



URBAT - Unione regionale
per le bonifiche, l'irrigazione
e l'ambiente della Toscana

Sviluppo ed Applicazione di una Metodologia d'Indagine Unitaria, a Scala Regionale, per Valutare lo Stato di Efficienza delle Strutture Arginali Fluviali e per la Verifica della loro Suscettibilità al Collasso Durante Eventi di Piena

Delibera Assemblea URBAT 1/2011 del 01/04/2011

Relazione di Sintesi
Manuale d'uso del software
Modello di geoprocessing

COMMITTENTE:

URBAT - Unione Regionale per le Bonifiche, l'Irrigazione e l'Ambiente della Toscana

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Andrea Salvadori

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESA:



Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
Studio Tecnico Associato Ingg. G. Gazzini, T. Staiano



Studio Ghinelli
Ing. Alessandro Ghinelli

Studio Geologico
Prof. Paolo Canuti

Responsabile Scientifico: Ing. Tiziano Staiano

PROGETTO

L 3 6 2

LOTTO

0 1

FASE

S 0 6

DOC

T

ELABORATO

R S N

REV

A

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Aprile 2013

T.Staiano

T.Staiano

T.Staiano

1. PREMESSA	2
2. INTRODUZIONE	3
2.1 CONVENZIONI	3
3. DATABASE RELAZIONALE	4
3.1 METADATI.....	5
4. SOFTWARE ESEGUIBILE	22
4.1 MENÙ "FILE".....	22
4.2 MENÙ "SEZIONI FLUVIALI".....	23
4.3 MENÙ "GEOGNOSTICA".....	27
4.4 MENÙ "LIVELLI IDROMETRICI".....	31
4.5 MENÙ "ELABORAZIONI".....	34
5. PLUGIN QGIS	38
5.1 CARICAMENTO DEL PLUGIN.....	38
5.2 MENÙ "CORSI D'ACQUA".....	39
5.3 MENÙ "SEZIONI FLUVIALI".....	40
5.4 MENÙ "ELABORAZIONI".....	40
5.5 MENU "RISULTATI".....	41
6. RICHIAMI TEORICI E SINTESI DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO	43
6.1 APPROCCIO COMPLETO.....	45
6.1.1 Dati di base.....	45
6.1.2 Analisi geometrica.....	45
6.1.3 Analisi di filtrazione.....	45
6.1.3.1 Simbologia.....	45
6.1.3.2 Fondamenti teorici.....	45
6.1.3.3 Implementazione del modello.....	46
6.1.4 Analisi di sifonamento.....	47
6.1.4.1 Simbologia.....	47
6.1.4.2 Fondamenti teorici.....	47
6.1.4.3 Implementazione del modello.....	48
6.1.5 Analisi di stabilità globale.....	48
6.1.5.1 Simbologia.....	48
6.1.5.2 Fondamenti teorici.....	49
6.1.5.3 Implementazione del modello.....	50
6.2 APPROCCIO SEMPLIFICATO.....	51
6.2.1 Dati di base.....	51
6.2.2 Analisi geometrica.....	51
6.2.3 Analisi di stabilità globale.....	52
6.2.3.1 Fondamenti teorici.....	52
6.2.3.2 Implementazione del modello.....	53
7. GLI INDICI DI PROPENSIONE AL COLLASSO	54
7.1 INDICE DI PROPENSIONE AL COLLASSO PER MOVIMENTI DI MASSA: IM	54
7.1.1 Approccio Semplificato.....	54
7.1.2 Approccio Completo.....	54
7.2 INDICE DI PROPENSIONE AL COLLASSO PER PROCESSI DI FILTRAZIONE: IF	55
7.2.1 Approccio Completo.....	55
7.3 INDICE DI PROPENSIONE AL COLLASSO PER PROCESSI DI FILTRAZIONE: IS	55
7.3.1 Approccio Completo.....	55
ALLEGATO A - SCHEMA GENERALE DEL DATABASE	56

1. Premessa

Con contratto del 19 ottobre 2011 l'**Unione Regionale per le Bonifiche , l'Ambiente e l'Irrigazione** ha affidato al Raggruppamento Temporaneo di Imprese, formato da Prof. Paolo Canuti, Prof. Alessandro Ghinelli, HydroGeo Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, l'incarico per lo **Sviluppo ed applicazione di una metodologia d'indagine unitaria, a scala regionale, per valutare lo stato di efficienza delle strutture arginali fluviali e per la verifica della loro suscettibilità al collasso durante eventi di piena.**

La metodologia proposta si basa su un approccio multidisciplinare al problema, che tiene conto dello stato dell'arte anche con riferimenti alla letteratura scientifica nazionale ed internazionale, e permette, attraverso una serie di semplificazioni al modello teorico completo, la definizione un approccio di tipo "speditivo" che consente una trattazione esaustiva dei fenomeni fisici che concorrono alla valutazione dello stato di efficienza delle strutture arginali: filtrazione, sifonamento ed instabilità strutturale.

Sulla base dei risultati ottenuti sono state definite classi di propensione al collasso arginale basate su criteri tecnici oggettivi.

Il sistema software sviluppato a tale scopo, oggetto del presente manuale d'uso, consente:

- l'archiviazione dei dati utilizzabili per la definizione della propensione al collasso delle strutture arginali;
- la gestione dei dati secondo formati standard;
- l'elaborazione dei dati;
- la restituzione dei risultati;

il tutto coadiuvato da un'interfaccia geografica che permette l'interazione tra gli stessi mediante operazioni di selezione, interrogazione e restituzione dei risultati.

Il sistema software risulta composto da:

- un database relazionale
- un software eseguibile
- un Plugin di Qgis

2. Introduzione

Il programma è dedicato all'analisi ed al calcolo dei fenomeni fisici che concorrono alla valutazione dello stato di efficienza delle strutture arginali: filtrazione, sifonamento ed instabilità strutturale.

Obiettivo del software è la definizione degli indici di propensione al collasso delle strutture arginali fluviali della Toscana, intesi come indicatori del loro stato di efficienza e della loro suscettibilità al collasso.

Il sistema software, sviluppato in ambiente Windows, consente di archiviare, gestire, elaborare e restituire i dati nel/del database relazionale a partire da formati standardizzati definiti, e verso formati standard per l'utilizzazione dei risultati (dxf, ascii, txt). Il software viene installato lato client e collegato al database relazione residente su server esterno con servizio dedicato. Ogni utente ha privilegi di accesso/modifica in funzione delle competenze territoriali dell'ente di appartenenza.

L'interfaccia geografica offre all'utente utilizzatore, la possibilità di attivare i processi di gestione, interrogazione, elaborazione dei dati in modo semplificato; consente inoltre la restituzione di mappe geografiche standard ed il calcolo di profili altimetrici di DEM ottenuti da dati Lidar, a partire dall'allineamento di una sezione fluviale.

I dati utili alle funzionalità del sistema (reticolo idrografico, sezioni fluviali, dati geotecnici, modelli idraulici) saranno mantenuti in un database accessibile da tutte le componenti del sistema, con accesso protetto in base a ruoli predefiniti sullo stesso database, per l'implementazione del quale è stato utilizzato l'RDBMS Postgresql con estensione geografica PostGIS, per facilitare l'interazione geografica col dato tramite QGis.

2.1 Convenzioni

Le unità di misura utilizzate, dove non diversamente specificato, sono le seguenti:

Tempi	sec
Lunghezze	m
Velocità	m/s
Pesi	KN/mc
Forze	KN/m
Pressioni	kPa
Superfici	mq
Volumi	mc
Angoli	°

3. Database relazionale

PostgreSQL (di seguito Postgres) è un database relazionale completo ad oggetti rilasciato con licenza libera.

Un database relazionale (DBMS) è un sistema software progettato per consentire la creazione e la manipolazione (da parte di un amministratore) e l'interrogazione efficiente (da parte di uno o più utenti) di database (ovvero di collezioni di dati strutturati), e ospitato su architettura hardware dedicata oppure su semplice computer.

PostgreSQL usa il linguaggio SQL per eseguire delle query sui dati. Questi sono conservati come una serie di tabelle con chiavi esterne che servono a collegare i dati correlati.

PostGIS è un'estensione spaziale per il database PostgreSQL distribuito con licenza GPL.

Fornisce i tipi di dati specificati negli standard dell'Open Geospatial Consortium. In particolare è un geodatabase, fornisce il sistema di gestione dati sui quali è basato un GIS.

In Allegato A è riportato lo schema generale del Database.

3.1 Metadati

t_coordinate		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
coordinate	character varying(50)	Nome del Sistema di Coordinate
epsg	integer	European Petroleum Survey Group (codice di identificazione del Sistema di Coordinate)
t_corsi		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
nome	character varying(100)	Nome del Corso d'Acqua
codice	character varying(20)	Codice SIRAT. Sistema delle Acque
id_coordinate	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_coordinate
t_corsi_dati		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_corsi	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_corsi
x	double precision	Coordinata X del Vertice del Corso d'Acqua
y	double precision	Coordinata Y del Vertice del Corso d'Acqua
dp_foce	double precision	Distanza Progressiva dalla Foce del Vertice del Corso d'Acqua
t_esecutore		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
ragione_sociale	character varying(100)	Ragione Sociale dell'Esecutore del Rilievo Topografico
citta	character varying(45)	Città dell'Esecutore del Rilievo Topografico
provincia	character varying(2)	Provincia dell'Esecutore del Rilievo Topografico
cap	integer	Codice di Avviamento Postale dell'Esecutore del Rilievo Topografico
indirizzo	character varying(255)	Indirizzo dell'Esecutore del Rilievo Topografico
telefono	character varying(45)	Numero di Telefono dell'Esecutore del Rilievo Topografico
fax	character varying(15)	Numero di Fax dell'Esecutore del Rilievo Topografico
email	character varying(45)	E-Mail dell'Esecutore del Rilievo Topografico
t_evento		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_modello	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_modello
tipo_evento	character varying(1)	Tipologia dell'Evento (Reale/Sintetico)
tr	character varying(4)	Tempo di Ritorno dell'Evento
dtot	double precision	Durata Totale dell'Idrogramma
step	double precision	Passo Temporale dell'Evento
note	character varying(500)	Eventuali Note dell'Evento
nome	character varying(20)	Nome dell'Evento
dh	character varying(3)	Durata dell'Evento
t_evento_dati		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
id_evento	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_evento
h	double precision	Livello Idrometrico
t_geognostica		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
codice	character varying(100)	Codice della Geognostica
descrizione	character varying(255)	Descrizione della Geognostica
committente	character varying(100)	Committente della Geognostica
ditte	character varying(100)	Ditta Esecutrice della Campagna Geognostica
t_geometria_argini_elab		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
id_geometria_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geometria_sezioni
x	double precision	Coordinata X del Vertice della Sezione semplificata
y	double precision	Coordinata Y del Vertice della Sezione semplificata
t_geometria_sezioni		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
codice	character varying(3)	Codice identificativo dell'Elemento Notevole della Sezione (Alveo,Argine Destro,Argine Sinistro)
x1	double precision	Coordinata X del primo punto dell'Elemento Notevole
y1	double precision	Coordinata Y del primo punto dell'Elemento Notevole
x2	double precision	Coordinata X del secondo punto dell'Elemento Notevole
y2	double precision	Coordinata Y del secondo punto dell'Elemento Notevole
x3	double precision	Coordinata X del terzo punto dell'Elemento Notevole
y3	double precision	Coordinata Y del terzo punto dell'Elemento Notevole
x4	double precision	Coordinata X del quarto punto dell'Elemento Notevole
y4	double precision	Coordinata Y del quarto punto dell'Elemento Notevole

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

t_indici_propensione_collasso		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
id_geometria_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geometria_sezioni
tr_evento	character varying(4)	Tempo di Ritorno
i_f	integer	Indice di Propensione al Collasso per Filtrazione
i_s	integer	Indice di Propensione al Collasso per Sifonamento
i_m	integer	Indice di Propensione al Collasso per Instabilità di Massa
i_f_descr	character varying(20)	Descrizione dell'Indice di Propensione al Collasso per Filtrazione
i_s_descr	character varying(20)	Descrizione dell'Indice di Propensione al Collasso per Sifonamento
i_m_descr	character varying(20)	Descrizione dell'Indice di Propensione al Collasso per Instabilità di Massa
sormonto	integer	Identificativo del Sormonto Arginale dei Livelli dell'Evento
x	double precision	Coordinata X dell'Argine
y	double precision	Coordinata Y dell'Argine
t_indici_propensione_collasso_semplificato		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
id_geometria_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geometria_sezioni
i_m	integer	Indice di Propensione al Collasso per Instabilità di Massa
i_m_descr	character varying(20)	Descrizione dell'Indice di Propensione al Collasso per Instabilità di Massa
x	double precision	Coordinata X dell'Argine
y	double precision	Coordinata Y dell'Argine
t_modello		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
codice	character varying(100)	Codice del Modello Idraulico
descrizione	character varying(255)	Descrizione del Modello Idraulico
committente	character varying(100)	Committente del Modello Idraulico
t_parametri		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_geognostica	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geognostica
codice	character varying(100)	Codice dei Parametri della Caratterizzazione
gamma_s1	double precision	Peso di volume naturale del terreno dello Strato 1
phi_s1	character varying	Angolo di attrito del terreno dello Strato 1
c_s1	character varying	Coesione efficace del terreno dello Strato 1
cu_s1	character varying	Coesione non drenata del terreno dello Strato 1
k_s1	double precision	Coefficiente di filtrazione a saturazione del terreno dello Strato 1
n_s1	double precision	Porosità del terreno dello Strato 1
id_classe_s1	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella ts_suzione
gamma_s2	double precision	Peso di volume naturale del terreno dello Strato 2
phi_s2	character varying	Angolo di attrito del terreno dello Strato 2
c_s2	character varying	Coesione efficace del terreno dello Strato 2
cu_s2	character varying	Coesione non drenata del terreno dello Strato 2
k_s2	double precision	Coefficiente di filtrazione a saturazione del terreno dello Strato 2
n_s2	double precision	Porosità del terreno dello Strato 2
id_classe_s2	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella ts_suzione
z_falda	character varying	Quota della Falda
t_parametri_indici		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_geometria_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geometria_sezioni
id_parametri	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_parametri
t_perizia		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_esecutore	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_esecutore
codice	character varying(20)	Codice della Perizia
committente	character varying(100)	Committente della Perizia
data_inizio	date	Data di Inizio della Perizia
data_fine	date	Data di Fine della Perizia
note	character varying(500)	Eventuali Note della Perizia
t_ponti		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
px	double precision	Coordinata X del Ponte
pe	double precision	Coordinata Y dell'Estradosso del Ponte
pi	double precision	Coordinata Y dell'Intradosso del Ponte
t_punti		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
px	double precision	Coordinata X della Sezione
py	double precision	Coordinata Y della Sezione

