

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355</p>  <p>Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	---

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> CENTRO DIREZIONALE</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> OPERE CIVILI EDILI</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> FABBRICATI EDIFICI</p> <p><i>Titolo del documento</i> RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE ARCADE</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">CD0098_F0</div>
---	--

CODICE	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td><td>G</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>P</td><td>C</td><td>L</td><td>D</td><td>C</td><td>C</td><td>D</td><td>1</td><td>C</td><td>F</td><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>F0</td> </tr> </table>	C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	C	C	D	1	C	F	A	0	0	0	0	0	0	0	2	F0
C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	C	C	D	1	C	F	A	0	0	0	0	0	0	0	2	F0		

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	A. CONTARDI	G. SCIUTO	F. COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

1.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
2.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	9
3.	CARATTERISTICHE MATERIALI	9
4.	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	10
4.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	11
4.2	PRESTAZIONI ATTESE E SISMICITÀ DEL LUOGO	14
4.3	AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	18
4.3.1	AZIONI PERMANENTI.....	18
4.3.2	AZIONI VARIABILI GENERICHE.....	19
4.3.3	AZIONE DEL VENTO.....	20
4.3.4	AZIONI DELLA NEVE	23
4.3.5	VARIAZIONI TERMICHE	26
4.3.6	AZIONI SISMICHE.....	26
4.4	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	32
5.	ELABORATI DI RIFERIMENTO	37
6.	ANALISI STRUTTURALE.....	37
6.1	ANALISI DEI CARICHI.....	37
6.2	COMBINAZIONI DI CARICO	38
6.3	DESCRIZIONE DELLE PROCEDURE DI ANALISI	40
6.4	ANALISI STATICA LINEARE.....	41
6.5	ANALISI DINAMICA MODALE.....	42
6.6	MODELLO DI CALCOLO.....	43
6.6.1	SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO.....	44
6.6.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	47
6.7	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	47
6.8	RISULTATI DELL'ANALISI SISMICA.....	52
6.9	SINTESI DEI PARAMETRI DELL'ANALISI SISMICA	54
6.10	CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE	81
7.	VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE.....	97
7.1	VERIFICHE DELLE SEZIONI	97
8.	AFFIDABILITÀ DEL MODELLO DI CALCOLO ADOPERATO	103
8.1	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE	103

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.2 GIUDIZIO SULL’AFFIDABILITA’ DEI RISULTATI OTTENUTI.....	104
9. TABULATI DI CALCOLO.....	105

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle parti metalliche costituenti, e le verifiche di sicurezza delle sezioni, con riferimento alla struttura denominata Arcade, porzione di un insediamento di maggiore consistenza che rientra fra le opere previste a corredo della realizzazione del Ponte sullo Stretto di Messina. In particolare si tratta di una struttura facente parte dell'intero sistema logistico ricettivo a servizio della piazza di pertinenza del CEDIR.

La struttura portante è realizzata con profili metallici a parete piena di dimensioni standard. Lo schema strutturale è stato studiato con assoluto rispetto dell'idea architettonica, in particolare sono state rispettate la posizione e la forma delle colonne portanti. Queste hanno lo scopo di trasferire alla platea di fondazione le azioni verticali dovute ai pesi propri della struttura stessa e le azioni derivanti da sollecitazioni esterne quali: vento e sisma. Data la lunghezza e l'inclinazione di tali elementi si è scelto di realizzarli con sezioni di forma circolare e di spessore opportuno. La dimensione della sezione consente in ogni caso di realizzare l'involucro esterno previsto nel progetto architettonico. La parte superiore della struttura è stata realizzata con un graticcio di travi la cui sezione è stata scelta in maniera tale da garantire il mantenimento della sezione prevista dal progetto architettonico per l'intero pacchetto di copertura. In particolare si è scelto di realizzare la struttura portante con tre travi, denominate principali, che corrono ai bordi ed al centro della copertura in direzione longitudinale alla struttura stessa. In corrispondenza di ciascun elemento verticale le travi sono state collegate tra di loro, esattamente come previsto dal progetto architettonico, per mezzo di una trave avente la stessa sezione delle travi principali. Nel modello di calcolo tali elementi sono stati denominati traversoni. Le travi principali sono state collegate altresì per mezzo di una serie di traversi che corrono approssimativamente paralleli ai traversoni. Ortogonalmente ai traversi, e con un interasse medio di circa 2 ml, sono state disposte le travi secondarie. I carichi del pacchetto di finitura, applicati sulle travi secondarie, sono stati valutati pensando di realizzare una struttura secondaria in tubolari metallici da disporre sulle travi secondarie e necessaria a superare la differenza di altezza tra le travi principali e quelle secondarie. Seguendo l'impostazione dettata dal progetto architettonico sulla struttura portante, realizzata come sopra descritto, si è sensato di adagiare un graticcio, realizzato con tubolari di dimensioni standard e spessore ridotto, avente lo scopo di sorreggere i pannelli di finitura della struttura stessa.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Relazione di calcolo strutturale Arcade</p>		<p><i>Codice documento</i> CD0098_F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'elaborazione strutturale dell'opera è stata condotta in osservanza delle disposizioni impartite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con D.M. 14.01.2008, e dagli Eurocodici strutturali, sia la dove questi sono espressamente richiamati dalle NTC che nei casi in cui le NTC si limitano ad un generico rinvio a "norme di comprovata validità".

Tuttavia, la dove ritenuto opportuno, sono state recepite le prescrizioni impartite da tutte le norme tecniche a valore cogente o anche solo prescrittivo; ciò al fine di redigere un progetto non solo rispettoso delle imposizioni di legge, ma dotato anche di caratteristiche prestazionali tali da aggiungere valore all'opera da realizzare. Nei casi in cui uno o più particolari aspetti dell'opera in progetto non siano oggetto di attenzione da parte della particolare norma utilizzata si è ritenuto opportuno ricorrere alle "prescrizioni", recepite in modo volontario, riportati in altre norme che assumo carattere soprannazionale o, a volte, semplicemente valore di meri suggerimenti della "buona tecnica del costruire".

Si ritiene pertanto opportuno riportare di seguito l'intero elenco delle norme tecniche che, in diversa misura, hanno contribuito a definire le linee guida del presente progetto:

Legge 5 novembre 1971 N. 1086	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica
Circ. MIN. LL. PP. N. 11951 del 14 febbraio 1992	Circolare illustrativa della legge N. 1086
D.M. 14 febbraio 1992	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche
Circ. MIN. LL. PP. N. 37406 del 24 giugno 1993	Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 14 febbraio 1992
C.N.R. - UNI 10011-97	Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione
D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996	Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
D.M. 16.1.1996	Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche
D.M. 14/9/2005	Norme tecniche per le Costruzioni
D.M. 14/01/2008	Nuove norme tecniche per le costruzioni
Circ. Min. II. e T. 02/02/2009 n. 617	Istruzioni per l'applicazione delle <<Nuove norme tecniche per le costruzioni>> di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Relazione di calcolo strutturale Arcade</p>		<p><i>Codice documento</i> CD0098_F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni;
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno;

3. CARATTERISTICHE MATERIALI

Nel presente capitolo si riportano le caratteristiche dei materiali che si progetta di adoperare per la realizzazione del manufatto descritto dal presente elaborato. In sede di progettazione le caratteristiche dei materiali sono state desunte in ottemperanza alle prescrizioni impartite dalle NTC08 alle quali si rimanda per eventuali dettagli non riportati nelle pagine seguenti.

Per la realizzazione del manufatto in parola si prevede l'impiego di acciaio per carpenteria metallica del tipo S355.

Si tratta di acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 delle NTC08.

In sede di progettazione si assumono convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Identificazione	Simbolo identificativo	Valore	Unità di misura
Modulo elastico	E	210.000,00	N/mm ²
Modulo di elasticità trasversale	G	80769.23	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Coefficiente di espansione termica lineare per temperatura fino a 100°C	α	12x10 ⁻⁶	°C ⁻¹
Densità di massa	ρ	7850	Kg/m ³

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	Codice documento CD0098_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

Secondo le NTC08, sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti tratte dalle citate NTC08.

Secondo le NTC08, sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.

L'opera in progetto prevede l'impiego delle seguenti tipologie di acciaio:

Profili laminati a caldo del tipo a sezione aperta con $t < 40$ mm costituiti di acciaio del tipo S355 avente le seguenti proprietà meccaniche			
Identificazione	Simbolo identificativo	Valore	Unità di misura
Tensione di snervamento	f_{yk}	355	N/mm ²
		3.55×10^8	Pa
Tensione di rottura	f_{tk}	510	N/mm ²
		5.1×10^8	Pa
Tensione di calcolo	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1.15}$	308.69	N/mm ²
		3.0869×10^8	Pa

Profili laminati a caldo del tipo a sezione cava con $t < 40$ mm costituiti di acciaio del tipo S355H avente le seguenti proprietà meccaniche			
Identificazione	Simbolo identificativo	Valore	Unità di misura
Tensione di snervamento	f_{yk}	355	N/mm ²
		3.55×10^8	Pa
Tensione di rottura	f_{tk}	510	N/mm ²
		5.1×10^8	Pa
Tensione di calcolo	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1.15}$	308.69	N/mm ²
		3.0869×10^8	Pa

4. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

Come già anticipato, la struttura in oggetto si compone di una copertura di forma fortemente irregolare ed avente una altezza variabile da un minimo di 4.8 m ad un massimo di 16.50 m. Il piano di calpestio, che coincide con il piano di posa delle colonne portanti, è posizionato a quota 100,00 metri s.l.m.

La struttura architettonica denominata ARCADE si presenta come una struttura nastriforme di forma irregolare sviluppata in lunghezza. L'opera ha inizio in corrispondenza del corpo di fabbrica 4, oltrepassa la galleria che accoglie l'asse 1-2, sovrasta in minima parte il corpo di fabbrica 5, costeggia quest'ultimo fabbricato e termina sul corpo di fabbrica 6. Per ragioni di tipo strutturale si è ritenuto opportuno dividere la struttura portante dell'ARCADE in 3 distinte sottostrutture. In particolare la porzione che grava sul corpo di fabbrica 4 è stata modellata congiuntamente a quest'ultimo ed è stato creato un giunto tecnico tale da garantire una indipendenza del comportamento strutturale tra le diverse parti. Analoga cosa è stata effettuata per la parte di ARCADE che insiste sul corpo di fabbrica 6. Oggetto della presente relazione è il calcolo strutturale della parte di ARCADE che risulta indipendente dagli altri corpi di fabbrica. Si tratta di una struttura che si estende su una lunghezza complessiva di circa 250 m e che presenta una larghezza media di 15 m. Come accennato una porzione della struttura sovrasta il corpo di fabbrica 5. Il progetto architettonico prevede altresì che alcune colonne gravino su tale struttura. Vista la necessità di mantenere indipendenti nel comportamento strutturale il corpo di fabbrica 5 e l'ARCADE il modello strutturale è stato studiato non prendendo in considerazione queste ultime colonne. Questo permette di rendere indipendenti le due strutture non compromettendo l'aspetto architettonico complessivo, infatti le colonne non considerate strutturali potranno, in ogni caso, essere realizzate come elementi a valenza puramente architettonica.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

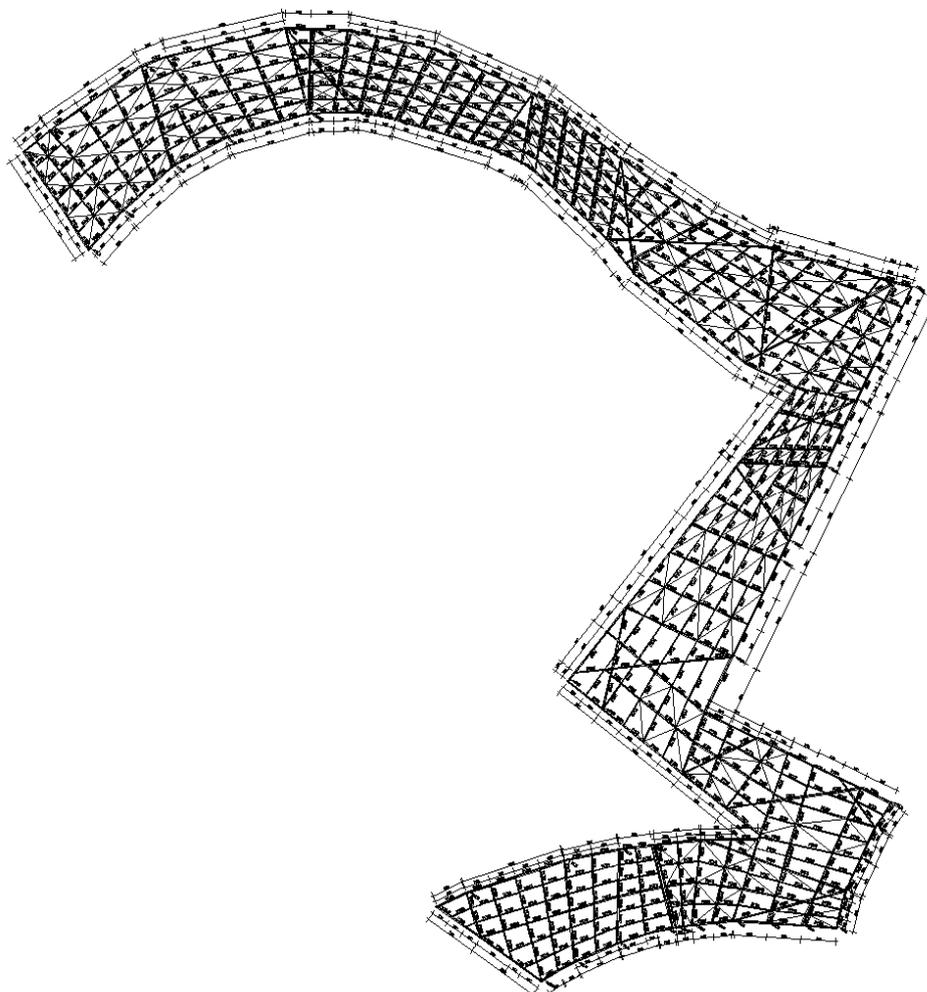


Figura 4.1– Struttura metallica copertura Arcade

La struttura in oggetto dovrà essere realizzata nel Comune di Villa San Giovanni (RC), in posizione geografica desumibile dai valori di longitudine e latitudine rispettivamente pari a 15,645 e 38,226.

4.1.1 Classe dei profili utilizzati

Tutti i profili metallici utilizzati per la realizzazione delle strutture sono costituiti da acciaio del tipo S355W. In base alle prescrizioni impartite dalle NTC08, per detta tipologia di acciaio, si ricava:

$$e^2 = 0,66$$

Le stesse NTC08 prescrivono le condizioni affinché un determinato profilo possa essere classificato in classe 1, 2, 3 o 4. Per le sezioni circolari, quali quelle utilizzate per le membrature principali delle strutture descritte in questa sede, la classe del profilo è funzione del rapporto tra il valore del suo diametro e quello dello spessore delle sue pareti. In particolare si ha che:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Una sezione, per essere in classe 1, deve rispettare la seguente disuguaglianza: $\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$
- Una sezione, per essere in classe 2, deve rispettare la seguente disuguaglianza: $\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$
- Una sezione, per essere in classe 3, deve rispettare la seguente disuguaglianza: $\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$

Sostituendo ad ϵ il suo valore si ricavano i seguenti limiti:

- Classe 1 $\rightarrow 50\epsilon^2 = 33$
- Classe 2 $\rightarrow 70\epsilon^2 = 46.2$
- Classe 3 $\rightarrow 90\epsilon^2 = 59.4$

Si omette ogni riferimento alla classe 4 per la quale le NTC08 rinviano all'eurocodice 3; in ogni caso tale tipologia di profilo non è mai presente nelle membrature strutturali qui esaminate.

I profili utilizzati per realizzare le strutture qui discusse, che hanno forma circolare, si ritrovano nella seguente tabella riepilogativa ove, oltre al tipo di profilo, è indicato anche il valore del rapporto $\frac{d}{t}$ e la classe di appartenenza del profilo.

Profilo	d/t	Classe
Tubolare 508x20	25.4	1
Tubolare 600x35	17.1	1
Tubolare 610x40	15.25	1
Tubolare 150x25	6	1
Tubolare 200x15	13	1
Tubolare 300x20	15	1

In modo analogo, anche per le sezioni a doppio T le NTC08 prescrivono le regole utili per fissarne la classe d'appartenenza. In questo caso i parametri dimensionanti sono il valore di ϵ , che nel caso dell'acciaio utilizzato è pari a 0.81, ed il rapporto c/t .

Per profili del tipo IPE 600, quelli che costituiscono le travi ed i traversi principali, si trova che:

- Per l'ala e per flessione M_z il profilo è in classe 1
- Per l'anima e per flessione M_y il profilo è in classe 1
- Per l'ala e per compressione il profilo è in classe 1
- Per l'anima e per compressione il profilo è in classe 4

Viste le caratteristiche di sollecitazioni agenti (prevalenza di flessione) il profilo può classificarsi in classe 1.

Risultando tutti i profili in classe 1 risultano sempre implicitamente soddisfatte le condizioni che le NTC08 fissano al §7.5.3.1 per le parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative. In particolare, vista la classe di appartenenza di tutti i profili utilizzati, questi sarebbero tutti idonei per strutture progettate in CD"A" con coefficiente di struttura $q_0 > 4$. A maggior ragione, tutti i profili risultano idonei per gli scopi assegnatogli dal presente progetto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.2 PRESTAZIONI ATTESE E SISMICITÀ DEL LUOGO

L'opera in progetto è stata classificata in base alle richieste avanzate dalla committenza che, a loro volta, sono conseguenti all'importanza attribuita all'edificio nonché ad ulteriori esigenze meglio specificate in altri documenti progettuali.

Le prestazioni attese dalla struttura sono rappresentate dalla vita nominale attribuitale nonché dalla sua classe d'uso così come definite dalle NTC08 al cap. 2. In particolare si assumono i valori numerici riportati nella seguente tabella riepilogativa.

Prestazioni attese	
Vita nominale	$V_N = 100$ anni
Classe d'uso	Classe IV, $C_U = 2$
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R = V_N \times C_U = 200$ anni

Il periodo di riferimento è stato valutato, secondo le indicazioni delle CTC08, applicando la relazione indicata nella stessa tabella.

Le strutture dell'opera discussa nella presente sede sono state progettate imponendo che appartengano alla

classe B

(bassa duttilità); ciò, come noto, comporta, rispetto alla classe A, un aggravio delle forze sismiche applicate e una riduzione delle "resistenze ammissibili" delle diverse sezioni allo SLU. La scelta effettuata, che potrà comunque essere rivista da futuri affinamenti di calcolo, consente di tenere in debito conto le caratteristiche strutturali imposte all'edificio che, ad esempio: è dotato di setti sismici cui viene affidato l'assorbimento di un'aliquota delle azioni sismiche; presenta delle connessioni nodali difficilmente gestibili in classe A se non al prezzo di sovradimensionamenti palesemente inutili.

Al fine della caratterizzazione sismica dell'area di sedime in cui dovrà essere ubicata l'opera in progetto, sono state prese in considerazione le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo presente in situ fornite dalle indagini geognostiche disponibili.

Al di sotto della platea di fondazione, da realizzare in fase 2, è presente uno spessore medio di circa 5.00 m costituito da Ripporto Antropico e uno strato sottostante dello spessore medio di 4.00 m di Sabbie e Ghiaie di Messina. Il substrato è costituito dal Conglomerato di Pezzo, esteso fino alle massime profondità indagate.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

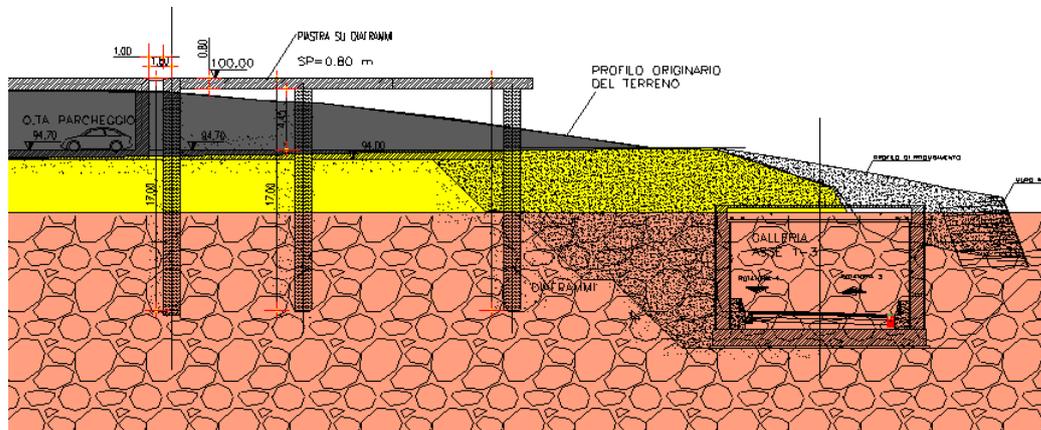


Figura 4.2– Struttura di fondazione ARCADE

Data l'esiguità delle prove localmente presenti, si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona in corrispondenza delle rampe di accesso alle gallerie (Rampe A/B/C/D 0-0+500). E' stato stimato il valore di $V_{s,30}$ a partire dai dati delle prove penetrometriche in foro effettuate nel sondaggio **C404**, ritenuto maggiormente rappresentativo per l'opera in esame, per uno spessore di 30.00 m valutato, dal piano d'imposta della platea di fondazione

Formula di Ohta e Goto (1978):

$$V_S = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z / 0.303)^{0.193}$$

□

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo
 V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima
 N = Numero di strati

SONDAGGIO C404

Strato	Litotipo	Spessore strato in metri	N_{SPT}	α	β	Z	V_s (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi
h_1	Terreno di riporto	0	6	1.000	1.086	0.00	0.00	h_1/V_1	0.000
h_2	Paleosuolo	0	5	1.303	1.086	0.00	0.00	h_2/V_2	0.000
h_3	Sabbia con ghiaia	4	33.6	1.303	1.086	4.00	232.35	h_3/V_3	0.017
h_4	Sabbia da granito alterato	26	100	1.303	1.086	30.00	413.98	h_4/V_4	0.063

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

n_{totale}		30		$\Sigma h_i/V_i$	0.080
$V_{S30} = 30 / 0.080 = 374.91 \text{ m/s}$					

Sulla base dei valori del $V_{s,30}$ sopra riportati, si ritiene che il sottosuolo di progetto rientri nella **Categoria B**.

Vista la morfologia del territorio in cui ricade l'opera si adotta la

Categoria topografica → T1

Pur rinviando al paragrafo predisposto per l'esplicitazione del carico sismico per approfondimenti in merito agli spettri di progetto adottati, si ritiene opportuno esplicitare in questa sede le considerazioni che hanno portato alla determinazione del fattore di struttura.

Per determinare il valore del fattore di struttura si tengono presenti le prescrizioni impartite dalle NTC08 al cap. 7; in particolare, per l'opera qui discussa, si deve tenere conto di quanto riportato al par. 7.4 (Costruzioni di calcestruzzo) ed al par. 7.5 (Costruzioni d'acciaio).

È innanzitutto immediato rilevare che l'Arcade, per le sue peculiarità, non rientra in alcuna delle "tipologie standard" previste dalle norme tecniche citate. Si deve allora ricorrere ad ipotesi progettuali che portino a scelte certamente a vantaggio di sicurezza e, nel contempo, non comportino forti penalizzazioni che si rifletterebbero in un'eccessiva sovrastima dei costi di realizzazione. Nella presente fase progettuale, quella definitiva, si è ritenuto preferibile eseguire il dimensionamento facendo afferire le strutture alla CD"B" pur dovendo considerare la possibilità che nelle successive fasi si adotti una progettazione in CD"A"; ciò scaturisce, più che altro, dall'intento di semplificare le cose e non già in un "difetto" intrinseco del complesso strutturale le cui membrature sono dotate delle caratteristiche necessarie per garantire un'elevata duttilità strutturale. La possibilità che in sede di progettazione esecutiva si ritenga maggiormente proficuo progettare in classe A non appare oltremodo remota ed una forte penalizzazione del fattore di struttura nella presente fase porterebbe ad un sovradimensionamento eccessivamente cautelativo. Nella "scelta" del fattore di struttura si è quindi preferito adottare non già valori estremi bensì un valore ponderato; è all'uopo opportuno osservare che ai fini dei calcoli strutturali l'unico parametro di input visto dal modello di calcolo, attraverso i relativi spettri, è il fattore q e ciò indipendentemente dal percorso seguito per giungere alla sua determinazione. V'è poi da constatare che per l'opera progettata, certamente non ascrivibile alle strutture tipiche, una corretta definizione del fattore q_0 pretende la preventiva definizione del rapporto $\alpha u/\alpha 1$ che, a sua volta, dovrebbe essere determinato in base ai risultati ottenuti da un'analisi non lineare. Le NTC08,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

dovendo coprire tutte le possibili casistiche, non possono che (giustamente) fornire per $\alpha u/\alpha 1$ valori cautelativi mentre, com'è noto, un'analisi rigorosa fa approdare sempre a valori maggiori. È poi doveroso riconoscere che le peculiarità del complesso strutturale rendono sostanzialmente obbligatoria un'analisi non lineare preposta alla determinazione "corretta" del rapporto $\alpha u/\alpha 1$; tuttavia, vista la fase progettuale in essere e l'onere computazionale che tali analisi richiedono, si è ritenuto lecito rinviare tale tipologia di analisi alla fase di progettazione esecutiva allorquando i calcoli strutturali hanno già assolto alla loro funzione di dimensionamento. Nella presente fase si ammette di utilizzare $\alpha u/\alpha 1=1.1$ e, al contempo, per mediare la precedente sovrastima, si ritiene di trascurare i fattori riduttivi che si dovrebbero imporre per tenere conto della non regolarità in pianta. L'arcade, in prevalenza, poggia su sottostanti strutture in c.a. e un'analisi dinamica modale "rigorosa" imporrebbe la realizzazione di un modello di calcolo che contemplasse il complesso strutturale in modo unitario; solo in tal modo si potrebbe addivenire ad una valutazione "corretta" delle frequenze di vibrazione e delle deformate modali. Nella presente fase progettuale tale affinamento di calcolo non è stato possibile raggiungerlo vuoi per le tempistiche disponibili vuoi per gli avvicendamenti tipici della fase progettuale e, pertanto, la progettazione ha dovuto subire le conseguenze dell'introduzione di semplificazioni nei modelli agli elementi finiti. Il modello di calcolo dell'Arcade è stato approntato ipotizzando le colonne come incastrate alla base; ciò comporta, com'è immediato immaginare, il considerare un modello a maggiore rigidità con frequenze di vibrazione più elevate ed un conseguente spostamento delle accelerazioni sismiche adimensionalizzate verso le ascisse minori degli spettri di progetto. Tutto ciò si traduce allo SLV in una sopravvalutazione delle azioni sismiche ed in un conseguente sovradimensionamento delle membrature strutturali. Per controbilanciare tale sovradimensionamento si è ritenuto opportuno non introdurre alcuna riduzione nel fattore di struttura per tenere conto dell'irregolarità in altezza; d'altro canto è ancora da osservare che nel momento in cui si considera il modello FEM parziale questi simula una struttura che risulterebbe regolare in altezza.

Nell'intento di uniformare i diversi modelli di calcolo si è infine preferito utilizzare, anche per l'Arcade, i valori relativi alle opere in c.a.; vista la procedura operativa seguita, che fondamentalmente valuta, in base alla sensibilità del progettista, direttamente il fattore di struttura q e non già i singoli fattori che lo compongono, si è preferito utilizzare un ulteriore fattore cautelativo.

In seguito alle considerazioni or'anzi esposte si ritiene di assumere per il fattore di struttura il seguente valore che, una volta rimosse tutte le ipotesi semplificative introdotte, risulterà certamente a vantaggio di sicurezza.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

q=3,3

4.3 AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni considerate a base del calcolo della struttura sono comprensive delle azioni permanenti, delle azioni variabili di quelle sismiche e delle azioni del vento. Per ciascuna di esse, per una migliore facilità di comprensione, si è deciso di assegnare un paragrafo dedicato.

4.3.1 AZIONI PERMANENTI

Fra le azioni permanenti sono state considerate i pesi propri degli elementi strutturali, desunti direttamente dal software utilizzato in funzione del volume dei singoli elementi strutturali, nonché il carico permanente portato. La struttura portante è stata concepita in maniera tale da scaricare il peso degli elementi necessari a portare la rifinitura direttamente sulle travi secondarie e sulle travi principali. Per la messa in opera dei pannelli di finitura è necessario realizzare un graticcio di elementi tubolari di dimensioni 50 mm e spessore 3 mm. La posa in opera di tale graticcio comporta il superamento della differenza di altezza tra le travi principali e le travi secondarie. Necessita quindi ricorrere ad ulteriori elementi che permettono di superare tale differenza ipotizzando di ricorrere all'uso di elementi modulati aventi la forma di una travatura reticolare leggera realizzata in elementi tubolari di dimensione 40 e spessore 3 mm.

Ne deriva l'analisi dei carichi che tiene conto di tutto il pacchetto di copertura per un singolo metro quadro di copertura.

Elemento e peso unitario	Peso messo in opera
Pannelli di finitura (7,5 kg/ m ²)	15,00 kg
Sostegno reticolare (10 kg/ml)	20,00 kg
Graticcio in tubolari (18 kg/ml)	36,00 kg
Finiture e collegamenti	29,00 kg
<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>	
Peso totale per 1 m² di copertura	100,00 kg/ m²=1 KN/m²

La geometria irregolare del graticcio di travi rende praticamente impossibile valutare il carico effettivamente agente su ciascuna trave. La posizione delle travi secondarie è stata studiata in

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

maniera tale da far competere a ciascuna di esse un'aria di influenza di circa 2 m². Ne deriva un carico uniformemente distribuito sulla trave secondaria di 2 KN/m. Lo stesso carico si applica alla trave principale centrale. In maniera del tutto analoga si valuta un'area di influenza di 1 m², ed un conseguente carico uniformemente distribuito di 1 KN/m per le travi principali di bordo. Per completezza si riporta di seguito una rappresentazione grafica dei carichi permanente portati così calcolati ed applicati sulle travi secondarie e sulle travi principali:

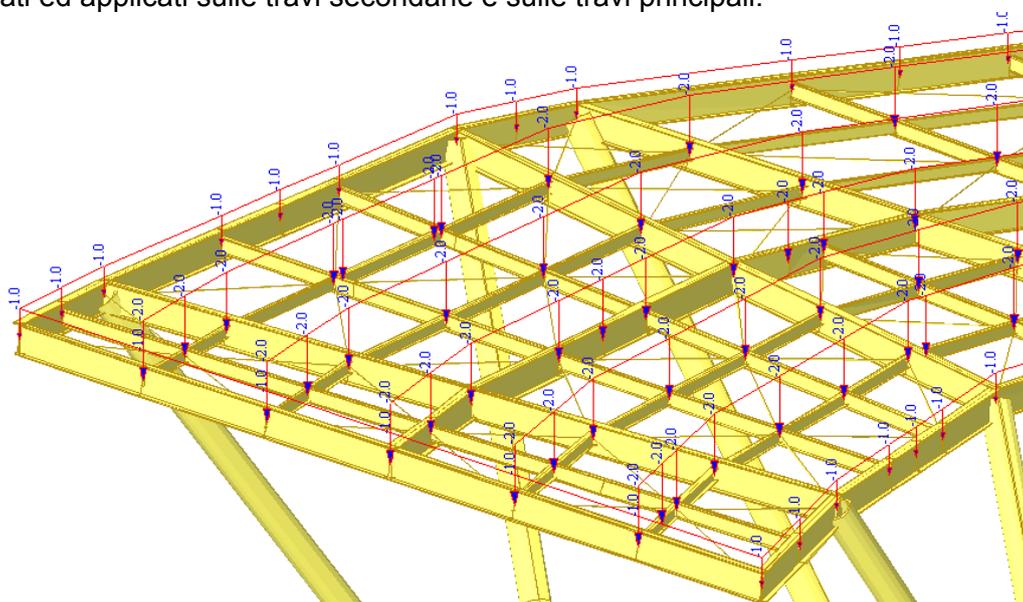


Figura 4.3– Rappresentazione grafica del carico permanente portato

4.3.2 AZIONI VARIABILI GENERICHE

Le azioni variabili generiche sono state valutate considerando la copertura come non praticabile, ovvero praticabile per sola manutenzione. La ripartizione del carico sugli elementi strutturali è stata effettuata ripercorrendo il criterio esposto al paragrafo precedente. In particolare alle travi secondarie ed alla trave principale centrale compete un'area di influenza di 2 m², mentre alle travi principali esterne compete una superficie di influenza di 1 m². Il carico utilizzato è quello appartenente alla categoria H, “Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione”, e quantificato in 0,50 KN/m². Ne deriva un carico uniformemente distribuito, applicato sugli elementi beam del modello, rispettivamente pari a: 1 KN/ m² per le travi secondarie e per la trave principale centrale, 0.5 KN/ m² per le travi principali di bordo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

H	Coperture e sottotetti			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 Coperture praticabili	secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	—	—	—

Tabella 4.3 – Valori dei carichi variabili

4.3.3 AZIONE DEL VENTO

L'azione del vento è stata considerata agente sulla parte di struttura in sopraelevazione, realizzata con elementi strutturali in acciaio.

Il vento, che si considera spirante in direzione orizzontale, esercita sulla costruzione azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per il progetto in esame, tali effetti dinamici, sono simulati applicando alla struttura azioni statiche equivalenti che esercitano pressioni e/o depressioni sulle superfici direttamente investite oppure interessate dalle turbolenze conseguenti al distacco dei vortici. Pur non essendo la struttura definibile "usuale" si ritiene sufficiente l'analisi statica qui descritta al fine di validare la capacità statica delle membrature che la costituiscono. La conformazione geometrica della copertura dell'arcade si presenta irregolare sia nella forma in pianta che nell'andamento altimetrico. Tuttavia è plausibile, data la variazione graduale della forma, assumerla piana.

L'edificio è da attribuire alla classe IV così come individuata dalle NTC08 (vedi apposita sezione della presente relazione) e, pertanto, l'azione del vento deve essere opportunamente tarata in modo che sia rappresentativa quando si consideri un tempo di ritorno adeguato alla classe d'uso considerata.

Pur in tali condizioni si ammette valida l'ipotesi di poter analizzare l'azione del vento applicando alla struttura un'azione statica equivalente agente sempre in direzione ortogonale alla superficie del prospetto investito. Prima di esporre in modo dettagliato i valori numerici e le procedure di calcolo eseguite si ritiene opportuno precisare che l'azione del vento, di fatto, non concorre a costituire la combinazione di carico che produce il maggior cimento statico. Per quanto riguarda invece le depressioni in copertura si anticipa che queste non superano mai il peso proprio del pacchetto di copertura e, pertanto, non possono imporre la decompressione e la conseguente inversione dello stato tensionale nelle diverse membrature.

Nella presente fase di progettazione, quella definitiva, non sono stati eseguiti calcoli di dettaglio al fine di verificare eventuali effetti locali prodotti dal distacco di vortici.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

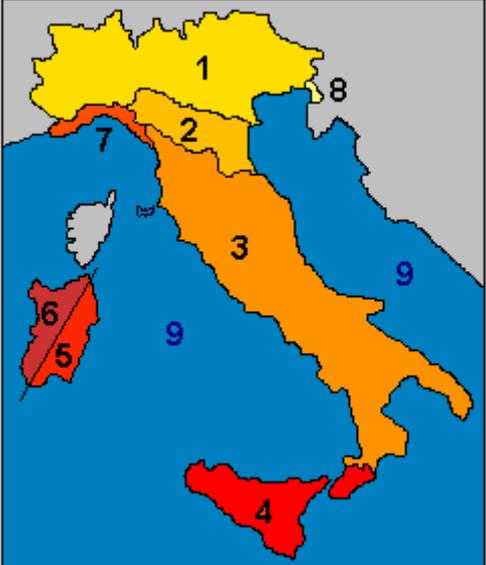
L'azione del vento è stata determinata, secondo le prescrizioni delle NTC08, mediante la relazione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

Essendo:

- q_b la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 delle NTC08;
- C_e il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 delle NTC08;
- C_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;
- C_d il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, il carico di riferimento è valutato in conformità alle prescrizioni impartite dalle norme tecniche applicate nella stesura del presente progetto.

	Parametri di riferimento	
	Regione di riferimento	Calabria
	Provincia di riferimento	Reggio Calabria
	Comune di riferimento	Villa S. Giovanni
	A.S.L. ¹	100 m
	Zona vento	4
	Tipo di copertura	Inclinata
	Classe di rugosità del terreno	D
	Categoria	II

¹ L'altezza di riferimento ove è ubicata l'opera in progetto, per particolari conformazioni topografiche del territorio, può assumere valore diverso rispetto a quella prevista come altezza media del comune di riferimento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

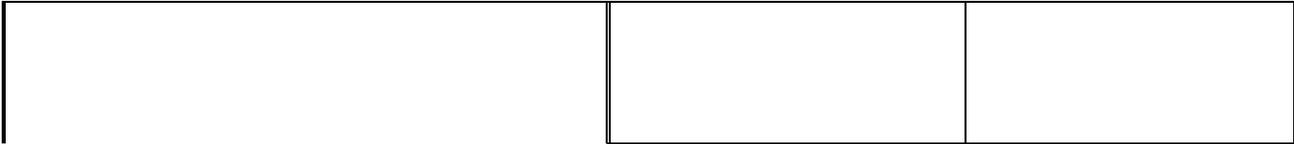


Fig. 4.4 – Determinazione dell'azione del vento

Il valore di q_b è dato da: $q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$ dove si assume per la densità dell'aria $\rho = 1,25 \text{ Kg/mc}$.

Per la zona in esame, considerando che $a_e \leq a_0$ si ricava $v_{b,0} = 28 \text{ m/sec}$. Tale valore è riferito al Tr previsto dalle NTC08 e, per il progetto in esame, deve essere opportunamente rivalutato per tenere conto che si pretende di simulare l'azione del vento per un Tr maggiore.

Il coefficiente C_e (esposizione) si valuta in base all'espressione:

$$C_e(z) = K_r^2 C_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + C_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right]$$

Essendo nel caso in esame $K_r = 0,19$ $z = 20$, $z_0 = 0,05$ si ricava:

$$C_e = 2,8$$

Il valore della velocità di riferimento è calcolata per un Tr=500 anni. A tal fine, in assenza di specifiche di dettaglio fornite in merito dalle NTC08, si applicano le prescrizioni riportate sulla circolare esplicativa delle stesse NTC08 meglio definite in altra sezione del presente elaborato. Per valutare la velocità di riferimento si applica il seguente procedimento:

$$v_b(Tr) = v_{b,0} \alpha_R$$

Dove α_R è il coefficiente che consente di valutare la velocità di riferimento per un dato tempo di ritorno a partire dalla velocità di riferimento calcolata per un tempo di ritorno di 50 anni. Tale coefficiente è dato dall'espressione:

$$\alpha_R = 0,75 \sqrt{1 - 0,2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

Nel caso in esame si ottiene $\alpha_R = 1,12$.

È quindi possibile determinare $v_b = 31,36 \text{ m/sec}$.

E, in sequenza, il valore di $q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 614,65 \frac{\text{N}}{\text{mq}}$.

Si pone, per il caso in esame:

- $C_p = +0,8$ per le facciate esterne;
- $C_p = -0,4$ per le zone in depressione;
- $C_d = 1$

Si assume pertanto:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- P1= 1400 N/m² per le facciate sopravvento
- P2= 700 N/m² per le facce sottovento o in depressione.

Con tali valori numerici si definiscono i diversi casi di carico da prendere in considerazione. È poi fatto l'involuppo dei diversi casi di carico e questi è usato per realizzare le combinazioni di carico previste dalla norme tecniche applicate.

Al fine di addivenire ad una semplificazione del modello di calcolo, si ritiene utile riportare le seguenti considerazioni.

