

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGIO 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)

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

Unità Funzionale Tipo di sistema Raggruppamento di opere/attività Opera - tratto d'opera - parte d'opera Titolo del documento	COLLEGAMENTI SICILIA INFRASTRUTTURE STRADALI – OPERE CIVILI ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE GENERALE PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK 0+195 A PK 0+236–RAMPA3 DA PK 0+046 A PK 0+069 - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	SS0538_F0
---	--	-----------

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	S	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	2	0	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		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0538_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.....	6
1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'	7
2 FASI COSTRUTTIVE.....	9
3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO	11
3.1 MISURE TOPOGRAFICHE	11
3.1.1 Modalità d'installazione.....	11
3.1.2 Sistema di acquisizione dati.....	12
3.1.3 Frequenza dei rilevamenti.....	12
4 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	13

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_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 previsto un intervento di stabilizzazione del versante che si affaccia sulla rampa 1 tra le progr. 195.42km – 235.95km e sulla rampa 3 tra le progr. 45.57km – 68.71km (corrispondente sulla rampa 1 al tratto tra le progr. 98.00km – 121.00km) nella zona dello svincolo Annunziata.

L'intervento consiste nel riprofilare il pendio naturale a partire dal ciglio della rampa con una pendenza pari a 5/9 (circa 61°) per circa 20-25m di altezza sulla rampa1 e circa 10-15m sulla rampa 3, tali sbancamenti saranno interrotti da berme larghe 2m ogni 6m di altezza. L'estensione planimetrica delle stabilizzazioni perpendicolari al versante sono di circa 20m sulla rampa 1 e circa 10m sulla rampa 3, mentre lungo la strada si estendono per circa 41m in corrispondenza della rampa 1 e per circa 23m sulla rampa 3.

Oltre allo sbancamento suddetto si prevede il placcaggio del versante con chiodi lunghi 12m e tripla rete di protezione. Questi ultimi saranno posizionati man mano che vengono eseguiti gli scavi di riprofilatura.

Nell'area in esame, in cui si dovrà intervenire, i terreni in sito sono costituiti principalmente dal conglomerato denominato San Pier Niceto.

1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

L'intervento di stabilizzazione in oggetto si trova sulla sulla rampa 1 tra le progr. 195.42km – 235.95km e sulla rampa 3 tra le progr. 45.57km – 68.71km.

Chiodi autoperforanti	Cementati lungo tutta la lunghezza
Lunghezza	12
Diametro di perforazione	115mm
Maglia quinconcia	2.5m vert. x 3.0m orizz.
Materiale	acciaio

Rete metallica a maglia esagonale

maglia	8x10 cm
fili	Acciaio ϕ 3 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

larghezza 3m

Rete ad alto assorbimento energetico

maglia 30x30 cm
 fili Acciaio zincato $\phi 8$ mm
 larghezza 3m

Funi metalliche a trefoli

fili Acciaio per trefoli $\phi 0.6''$
 disposizione Diagonali rispetto alla maglia dei chiodi

1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

La litologia prevalente è costituita dalla formazione del San Pier Niceto Sabbioso.

La formazione del San Pier Niceto è costituita essenzialmente da due facies distinte, una basale conglomeratica ed arenacea e l'altra superiore di natura prevalentemente argillosa.

Alla base il conglomerato è costituito da grossi ciottoli poligenici arrotondati e ghiaie di colore marrone-avana in una matrice arenacea rossastra con sabbia sempre più fine man mano che ci si sposta verso l'alto. Nella parte superiore assume l'aspetto di un ammasso roccioso che affiora estesamente in banchi.

Superiormente la porzione arenacea lascia il posto a strati limo argillosi di potenza metrica.

La falda risulta presente a quota -14.1 m da piano campagna, 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
CG0800PF6DSSBC6ST00000001- 02-03-04-05-21-22-23-24	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
CG0800PF6DSSBC6ST00000011- 12-13-14-15-25-26-27-28	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono: S464, PR18, S464bis, S443, S456, I3, S429bis, S465. In particolare per quanto riguarda la sismicità del sito sono state eseguite sia prove sismiche in foro sia a rifrazione.

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Stratigrafia	prof. (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (Kpa)	E'^* (MPa)	K (m/s)
San Pier Niceto facies conglomeratico - sabbioso	-	20-22	38-40	0-50	$(20-30) \cdot z^{0.7}$	$10^{-6}-10^{-7}$
Falda	-14.1 da p.c.					