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

t_risultati		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
id_geometria_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geometria_sezioni
id_parametri_indici	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_parametri_indici
id_evento	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_evento
tr	character varying(4)	Tempo di Ritorno
ri	double precision	Parametro di Riferimento della Filtrazione
pi	double precision	Parametro di Riferimento per il Sifonamento (Piping)
hef	double precision	Parametro di Riferimento per il Sifonamento (Heaving) Lato Fiume
hec	double precision	Parametro di Riferimento per il Sifonamento (Heaving) Lato Campagna
fsf	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Fiume in condizioni ordinarie
fsf	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Fiume in condizioni di rapido svaso
fsc	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Campagna
sormonto	integer	Identificativo del Sormonto Arginale dei Livelli dell'Evento
t_risultati_filtrazione		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_risultati	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_risultati
x	double precision	Coordinata X della Linea di Filtrazione Critica
y	double precision	Coordinata Y della Linea di Filtrazione Critica
t_risultati_semplificato		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
id_geometria_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_geometria_sezioni
id_shape_anagrafica	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_shape_anagrafica
id_parametri_indici	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_parametri_indici
fsf	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Fiume
fsc	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Campagna
t_risultati_sifonamento_dati		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_risultati	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_risultati
ic	double precision	Gradiente Critico
imin	double precision	Gradiente Massimo
x_pi	double precision	Coordinata X del Punto in cui si verifica Piping
y_pi	double precision	Coordinata Y del Punto in cui si verifica Piping
x_hef	double precision	Coordinata X del Punto in cui si verifica Heaving Lato Fiume
y_hef	double precision	Coordinata Y del Punto in cui si verifica Heaving Lato Fiume
x_hec	double precision	Coordinata X del Punto in cui si verifica Heaving Lato Campagna
y_hec	double precision	Coordinata Y del Punto in cui si verifica Heaving Lato Campagna
t_risultati_sifonamento_serie		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_risultati	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_risultati
t	integer	Step Temporale
hef	double precision	Valore del Parametro di Riferimento per il Sifonamento (Heaving) Lato Fiume all'Istante t
hec	double precision	Valore del Parametro di Riferimento per il Sifonamento (Heaving) Lato Campagna all'Istante t
pi	double precision	Valore del Parametro di Riferimento per il Sifonamento (Piping)all'Istante t
t_risultati_stabilita_dati		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_risultati	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_stabilita_dati
xc_f	double precision	Coordinata X del Centro della Superficie Critica Lato Fiume
yc_f	double precision	Coordinata Y del Centro della Superficie Critica Lato Fiume
r_f	double precision	Raggio della Superficie Critica Lato Fiume
xc_c	double precision	Coordinata X del Centro della Superficie Critica Lato Campagna
yc_c	double precision	Coordinata Y del Centro della Superficie Critica Lato Campagna
r_c	double precision	Raggio della Superficie Critica Lato Campagna
t_risultati_stabilita_serie		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_risultati	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_risultati
t	integer	Step Temporale
fsf	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Fiume in condizioni ordinarie all'Istante t
fsf	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Fiume in condizioni di rapido svaso all'Istante t
fsc	double precision	Fattore di Sicurezza per le verifiche di Stabilità Lato Campagna all'Istante t
t_risultati_stabilita_superfici		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_risultati	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_risultati
verifica	character varying(1)	Identificativo del Tipo di Verifica (Fiume\Campagna)
x	double precision	Coordinata X del Vertice della Superficie Critica
y	double precision	Coordinata Y del Vertice della Superficie Critica

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

t_sezioni		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_corsi	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_corsi
id_perizia	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_perizia
codice	character varying(9)	Codice della Sezione
note	character varying(255)	Eventuali Note della Sezione
dp_rilievo	double precision	Distanza Progressiva del Rilievo
sx_e	double precision	Coordinata Est del Pilastrino Sinistro
sx_n	double precision	Coordinata Nord del Pilastrino Sinistro
sx_q	double precision	Quota del Pilastrino Sinistro [m s.l.m.]
dx_e	double precision	Coordinata Est del Pilastrino Destro
dx_n	double precision	Coordinata Nord del Pilastrino Destro
dx_q	double precision	Quota del Pilastrino Destro [m s.l.m.]
data	date	Data del Rilievo della Sezione
codice_rilievo	character varying(20)	Codice Originale della Sezione derivante dalla Campagna di Rilievo
dp_foce	double precision	Distanza Progressiva dalla Foce [m] della Sezione
storico	boolean	Identificativo della storicità della Sezione
id_coordinate	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_coordinate
t_sezioni_traccia		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_sezioni	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_sezioni
x	double precision	Coordinata X del Vertice della Sezione
y	double precision	Coordinata Y del Vertice della Sezione
t_shape_anagrafica		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
nome	character varying(255)	Nome dello ShapeFile
proprietario	character varying(100)	Nominativo del Proprietario dello ShapeFile
anno	integer	Anno dello ShapeFile
descrizione	character varying(255)	Eventuale Descrizione dello ShapeFile
tipo	character varying(1)	Tipologia dello ShapeFile (Regionalizzazione\Interferometria)
t_utenti		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
nome	character varying(50)	Nome dell'Utente
cognome	character varying(50)	Cognome dell'Utente
ente	character varying(500)	'Ente Regionale di appartenenza dell'Utente
id_pg_user	integer	Indice dell'Utente a livello DB
t_utenti_ambiti		
Name	Data type	Comment
id	integer	Indice e Chiave Primaria della Tabella
id_utenti	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_utenti
id_corsi	integer	Chiave Esterna di collegamento alla Tabella t_corsi
dp1	double precision	Distanza Progressiva Limite di Valle del Tratto di Corso d'Acqua di competenza dell'Utente
dp2	double precision	Distanza Progressiva Limite di Monte del Tratto di Corso d'Acqua di competenza dell'Utente
ts_suzione		
Name	Data type	Comment
id	integer	
classe	character varying(50)	Classe Tessiturale del Materiale
suzione	double precision	Valore del potenziale di Suzione

Tabella t_coordinate:


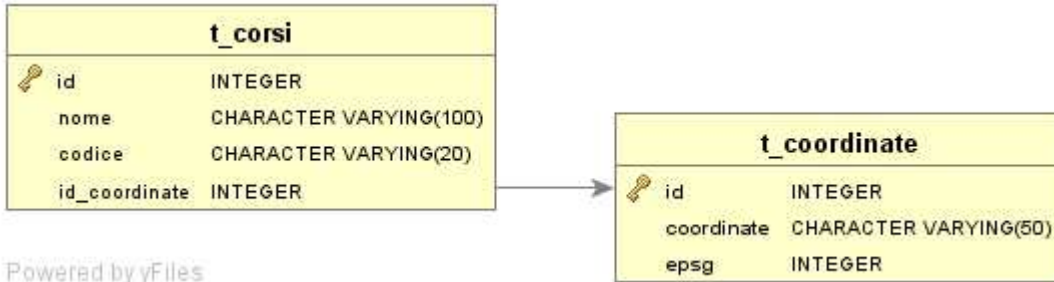
t_coordinate	
 id	INTEGER
coordinate	CHARACTER VARYING(50)
epsg	INTEGER

Tabella t_corsi:



Powered by yFiles

Tabella t_corsi_dati:

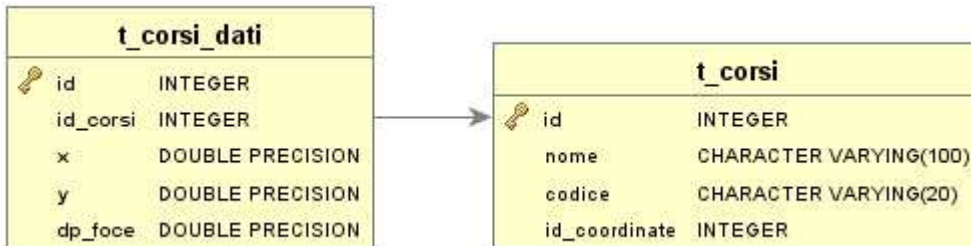


Tabella t_utenti:


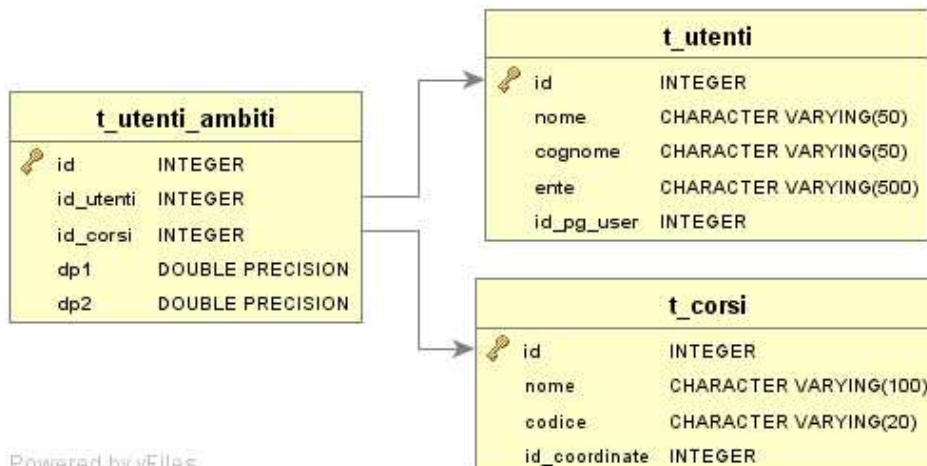
t_utenti	
 id	INTEGER
nome	CHARACTER VARYING(50)
cognome	CHARACTER VARYING(50)
ente	CHARACTER VARYING(500)
id_pg_user	INTEGER

Tabella t_utenti_ambiti:



Powered by yFiles

Tabella t_esecutore:

t_esecutore	
 id	INTEGER
ragione_sociale	CHARACTER VARYING(100)
citta	CHARACTER VARYING(45)
provincia	CHARACTER VARYING(2)
cap	INTEGER
indirizzo	CHARACTER VARYING(255)
telefono	CHARACTER VARYING(45)
fax	CHARACTER VARYING(15)
email	CHARACTER VARYING(45)

Tabella t_perizia:

t_perizia	
 id	INTEGER
id_esecutore	INTEGER
codice	CHARACTER VARYING(20)
committente	CHARACTER VARYING(100)
data_inizio	DATE
data_fine	DATE
note	CHARACTER VARYING(500)

t_esecutore	
 id	INTEGER
ragione_sociale	CHARACTER VARYING(100)
citta	CHARACTER VARYING(45)
provincia	CHARACTER VARYING(2)
cap	INTEGER
indirizzo	CHARACTER VARYING(255)
telefono	CHARACTER VARYING(45)
fax	CHARACTER VARYING(15)
email	CHARACTER VARYING(45)

Powered by yFiles

Tabella t_sezioni:

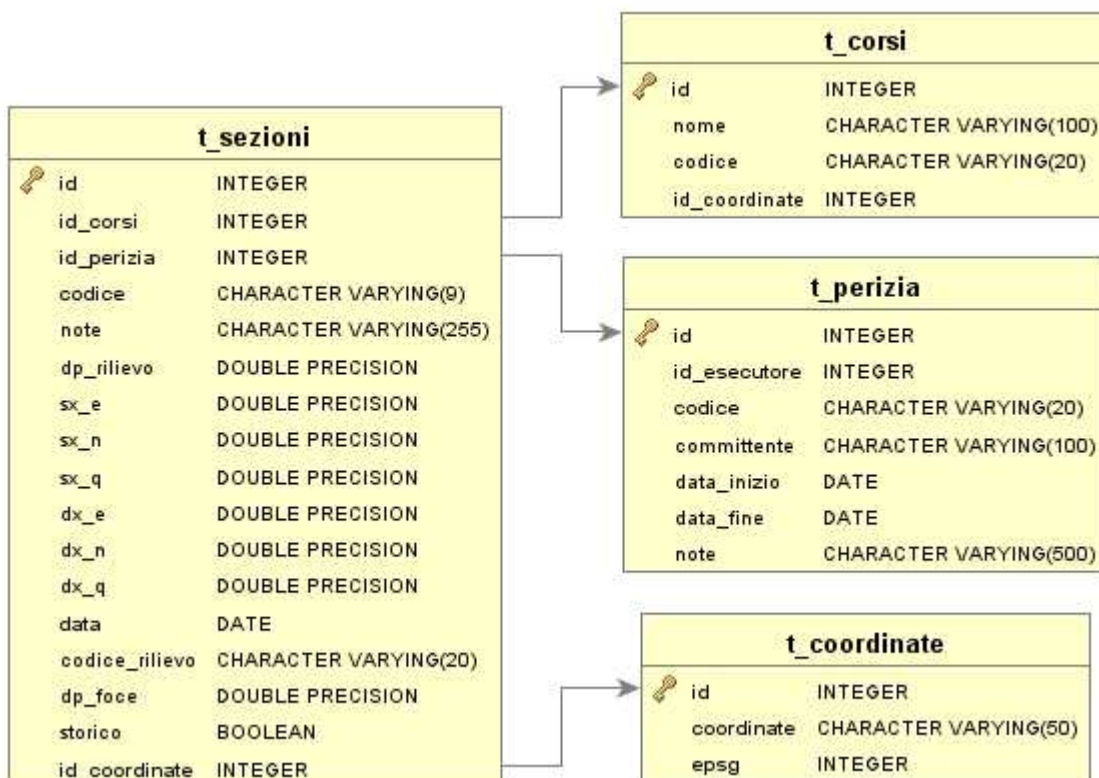




Tabella t_sezioni_traccia:


t_sezioni_traccia	
 id	INTEGER
id_sezioni	INTEGER
x	DOUBLE PRECISION
y	DOUBLE PRECISION

t_sezioni	
 id	INTEGER
id_corsi	INTEGER
id_perizia	INTEGER
codice	CHARACTER VARYING(9)
note	CHARACTER VARYING(255)
dp_rilievo	DOUBLE PRECISION
sx_e	DOUBLE PRECISION
sx_n	DOUBLE PRECISION
sx_q	DOUBLE PRECISION
dx_e	DOUBLE PRECISION
dx_n	DOUBLE PRECISION
dx_q	DOUBLE PRECISION
data	DATE
codice_rilievo	CHARACTER VARYING(20)
dp_foce	DOUBLE PRECISION
storico	BOOLEAN
id_coordinate	INTEGER

Powered by yFiles

Tabella t_punti:

t_punti	
 id	INTEGER
id_sezioni	INTEGER
px	DOUBLE PRECISION
py	DOUBLE PRECISION

t_sezioni	
 id	INTEGER
id_corsi	INTEGER
id_perizia	INTEGER
codice	CHARACTER VARYING(9)
note	CHARACTER VARYING(255)
dp_rilievo	DOUBLE PRECISION
sx_e	DOUBLE PRECISION
sx_n	DOUBLE PRECISION
sx_q	DOUBLE PRECISION
dx_e	DOUBLE PRECISION
dx_n	DOUBLE PRECISION
dx_q	DOUBLE PRECISION
data	DATE
codice_rilievo	CHARACTER VARYING(20)
dp_foce	DOUBLE PRECISION
storico	BOOLEAN
id_coordinate	INTEGER

Powered by yFiles

Tabella t_ponti:

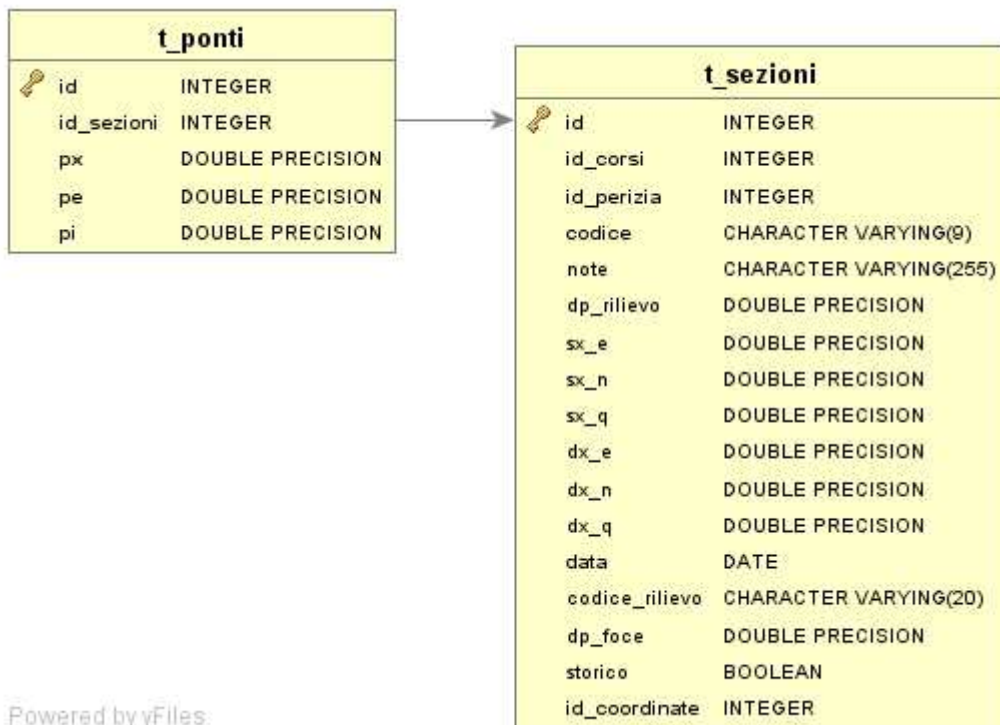


Tabella t_geometria_sezioni:

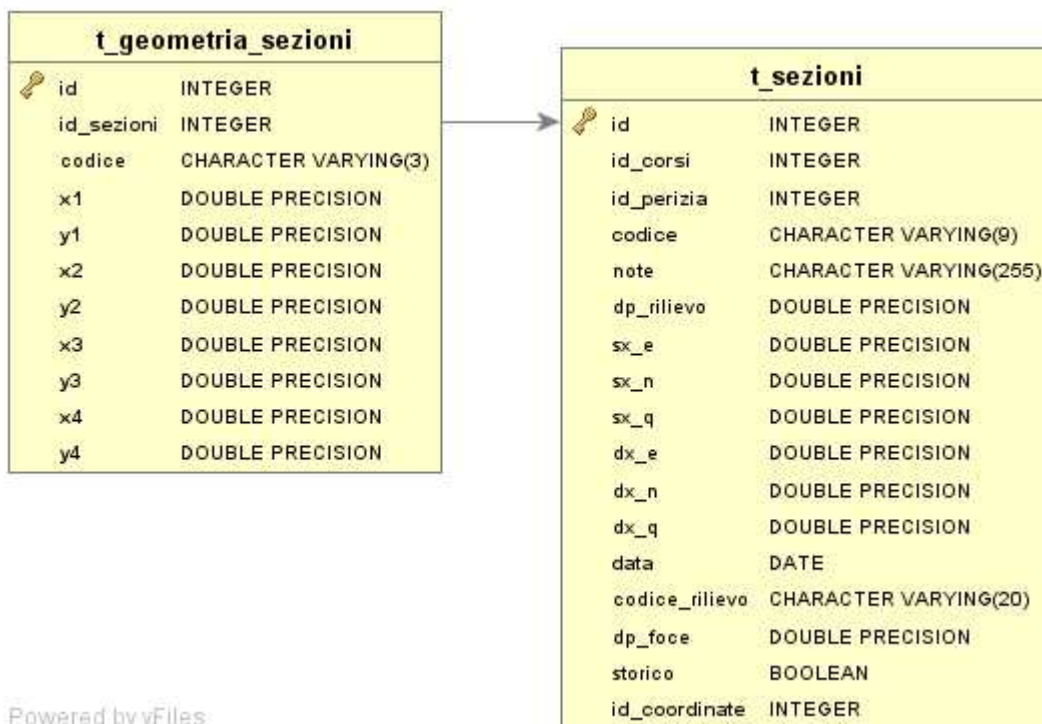
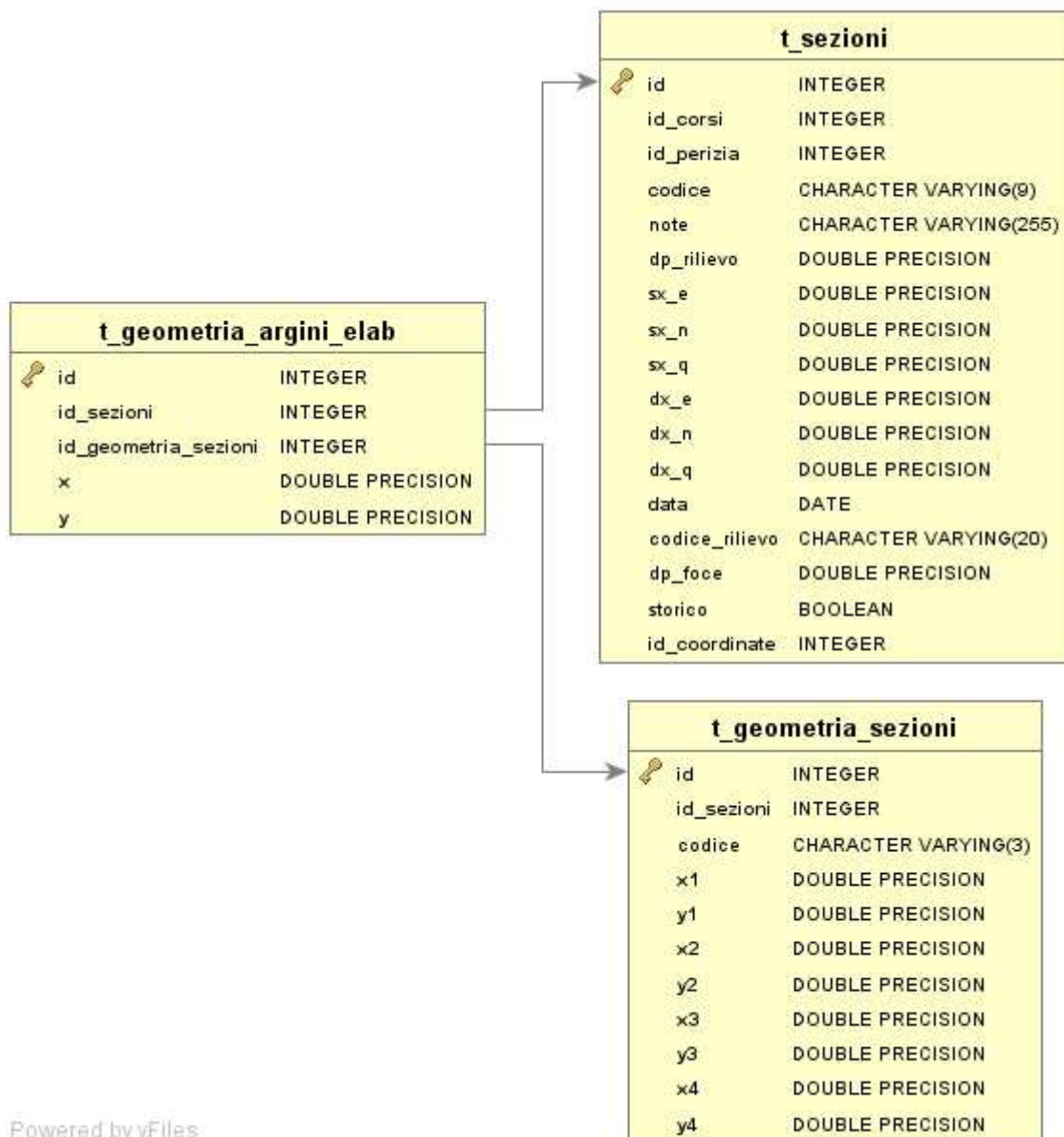


Tabella t_geometria_argini_elab:



Powered by yFiles

Tabella t_geognostica:

t_geognostica	
id	INTEGER
codice	CHARACTER VARYING(100)
descrizione	CHARACTER VARYING(255)
committente	CHARACTER VARYING(100)
ditte	CHARACTER VARYING(100)

Tabella ts_suzione:

ts_suzione	
id	INTEGER
classe	CHARACTER VARYING(50)
suzione	DOUBLE PRECISION

Tabella t_parametri:

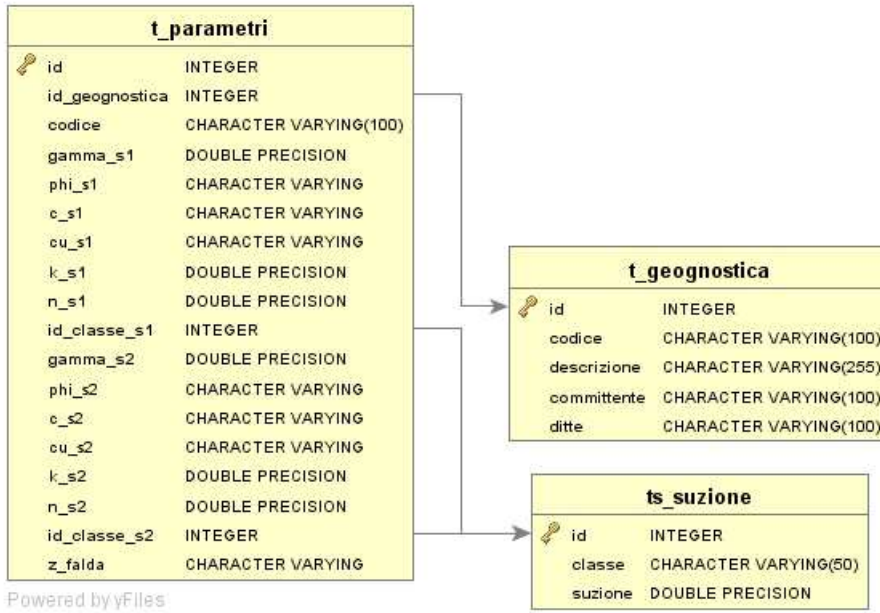


Tabella t_parametri_indici:

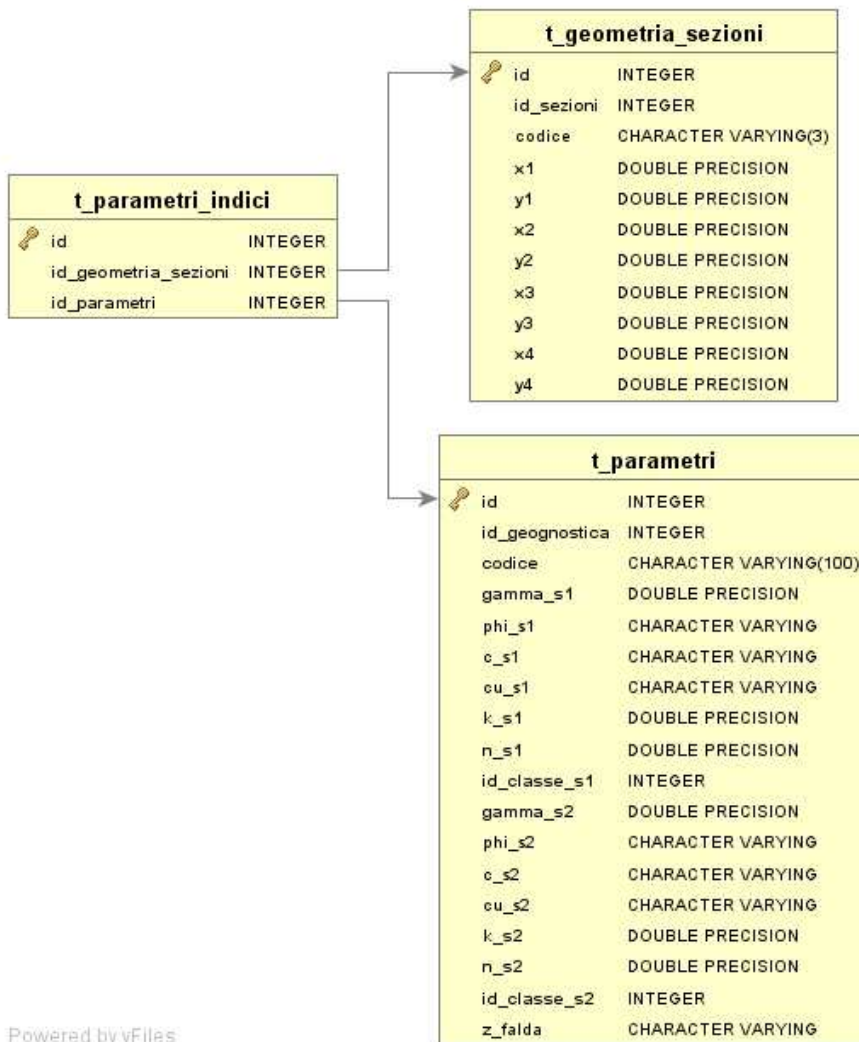


Tabella t_modello:

t_modello	
 id	INTEGER
codice	CHARACTER VARYING(100)
descrizione	CHARACTER VARYING(255)
committente	CHARACTER VARYING(100)

Tabella t_evento:

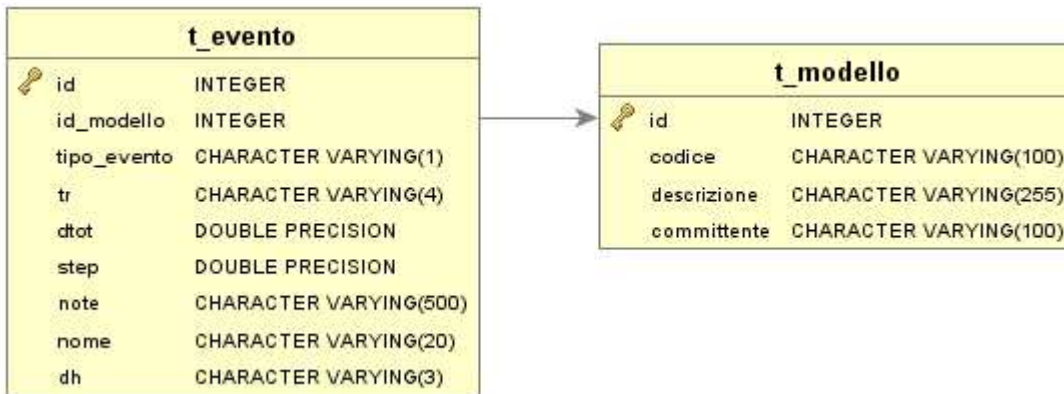


Tabella t_evento_dati:

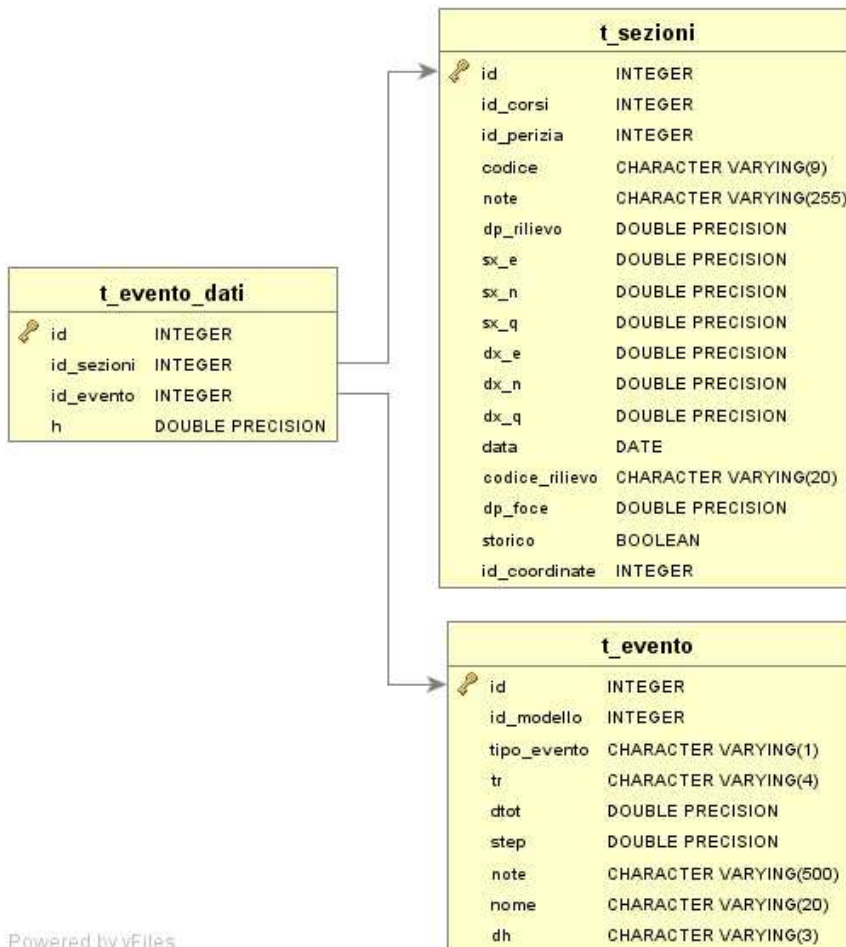
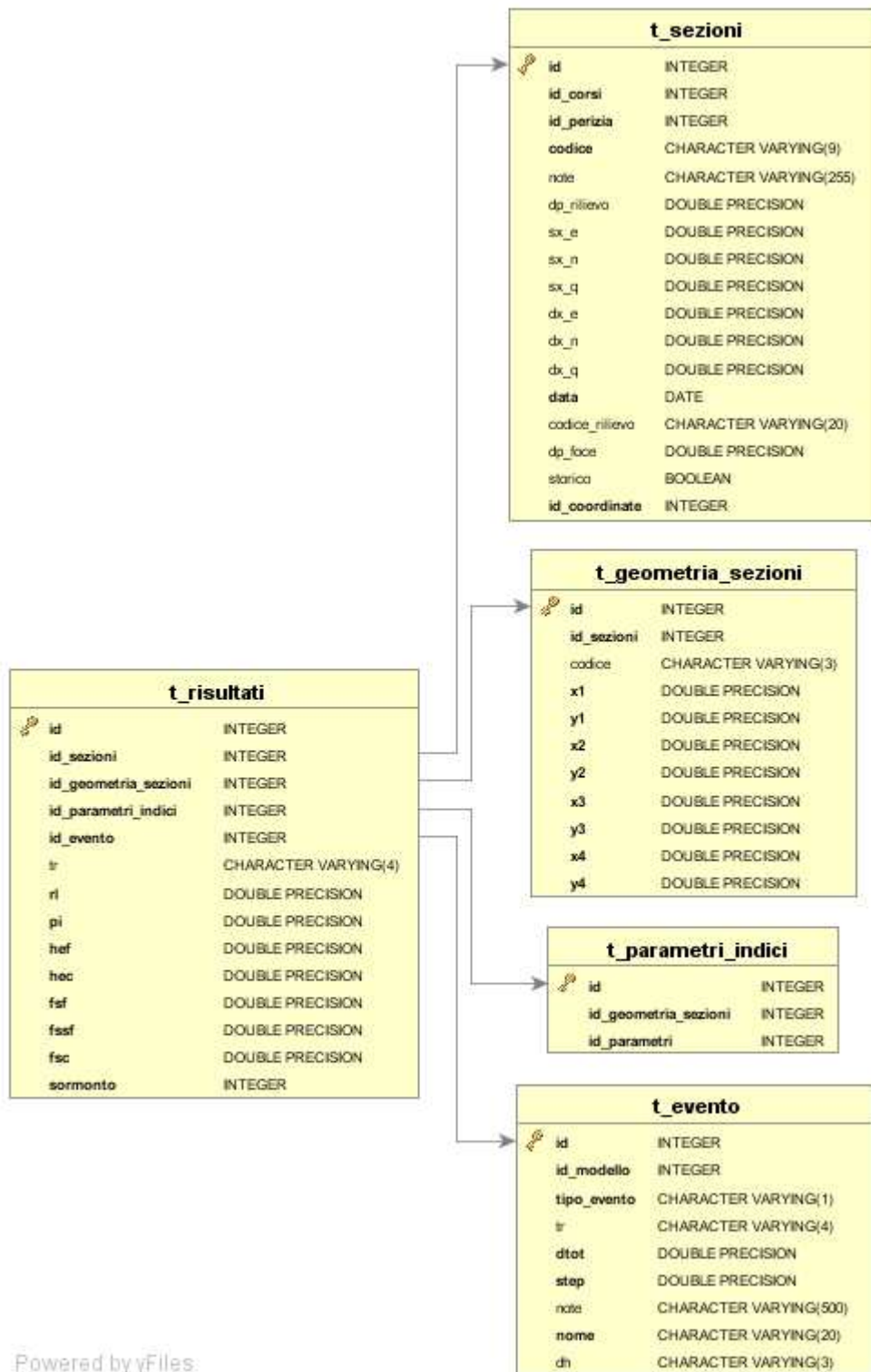
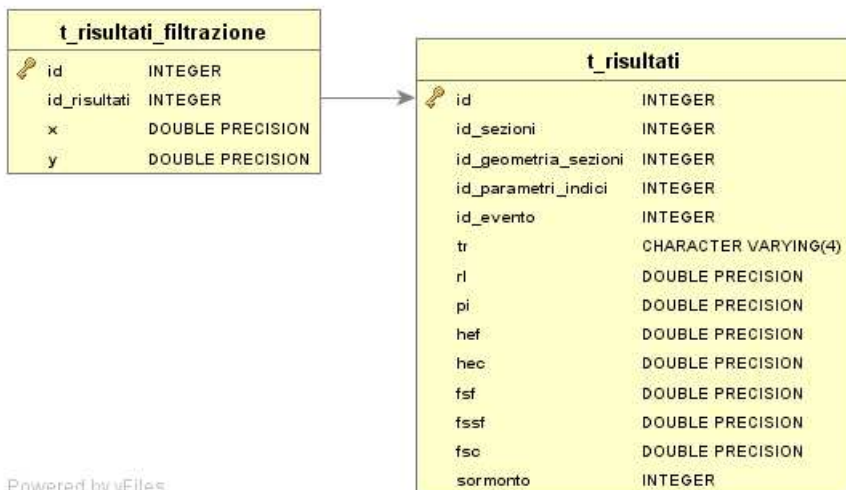


Tabella t_risultati:



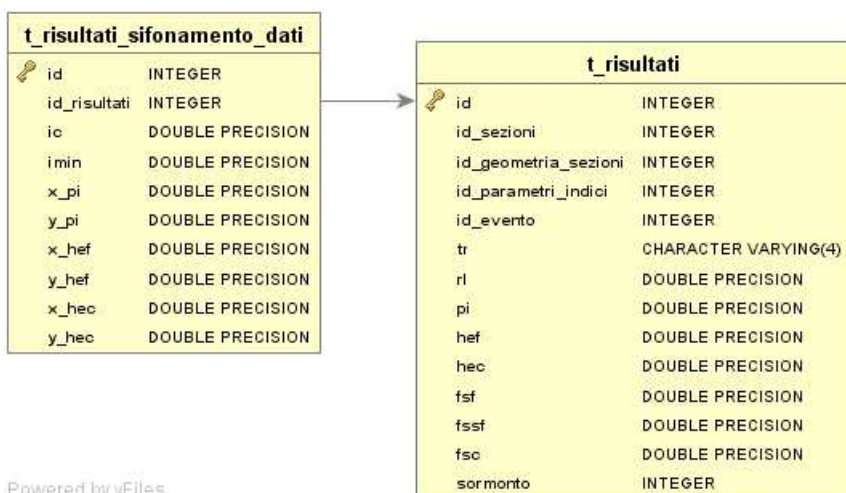
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_filtrazione:



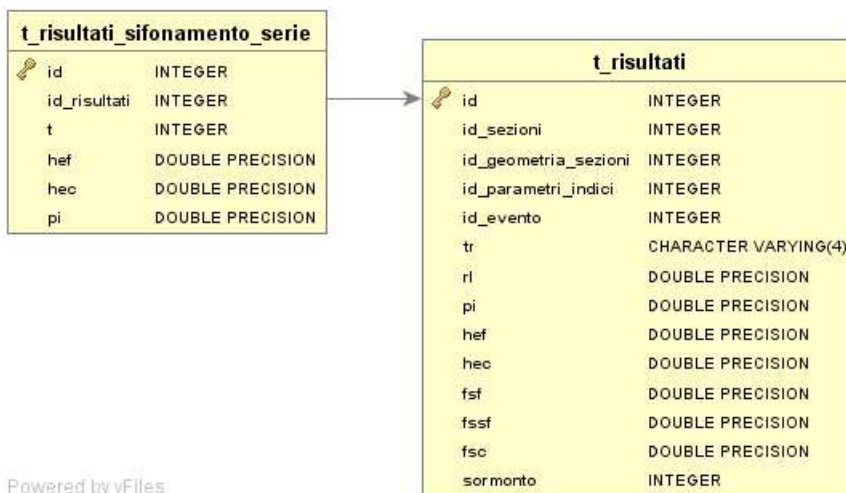
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_sifonamento_dati:



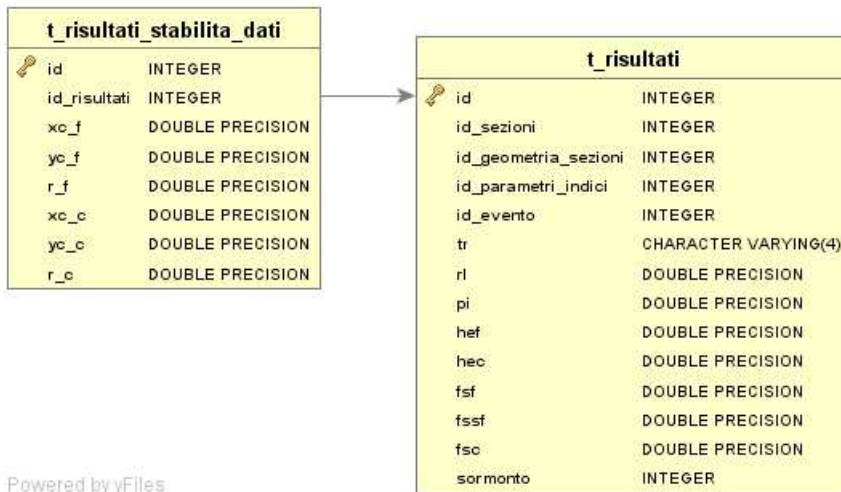
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_sifonamento_serie:



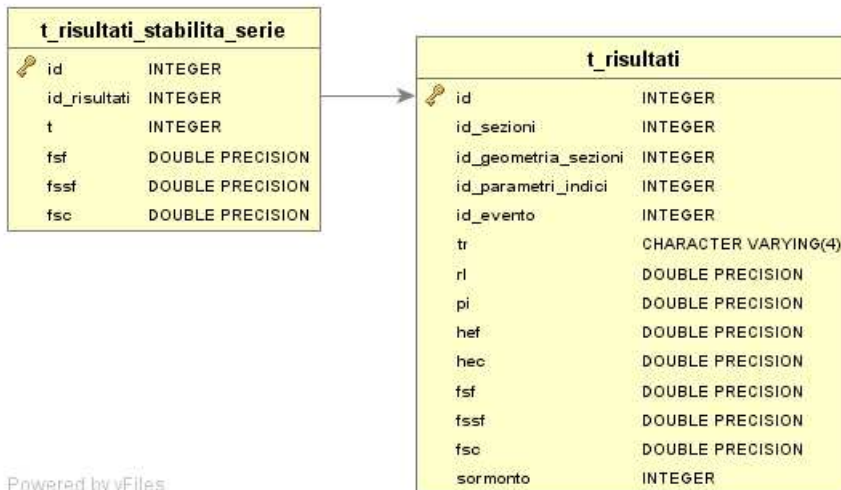
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_stabilita_dati:



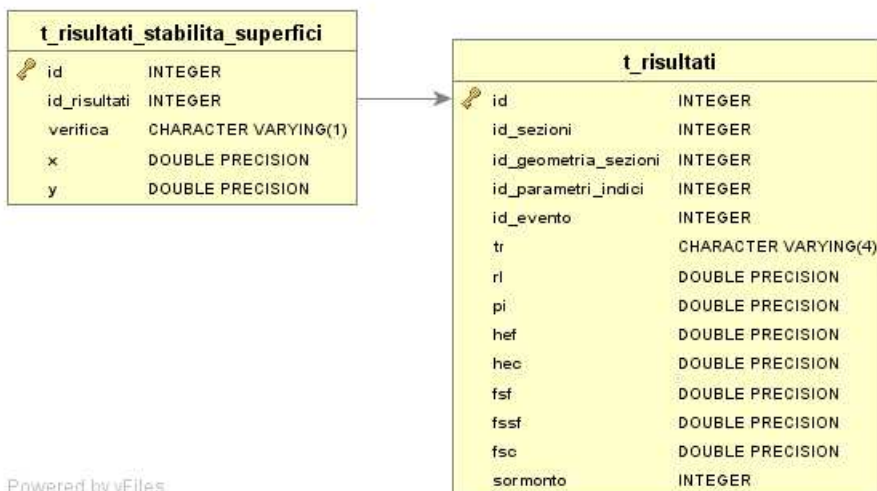
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_stabilita_serie:



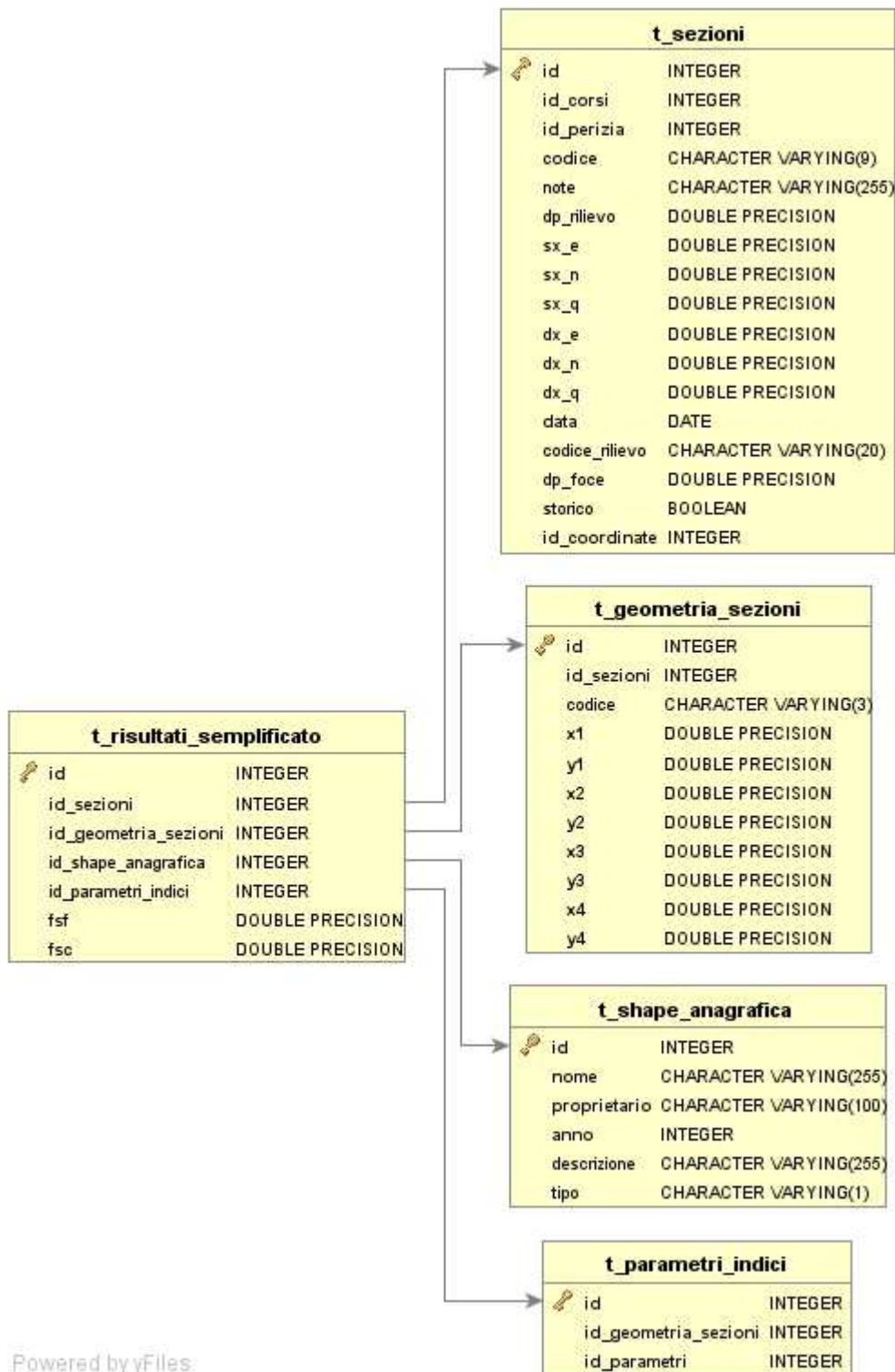
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_stabilita_superfici:



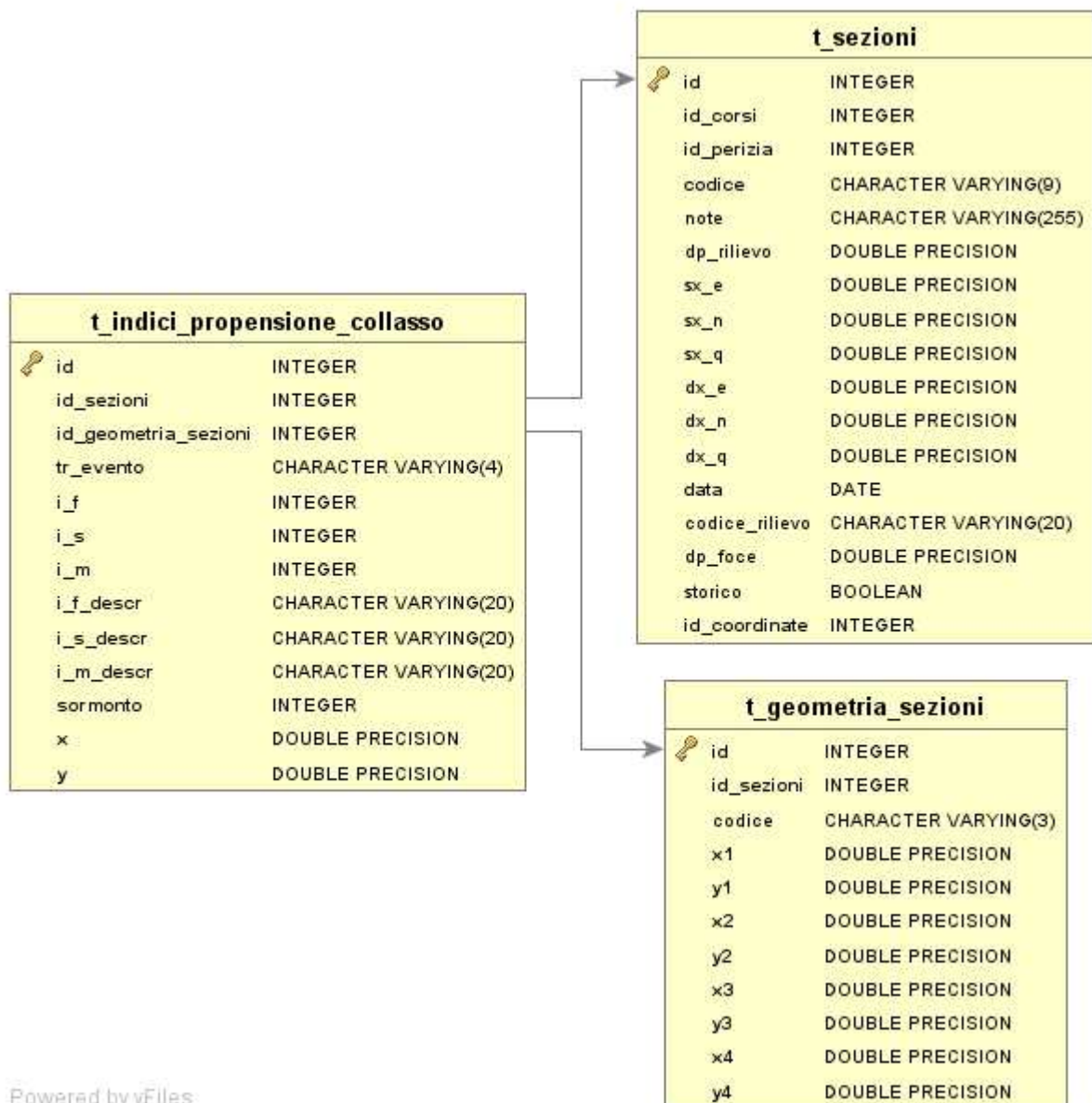
Powered by yFiles

Tabella t_risultati_semplificato:



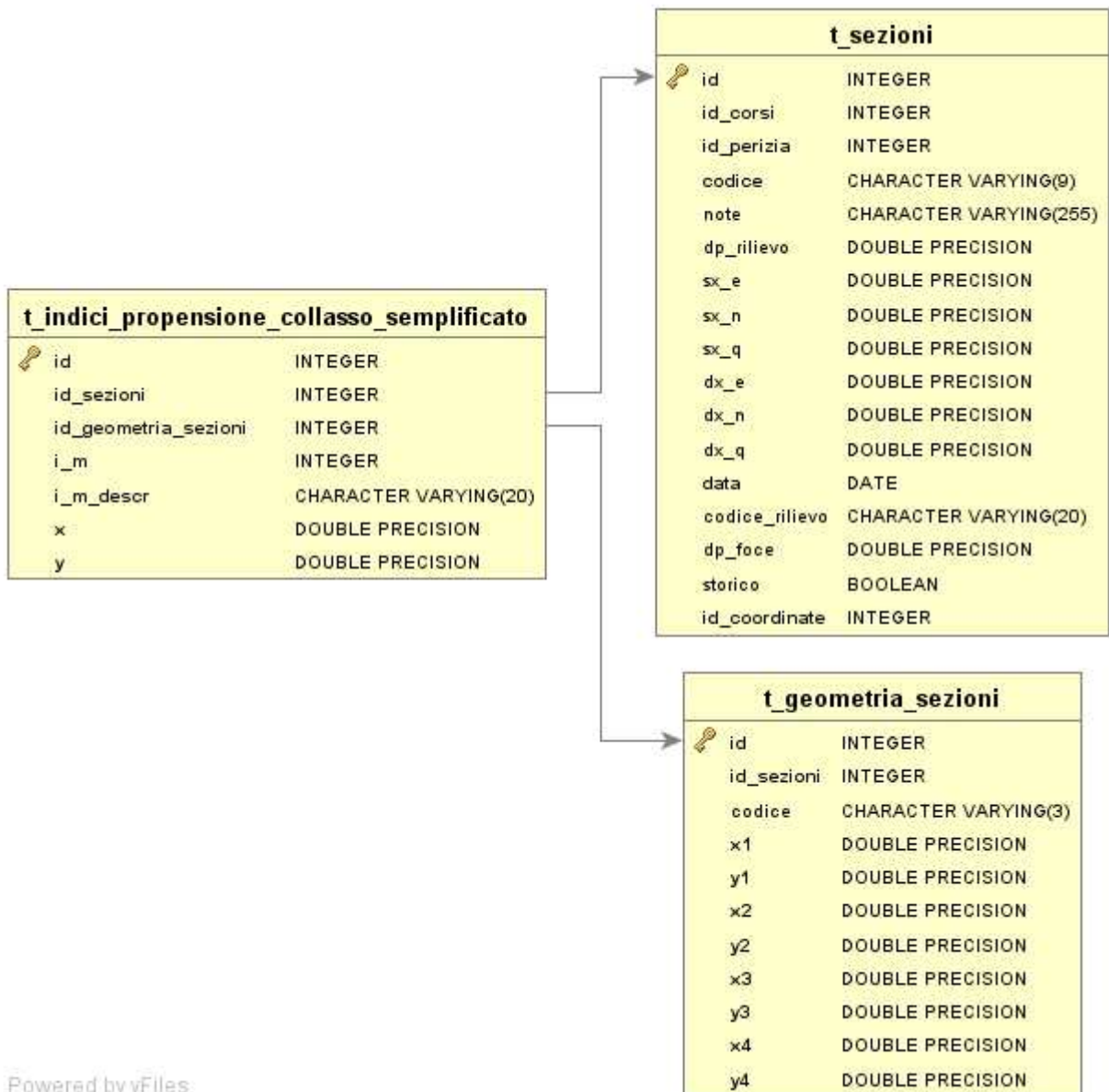
Powered by yFiles

Tabella t_indici_propensione_collasso:



Powered by yFiles

Tabella t_indici_propensione_collasso_semplificato:



Powered by yFiles

4. Software eseguibile

Il software eseguibile di modellazione è il cuore del sistema e permette:

- l'inserimento e la gestione dei dati all'interno del database,
- l'esecuzione delle elaborazioni di calcolo,
- l'esportazione dei risultati.

L'ambiente di lavoro ha interfaccia e funzionalità tipiche dell'ambiente Windows. (Fig. 4-1)

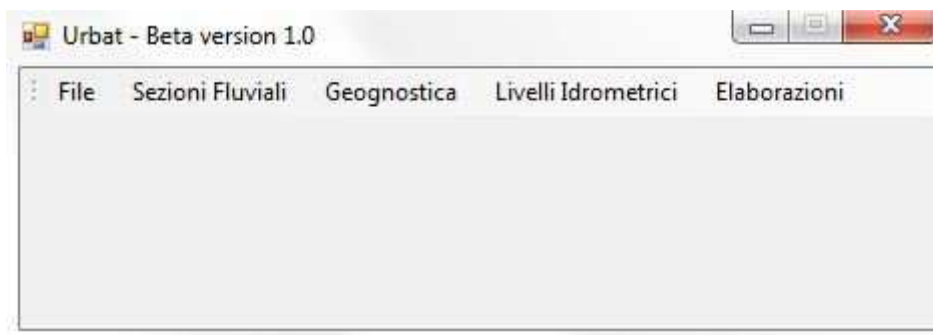


Fig. 4-1

4.1 Menù "File"

In questa voce di menù sono contenuti tutti i comandi necessari per le operazioni di connessione e disconnessione dal database. Il menù attivato si presenta come in Fig. 4-2.



Fig. 4-2

"Connetti" : Maschera di inserimento delle credenziali di accesso (Username e Password) al Database (

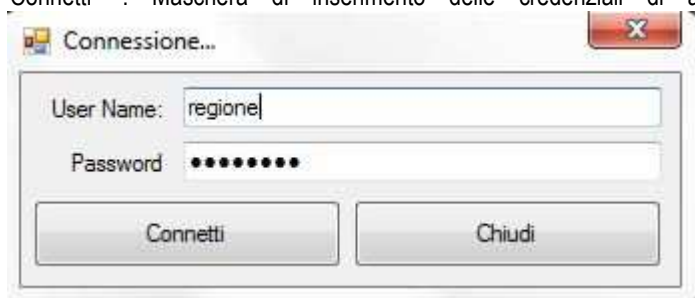


Fig. 4-3).



Fig. 4-3

"Disconnetti" : Consente la disconnessione dell'utente dal Database

“Chiudi Programma”: Permette la chiusura del software.

4.2 Menù “Sezioni Fluviali”

In questa voce di menù sono contenuti tutti i comandi che consentono l'input e la gestione dei dati geometrici relativi ai corsi d'acqua ed alle sezioni fluviali. Il menù attivato si presenta come in Fig. 4-4.



Fig. 4-4

“Anagrafica Esecutore”: è la maschera di inserimento dell'anagrafica delle ditte esecutrici dei rilievi topografici delle sezioni fluviali che si vogliono importare nel database (Fig. 4-5). È possibile inserire, modificare e/o eliminare un'anagrafica cliccando i relativi tasti.

ragione_sociale	citta	provincia	cap	indirizzo	telefono	fax	email
Durazzani s.r.l. Territorio e Ambiente	Firenze	FI	50142	Via A. del Pollai...	0557 12697	0557 16309	territorioambiente@dura...
Geostaff Survey System s.n.c.	Castelfiorentino	FI	50051	Via V. Niccoli 49	0571 684377	0571 684377	geostaff@libero.it
Survey Pilot s.r.l.	Padova	PD	35141	Via Soro 89	3351 047627		
ROSSI LUIGI S.R.L., RATI S.R.L., GEOSTAFF SURVEYS SYSTEM			0	nessun indirizzo	0000 0000000	0000 0000000	
Sonedile s.r.l. unipersonale	Teramo	TE	64100	Viale Francesco...	0861 411432	0861 41442	info@sonedile.com
Hydrogeo Ingegneria	Firenze	FI	50126	Via Cardinal Lati...	0556 587050	0556 587050	info@studiohydrogeo.it
Studio Tecnico Associato Francesco Migliorini e Alessio Rubicini	Certaldo	FI	50052	Via del Molino P...	0571 662446		
Impresa Rossi Luigi Firenze s.r.l.	Firenze	FI	50134	Via Atto Vannu...	0554 86346	0554 96133	info@rossiluigifirenze.it
Nessuna Informazione Rilevatore			0	Nessun Indirizzo	0000 0000000	0000 0000000	
Carta Aer Rilievi	Firenze	FI	50127	Via Vasco de G...	0554 376337	0554 376337	
Ataf s.p.a.	Firenze	FI	50131	Viale dei Mille 1...			
Zollet Service s.c.a.r.l.	S. Giustina	BL	32035	Via Roma 1	0437 858556	0437 857402	
Studio Angeli Studio Associato Ing.	S. Concordio C.	LU	5510	V. Delle Fomac...	0583 581439		
SER.IN.T. s.n.c.	Parma	PR	43100	Via Milano 12	0521 798271	0521 798271	info@serintsnc.com
Geometri Gianni Maruccci e Claudio Notarstefano			0	Nessun Indirizzo	0000 0000000		

Fig. 4-5

“Anagrafica Rilievo”: è la maschera di inserimento dei rilievi topografici delle sezioni fluviali che si vogliono importare nel database (Fig. 4-6). È possibile inserire, modificare e/o eliminare un rilievo topografico cliccando i relativi tasti.

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

codice	committente	data_inizio	data_fine	note
P42/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/12/2000	31/12/2000	
Fosso Reale 2006	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina	01/10/2006	31/10/2006	
Ombrone PT 2008	Provincia di Prato	01/01/2008	31/01/2008	
Ombrone PT 2003	Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa	01/03/2003	31/03/2003	
P106/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/12/2002	31/12/2002	
P16/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/06/2000	30/06/2000	
Ombrone GR 2009	Provincia di Grosseto	01/04/2009	30/04/2009	
OSA 2009	Comune di Orbetello	01/06/2009	30/06/2009	
Albegna 2005	Comune di Orbetello	01/11/2005	30/11/2005	
P18/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/06/2000	30/06/2000	
Serchio 1996-2010	Autorità di Bacino del Fiume Serchio	01/01/1996	31/12/2012	
P09/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/10/2002	31/10/2002	
P12/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/09/1999	30/09/1999	
P19/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/05/2000	31/05/2000	
P22/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/10/2002	31/10/2002	
P23/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/11/2001	30/11/2001	
P30bis/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/07/2001	31/07/2001	
P34ter/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/07/2001	31/07/2001	
P38/USI	Provveditorato Regionale delle Opere Pubbliche per la Toscana	01/05/2000	31/05/2000	

Fig. 4-6

“Anagrafica Corsi d’Acqua”: è la maschera di gestione dei corsi d’acqua (Fig. 4-7 Fig. 4-6). È possibile inserire, modificare e/o eliminare un corso d’acqua cliccando i relativi tasti. Per importare nel database un nuovo corso d’acqua si clicca sul pulsante “Inserisci”. Apparirà la maschera di inserimento di Fig. 4-8. I dati necessari per l’inserimento di un corso d’acqua sono il Nome, il Codice (codice SIRAT – Sistema delle Acque) ed il Sistema di Coordinate. Il file di importazione del corso d’acqua deve essere in formato .dxf e rispettare i seguenti standard:

- Unica polilinea con primo vertice in corrispondenza della foce/confluenza in layer “RETICOLO”

Prima dell’importazione è possibile effettuare 2 verifiche di congruità dei dati che si vogliono inserire:

- Verifica della univocità del codice assegnato al corso d’acqua;
- Verifica di congruità del file .dxf di importazione.