Visto il livello della progettazione si opta di applicare il carico derivate dal vento pensando di far agire la forza di compressione e quella di depressione sulla stessa faccia del pacchetto di copertura. Si tratta quindi di considera l'effetto di una forza complessiva di 2100 N/ m². Moltiplicando questa pressione per l'area di influenza, che dipende dallo spessore del pacchetto di copertura, si ottiene l'azione orizzontale, da applicare sulle travi di bordo del modello strutturale che approssimativamente, ed a vantaggio di sicurezza, può essere approssimata a 2 KN/ml.

4.3.4 AZIONI DELLA NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture è valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

Essendo:

- q_s il carico neve sulla copertura;
- μ_i il coefficiente di forma della copertura;
- q_{sk} il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo (espresso in kN/m²)
- C_E il coefficiente di esposizione
- C_t il coefficiente termico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Anche per il carico neve si deve tener presente che il tempo di ritorno a cui riferirsi è pari a Tr=500 anni; pertanto i valori forniti dalle NTC08, che fanno riferimento ad un Tr=50 anni, devono essere opportunamente modificati per come esposto nel prosieguo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il valore caratteristico del carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

In mancata di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, il carico di riferimento è valutato in conformità alle prescrizioni impartite dalle norme tecniche applicate nella stesura del presente progetto.

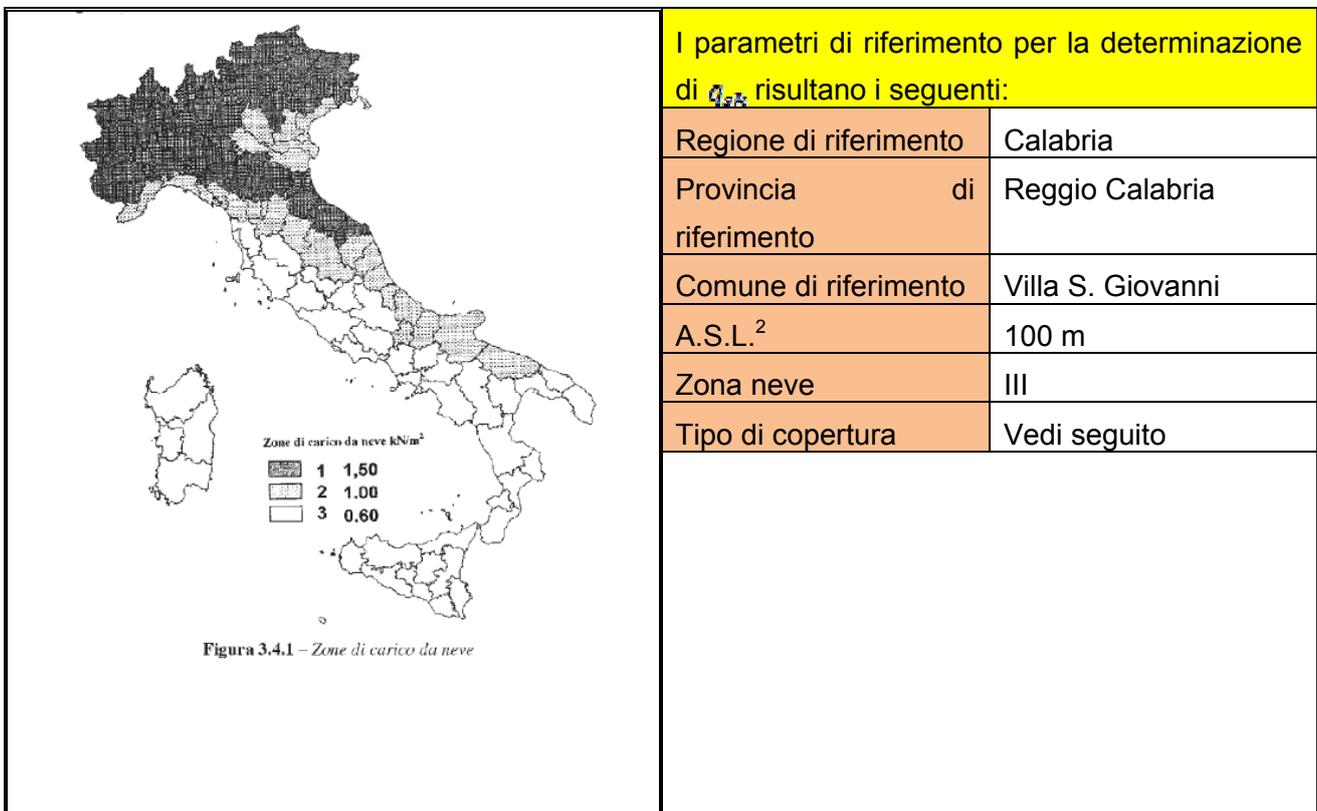


Fig. 4.5 – Determinazione dell'azione della neve

Si determina $q_{sk} = 0,6 \frac{kN}{m^2}$ che è il valore caratteristico del carico neve al suolo per un tempo di ritorno di 50 anni;

² L'altezza di riferimento ove è ubicata l'opera in progetto, per particolari conformazioni topografiche del territorio, può assumere valore diverso rispetto a quella prevista come altezza media del comune di riferimento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Si pone:

$$C_E = 1,1$$

$$C_s = 1$$

La limitata pendenza della copertura consente di approssimare la stessa, esclusivamente ai fini del calcolo del carico neve e con un accettabile livello di approssimazione, come piana. Ne deriva un'assunzione di un coefficiente $\mu=0,8$.

Il valore di q_{ref} (carico neve al suolo) per un tempo di ritorno di $T_r=500$ è valutato a partire dal valore di q_{sk} precedentemente calcolato. Le NTC08, così come la circolare esplicativa di queste, non forniscono alcun metodo di calcolo per valutare il carico neve per un assegnato tempo di ritorno. Visto che sia l'azione del vento che quello della neve simulano due effetti meteorici tra loro paragonabili dal punto di vista della distribuzione probabilistica degli eventi, si ritiene ammissibile utilizzare la stessa formula già utilizzata per valutare il carico del vento.

Si valuta pertanto:

$$\alpha_R = 0,75 \sqrt{1 - 0,2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]} = 1,12$$

E quindi: $q_{ref} = 0,672 \frac{KN}{mq}$

Il carico da utilizzare per simulare l'azione della neve è quindi pari a:

$$q_s = C_E C_s \mu q_{ref} = 0,59 = 0,6 \frac{KN}{mq}$$

Ai fini della valutazione della massa sismica eccitabile si può osservare che, essendo il sito ad una quota inferiore a 1000 m s.l.m. si ha un coefficiente di partecipazione pari a 0 e, quindi, ai fini sismici la quota parte della massa imposta dal carico è nulla.

Essendo l'area di sedime dell'opera ubicata ad una quota inferiore a 1000 m s.l.m. l'aliquota di massa sismica eccitabile è nulla (cfr Tabella 2.5.I delle NTC08).

Il carico dovuto alla neve è stato applicato sulla superficie di copertura secondo le stesse modalità operative già descritte con riferimento al carico permanente portato; gli schemi grafici che ne conseguono, a meno del valore numerico, sono gli stessi di quelli già esposti in tale sede e, pertanto, si omette di ripeterli.

Nello specifico si ritiene opportuno osservare che il carico neve ha un'influenza nulla al fine del dimensionamento strutturale: è stato preso in considerazione al solo fine di soddisfare le formalità dei casi di carico considerati e le relative combinazioni. Di fatto, dovendosi applicare, non

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

concomitante al 100%, con il carico folla e con il carico imposto dai veicoli, risulta del tutto insignificante.

4.3.5 VARIAZIONI TERMICHE

Gli effetti delle variazioni termiche sono stati valutati in conformità alle prescrizioni di §5.1.3.2 delle NTC08, ovvero considerando che le strutture possano essere sottoposte ad un innalzamento della temperatura ovvero ad un abbassamento di questa rispetto alla temperatura di riferimento prefissata per l'opera.

Si sono così considerati due diversi schemi di carico ognuno dei quali pretende di simulare una delle due condizioni ora definite.

Ipotizzando che la temperatura di riferimento per l'opera sia fissabile in 15 °C ed ipotizzando un delta termico pari a ± 10 °C Si ha pertanto:

- Temperatura massima possibile $\rightarrow 25$ °C;
- Temperatura minima possibile $\rightarrow -5$ °C.

Tale condizione di carico è stata imputata nel codice di calcolo sfruttando un'apposita procedura da questi messa a disposizione.

La temperatura di riferimento è stata assegnata a tutti gli elementi beam con cui è stata modellata la struttura.

Le temperature massime e minime sono state quindi assegnate imponendo una variazione di temperatura uniforme a tutti gli elementi costituenti la struttura. Sono stati definiti due schemi di carico distinti denominati secondo le precedenti indicazioni.

4.3.6 AZIONI SISMICHE

Relativamente alle azioni sismiche, si è fatto riferimento a quanto riportato al paragrafo 3.2.3 delle NTC08. In particolare esse sono state caratterizzate da due componenti orizzontali, tra di loro indipendenti, descritte in termini di spettri di risposta attesi in superficie.

Il progetto e le successive verifiche sono state condotte agli stati limite di esercizio, SLE, e agli stati limite ultimi, SLU. Per gli SLE, per ciascuna delle due componenti orizzontali, sono stati considerati lo stato limite di operatività, definito SLO, e lo stato limite di danno, definito SLD; per gli stati limite ultimi è stato considerato lo stato limite di salvaguardia della vita, definito SLV.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ utilizzato è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

in cui T e S_e sono rispettivamente, periodo di vibrazione e accelerazione spettrale orizzontale, mentre S è il coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo ed delle condizioni topografiche, e η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi ξ diversi dal 5%.

Con riferimento agli stati limite ultimi, ai fini del progetto e delle successive verifiche, le capacità dissipative sono state messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni, utilizzando quale spettro di progetto lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo η con $1/q$, essendo q il fattore di struttura.

La caratterizzazione sismica del sito in cui è inserita l'opera in oggetto viene effettuata sulla base delle indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 (paragrafo 3.2). I parametri sismici di base sono stati calcolati utilizzando il foglio di calcolo dedicato "*Spettri di risposta*", fornito dal Consiglio Sup. LL.PP. (<http://www.cslp.it/cslp/>), inserendo le coordinate geografiche dell'intervento in corrispondenza dell'opera in progetto:

Latitudine	38° 22' 68"
Longitudine	15° 64' 56"

Per la valutazione degli spettri di progetto sono state seguite le fasi appresso indicate. Si precisa che, anche se il valore di q_0 per sisma verticale appare posto uguale a uno, ciò non costituisce

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	Codice documento CD0098_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

errore, non essendo stata presa in considerazione l'accelerazione sismica verticale in funzione delle caratteristiche geometriche della struttura, che non lo richiedono.

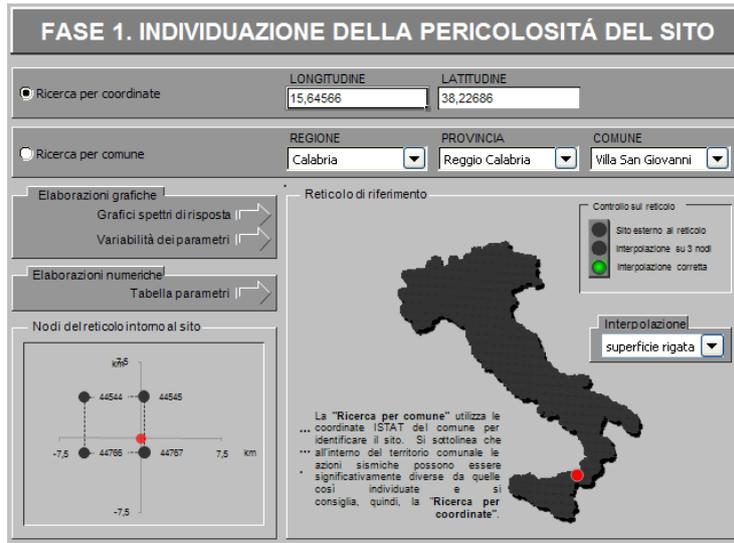


Fig. 4.6 :Individuazione della pericolosità del sito

Le prestazioni attese dalle strutture che costituiscono l'ossatura portante dell'opera in progetto, individuate e caratterizzate secondo i criteri probabilistici prescritti dalle NTC, sono quelli riportati nel seguente prospetto riepilogativo:

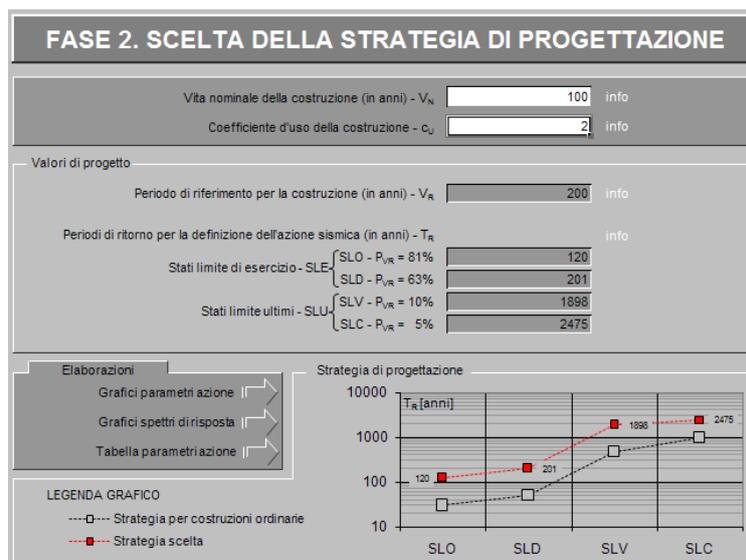


Fig. 4.7: Prestazioni attese

Le azioni di progetto che ne derivano sono rappresentate dai diagrammi che seguono.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev</td> <td style="width: 50%;">Data</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

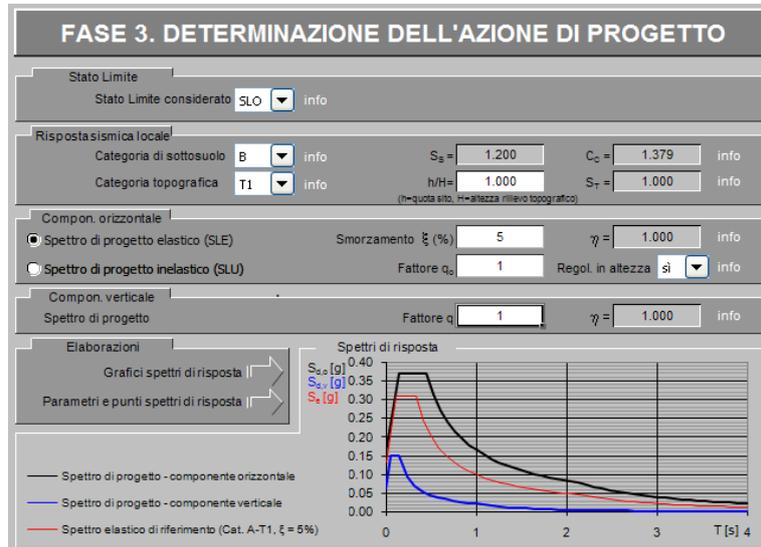


Fig. 4.8: Determinazione dello spettro di progetto relativo allo SLO

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO

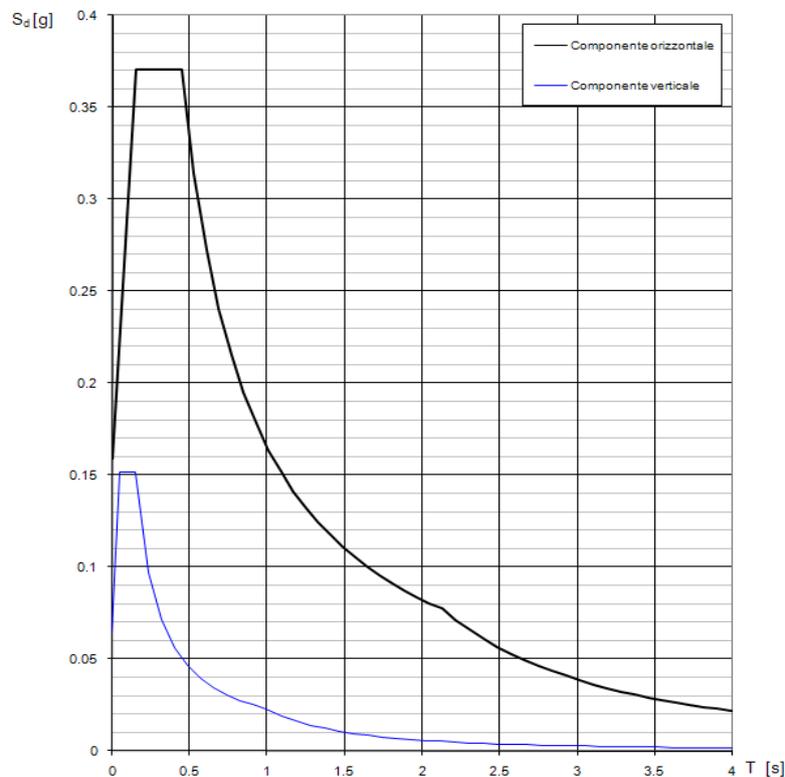


Figura 4.9: Spettro di progetto relativo allo SLO

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	Codice documento CD0098_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

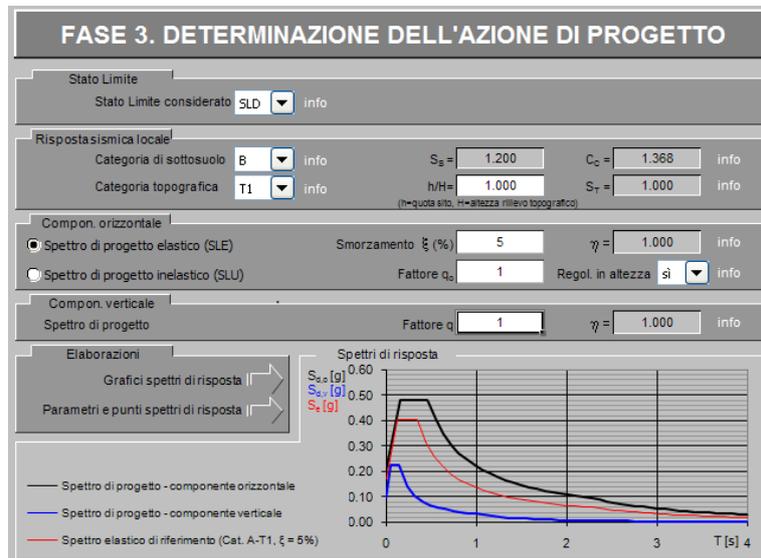


Fig. 4.10: Determinazione dello spettro di progetto relativo allo SLD

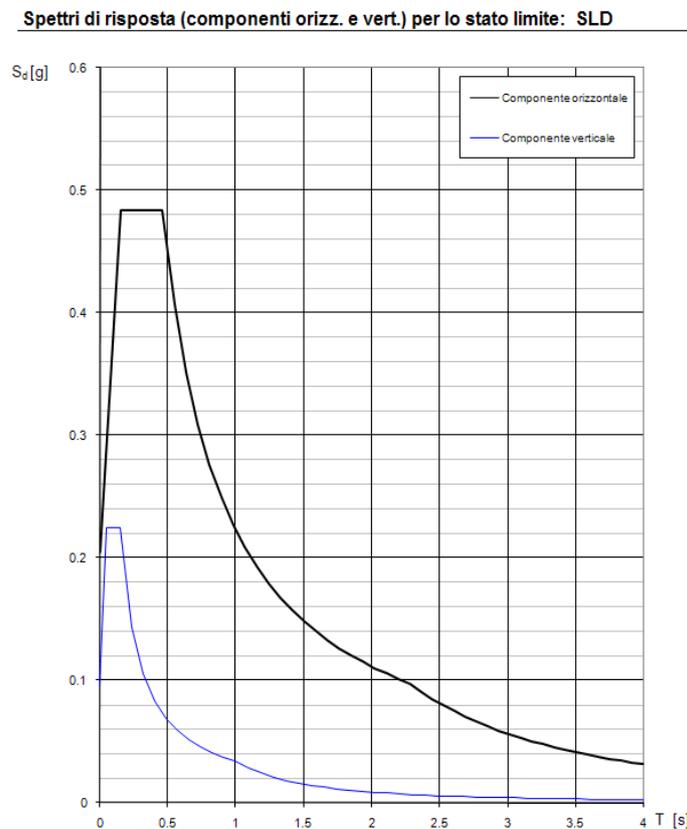


Fig. 4.11: Spettro di progetto relativo allo SLD

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev</td> <td style="width: 50%;">Data</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

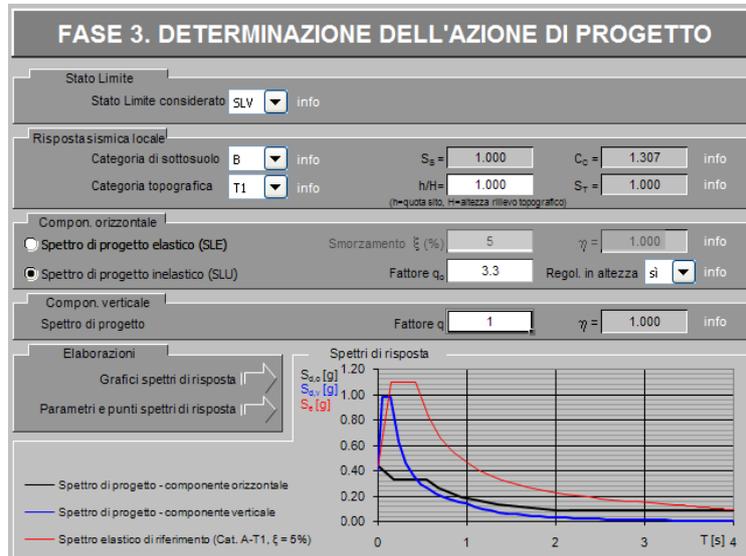


Fig. 4.12: Determinazione dello spettro di progetto relativo allo SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

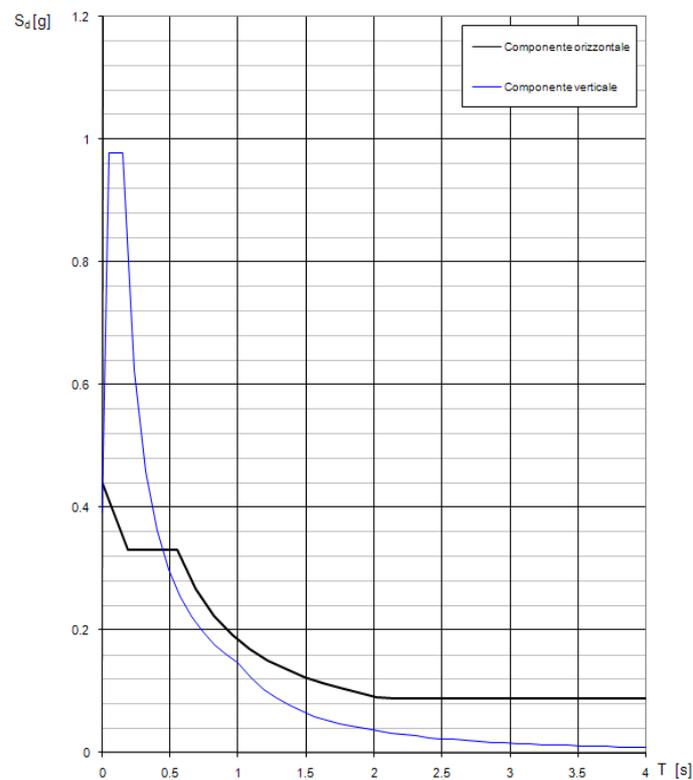


Fig. 4.13: Spettro di progetto relativo allo SLV

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

L'intera struttura è stata considerata come costituita da elementi in acciaio perfettamente incastrati alla struttura di fondazione. Quest'ultima scelta progettuale ha permesso di scindere il modello della struttura metallica in elevazione dal modello della struttura di fondazione. Quest'ultima sarà realizzata in calcestruzzo armato. Secondo la logica del software utilizzato per la modellazione di calcolo, di cui si dirà più approfonditamente in un apposito paragrafo, sono stati utilizzati elementi tipo *beam* per la schematizzazione delle travi e dei pilastri, trattandosi di elementi definiti da due nodi. Gli elementi beam, hanno consentito di discretizzare per intero la struttura secondo quelle che sono le peculiarità del metodo agli elementi finiti (FEM).

Nella scelta degli elementi strutturali si è optato per elementi a sezioni standard facilmente reperibili in commercio. Si tratta di elementi IPE per le travi e di elementi circolari per le colonne portanti. Le scelte architettoniche hanno condotto ad avere, particolarmente in prossimità del corpo di fabbrica 6, delle colonne di lunghezza elevate ed inclinate in maniera accentuata rispetto alla verticale. Questa scelta architettonica ha comportato il ricorso ad elementi strutturali aventi un diametro rilevante ed uno spessore altrettanto influente.

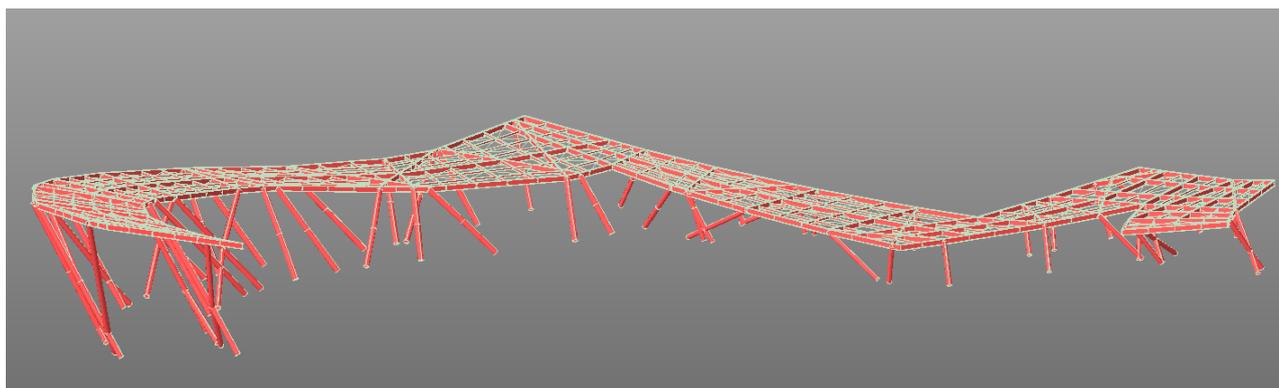


Figura 4.14 – Vista assonometrica del modello di calcolo

Il modello strutturale approntato in una prima fase dello studio era costituito dalle solo colonne e dall'impalcato a graticcio. Le analisi condotte hanno evidenziato degli spostamenti orizzontali rilevanti imputabili all'eccessiva altezza ed inclinazione delle colonne ed alla scarsa redistribuzione delle azioni orizzontale sulle stesse. Il problema della scarsa redistribuzione è stato risolto inserendo dei controventi di piano. Si tratta di elementi posti in diagonale all'interno di ciascuna maglia al fine di limitare al minimo la deformabilità nel piano della maglia stessa. Il modello di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

calcolo così affinato, rispetto alla versione iniziale ha permesso di limitare, in un range accettabile, gli spostamenti orizzontali della struttura. Dai calcoli eseguiti è risultato che gli elementi di controvento possono essere realizzati con tondini in acciaio di diametro 2 cm.

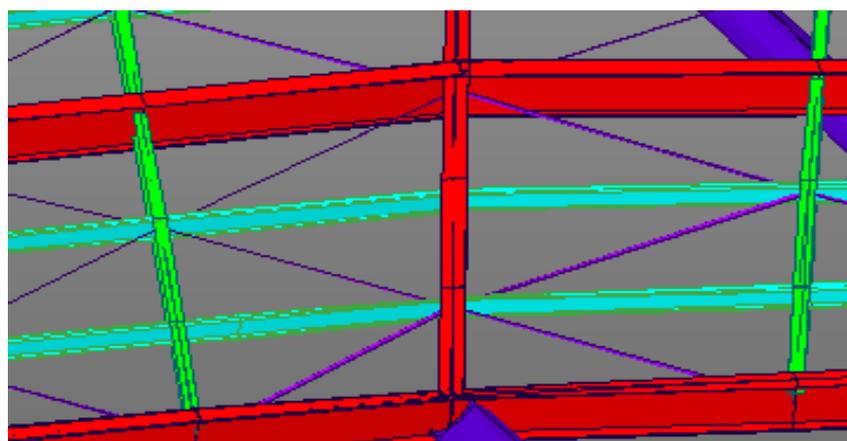


Figura 4.15 – Particolare del sistema di controventatura

Con riferimento alle travi, esse sono state suddivise in: travi principali, che si dislocano longitudinalmente alla direzione della struttura, traversoni, delle stesse dimensioni delle travi principali e colleganti le colonne, i traversi ed infine le travi secondarie.

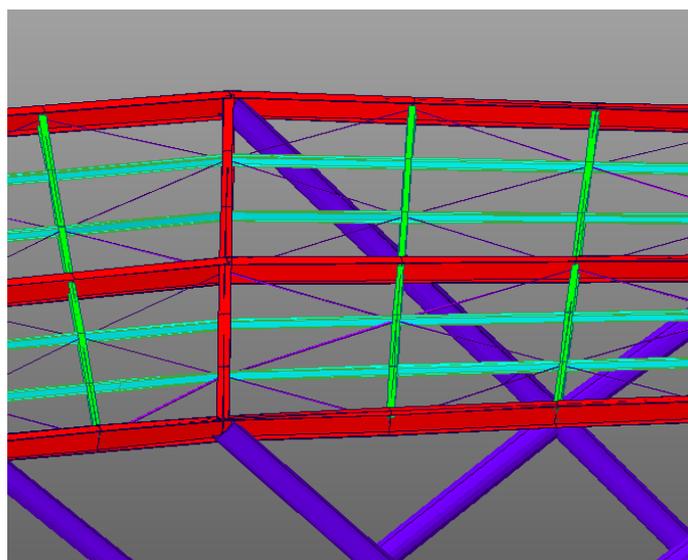


Figura 4.16 – Particolare delle travi: principali e traversoni (in rosso), traversi (in verde), travi secondarie (ciano)

Particolare attenzione è stata posta nella scelta delle colonne portanti. La parte in cui la struttura è più bassa risulta sorretta da colonne circolari di diametro 508 mm e spessore 20 mm, la parte più

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

alta, zona nella quale le colonne presentano altresì una importante inclinazione rispetto alla verticale, è sorretta da colonne di diametro 610 mm e spessore 40 mm.



Figura 4.17 – Particolare colonne: diametro 610 mm (in verde), diametro 508 mm (in rosso)
 Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche delle sezioni utilizzate.

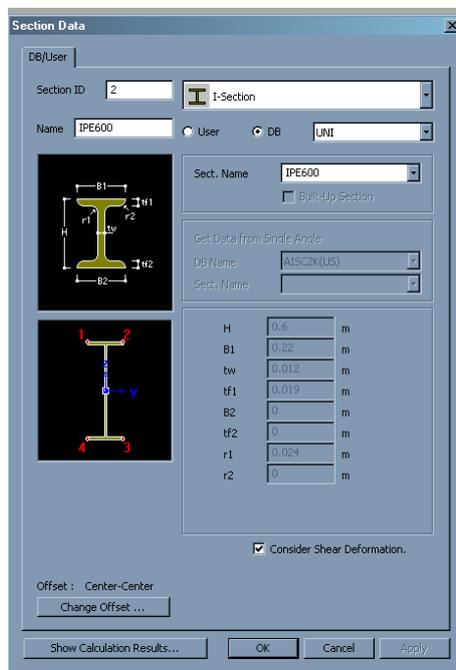


Figura 4.18 – Caratteristiche geometriche delle travi principali e dei traversoni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

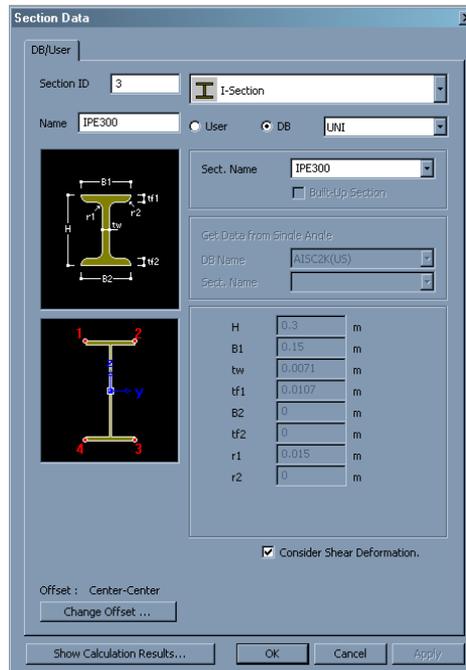


Figura 4.19 – Caratteristiche geometriche dei traveri

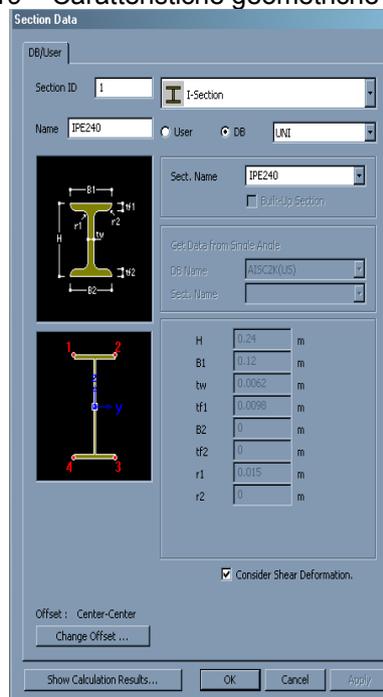


Figura 4.20 – Caratteristiche geometriche delle travi secondarie

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

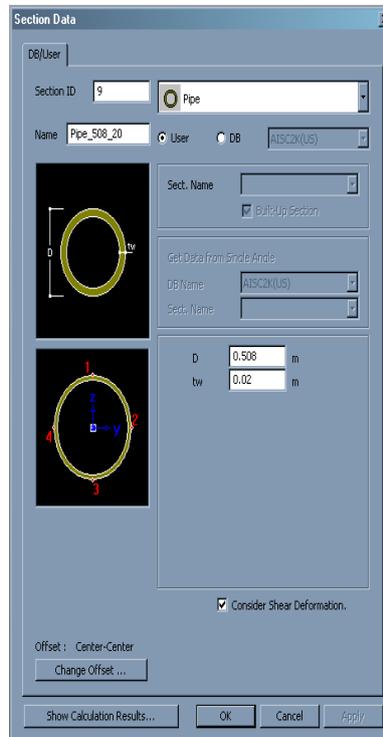


Figura 4.21 – Caratteristiche geometriche delle colonne diametro 508 mm

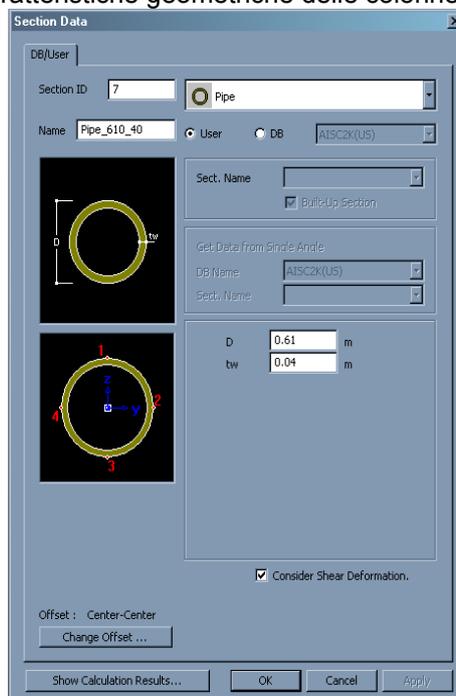


Figura 4.22 – Caratteristiche geometriche delle colonne diametro 610 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

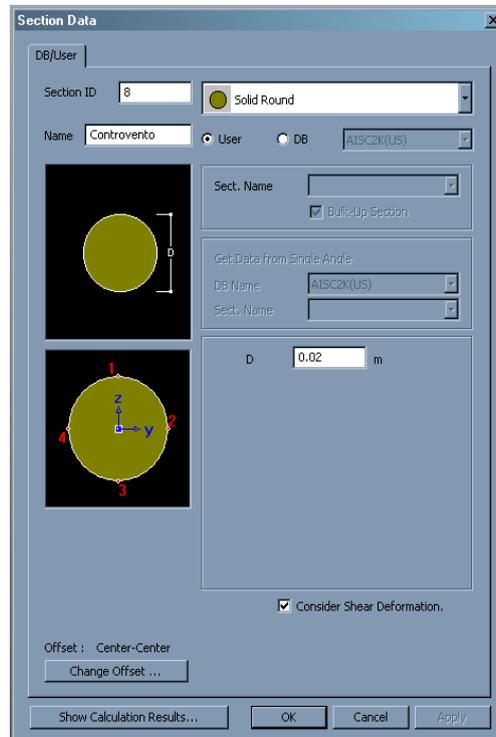


Figura 4.23 – Caratteristiche geometriche controventi

5. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Per l'opera descritta nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti elaborati di progetto:

Carpenteria Arcade Piano quota +100,00	1:200
Carpenteria Arcade - Piano copertura - Tav. 1/2	1:100
Carpenteria Arcade - Piano copertura - Tav. 2/2	1:100

6. ANALISI STRUTTURALE

6.1 ANALISI DEI CARICHI

Le calcolazioni eseguite hanno preso in considerazione tutti i casi di carico previsti dalle NTC08 ovvero:

- Il peso proprio degli elementi strutturali → Schemi di carico G1;
- I carichi permanenti portati → Schemi di carico G2;
- Gli effetti delle variazioni termiche → Schemi di carico T;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

- Gli effetti di altre azioni variabili → Schemi di carico q_H.
- Gli effetti dell'azione di neve → Schemi di carico Neve;
- Gli effetti dell'azione del vento → Schemi di carico Vento;
- Gli effetti delle azioni sismiche → Schemi di carico Q6;

I diversi casi di carico sono poi utilizzati per realizzare le combinazioni di carico previsti dalle NTC08 per i vari stati limite da considerare.

6.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico che sono state prese in considerazioni discendono da quelle che sono le disposizioni riportate nelle NTC08 con riferimento alla parte generale; in particolare si è fatto riferimento al § 2.5.3 per quanto attiene alle regole generali secondo cui debbono combinarsi, ai vari S.L.

Per lo S.L.U. (non sismico) è stata adoperata la seguente regola di combinazione:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

Per gli S.L.E. – Combinazione frequente – è stata adoperata la seguente regola di combinazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Per gli S.L.E. – combinazione quasi permanente per gli effetti di lungo termine – è stata considerata la seguente combinazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Per la combinazione sismica è stata adoperata la formula di combinazione seguente:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \dots$$

In particolare, per quanto attiene alle combinazioni sismiche, sono stati considerati due diversi casi di carico a loro volta ottenuti come combinazione delle azioni sismiche agenti nelle due direzioni. Esplicitate le formule prima introdotte, le diverse combinazioni considerate risultano dalla seguente tabella di riepilogo.

