

INDICE

INDICE..... III

RINGRAZIAMENTI XV

METODI PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DI GRANDI DIGHE A GRAVITA':APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO1

CAPITOLO 0 INTRODUZIONE1

CAPITOLO 1 LE GRANDI DIGHE ITALIANE3

1.1 Concetti Introduttivi3

1.1.1 *La Risorsa Acqua.....3*

1.1.2 *Le Opere di Sbarramento4*

1.1.3 *Funzioni delle Dighe.....7*

1.1.3.1 Irrigazione.....7

1.1.3.2 Energia Idroelettrica8

1.1.3.3 Raccolta dell'Acqua per Uso Domestico ed Industriale.....8

1.1.3.4 Navigazione nell'Emoterra9

1.1.3.5 Controllo delle Inondazioni10

1.2 Ricognizione delle Dighe in Italia.....11

1.2.1 *Classificazione delle Dighe Secondo il D.M. 24 Marzo 1982 n.44.11*

1.2.1.1 Dighe a Gravità.....11

1.2.1.2 Dighe a Volta.....13

1.2.1.3 Dighe a Volte o Solette, Sostenute da Contrafforti15

1.2.1.4 Dighe in Materiali Sciolti16

1.2.1.5 Sbarramenti di Vario Tipo.....18

1.2.1.6 Traverse Fluviali.....19

1.2.2 *Definizioni Secondo D.M. 24 Marzo 198221*

1.2.3 *Ricognizione delle Dighe Italiane24*

1.2.3.1 Funzioni.....24

1.2.3.2 Uffici Tecnici Territoriali26

1.2.3.3	Tipologia.....	28
1.2.3.4	Anno di Inizio Lavori	29
1.3	Le Dighe a Gravità.....	30
1.3.1	<i>Introduzione</i>	30
1.3.2	<i>Funzionamento dell’Impianto Idroelettrico</i>	34
1.3.2.1	Introduzione.....	34
1.3.2.2	Idroelettrico in Italia	34
1.3.2.3	Tipologie e Funzionamento	35
1.3.2.4	Fisica dell’Energia Idroelettrica	38
1.3.2.5	Turbine: Definizioni e Alloggiamento.....	40
1.3.2.5.1	<i>Conclusioni</i>	43
1.3.3	<i>I Materiali</i>	45
1.3.3.1	Introduzione.....	45
1.3.3.2	Caratteristiche del Calcestruzzo	46
1.3.3.2.1	<i>Compattezza</i>	46
1.3.3.2.2	<i>Calore d’Idratazione</i>	46
1.3.3.2.3	<i>Lavorabilità</i>	48
1.3.3.2.4	<i>Ritiro e Rigonfiamento</i>	48
1.3.3.2.5	<i>Modulo Elastico e Modulo Dinamico</i>	49
1.3.3.2.6	<i>La Deformazione Viscosa</i>	54
1.3.3.2.7	<i>Permeabilità</i>	56
1.3.3.2.8	<i>Coefficiente di Dilatazione</i>	57
1.3.3.2.9	<i>Il Coefficiente di Conduttività, il Calore Specifico e il Coefficiente di Diffusività</i>	58
1.3.3.2.10	<i>Gelività</i>	59
1.3.3.3	<i>Acqua</i>	60
1.3.3.3.1	<i>Acque d’Invaso</i>	61
1.3.3.3.2	<i>Acque d’Impasto</i>	61
1.3.3.4	<i>Aggregati</i>	62
1.3.3.5	<i>Cementi Maggiormente Diffusi</i>	64
1.3.3.5.1	<i>Cemento Portland</i>	64
1.3.3.5.2	<i>Cemento Pozzolánico</i>	67
1.3.3.5.3	<i>Cementi di Loppa</i>	67
1.3.3.5.4	<i>La Strutture del Cemento Idrato</i>	69
1.3.3.6	<i>Getto Continuo e Calcestruzzo Rullato nella Costruzione delle Dighe</i>	71
1.3.3.6.1	<i>Introduzione</i>	71