Nel riquadro in bianco vengono riportate le specifiche del corso d’acqua.

nome	codice	coordinate
Canale Maestro della Chiana	N002071000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Albegna	R123000000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Arno	N002000000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Bisenzio	N002002000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Comia	R094000000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Elsa	N002007000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Era	N002005000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Ombrone Grossetano	R099000000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Serchio	R019000000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fiume Sieve	N002001000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Fosso Reale	N002002026000000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Contesora	R019084000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Esse di Cortona	N002071201030600000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Esse di Foiano	N002071500030000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Foenna	N002071500040000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Freddana	R019091000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Ombrone Pistoiese	N002009000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Osa	R122000000000000000	Gauss-Boaga Ovest
Torrente Vingone	N002071201040000000	Gauss-Boaga Ovest

Fig. 4-7



Fig. 4-8

"Inserimento Sezioni Fluviali": è la maschera di importazione delle sezioni fluviali (Fig. 4-9). Per importare nel database una nuova sezione fluviale occorre specificare il Corso d'Acqua di appartenenza, la Perizia del rilievo topografico ed il Sistema di Coordinate. Il file di importazione della sezione fluviale deve essere in formato .dxf e rispettare i seguenti standard (Fig. 4-10):

- Sezione in un'unica polilinea in layer "SEZIONE";
- Traccia planimetrica della sezione nel sistema di coordinate scelto in un'unica polilinea con primo vertice in corrispondenza dell'estremità in sinistra idrografica della sezione in layer "TRACCIA";
- Riferimento altimetrico (quota di riferimento) in un'unica polilinea orizzontale in layer "RIFERIMENTO";
- Punti Notevoli identificativi dell'argine/i sinistro/i della sezione (4 punti per ogni argine, che individuano piede esterno, coronamento esterno, coronamento interno e piede interno) in layer "ARGINE_SX";
- Punti Notevoli identificativi dell'argine/i destro/i della sezione (4 punti per ogni argine, che individuano piede interno, coronamento interno, coronamento esterno e piede esterno) in layer "ARGINE_DX";
- Punti Notevoli identificativi dell'alveo inciso della sezione (4 punti, che individuano sponda sx, alveo di magra sx, alveo di magra dx e sponda dx) in layer "ALVEO";
- Testi in formato Text in layer "TESTI".

La Scala X e la Scala Y individuano il fattore di scala in cui è disegnata la sezione nel file .dxf di importazione.

Prima dell'import della sezione è possibile eseguire una Verifica Preliminare per controllare la congruità del file .dxf di importazione. Il risultato di tale verifica verrà salvato in un file di log nella cartella dedicata (C:\Utente\Documenti\Urbat\Log_Elaborazioni\Import_Sezioni).

È altresì permessa una codifica automatica della sezione secondo gli standard del software spuntando l'opzione "Codifica Sezioni". Verranno così salvati, nella stessa cartella di origine dei file originali, i file .dxf con la codifica corretta, utilizzabili per l'importazione. Il risultato della codifica verrà salvato in un file di log nella cartella dedicata (C:\Utente\Documenti\Urbat\Log_Elaborazioni\Import_Sezioni).

Gli standard di codifica delle sezioni fluviali ammessi dal software sono i seguenti:

- codice alfanumerico composto da 9 cifre;
- le prime 5 cifre devono essere numeriche e progressive da monte verso valle, identificative della distanza dalla foce/confluenza del corso d'acqua d'appartenenza;
- le ultime 2 cifre devono essere numeriche ed identificative dell'anno di esecuzione del rilievo topografico;
- le 2 cifre mancanti (alfanumeriche) sono identificative dell'eventuale opera idraulica presente in corrispondenza della sezione fluviale (es: per i ponti si identificano con PA, PB, PC, PD rispettivamente le sezioni di monte, filomonte, filo- valle e valle). Se non presente alcuna opera idraulica le 2 cifre sono sostituite con 2 simboli di *underscore* _ _.

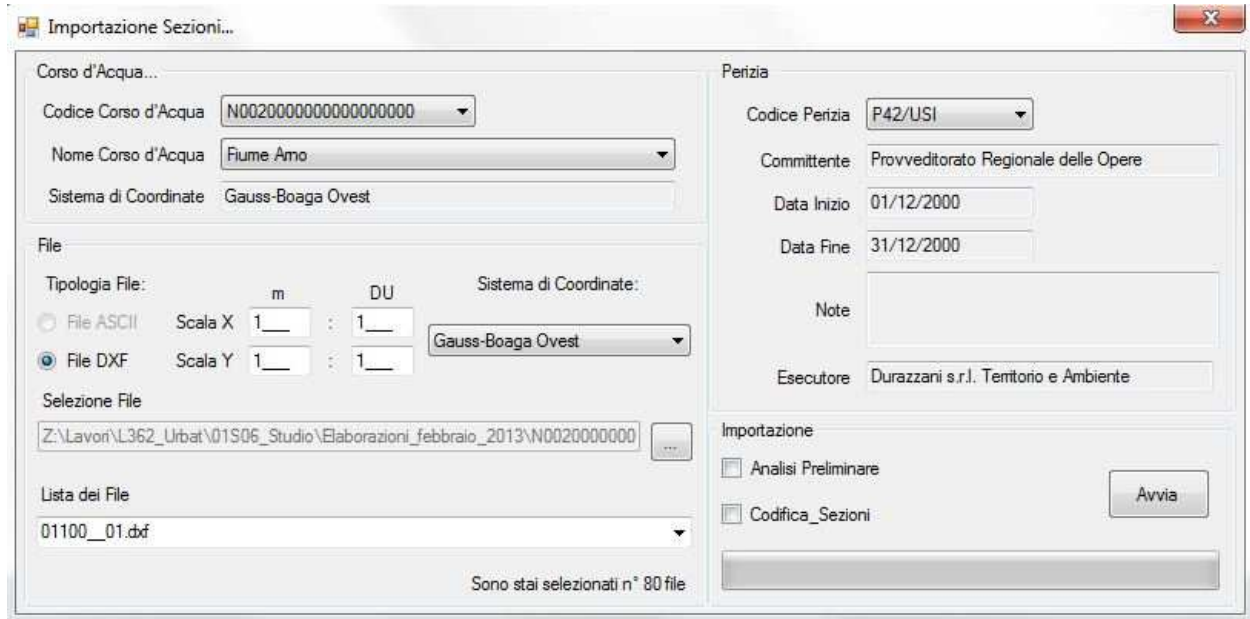


Fig. 4-9

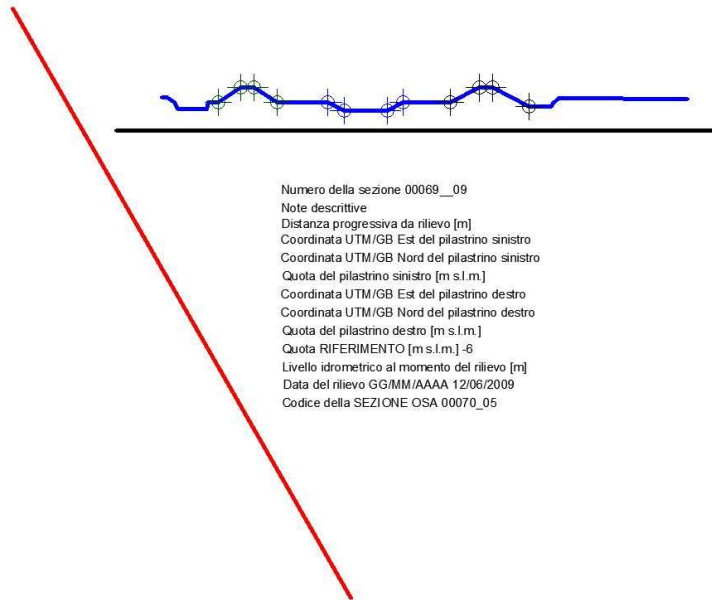


Fig. 4-10

“Gestione Sezioni Fluviali”: è la maschera di gestione delle sezioni fluviali (Fig. 4-11Fig. 4-7Fig. 4-6). È possibile modificare e/o eliminare una o più sezioni fluviali cliccando i relativi tasti. La selezione del corso d’acqua e/o delle sezioni fluviali può avvenire anche per via grafica attraverso il collegamento con l’interfaccia geografica QGis. La maschera di modifica della sezione fluviali con l’evidenza dei campi modificabili è riportata in Fig. 4-12.

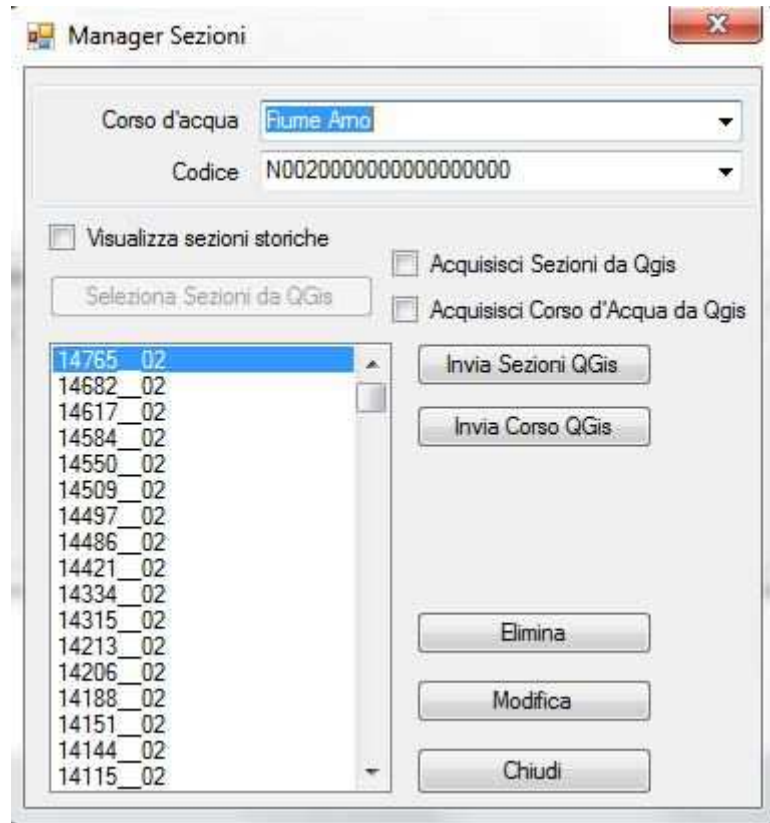


Fig. 4-11

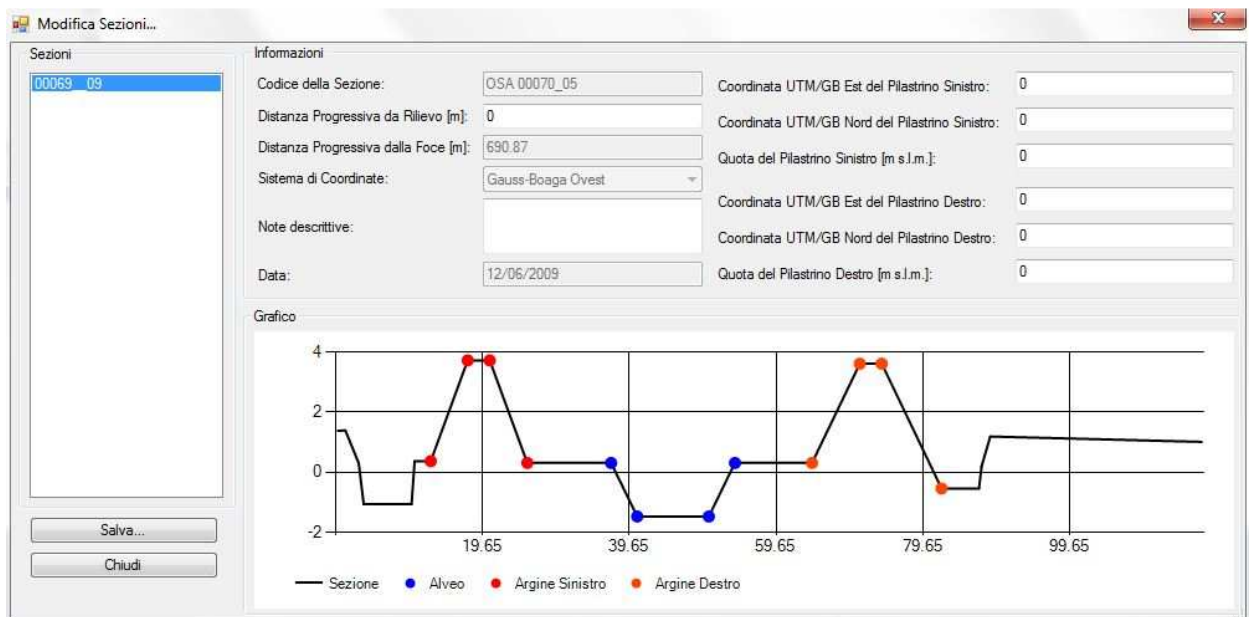


Fig. 4-12

4.3 Menù "Geognostica"

In questa voce di menù sono contenuti tutti i comandi necessari per le operazioni di input e la gestione dei dati geotecnici che caratterizzano le sezioni arginali. Il menù attivato si presenta come in Fig. 4-13.



Fig. 4-13

“Anagrafica Campagna Geognostica”: è la maschera di inserimento dell’anagrafica delle campagne geognostiche da importare nel database (Fig. 4-14). È possibile inserire, modificare e/o eliminare una campagna geognostica cliccando i relativi tasti.

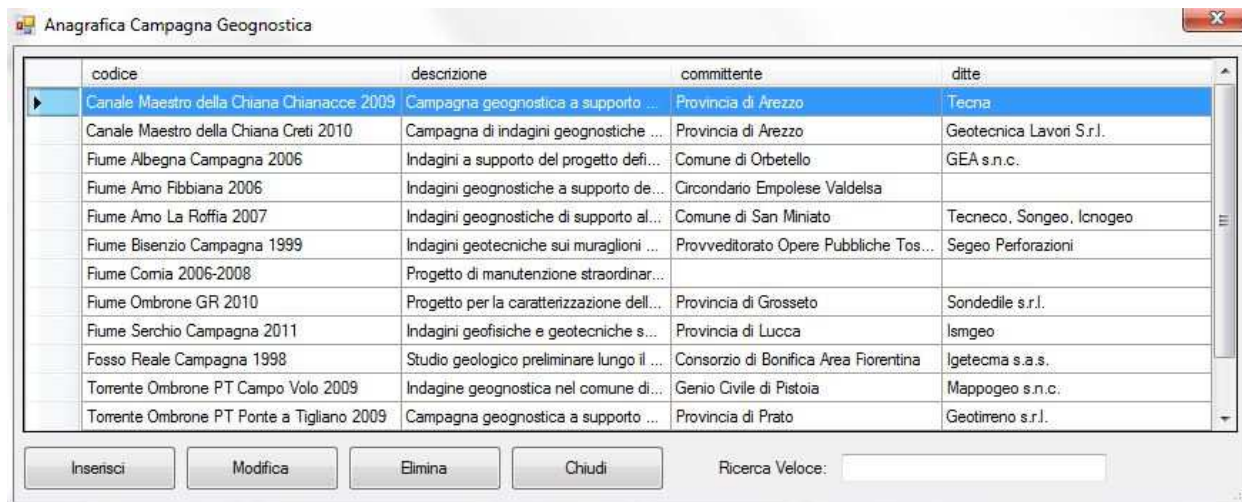


Fig. 4-14

“Inserimento Caratterizzazioni Campagna”: è la maschera di inserimento delle caratterizzazioni geotecniche dei materiali ricavabili da una campagna geognostica (Fig. 4-14). Una volta selezionata e/o creata una campagna geognostica, è possibile aggiungere una o più caratterizzazioni geotecniche. I parametri richiesti, da inserire nella maschera evidenziata in Fig. 4-16, sono da specificare per i 2 strati in cui viene schematizzata geotecnicamente la sezione arginale, ovvero STRATO 1, identificativo dei terreni costituenti l’opera arginale (così come identificata dai 4 punti notevoli specificati nel file .dxf di importazione della sezione fluviale di appartenenza), e STRATO 2, identificativo dei terreni di fondazione sottostanti. Va inoltre specificata la quota iniziale della falda da utilizzare quale condizione iniziale nelle elaborazioni successive. Se tale valore risulta omissso, la quota iniziale della falda è assunta pari alla quota dell’alveo di magra individuato in fase di importazione della sezione fluviale.

“Modifica Caratterizzazioni Campagna”: è la maschera di modifica dei parametri geotecnici assegnati ad una caratterizzazione (Fig. 4-14).

“Assegna Caratterizzazione a Sezione”: è la maschera di assegnazione delle caratterizzazioni geotecniche alle sezioni arginali (Fig. 4-18). È necessario specificare la campagna di indagine, la caratterizzazione geotecnica, il corso d’acqua e le sezioni fluviali di appartenenza degli argini da caratterizzare.

Ad ogni argine è possibile associare una sola caratterizzazione per ogni campagna di indagine.

“Modifica Caratterizzazioni Associate a Sezione”: è la maschera di modifica e/o eliminazione delle caratterizzazioni geotecniche associate alle sezioni arginali (Fig. 4-18).