Si riporta di seguito il tabulato del programma di calcolo relativo alle combinazioni di carico utilizzate nell'analisi:

```

+=====+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software) |
| midas Gen - Load Combinations |
| (c)SINCE 1989 |
+=====+
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd. (MIDAS IT) |

```

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

| Gen 2011 |

+=====+

 DESIGN TYPE : General

LIST OF LOAD COMBINATIONS

=====

==

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
-----	------	--------	------	--------------------	--------------------	------------------

=====

==

1	INV_VENTO	Active	Envelope	Vento X +(1.000) +	Vento X -(1.000) +	Vento Y +(1.000)
				+ Vento Y -(1.000)		

2	INV_T	Active	Envelope	T1(1.000) +	T2(1.000)	
---	-------	--------	----------	--------------	------------	--

3	SLU_1	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	q_H(1.500)
				+ INV_VENTO(0.900) +	INV_T(0.900) +	q_neve(0.750)

4	SLU_2	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	INV_VENTO(1.500)
				+ INV_T(0.900) +	q_neve(0.750)	

5	SLU_3	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	INV_VENTO(0.900)
				+ INV_T(1.500) +	q_neve(0.750)	

6	slu_4	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	INV_VENTO(0.900)
				+ INV_T(0.900) +	q_neve(1.500)	

7	SLU_V_X_+	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	q_H(1.500)
---	-----------	--------	-----	--------------	--------------	-------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

+	Vento X +(0.900) +		q_neve(0.750)
8	SLU_V_X_- Active	Add	
	G1(1.300) +		G2(1.500) + q_H(1.500)
+	Vento X -(0.900) +		q_neve(0.750)
9	SLU_V_Y_+ Active	Add	
	G1(1.300) +		G2(1.500) + q_H(1.500)
+	Vento Y +(0.900) +		q_neve(0.750)
10	SLU_V_Y_- Active	Add	
	G1(1.300) +		G2(1.500) + q_H(1.500)
+	Vento Y -(0.900) +		q_neve(0.750)
11	SLU+SISMA_MAX Active	Add	
	G1(1.000) +		G2(1.000) + SLV_MAX(1.000)
12	SLU+SISMA_MIN Active	Add	
	G1(1.000) +		G2(1.000) + SLV_MIN(1.000)
13	SLU_-SISMA_MAX Active	Add	
	G1(1.000) +		G2(1.000) + SLV_MAX(-1.000)
14	SLU_-SISMA_MIN Active	Add	
	G1(1.000) +		G2(1.000) + SLV_MIN(-1.000)
15	SLU_GEO Active	Add	
	G1(1.000) +		G2(1.000)

6.3 DESCRIZIONE DELLE PROCEDURE DI ANALISI

Per valutare il cimento statico cui sono sottoposte le membrature che costituiscono l'ossatura portante dell'opera in progetto sono state eseguite le seguenti analisi:

- Analisi statica;
- Analisi delle frequenze naturali con calcolo dei modi propri di vibrare dell'insieme strutturale;
- Analisi sismica con spettro di progetto;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Analisi di Bukling di tipo lineare.

L'analisi statica è stata condotta con il metodo delle rigidezze, mediante inversione dell'omonima matrice, al fine di valutare le caratteristiche di sollecitazione scaturenti dall'applicazione dei carichi permanenti ed accidentali, ossia di tutti i carichi ad eccezione di quelli sismici. Lo Storage Scheme utilizzato è stato quello denominato Skyline. L'ampiezza di banda e le altre principali grandezze che caratterizzano l'analisi sono dettagliatamente riportate nei tabulati di calcolo allegati al presente elaborato.

L'analisi delle frequenze naturali è stata condotta mediante integrazione nel sub spazio. Avendo posto:

- Zero macchina $\rightarrow 1.00000000E-20$
- Zero Frequenza $\rightarrow 1.00000000E-6$
- Zero bukling auto valore $\rightarrow 1.00000000E-10$
- Tolleranza d'iterazione $\rightarrow 1.00000000E-5$

Gli altri parametri dell'analisi sono riportati in modo dettagliato nei tabulati di calcolo allegati alla presente relazione.

L'analisi sismica con spettro di progetto è stata condotta utilizzando gli spettri di progetto dichiarati nel paragrafo della presente relazione all'uopo predisposto ed i risultati ottenuti dall'analisi delle frequenze naturali prima descritta avendo opportunamente trattato gli eventuali modi propri richiesti in calcolo ma non convergenti. Il tipo di carico imposto è stato quello di accelerazione alla base, si è omesso ogni fenomeno di Damping e le risultanze dei singoli modi sono stati combinati sia secondo la regola denominata SRSS.

Le sollecitazioni derivanti dall'analisi statica sono stati opportunamente combinati con quelle derivanti dall'analisi sismica

6.4 ANALISI STATICA LINEARE

L'analisi statica lineare è la più comune e tradizionale delle analisi strutturali possibili. L'aggettivo statica sottintende che i carichi applicati non dipendono dal tempo o più esattamente variano molto lentamente tra l'istante iniziale di applicazione t_0 e l'istante finale di osservazione t_f (carichi quasi – statici).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Ipotizzando inoltre che la forza di reazione interna dipenda linearmente dagli spostamenti, attraverso una matrice di rigidità costante K e che le forze esterne siano costituite da carichi indipendenti dallo spostamento, si ottiene l'equazione di equilibrio classica per i problemi quasi statici lineari

$$KU = F$$

dove K è la matrice di rigidità, U è il vettore delle deformazioni nodali, F è il vettore dei carichi. E' bene ricordare che la linearità della risposta strutturale deriva da almeno due grandi semplificazioni: l'ipotesi di elasticità lineare del materiale (linearità materiale) e l'ipotesi di piccolezza degli spostamenti e delle deformazioni (linearità geometrica).

Nell'analisi sismica con il metodo statico equivalente, le corrispondenti forze inerziali vengono automaticamente aggiunte agli altri carichi eventualmente presenti sulla struttura.

Note le deformazioni vengono calcolate le sollecitazioni.

6.5 ANALISI DINAMICA MODALE

Il sistema da analizzare è visto come un oscillatore a n gradi di libertà, di cui vanno individuati i modi propri di vibrazione. Il numero di frequenze da considerare è un dato di ingresso che l'utente deve assegnare. In generale si osservi che il numero di modi propri di vibrazione non può superare il numero di gradi di libertà del sistema.

La procedura attua l'analisi dinamica in due fasi distinte: la prima si occupa di calcolare le frequenze proprie di vibrazione, la seconda calcola spostamenti e sollecitazioni conseguenti allo spettro di risposta assegnato in input.

Nell'analisi spettrale il programma utilizza lo spettro di risposta assegnato in input, coerentemente con quanto previsto dalla normativa.

L'ampiezza degli spettri di risposta è determinata dai parametri sismici previsti dalla normativa e assegnati in input dall'utente.

La procedura calcola inizialmente i coefficienti di partecipazione modale per ogni direzione del sisma e per ogni frequenza. Tali coefficienti possono essere visti come il contributo dinamico di ogni modo di vibrazione nelle direzioni assegnate. Si potrà perciò notare in quale direzione il singolo modo di vibrazione ha effetti predominanti.

Successivamente vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione. Per ogni direzione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti. E' prevista una specifica fase di stampa per tali risultati.

L'ultima elaborazione riguarda il calcolo degli effetti complessivi, ottenuti considerando tutte le direzioni dinamiche applicate. Tale risultato (inviluppo) può essere ottenuto, a discrezione, in più modi distinti, inclusi quelli suggeriti della normativa italiana e dall'Eurocodice 8.

6.6 MODELLO DI CALCOLO

Per il progetto delle strutture portanti dell'opera illustrata dal presente elaborato sono stati adoperati diversi strumenti tecnici che, secondo le prescrizioni delle norme tecniche vigenti, debbono essere adeguatamente descritti dal presente elaborato progettuale.

Nei seguenti paragrafi verranno esposte, in modo certamente non approfondito, ma sufficienti per gli scopi prefissi, le basi scientifiche su cui si basa la modellazione strutturale dell'opera illustrata dal presente elaborato nonché della modellazione adoperata per simulare i carichi applicati. Verranno inoltre date, con esposizioni improntate alla brevità espositiva, adeguate illustrazioni sulle peculiarità del software utilizzato e sulle potenzialità da questo offerte.

Quanto riportato in questa sede non può certamente avere alcuno scopo didattico, ma si prefigge unicamente il fine di dichiarare, pretendendo quindi che il lettore abbia piena padronanza della materia, quali tra le possibilità progettuali messe a disposizione dalla scienza e dalla tecnica delle costruzioni sono state adoperate per progettare e verificare gli elementi strutturali esaminati.

Per la valutazione delle caratteristiche di sollecitazione il metodo di calcolo adoperato si basa sulla modellazione agli elementi finiti della geometria strutturale d'interesse. Tale metodo, com'è noto, prevede che il continuo fisico venga discretizzato in elementi finiti tra loro mutuamente connessi in punti significativi detti nodi. Gli elementi finiti utilizzabili per modellare i vari elementi strutturali sono innumerevoli; per grandi linee si spazia dagli elementi monodimensionali tipicamente utilizzati per modellare travi e pilastri, agli elementi bidimensionali in stato piano di tensione o con caratteristiche flessionali tipicamente utilizzabili per la modellazione di lastre e/o piastre, agli elementi tridimensionali adoperati per modellare solidi con stati tensionali rappresentabili dal tensore degli sforzi in alcun modo ridotto.

La modalità operativa del metodo prevede, per grandi linee, le seguenti fasi operative:

- Definizione della geometria strutturale e dei carichi applicati;
- Definizione delle caratteristiche dei materiali che costituiscono gli elementi strutturali;
- Divisione della geometria strutturale in nodi ed elementi finiti appropriati per definire

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

matematicamente il particolare elemento fisico;

- Scrittura delle equazioni capaci di descrivere matematicamente la realtà fisica;
- Risoluzione delle equazioni matematiche;
- Generazione dei risultati dell'analisi;
- Lettura ed interpretazione dei risultati ottenuti.

Tra le varie alternative disponibili, la scrittura delle equazioni matematiche che descrivono problema è realizzato in questa sede utilizzando il metodo noto come "metodo delle rigidezze" ovvero, definita l'energia potenziale totale della struttura, si ricerca il punto di equilibrio mediante ricerca dei punti di minimo del funzionale prima citato. Tale approccio metodologico è attualmente quello utilizzato dalla quasi totalità dei software commercializzati per essere utilizzati nel settore dell'ingegneria strutturale.

Ogni software tuttavia, pur applicando sempre i medesimi concetti di base, presenta delle peculiarità che lo diversificano dagli altri sia per l'approccio metodologico da utilizzare per la descrizione della struttura, sia per la disponibilità stessa di diversi elementi finiti più o meno adatti alla descrizione del particolare problema.

Nel paragrafi si ritiene pertanto opportuno fornire una breve descrizione dei vari software utilizzati nonché delle potenzialità e delle modalità operative da questi offerte al progettista delle strutture.

6.6.1 SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO

Il presente capitolo ottempera alle prescrizioni impartite dalle NTC al capitolo 10.2 ove si richiede che *"Occorre indicare con precisione l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, autore, produttore, eventuale distributore, versione, estremi della licenza d'uso o di altra forma di autorizzazione all'uso"*.

Nel presente capito si omette di dare indicazioni sulle caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati; per tali informazioni si rimanda al paragrafo .

Per redigere il presente calcolo strutturale ci si è avvalsi del codice di calcolo MIDAS GEN, prodotto dalla software house MIDAS Information Technology Co., Ltd. E commercializzato in Italia da CSP Fea s.c. con sede in via Zuccherificio, 5/D - 35042 Este (PD) Italy concesso in licenza d'uso a ST Global s.r.l.

È un software di calcolo orientato prevalentemente al calcolo strutturale di edifici o, più in generale, agli edifici con struttura intelaiata, che implementa il metodo FEM e, essendo dotato di numerosi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

elementi finiti, consente di modellare sostanzialmente qualsiasi elemento strutturale utilizzato nel settore dell'ingegneria civile.

Il discreto strutturale degli elementi che costituiscono la struttura è definito da punti singolari detti nodi cui si affida il compito di descrivere gli spostamenti dell'intero modello predisposto.

I nodi strutturali sono individuati attraverso le loro coordinate cartesiane rispetto ad un sistema di riferimento che rimane fisso ed invariato in tutte le fasi operative della modellazione. Tale sistema di riferimento è definito come "sistema di riferimento globale".

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna euclidea destrorsa con assi coordinati mutuamente ortogonali.



L'origine del sistema di riferimento globale non ha importanza ai fini delle calcolazioni numeriche eseguite: esso influisce esclusivamente sul valore numerico delle coordinate nodali. È pertanto possibile scegliere tale origine in un qualsiasi punto di comodo anche esterno alla struttura esaminata.

Al fine di semplificare la realizzazione del modello strutturale il software utilizzato permette di definire ulteriori sistemi di riferimento diversi rispetto a quello prima descritto. Sarà poi il software stesso, al momento opportuno, che si occuperà di convertire in modo del tutto automatico e trasparente all'utente le coordinate dal sistema di riferimento utilizzato a quello globale di base costituito dalla terna euclidea prima descritta. È così possibile "spostare" l'origine del sistema di riferimento in un punto di comodo diverso da quello che fissa l'origine del sistema di riferimento globale ovvero ruotare tutti e tre gli assi di riferimento di un angolo a piacere. In ogni caso, il nuovo sistema di riferimento dovrà essere sempre individuato da una terna euclidea destrorsa.

È compito dell'utente scegliere, tra le varie possibilità, il sistema di riferimento che meglio si presta alla descrizione geometrica della particolare struttura in progetto. In modo analogo è sempre l'utente a definire il punto di origine del sistema di riferimento globale; ciò avviene in modo implicito in funzione delle coordinate assegnate ai vari nodi strutturali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I nodi della struttura individuano in punti di mutuo contatto tra i vari elementi finiti che la costituiscono. Un'oculata scelta dei nodi costituisce un punto fondamentale per la corretta discretizzazione agli elementi finiti del continuo fisico. Al nodo possono convergere uno o più elementi finiti anche di diverso tipo. Ogni nodo è dotato di sei gradi di libertà ed in corrispondenza del nodo possono applicarsi carichi concentrati agenti in una delle sei direzioni relative ai sei gradi di libertà. Al nodo è inoltre possibile applicare carichi termici attraverso la definizione della temperatura di riferimento.

I gradi di libertà possono essere liberi (spostamenti generalizzati incogniti), bloccati (spostamenti generalizzati corrispondenti uguali a zero), di tipo slave o linked (il parametro cinematico dipende dalla relazione con altri gradi di libertà) o, infine, a spostamento imposto (cedimento vincolare).

Si può intervenire sui gradi di libertà bloccandone uno o più. I blocchi possono imporsi nella direzione degli assi del sistema di riferimento globale oppure, mediante opportuni accorgimenti, anche in particolari direzioni decise dall'utente. In merito è opportuno tener presente che i vincoli imposti ai nodi fanno "sempre" riferimento al sistema di riferimento globale a meno che un diverso orientamento non venga esplicitamente dichiarato nella dichiarazione del vincolo stesso.

Mediante relazioni complesse è inoltre possibile creare legami tra uno o più gradi di libertà di un nodo detto generalmente slave con quelli di un altro nodo detto master.

Vengono messi a disposizione diversi elementi finiti di tipo monodimensionale ognuno dei quali è idoneo per assolvere ad uno o più compiti specifici.

Una rassegna di tali elementi è la seguente:

- Truss
- Tension only / Hook / Cable
- Compression only / Gap
- General beam / Tapered beam
- Plate
- Plate stress
- Plate Strain
- Axisymmetric
- Solid

Ognuno degli elementi finiti innanzi citati ha caratteristiche diverse sia per quanto riguarda la definizione della matrice di rigidezza ad esso associata che per quanto attiene alla definizione dei carichi ad esso applicabili. Si ritiene doveroso precisare che per ogni approfondimento di merito è

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

opportuno consultare le documentazioni che corredano il software Midas ovvero gli specifici testi di settore che riportano specifiche trattazioni delle argomentazioni teoriche d'interesse.

6.6.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Nella presente sede verranno fornite le indicazioni sui criteri ed i metodi operativi utilizzati per indagare l'idoneità statica dell'opera nel suo complesso nonché delle singole membrature che la compongono. A tal fine il "modello di calcolo" illustrato di seguito si prefigge lo scopo di determinare le caratteristiche di sollecitazione che cimentano ogni elemento che compone il complesso strutturale, di valutare le deformazioni dell'opera, di determinare gli spostamenti e di valutare le reazioni vincolari.

Le modalità secondo cui i diversi carichi considerati sono stati imputati nel modello di calcolo sono state argomentate nelle sezioni precedenti, la dove sono stati definiti gli stessi carichi dal punto di vista concettuale, consentendo, a parere certamente soggettivo, ma auspicabilmente condiviso, una più chiara esposizione dell'argomento ed una più immediata interpretazione di quanto si vuole trasmettere con il presente elaborato descrittivo.

Si ribadisce in questa sede che la struttura, nel suo complesso, è stata discretizzata secondo quelle che sono le peculiarità del metodo FEM; in particolare, visti i punti di forza del software di calcolo utilizzato, si è preferito adottare una modellazione che facesse in prevalenza uso di elementi finiti di tipo beam.

Nel prosieguo della presente sezione verranno date indicazioni sulle procedure operative eseguite, sulle scelte di modellazione e su ogni altro aspetto si ritenga utile ed informativo; tuttavia la mole di informazioni che si dovrebbe riportare per esplicitare nel dettaglio ogni aspetto del modello strutturale qui discusso fa desistere da tale intento e suggerisce di rinviare ai tabulati di calcolo per approfondimenti di dettaglio non riportati in questa sede che, come detto, ha vocazione prevalentemente descrittiva.

6.7 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

I risultati dell'analisi strutturale sono dettagliatamente descritti nei tabulati di calcolo allegati al presente elaborato di progetto. Vista la mole di informazioni numeriche che le calcolazioni automatiche utilizzate producono è tuttavia consigliabile illustrare per altre vie almeno i punti salienti che descrivono il comportamento delle strutture esaminate. Pertanto, in ottemperanza a quelle che sono le direttive impartite dalle NTC08 e nell'intento di esporre nel modo più chiaro e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

succinto possibile quanto or'anzi detto nel prosieguo verranno riportati quei diagrammi, da sempre metro di misura per l'ingegneria strutturale, che descrivono gli stati di sollecitazione e le principali deformate cui le diverse parti sono sottoposte sia riguardandole come singole membrature che come complesso strutturale d'insieme. È tuttavia palese che una disamina completa e dettagliata di ogni aspetto è possibile solo consultando i tabulati di calcolo riportati in forma numerica essendo l'esposizione grafica destinata esclusivamente ad una informativa di sintesi e parametrica delle peculiarità a maggiore significatività statica. Si ritiene infine opportuno fare osservare che i tabulati allegati consentono la riproducibilità dell'intero modello di calcolo pur se ciò richiede che venga impiegato lo stesso software utilizzato per realizzare il modello i cui estremi identificativi sono riportati nella sezione del presente elaborato allo scopo predisposta.

Le deformate strutturali sono riportate al fine di evidenziare il comportamento dell'opera quando sottoposta all'azione dei carichi su essa agenti. Per tale fine è utile rappresentare le deformate con riferimento ai singoli schemi di carico agenti, essendo di più immediata interpretazione l'effetto prodotto dalle diverse azioni focalizzate singolarmente.

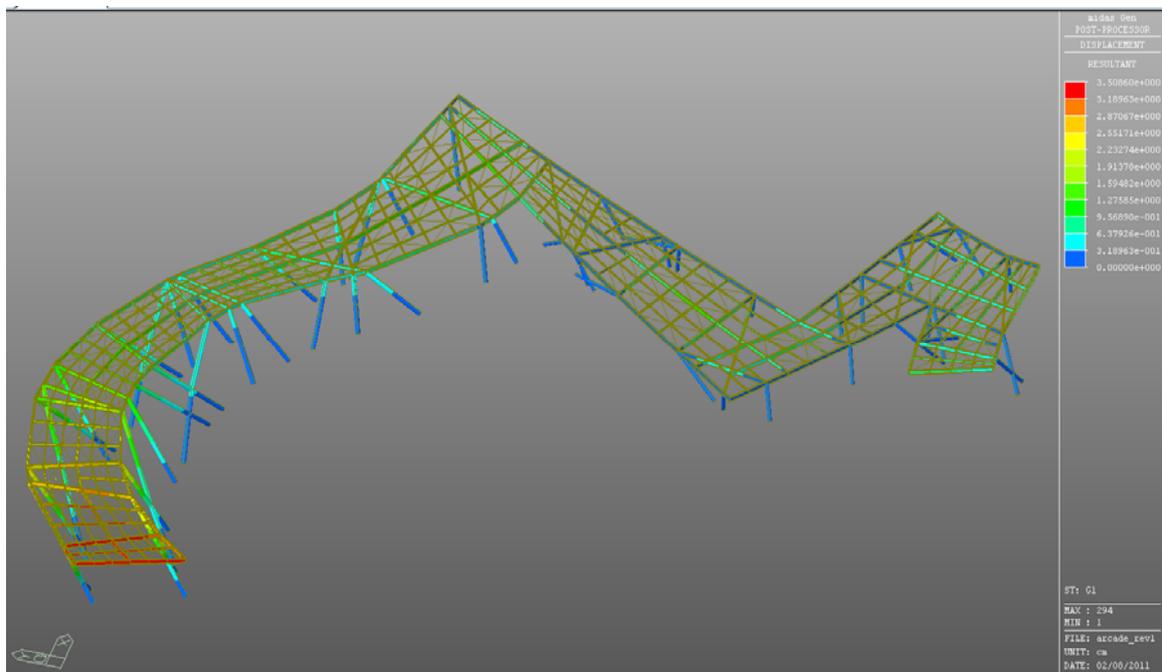


Figura 6.1: Deformate per effetto dei pesi propri strutturali – G1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

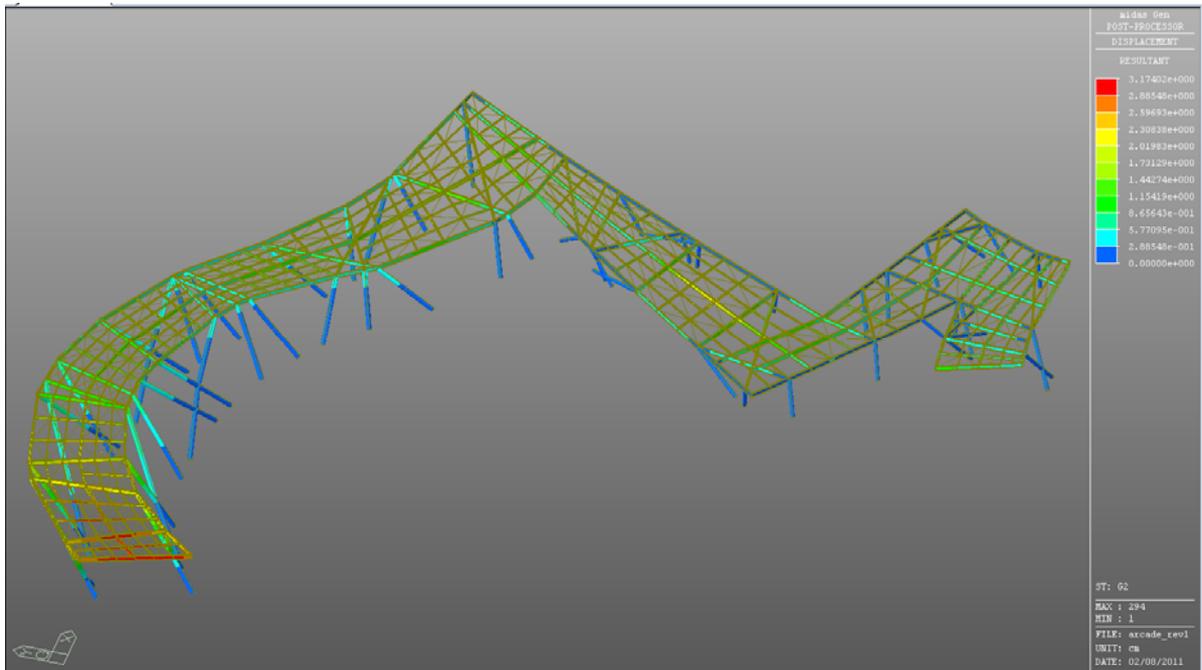


Figura 6.2: Deformate per effetto dei carichi permanenti portati – G2

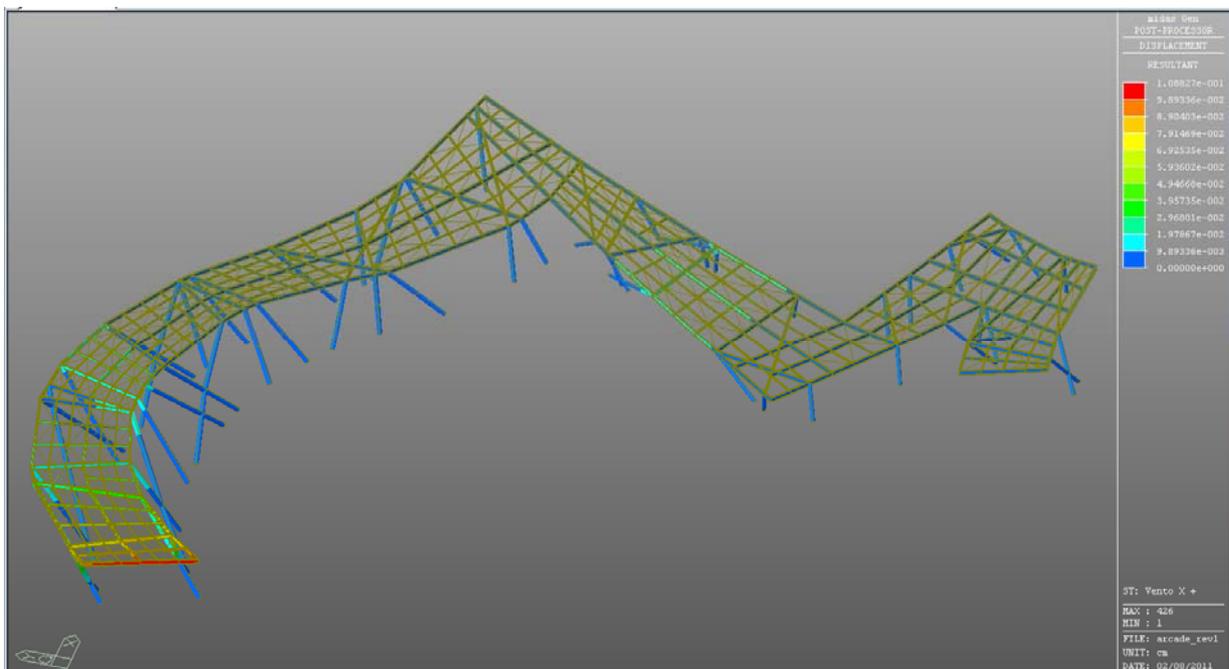


Figura 6.3: Deformate per effetto dell'azione del vento in direzione + X

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

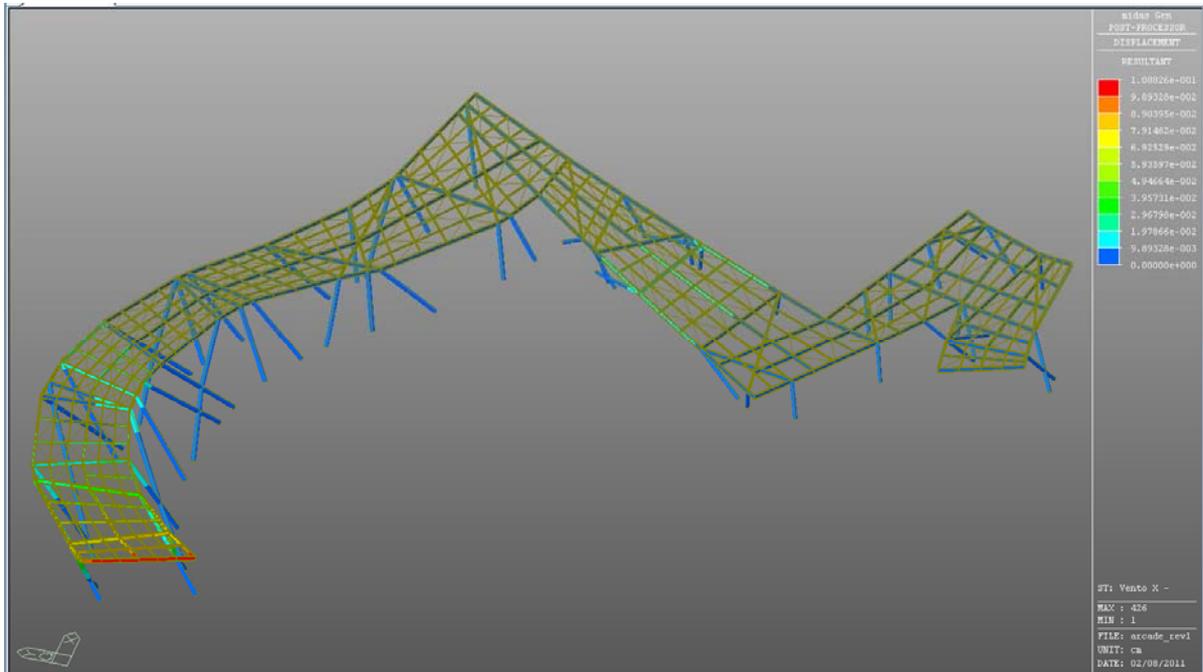


Figura 6.4: Deformate per effetto dell'azione del vento in direzione - X

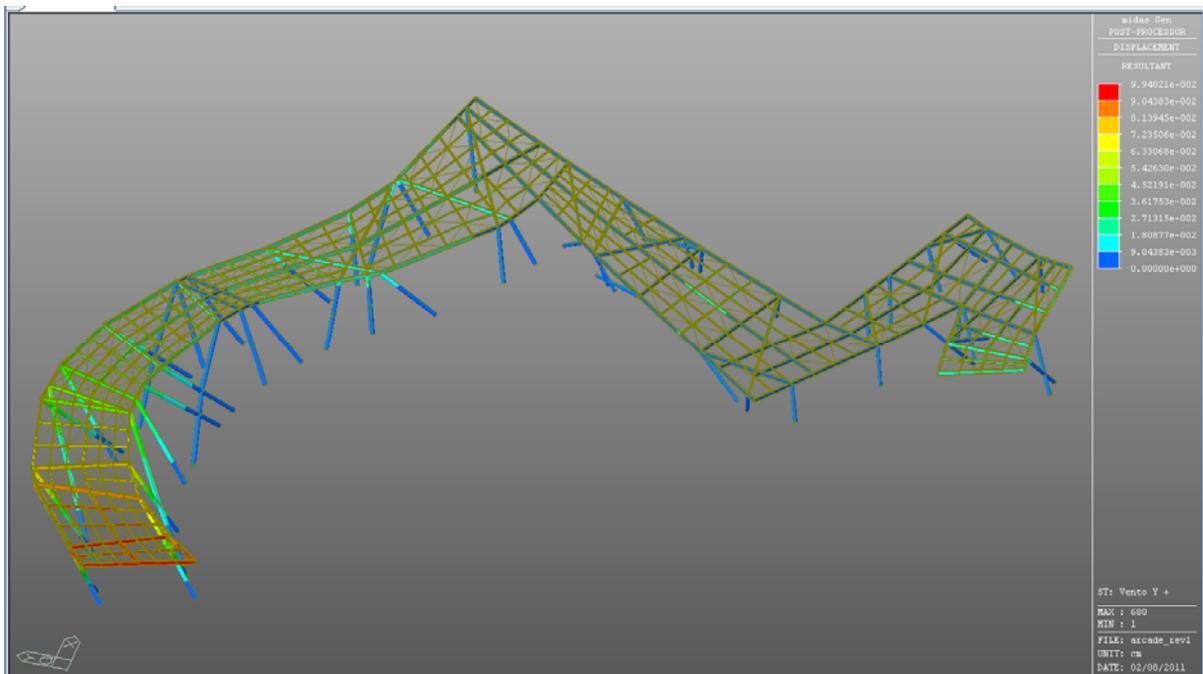


Figura 6.5: Deformate per effetto dell'azione del vento in direzione + Y

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

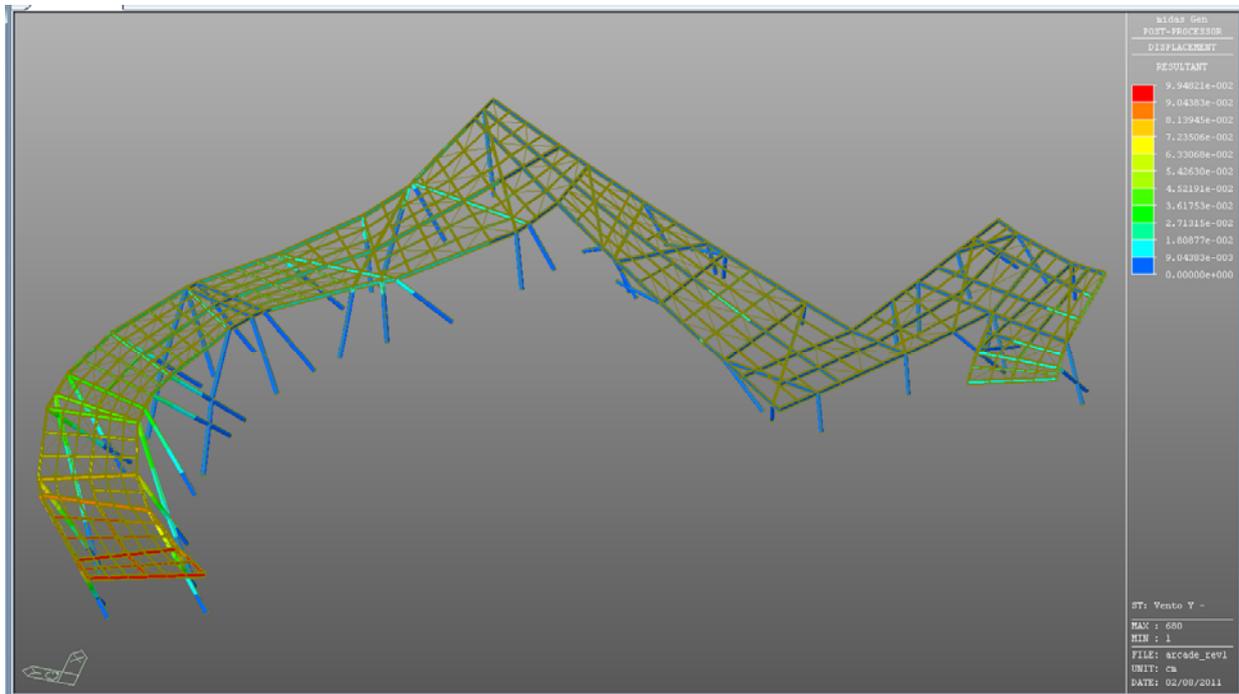


Figura 6.6: Deformate per effetto dell'azione del vento in direzione - Y

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.8 RISULTATI DELL'ANALISI SISMICA

L'analisi sismica, condotta secondo le procedure e con le ipotesi riportate nelle precedenti pagine, ha considerato i primi 200 modi di vibrare; ciò al fine di eccitare almeno l'85% della massa sismica sia nel caso di sisma orizzontale che verticale. Di seguito si descrivono i principali modi di vibrare.

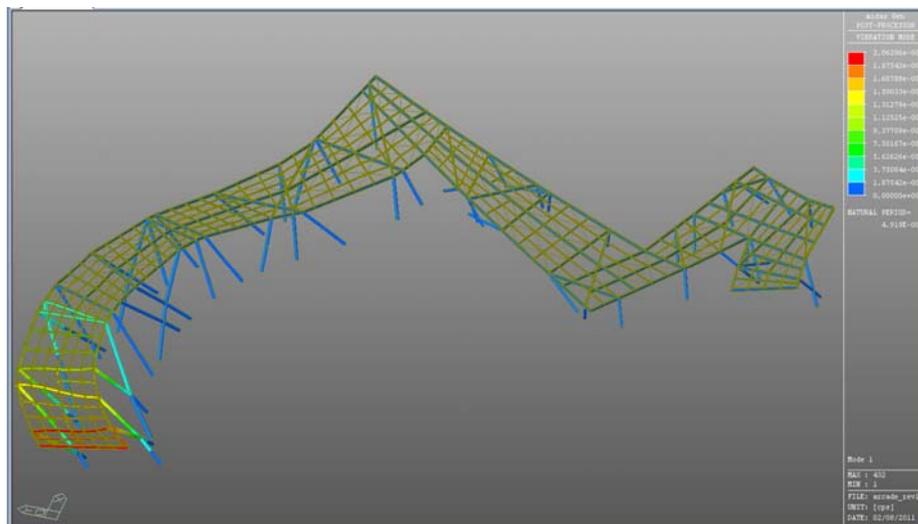


Figura 6.7: Modo di vibrare n. 1

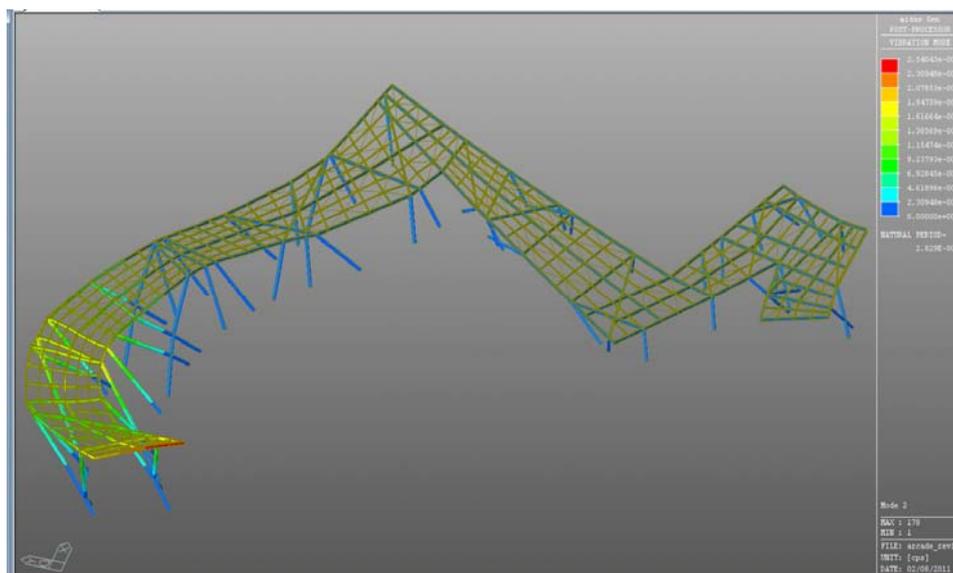


Figura 6.8: Modo di vibrare n. 2

 Stretto di Messina		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

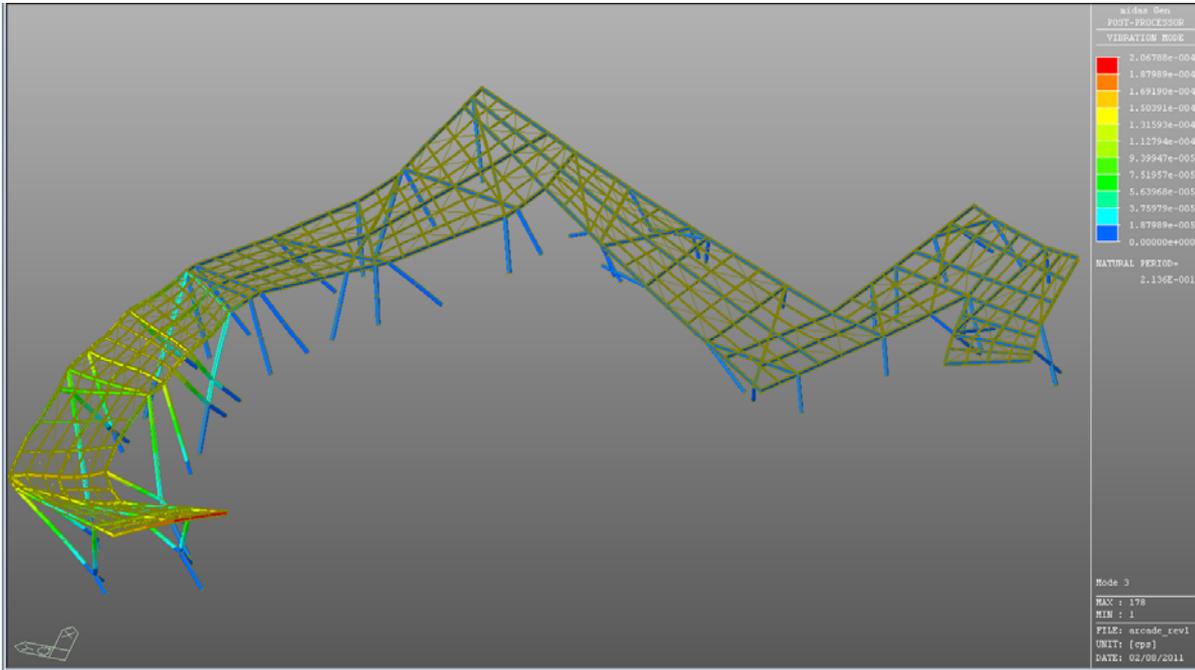


Figura 6.9: Modo di vibrare n. 3

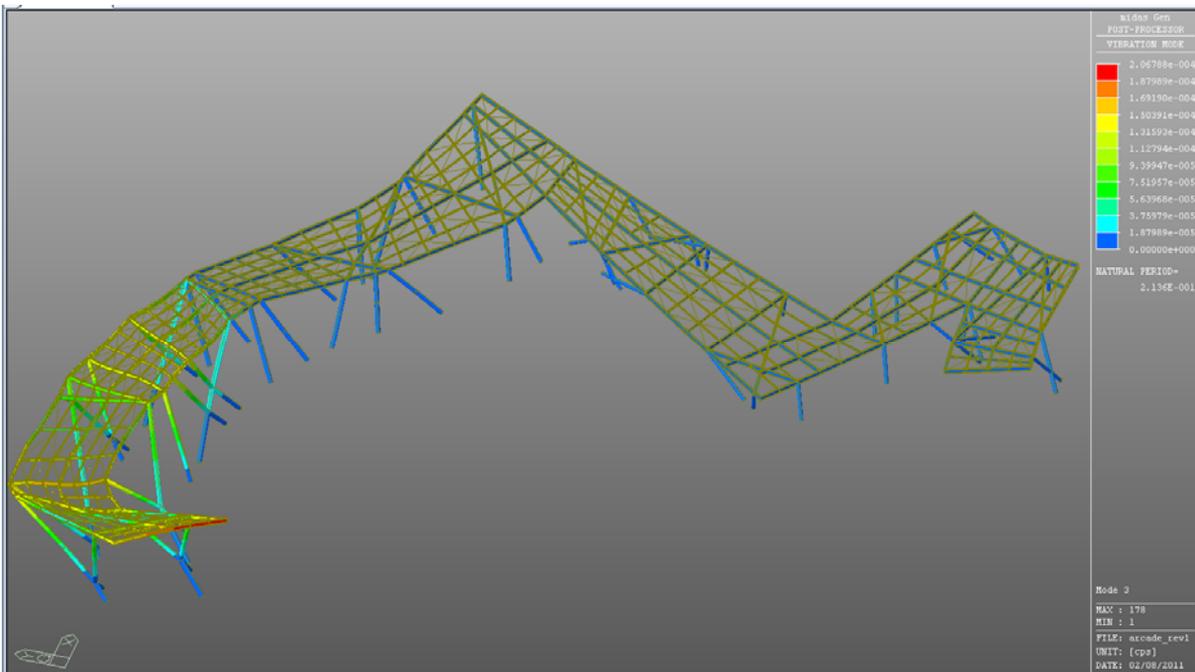


Figura 6.10: Modo di vibrare n. 4

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6.9 SINTESI DEI PARAMETRI DELL'ANALISI SISMICA

Nella seguente tabella riepilogativa si sintetizzano i parametri che caratterizzano l'analisi sismica eseguita.