1.3.3.6.2	<i>Uso del RCC nella Costruzione delle Dighe</i>	72
1.3.3.6.3	<i>Caratteristiche del Calcestruzzo</i>	73
1.3.3.6.4	<i>Cenere Leggera</i>	73
1.3.3.6.5	<i>Aggregati</i>	75
1.3.3.6.6	<i>Proporzionamento del Calcestruzzo per RCC</i>	75
1.3.3.6.7	<i>Proprietà del RCC</i>	76
1.3.3.6.8	<i>Metodologie Costruttive</i>	78
1.3.3.6.9	<i>Accorgimenti Particolari</i>	81
1.3.3.6.10	<i>Conclusioni</i>	84
1.3.3.7	<i>Muratura di Pietrame e Malta</i>	85
1.3.3.7.1	<i>Caratteristiche Generali</i>	85
1.3.3.7.2	<i>Pietrame per Murature</i>	85
1.3.4	<i>Tecniche Costruttive</i>	87
1.3.4.1	<i>Organizzazione del Cantiere</i>	87
1.3.4.1.1	<i>Introduzione</i>	87
1.3.4.1.2	<i>Vie d'Accesso, Mezzi di Trasporto e Servizi Speciali</i>	88
1.3.4.1.3	<i>Approvvigionamento degli Aggregati</i>	92
1.3.4.1.4	<i>Gli Impianti di Preparazione degli Aggregati e di Confezione dell'inerte</i>	93
1.3.4.1.5	<i>Trasporto e Posa in Opera dei Materiali</i>	96
1.3.4.2	<i>Esecuzione dei Getti di Calcestruzzo</i>	107
1.3.4.2.1	<i>Casseforme</i>	107
1.3.4.2.2	<i>Esecuzione dei Getti e Vibrazione</i>	110
1.3.4.3	<i>Opere di Fondazione</i>	113
1.3.4.3.1	<i>I Mezzi Ausiliari delle Indagini Geognostiche</i>	114
1.3.4.3.2	<i>Opere di Deviazione delle Acque</i>	129
1.3.4.4	<i>Scavi</i>	131
1.3.4.5	<i>Fondazioni ed Opere d'Impermeabilizzazione</i>	134
1.3.4.5.1	<i>Schermo d'Impermeabilità nelle Rocce Lapidree</i>	135
1.3.4.5.2	<i>Muri di Taglione</i>	143
1.3.4.5.3	<i>I Diaframmi nelle Formazioni Sciolte</i>	144
1.3.4.5.4	<i>Lo Schermo di Iniezioni nei Terreni Sciolti</i>	148
1.3.4.5.5	<i>Consolidamento delle Fondazioni</i>	154
1.3.4.6	<i>I Giunti</i>	159
1.3.4.6.1	<i>Premessa</i>	159
1.3.4.6.2	<i>Giunti di Dilatazione o Permanenti</i>	159
1.3.4.6.3	<i>Giunti di costruzione o temporanei</i>	167
1.3.4.6.4	<i>Giunti Stagionali o per Fasi</i>	172

