $\varphi = 35^\circ$, oltre ad un sovraccarico in sommità pari a 4000 kg/mq per tener conto del traffico veicolare dove insiste la carreggiata stradale.

PESO PROPRIO. Aliquota calcolata direttamente dal programma, come verificabile dai tabulati allegati, avendo considerato il peso del calcestruzzo pari a 2.500 kg/mc .

CARICHI PERMANENTI. Il carico permanente dovuto allo strato di base in calcestruzzo e allo strato di conglomerato bituminoso (binder+strato usura) costituente la carreggiata è pari a:

$$(0,20 \times 2500) + (0,11 \times 2000) = 720 \text{ kg/mq} = 0,72 \text{ t/mq}$$

Si tenga inoltre presente la circostanza che per motivi di opportunità costruttiva, l'armatura inferiore del solettone ottenuta dal calcolo è stata sostituita da travetti precompressi RDB 13x14

con armatura A4, i quali garantiscono un momento di servizio positivo pari a $641,69 \text{ kNm} = 64.169 \text{ kgm}$ per altezza della struttura del solettone pari a 65 cm come da schema allegato, integrandolo con armatura pari a $1\varnothing 14$ ogni travetto, quest'ultima pari all'armatura richiesta dal calcolo effettuato. Si allegano le schede tecniche del travetto prefabbricato.

Il Tecnico

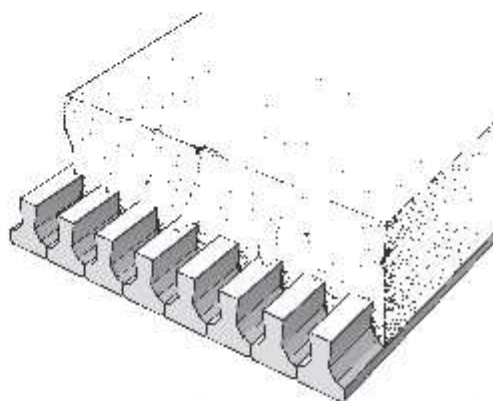
SOLETTONI CON TRAVETTI PRECOMPRESSI ACCOSTATI

DESTINAZIONE DEL PRODOTTO

Formazione dell'intradosso di solettoni per impalcati di ponti, coperture di canali o in genere di orizzontamenti con forti sovraccarichi.

DESCRIZIONE

La struttura risulta formata da travetti Celersap P. sso 9x12 oppure 13x14 accostati l'uno all'altro sui quali viene eseguito un getto di calcestruzzo di altezza variabile in funzione delle esigenze statiche. L'armatura di distribuzione viene normalmente prevista su due strati: il primo, immediatamente al di sopra dei travetti, è formato con fondini disposti in senso normale alla portata; il secondo, a circa 2 cm dall'estradosso, è costituito da un doppio ordine di ferri in senso normale e parallelo alla portata.



ELEMENTI PROGETTUALI

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei travetti Celersap Precompresso 9x12 sono riportate sulla scheda tecnica LCP 1a - tab. 1 - mentre quelle dei travetti 13x14 sono indicate sulla scheda LCP 2a - tab. 1. Per l'omogeneizzazione della sezione del solettoni si ammette che il rapporto tra il modulo elastico del calcestruzzo del travetto ($R_{ck} \geq 550 \text{ kg/cm}^2$) e quello del getto in opera sia pari ad 1,5. Gli schemi di carico accidentale da considerare, in funzione della categoria dei ponti stradali, sono prescritti nel D.M. 4 - 5 - 90.

Per le verifiche delle sezioni, che si eseguono in base alle vigenti norme sul cemento armato precompresso, potranno essere utilizzati i dati riportati in tabella.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE				PRESTAZIONI DI SERVIZIO RIFERITE ALLA STRISCIA DI SOLAIO LARGA 1 METRO											
				SEZIONE PARZIALIZZATA				SEZ. TUTTA REAGENTE				MOMENTI DI SERVIZIO POSITIVI in Kgm			
				ASSE NEUTRO	MOMENTO D'INERZIA	MOD. RESIST.		DISTANZA ASSE BASE/CENTRO	AREA SEZIONE	MOM. D'INERZIA BASE/CENTRO					
SUPERIORE	INFERIORE	TIPO D'ARMATURA TRAVETTI 9 x 12													
DIMENSIONI TRAVETTI	ALTEZZA STATUTORIA	CONG. D'ARMATO	PESO P. SSO IN OPERA	x	J	W _s	W _i	X _c	A _c	J _c	1	2	4	5	6
cm	cm	$\frac{I}{m^4}$	$\frac{Kg}{m^3}$	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴					
9 x 12	15	90	375	8,03	33537	4177	3207	8,17	1800	33073	1750	2508	3386	4073	-
	20	140	500	10,45	78634	7331	5361	10,86	2300	79570	2920	4141	5651	7096	7148
	25	190	625	12,64	143736	11369	7754	13,47	2800	153821	4089	5483	7929	9673	11084
	30	240	750	14,63	237081	16204	10284	16,05	3300	263019	5090	6821	9946	12286	15799
	35	290	875	16,48	358260	21760	12885	18,61	3800	413435	6091	8156	11060	14807	19807
	40	340	1000	18,17	508515	27981	15632	21,15	4300	611331	7093	9491	13969	17325	23488
	45	390	1125	19,78	688852	34822	18211	23,69	4800	862963	8096	10825	15975	19830	25667
13 x 14	25	170	625	12,90	146275	11335	8062	13,51	2902	154437	11051			-	
	30	220	750	15,21	245490	16142	11064	16,16	3402	264810	15738			-	
	35	270	875	17,34	378310	21819	14280	18,77	3902	417605	21273			-	
	40	320	1000	19,32	546694	28290	17628	21,35	4402	619111	27291			27583	
	45	370	1125	21,19	752217	35495	21063	23,92	4902	875598	31960			34606	
	50	420	1250	22,96	996191	43388	24561	26,47	5402	1193332	36682			42303	
	55	470	1375	24,64	1279724	51930	28104	29,02	5902	1578571	41321			50631	
	60	520	1500	26,25	1603773	61090	31682	31,56	6402	2037571	45863			59309	
	65	570	1625	27,80	1999174	70842	35287	34,09	6902	2576588	50400			66058	
70	620	1750	29,28	2378666	81160	38914	36,62	7402	3201673	54933			72849		
TIPO D'ARMATURA TRAVETTI 13x14												A2		A4	