EIGENVALUE ANALYSIS									
No de	Mo de	Mo de No	Frequency		Period	Tolerance			
			(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)				
		1	12,7736	2,033	0,4919	0,00E+00			
		2	22,2122	3,5352	0,2829	0,00E+00			
		3	29,4201	4,6824	0,2136	0,00E+00			
		4	31,1853	4,9633	0,2015	0,00E+00			
		5	38,4181	6,1144	0,1635	0,00E+00			
		6	40,4109	6,4316	0,1555	0,00E+00			
		7	43,3392	6,8977	0,145	0,00E+00			
		8	44,3416	7,0572	0,1417	0,00E+00			
		9	44,8847	7,1436	0,14	0,00E+00			
		10	52,5217	8,3591	0,1196	0,00E+00			
		11	53,9857	8,5921	0,1164	0,00E+00			
		12	57,3428	9,1264	0,1096	0,00E+00			
		13	61,3475	9,7638	0,1024	0,00E+00			
		14	62,1718	9,8949	0,1011	0,00E+00			
		15	63,2649	10,0689	0,0993	0,00E+00			
		16	64,5881	10,2795	0,0973	0,00E+00			
		17	65,5868	10,4385	0,0958	0,00E+00			
		18	68,9853	10,9793	0,0911	0,00E+00			
		19	70,3477	11,1962	0,0893	0,00E+00			
		20	73,3074	11,6672	0,0857	0,00E+00			
		21	73,6899	11,7281	0,0853	0,00E+00			
		22	74,4104	11,8428	0,0844	0,00E+00			
		23	75,2749	11,9804	0,0835	0,00E+00			
		24	78,1424	12,4367	0,0804	0,00E+00			
		25	80,4803	12,8088	0,0781	0,00E+00			
		26	81,002	12,8919	0,0776	0,00E+00			
		27	81,1323	12,9126	0,0774	0,00E+00			
		28	82,9763	13,2061	0,0757	0,00E+00			
		29	83,9645	13,3634	0,0748	0,00E+00			

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		30	86,3262	13,7392	0,0728	0,00E+00				
		31	87,5554	13,9349	0,0718	0,00E+00				
		32	88,0498	14,0136	0,0714	0,00E+00				
		33	91,8749	14,6223	0,0684	0,00E+00				
		34	94,4227	15,0278	0,0665	0,00E+00				
		35	96,2038	15,3113	0,0653	0,00E+00				
		36	98,918	15,7433	0,0635	0,00E+00				
		37	99,8217	15,8871	0,0629	0,00E+00				
		38	100,490 1	15,9935	0,0625	0,00E+00				
		39	101,779 2	16,1987	0,0617	0,00E+00				
		40	104,240 7	16,5904	0,0603	0,00E+00				
		41	104,754 9	16,6723	0,06	0,00E+00				
		42	105,141 3	16,7338	0,0598	0,00E+00				
		43	106,267 4	16,913	0,0591	0,00E+00				
		44	107,735 3	17,1466	0,0583	0,00E+00				
		45	109,547 7	17,4351	0,0574	0,00E+00				
		46	110,189	17,5371	0,057	0,00E+00				
		47	111,266 4	17,7086	0,0565	0,00E+00				
		48	112,550 3	17,9129	0,0558	0,00E+00				
		49	113,210 4	18,018	0,0555	0,00E+00				
		50	117,907 6	18,7656	0,0533	0,00E+00				
		51	118,769 3	18,9027	0,0529	0,00E+00				
		52	121,944 4	19,408	0,0515	0,00E+00				
		53	122,241 8	19,4554	0,0514	0,00E+00				
		54	123,768 2	19,6983	0,0508	0,00E+00				
		55	125,954 2	20,0462	0,0499	0,00E+00				
		56	127,647 7	20,3158	0,0492	0,00E+00				
		57	129,792 6	20,6571	0,0484	0,00E+00				
		58	132,616 5	21,1066	0,0474	0,00E+00				
		59	134,445 5	21,3977	0,0467	0,00E+00				
		60	134,618 3	21,4252	0,0467	0,00E+00				
		61	135,667 4	21,5921	0,0463	0,00E+00				

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		62	136,283 5	21,6902	0,0461	0,00E+00				
		63	138,009 8	21,9649	0,0455	0,00E+00				
		64	138,901 5	22,1069	0,0452	0,00E+00				
		65	139,072 5	22,1341	0,0452	0,00E+00				
		66	140,035 8	22,2874	0,0449	0,00E+00				
		67	141,652 9	22,5448	0,0444	0,00E+00				
		68	143,028 1	22,7636	0,0439	0,00E+00				
		69	144,178 6	22,9467	0,0436	0,00E+00				
		70	144,466 4	22,9925	0,0435	0,00E+00				
		71	147,133	23,4169	0,0427	0,00E+00				
		72	147,185 9	23,4254	0,0427	0,00E+00				
		73	147,985	23,5525	0,0425	0,00E+00				
		74	148,322 1	23,6062	0,0424	0,00E+00				
		75	150,855 1	24,0093	0,0417	0,00E+00				
		76	151,892 5	24,1744	0,0414	0,00E+00				
		77	152,754 9	24,3117	0,0411	0,00E+00				
		78	153,663 8	24,4563	0,0409	0,00E+00				
		79	155,316 4	24,7194	0,0405	0,00E+00				
		80	155,834 5	24,8018	0,0403	0,00E+00				
		81	156,991	24,9859	0,04	0,00E+00				
		82	157,433	25,0562	0,0399	0,00E+00				
		83	159,017 3	25,3084	0,0395	0,00E+00				
		84	161,911 5	25,769	0,0388	0,00E+00				
		85	163,005 7	25,9432	0,0385	0,00E+00				
		86	165,046 4	26,268	0,0381	0,00E+00				
		87	165,772 5	26,3835	0,0379	0,00E+00				
		88	167,173 2	26,6064	0,0376	0,00E+00				
		89	168,766 1	26,86	0,0372	0,00E+00				
		90	169,701 9	27,0089	0,037	0,00E+00				
		91	169,895 9	27,0398	0,037	0,00E+00				
		92	171,857	27,3519	0,0366	0,00E+00				

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

			1						
	93	173,937	6	27,683	0,0361	0,00E+00			
	94	174,400	3	27,7567	0,036	0,00E+00			
	95	175,528	7	27,9363	0,0358	0,00E+00			
	96	177,594	2	28,265	0,0354	0,00E+00			
	97	180,521	3	28,7309	0,0348	0,00E+00			
	98	180,693	9	28,7583	0,0348	0,00E+00			
	99	181,156	8	28,832	0,0347	0,00E+00			
	100	182,506	5	29,0468	0,0344	0,00E+00			
	101	183,186	9	29,1551	0,0343	0,00E+00			
	102	183,586	3	29,2187	0,0342	0,00E+00			
	103	184,988	7	29,4419	0,034	0,00E+00			
	104	186,046	7	29,6102	0,0338	0,00E+00			
	105	187,012	2	29,7639	0,0336	0,00E+00			
	106	187,518	2	29,8444	0,0335	0,00E+00			
	107	190,755	2	30,3596	0,0329	0,00E+00			
	108	192,711	9	30,6711	0,0326	0,00E+00			
	109	194,347		30,9313	0,0323	0,00E+00			
	110	196,227	9	31,2306	0,032	0,00E+00			
	111	197,116	9	31,3721	0,0319	0,00E+00			
	112	200,961	4	31,984	0,0313	0,00E+00			
	113	201,813	5	32,1196	0,0311	0,00E+00			
	114	203,412	9	32,3742	0,0309	0,00E+00			
	115	207,709	9	33,0581	0,0302	0,00E+00			
	116	209,329		33,3157	0,03	0,00E+00			
	117	209,724	4	33,3787	0,03	0,00E+00			
	118	210,767	6	33,5447	0,0298	0,00E+00			
	119	211,453	8	33,6539	0,0297	0,00E+00			
	120	213,613	8	33,9977	0,0294	0,00E+00			
	121	214,763	4	34,1807	0,0293	0,00E+00			

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		122	215,424 4	34,2859	0,0292	0,00E+00				
		123	216,442 5	34,4479	0,029	0,00E+00				
		124	219,963 9	35,0083	0,0286	0,00E+00				
		125	221,024 3	35,1771	0,0284	0,00E+00				
		126	223,077 9	35,504	0,0282	0,00E+00				
		127	224,557	35,7394	0,028	0,00E+00				
		128	226,138 2	35,991	0,0278	0,00E+00				
		129	227,978 5	36,2839	0,0276	0,00E+00				
		130	229,168 7	36,4733	0,0274	0,00E+00				
		131	230,833 9	36,7384	0,0272	0,00E+00				
		132	232,467 3	36,9983	0,027	0,00E+00				
		133	235,346 8	37,4566	0,0267	0,00E+00				
		134	237,149 6	37,7435	0,0265	0,00E+00				
		135	238,357 4	37,9358	0,0264	0,00E+00				
		136	240,993 4	38,3553	0,0261	0,00E+00				
		137	241,684 6	38,4653	0,026	0,00E+00				
		138	242,316	38,5658	0,0259	0,00E+00				
		139	244,647 1	38,9368	0,0257	0,00E+00				
		140	245,080 5	39,0058	0,0256	0,00E+00				
		141	246,652 5	39,256	0,0255	0,00E+00				
		142	249,87	39,7681	0,0251	0,00E+00				
		143	252,556 4	40,1956	0,0249	0,00E+00				
		144	254,193 1	40,4561	0,0247	0,00E+00				
		145	255,839 2	40,7181	0,0246	0,00E+00				
		146	256,491 2	40,8218	0,0245	0,00E+00				
		147	260,019 7	41,3834	0,0242	0,00E+00				
		148	261,790 2	41,6652	0,024	0,00E+00				
		149	263,389 6	41,9198	0,0239	0,00E+00				
		150	264,027 2	42,0212	0,0238	0,00E+00				
		151	266,417 2	42,4016	0,0236	0,00E+00				

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		152	267,369 4	42,5532	0,0235	0,00E+00				
		153	269,912 5	42,9579	0,0233	0,00E+00				
		154	271,726 3	43,2466	0,0231	0,00E+00				
		155	274,530 8	43,6929	0,0229	0,00E+00				
		156	276,769 3	44,0492	0,0227	0,00E+00				
		157	278,041 7	44,2517	0,0226	0,00E+00				
		158	280,356 6	44,6201	0,0224	0,00E+00				
		159	282,615 6	44,9797	0,0222	0,00E+00				
		160	286,949 4	45,6694	0,0219	0,00E+00				
		161	288,193 1	45,8674	0,0218	0,00E+00				
		162	290,839 8	46,2886	0,0216	0,00E+00				
		163	293,666 1	46,7384	0,0214	0,00E+00				
		164	296,513 1	47,1915	0,0212	0,00E+00				
		165	296,944 4	47,2602	0,0212	0,00E+00				
		166	304,678 8	48,4911	0,0206	0,00E+00				
		167	307,179 4	48,8891	0,0205	0,00E+00				
		168	307,536 4	48,9459	0,0204	0,00E+00				
		169	308,938 2	49,169	0,0203	0,00E+00				
		170	310,449 4	49,4095	0,0202	0,00E+00				
		171	313,777	49,9392	0,02	0,00E+00				
		172	316,391 9	50,3553	0,0199	0,00E+00				
		173	318,256 6	50,6521	0,0197	0,00E+00				
		174	321,628 6	51,1888	0,0195	0,00E+00				
		175	321,797 1	51,2156	0,0195	0,00E+00				
		176	323,073 6	51,4188	0,0194	0,00E+00				
		177	324,834 6	51,699	0,0193	0,00E+00				
		178	325,927 1	51,8729	0,0193	0,00E+00				
		179	327,785 3	52,1686	0,0192	0,00E+00				
		180	329,011 3	52,3638	0,0191	0,00E+00				
		181	330,734 1	52,638	0,019	0,00E+00				

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

182	331,093 4	52,6951	0,019	0,00E+00					
183	332,796 2	52,9662	0,0189	0,00E+00					
184	334,993 7	53,3159	0,0188	0,00E+00					
185	336,009 4	53,4775	0,0187	0,00E+00					
186	336,865 5	53,6138	0,0187	0,00E+00					
187	338,938	53,9437	0,0185	0,00E+00					
188	340,092 8	54,1275	0,0185	0,00E+00					
189	340,510 6	54,194	0,0185	0,00E+00					
190	341,805 6	54,4	0,0184	0,00E+00					
191	344,235 1	54,7867	0,0183	0,00E+00					
192	344,936	54,8983	0,0182	0,00E+00					
193	345,276 6	54,9525	0,0182	0,00E+00					
194	347,088	55,2408	0,0181	0,00E+00					
195	347,431 8	55,2955	0,0181	0,00E+00					
196	349,081 5	55,558	0,018	0,00E+00					
197	349,258 3	55,5862	0,018	0,00E+00					
198	350,994 5	55,8625	0,0179	0,00E+00					
199	352,190 8	56,0529	0,0178	0,00E+00					
200	356,007 6	56,6604	0,0176	0,00E+00					

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mo de No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)										
1	2,07	2,07	11,9	11,9	0	0	41,551	41,55	5,803	5,803	9,658	9,658
2	0,98	3,05	12,24	24,13	0	0	22,212	63,76	6,353	12,16	5,783	15,44
3	0,285	3,34	4,336	28,47	0	0	4,3812	68,14	0,403	12,56	0,572	16,01
4	4,363	7,7	11,29	39,75	0	0	2,949	71,09	6,129	18,69	1,165	17,18
5	1,521	9,22	11,14	50,89	0	0	0,4948	71,59	0,024	18,71	1,8	18,98
6	3,352	12,6	13,57	64,46	0	0	1,374	72,96	0,277	18,99	0,841	19,82
7	2,324	14,9	0,361	64,82	0	0	0,0364	73	0,283	19,27	0,415	20,23
8	8,915	23,8	1,142	65,96	0	0	0,1837	73,18	0,566	19,84	14,96	35,19
9	1,784	25,6	0,1	66,06	0	0	0,7433	73,93	4E-04	19,84	1,427	36,62
10	11,91	37,5	2,935	69	0	0	0,2049	74,13	25,16	45	8,877	45,49
11	6,511	44	0,282	69,28	0	0	0,065	74,19	0,024	45,03	9,335	54,83

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento

CD0098_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

		12	1,9	45,9	0,488	69,77	0	0	0,0001	74,19	0,839	45,86	0,013	54,84
		13	3,043	49	0,36	70,13	0	0	0,3109	74,51	2,562	48,43	1,098	55,94
		14	4,327	53,3	0,063	70,19	0	0	0,1809	74,69	2,358	50,78	0,16	56,1
		15	1,883	55,2	5,138	75,33	0	0	0,0843	74,77	3E-04	50,78	8,574	64,67
		16	0,01	55,2	0,305	75,63	0	0	0,3722	75,14	0,004	50,79	0,031	64,71
		17	9,173	64,4	1,488	77,12	0	0	0,0129	75,16	6,674	57,46	2,849	67,55
		18	1,541	65,9	0,382	77,5	0	0	0,062	75,22	0,425	57,89	0,394	67,95
		19	0,249	66,1	2E-04	77,5	0	0	0,0178	75,24	4,141	62,03	1,898	69,85
		20	0,561	66,7	2,571	80,08	0	0	0,2423	75,48	0,051	62,08	0,97	70,82
		21	0,158	66,9	0,188	80,26	0	0	0,1211	75,6	1,766	63,84	0,06	70,88
		22	0,345	67,2	4E-04	80,26	0	0	0,133	75,73	0,212	64,06	0,483	71,36
		23	0,008	67,2	1,288	81,55	0	0	0,4743	76,21	0,789	64,84	0,811	72,17
		24	0,004	67,2	1,008	82,56	0	0	1,4215	77,63	0,032	64,88	0,719	72,89
		25	0,167	67,4	0,125	82,68	0	0	0,1007	77,73	0,356	65,23	0,29	73,18
		26	0,643	68	1,259	83,94	0	0	1,0826	78,81	0,4	65,63	0,37	73,55
		27	0,051	68,1	0,201	84,14	0	0	0,6285	79,44	0,031	65,66	2,255	75,8
		28	0,654	68,7	0,03	84,17	0	0	0,1632	79,6	0,096	65,76	0,525	76,33
		29	0,059	68,8	0,43	84,6	0	0	0,0845	79,69	0,703	66,46	0,029	76,36
		30	0,662	69,5	0,89	85,49	0	0	1,6669	81,35	0,44	66,9	0,199	76,56
		31	3,251	72,7	0,175	85,67	0	0	0,2148	81,57	0,375	67,28	3,869	80,42
		32	0,216	72,9	0,048	85,72	0	0	0,2792	81,85	3,811	71,09	0,926	81,35
		33	0,006	72,9	0,007	85,72	0	0	0,0007	81,85	0,013	71,1	0,003	81,35
		34	1,048	74	0,079	85,8	0	0	0,1143	81,96	0,911	72,01	0	81,35
		35	0,074	74	0,001	85,8	0	0	0,0017	81,97	1,384	73,39	0,009	81,36
		36	0,055	74,1	0,05	85,85	0	0	0,03	82	0,05	73,44	0,149	81,51
		37	7E-04	74,1	6E-04	85,85	0	0	0,0005	82	0,05	73,49	0,003	81,51
		38	1,156	75,3	0,296	86,15	0	0	0,0499	82,05	1,143	74,64	0,396	81,91
		39	0,43	75,7	0,033	86,18	0	0	0,0866	82,13	0,065	74,7	0,606	82,52
		40	0,007	75,7	0,502	86,69	0	0	0,0009	82,13	0,007	74,71	0,241	82,76
		41	0,093	75,8	0,094	86,78	0	0	0,0801	82,21	0,002	74,71	0,028	82,78
		42	0,097	75,9	0,071	86,85	0	0	0,0043	82,22	0,124	74,83	0	82,78
		43	0,032	75,9	0,017	86,87	0	0	0,0011	82,22	1E-04	74,83	0,006	82,79
		44	8E-04	75,9	0,118	86,99	0	0	0,014	82,23	1,196	76,03	0,015	82,81
		45	0,002	75,9	0,398	87,38	0	0	0,1321	82,36	0,011	76,04	0,277	83,08
		46	0,013	75,9	0,001	87,38	0	0	0,0031	82,37	0,033	76,07	0,004	83,09
		47	0,012	75,9	0,008	87,39	0	0	0,0004	82,37	0,692	76,77	0,03	83,12
		48	0,723	76,7	0,012	87,4	0	0	0,0163	82,38	0,094	76,86	0,01	83,13
		49	0,09	76,8	0,137	87,54	0	0	0,0584	82,44	0,008	76,87	0,245	83,37
		50	0,096	76,9	0,147	87,69	0	0	0,0052	82,45	0,018	76,89	0,001	83,37

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento

CD0098_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

		51	0,394	77,2	0,177	87,86	0	0	0,0444	82,49	0,003	76,89	0,045	83,42
		52	0,245	77,5	0,094	87,96	0	0	0,1959	82,69	0,216	77,11	0,344	83,76
		53	0,961	78,5	0,06	88,02	0	0	0,0352	82,72	0,007	77,11	0,074	83,83
		54	0,376	78,8	0,103	88,12	0	0	0,0001	82,72	0,165	77,28	0,508	84,34
		55	0	78,8	0,034	88,15	0	0	0,0039	82,73	0,011	77,29	0,155	84,5
		56	0,008	78,8	0,813	88,97	0	0	0,3777	83,11	0,048	77,34	0,121	84,62
		57	0,141	79	0,012	88,98	0	0	0,0287	83,13	0,561	77,9	0,002	84,62
		58	0,009	79	0,201	89,18	0	0	0,0654	83,2	0,072	77,97	0,004	84,62
		59	0,015	79	0,007	89,19	0	0	0,0019	83,2	0,009	77,98	0,003	84,63
		60	7E-04	79	0,196	89,38	0	0	0,2334	83,43	0,003	77,98	0,072	84,7
		61	0,075	79,1	0,048	89,43	0	0	0,1652	83,6	0,195	78,18	0,026	84,73
		62	0,023	79,1	0,001	89,43	0	0	0,0098	83,61	0,024	78,2	0,073	84,8
		63	0,405	79,5	0,078	89,51	0	0	0,0962	83,71	0,144	78,34	0,226	85,03
		64	0,093	79,6	0,007	89,52	0	0	0,0035	83,71	0,041	78,39	0,015	85,04
		65	6E-04	79,6	0,002	89,52	0	0	0	83,71	0,009	78,39	0,003	85,04
		66	0,333	79,9	0,02	89,54	0	0	0,0201	83,73	0,162	78,56	0,052	85,1
		67	0,004	79,9	0,094	89,63	0	0	0,2239	83,95	0,007	78,56	0,006	85,1
		68	0,002	79,9	0,007	89,64	0	0	0,0616	84,02	0,007	78,57	0,003	85,11
		69	0,031	80	0,481	90,12	0	0	0,7908	84,81	0,056	78,63	0,007	85,11
		70	0,096	80,1	0,053	90,17	0	0	0,0034	84,81	0,389	79,01	0,001	85,11
		71	8E-04	80,1	0,004	90,18	0	0	0,0008	84,81	0,066	79,08	1E-04	85,11
		72	0,013	80,1	0,031	90,21	0	0	0,1118	84,92	0,004	79,09	0,039	85,15
		73	0,119	80,2	0,15	90,36	0	0	0,0261	84,95	0,058	79,14	0,011	85,16
		74	0,001	80,2	9E-04	90,36	0	0	0	84,95	2E-04	79,14	0	85,16
		75	0,002	80,2	0,025	90,38	0	0	0	84,95	1E-04	79,14	0,003	85,17
		76	0,067	80,3	0,029	90,41	0	0	0,0618	85,01	0,012	79,16	0,007	85,17
		77	0,008	80,3	0,005	90,42	0	0	0,0023	85,01	0	79,16	3E-04	85,17
		78	0,001	80,3	0,025	90,44	0	0	0,0433	85,06	0	79,16	0,012	85,19
		79	9E-04	80,3	0,519	90,96	0	0	0,4222	85,48	0,1	79,26	0,074	85,26
		80	0,005	80,3	0,062	91,02	0	0	0,0622	85,54	0,351	79,61	0,055	85,31
		81	0,081	80,4	0,117	91,14	0	0	0,5327	86,07	0,16	79,77	0,29	85,6
		82	0,026	80,4	0,026	91,17	0	0	0,1142	86,19	0,002	79,77	2E-04	85,6
		83	0,039	80,4	0,303	91,47	0	0	0,0533	86,24	0,075	79,84	3E-04	85,6
		84	0,084	80,5	0,258	91,73	0	0	0,2396	86,48	0,241	80,08	0,012	85,62
		85	0,027	80,5	0,073	91,8	0	0	0,014	86,49	0,205	80,29	0,141	85,76
		86	0,13	80,7	0,206	92,01	0	0	0,0096	86,5	0,145	80,43	0,193	85,95
		87	0,018	80,7	0,14	92,15	0	0	0,0002	86,5	0,023	80,46	0,378	86,33
		88	0,09	80,8	0,064	92,21	0	0	0,1555	86,66	0,149	80,61	0,002	86,33
		89	0,476	81,3	0,448	92,66	0	0	1,0175	87,68	0,119	80,73	0,051	86,38

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		90	0,003	81,3	0	92,66	0	0	0,002	87,68	0,002	80,73	0,036	86,42
		91	0,01	81,3	0	92,66	0	0	0,057	87,74	0,037	80,76	0,084	86,5
		92	0,121	81,4	0,013	92,67	0	0	0	87,74	0,185	80,95	0,013	86,51
		93	3E-04	81,4	0,016	92,69	0	0	0,0695	87,81	0,001	80,95	0,017	86,53
		94	0,043	81,4	0,039	92,73	0	0	0,1203	87,93	0,101	81,05	0,022	86,55
		95	0,022	81,5	0,003	92,73	0	0	0,0065	87,93	4E-04	81,05	3E-04	86,55
		96	0,265	81,7	0,041	92,77	0	0	0,0092	87,94	0,003	81,05	0,04	86,59
		97	0,016	81,7	0,005	92,77	0	0	0,0002	87,94	0,046	81,1	0,021	86,62
		98	0,001	81,7	0,092	92,87	0	0	0,0055	87,95	0,003	81,1	0,17	86,78
		99	0	81,7	0,002	92,87	0	0	0,0042	87,95	0,009	81,11	1E-04	86,78
		100	3E-04	81,7	0,005	92,87	0	0	0,0056	87,96	0	81,11	0	86,78
		101	0,01	81,7	0,194	93,07	0	0	0,3937	88,35	2E-04	81,11	0,002	86,79
		102	0,005	81,8	1E-04	93,07	0	0	0,0002	88,35	0	81,11	0	86,79
		103	1E-04	81,8	0,02	93,09	0	0	0,0702	88,42	0,05	81,16	3E-04	86,79
		104	9E-04	81,8	1E-04	93,09	0	0	0,0449	88,47	1E-04	81,16	0,009	86,8
		105	0,001	81,8	0,003	93,09	0	0	0,0011	88,47	0,002	81,16	0	86,8
		106	0,158	81,9	0,107	93,2	0	0	0,2738	88,74	0,062	81,23	0,022	86,82
		107	0,074	82	0,002	93,2	0	0	0,1005	88,84	0,211	81,44	0,082	86,9
		108	0,259	82,2	1,052	94,25	0	0	1,5284	90,37	0,374	81,81	0,76	87,66
		109	0,02	82,3	0,024	94,27	0	0	0	90,37	0,059	81,87	9E-04	87,66
		110	0,014	82,3	0,014	94,29	0	0	0,0001	90,37	0,047	81,92	0,021	87,68
		111	0,054	82,3	0,016	94,3	0	0	0,0079	90,38	0,122	82,04	0,028	87,71
		112	0,008	82,3	0,001	94,31	0	0	0,0584	90,44	1E-04	82,04	0,021	87,73
		113	0,065	82,4	0,04	94,35	0	0	0	90,44	0,071	82,11	0,079	87,81
		114	0,055	82,5	0,002	94,35	0	0	0,0076	90,44	0,002	82,11	0,003	87,81
		115	0,021	82,5	0,053	94,4	0	0	0,0126	90,46	0,077	82,19	0,078	87,89
		116	0,016	82,5	0,034	94,43	0	0	0,0019	90,46	2E-04	82,19	0,017	87,91
		117	0,002	82,5	0,026	94,46	0	0	0,0378	90,5	0,112	82,3	6E-04	87,91
		118	0,004	82,5	0,002	94,46	0	0	0,0043	90,5	0,01	82,31	0,001	87,91
		119	5E-04	82,5	4E-04	94,46	0	0	0,0169	90,52	0,083	82,39	0,036	87,95
		120	0,097	82,6	0,014	94,48	0	0	0	90,52	0,07	82,46	0,012	87,96
		121	7E-04	82,6	0,026	94,5	0	0	0,0099	90,53	0,015	82,48	0,002	87,96
		122	0,025	82,6	0,051	94,55	0	0	0,0039	90,53	0,013	82,49	0,009	87,97
		123	0,019	82,6	0,004	94,56	0	0	0,0217	90,55	0,006	82,5	0,012	87,98
		124	0,039	82,7	0	94,56	0	0	0,0202	90,57	0,008	82,5	0,022	88
		125	0,036	82,7	1E-04	94,56	0	0	0,0043	90,58	7E-04	82,5	0,086	88,09
		126	0,015	82,7	0,112	94,67	0	0	0,1509	90,73	0,03	82,53	0,077	88,17
		127	7E-04	82,7	0,001	94,67	0	0	0,0001	90,73	0,002	82,54	2E-04	88,17
		128	0,056	82,8	0,068	94,74	0	0	0,0657	90,79	0,034	82,57	0,021	88,19

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		129	0,002	82,8	0,008	94,75	0	0	0,0243	90,82	0	82,57	0,009	88,2
		130	0,083	82,9	0,038	94,79	0	0	0,015	90,83	0,012	82,58	5E-04	88,2
		131	0,086	83	0,006	94,79	0	0	0,1391	90,97	0,287	82,87	0,014	88,21
		132	0,019	83	0,027	94,82	0	0	0,078	91,05	0,023	82,89	0,008	88,22
		133	0,041	83	0,017	94,84	0	0	0,1122	91,16	0,104	83	0,007	88,22
		134	0,018	83	0,087	94,92	0	0	0,4351	91,6	0,026	83,02	0,007	88,23
		135	1E-04	83	2E-04	94,92	0	0	0,0012	91,6	0,008	83,03	0,001	88,23
		136	0,003	83	0	94,92	0	0	0,0002	91,6	0,005	83,04	9E-04	88,23
		137	0,015	83,1	0,005	94,93	0	0	0,0001	91,6	0,002	83,04	0,002	88,24
		138	5E-04	83,1	0,029	94,96	0	0	0,022	91,62	0,005	83,04	0,004	88,24
		139	0,007	83,1	0,003	94,96	0	0	0,0057	91,63	0,002	83,04	0,011	88,25
		140	0,003	83,1	0,001	94,96	0	0	0,0611	91,69	0,015	83,06	0,013	88,26
		141	0,004	83,1	0,01	94,97	0	0	0,0076	91,7	0,005	83,06	0,023	88,29
		142	0,135	83,2	0,033	95	0	0	0,0319	91,73	0,117	83,18	0,066	88,35
		143	0,017	83,2	0,012	95,01	0	0	0,1574	91,88	0,215	83,4	0,007	88,36
		144	0,003	83,2	0,002	95,02	0	0	0,016	91,9	0,023	83,42	0,001	88,36
		145	0,567	83,8	0	95,02	0	0	0,1422	92,04	0,251	83,67	0,341	88,7
		146	0,03	83,8	0,144	95,16	0	0	0,2771	92,32	0,025	83,69	2E-04	88,7
		147	0,115	83,9	0,01	95,17	0	0	0	92,32	0,063	83,76	0,075	88,78
		148	0,009	83,9	0,016	95,19	0	0	0,0444	92,36	0,004	83,76	0,004	88,78
		149	0,066	84	5E-04	95,19	0	0	0,0096	92,37	0,024	83,79	0,02	88,8
		150	1,651	85,7	0,005	95,19	0	0	0,1428	92,52	0,122	83,91	0,876	89,68
		151	0,039	85,7	1E-04	95,19	0	0	0,0201	92,54	0,051	83,96	0,01	89,68
		152	0,045	85,7	0,002	95,19	0	0	0,0128	92,55	0,004	83,96	0,025	89,71
		153	0,001	85,7	0,001	95,19	0	0	0,0025	92,55	0,001	83,96	0	89,71
		154	0,037	85,8	0,035	95,23	0	0	0,0373	92,59	0,081	84,04	0	89,71
		155	0,005	85,8	0,007	95,24	0	0	0,0011	92,59	0,039	84,08	0,003	89,71
		156	3E-04	85,8	0,015	95,25	0	0	0,0932	92,68	0,003	84,09	0,005	89,72
		157	0,022	85,8	0,003	95,25	0	0	0,0892	92,77	0,373	84,46	0,063	89,78
		158	0,025	85,8	0,008	95,26	0	0	0,019	92,79	0,168	84,63	0,023	89,8
		159	0,002	85,8	0,021	95,28	0	0	0,0465	92,84	0,012	84,64	0,023	89,83
		160	8E-04	85,8	0,001	95,28	0	0	0,0001	92,84	0,001	84,64	0,039	89,86
		161	0,059	85,9	0,019	95,3	0	0	0,1021	92,94	0,009	84,65	0	89,86
		162	2E-04	85,9	0,001	95,3	0	0	0,0014	92,94	0,077	84,73	0,011	89,88
		163	0	85,9	8E-04	95,3	0	0	0,004	92,95	0,061	84,79	0,021	89,9
		164	0,295	86,2	0,001	95,31	0	0	0,0037	92,95	0,086	84,87	0,023	89,92
		165	0,186	86,4	1E-04	95,31	0	0	0,0004	92,95	0,042	84,92	0,083	90
		166	0,01	86,4	0	95,31	0	0	0,189	93,14	0,034	84,95	0,008	90,01
		167	0,052	86,4	0,084	95,39	0	0	0,0483	93,19	0,083	85,03	0,086	90,1

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		168	0,002	86,4	0,002	95,39	0	0	0,0126	93,2	0,039	85,07	0,006	90,1
		169	0,095	86,5	0,038	95,43	0	0	0,091	93,29	0,208	85,28	0,03	90,13
		170	0,057	86,6	0,026	95,45	0	0	0,0509	93,34	0,008	85,29	4E-04	90,13
		171	0,016	86,6	0,089	95,54	0	0	0,1094	93,45	3E-04	85,29	0,014	90,15
		172	0,018	86,6	0,033	95,58	0	0	0,0216	93,47	0,003	85,29	0,024	90,17
		173	0,043	86,7	0	95,58	0	0	0,0031	93,48	0,064	85,35	0,001	90,17
		174	4E-04	86,7	0,011	95,59	0	0	0,0169	93,49	0,031	85,39	0,008	90,18
		175	0,003	86,7	0,017	95,6	0	0	0,0027	93,5	0,003	85,39	0,031	90,21
		176	0,03	86,7	0,005	95,61	0	0	0	93,5	0,044	85,43	0,005	90,21
		177	0,196	86,9	0,012	95,62	0	0	0,0834	93,58	0,001	85,43	0,094	90,31
		178	0,003	86,9	0,183	95,8	0	0	0,3025	93,88	1E-04	85,43	0,035	90,34
		179	0,332	87,2	0,017	95,82	0	0	0,0467	93,93	4E-04	85,43	0,132	90,48
		180	0,001	87,2	0,019	95,84	0	0	0,0094	93,94	0,003	85,44	0,022	90,5
		181	1E-04	87,2	0,096	95,94	0	0	0,1774	94,11	0,014	85,45	0,02	90,52
		182	0,105	87,3	0,013	95,95	0	0	0	94,11	0,031	85,48	0,037	90,56
		183	0,368	87,7	0,078	96,03	0	0	0,0684	94,18	0,399	85,88	0,185	90,74
		184	0,123	87,8	0	96,03	0	0	0,0013	94,18	0,075	85,96	0,043	90,78
		185	0,078	87,9	0,001	96,03	0	0	0,0113	94,2	0,031	85,99	0,063	90,85
		186	0,077	88	0,01	96,04	0	0	0,0431	94,24	0,01	86	0,004	90,85
		187	0,028	88	0,002	96,04	0	0	0,0646	94,3	0,046	86,04	0,091	90,94
		188	0,118	88,1	0,02	96,06	0	0	0,001	94,3	0,679	86,72	0,055	91
		189	0,174	88,3	0,001	96,06	0	0	0	94,3	0,369	87,09	0,016	91,01
		190	0,665	89	0,085	96,14	0	0	0,1042	94,41	0,199	87,29	0,279	91,29
		191	0,099	89,1	0,114	96,26	0	0	0,0067	94,42	0,049	87,34	0,013	91,31
		192	0,009	89,1	0,012	96,27	0	0	0,0058	94,42	0,014	87,35	0,003	91,31
		193	0,049	89,1	0,014	96,28	0	0	0,0101	94,43	0,147	87,5	0,048	91,36
		194	0,042	89,2	0,024	96,31	0	0	0,0032	94,43	0,691	88,19	0,049	91,41
		195	0,009	89,2	0,012	96,32	0	0	0,0384	94,47	0,012	88,2	0,014	91,42
		196	0,022	89,2	0,006	96,33	0	0	0	94,47	0,037	88,24	0,045	91,46
		197	0,503	89,7	0,051	96,38	0	0	0,0001	94,47	0,496	88,73	0,349	91,81
		198	0,609	90,3	0,074	96,45	0	0	0,0117	94,49	0,164	88,9	0,229	92,04
		199	0,454	90,8	0,093	96,55	0	0	0,0011	94,49	0,02	88,92	0,279	92,32
		200	7E-04	90,8	0,137	96,68	0	0	0,13	94,62	0,01	88,93	0,002	92,32
		Mo de No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
			MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM
		1	87,45	87,4	502,4	502,4	0	0	3E+08	3E+08	4E+07	4E+07	9E+09	9E+09
		2	41,37	129	516,8	1019	0	0	1E+08	4E+08	4E+07	8E+07	6E+09	2E+10
		3	12,04	141	183,1	1202	0	0	3E+07	4E+08	3E+06	8E+07	6E+08	2E+10