1.3.4.6.5	<i>Giunti lubrificati nelle dighe in blocchi di calcestruzzo</i>	176
1.3.4.6.6	<i>Giunti Attivi</i>	176
1.3.4.7	<i>Sistemi di Tenuta ed Opere d'impermeabilizzazione</i>	179
1.3.4.7.1	<i>Introduzione</i>	179
1.3.4.7.2	<i>Protezione dei Paramenti di Monte</i>	179
1.3.4.7.3	<i>Manti tipo Levy</i>	184
1.3.4.7.4	<i>Protezione del Paramento di Valle</i>	186
1.3.4.7.5	<i>Dispositivi di Drenaggio</i>	186
1.4	<i>Opere di Scarico e di Presa</i>	192
1.4.1	<i>Organi d'Intercettazione</i>	192
1.4.1.1	<i>Introduzione</i>	192
1.4.1.2	<i>Paratoie</i>	193
1.4.1.3	<i>Getti per la Posa delle Paratoie</i>	195
1.4.1.4	<i>Paratoie Piane</i>	196
1.4.1.5	<i>Paratoia Piana su Paratoia Piana</i>	200
1.4.1.6	<i>Paratoie a Ventola</i>	202
1.4.1.7	<i>Paratoia Piana con Ventola Sovrapposta</i>	207
1.4.1.8	<i>Paratoie Piane per Scarichi di Fondo, Mezzofondo e Opere di Presa</i>	208
1.4.1.9	<i>Paratoie a Settore</i>	209
1.4.1.9.1	<i>Generalità</i>	209
1.4.1.9.2	<i>Elementi Metallici, Murati ed Organi di Manovra</i>	210
1.4.1.9.3	<i>Paratoia a Settore per Scarico di Fondo</i>	212
1.4.1.9.4	<i>Settori Autolivellanti</i>	213
1.4.1.10	<i>Paratoie Cilindriche ad Asse Orizzontale</i>	214
1.4.1.11	<i>Protezione delle Tenute in Gomma dalla Formazione del Ghiaccio</i>	214
1.4.1.12	<i>Saracinesche e Valvole</i>	214
1.4.1.12.1	<i>Saracinesche</i>	214
1.4.1.12.2	<i>Valvole</i>	215
1.4.1.12.3	<i>Valvole a Farfalla</i>	216
1.4.1.12.4	<i>Valvole a Fuso Classiche</i>	217
1.4.1.12.5	<i>Valvole a Fuso a Dispersione</i>	218
1.4.1.12.6	<i>Valvole di non Ritorno</i>	219
1.4.2	<i>Organi di Scarico e di Presa</i>	220
1.4.2.1	<i>Generalità</i>	220
1.4.2.2	<i>Scaricatori di Superficie</i>	220
1.4.2.2.1	<i>Ubicazione degli Scaricatori</i>	221
1.4.2.2.2	<i>Sfioratori Fusibili</i>	223

1.4.2.2.3	<i>Scaricatore a Sifone</i>	224
1.4.2.2.4	<i>Sfioratore a Calice</i>	225
1.4.2.2.5	<i>Scaricatori a Vortice</i>	227
1.4.3	<i>Scarichi di Fondo</i>	228
1.4.3.1	Generalità	228
1.4.3.2	Intercettazione con Paratoie.....	229
1.4.3.3	Scarichi di Fondo dei Serbatoi di Piena.....	233
1.4.4	<i>Scarichi di Mezzofondo</i>	234
1.4.5	<i>Scarichi d'Esaurimento</i>	235
1.4.6	<i>Dissipatori</i>	235
1.4.7	<i>Opere di Derivazione</i>	238
1.4.7.1	Generalità	238
1.5	Sismica.....	243
1.5.1	<i>Le Strutture ed il Sisma</i>	243
1.5.1.1	Introduzione.....	243
1.5.1.2	La Situazione Italiana	245
1.5.1.3	Rete Sismica Nazionale Centralizzata, RSNC	245
1.5.1.4	Parametri di Severità del Moto Sismico	246
1.5.1.4.1	<i>Valori di Picco del Moto</i>	246
1.5.1.5	La Mitigazione del Rischio Sismico.....	248
1.5.1.5.1	<i>Pericolosità Sismica</i>	248
1.5.1.5.2	<i>Rischio Sismico</i>	249
1.5.1.6	Classificazione Sismica.....	250
1.5.1.6.1	<i>Evoluzione Storica</i>	250
1.5.1.6.2	<i>Criteri Moderni di Classificazione Sismica</i>	250
1.5.1.6.3	<i>Analisi di Pericolosità, Zonazione Sismica</i>	251
1.5.1.6.4	<i>Criteri per la Definizione di Requisiti Prestazionali</i>	253
1.5.2	<i>Valutazione della Sicurezza Sismica delle Dighe</i>	255
1.5.2.1	Introduzione.....	255
1.5.2.2	Aspetti Fenomenologici e Metodi di Calcolo per le Dighe Murarie a Gravità	256
1.5.2.2.1	<i>Metodo Pseudo Statico</i>	257
1.5.2.2.2	<i>Metodo Pseudo Dinamico</i>	258
1.5.2.2.3	<i>Metodo Dinamico</i>	258
1.5.2.3	Rischio Sismico per le Dighe a Gravità.....	259
1.5.2.4	Dighe Esistenti.....	260