Geognostica

Codice: Fiume Amo La Roffia 2007

Descrizione: Indagini geognostiche di supporto al Progetto definitivo della area di espansione di Roffia Cassa dei Piaggioni -

Committente: Comune di San Miniato

Ditta: Tecneco, Songeo, Icnogeo

Aggiungi Campagna

Caratterizzazioni

Codice: Unica Z Falda [m]:

STRATO 1 cu [kPa]: 93.7

Gamma [kN/mc]: 19.9 k [m/s]: 1.4E-07

phi' [°]: 30.6 n [%]: 33.34

c' [kPa]: 14.4 Classe: Franco limoso

STRATO 2 cu [kPa]:

Gamma [kN/mc]: 19 k [m/s]: 3.28E-05

phi' [°]: 32.205 n [%]: 39

c' [kPa]: 0 Classe: Sabbioso franco

Aggiungi Caratterizzazione

Assegna a Sezioni Chiudi

Fig. 4-15

Inserimento Parametri

Caratterizzazione:

Codice: Z Falda [m]:

STRATO 1 cu [kPa]:

Gamma [kN/mc]: k [m/s]:

phi' [°]: n [%]:

c' [kPa]: Classe: Sabbioso

STRATO 2 cu [kPa]:

Gamma [kN/mc]: k [m/s]:

phi' [°]: n [%]:

c' [kPa]: Classe: Sabbioso

Salva... Chiudi...

Fig. 4-16

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

Geognostica

Codice: Fiume Amo La Roffia 2007

Descrizione: Indagini geognostiche di supporto al Progetto definitivo della area di espansione di Roffia Cassa dei Piaggioni -

Committente: Comune di San Miniato

Ditta: Tecneco, Songeo, Icnogeo

Caratterizzazioni

Codice: Unica

Codice: Unica Z Falda [m]:

STRATO 1 cu [kPa]: 93.7

Gamma [kN/mc]: 19.9 k [m/s]: 1.4E-07

phi' [°]: 30.6 n [%]: 33.34

c' [kPa]: 14.4 Classe: Franco limoso

STRATO 2 cu [kPa]:

Gamma [kN/mc]: 19 k [m/s]: 3.28E-05

phi' [°]: 32.205 n [%]: 39

c' [kPa]: 0 Classe: Sabbioso franco

Salva Modifiche Elimina Chiudi

Fig. 4-17

Asigna Sezioni

Geognostica

Codice: Fiume Amo La Roffia 2007

Descrizione: Indagini geognostiche di supporto al Progetto definitivo della area di espansione di Roffia Cassa

Committente: Comune di San Miniato

Ditta: Tecneco, Songeo, Icnogeo

Corso d'Acqua

Corso d'acqua: Fiume Amo

Codice: N0020000000000000000

Visualizza Sezioni Storiche Acquisisci Sezioni da Qgis

Acquisisci Sezioni da QGis Acquisisci Corso d'Acqua da Qgis

Sezioni

01280_01

01270_01

01260_01

01250_01

01240_01

01230_01

01220_01

01210_01

01180_01

01170_01

01160_01

01150_01

01140_01

01120_01

01110_01

01100_01

Invia Sezioni QGis

Invia Corso QGis

Assegna Sezioni

Salva

Chiudi

Selezione la Caratterizzazione da Associare:

Codice: Unica

Z Falda [m]:

	Strato 1	Strato 2
Gamma [kN/mc]:	19.9	19
phi' [°]:	30.6	32.205
c' [kPa]:	14.4	0
cu [kPa]:	93.7	
k [m/s]:	1.4E-07	3.28E-05
n [%]:	33.34	39
Classe:	Franco limoso	Sabbioso franco

	Argine Sinistro				Argine Destro
	SX1	SX2	SX3		DX1
14765_02	<input checked="" type="checkbox"/>				14765_02
14682_02	<input type="checkbox"/>				14682_02
14617_02	<input type="checkbox"/>				14617_02
14584_02	<input type="checkbox"/>				14584_02
14550_02	<input type="checkbox"/>				14550_02
14509_02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			14509_02
14497_02	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			14497_02
14486_02	<input type="checkbox"/>				14486_02
14421_02	<input type="checkbox"/>				14421_02
14334_02	<input type="checkbox"/>				14334_02
14315_02	<input type="checkbox"/>				14315_02
14213_02					14213_02
14206_02					<input checked="" type="checkbox"/> 14206_02
14188_02	<input type="checkbox"/>				14188_02

Selezione Tutto Selezione tutto per l'Argine SX1
 Deselezione Tutto Deselezione tutto per l'Argine SX1

Selezione Tutto Selezione tutto per l'Argine DX1
 Deselezione Tutto Deselezione tutto per l'Argine DX1

Fig. 4-18

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

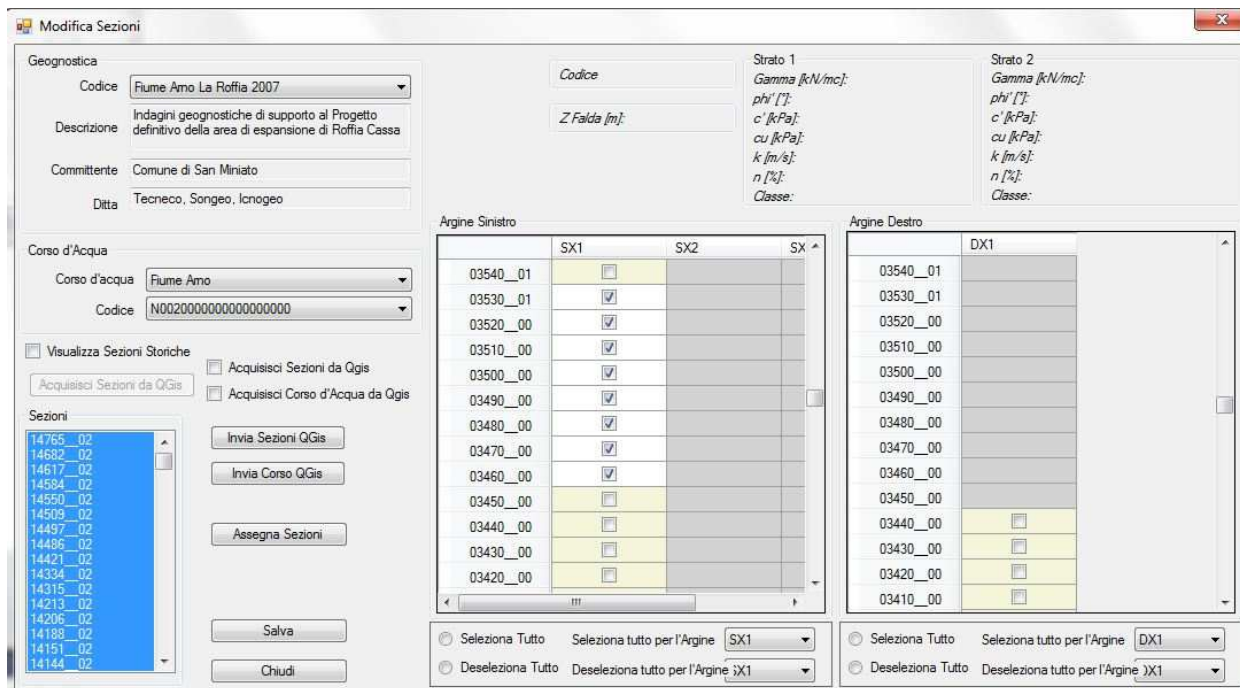


Fig. 4-19

4.4 Menù "Livelli Idrometrici"

In questa voce di menù sono contenuti tutti i comandi necessari per le operazioni di input e la gestione dei dati idraulici relativi alle sezioni fluviali. Il menù attivato si presenta come in Fig. 4-13.

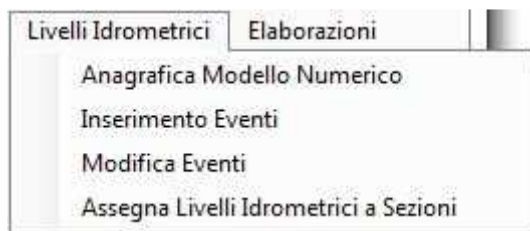


Fig. 4-20

"Anagrafica Modello Numerico" è la maschera di inserimento dell'anagrafica del modello idraulico da cui derivano i livelli idrometrici da associare alle sezioni fluviali (Fig. 4-14). È possibile inserire, modificare e/o eliminare una modello idraulico cliccando i relativi tasti.

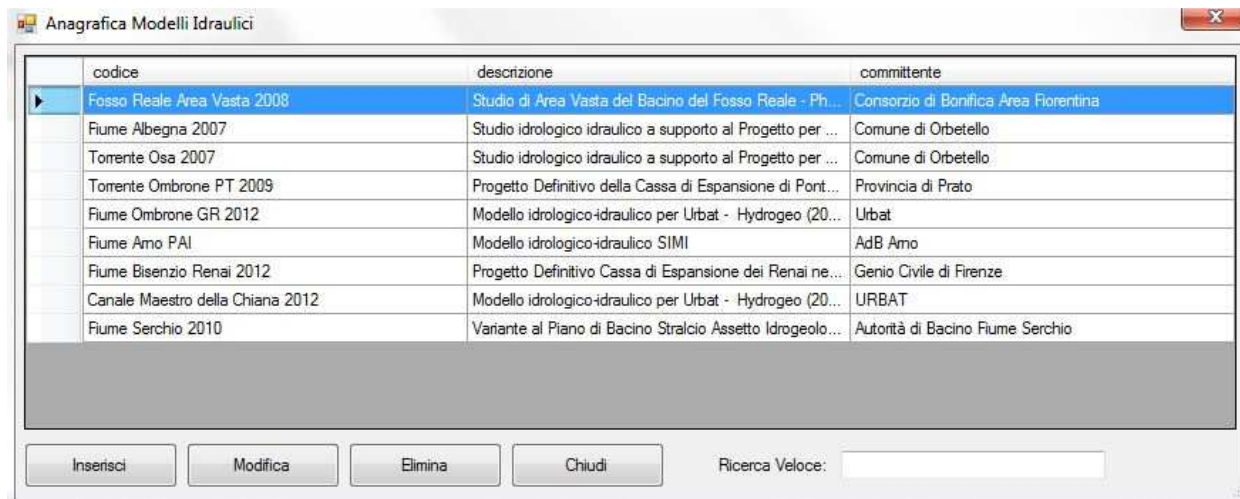


Fig. 4-21

“Inserimento Eventi”: è la maschera di inserimento degli eventi di piena associati ad un modello idraulico (Fig. 4-14). Una volta selezionato e/o creato un modello idraulico, è possibile aggiungere uno o più eventi di piena. I dati richiesti, da inserire nella maschera evidenziata in Fig. 4-16, sono il codice identificativo, il tipo di evento (sintetico o reale), il tempo di ritorno, la durata dell'evento, la durata totale dell'idrogramma, il passo temporale di discretizzazione ed eventuali note.

“Modifica Eventi”: è la maschera di modifica degli eventi di piena associati ad un modello idraulico (Fig. 4-24).

“Assegna Livelli Idrometrici a Sezioni”: è la maschera di assegnazione dei livelli idrometrici relativi agli eventi di piena alle sezioni fluviali (Fig. 4-25). È necessario specificare il modello idraulico, l'evento di piena, il corso d'acqua e le sezioni fluviali alle quale assegnare i livelli idrometrici.

The image shows a software window titled "Modello" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into two main sections: "Modello:" and "Eventi:".

Modello:

Codice	Fiume Amo PAI
Descrizione	Modello idrologico-idraulico SIMI
Committente	AdB Amo

Aggiungi Modello

Eventi:

Nome	TR030-D24
Tipo	Sintetico
Tr [anni]	30
Dh [ore]	24
Dtot [ore]	48
Step [min]	60
Note	

Aggiungi Evento

Assegna Livelli a Eventi Chiudi

Fig. 4-22

The 'Inserimento Nuovo Evento' dialog box contains the following fields and controls:

- Nome:
- Tipo:
- Tr [anni]:
- Dh [ore]:
- Dtot [ore]:
- Step [min]:
- Note:
- Buttons: Salva..., Chiudi...

Fig. 4-23

The 'Modifica Evento' dialog box is divided into two sections: 'Modello' and 'Evento'.

Modello

- Codice:
- Descrizione:
- Committente:

Evento

- Nome:
- Nome:
- Tipo:
- Tr [anni]:
- Dh [ore]:
- Dtot [ore]:
- Step [min]:
- Note:
- Buttons: Salva Modifiche, Elimina, Chiudi

Fig. 4-24

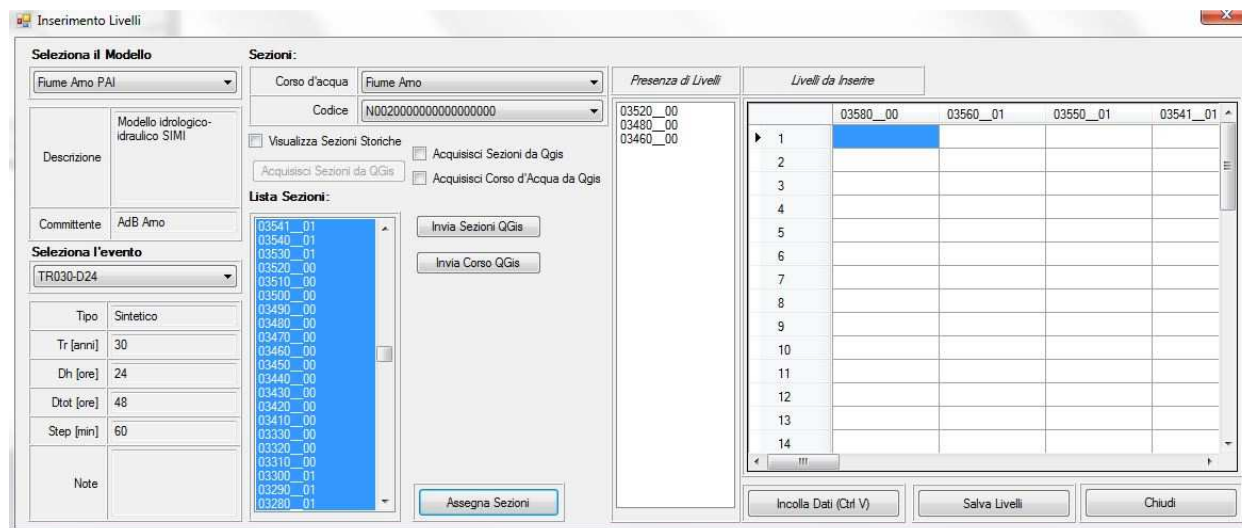


Fig. 4-25

4.5 Menù "Elaborazioni"

In questa voce di menù sono contenuti tutti i comandi necessari per le operazioni elaborazione e restituzione dei risultati. Il menù attivato si presenta come in

Fig. 4-26.



Fig. 4-26

“Calcola Indici di Propensione Approccio Completo”: è la maschera di elaborazione per il calcolo degli indici di propensione al collasso secondo l'APPROCCIO COMPLETO (Fig. 4-27).

È necessario innanzitutto specificare il corso d'acqua e le sezioni fluviali sulle quali eseguire l'elaborazione. Tale selezione può essere eseguita anche per via grafica attraverso il collegamento con l'interfaccia geografica QGIS.

Cliccando sul tasto “Conferma Selezione Sezioni” verranno riempiti i 2 riquadri “Modellistica” e “Geognostica” con tutti e soli i modelli idraulici e le campagne geognostiche associate alle sezioni selezionate e non ancora elaborate.

Spuntando i Modelli e le Campagne desiderate e cliccando su “Conferma Selezione Modelli e Geognostiche” verranno popolati tre menù ad albero rispettivamente in:

- “Sezioni da Elaborare”: per ogni sezione fluviale selezionata verranno elencati in cascata le arginature presenti, le caratterizzazioni geognostiche e gli eventi di piena ad essi associati. L'elenco ricomprende le sole combinazioni non ancora elaborate e quindi selezionabili;
- “Elaborazioni già effettuate”: per ogni sezione fluviale selezionata verranno elencati in cascata le arginature presenti, le caratterizzazioni geognostiche e gli eventi di piena ad essi associati. L'elenco ricomprende le sole combinazioni già elaborate e quindi non selezionabili;
- “Sezioni non elaborabili”: è l'elenco delle sezioni fluviali selezionate non elaborabili in quanto non sono presenti modelli idraulici e/o caratterizzazioni geotecniche tra quelli selezionati che risultano associati a tali sezioni.