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento

CD0098_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

		4	184,3	325	476,7	1679	0	0	2E+07	5E+08	4E+07	1E+08	1E+09	2E+10
		5	64,22	389	470,4	2149	0	0	3E+06	5E+08	2E+05	1E+08	2E+09	2E+10
		6	141,6	531	573,1	2722	0	0	9E+06	5E+08	2E+06	1E+08	8E+08	2E+10
		7	98,16	629	15,25	2738	0	0	232119	5E+08	2E+06	1E+08	4E+08	2E+10
		8	376,5	1006	48,21	2786	0	0	1E+06	5E+08	4E+06	1E+08	1E+10	3E+10
		9	75,34	1081	4,214	2790	0	0	5E+06	5E+08	2615	1E+08	1E+09	4E+10
		10	503,2	1584	123,9	2914	0	0	1E+06	5E+08	2E+08	3E+08	9E+09	4E+10
		11	275	1859	11,92	2926	0	0	414466	5E+08	2E+05	3E+08	9E+09	5E+10
		12	80,24	1939	20,62	2947	0	0	695,03	5E+08	5E+06	3E+08	1E+07	5E+10
		13	128,5	2068	15,22	2962	0	0	2E+06	5E+08	2E+07	3E+08	1E+09	6E+10
		14	182,8	2251	2,667	2965	0	0	1E+06	5E+08	2E+07	3E+08	2E+08	6E+10
		15	79,51	2330	217	3182	0	0	538034	5E+08	1692	3E+08	8E+09	6E+10
		16	0,426	2331	12,89	3194	0	0	2E+06	5E+08	23190	3E+08	3E+07	6E+10
		17	387,4	2718	62,85	3257	0	0	82035	5E+08	4E+07	4E+08	3E+09	7E+10
		18	65,1	2783	16,14	3273	0	0	395299	5E+08	3E+06	4E+08	4E+08	7E+10
		19	10,49	2794	0,009	3273	0	0	113561	5E+08	3E+07	4E+08	2E+09	7E+10
		20	23,69	2817	108,6	3382	0	0	2E+06	5E+08	3E+05	4E+08	1E+09	7E+10
		21	6,654	2824	7,933	3390	0	0	772762	5E+08	1E+07	4E+08	6E+07	7E+10
		22	14,55	2838	0,018	3390	0	0	848565	5E+08	1E+06	4E+08	5E+08	7E+10
		23	0,317	2839	54,4	3444	0	0	3E+06	5E+08	5E+06	4E+08	8E+08	7E+10
		24	0,156	2839	42,56	3487	0	0	9E+06	5E+08	2E+05	4E+08	7E+08	7E+10
		25	7,072	2846	5,287	3492	0	0	642481	5E+08	2E+06	4E+08	3E+08	7E+10
		26	27,16	2873	53,17	3545	0	0	7E+06	5E+08	3E+06	4E+08	4E+08	7E+10
		27	2,167	2875	8,503	3554	0	0	4E+06	5E+08	2E+05	4E+08	2E+09	7E+10
		28	27,61	2903	1,273	3555	0	0	1E+06	5E+08	6E+05	4E+08	5E+08	8E+10
		29	2,506	2905	18,15	3573	0	0	539113	5E+08	4E+06	4E+08	3E+07	8E+10
		30	27,97	2933	37,57	3611	0	0	1E+07	5E+08	3E+06	4E+08	2E+08	8E+10
		31	137,3	3071	7,376	3618	0	0	1E+06	5E+08	2E+06	4E+08	4E+09	8E+10
		32	9,115	3080	2,013	3620	0	0	2E+06	5E+08	2E+07	5E+08	9E+08	8E+10
		33	0,242	3080	0,313	3621	0	0	4738,1	5E+08	79529	5E+08	3E+06	8E+10
		34	44,27	3124	3,341	3624	0	0	729152	5E+08	6E+06	5E+08	36975	8E+10
		35	3,141	3127	0,055	3624	0	0	11121	5E+08	9E+06	5E+08	8E+06	8E+10
		36	2,34	3130	2,13	3626	0	0	191149	5E+08	3E+05	5E+08	1E+08	8E+10
		37	0,031	3130	0,025	3626	0	0	3430,6	5E+08	3E+05	5E+08	3E+06	8E+10
		38	48,83	3179	12,52	3639	0	0	318444	5E+08	7E+06	5E+08	4E+08	8E+10
		39	18,17	3197	1,376	3640	0	0	552373	5E+08	4E+05	5E+08	6E+08	8E+10
		40	0,291	3197	21,2	3661	0	0	6045,9	5E+08	45640	5E+08	2E+08	8E+10
		41	3,922	3201	3,97	3665	0	0	511153	5E+08	11124	5E+08	3E+07	8E+10
		42	4,091	3205	2,985	3668	0	0	27562	5E+08	8E+05	5E+08	3612	8E+10

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento

CD0098_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

		43	1,333	3206	0,715	3669	0	0	6911,8	5E+08	922,4	5E+08	6E+06	8E+10
		44	0,036	3207	4,977	3674	0	0	89554	5E+08	8E+06	5E+08	1E+07	8E+10
		45	0,098	3207	16,8	3691	0	0	842596	5E+08	72188	5E+08	3E+08	8E+10
		46	0,553	3207	0,049	3691	0	0	19929	5E+08	2E+05	5E+08	4E+06	8E+10
		47	0,502	3208	0,352	3691	0	0	2545,2	5E+08	4E+06	5E+08	3E+07	8E+10
		48	30,54	3238	0,487	3692	0	0	103944	5E+08	6E+05	5E+08	1E+07	8E+10
		49	3,787	3242	5,78	3697	0	0	372586	5E+08	47575	5E+08	2E+08	8E+10
		50	4,037	3246	6,195	3704	0	0	33443	5E+08	1E+05	5E+08	1E+06	8E+10
		51	16,62	3263	7,458	3711	0	0	283252	5E+08	16608	5E+08	4E+07	8E+10
		52	10,33	3273	3,987	3715	0	0	1E+06	5E+08	1E+06	5E+08	3E+08	8E+10
		53	40,57	3314	2,531	3717	0	0	224349	5E+08	44545	5E+08	7E+07	8E+10
		54	15,88	3329	4,343	3722	0	0	487,94	5E+08	1E+06	5E+08	5E+08	8E+10
		55	2E-04	3329	1,428	3723	0	0	24673	5E+08	67505	5E+08	2E+08	8E+10
		56	0,345	3330	34,32	3758	0	0	2E+06	5E+08	3E+05	5E+08	1E+08	8E+10
		57	5,971	3336	0,512	3758	0	0	182995	5E+08	4E+06	5E+08	2E+06	8E+10
		58	0,366	3336	8,504	3767	0	0	417241	5E+08	5E+05	5E+08	4E+06	8E+10
		59	0,622	3337	0,277	3767	0	0	12168	5E+08	56817	5E+08	3E+06	8E+10
		60	0,029	3337	8,256	3775	0	0	1E+06	5E+08	18403	5E+08	7E+07	8E+10
		61	3,162	3340	2,038	3777	0	0	1E+06	5E+08	1E+06	5E+08	3E+07	8E+10
		62	0,967	3341	0,046	3777	0	0	62699	5E+08	2E+05	5E+08	7E+07	8E+10
		63	17,09	3358	3,273	3780	0	0	613501	5E+08	9E+05	5E+08	2E+08	8E+10
		64	3,946	3362	0,278	3781	0	0	22052	5E+08	3E+05	5E+08	2E+07	8E+10
		65	0,026	3362	0,068	3781	0	0	230,73	5E+08	58143	5E+08	3E+06	8E+10
		66	14,05	3376	0,833	3782	0	0	128022	5E+08	1E+06	5E+08	5E+07	8E+10
		67	0,158	3376	3,988	3786	0	0	1E+06	5E+08	41691	5E+08	6E+06	8E+10
		68	0,083	3376	0,294	3786	0	0	392978	5E+08	41258	5E+08	3E+06	8E+10
		69	1,304	3378	20,31	3806	0	0	5E+06	5E+08	4E+05	5E+08	7E+06	8E+10
		70	4,041	3382	2,237	3808	0	0	21580	5E+08	2E+06	5E+08	1E+06	8E+10
		71	0,035	3382	0,175	3809	0	0	5261,5	5E+08	4E+05	5E+08	1E+05	8E+10
		72	0,542	3382	1,288	3810	0	0	713244	5E+08	27014	5E+08	4E+07	8E+10
		73	5,035	3387	6,352	3816	0	0	166717	5E+08	4E+05	5E+08	1E+07	8E+10
		74	0,043	3387	0,038	3816	0	0	15,866	5E+08	1123	5E+08	28150	8E+10
		75	0,083	3387	1,047	3817	0	0	55,465	5E+08	474,9	5E+08	3E+06	8E+10
		76	2,821	3390	1,24	3819	0	0	394195	5E+08	77224	5E+08	7E+06	8E+10
		77	0,355	3391	0,197	3819	0	0	14912	5E+08	56,18	5E+08	3E+05	8E+10
		78	0,044	3391	1,06	3820	0	0	276205	5E+08	56,98	5E+08	1E+07	8E+10
		79	0,037	3391	21,92	3842	0	0	3E+06	5E+08	6E+05	5E+08	7E+07	8E+10
		80	0,215	3391	2,616	3844	0	0	396652	5E+08	2E+06	5E+08	5E+07	8E+10
		81	3,4	3394	4,928	3849	0	0	3E+06	5E+08	1E+06	5E+08	3E+08	8E+10

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento

CD0098_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

		82	1,103	3395	1,079	3850	0	0	728432	5E+08	10027	5E+08	2E+05	8E+10
		83	1,648	3397	12,8	3863	0	0	340061	6E+08	5E+05	5E+08	3E+05	8E+10
		84	3,553	3401	10,88	3874	0	0	2E+06	6E+08	2E+06	5E+08	1E+07	8E+10
		85	1,147	3402	3,062	3877	0	0	89561	6E+08	1E+06	5E+08	1E+08	8E+10
		86	5,489	3407	8,717	3886	0	0	61184	6E+08	9E+05	5E+08	2E+08	8E+10
		87	0,765	3408	5,93	3892	0	0	1064,1	6E+08	1E+05	5E+08	4E+08	8E+10
		88	3,807	3412	2,694	3895	0	0	991923	6E+08	9E+05	5E+08	2E+06	8E+10
		89	20,11	3432	18,91	3913	0	0	6E+06	6E+08	8E+05	5E+08	5E+07	8E+10
		90	0,108	3432	5E-04	3913	0	0	12729	6E+08	10050	5E+08	4E+07	8E+10
		91	0,403	3432	4E-04	3913	0	0	363695	6E+08	2E+05	5E+08	8E+07	9E+10
		92	5,104	3437	0,554	3914	0	0	128,78	6E+08	1E+06	5E+08	1E+07	9E+10
		93	0,011	3437	0,69	3915	0	0	443421	6E+08	7540	5E+08	2E+07	9E+10
		94	1,832	3439	1,631	3916	0	0	767187	6E+08	6E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		95	0,918	3440	0,132	3916	0	0	41629	6E+08	2470	5E+08	3E+05	9E+10
		96	11,18	3451	1,749	3918	0	0	58712	6E+08	18947	5E+08	4E+07	9E+10
		97	0,69	3452	0,205	3918	0	0	1139,9	6E+08	3E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		98	0,043	3452	3,876	3922	0	0	35115	6E+08	18444	5E+08	2E+08	9E+10
		99	0,001	3452	0,076	3922	0	0	26770	6E+08	56957	5E+08	1E+05	9E+10
		100	0,013	3452	0,219	3923	0	0	35617	6E+08	13,37	5E+08	606,8	9E+10
		101	0,41	3453	8,171	3931	0	0	3E+06	6E+08	1352	5E+08	2E+06	9E+10
		102	0,21	3453	0,006	3931	0	0	1517	6E+08	112,5	5E+08	805,6	9E+10
		103	0,003	3453	0,824	3932	0	0	447505	6E+08	3E+05	5E+08	3E+05	9E+10
		104	0,039	3453	0,003	3932	0	0	286320	6E+08	880,3	5E+08	8E+06	9E+10
		105	0,058	3453	0,143	3932	0	0	7038,1	6E+08	10826	5E+08	949,7	9E+10
		106	6,652	3460	4,504	3936	0	0	2E+06	6E+08	4E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		107	3,115	3463	0,077	3936	0	0	640883	6E+08	1E+06	5E+08	8E+07	9E+10
		108	10,93	3474	44,43	3981	0	0	1E+07	6E+08	2E+06	5E+08	7E+08	9E+10
		109	0,859	3474	1,025	3982	0	0	0,3088	6E+08	4E+05	5E+08	9E+05	9E+10
		110	0,589	3475	0,572	3982	0	0	847,84	6E+08	3E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		111	2,264	3477	0,691	3983	0	0	50427	6E+08	8E+05	5E+08	3E+07	9E+10
		112	0,351	3478	0,051	3983	0	0	372566	6E+08	581,8	5E+08	2E+07	9E+10
		113	2,741	3480	1,703	3985	0	0	4,9449	6E+08	5E+05	5E+08	8E+07	9E+10
		114	2,307	3483	0,103	3985	0	0	48164	6E+08	14358	5E+08	3E+06	9E+10
		115	0,889	3484	2,224	3987	0	0	80690	6E+08	5E+05	5E+08	8E+07	9E+10
		116	0,654	3484	1,418	3988	0	0	12339	6E+08	1128	5E+08	2E+07	9E+10
		117	0,09	3484	1,106	3990	0	0	241127	6E+08	7E+05	5E+08	6E+05	9E+10
		118	0,176	3484	0,074	3990	0	0	27357	6E+08	62864	5E+08	1E+06	9E+10
		119	0,021	3484	0,015	3990	0	0	107970	6E+08	5E+05	5E+08	4E+07	9E+10
		120	4,101	3489	0,57	3990	0	0	229,77	6E+08	4E+05	5E+08	1E+07	9E+10

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		121	0,03	3489	1,076	3991	0	0	63194	6E+08	95814	5E+08	2E+06	9E+10
		122	1,072	3490	2,17	3994	0	0	24578	6E+08	79679	5E+08	8E+06	9E+10
		123	0,787	3490	0,177	3994	0	0	138411	6E+08	38306	5E+08	1E+07	9E+10
		124	1,628	3492	0,002	3994	0	0	128646	6E+08	51153	5E+08	2E+07	9E+10
		125	1,501	3494	0,002	3994	0	0	27130	6E+08	4704	5E+08	8E+07	9E+10
		126	0,632	3494	4,746	3998	0	0	962386	6E+08	2E+05	5E+08	8E+07	9E+10
		127	0,029	3494	0,047	3998	0	0	820,81	6E+08	11065	5E+08	2E+05	9E+10
		128	2,364	3497	2,867	4001	0	0	418971	6E+08	2E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		129	0,103	3497	0,35	4002	0	0	154871	6E+08	256,9	5E+08	9E+06	9E+10
		130	3,489	3500	1,604	4003	0	0	95639	6E+08	75786	5E+08	5E+05	9E+10
		131	3,647	3504	0,268	4004	0	0	887035	6E+08	2E+06	5E+08	1E+07	9E+10
		132	0,807	3505	1,126	4005	0	0	497375	6E+08	1E+05	5E+08	8E+06	9E+10
		133	1,728	3506	0,735	4005	0	0	715970	6E+08	7E+05	5E+08	7E+06	9E+10
		134	0,778	3507	3,682	4009	0	0	3E+06	6E+08	2E+05	5E+08	7E+06	9E+10
		135	0,003	3507	0,008	4009	0	0	7922,7	6E+08	52546	5E+08	1E+06	9E+10
		136	0,138	3507	0	4009	0	0	1094,2	6E+08	29946	5E+08	9E+05	9E+10
		137	0,621	3508	0,196	4009	0	0	431,15	6E+08	9591	5E+08	2E+06	9E+10
		138	0,023	3508	1,215	4011	0	0	140558	6E+08	30389	5E+08	4E+06	9E+10
		139	0,303	3508	0,105	4011	0	0	36668	6E+08	14928	5E+08	1E+07	9E+10
		140	0,123	3508	0,045	4011	0	0	390014	6E+08	96271	5E+08	1E+07	9E+10
		141	0,185	3509	0,403	4011	0	0	48472	6E+08	30495	5E+08	2E+07	9E+10
		142	5,683	3514	1,394	4012	0	0	203242	6E+08	7E+05	5E+08	6E+07	9E+10
		143	0,725	3515	0,494	4013	0	0	1E+06	6E+08	1E+06	5E+08	7E+06	9E+10
		144	0,111	3515	0,082	4013	0	0	102076	6E+08	1E+05	5E+08	1E+06	9E+10
		145	23,94	3539	0,002	4013	0	0	906909	6E+08	2E+06	5E+08	3E+08	9E+10
		146	1,263	3540	6,072	4019	0	0	2E+06	6E+08	2E+05	5E+08	2E+05	9E+10
		147	4,859	3545	0,44	4020	0	0	13,257	6E+08	4E+05	5E+08	7E+07	9E+10
		148	0,38	3546	0,658	4020	0	0	283502	6E+08	27712	5E+08	4E+06	9E+10
		149	2,79	3548	0,022	4020	0	0	61167	6E+08	2E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		150	69,74	3618	0,2	4020	0	0	911239	6E+08	8E+05	5E+08	9E+08	9E+10
		151	1,647	3620	0,005	4020	0	0	128070	6E+08	3E+05	5E+08	1E+07	9E+10
		152	1,895	3622	0,063	4021	0	0	81606	6E+08	26033	5E+08	2E+07	9E+10
		153	0,051	3622	0,042	4021	0	0	15956	6E+08	7620	5E+08	25204	9E+10
		154	1,541	3623	1,493	4022	0	0	238123	6E+08	5E+05	5E+08	5243	9E+10
		155	0,219	3623	0,306	4022	0	0	7010,6	6E+08	2E+05	5E+08	3E+06	9E+10
		156	0,013	3623	0,614	4023	0	0	594610	6E+08	19464	5E+08	5E+06	9E+10
		157	0,94	3624	0,11	4023	0	0	569074	6E+08	2E+06	5E+08	6E+07	9E+10
		158	1,046	3625	0,317	4023	0	0	121520	6E+08	1E+06	5E+08	2E+07	9E+10
		159	0,093	3626	0,864	4024	0	0	296346	6E+08	73374	5E+08	2E+07	9E+10

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento

CD0098_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

		160	0,035	3626	0,05	4024	0	0	627,25	6E+08	6221	5E+08	4E+07	9E+10
		161	2,489	3628	0,817	4025	0	0	651444	6E+08	58949	5E+08	33384	9E+10
		162	0,009	3628	0,049	4025	0	0	8760,2	6E+08	5E+05	5E+08	1E+07	9E+10
		163	0,002	3628	0,032	4025	0	0	25575	6E+08	4E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		164	12,44	3640	0,059	4025	0	0	23398	6E+08	6E+05	5E+08	2E+07	9E+10
		165	7,859	3648	0,005	4025	0	0	2459,6	6E+08	3E+05	5E+08	8E+07	9E+10
		166	0,42	3649	6E-04	4025	0	0	1E+06	6E+08	2E+05	5E+08	8E+06	9E+10
		167	2,211	3651	3,537	4029	0	0	308025	6E+08	5E+05	5E+08	8E+07	9E+10
		168	0,076	3651	0,079	4029	0	0	80388	6E+08	2E+05	5E+08	6E+06	9E+10
		169	4,007	3655	1,605	4030	0	0	580385	6E+08	1E+06	5E+08	3E+07	9E+10
		170	2,392	3657	1,078	4032	0	0	324580	6E+08	51282	5E+08	4E+05	9E+10
		171	0,678	3658	3,738	4035	0	0	697766	6E+08	1990	5E+08	1E+07	9E+10
		172	0,764	3659	1,398	4037	0	0	137516	6E+08	15676	5E+08	2E+07	9E+10
		173	1,8	3661	2E-04	4037	0	0	19685	6E+08	4E+05	5E+08	1E+06	9E+10
		174	0,015	3661	0,443	4037	0	0	107648	6E+08	2E+05	5E+08	8E+06	9E+10
		175	0,111	3661	0,716	4038	0	0	17482	6E+08	19841	5E+08	3E+07	9E+10
		176	1,279	3662	0,219	4038	0	0	12,134	6E+08	3E+05	5E+08	5E+06	9E+10
		177	8,296	3670	0,487	4039	0	0	532185	6E+08	7497	5E+08	9E+07	9E+10
		178	0,11	3671	7,718	4046	0	0	2E+06	6E+08	753,4	5E+08	3E+07	9E+10
		179	14,01	3685	0,712	4047	0	0	297872	6E+08	2671	5E+08	1E+08	9E+10
		180	0,055	3685	0,799	4048	0	0	59995	6E+08	15737	5E+08	2E+07	9E+10
		181	0,003	3685	4,073	4052	0	0	1E+06	6E+08	91286	5E+08	2E+07	9E+10
		182	4,448	3689	0,526	4052	0	0	109,51	6E+08	2E+05	5E+08	4E+07	9E+10
		183	15,56	3705	3,28	4056	0	0	436604	6E+08	3E+06	5E+08	2E+08	9E+10
		184	5,178	3710	1E-04	4056	0	0	8541,4	6E+08	5E+05	5E+08	4E+07	9E+10
		185	3,278	3713	0,056	4056	0	0	72011	6E+08	2E+05	5E+08	6E+07	9E+10
		186	3,231	3716	0,425	4056	0	0	274938	6E+08	62911	5E+08	4E+06	9E+10
		187	1,169	3717	0,074	4056	0	0	411934	6E+08	3E+05	5E+08	9E+07	9E+10
		188	4,996	3722	0,855	4057	0	0	6626,9	6E+08	4E+06	6E+08	5E+07	9E+10
		189	7,361	3730	0,043	4057	0	0	8,4756	6E+08	2E+06	6E+08	2E+07	9E+10
		190	28,07	3758	3,567	4061	0	0	664839	6E+08	1E+06	6E+08	3E+08	9E+10
		191	4,189	3762	4,829	4066	0	0	42744	6E+08	3E+05	6E+08	1E+07	9E+10
		192	0,395	3762	0,512	4066	0	0	36993	6E+08	87092	6E+08	3E+06	9E+10
		193	2,065	3765	0,585	4067	0	0	64333	6E+08	9E+05	6E+08	5E+07	9E+10
		194	1,768	3766	1,031	4068	0	0	20403	6E+08	4E+06	6E+08	5E+07	9E+10
		195	0,396	3767	0,502	4068	0	0	245020	6E+08	73900	6E+08	1E+07	9E+10
		196	0,933	3768	0,266	4068	0	0	21,99	6E+08	2E+05	6E+08	4E+07	9E+10
		197	21,26	3789	2,171	4071	0	0	902,78	6E+08	3E+06	6E+08	3E+08	9E+10
		198	25,73	3815	3,108	4074	0	0	74751	6E+08	1E+06	6E+08	2E+08	9E+10

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

	199	19,15	3834	3,931	4078	0	0	7300,3	6E+08	1E+05	6E+08	3E+08	9E+10
	200	0,029	3834	5,787	4083	0	0	829354	6E+08	66420	6E+08	2E+06	9E+10
MODAL PARTICIPATION FACTOR PRINTOUT (N,cm)													
	Mo de No	TRAN-X	TRAN-Y	TRAN-Z	ROTN-X	ROTN-Y	ROTN-Z						
		Value	Value	Value	Value	Value	Value						
	1	-9,3513	22,4145	0	-	-60,8441	-						
	2	6,4318	22,7325	0	-	63,6627	-						
	3	-3,4698	-13,5332	0	52,8668	-16,0316	237,074						
	4	13,5747	21,8329	0	-43,373	62,5307	-338,50						
	5	8,0138	21,6887	0	-17,7666	-3,9472	420,705						
	6	-	23,939	0	29,6063	13,2888	287,632						
	7	11,8978	-3,9047	0	-4,8179	-13,4281	-						
	8	9,9078	6,9435	0	10,8267	-19,0039	1212,73						
	9	-8,68	2,0529	0	21,7754	0,5114	-						
	10	-22,431	11,1333	0	11,4316	-126,695	934,301						
	11	16,5829	-3,4525	0	-6,4379	-3,8908	958,099						
	12	8,9578	-4,5413	0	-0,2636	23,13	-36,096						
	13	11,3358	3,901	0	14,0836	40,4255	-						
	14	-13,518	1,6332	0	-10,7422	-38,7803	125,345						
	15	-8,9168	-14,7304	0	-7,3351	0,4113	-918,19						
	16	-0,6524	-3,5909	0	-15,4081	-1,5228	55,293						
	17	-	7,9277	0	2,8642	-65,2484	529,309						
	18	19,6832	-8,0686	0	6,2873	16,4688	-196,72						
	19	-3,2394	-0,0925	0	-3,3699	-51,3988	432,000						
	20	-4,8669	-10,4213	0	-12,4328	5,6928	-308,76						
	21	2,5795	-2,8166	0	-8,7907	-33,5608	76,5317						
	22	3,8146	-0,1345	0	-9,2118	-11,6299	217,97						
	23	-0,5631	-7,3753	0	-17,3948	22,4316	-282,41						
	24	-0,3955	6,5236	0	30,1136	4,5154	-265,84						
	25	2,6593	2,2994	0	8,0155	-15,0612	-168,76						
	26	-5,2114	7,292	0	26,2791	15,9706	-190,67						
	27	-1,4722	-2,916	0	-20,023	-4,4785	470,838						
	28	-5,2541	1,1283	0	-10,2022	-7,8049	227,17						
	29	1,583	4,2597	0	7,3424	21,1716	53,8075						
	30	5,2891	6,1296	0	32,6096	-16,7475	139,995						
	31	-11,717	-2,7159	0	-11,7062	-15,4642	-616,77						

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		32	3,0191	1,4188	0	13,3446	49,3062	-301,73
		33	0,4918	-0,5595	0	-0,6883	-2,8201	-17,1582
		34	-6,6537	-1,8277	0	-8,539	24,1011	-1,9229
		35	-1,7722	0,2335	0	1,0546	29,7091	29,1502
		36	-1,5297	1,4594	0	4,3721	5,6198	121,025
		37	0,1752	-0,1581	0	-0,5857	-5,6278	16,2535
		38	6,988	3,5378	0	5,6431	-26,9998	197,305
		39	4,263	-1,173	0	7,4322	-6,4433	-244,04
		40	-0,5397	-4,6039	0	-0,7776	-2,1363	-153,91
		41	1,9804	1,9925	0	7,1495	1,0547	-52,531
		42	2,0226	-1,7276	0	-1,6602	-8,9051	-0,601
		43	1,1547	-0,8458	0	0,8314	-0,3037	-24,862
		44	-0,1883	-2,2309	0	-2,9926	-27,6209	38,2173
		45	0,3133	-4,0993	0	-9,1793	-2,6868	-164,91
		46	0,7437	0,2214	0	1,4117	-4,5968	18,9519
		47	-0,7083	0,5933	0	-0,5045	21,0122	-53,884
		48	-5,526	-0,6976	0	-3,224	7,7553	30,898
		49	-1,946	2,4041	0	-6,104	2,1812	155,198
		50	-2,0091	2,4889	0	1,8287	3,383	-11,060
		51	4,0773	-2,7309	0	-5,3221	-1,2887	-66,196
		52	3,2133	1,9968	0	11,1792	-11,7505	184,006
		53	-6,3697	1,5908	0	4,7366	-2,1106	85,1045
		54	3,9843	-2,0839	0	0,2209	-10,2691	-223,46
		55	0,0155	-1,1948	0	1,5708	2,5982	-123,62
		56	0,5874	-5,8586	0	-15,523	-5,5554	-108,96
		57	2,4435	-0,7156	0	-4,2778	-18,9246	15,2218
		58	0,605	-2,9162	0	-6,4594	-6,7565	19,9198
		59	0,7886	0,5266	0	1,1031	2,3836	-17,489
		60	-0,169	2,8733	0	12,2033	-1,3566	-84,241
		61	-1,7782	-1,4276	0	-10,2662	-11,1429	50,984
		62	-0,9832	0,2139	0	-2,504	-3,9322	84,9663
		63	4,1346	-1,809	0	7,8326	9,5812	-149,17
		64	-1,9866	0,527	0	1,485	5,1418	38,8147
		65	-0,1596	0,2611	0	-0,1519	-2,4113	17,3696
		66	3,7482	-0,9125	0	-3,578	-10,1547	-71,471
		67	0,3972	-1,9971	0	-11,9524	2,0418	-24,986
		68	-0,2883	0,5424	0	-6,2688	2,0312	-16,979
		69	1,142	-4,5062	0	-22,4598	-5,9826	26,1354
		70	2,0101	-1,4958	0	-1,469	-15,7608	10,8398

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		71	0,1879	0,4181	0	-0,7254	6,5029	-3,6172
		72	-0,7363	1,1349	0	8,4454	1,6436	-61,762
		73	2,2438	-2,5203	0	-4,0831	-6,0664	-32,200
		74	-0,2064	0,194	0	-0,0398	-0,3351	1,6778
		75	0,2875	-1,023	0	0,0745	-0,2179	17,1595
		76	-1,6797	1,1133	0	6,2785	2,7789	26,8978
		77	0,596	0,4438	0	-1,2212	0,075	-5,173
		78	-0,2091	-1,0297	0	-5,2555	0,0755	33,7404
		79	-0,193	4,6816	0	16,4114	-8,0045	-85,00
		80	0,4633	1,6173	0	6,298	-14,9618	-73,360
		81	1,8439	2,2199	0	18,4349	10,1149	-168,78
		82	-1,05	1,0385	0	8,5348	-1,0013	-4,6363
		83	1,2839	3,5783	0	5,8315	-6,9358	-5,3874
		84	-1,885	3,2978	0	12,3636	-12,3877	33,8951
		85	1,0709	1,7499	0	2,9927	-11,4224	117,924
		86	2,3428	-2,9525	0	-2,4735	9,6232	-137,63
		87	-0,8745	-2,4351	0	0,3262	-3,8326	-192,87
		88	-1,9512	-1,6412	0	-9,9595	-9,736	14,2548
		89	4,4841	4,3486	0	25,4778	8,72	-70,951
		90	0,3284	-0,0233	0	-1,1282	-1,0025	59,4155
		91	0,6346	0,0199	0	6,0307	4,855	-90,805
		92	2,2591	-0,7443	0	-0,1135	10,8641	-35,944
		93	-0,103	-0,8306	0	-6,659	-0,8683	-41,335
		94	1,3534	-1,2771	0	-8,7589	8,0395	-46,944
		95	-0,9579	0,363	0	2,0403	0,497	5,0577
		96	3,344	-1,3226	0	-2,4231	-1,3765	-62,905
		97	-0,8304	0,4524	0	0,3376	-5,4156	45,5783
		98	-0,2063	-1,9687	0	1,8739	-1,3581	-129,12
		99	0,0361	-0,2751	0	-1,6362	-2,3866	-3,2911
		100	-0,1123	0,4683	0	1,8872	0,0366	0,2463
		101	-0,6401	-2,8584	0	-15,8487	-0,3677	13,5788
		102	-0,4581	-0,0771	0	-0,3895	0,1061	-0,2838
		103	0,0518	0,9076	0	6,6896	5,6202	-5,7834
		104	-0,1962	-0,0546	0	5,3509	-0,2967	28,9702
		105	0,2397	0,3782	0	0,8389	-1,0405	0,3082
		106	2,5791	2,1223	0	13,2151	-6,2696	46,6573
		107	1,7649	0,2768	0	8,0055	11,6034	-89,940
		108	-3,3067	6,6654	0	31,2255	15,4438	-273,44
		109	-0,9267	1,0122	0	-0,0056	6,1104	9,6521

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		110	0,7676	0,7562	0	-0,2912	5,4626	45,6882
		111	1,5048	-0,8311	0	-2,2456	8,8078	-52,664
		112	0,5926	0,2254	0	6,1038	0,2412	45,0456
		113	-1,6555	-1,3049	0	0,0222	6,7266	-88,065
		114	1,5189	-0,3215	0	-2,1946	-1,1983	-17,979
		115	-0,943	-1,4912	0	-2,8406	-7,0047	-87,732
		116	0,8086	-1,1909	0	-1,1108	-0,3359	-40,460
		117	-0,3	-1,0515	0	-4,9105	8,4374	7,6323
		118	0,4191	0,2724	0	-1,654	-2,5073	-10,295
		119	-0,1433	0,1229	0	-3,2859	-7,273	59,5501
		120	-2,025	-0,7546	0	0,1516	6,7014	-34,239
		121	0,1723	-1,0374	0	-2,5138	-3,0954	-14,254
		122	-1,0355	-1,473	0	-1,5677	2,8227	-28,940
		123	-0,8868	0,4207	0	3,7204	-1,9572	33,7258
		124	-1,2758	-0,0439	0	3,5867	-2,2617	46,3799
		125	1,2251	0,0462	0	1,6471	-0,6859	92,1745
		126	-0,795	2,1785	0	9,8101	-4,3563	86,8259
		127	-0,17	0,217	0	0,2865	1,0519	-4,2195
		128	-1,5374	1,6933	0	6,4728	4,6869	44,9751
		129	-0,3204	-0,5918	0	-3,9354	-0,1603	-29,878
		130	1,8678	1,2664	0	3,0926	2,7529	7,2411
		131	1,9098	-0,5179	0	-9,4183	-13,5386	-36,532
		132	-0,8982	1,0611	0	7,0525	3,8124	27,5894
		133	-1,3147	-0,8573	0	-8,4615	8,1511	-26,471
		134	-0,8819	-1,9188	0	-16,6606	4,0869	-26,288
		135	-0,0561	0,091	0	-0,8901	-2,2923	11,5322
		136	0,3718	-0,0032	0	-0,3308	-1,7305	-9,4918
		137	-0,7883	-0,4428	0	-0,2076	0,9793	13,1474
		138	-0,15	1,1021	0	-3,7491	-1,7433	18,9644
		139	-0,5501	0,3245	0	1,9149	-1,2218	33,3499
		140	-0,3513	0,2127	0	6,2451	-3,1028	35,2045
		141	-0,4303	0,6351	0	2,2016	-1,7463	47,2945
		142	2,384	1,1807	0	4,5082	8,634	-80,433
		143	0,8516	0,7031	0	10,022	11,6981	-26,115
		144	-0,3332	-0,2855	0	-3,1949	-3,8004	11,3792
		145	4,8928	-0,0398	0	-9,5232	12,662	-183,21
		146	1,1236	2,4642	0	13,2949	3,9897	3,8938
		147	-2,2043	0,6634	0	-0,0364	-6,3497	85,6199
		148	-0,6162	0,8112	0	5,3245	1,6647	-18,753

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		149	-1,6704	-0,1465	0	2,4732	-3,8835	44,7953
		150	-8,3509	0,4477	0	9,5459	-8,8237	293,413
		151	1,2833	0,0736	0	3,5787	5,6877	-31,111
		152	1,3764	0,2501	0	2,8567	1,6135	-49,941
		153	0,2247	-0,2041	0	-1,2632	-0,8729	1,5876
		154	-1,2414	-1,2219	0	-4,8798	7,1727	-0,7241
		155	-0,4683	0,553	0	0,8373	-4,9872	-16,354
		156	-0,115	0,7839	0	7,7111	-1,3951	21,234
		157	-0,9696	0,3312	0	-7,5437	-15,4326	78,5423
		158	-1,0227	-0,5633	0	-3,486	10,3458	-47,484
		159	0,3053	-0,9295	0	-5,4438	2,7088	-47,277
		160	0,188	-0,2233	0	0,2504	-0,7887	61,7833
		161	1,5776	0,9037	0	8,0712	-2,4279	-1,8271
		162	0,0954	-0,2214	0	0,936	7,0242	-32,193
		163	0,0433	0,1796	0	-1,5992	6,2494	-45,601
		164	-3,5275	0,2425	0	1,5296	7,4171	47,1
		165	-2,8034	0,0711	0	0,4959	5,1627	90,314
		166	0,6483	-0,0239	0	-10,9797	-4,6623	-27,978
		167	-1,4869	-1,8807	0	-5,55	7,2578	-91,688
		168	-0,2748	-0,2805	0	2,8353	4,9562	-24,914
		169	-2,0018	-1,2669	0	-7,6183	11,5134	-53,972
		170	-1,5465	-1,0383	0	-5,6972	2,2646	-5,9177
		171	0,8235	1,9333	0	8,3532	-0,4461	37,2303
		172	-0,8742	1,1824	0	3,7083	1,252	48,0839
		173	1,3415	-0,0134	0	1,403	-6,401	11,3615
		174	0,1241	0,6655	0	3,281	-4,4333	28,5635
		175	0,3331	0,8461	0	1,3222	-1,4086	54,9575
		176	1,131	-0,4676	0	0,0348	-5,3208	22,6242
		177	2,8803	0,6975	0	7,2951	0,8659	-96,360
		178	-0,3322	2,7782	0	13,8919	0,2745	58,9486
		179	3,7423	0,8439	0	-5,4578	-0,5168	-113,94
		180	-0,2345	-0,894	0	-2,4494	-1,2545	-46,567
		181	0,0534	-2,0182	0	-10,6387	-3,0214	-43,765
		182	-2,109	0,7254	0	-0,1046	4,4506	60,6686
		183	3,9448	1,8111	0	6,6076	-15,9571	-134,91
		184	2,2755	-0,0097	0	-0,9242	-6,903	-65,071
		185	1,8104	-0,2357	0	-2,6835	-4,4239	-78,871
		186	-1,7975	0,6522	0	5,2435	2,5082	18,8491
		187	1,0812	0,2719	0	-6,4182	5,4232	-94,827

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

	188	-2,2352	0,9244	0	0,8141	20,8107	73,2176
	189	2,7132	-0,207	0	-0,0291	-15,3433	-39,567
	190	5,298	1,8886	0	8,1538	-11,2726	-165,69
	191	2,0467	-2,1976	0	-2,0675	-5,5968	-36,184
	192	-0,6282	0,7154	0	1,9234	2,9511	18,3632
	193	-1,4369	-0,7649	0	-2,5364	9,6768	68,6167
	194	1,3298	1,0153	0	1,4284	-20,9919	-69,634
	195	0,6294	-0,7084	0	-4,95	-2,7184	37,494
	196	-0,9657	-0,5162	0	-0,0469	4,8509	66,3593
	197	-4,6105	-1,4735	0	-0,3005	17,7951	185,232
	198	-5,0729	-1,7628	0	2,7341	10,2391	149,968
	199	-4,3765	-1,9826	0	-0,8544	3,5895	165,766
	200	-0,1704	-2,4056	0	-9,1069	-2,5772	12,6652

MODAL DIRECTION FACTOR PRINTOUT

	Mo de No	TRAN-X	TRAN-Y	TRAN-Z	ROTN-X	ROTN-Y	ROTN-Z
		Value	Value	Value	Value	Value	Value
	1	2,917	16,7593	0	58,5405	8,176	13,6071
	2	2,0593	25,7249	0	46,6998	13,3579	12,1582
	3	2,8571	43,4628	0	43,913	4,0381	5,7289
	4	16,8503	43,588	0	11,3891	23,6722	4,5004
	5	10,1524	74,3629	0	3,3037	0,1631	12,0179
	6	17,2653	69,8964	0	7,0782	1,426	4,3341
	7	67,9704	10,5571	0	1,0641	8,2662	12,1422
	8	34,6022	4,4309	0	0,7132	2,1975	58,0562
	9	44,0047	2,4614	0	18,3357	0,0101	35,188
	10	24,2679	5,9779	0	0,4173	51,2545	18,0825
	11	40,1486	1,7402	0	0,4006	0,1463	57,5642
	12	58,6349	15,0701	0	0,0034	25,8827	0,4089
	13	41,2643	4,8868	0	4,217	34,7448	14,8871
	14	61,0445	0,891	0	2,5519	33,2585	2,2541
	15	12,007	32,7678	0	0,5379	0,0017	54,6857
	16	1,3952	42,2705	0	51,5262	0,5033	4,3047
	17	45,4181	7,3677	0	0,0637	33,0433	14,1071
	18	54,967	13,6273	0	2,2097	15,1612	14,0348
	19	3,9402	0,0032	0	0,2823	65,6758	30,0985
	20	12,7613	58,509	0	5,5135	1,156	22,0603
	21	6,8743	8,1961	0	5,2859	77,0445	2,5992
	22	29,3673	0,0365	0	11,3385	18,0726	41,1851