1.5.2.5	La Verifica Sismica delle Opere Accessorie	261
1.5.2.5.1	<i>Concetti Generali</i>	261
1.5.2.5.2	<i>Analisi e Verifica</i>	262
1.5.2.5.3	<i>La Verifica della Stabilità delle Sponde</i>	265
CAPITOLO 2 QUESTIONI NORMATIVE E METODI DI CALCOLO		267
2.1	Evoluzione della Normativa Italiana	267
2.1.1	<i>Introduzione</i>	267
2.1.2	<i>Prime Normative Tecniche e Leggi Speciali in Materia di Dighe: 1920-1921</i>	268
2.1.2.1	R.D. 14.08.1920 n. 1285 :“Regolamento per le derivazioni e utilizzazioni di acque pubbliche”.....	268
2.1.2.2	D.M.LL.PP. 02/04/1921: che approva le norme generali per i progetti e per la costruzione di dighe di sbarramento per serbatoi e laghi artificiali.....	268
2.1.3	<i>Crollo della diga del Gleno e conseguente aggiornamento della normativa: R.D. 13/12/1925 n.2540</i>	275
2.1.4	<i>Sviluppo della Normativa del 1925 per dighe con altezza maggiore di 10 m ed invaso superiore a 100'000'000 m³ :R.D. 01/10/1931 n.1370</i>	280
2.1.5	<i>Sviluppo della Normativa del 1931, prima normativa del dopoguerra in materia di dighe, introduzione alle azioni sismiche: D.P.R. 01/11/1959 n.1363</i>	282
2.1.6	<i>Sviluppo della Normativa nei confronti delle azioni sismiche: D.M.LL.PP. 24/03/1982</i>	287
2.1.7	<i>Le Circolari Ministeriali: LL.PP. n.1125/1986 e n.135/1987</i>	288
2.1.8	<i>Legge sulla difesa del suolo 183/1989 e norme successive inerenti alla costituzione del Servizio Nazionale Dighe</i>	291
2.1.9	<i>Legge 584/1994 e le circolari successive</i>	293
2.1.10	<i>Registro Italiano Dighe: D.Lgs. 31/03/1998 n.112</i>	298
2.1.11	<i>Soppressione de Registro Italiano Dighe: L.24/11/2006 n.286</i>	303
2.1.12	<i>Linee guida per la valutazione della sicurezza sismica delle dighe in esercizio</i>	303
2.1.13	<i>Proposta di aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta: testo allegato al voto 204/2009</i>	305
2.1.14	<i>Conclusioni</i>	307
2.2	Metodi di Calcolo	311
2.2.1	<i>Evoluzione dei Metodi di Analisi Statica</i>	311

