



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 Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 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 SICILIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> GENERALE</p> <p><i>Titolo del documento</i> MURO SOSTEGNO VIAB.PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA</p>		SS0517_F0
--	--	-----------

CODICE	C G 0 7 0 0	P	R G	D S	S C	0 0	G 0	0 0	0 0	0 0	1 6	F0
--------	-------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PRO ITER S.r.l.	G.SCIUTO	F.COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
PREMESSA.....	4
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO.....	4
1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	4
1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA	5
1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	5
1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'	6
2 FASI COSTRUTTIVE.....	9
3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO	10
3.1 MISURE TOPOGRAFICHE	10
3.1.1 Modalità d'installazione.....	10
3.1.2 Sistema di acquisizione dati.....	11
3.1.3 Frequenza dei rilevamenti.....	11
4 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	12

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

Nell'ambito del progetto del ponte sullo stretto di Messina, lato Sicilia, è prevista la realizzazione di un tratto di muro di sottoscarpa del rilevato della Viabilità Panoramica asse D, ubicato tra le progressive 0+222.42km e 0+286.03km.

L'opera in oggetto è costituita da un muro in c.a. gettato in opera di altezza massima pari a circa 6m a sostegno di un terrapieno avente inclinazione delle scarpate pari a 4/7 (circa 29°).

Le fondazioni, di tipo profondo, sono costituite da diaframmi in c.a., realizzate con benna mordente, di dimensioni 1.2m x 2.5m ed altezza 8 m, disposte a passo 3.60m

A tergo dell'opera di sostegno è previsto materiale drenante e un tubo di drenaggio per lo smaltimento delle eventuali acque di infiltrazioni.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da depositi costieri e dalla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina.

1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

Il muro di sostegno in oggetto si trova nella tratta tra le progressive 0+222.42km e 0+286.03km dell'Asse D in affiancamento alla Viabilità Panoramica.

La tabella seguente riassume le caratteristiche strutturali della sezione di calcolo considerata.

Sezione tipo	H _{max-elevaz} (m)	S _{elev} (m)	S _{fond} (m)	B _{fond} (m)	D _{ant} (m)	D _{post} (m)	Tipologia Fondazione
Muro H=6m	6	0.3÷0.9	1	4.5	2.0	1.6	indiretta su diaframmi H= 8m

dove S_{elev} e S_{fond} rappresentano gli spessori rispettivamente dell'elevazione e della fondazione, mentre B_{fond}, D_{ant} e D_{post} rispettivamente la base, il dente anteriore e quello posteriore della fondazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

La litologia prevalente è costituita dalla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina, Depositi costieri.

La formazione dei Depositi costieri è invece caratterizzata da ghiaie e da sabbie a grana da media a grossolana. Si tratta dei litotipi localizzabili nella prima tratta del tracciato, da 0 a 0+600 Km circa e che, in base all'analisi dei sondaggi e anche di quanto interpretato nel progetto preliminare si spinge fino a 40m di profondità ed anche oltre, risultando comunque difficile l'esatta individuazione del passaggio con le sottostanti Sabbie e Ghiaie di Messina granulometricamente simili.

L'età dei depositi è Olocene.

Le Sabbie e Ghiaie di Messina sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

Si rilevano strati di ghiaie cementate, come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco della galleria stradale Faro Superiore; in questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.

Per le informazioni più specifiche pertinenti gli studi geologici-geomorfologici, dai quali è stata definita la caratterizzazione geotecnica e geologica, si rimanda agli elaborati relativi alla geologia ed alla geotecnica presenti negli studi di base (Componente di progetto 8 per la Calabria e 36 per la Sicilia).

1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli elaborati di riferimento utilizzati per la caratterizzazione geotecnica sono:

- "Relazione Geotecnica Generale" (cod. CG0800PRBDSSCB8G000000001C)
- "Relazione sismica generale" (cod. CG0800PRGDCSBC8G000000001C)
- "Profili geotecnici" (cod. CG0800PFZDCSBC8ST000000001C, 02C, 03C, 04C, 05C, 06C, 07C, 08C, 09C, 10C, 11C, 12C, 13B, 14A, 15A).