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		23	0,2228	38,2215	0	14,0764	23,4085	24,0708
		24	0,1164	31,6506	0	44,6523	1,004	22,5767
		25	16,1223	12,054	0	9,6974	34,2383	27,888
		26	17,1286	33,5358	0	28,8364	10,6503	9,8489
		27	1,6204	6,3568	0	19,8442	0,9927	71,1859
		28	44,5467	2,0541	0	11,1203	6,5081	35,7707
		29	4,5447	32,9071	0	6,4732	53,8199	2,2553
		30	17,1686	23,0591	0	43,2091	11,3968	5,1664
		31	41,2352	2,2151	0	2,7247	4,7549	49,0701
		32	4,0879	0,9028	0	5,2875	72,1845	17,5373
		33	19,5161	25,2632	0	2,5312	42,4862	10,2034
		34	48,7042	3,6749	0	5,3109	42,3082	0,0017
		35	5,0596	0,0878	0	0,1186	94,1459	0,588
		36	16,5745	15,0857	0	8,9645	14,8115	44,5637
		37	1,3416	1,0919	0	0,9924	91,6167	4,9575
		38	38,0188	9,7445	0	1,6415	37,5769	13,0183
		39	35,2629	2,6699	0	7,0963	5,3337	49,6372
		40	0,9102	66,2288	0	0,1251	0,9442	31,7917
		41	31,2867	31,6718	0	26,9981	0,5875	9,4559
		42	32,7047	23,8604	0	1,4589	41,9748	0,0012
		43	56,3552	30,2321	0	1,934	0,2581	11,2206
		44	0,0625	8,7711	0	1,0449	89,0159	1,1056
		45	0,2834	48,5114	0	16,1043	1,3797	33,7212
		46	24,1828	2,1439	0	5,7683	61,1605	6,7445
		47	1,6004	1,1229	0	0,0538	93,2447	3,9782
		48	84,5806	1,3479	0	1,9062	11,0295	1,1358
		49	16,6868	25,4673	0	10,8699	1,388	45,588
		50	35,8393	55,0009	0	1,9659	6,7274	0,4665
		51	59,4798	26,683	0	6,7098	0,3934	6,734
		52	22,315	8,617	0	17,8821	19,7565	31,4294
		53	84,5364	5,2725	0	3,0948	0,6145	6,4818
		54	32,63	8,9261	0	0,0066	14,3507	44,0865
		55	0,0028	16,5935	0	1,8989	5,1953	76,3095
		56	0,5973	59,4187	0	27,6176	3,5373	8,8291
		57	18,9514	1,6254	0	3,8456	75,2617	0,3159
		58	2,4688	57,3625	0	18,633	20,3861	1,1496
		59	41,813	18,6428	0	5,4169	25,2936	8,8337
		60	0,134	38,7337	0	46,2593	0,5716	14,3013
		61	14,6971	9,4732	0	32,4322	38,2083	5,1892

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		62	17,4098	0,8242	0	7,4768	18,4387	55,8505
		63	42,6675	8,1678	0	10,138	15,1697	23,8569
		64	58,3128	4,1045	0	2,1573	25,8637	9,5617
		65	4,1779	11,1834	0	0,2505	63,135	21,2533
		66	56,7623	3,364	0	3,4246	27,5844	8,8647
		67	1,1153	28,1888	0	66,8497	1,9509	1,8953
		68	2,4622	8,7132	0	77,0657	8,0911	3,6678
		69	2,2615	35,2099	0	57,9109	4,1089	0,5087
		70	17,6312	9,7624	0	0,6234	71,7627	0,2202
		71	1,1579	5,7305	0	1,142	91,7854	0,1842
		72	6,4778	15,3885	0	56,4209	2,1369	19,576
		73	32,7509	41,3211	0	7,1805	15,8503	2,8972
		74	47,8706	42,3016	0	0,118	8,3514	1,3584
		75	6,5645	83,1134	0	0,0292	0,2497	10,0433
		76	37,6534	16,543	0	34,8323	6,8238	4,1474
		77	53,5915	29,7216	0	14,8966	0,0561	1,7342
		78	1,2772	30,9854	0	53,4377	0,011	14,2887
		79	0,079	46,5017	0	37,8339	9,0005	6,585
		80	0,9503	11,5792	0	11,6258	65,6115	10,2332
		81	6,8222	9,8879	0	45,1468	13,5915	24,5517
		82	15,5728	15,2351	0	68,124	0,9377	0,1304
		83	8,2824	64,3385	0	11,313	16,0034	0,0626
		84	10,0933	30,8947	0	28,749	28,8612	1,4018
		85	5,9072	15,7739	0	3,0545	44,4978	30,7665
		86	19,006	30,1863	0	1,4027	21,2311	28,1738
		87	3,2337	25,0715	0	0,0298	4,1117	67,5533
		88	19,5936	13,862	0	33,7978	32,2975	0,4492
		89	22,5437	21,2024	0	48,1852	5,6445	2,4243
		90	6,0747	0,0305	0	4,7467	3,7476	85,4004
		91	5,0884	0,005	0	30,4294	19,721	44,7562
		92	36,3817	3,9496	0	0,0061	55,7066	3,9561
		93	0,2398	15,6084	0	66,4191	1,1294	16,6033
		94	13,3044	11,8464	0	36,8928	31,0811	6,8753
		95	67,8523	9,7448	0	20,3812	1,2092	0,8125
		96	73,8336	11,5491	0	2,5666	0,8283	11,2225
		97	18,459	5,4783	0	0,202	51,9764	23,8843
		98	0,3722	33,8965	0	2,0333	1,068	62,63
		99	0,2045	11,9029	0	27,8681	59,293	0,7315
		100	2,6969	46,8709	0	50,4077	0,0189	0,0056

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

		101	1,6195	32,297	0	65,7351	0,0354	0,313
		102	92,5981	2,626	0	4,432	0,3286	0,0153
		103	0,0455	13,975	0	50,2599	35,4758	0,2437
		104	1,6712	0,1296	0	82,2964	0,253	15,6498
		105	18,0283	44,859	0	14,6165	22,4834	0,0128
		106	25,3339	17,1548	0	44,0378	9,9121	3,5612
		107	15,7132	0,3864	0	21,4049	44,9681	17,5275
		108	6,5152	26,4729	0	38,4655	9,4094	19,137
		109	19,5392	23,3091	0	0	56,2413	0,9104
		110	14,5881	14,157	0	0,139	48,9165	22,1993
		111	23,5465	7,1829	0	3,4718	53,4108	12,388
		112	9,3783	1,3573	0	65,8832	0,1029	23,2783
		113	25,4464	15,8099	0	0,0003	27,8141	30,9293
		114	77,8576	3,4878	0	10,7612	3,208	4,6854
		115	8,7161	21,7961	0	5,2367	31,8438	32,4072
		116	22,8236	49,5154	0	2,852	0,2607	24,5483
		117	1,1948	14,6828	0	21,2	62,5901	0,3323
		118	19,675	8,3098	0	20,2901	46,6246	5,1005
		119	0,3553	0,2616	0	12,3766	60,6347	26,3717
		120	50,3227	6,9889	0	0,0187	36,49	6,1798
		121	1,3218	47,9156	0	18,6299	28,2463	3,8863
		122	24,9828	50,5541	0	3,7912	12,2906	8,3812
		123	29,9955	6,7505	0	34,9494	9,6724	18,6323
		124	43,4745	0,0514	0	22,7498	9,046	24,6784
		125	27,9841	0,0397	0	3,3493	0,5808	68,0461
		126	3,8906	29,2157	0	39,2252	7,7347	19,9338
		127	17,8015	29,0022	0	3,3482	45,1366	4,7115
		128	22,8851	27,7613	0	26,8588	14,0824	8,4125
		129	5,5101	18,7946	0	55,0264	0,0913	20,5777
		130	55,819	25,6615	0	10,1311	8,0281	0,3603
		131	16,2124	1,1921	0	26,1049	53,9425	2,5481
		132	12,3841	17,2835	0	50,5444	14,7698	5,0182
		133	14,5199	6,1748	0	39,8223	36,9544	2,5285
		134	3,2086	15,1892	0	75,8155	4,562	1,2246
		135	0,6718	1,7664	0	11,1865	74,1933	12,1821
		136	36,1427	0,0027	0	1,8942	51,8418	10,1185
		137	64,8587	20,4678	0	0,2979	6,627	7,7486
		138	0,8915	48,1327	0	36,8801	7,9737	6,122
		139	24,6564	8,5792	0	19,7824	8,0538	38,9281

Relazione di calcolo strutturale Arcade

Codice documento
CD0098_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

		140	3,1482	1,1543	0	65,8623	16,2575	13,5778
		141	8,9356	19,4661	0	15,488	9,7439	46,3664
		142	35,2181	8,6392	0	8,3385	30,5847	17,2195
		143	4,2113	2,87	0	38,6112	52,6067	1,7009
		144	5,9037	4,3364	0	35,9439	50,8579	2,958
		145	43,5432	0,0029	0	10,9213	19,3069	26,2258
		146	6,2819	30,2135	0	58,2284	5,2438	0,0324
		147	43,7064	3,9585	0	0,0008	24,0114	28,323
		148	11,6841	20,2526	0	57,7675	5,6466	4,6492
		149	54,9563	0,4229	0	7,9767	19,6678	16,9764
		150	59,0478	0,1697	0	5,1083	4,3646	31,3096
		151	32,5613	0,107	0	16,7649	42,3469	8,2199
		152	50,6419	1,6724	0	14,4422	4,6072	28,6363
		153	20,246	16,7107	0	42,3725	20,2366	0,4342
		154	19,221	18,6245	0	19,6649	42,4867	0,0028
		155	9,3992	13,1062	0	1,9894	70,5813	4,9239
		156	0,2705	12,5729	0	80,5567	2,637	3,9628
		157	4,046	0,4722	0	16,2152	67,8631	11,4035
		158	10,2321	3,1034	0	7,8702	69,3206	9,4737
		159	2,1355	19,7929	0	44,9484	11,129	21,9942
		160	1,9963	2,8166	0	0,2346	2,3267	92,6257
		161	31,0695	10,1949	0	53,8453	4,8724	0,0179
		162	0,2377	1,2802	0	1,5152	85,3377	11,6292
		163	0,0509	0,8759	0	4,5983	70,2193	24,2557
		164	72,1254	0,3409	0	0,8979	21,1126	5,5231
		165	59,7722	0,0384	0	0,1238	13,4209	26,6446
		166	4,1299	0,0056	0	78,4208	14,1402	3,3035
		167	14,8518	23,7611	0	13,7003	23,4292	24,2576
		168	2,9278	3,05	0	20,6343	63,0517	10,3362
		169	20,5678	8,2388	0	19,7234	45,0479	6,4221
		170	40,0403	18,0477	0	35,9761	5,6841	0,2518
		171	7,0322	38,7568	0	47,9013	0,1366	6,1731
		172	18,3271	33,532	0	21,8353	2,489	23,8167
		173	38,3032	0,0038	0	2,774	57,7388	1,1801
		174	0,5452	15,6908	0	25,2493	46,0999	12,4149
		175	4,6785	30,1905	0	4,8813	5,5397	54,7099
		176	35,6106	6,0873	0	0,0022	52,1796	6,1202
		177	50,76	2,9768	0	21,5578	0,3037	24,4017
		178	0,4991	34,9196	0	57,8061	0,0226	6,7526

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

		179	62,8488	3,1961	0	8,85	0,0794	25,0257
		180	2,4042	34,9478	0	17,3676	4,5555	40,7249
		181	0,0219	31,3394	0	57,658	4,6504	6,3302
		182	56,5377	6,6884	0	0,0092	16,6695	20,0952
		183	33,5312	7,0682	0	6,2288	36,3265	16,8454
		184	50,7228	0,0009	0	0,554	30,9059	17,8165
		185	42,1406	0,7144	0	6,1301	16,6605	34,3545
		186	53,4427	7,0356	0	30,1083	6,8894	2,5241
		187	11,9539	0,756	0	27,8868	19,9108	39,4925
		188	13,5503	2,3175	0	0,119	77,7681	6,2451
		189	31,1086	0,1811	0	0,0002	65,8683	2,8418
		190	49,9064	6,3421	0	7,8263	14,9583	20,967
		191	35,0908	40,455	0	2,3706	17,3726	4,711
		192	21,0694	27,3285	0	13,0783	30,7899	7,7339
		193	18,2753	5,1784	0	3,7701	54,876	17,9002
		194	5,172	3,0148	0	0,3951	85,3268	6,0913
		195	10,9625	13,8882	0	44,8967	13,5411	16,7114
		196	20,0604	5,7319	0	0,0031	33,5157	40,6889
		197	35,9451	3,6716	0	0,0101	35,4527	24,9205
		198	56,0193	6,7646	0	1,0773	15,1099	21,0288
		199	53,5202	10,9826	0	0,1351	2,3836	32,9786
		200	0,2458	48,9768	0	46,4725	3,7218	0,5831
EIGEN VECTOR (N,cm)								

6.10 CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Si riportano nel presente paragrafo i diagrammi delle principali caratteristiche di sollecitazione. Visto il numero di combinazioni di carico considerate si ritiene maggiormente proficuo riportare i diagrammi con riferimento ai singoli casi di carico.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

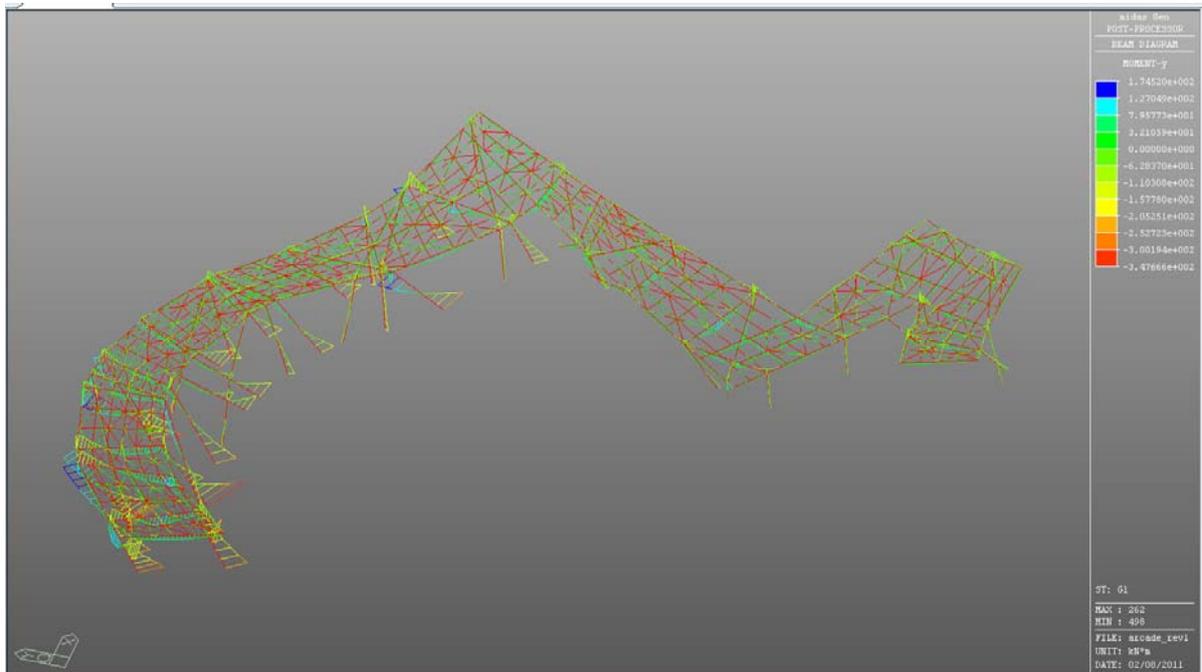


Figura 6.11: Caso di carico G1 - Valore del momento flettente

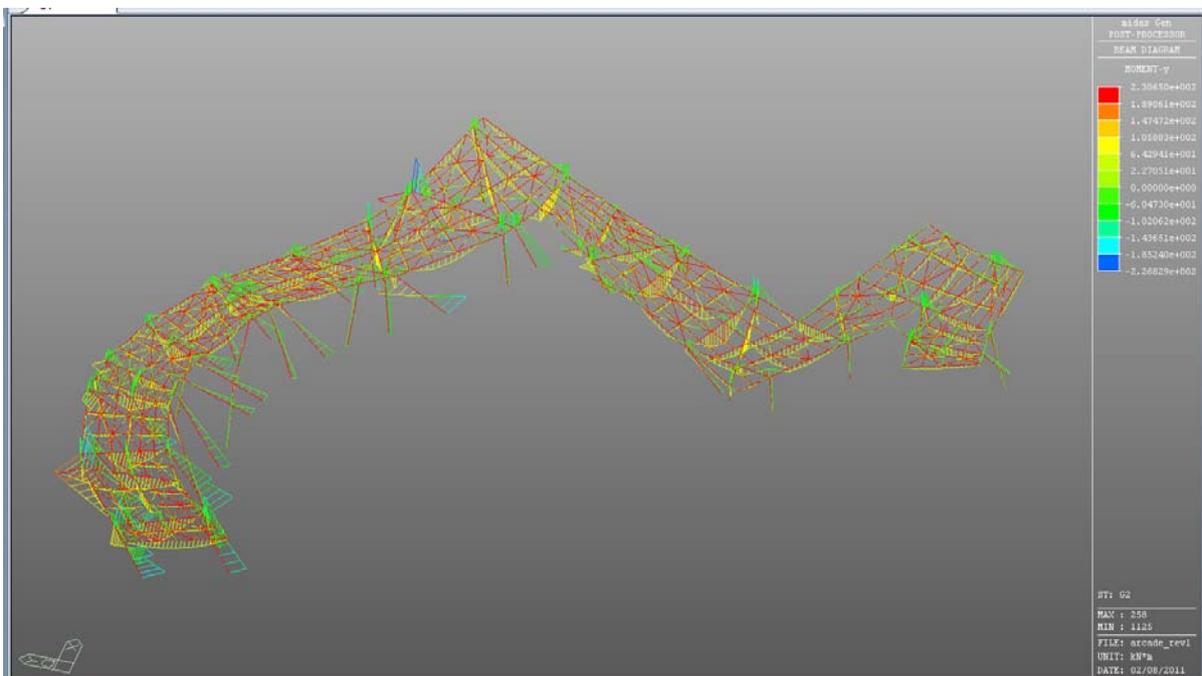


Figura 6.12: Caso di carico G2 - Valore del momento flettente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

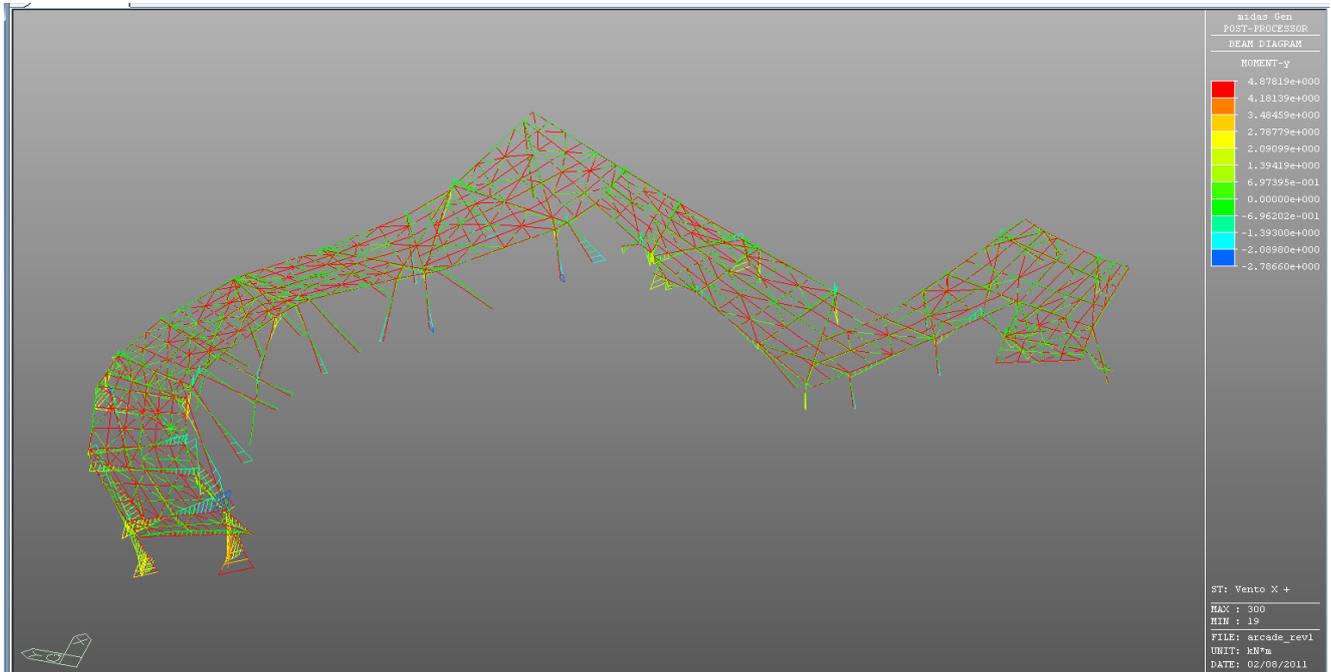


Figura 6.13: Caso di carico vento + X - Valore del momento flettente

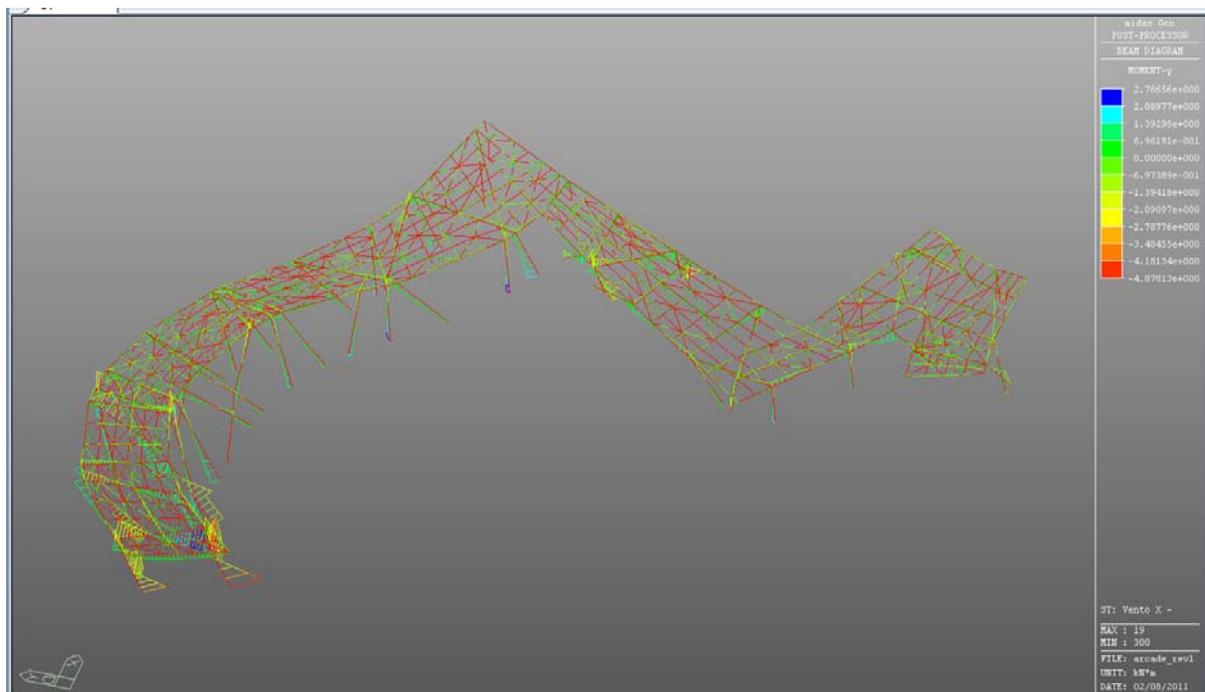


Figura 6.14: Caso di carico vento -X - Valore del momento flettente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

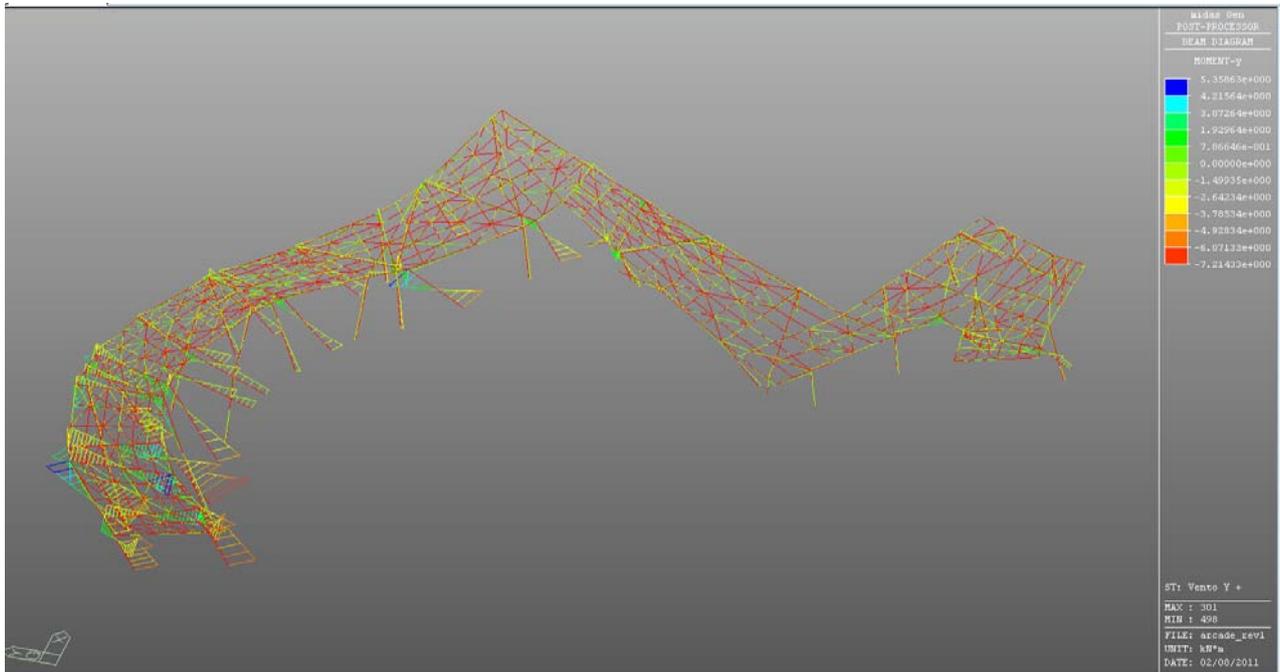


Figura 6.15: Caso di carico vento + Y - Valore del momento flettente

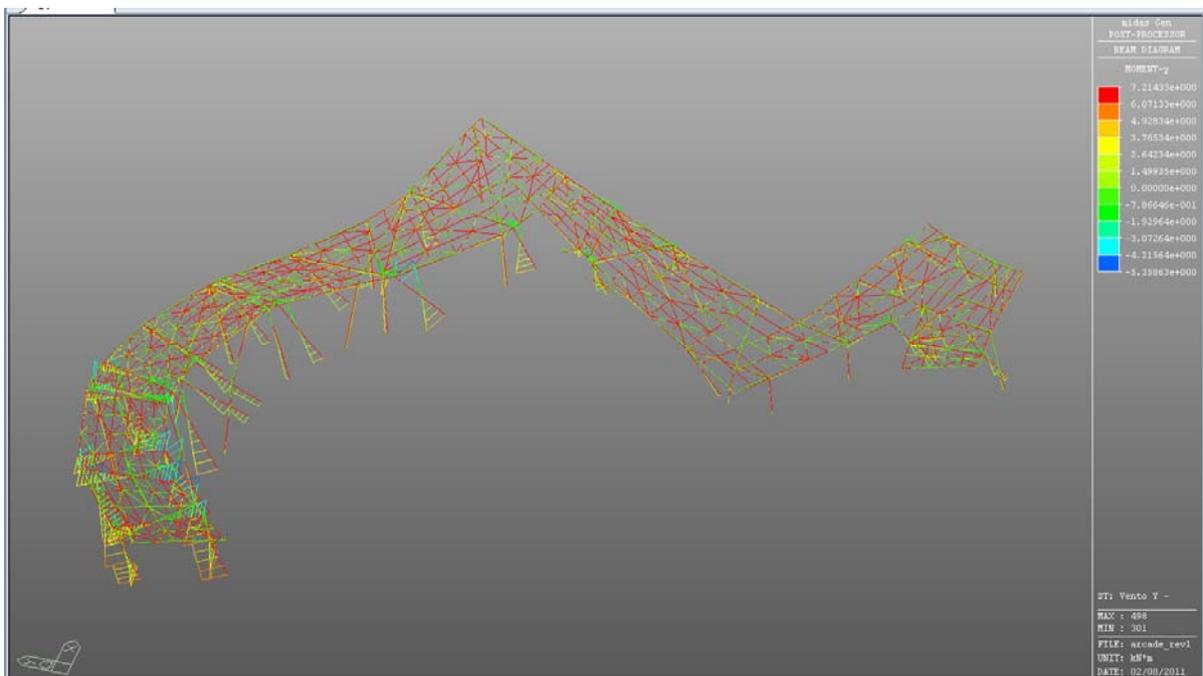


Figura 6.16: Caso di carico vento - Y - Valore del momento flettente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	Codice documento CD0098_F0	Rev F0	Data 20/06/2011	

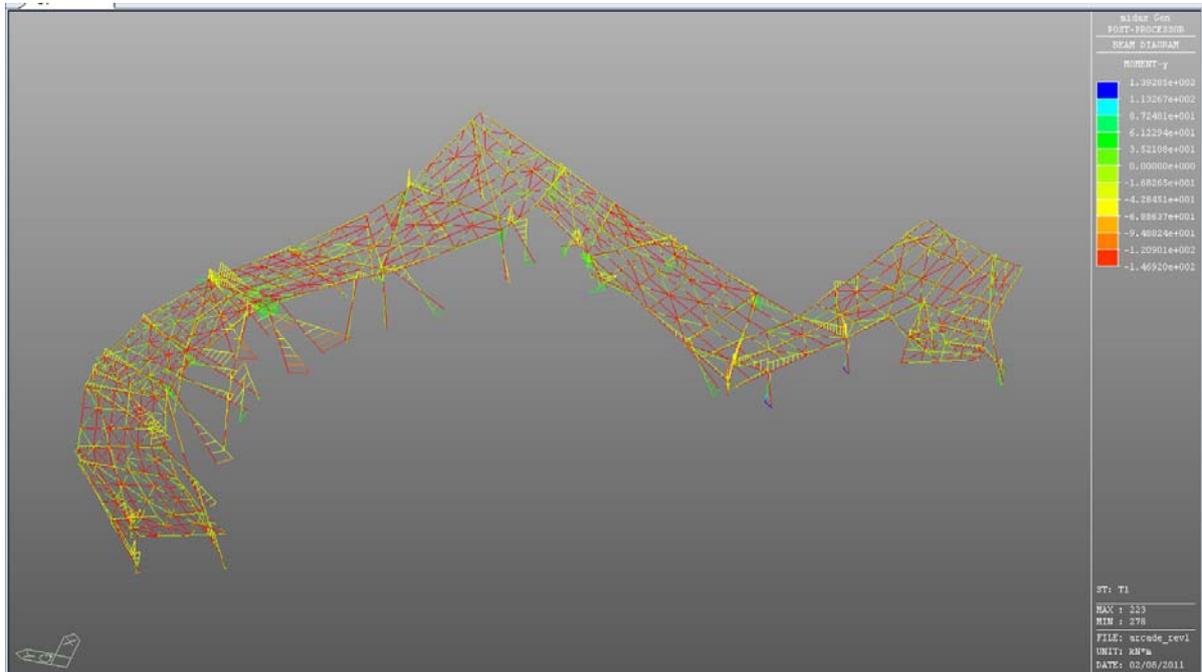


Figura 6.17: Caso di carico T1 - Valore del momento flettente

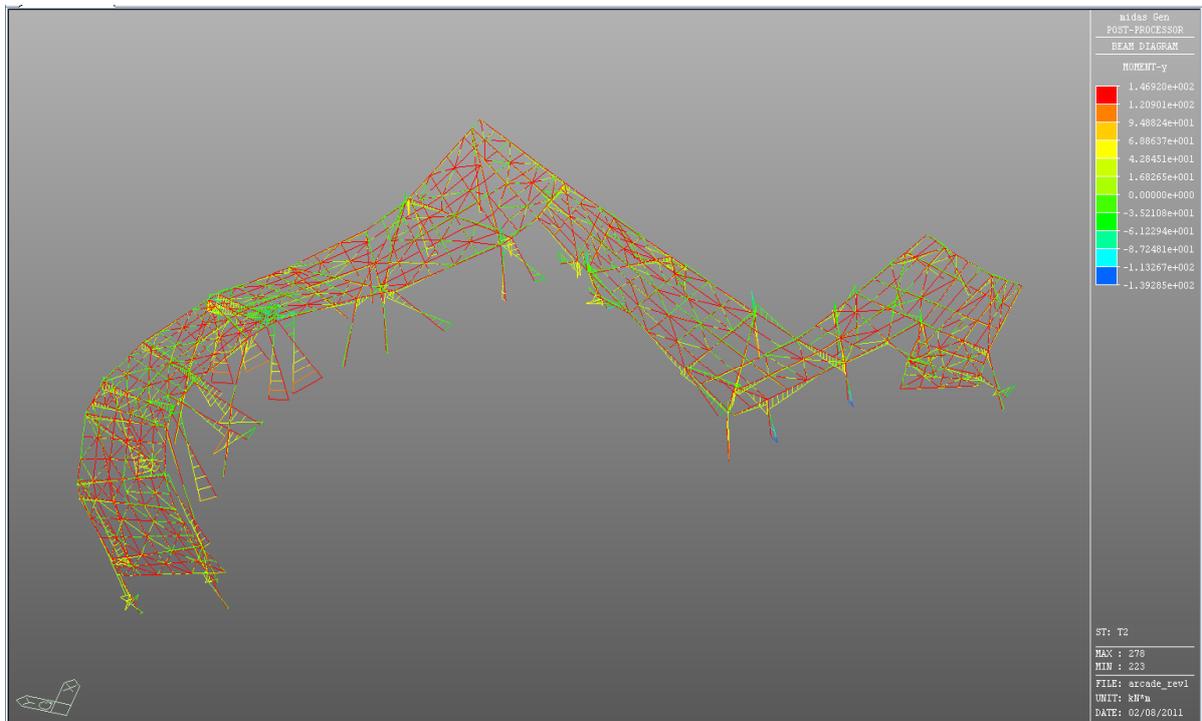


Figura 6.18: Caso di carico T2 - Valore del momento flettente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

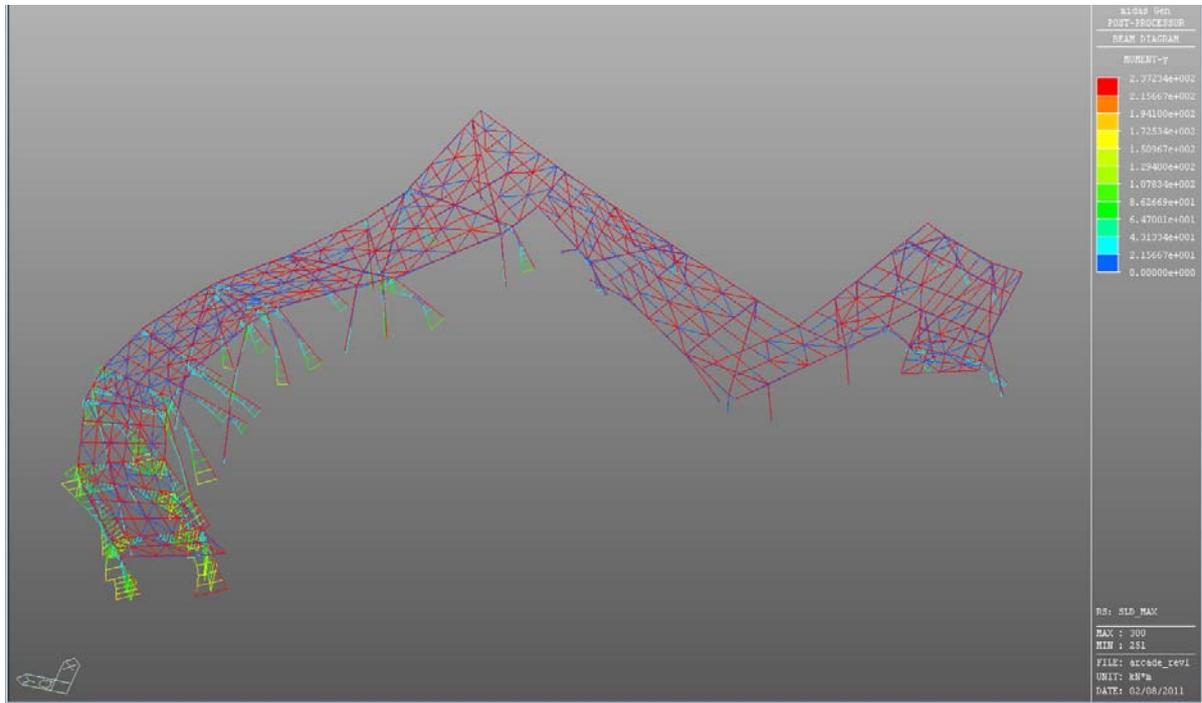


Figura 6.19: Caso di carico SLD_Max - Valore del momento flettente

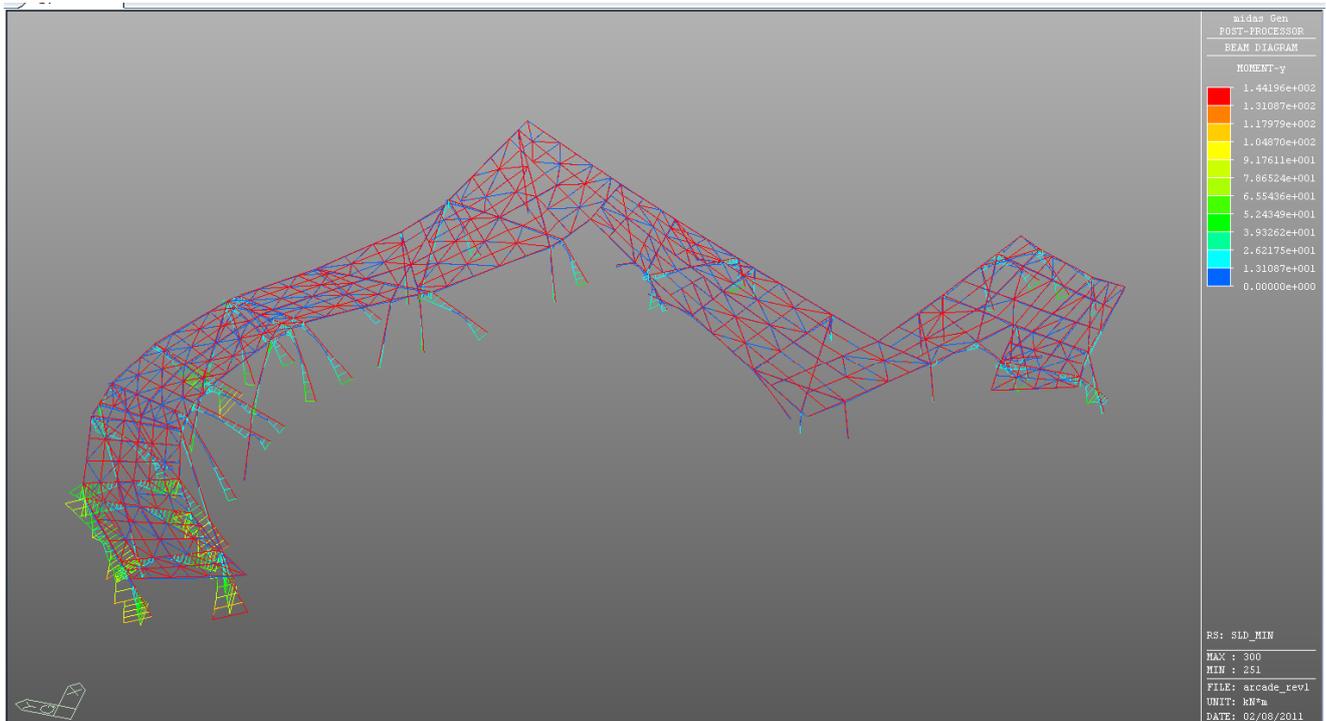


Figura 6.20: Caso di carico SLD_Min - Valore del momento flettente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