2.2.1.1	Introduzione.....	311
2.2.1.2	Contributo di DE SAZILLY.....	311
2.2.1.3	Contributo di RANKINE.....	315
2.2.1.4	Contributo di CASTIGLIANO.....	316
2.2.1.5	Contributo di LEVY.....	318
2.2.1.6	La Teoria dell'Elemento Indefinito di Profilo Angolare.....	319
2.2.1.6.1	<i>Spinta del Ghiaccio e Peso del Coronamento.....</i>	323
2.2.1.6.2	<i>Tensioni di Origine Termica.....</i>	326
2.2.1.6.3	<i>Considerazioni conclusive.....</i>	328
2.2.1.7	Metodo agli Elementi Finiti.....	329
2.2.2	<i>Analisi Dinamica.....</i>	329
2.2.2.1	Introduzione.....	329
2.2.2.2	Sovrappressioni Idrodinamiche.....	330
2.2.2.2.1	<i>Introduzione.....</i>	330
2.2.2.2.2	<i>Evoluzione temporale delle teorie, metodi e principali effetti considerati per il calcolo della pressione idrodinamica.....</i>	331
2.2.2.2.3	<i>Teoria di H.K. WESTERGAARD.....</i>	341
2.2.2.2.4	<i>Teoria di T. von KARMAN.....</i>	343
2.2.2.2.5	<i>Teoria di C. N. ZANGAR.....</i>	345
2.2.2.2.6	<i>Teoria di A.K. CHOPRA.....</i>	347
2.2.2.2.7	<i>Conclusioni.....</i>	350
CAPITOLO 3 CASO STUDIO.....		351
3.1	Descrizione dell'Opera.....	351
3.1.1	<i>Introduzione.....</i>	351
3.1.2	<i>Descrizione dell'Opera.....</i>	351
3.1.3	<i>Notizie sulla Costruzione.....</i>	354
3.1.3.1	Calcestruzzo della Diga.....	354
3.1.3.2	Fondazione.....	354
3.1.3.3	Progetto e parere del Servizio Dighe.....	355
3.2	Indagini sui Materiali.....	359
3.2.1	<i>Campagne 1988-2000.....</i>	359
3.2.2	<i>Indagini 2012.....</i>	360
3.2.2.1	Calcestruzzo.....	362
3.2.2.2	Roccia.....	364
3.2.3	<i>Caratteristiche Fisico-Meccaniche dei Materiali.....</i>	365

3.2.3.1	Peso di Volume.....	365
3.2.3.2	Resistenza a Compressione.....	365
3.2.3.3	Modulo Elastico.....	367
3.2.3.3.1	<i>Calcestruzzo</i>	367
3.2.3.3.2	<i>Roccia</i>	369
3.2.3.3.3	<i>Resistenza a Trazione</i>	370
3.2.3.3.4	<i>Caratterizzazione Geomeccanica dell'Ammasso Roccioso</i>	370
3.2.4	<i>Sintesi delle Caratteristiche fisico-meccaniche dedotte dalle prove sperimentali</i>	371
3.3	Sistema di Monitoraggio.....	372
3.3.1	<i>Descrizione</i>	372
3.3.2	<i>Pendoli</i>	372
3.3.3	<i>Estensimetri</i>	373
3.3.4	<i>Altezza d'Invaso e Temperatura</i>	373
3.4	Modelli F.E.M.....	377
3.4.1	<i>Introduzione</i>	377
3.4.2	<i>Modelli a Concio Singolo</i>	377
3.4.2.1	Descrizione	377
3.4.2.2	Tipologie di Modello a Concio Singolo	380
3.4.2.3	Mesh	382
3.4.3	<i>Modelli Completi</i>	384
3.4.3.1	Descrizione	384
3.4.3.2	Tipologie di Modello Completo	388
3.4.3.3	Mesh	389
3.4.4	<i>Il Materiale</i>	390
3.4.5	<i>Validità delle Analisi</i>	392
3.5	Identificazione del Modello FE	397
3.5.1	<i>La Procedura di Identificazione Statica</i>	397
3.5.2	<i>Identificazione del Modello Tridimensionale a Concio Singolo</i>	399
3.5.2.1	Il Modello FE a Concio Singolo.....	399
3.5.2.2	Spostamenti dovuti alla variazione nel tempo del livello d'invaso.....	399
3.5.2.3	Spostamenti dovuti alla variazione termica nel tempo	402
3.5.2.4	Confronto tra Spostamenti Totali	410
3.5.2.5	Conclusioni.....	411
3.5.3	<i>Identificazione del Modello Statico Completo</i>	412