Tabella 1:

Essendo molto largo il range dei valori della coesione, è stata eseguita una back-analysis per definire, esattamente sulla parete su cui si interviene, il valore approssimato della coesione. La back analysis ha fornito un coefficiente di sicurezza pari a 1.015 con i seguenti parametri geotecnici:

materiale	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (KPa)	ϕ'_{rid} (°)	c'_{rid} (KPa)
San Pier Niceto facies conglomeratico - sabbioso	20	38	10	32	8

Tabella 2:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 fronte di scavo chiodato di altezza 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° 13' 41.05" N
Long.	15° 32' 40.88" E
a_{g-SLV}	0.415
a_{g-SLD}	0.158

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.

Per definire la categoria di suolo, data l'esiguità delle prove localmente presenti, si è scelto di tenere conto di tutti i sondaggi e le prove della tratta che va dal Km 10+000 al Km 10+400 circa. I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono quindi S430, S431, S432, S435, S436, S437, S441, I2, I3 (campagna del 2010), S07, S08 (campagna del 2002).

Non sono localmente presenti indagini per la determinazione della categoria sismica di suolo.

In base ad indagini più lontane (sismica a rifrazione SR15 e sondaggio S441) essa risulta pari a **C**. Essendo, inoltre, lo sbancamento considerato di altezza inferiore a 30m la categoria topografica è T1.

Si ottengono quindi questi valori di a_{max} :

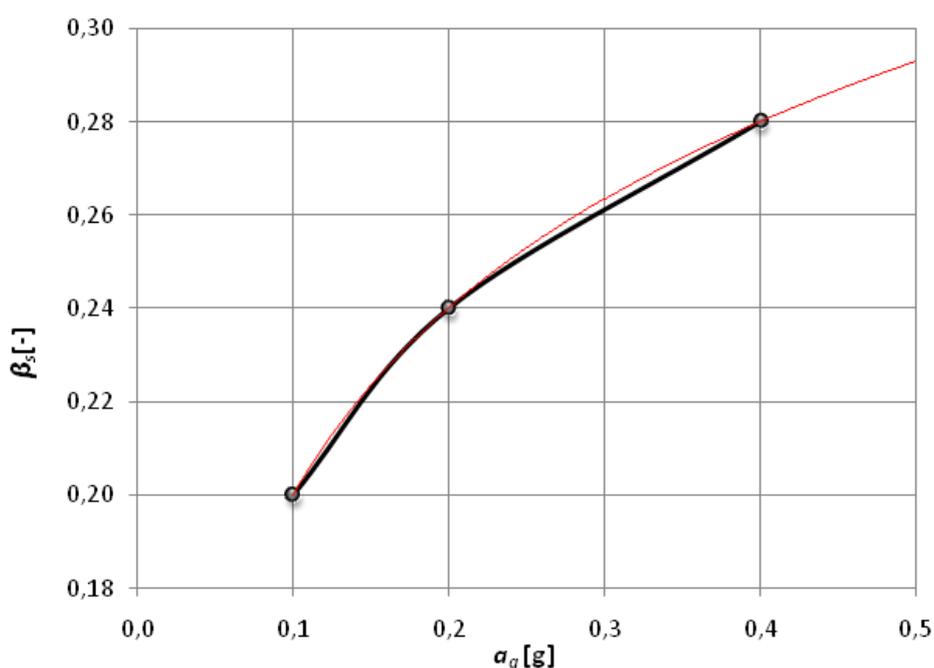
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

S_{S-SLV}	1.084
S_{S-SLD}	1.475
S_T	1
$a_{max-SLV}$	$a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.450$
$a_{max-SLD}$	$a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.233$

I coefficienti sismici di progetto per le verifiche di stabilità globale del fronte di scavo chiodato si deducono, in accordo con il D.M. del 14/01/2008, sulla base delle relazioni:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g \qquad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove β_s è il coefficiente che porta in conto la riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito. La normativa specifica di ricavare il valore di tale coefficiente dalla Tabella 7.11.I, 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:



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Cautelativamente si è assunto $\beta_m = 0.30$ per SLV.