Di seguito si riportano i parametri geotecnici adottati nel dimensionamento.

livello	sp. (m da intradosso fondazione)	γ (kN/m ³)	ϕ_k (°)	c'_k (kPa)	c_{u-k} (kPa)	E (MPa)
Rilevato	-	20	38	0	-	-

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		Codice documento SS0517_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

Depositi costieri	0 – 4	20	37	0	-	$(4)z^{0.45}$
Sabbie e Ghiaie di Messina	-	19	38	0	-	65 (0-20m)

dove:

γ	peso di volume
c'	coesione drenata
ϕ' [°]	angolo di attrito efficace
E	modulo elastico di Young

La falda non risulta interferente con le opere, come si evince dagli elaborati di progetto:

Codice	Titolo del documento
CG0800PRBDSSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Sicilia
CG0800PRGDSSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DSSBC6G000000009 -10-11-12	Carta idrogeologica versante Sicilia
CG0800PF6DSSBC6ST000000001- 02-03-04-05-21-22-23-24	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
CG0800PF6DSSBC6ST000000011- 12-13-14-15-25-26-27-28	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

Data l'esiguità di indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo, alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C**, nonostante l'unica prova sismica nel sondaggio S408 fornisca una Vs30 di cat. B

1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'

L'azione sismica di progetto, desunta dal D.M. del 14/01/2008, deriva dalla pericolosità sismica di base del sito; in particolare, viene definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (a_g). Lo stato limite di servizio indagato è lo Stato Limite di Danno (SLD), lo stato limite ultimo indagato è lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV). Trattandosi di un'opera di sostegno di altezza

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

superiore a 5m si sono considerate le seguenti condizioni vita nominale e classe d'uso:

Vita nominale della costruzione	100 anni
Classe d'uso della costruzione	IV
Coefficiente d'uso della costruzione c_u	2

Inserendo questi parametri e le coordinate geografiche dell'opera (riportate di seguito) nel programma Spettri di risposta ver. 1.0.3 distribuito dal Consiglio Superiore LL.PP si ottengono i valori di a_g da utilizzare nella progettazione:

Lat.	38° 16' 0.37" N
Long.	15° 37' 41,18" E

a_{g-SLV}	0.408
a_{g-SLD}	0.159

A partire dalle accelerazioni su suolo rigido si ricavano le accelerazioni attese al sito (a_{max}), ottenute moltiplicando le a_g per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. La categoria di suolo prevista è C (V_{s30} variabile da 75 a 400 m/s secondo quanto evidenziato dalle indagini richiamate nel precedente capitolo), mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottengono quindi questi valori di a_{max} :

S_{S-SLV}	1.090
S_{S-SLD}	1.474
S_T	1
$a_{max-SLV}$	$a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.445$
$a_{max-SLD}$	$a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.234$

I coefficienti sismici di progetto per le verifiche geotecniche e strutturali dei muri si deducono, in accordo con il D.M. del 14/01/2008, sulla base delle relazioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dove β_m è il coefficiente che porta in conto la riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito a causa della deformabilità dell'opera. La normativa specifica di ricavare il valore di tale coefficiente dalla Tabella 7.11.II, dove vengono assegnati range di valori in funzione di a_g ; poiché però l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera, nello stato indagato SLV, il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g) si è proceduti ad una estrapolazione dei valori della tabella, ottenendo il grafico sottostante:

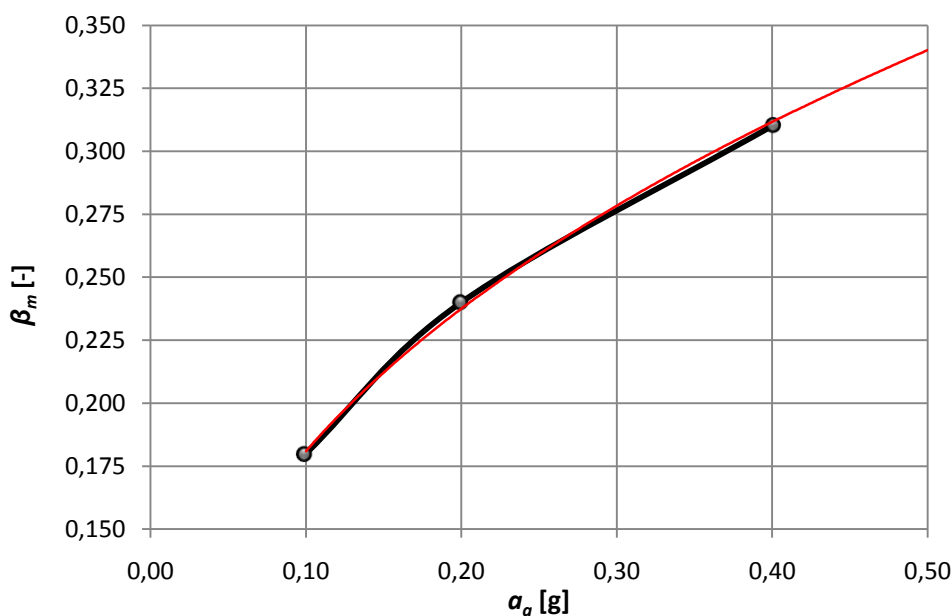




Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di β_m .

Cautelativamente si è assunto $\beta_m = 0.35$ per SLV.

Per SLD risulta: $\beta_m = 0.24$

Per le verifiche di stabilità globale dell'insieme terreno-opera si presenta lo stesso problema, in quanto anche in questo caso il valore del coefficiente β_s necessario per il calcolo dei coefficienti sismici di progetto (vedi espressioni seguenti) non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I del D.M. del 14/01/2008 in quanto l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g). Attraverso l'extrapolazione si è ottenuto il grafico sottostante:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

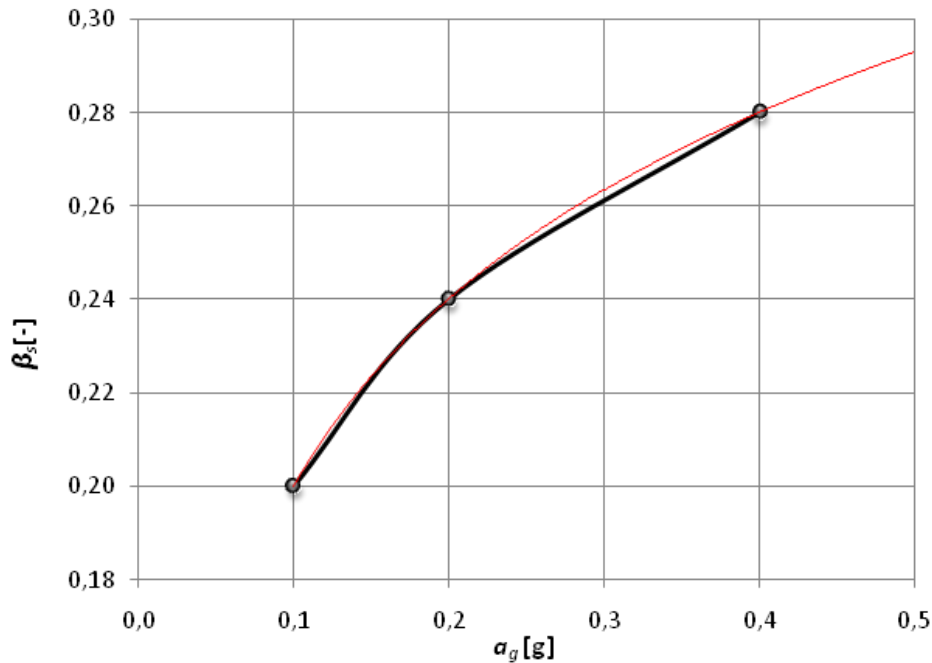


Figura 2: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di β_s .