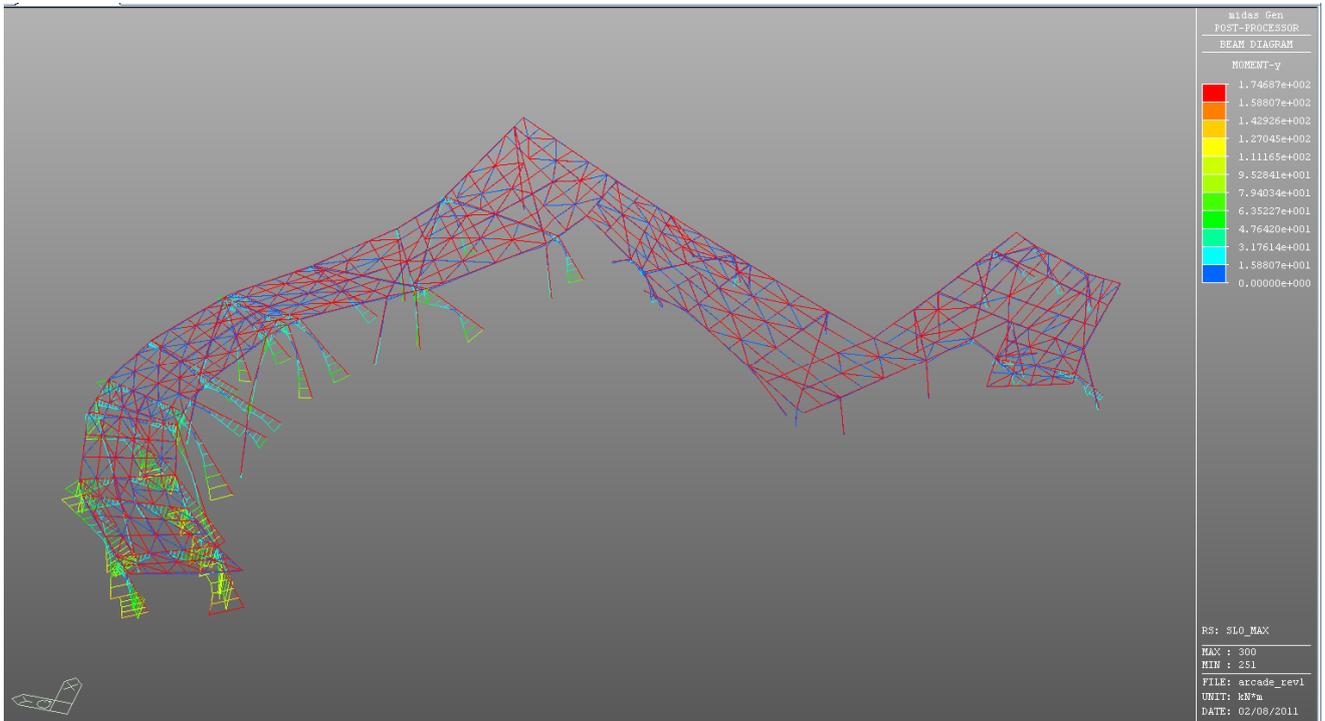


Figura 6.21: Caso di carico SLO_Max - Valore del momento flettente

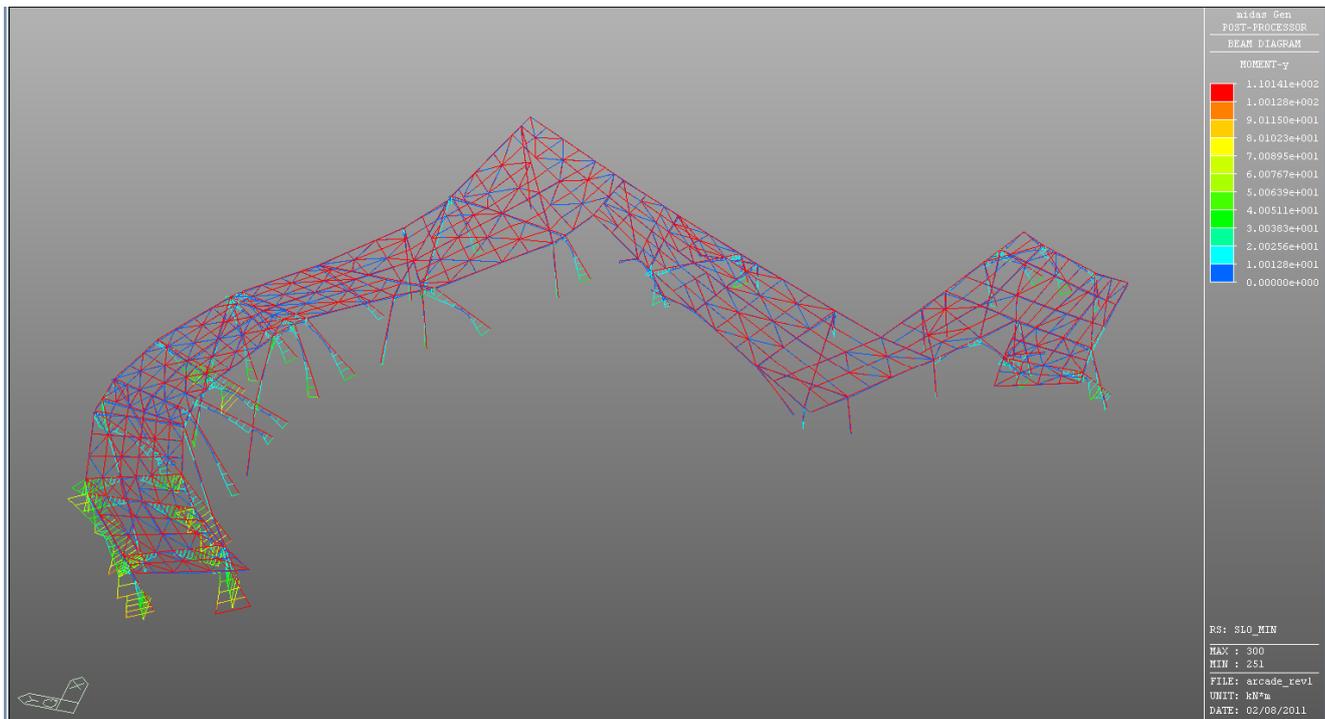


Figura 6.22: Caso di carico SLO_Min - Valore del momento flettente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

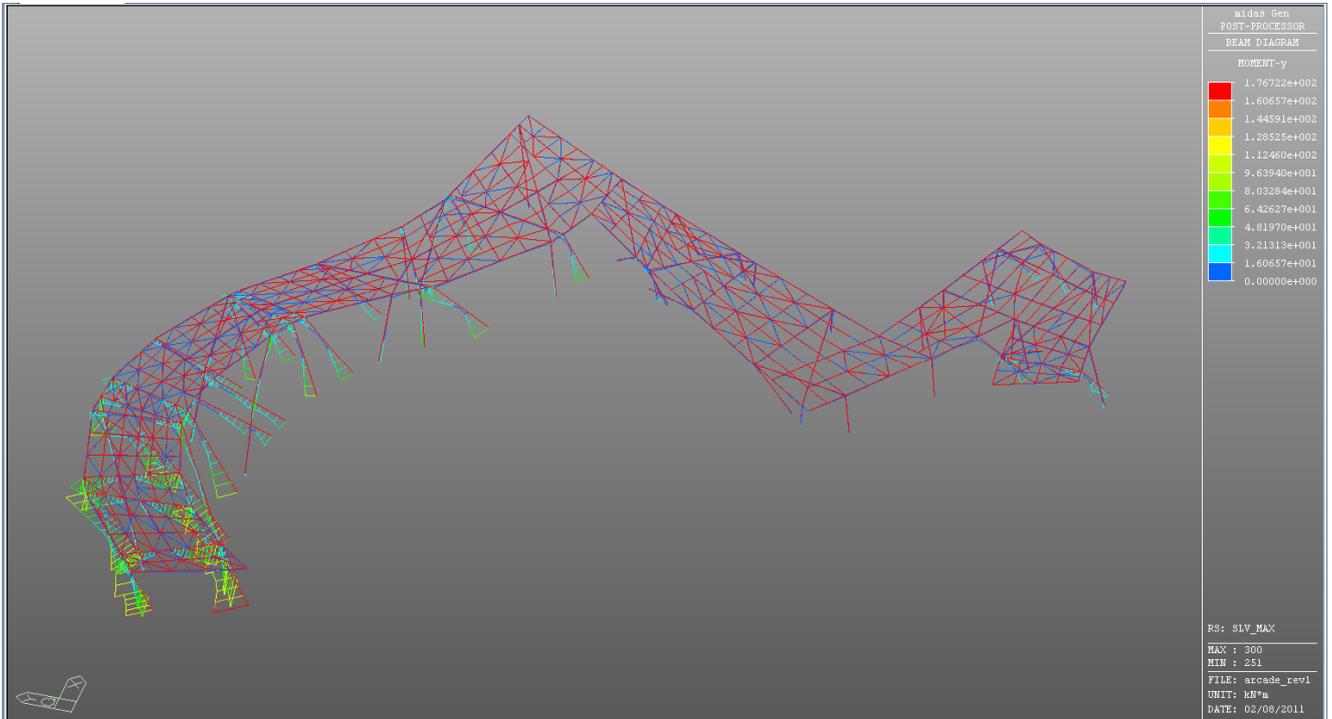


Figura 6.23: Caso di carico SLV_Max - Valore del momento flettente

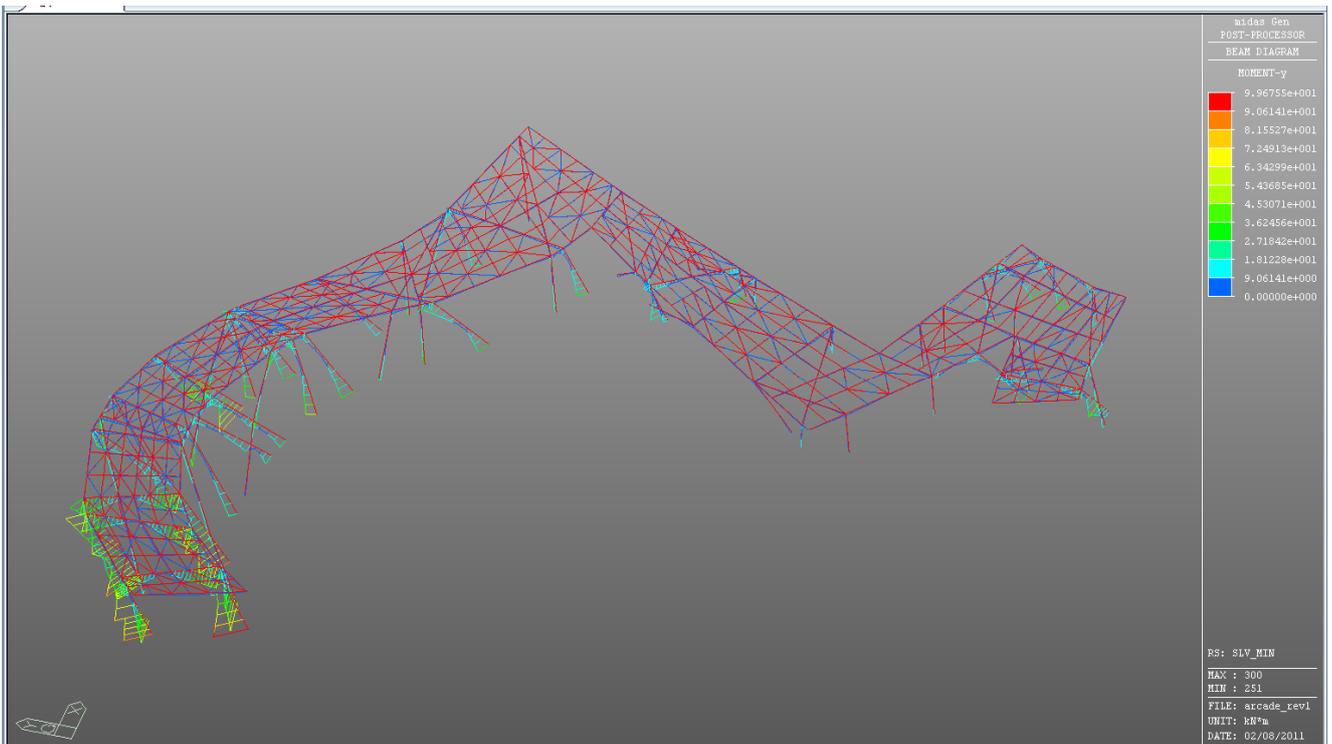


Figura 6.24: Caso di carico SLV_Min - Valore del momento flettente

 Stretto di Messina		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

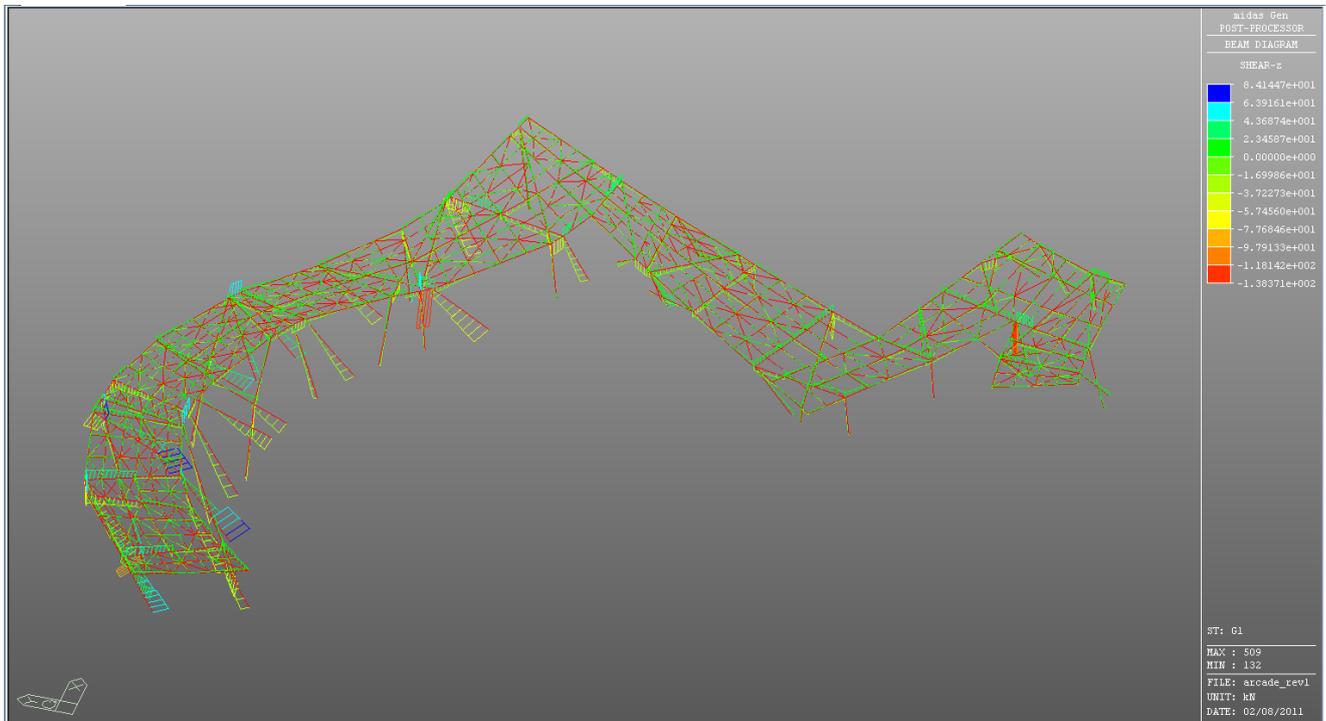


Figura 6.25: Caso di carico G1 – Valore del taglio

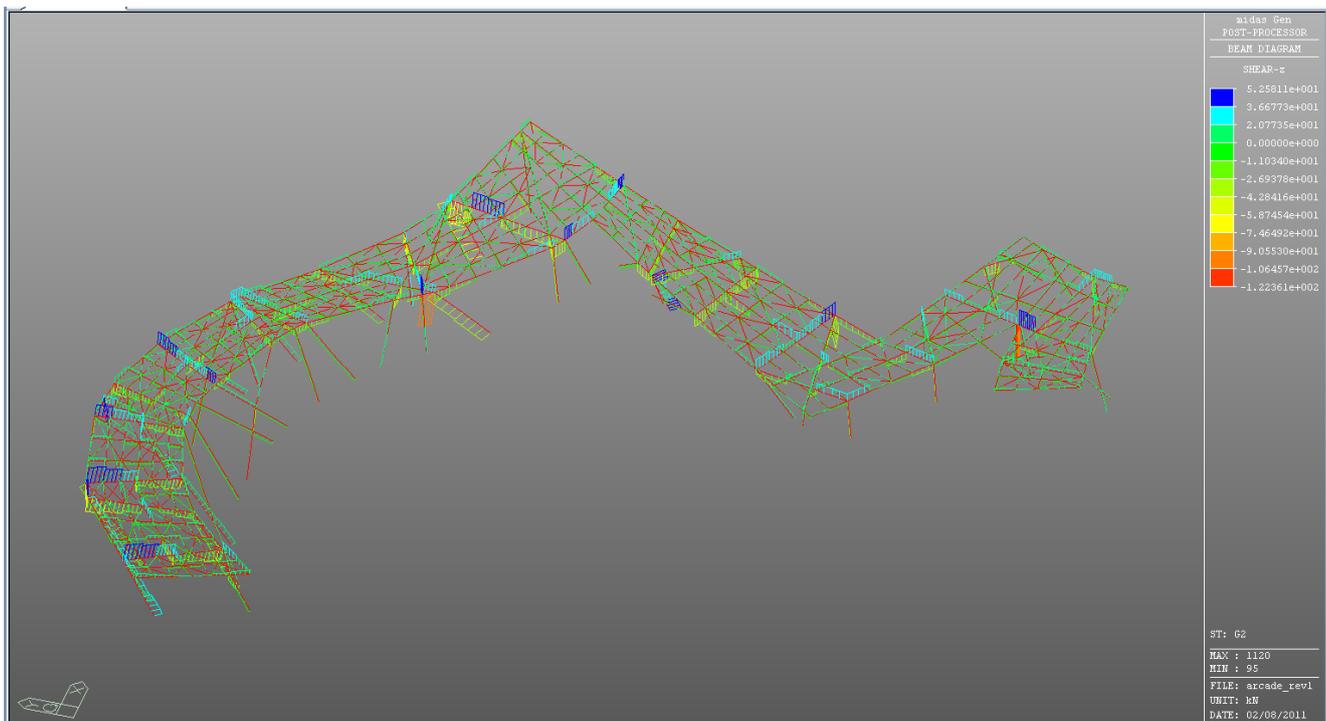


Figura 6.26: Caso di carico G2 – Valore del taglio

 Stretto di Messina		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

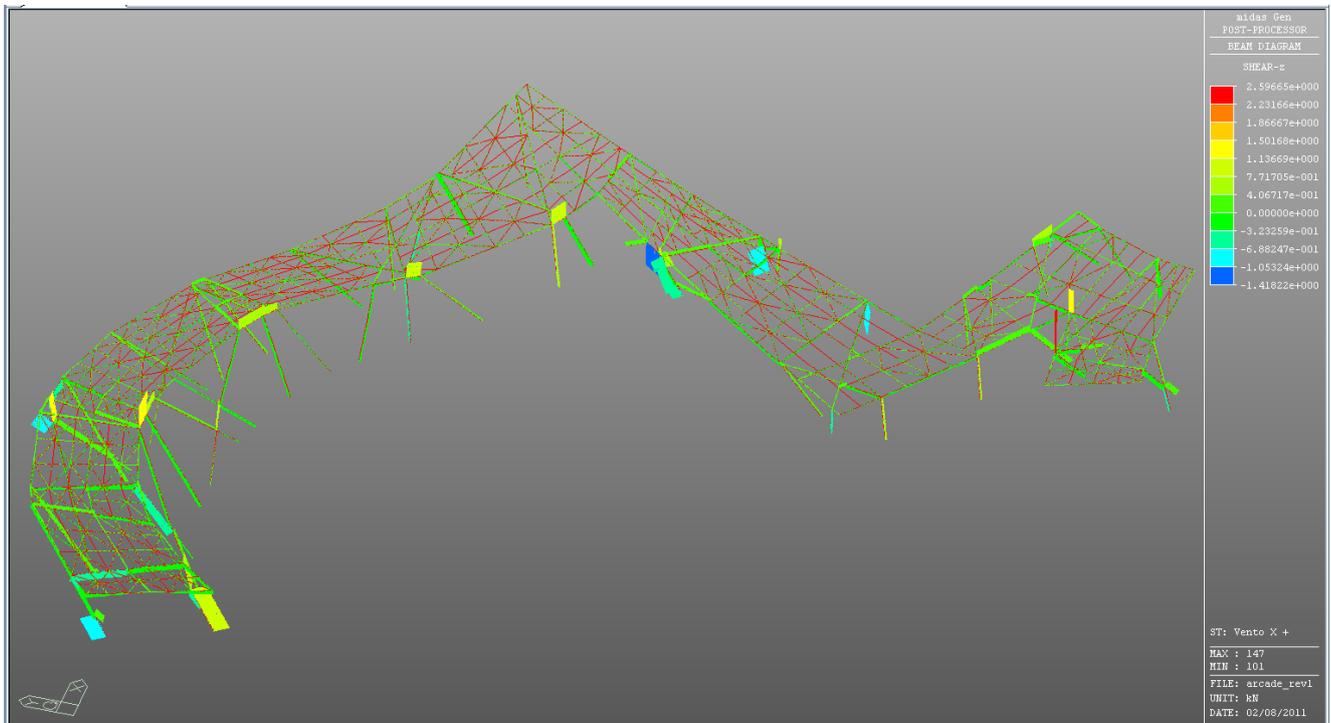


Figura 6.27: Caso di carico Vento +X – Valore del taglio

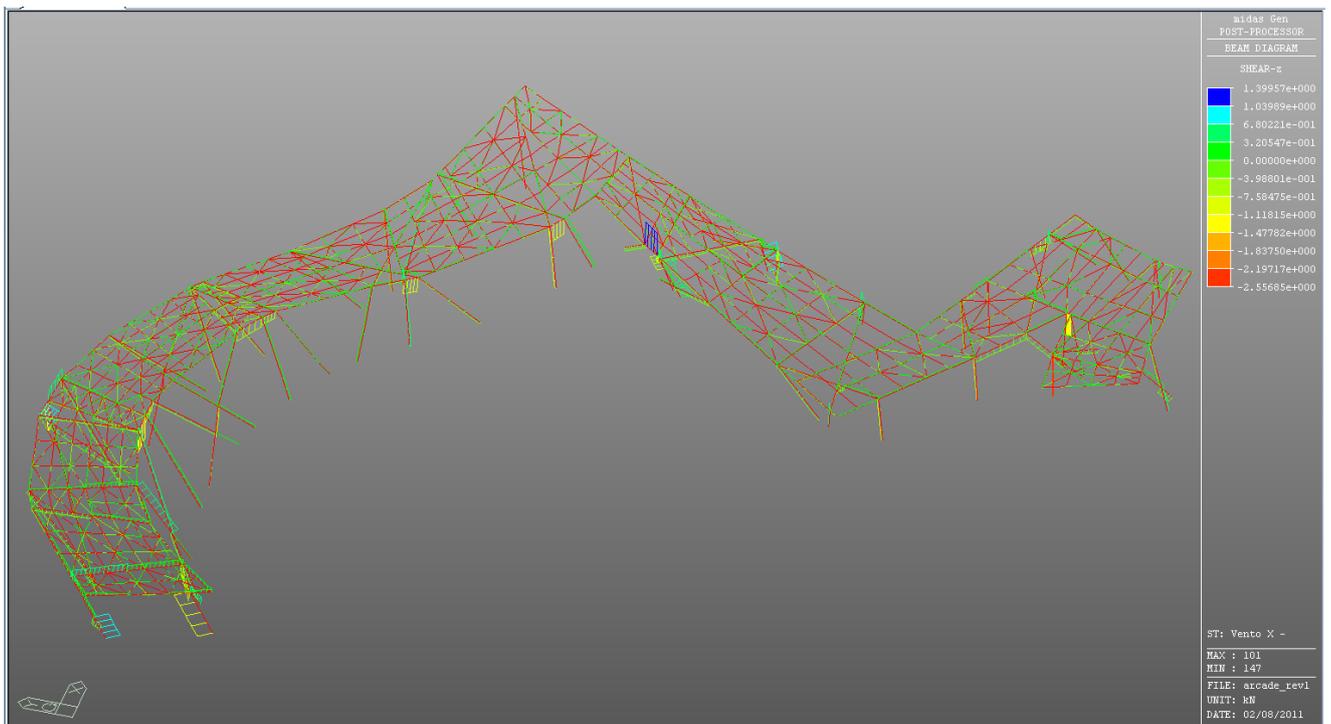


Figura 6.28: Caso di carico Vento -X – Valore del taglio

 Stretto di Messina		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

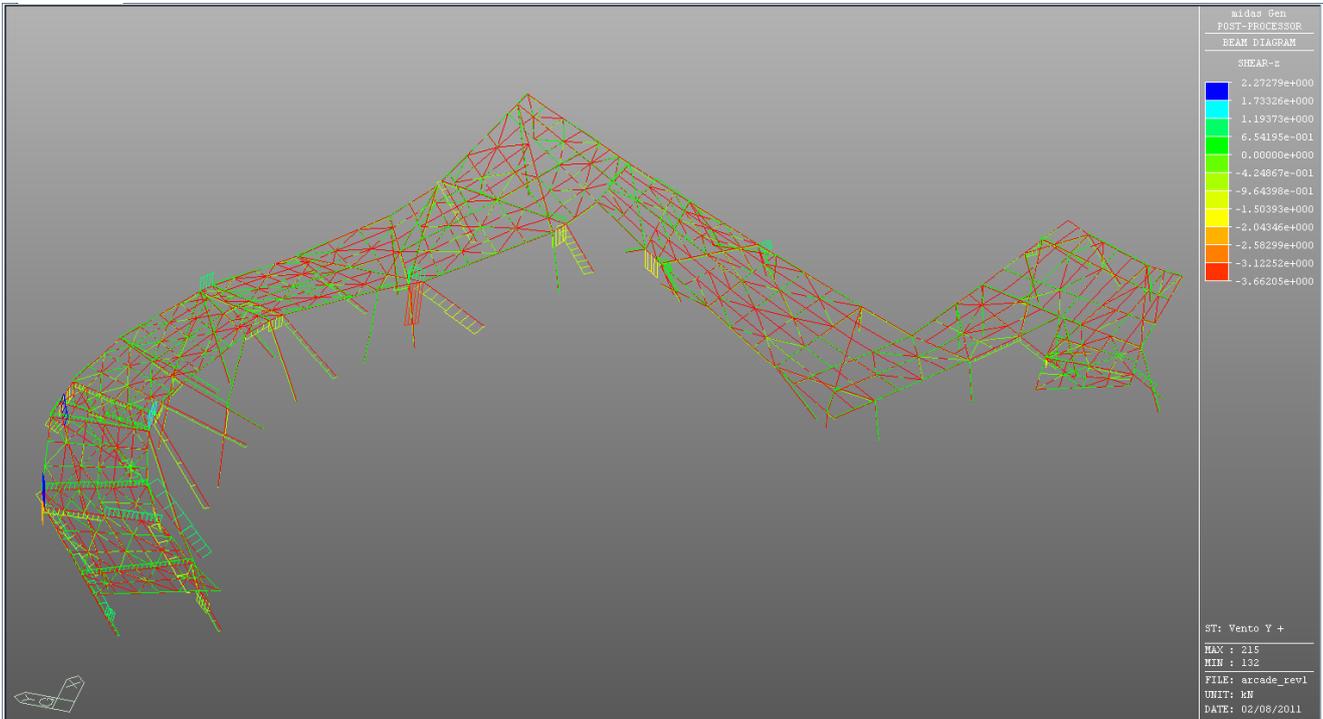


Figura 6.29: Caso di carico Vento +Y – Valore del taglio

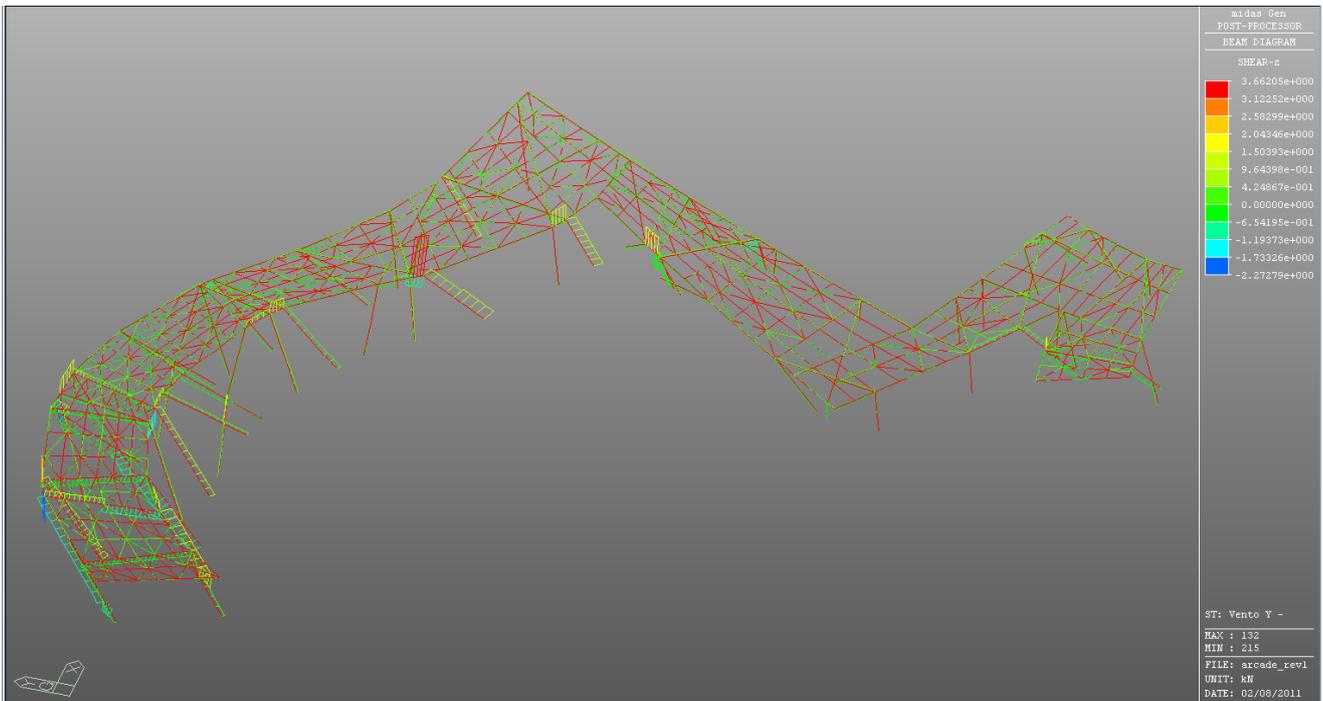


Figura 6.30: Caso di carico Vento -Y – Valore del taglio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

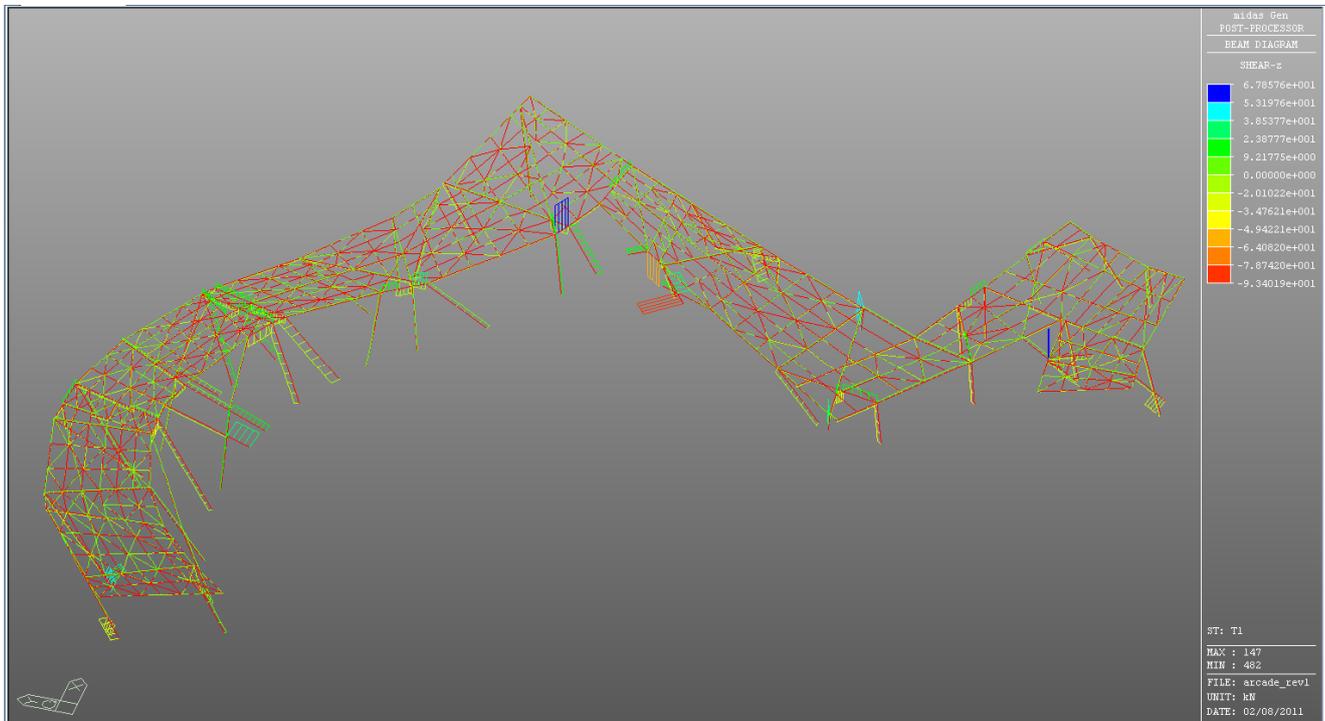


Figura 6.31: Caso di carico T1 – Valore del taglio

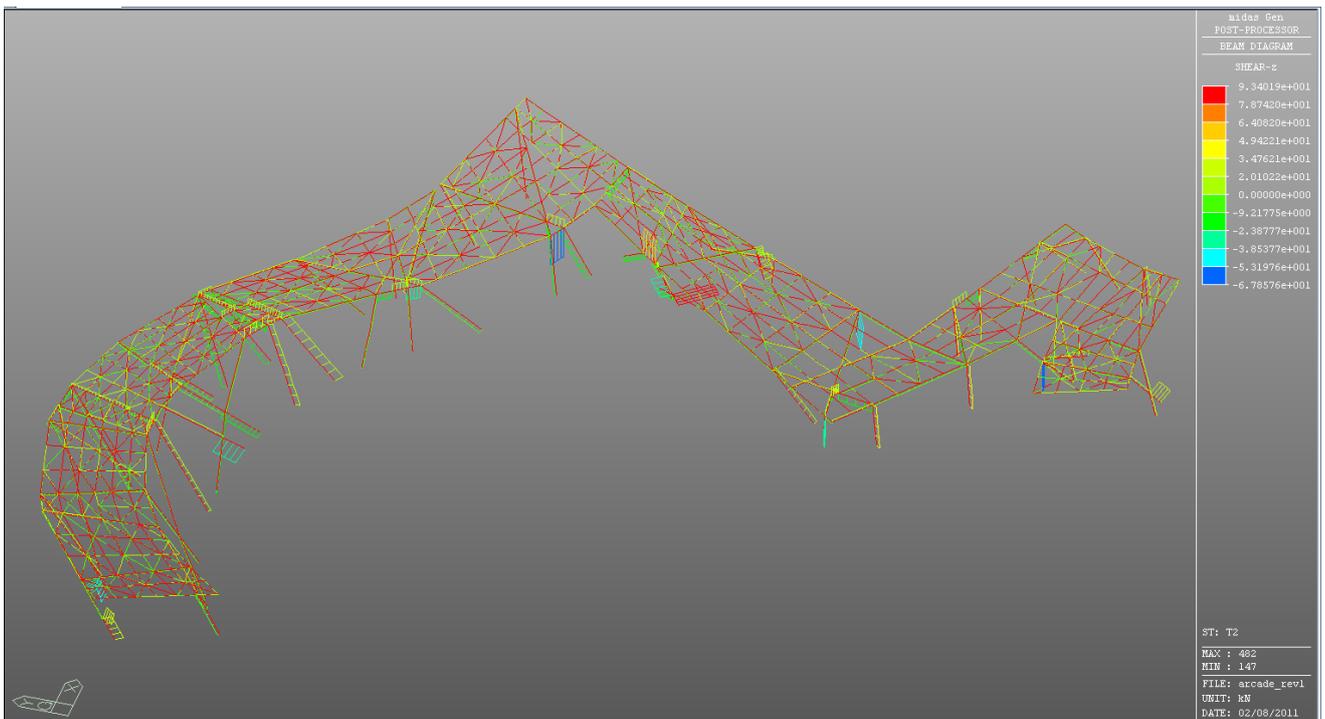


Figura 6.32: Caso di carico T2 – Valore del taglio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