3.5.3.1	Introduzione.....	412
3.5.3.2	Spostamenti Idrostatici	412
3.5.3.3	Spostamenti Termici Modello Completo	413
3.5.3.4	Confronto tra Spostamenti Totali	420
3.5.3.5	Conclusioni.....	420
3.5.4	<i>Identificazione del Comportamento Dinamico Modale del Modello a Concio Singolo</i>	<i>421</i>
3.5.4.1	Conclusioni.....	427
3.5.5	<i>Identificazione del Comportamento Dinamico Modale del Modello Completo</i>	<i>428</i>
3.5.5.1	Conclusioni.....	431
3.6	Scelta del Modello FE.....	433
3.6.1	Introduzione.....	433
3.6.2	<i>Differenze tra Modello a Concio Singolo e Modello Completo, nel Caso di Azioni Statiche, sugli Spostamenti.....</i>	<i>436</i>
3.6.2.1	Differenze sugli Spostamenti Dovuti alla Spinta Idrostatica.....	436
3.6.2.2	Influenza della Modellazione del Terreno sugli Spostamenti Idrostatici.....	438
3.6.2.3	Differenze sugli Spostamenti Termici.....	440
3.6.2.4	Influenza della Deformabilità del Terreno sugli Spostamenti da Variazioni Termiche.....	441
3.6.2.5	Conclusioni del Confronto sugli Spostamenti Indotti da Carichi Statici.....	443
3.6.3	<i>Differenze tra Modello a Concio Singolo e Modello Completo, nel Caso di Azioni Statiche, sulle Tensioni.....</i>	<i>443</i>
3.6.3.1	Introduzione.....	443
3.6.3.2	Differenze sulle Tensioni Indotte dal Peso Proprio.....	443
3.6.3.3	Influenza della Modellazione del Terreno sulle Tensioni Indotte dal Peso Proprio.....	447
3.6.3.4	Differenze sulle Tensioni Indotte dalle Pressioni Idrostatiche	460
3.6.3.5	Influenza della Modellazione del Terreno sulle Tensioni Indotte dalle Pressioni Idrostatiche.....	463
3.6.3.6	Conclusioni del Confronto sulle Tensioni Indotte dai Carichi Statici.....	476
3.6.4	<i>Differenze tra Modello a Concio Singolo e Modello Completo, nel Comportamento Dinamico Modale</i>	<i>477</i>
3.6.5	<i>Conclusioni sull'Identificazione e sul Confronto tra Modelli.....</i>	<i>477</i>
3.7	Verifiche del Corpo Diga	479