Cautelativamente nel calcolo dei coefficienti sismici si è assunto $\beta_s = 0.30$:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_s$$

2 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito vengono brevemente descritte le fasi esecutive per la realizzazione dell'opera in oggetto:

- sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione;
- realizzazione dei diaframmi con benna mordente;
- getto in c.a. della fondazione con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
- getto in c.a. dell'elevazione;
- riempimento a tergo del muro con inclinazione 4/7 (cioè circa 29°).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO

Il presente documento fornisce indicazioni relative al piano di monitoraggio da applicare per l'esecuzione dei muri.

Tale programma viene predisposto al fine di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, di verificare l'idoneità degli interventi e delle modalità esecutive previste in progetto e di controllare che i valori di spostamento delle strutture siano compatibili con la funzionalità statica delle opere e congruenti con quelli stimati in progetto.

E' stato pertanto definito un sistema di monitoraggio costituito da:

- controlli topografici di **mire ottiche** installate sulle opere di sostegno e sulle berme degli sbancamenti, mediante chiodi in acciaio oppure supporti tassellati per mire removibili, ubicati in corrispondenza delle berme di scavo, in testa al muro e su due/tre/quattro ordini dell'opera di sostegno, in funzione dell'altezza. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del muro, in testa e sulle sezioni ad altezze intermedie, nelle tre direzioni dello spazio.

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

3.1 MISURE TOPOGRAFICHE

L'opera di sostegno e gli sbancamenti dovranno essere strumentati attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento.

3.1.1 Modalità d'installazione

L'installazione dei chiodi di misura topografica dovrà essere realizzata secondo la seguente procedura:

1. Tracciamento topografico delle posizioni di installazione;
2. Realizzazione del foro di alloggiamento del chiodo di diametro adeguato;
3. Infissione e sigillatura del chiodo nel foro precedentemente realizzato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Alternativamente, il chiodo potrà essere annegato direttamente nel getto della struttura da monitorare.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). Il caposaldo di riferimento dovrà essere in posizione tale per cui eventuali cedimenti siano minimi e controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

3.1.2 Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti sia del pendio riprofilato (berma), sia del muro, in testa e sulle sezioni ad altezza intermedia, nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali del muro, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti in coordinate assolute.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. È richiesta la precisione seguente:

- teodolite: lettura angolare non superiore a 2 secondi centesimali;
- distanziometro elettronico: $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

3.1.3 Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti:

Muro:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

Berme:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

Completati gli scavi, il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per la prima settimana dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.

Eventuali ulteriori letture potranno essere previste, in funzione degli spostamenti registrati durante le letture precedenti. Al termine dell'opera potranno essere previste ulteriori letture a cadenza trimestrale finché possano essere ritenuti nulli gli spostamenti registrati.

Le cadenze sopra elencate dovranno essere il più possibile coincidenti con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE D DA PK0+222 A PK0+286 RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0517_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Descrizione/oggetto elaborato	Scala	Codice elaborato												
Muro sostegno Viab. Panoramica asse D da pk 0+222 a pk 0+286 - relazione tecnico-descrittiva dell'opera	-	CG0700	P	RG	D	S	SC	00	G0	00	00	00	00	16
Muro sostegno Viab. Panoramica asse D da pk 0+222 a pk 0+286 - Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera		CG0700	P	SH	D	S	SC	00	G0	00	00	00	00	15
Muro sostegno Viab. Panoramica asse D da pk 0+222 a pk 0+286 - planimetria di progetto	1:500	CG0700	P	P8	D	S	SC	00	G0	00	00	00	00	33
Muro sostegno Viab. Panoramica asse D da pk 0+222 a pk 0+286 - pianta, prospetto, sezioni e sezioni tipo	Varie	CG0700	P	PZ	D	S	SC	00	G0	00	00	00	00	15
Muro sostegno Viab. Panoramica asse D da pk 0+222 a pk 0+286 - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche	-	CG0700	P	CL	D	S	SC	00	G0	00	00	00	00	20