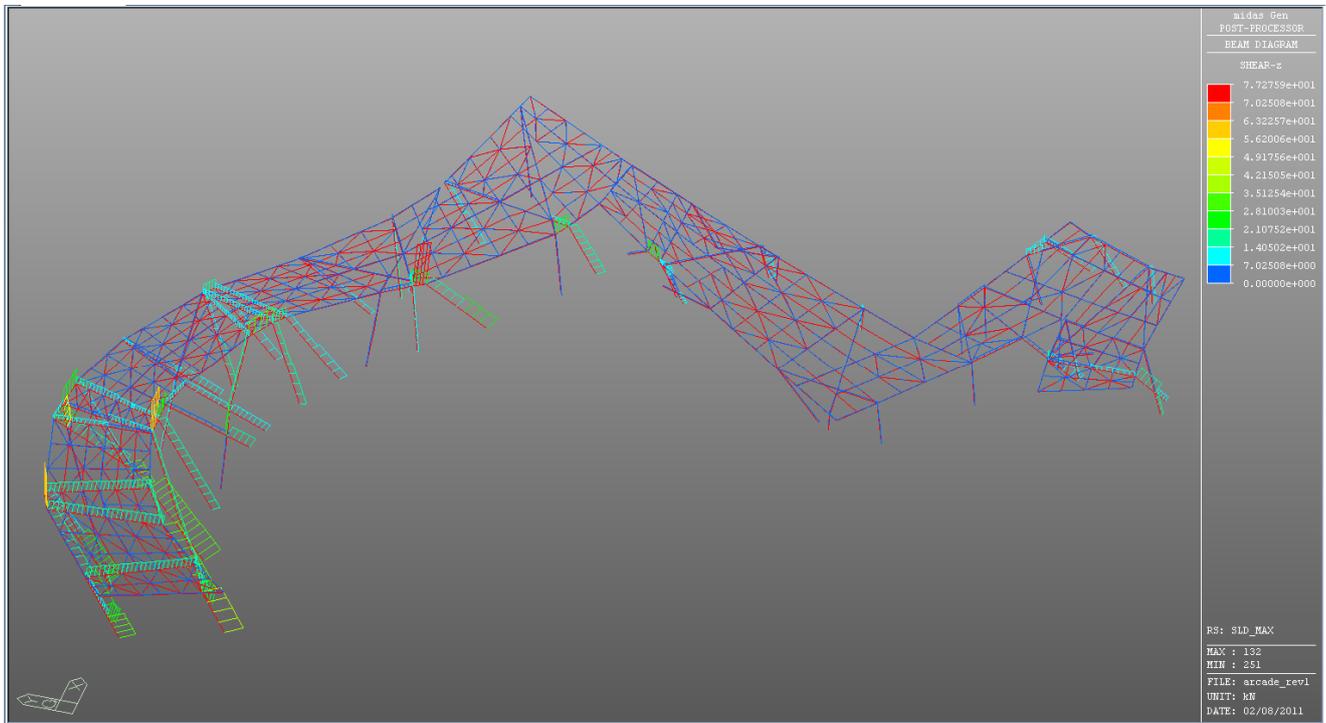


Figura 6.33: Caso sisma SLD MAX – Valore del taglio

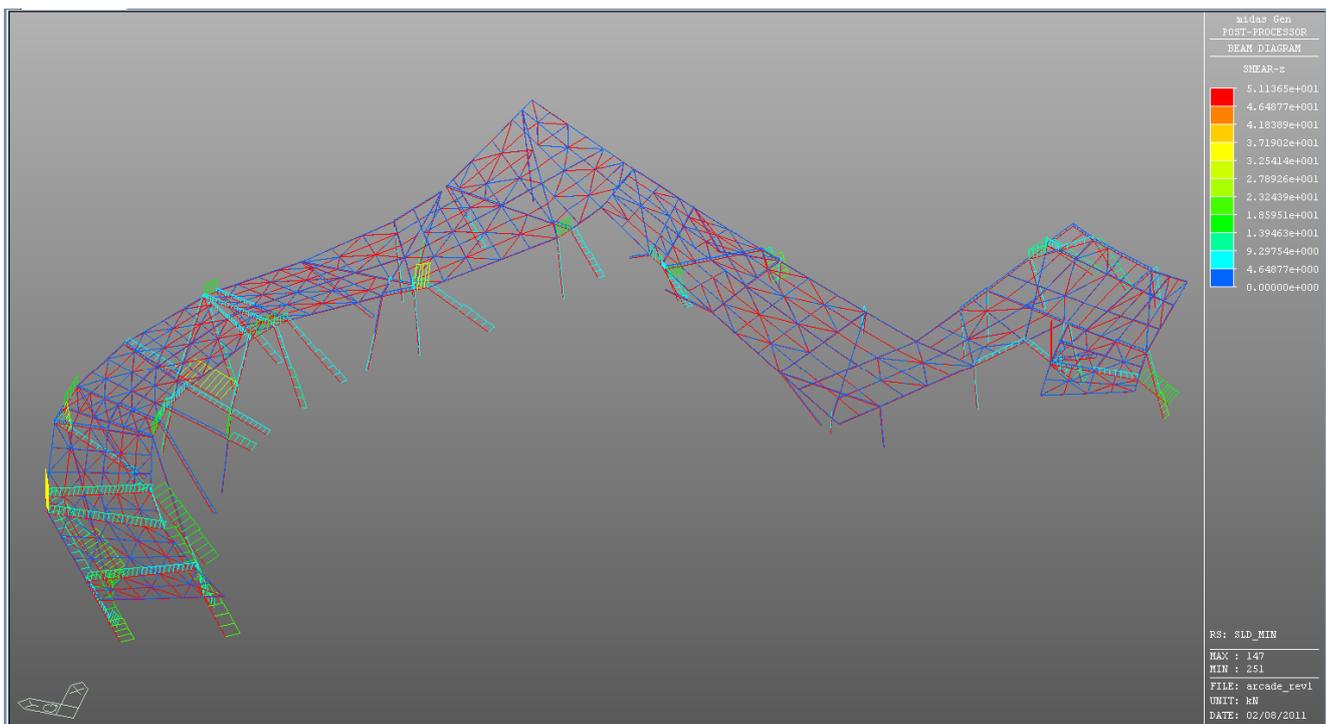


Figura 34: Caso sisma SLD MIN – Valore del taglio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

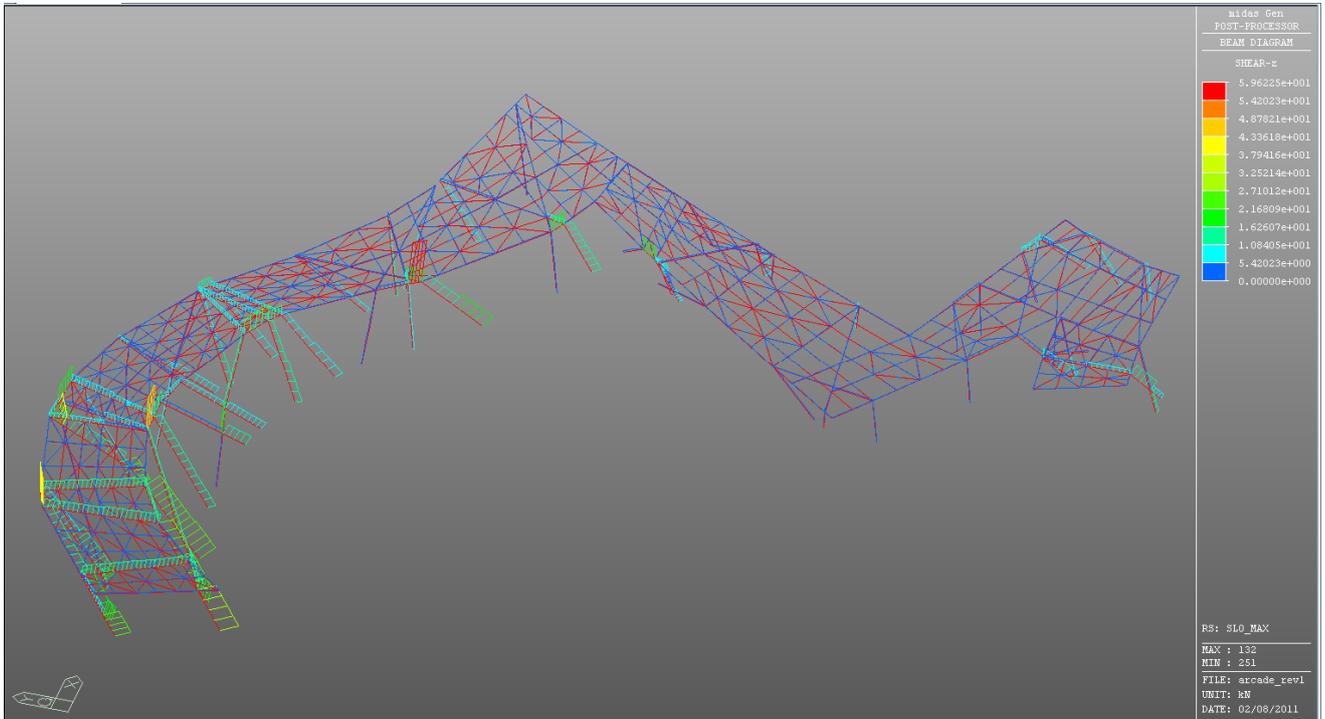


Figura 6.35: Caso sisma SLO MAX – Valore del taglio

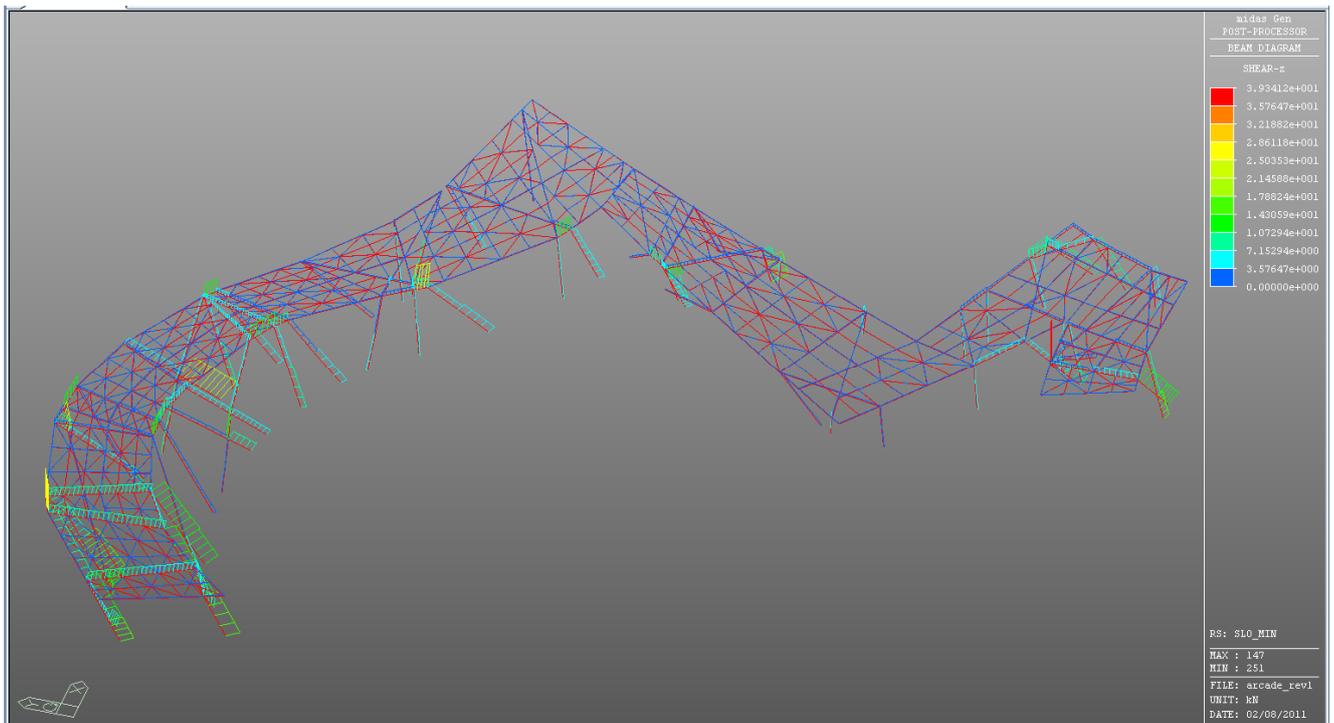


Figura 6.36: Caso sisma SLO MIN – Valore del taglio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

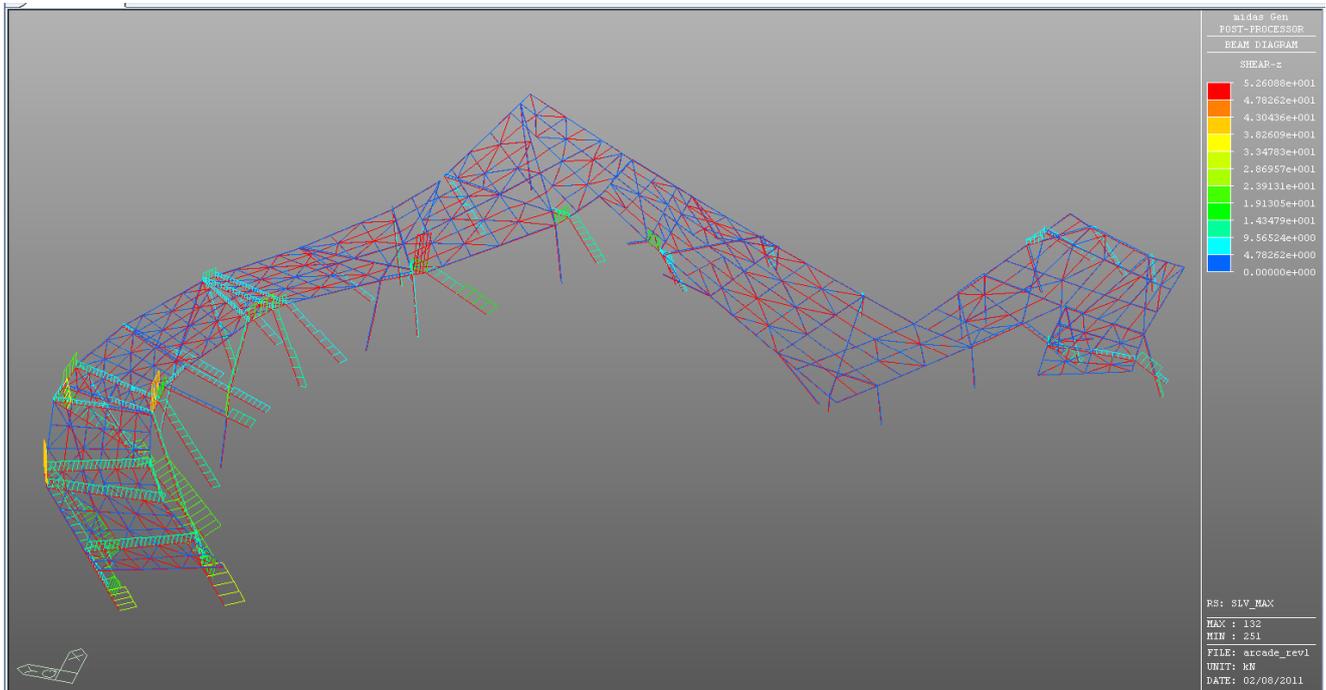


Figura 6.37: Caso sisma SLV MAX – Valore del taglio

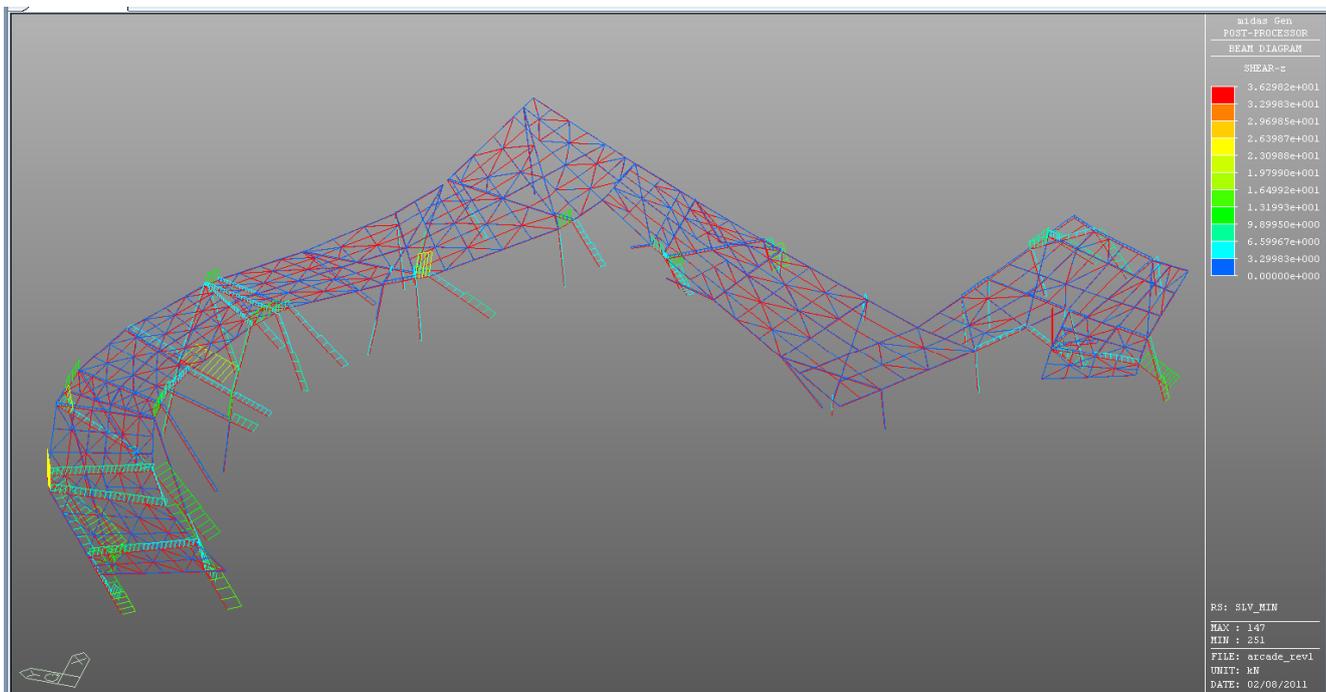


Figura 6.38: Caso sisma SLV MIN – Valore del taglio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

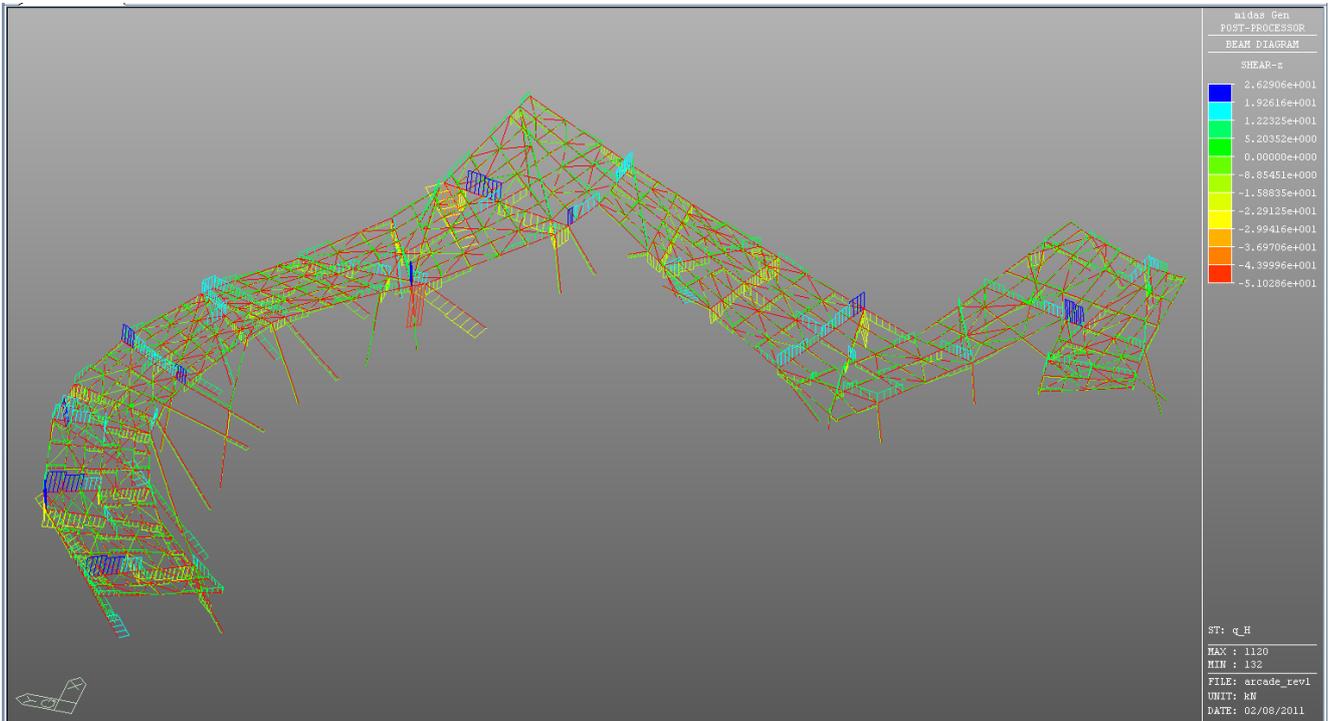


Figura 6.39: Caso di carico variabile q_H – Valore del taglio

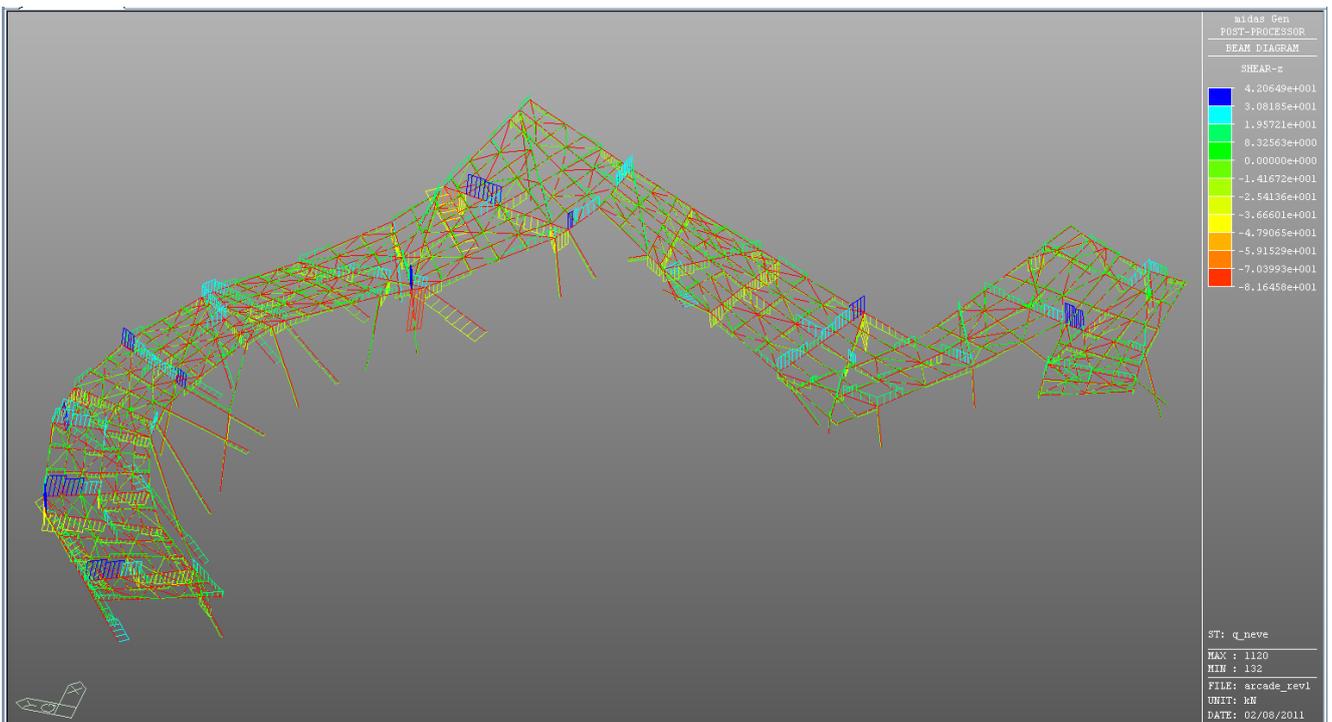


Figura 6.40: Caso di carico q_{neve} – Valore del taglio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7. VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE

Le verifiche di resistenza sono state condotte considerando l'intera struttura, e distinguendo i vari casi relativi alle diverse membrature. Si è infatti fatto riferimento alle travi principali, alle travi secondarie, ai traversoni, ai traversi, alle travi secondarie ed ai controventi.

Tali verifiche, sono condotte in base alle prescrizioni impartite dall'eurocodice 3. In merito è opportuno osservare che le formule di verifica sono sostanzialmente identiche a quelle riportate dal DM del 2008 avendo questi recepito in modo sostanzialmente integrale quelli che sono i dettami della norma sovranazionale. La classificazione della sezione è eseguita per via automatica dal software di calcolo utilizzato che esplicita le procedure riportate dall'eurocodice prima menzionato. Si omette nella presente sede di riportare un'esauriva trattazione teorica dell'argomento ritenendo sufficiente un'esposizione di sintesi in forma tabellare.

Il software utilizzato, tra tutte le combinazioni di carico considerate, caso per caso ed a seconda dell'elemento finito focalizzato, estrapola quelle sole condizioni (una o più) che inducono il massimo cimento statico alla membratura; in ciò è pertanto opportuno tener presente che, avendo eseguito le verifiche per via automatica, non si è potuto ottimizzare in modo opportuno l'indagine di verifica al fine di ottenere un'esposizione succinta e mirata agli aspetti di preminente importanza.

In ogni caso si rimanda ai tabulati di calcolo, allegati alla presente relazione, per una maggiore comprensione di quanto finora rappresentato in termini diagrammi.

7.1 VERIFICHE DELLE SEZIONI

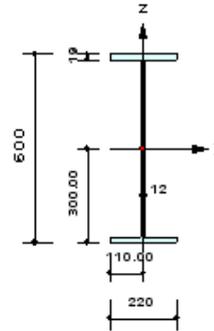
Con le caratteristiche di sollecitazione calcolate, sono state eseguite le verifiche di resistenza riportate a seguire. Si vuole precisare che tali verifiche sono state condotte con riferimento alle massime sollecitazioni agenti in funzione delle combinazioni di carico precedentemente esposte, e sono state riferite ai singoli elementi strutturali, questi ultimi suddivisi in gruppi. Si riportano di seguito le verifiche di sicurezza dell'elemento più sollecitato per ciascun tipo di elemento presente nella struttura. In particolare le verifiche hanno riguardato rispettivamente:

- le travi principali ed i traversoni;
- i traversi;
- le travi secondarie;
- i controventi;
- le colonne da 610 mm di diametro
- le colonne da 508 mm di diametro

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Rev</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

1. Design Information

Design Code : Eurocode3:05
 Unit System : kN, mm
 Member No : 95
 Material : S355 (No:1)
 (Fy = 0.35500, Es = 210.000)
 Section Name : IPE600 (No:2)
 (Rolled : IPE600).
 Member Length : 564.624



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 156.025 (LCB: 1, POS:I)
 Bending Moments My = -427172, Mz = -106980
 End Moments Myi = -427172, Myj = -280696 (for Lb)
 Myi = -427172, Myj = -155117 (for Ly)
 Mzi = -106980, Mzj = 9002.17 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = -410.83 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = -519.07 (LCB: 1, POS:I)

Depth	600.000	Web Thick	12.0000
Top F Width	220.000	Top F Thick	19.0000
Bot.F Width	220.000	Bot.F Thick	19.0000
Area	15600.0	Asz	7200.00
Oyb	140671	Ozb	6050.00
Iyy	920800000	Izz	33870000
Ybar	110.000	Zbar	300.000
Wely	3070000	Welz	308000
ry	241.823	rz	47.3053

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 564.624, Lz = 282.312, Lb = 282.312
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 156.03/5538.00 = 0.028 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 427172/1246760 = 0.343 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 106980/170411 = 0.628 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$R_{NRd} = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$$

$$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\text{Alpha}} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\text{Beta}}$$

$$R_{com} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$$

$$R_{max} = \text{MAX}[R_{NRd}, R_{max1}, (R_{com} + R_{bend})] = 0.999 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.226 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

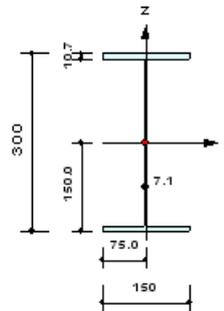
$$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.302 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Tabella 7.1 – Verifiche delle travi principali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev</td> <td style="width: 50%;">Data</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

1. Design Information

Design Code : Eurocode3:05
 Unit System : kN, mm
 Member No : 578
 Material : S355 (No:1)
 (Fy = 0.35500, Es = 210.000)
 Section Name : IPE300 (No:3)
 (Rolled : IPE300).
 Member Length : 16082.1



2. Member Forces

Axial Force : Fxx = -10.985 (LCB: 1, POS:3/4)
 Bending Moments : My = 99834.9, Mz = -125.39
 End Moments : Myi = 105013, Myj = 88701.1 (for Lb)
 Myi = 18765.1, Myj = -804.82 (for Ly)
 Mzi = -550.20, Mzj = 708.393 (for Lz)
 Shear Forces : Fyy = 0.86438 (LCB: 1, POS:J)
 Fzz = -44.438 (LCB: 1, POS:1/2)

Depth	300.000	Web Thick	7.10000
Top F Width	150.000	Top F Thick	10.7000
Bot.F Width	150.000	Bot.F Thick	10.7000
Area	5380.00	Asz	2130.00
Cyle	42401.3	Qzb	2812.50
Iyy	83560000	Izz	6040000
Ybar	75.0000	Zbar	150.000
Wely	557000	Welz	80500.0
ry	124.170	rz	34.0840

3. Design Parameters

Unbraced Lengths : Ly = 16082.1, Lz = 2418.39, Lb = 2418.39
 Effective Length Factors : Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors : Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 10.98/1909.90 = 0.006 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 99835/188594 = 0.529 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 125.4/43979.5 = 0.003 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Combined Resistance

$$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$$

$$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\text{Alpha}} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\text{Beta}}$$

$$R_{com} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$$

$$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(\chi_{iy} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{b_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (\chi_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(\chi_{iz} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{b_LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (\chi_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[RNRd, R_{max1}, (R_{com} + R_{bend}), \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.556 < 1.000 \dots\dots \text{O.K.}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.001 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

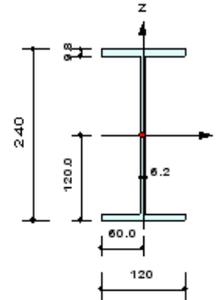
$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.084 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Tabella 7.2 – Verifiche dei traversi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

1. Design Information

Design Code : Eurocode3:05
 Unit System : kN, mm
 Member No : 1061
 Material : S355 (No:1)
 (Fy = 0.35500, Es = 210.000)
 Section Name : IPE240 (No:1)
 (Rolled : IPE240).
 Member Length : 6161.88



2. Member Forces

Axial Force : Fxx = -10.464 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments : My = 28863.2, Mz = 0.00000
 End Moments : Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces : Fyy = 0.00000 (LCB: 1, POS:1)
 Fzz = -18.737 (LCB: 1, POS:1)

Depth	240.000	Web Thick	6.20000
Top F Width	120.000	Top F Thick	9.80000
Bot.F Width	120.000	Bot.F Thick	9.80000
Area	3910.00	Asz	1488.00
Cyb	27903.9	Ord	1800.00
Iyy	38920000	Izz	2840000
Ybar	60.0000	Zbar	120.0000
Wely	324000	Welz	47300.0
ry	99.3591	rz	27.5717

3. Design Parameters

Unbraced Lengths : Ly = 6161.88, Lz = 6161.88, Lb = 6161.88
 Effective Length Factors : Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors : Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 10.464/144.753 = 0.072 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 28863.2/37908.8 = 0.761 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0/25800.7 = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$$

$$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$$

$$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{b_LT1} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{b_LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[RNRd, (R_{oom} + R_{bend}), \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.785 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

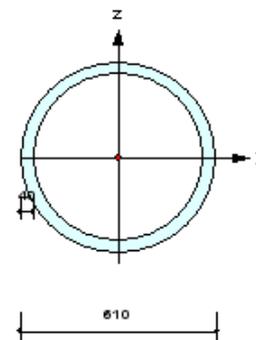
$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.048 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Tabella 7.3 – Verifiche delle travi secondarie

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

1. Design Information

Design Code : Eurocode3:05
 Unit System : kN, mm
 Member No : 302
 Material : S355 (No:1)
 (Fy = 0.35500, Es = 210.000)
 Section Name : Pipe_610_40 (No:7)
 (Built-up Section).
 Member Length : 18407.2



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 135.967 (LCB: 1, POS:J)
 Bending Moments My = -851542, Mz = -627113
 End Moments Myi = -375244, Myj = -851542 (for Lb)
 Myi = -375244, Myj = -851542 (for Ly)
 Mzi = -12221, Mzj = -627113 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 206.598 (LCB: 1, POS:J)
 Fzz = 165.663 (LCB: 1, POS:J)

Outer Dia. 610.000		Wall Thick. 40.0000	
Area	71628.3	Asz	35814.2
Oyle	81625.0	Ozle	81625.0
Iyy	2923330504	Izz	2923330504
Ybar	305.000	Zbar	305.000
Wely	9584690	Welz	9584690
ry	202.021	rz	202.021

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 2976.27, Lz = 2976.27, Lb = 2976.27
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 136.0/25428.1 = 0.005 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 851542/4621153 = 0.184 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 627113/4621153 = 0.136 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Combined Resistance

$$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$$

$$Rmax1 = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\text{Alpha}} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\text{Beta}}$$

$$R_{com} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$$

$$Rmax = \text{MAX}[RNRd, Rmax1, (R_{com} + R_{bend})] = 0.325 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.022 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

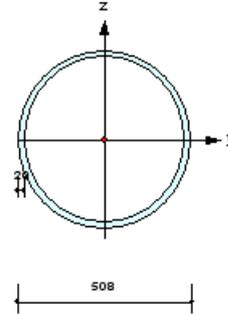
$$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.018 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Tabella 7.4 – Verifiche delle colonne da 610 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		Relazione di calcolo strutturale Arcade		Codice documento CD0098_F0

1. Design Information

Design Code : Eurocode3:05
 Unit System : kN, mm
 Member No : 228
 Material : S355 (No:1)
 (Fy = 0.355000, Es = 210.000)
 Section Name : Pipe_508_20 (No:9)
 (Built-up Section).
 Member Length : 4683.64



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -474.67 (LCB: 1, POS:I)
 Bending Moments My = -534034, Mz = 350632
 End Moments Myi = -534034, Myj = 216873 (for Lb)
 Myi = -534034, Myj = 216873 (for Ly)
 Mzi = 350632, Mzj = -58673 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 87.3904 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = -162.70 (LCB: 1, POS:I)

Outer Dia. 508.000		Wall Thick. 20.0000	
Area	30661.9	Asz	15331.0
Oyle	59636.0	Ozb	59636.0
Iyy	914277855	Izz	914277855
Ybar	254.000	Zbar	254.000
Wely	3599519	Welz	3599519
Fy	172.679	Fz	172.679

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 4683.64, Lz = 4683.64, Lb = 4683.64
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 474.7/10885.0 = 0.044 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 534034/1691769 = 0.316 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 350632/1691769 = 0.207 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{Ny,Rd}, M_{Edz}/M_{Nz,Rd}]$$

$$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{Ny,Rd})^\alpha + (M_{Edz}/M_{Nz,Rd})^\beta$$

$$R_{com} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{Ny,Rd} + M_{Edz}/M_{Nz,Rd}$$

$$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(\chi_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{b_LT1} = (k_{yz} \cdot M_{Edy}) / (\chi_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(\chi_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{b_LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (\chi_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[RNRd, R_{max1}, (R_{com} + R_{bend}), \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.567 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.022 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

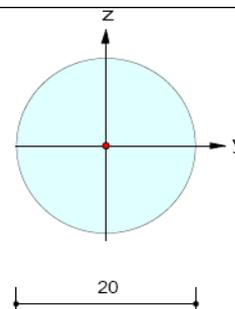
$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.041 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Tabella 7.5 – Verifiche delle colonne da 508 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di calcolo strutturale Arcade	<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1. Design Information

Design Code : Eurocode3:05
 Unit System : kN, mm
 Member No : 1335
 Material : S355 (No:1)
 (Fy = 0.35500, Es = 210.000)
 Section Name : Controvento (No:8)
 (Built-up Section).
 Member Length : 4301.30



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 91.6995 (LCB: 1, POS:J)
 Bending Moments My = -52.825, Mz = 5.08969
 End Moments Myi = -43.238, Myj = -52.825 (for Lb)
 Myi = -43.238, Myj = -52.825 (for Ly)
 Mzi = -6.3606, Mzj = 5.08969 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = -0.0027 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = 0.06915 (LCB: 1, POS:J)

Outer Dia.	20.0000		
Area	314.159	Asz	282.743
Qyb	33.3333	Qzb	33.3333
Iyy	7853.98	Izz	7853.98
Ybar	10.0000	Zbar	10.0000
Wely	785.398	Welz	785.398
ry	5.00000	rz	5.00000

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 4301.30, Lz = 4301.30, Lb = 4301.30
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 91.700/111.527 = 0.822 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Tabella 7.6 – Verifiche dei controventi

8. AFFIDABILITÀ DEL MODELLO DI CALCOLO ADOPERATO

8.1 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE

A valle dell'esposizione dei risultati si riportano informazioni generali riguardanti l'esame ed i controlli svolti sui risultati ed una valutazione complessiva dell'elaborazione dal punto di vista del corretto comportamento del modello.

Un primo controllo ha riguardato la congruenza e l'accettabilità delle deformate strutturali conseguenti sia al singolo caso di carico che alle varie combinazioni di carico considerate. Il controllo delle deformate conseguenti ai singoli casi di carico ha consentito, in certa misura, di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

validare le deformate relative alle combinazioni di carico. Le prime infatti si presentano di più semplice e più immediata validazione derivando dall'applicazione di carichi immediatamente confrontabili e gestibili.

Si è quindi, per ogni caso di carico, verificata la congruenza e l'accettabilità dei diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione verificando che gli stessi si presentassero con l'andamento tipico attinente agli elementi strutturali di afferenza. L'andamento delle caratteristiche di sollecitazione è stato quindi confrontato con schemi grossolani tracciabili a mano; per gli elementi a maggiore significatività l'andamento del momento principale.

Tutti i responsi dati come output dai vari solutori sono stati sottoposti a verifica al fine di controllare l'assenza di segnalazioni che potessero in qualche misura inficiare l'attendibilità dell'analisi strutturale eseguita.

8.2 GIUDIZIO SULL'AFFIDABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI

I risultati ottenuti dalla risoluzione matematica del modello di calcolo presentato nelle precedenti pagine della presente relazione si ritengono, a parere dello scrivente, pienamente esaustivi ed accettabili per gli scopi prefissi.

I principali valori numerici ottenuti si rivelano comparabili con altre analisi eseguite con diverse metodologie di calcolo e pertanto possono considerarsi attendibili.

Il percorso progettuale svolto per via automatica è stato sempre controllato da una parallela analisi approssimata, svolta applicando protocolli progettuali tradizionali che hanno rassicurato sulla correttezza della procedura automatica.

La qualità del modello è stata inoltre saggiata applicando diversi metodi di verifica auto referenziati considerando sia il complesso strutturale sia singole membrature.

Sono stati inoltre eseguiti tutti i controlli messi a disposizione dal codice atti ad impedire che il modello strutturale venisse affetto dai più comuni errori di modellazione quali: sovrapposizioni nodali, duplicazioni congenite di elementi finiti coincidenti, labilità interne, equilibri instabili delle soluzioni numeriche.

Infine, a valle dell'analisi, sono stati eseguiti dei controlli sommari dell'equilibrio globale del complesso strutturale confrontando il peso complessivo dell'intero organismo strutturale, questi valutato sommariamente con metodi tradizionali, con le reazioni vincolari fornite dal modello numerico agli elementi finiti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo strutturale Arcade		<i>Codice documento</i> CD0098_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

9. TABULATI DI CALCOLO

Al fine di non appesantire la lettura della presente relazione, i tabulati di calcolo che descrivono sia l'input che l'output fornito ed ottenuto dal software utilizzato sono riportati come allegati; nel presente fascicolo si sono riportati i soli risultati ritenuti a maggiore significatività ovvero che sintetizzano quanto rilevabile dalla consultazione dei suddetti allegati.

Il modello di calcolo utilizzato per analizzare le strutture dell'opera in progetto ha imposto che i tabulati di calcolo risultassero particolarmente corposi in conseguenza della mole di dati che è necessario trattare. Ritenendo inutile riprodurre in formato cartaceo tali tabulati, (che sono notoriamente consultati solo da esperti del settore ed in ambiti operativi certamente attrezzati con adeguati strumenti informatici) si è preferito riprodurli solo su supporto informatico in formato *pdf* immediatamente consultabili con qualsiasi applicativo preposto alla lettura di tale codifica di scrittura. La scelta operata, oltre ad avere meriti ecologici, consente anche una più agevole consultazione dei dati d'interesse.