Per SLD risulta: $\beta_m = 0.25$

Quindi:

$$k_{h\text{ SLV}} = 0.135 \qquad k_{v\text{ SLV}} = \pm 0.067$$

$$k_{h\text{ SLD}} = 0.058 \qquad k_{v\text{ SLD}} = \pm 0.029$$

2 FASI COSTRUTTIVE

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

- Scavo di sbancamento con inclinazione 5/9 (cioè circa 61°) con ribasso non superiore a 0.5m sotto la quota del primo ordine di chiodi.
- Esecuzione del primo ordine di chiodi e contemporanea messa in opera della doppia rete di protezione fissata ai chiodi stessi.
- Realizzazione interventi di drenaggio.
- Ripresa degli scavi per ribassi successivi con esecuzione chiodatura, posa della rete e interventi di drenaggio, come descritto nelle fasi precedenti, fino a fondo scavo (prima bancata).
- Realizzazione della prima berma, larga circa 2m.
- Ripresa degli scavi per ribassi successivi con esecuzione chiodatura, posa della rete e interventi di drenaggio, come descritto nelle fasi precedenti fino a fondo scavo (seconda bancata).
- Realizzazione della seconda berma, larga circa 2m.
- Ripresa degli scavi per ribassi successivi con esecuzione chiodatura, posa della rete e interventi di drenaggio, come descritto nelle fasi precedenti fino a fondo scavo (terza bancata).
- Realizzazione della terza berma, larga circa 2m.
- Ripresa degli scavi per ribassi successivi con esecuzione chiodatura, posa della rete e interventi di drenaggio, come descritto nelle fasi precedenti fino a fondo scavo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- Posa funi metalliche a trefoli di rinforzo in senso diagonale rispetto alla maglia dei chiodi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0538_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 degli sbancamenti con il rispettivo intervento di stabilizzazione tramite chiodatura e reti a tripla protezione.

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' stato pertanto definito un sistema di monitoraggio costituito da:

- controlli topografici di **mire ottiche** installate sulle berme degli sbancamenti, mediante chiodi in acciaio oppure supporti tassellati per mire removibili, ubicati in corrispondenza delle berme di scavo.

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

3.1 MISURE TOPOGRAFICHE

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.

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA		<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

riferimenti certi.

3.1.2 Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del pendio riprofilato (berma), in testa e sulle sezioni ad altezza intermedia, nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, 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 in corrispondenza delle diverse fasi di scavo e più precisamente:

Berme:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;
- Ogni successiva fase parziale di scavo;

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		
PLACCAGGIO SV. ANNUNZIATA-RAMPA1 DA PK0+195 A PK0+235-RAMPA3 DA PK0+046 A PK0+069 – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL' OPERA	<i>Codice documento</i> SS0538_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Descrizione/oggetto elaborato	Scala	Codice elaborato											
Placcaggio Sv. Annunziata- rampa 1 da pk 0+195 a pk 0+236 e rampa 3 da pk 0+046 a pk 0+069 - relazione tecnico-descrittiva dell'opera	-	CG0700	P	RG	D	S	SC	00	G0	00	00	00	20
Placcaggio Sv. Annunziata- rampa 1 da pk 0+195 a pk 0+236 e rampa 3 da pk 0+046 a pk 0+069 - Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera	-	CG0700	P	SH	D	S	SC	00	G0	00	00	00	19
Placcaggio Sv. Annunziata- rampa 1 da pk 0+195 a pk 0+236 e rampa 3 da pk 0+046 a pk 0+069 - planimetria di progetto	1:500	CG0700	P	P8	D	S	SC	00	G0	00	00	00	23
Placcaggio Sv. Annunziata- rampa 1 da pk 0+195 a pk 0+236 e rampa 3 da pk 0+046 a pk 0+069 - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche	-	CG0700	P	CL	D	S	SC	00	G0	00	00	00	19
Placcaggio Sv. Annunziata- rampa 1 da pk 0+195 a pk 0+236 e rampa 3 da pk 0+046 a pk 0+069 - pianta e prospetto	1:200	CG0700	P	P9	D	S	SC	00	G0	00	00	00	07
Placcaggio Sv. Annunziata- rampa 1 da pk 0+195 a pk 0+236 e rampa 3 da pk 0+046 a pk 0+069 - sezioni e particolari	Varie	CG0700	P	WZ	D	S	SC	00	G0	00	00	00	02