3.7.1	<i>Condizioni di Carico</i>	479
3.7.1.1	Introduzione	479
3.7.1.2	Peso Proprio	480
3.7.1.3	Spinta Idrostatica	480
3.7.1.4	Carico Termico	480
3.7.1.5	Azione Sismica	480
3.7.1.5.1	<i>Spettro di Risposta</i>	480
3.7.1.6	Sottopressioni	483
3.7.2	<i>Modellazione dell'azione Sismica</i>	485
3.7.2.1	Spettro di Risposta di Progetto, SLD	485
3.7.2.2	Spettro di Risposta di Progetto, SLC	485
3.7.2.2.1	<i>Calcolo del Fattore "q"</i>	487
3.7.2.2.2	<i>Calcolo del Fattore η</i>	492
3.7.2.2.3	<i>Determinazione di q</i>	493
3.7.2.3	Approccio Pseudo-Statico	495
3.7.2.4	Approccio Pseudo-Dinamico	496
3.7.2.5	Approccio Dinamico Lineare, Spettro di Risposta in Accelerazione	501
3.7.2.6	Approccio Dinamico non Lineare	503
3.7.3	<i>Verifiche Statiche</i>	507
3.7.3.1	Combinazioni di Carico	507
3.7.3.2	Verifiche SLU	509
3.7.3.2.1	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello a Concio Singolo</i>	511
3.7.3.2.2	<i>Scorrimento, Modello a Concio Singolo</i>	513
3.7.3.2.3	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello Completo</i>	516
3.7.3.2.4	<i>Scorrimento, Modello Completo</i>	518
3.7.3.2.5	<i>Confronto Risultati SLU</i>	521
3.7.3.3	Verifiche SLE	522
3.7.3.3.1	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello a Concio Singolo</i>	522
3.7.3.3.2	<i>Tensioni nel Calcestruzzo; Modello Completo</i>	525
3.7.3.3.3	<i>Confronto tra i Risultati delle Verifiche SLE</i>	527
3.7.4	<i>Verifiche Sismiche</i>	528
3.7.4.1	Combinazioni di Carico	528
3.7.4.2	Verifiche SLC	529
3.7.4.2.1	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello a Concio Singolo, Approccio Pseudo-Statico</i>	529
3.7.4.2.2	<i>Scorrimento, Modello a Concio Singolo, Approccio Pseudo-Statico</i>	534

3.7.4.2.3	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello a Concio Singolo, Approccio Pseudo-Dinamico</i>	539
3.7.4.2.4	<i>Scorrimento, Modello a Concio Singolo, Approccio Pseudo-Dinamico</i>	543
3.7.4.2.5	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello Completo, Approccio con Analisi Dinamica Lineare</i>	548
3.7.4.2.6	<i>Scorrimento, Modello Completo, Approccio con Analisi Dinamica Lineare</i>	554
3.7.4.2.7	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello Completo, Approccio con Analisi Dinamica non Lineare</i>	559
3.7.4.2.8	<i>Scorrimento, Modello Completo, Approccio con Analisi Dinamica non Lineare</i>	563
3.7.4.2.9	<i>Risultati Giunto di Fondazione Concio 6</i>	568
3.7.4.2.10	<i>Confronto tra i Risultati delle Verifiche SLC</i>	569
3.7.4.3	<i>Verifiche SLD</i>	571
3.7.4.3.1	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello a Concio Singolo, Approccio Pseudo-Statico</i>	571
3.7.4.3.2	<i>Tensioni nel Calcestruzzo, Modello a Concio Singolo, Approccio Pseudo-Dinamico</i>	575
3.7.4.3.3	<i>Tensioni nel Calcestruzzo; Modello Completo, Approccio Dinamico Lineare</i>	579
3.7.4.3.4	<i>Tensioni nel Calcestruzzo; Modello Completo, Approccio Dinamico non Lineare</i>	585
3.7.4.3.5	<i>Confronto tra i Risultati delle Verifiche SLD</i>	587
3.8	<i>Caso del Sisma di Fivizzano</i>	588
3.8.1	<i>Introduzione</i>	588
3.8.2	<i>Azione Sismica</i>	588
3.8.3	<i>Tensioni nel Calcestruzzo</i>	590
3.8.4	<i>Comportamento Deformativo</i>	592
3.8.5	<i>Contatti</i>	594
3.8.6	<i>Amplificazione del Sisma</i>	595
3.8.6.1	<i>Descrizione</i>	595
3.8.6.2	<i>Tensioni nel Calcestruzzo</i>	595
3.8.6.3	<i>Comportamento Deformativo</i>	597
3.8.6.4	<i>Contatti</i>	600
3.8.7	<i>Conclusioni</i>	600
3.9	<i>Conclusioni</i>	601

CAPITOLO 4 CONCLUSIONI.....	604
BIBLIOGRAFIA	607
INDICE DELLE FIGURE	DCXI
INDICE DEI GRAFICI.....	DCXXV
INDICE DELLE FORMULE	DCXXVI
INDICE DELLE TABELLE.....	DCXXIX

Confidential