Una volta effettuata la selezione delle combinazioni di calcolo da eseguire dal menù “Sezioni da Elaborare”, occorre cliccare su tasto “Elabora”. Spuntando l'opzione “Salva Log Elaborazioni per Singola Sezione” verrà salvato in un file di log delle elaborazioni svolte per singola sezione fluviale nella cartella dedicata (C:\Utente\Documenti\Urbat\Log_Elaborazioni\Modello_Completo\). In ogni caso, nella stessa cartella verrà salvato un log di sintesi generale delle elaborazioni svolte.

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

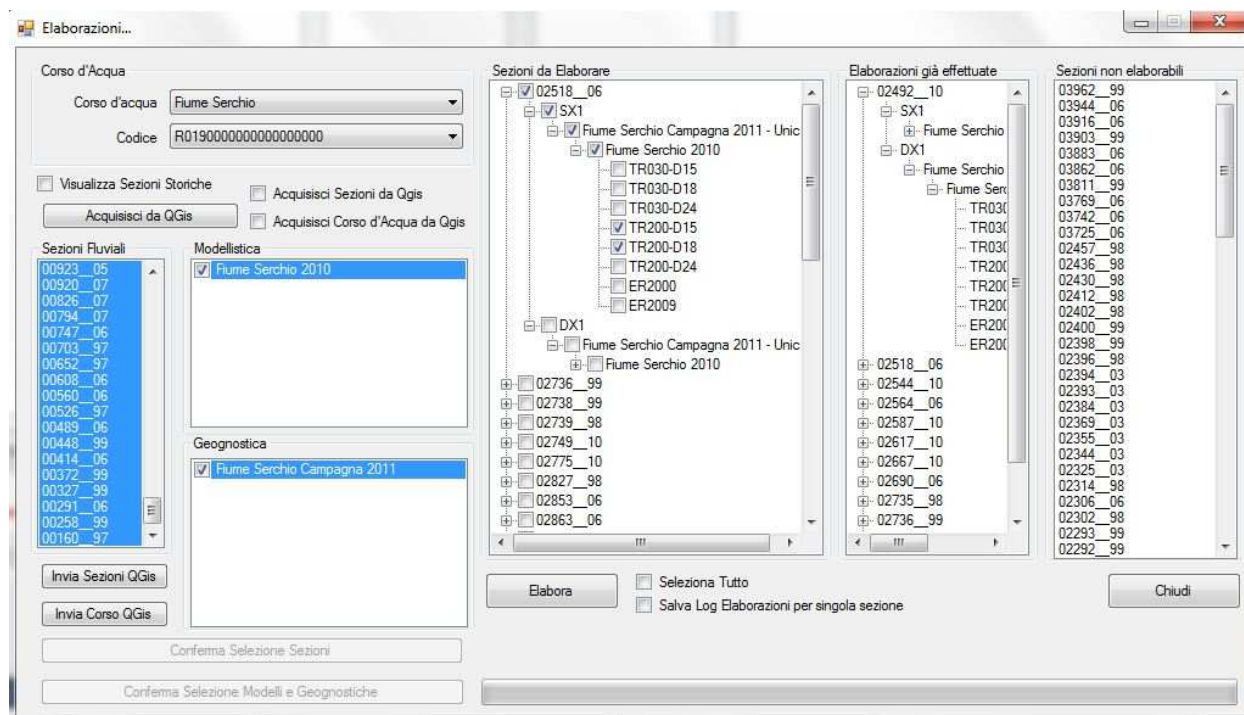


Fig. 4-27

“Calcola Indici di Propensione Approccio Semplificato”: è la maschera di elaborazione per il calcolo degli indici di propensione al collasso secondo l'APPROCCIO SEMPLIFICATO (Fig. 4-28).

È necessario innanzitutto specificare il corso d'acqua e le sezioni fluviali sulle quali eseguire l'elaborazione. Tale selezione può essere eseguita anche per via grafica attraverso il collegamento con l'interfaccia geografica QGIS.

Cliccando sul tasto “Conferma Selezione Sezioni” verranno riempiti i 2 riquadri “Geognostica” e “Regionalizzazioni” con tutte e sole le campagne geognostiche associate alle sezioni selezionate e non ancora elaborate e tutti gli strati relativi alle regionalizzazione dei parametri geotecnici dei terreni superficiali.

Spuntando le Campagne e le Regionalizzazioni desiderate e cliccando su “Conferma Selezione Geognostiche e Regionalizzazioni” verranno popolati tre menù ad albero rispettivamente in:

- “Sezioni da Elaborare”: per ogni sezione fluviale selezionata verranno elencati in cascata le arginature presenti, le caratterizzazioni geognostiche e le regionalizzazioni ad essi associati. L'elenco ricomprende le sole combinazioni non ancora elaborate e quindi selezionabili;
- “Elaborazioni già effettuate”: per ogni sezione fluviale selezionata verranno elencati in cascata le arginature presenti, le caratterizzazioni geognostiche e le regionalizzazioni ad essi associati. L'elenco ricomprende le sole combinazioni già elaborate e quindi non selezionabili;
- “Sezioni non elaborabili”: è l'elenco delle sezioni fluviali selezionate non elaborabili in quanto non sono presenti dati geotecnici regionalizzati e/o caratterizzazioni geotecniche tra quelli selezionati che risultano associati a tali sezioni.

Una volta effettuata la selezione delle combinazioni di calcolo da eseguire dal menù “Sezioni da Elaborare”, occorre cliccare su tasto “Elabora”. Spuntando l'opzione “Salva Log Elaborazioni per Singola Sezione” verrà salvato in un file di log delle elaborazioni svolte per singola sezione fluviale nella cartella dedicata (C:\Utente\ \Documenti\Urbat\Log_Elaborazioni\Modello_Semplificato\). In ogni caso, nella stessa cartella verrà salvato un log di sintesi generale delle elaborazioni svolte.

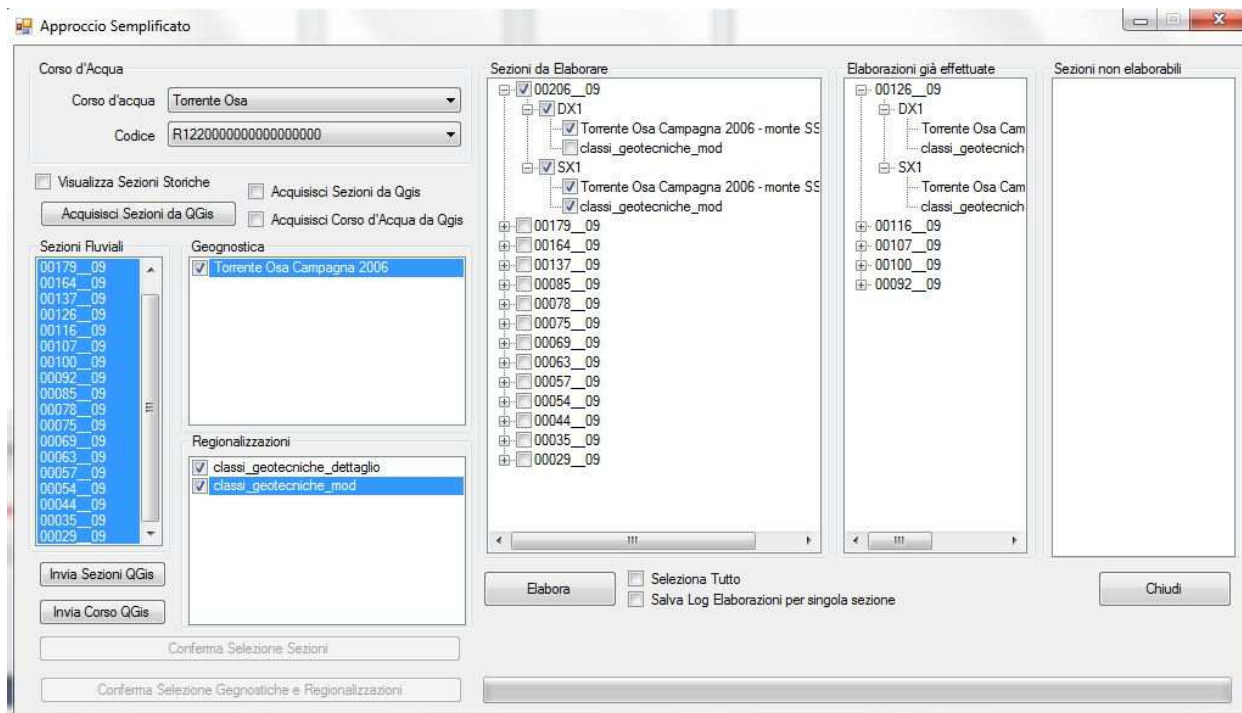


Fig. 4-28

“Esporta Risultati”: è la maschera di esportazione dei risultati delle elaborazioni già effettuate (Fig. 4-29). È necessario specificare il Tipo di Elaborazione (Approccio Completo o Approccio Semplificato), il corso d’acqua e le sezioni fluviali. La selezione di corso d’acqua e/o sezioni fluviali può essere eseguita anche per via grafica attraverso il collegamento con l’interfaccia geografica QGis. In funzione della selezione effettuata, nel riquadro di sinistra denominato “Risultati” verranno elencate le elaborazioni già effettuate e salvate nel database.

Per l’export dei risultati basterà selezionare le simulazioni desiderate e cliccare il pulsante “Export”. Il risultato verrà salvato in un file di log per singola sezione fluviale nella cartella dedicata (C:\Utente\ \Documenti\Urbat\Log_Elaborazioni\Export_Risultati\).

“Elimina Risultati”: è la maschera di eliminazione dei risultati delle elaborazioni già effettuate (Fig. 4-30). È necessario specificare il Tipo di Elaborazione (Approccio Completo o Approccio Semplificato), il corso d’acqua e le sezioni fluviali.

Attenzione: Selezionando una sezione fluviale, verranno eliminati i risultati di TUTTE le elaborazioni effettuate su tale sezione. NON è possibile eliminare una singola elaborazione.

RELAZIONE DI SINTESI, MANUALE D'USO E MODELLO DI GEOPROCESSING

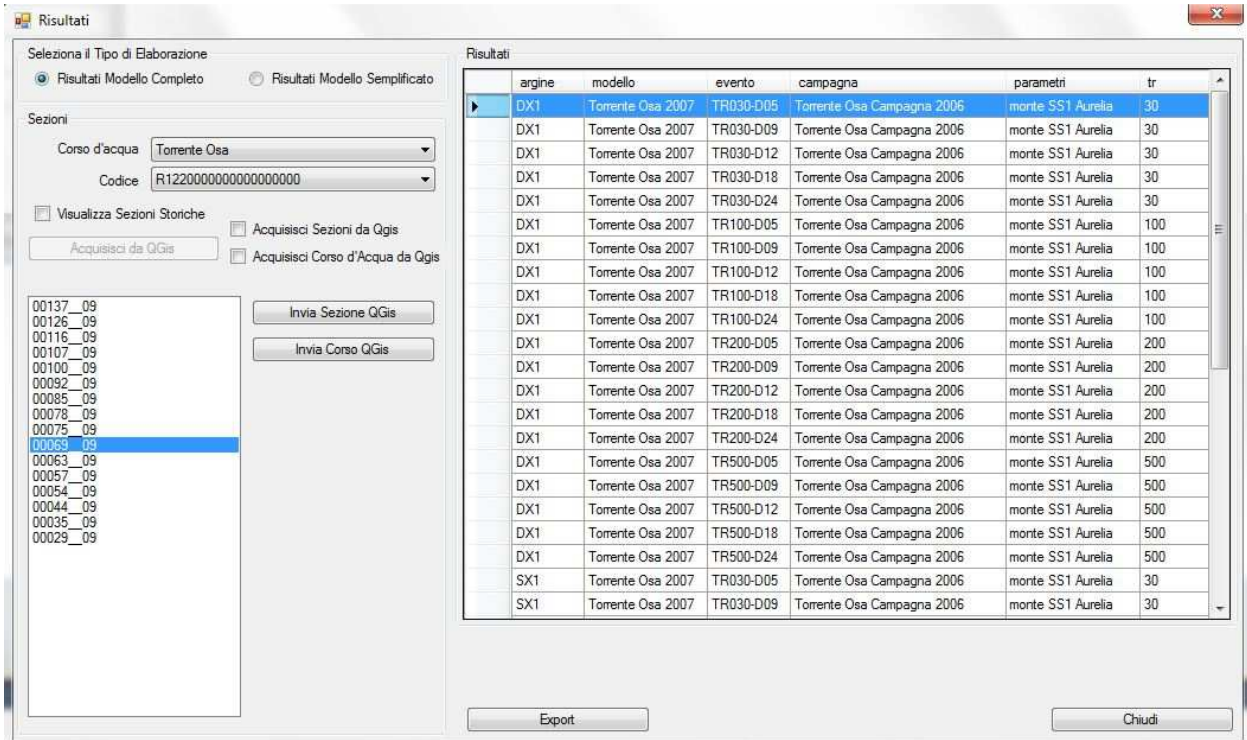


Fig. 4-29

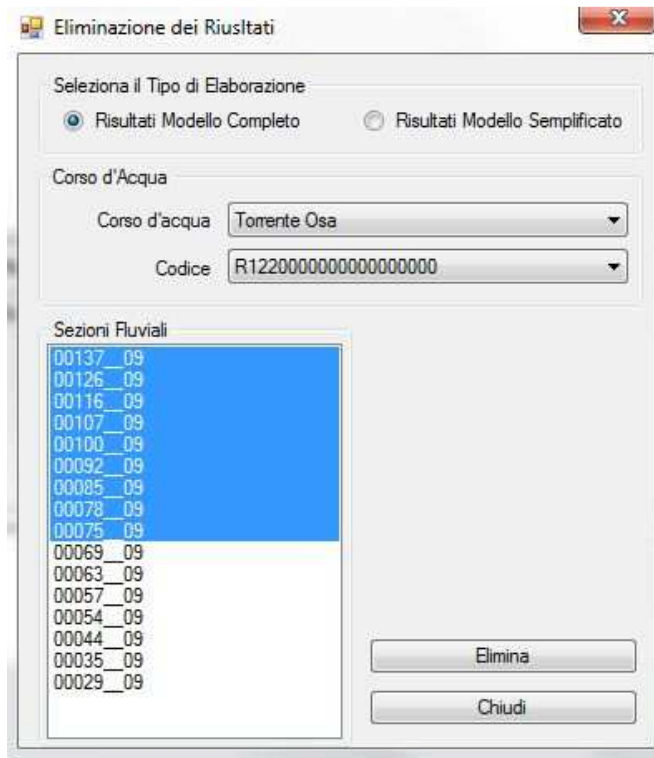


Fig. 4-30

5. Plugin QGis

Il plugin QHydrogeo è un'estensione Python per il software QuantumGIS 1.8, volta alla visualizzazione, l'interrogazione e l'elaborazione dei dati di natura geografica elaborati dal software di modellazione.

5.1 Caricamento del plugin

All'apertura di QGis il plugin dovrà essere attivato tramite il gestore plugin (Fig. 5-1), spuntando il flag di attivazione (Fig. 5-2).

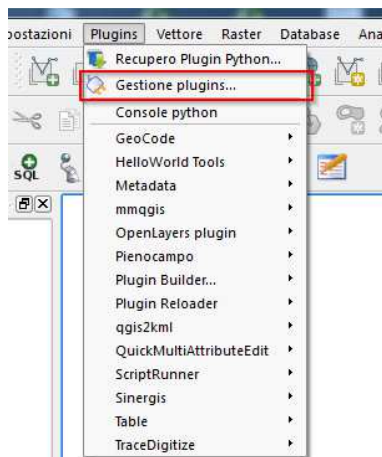


Fig. 5-1

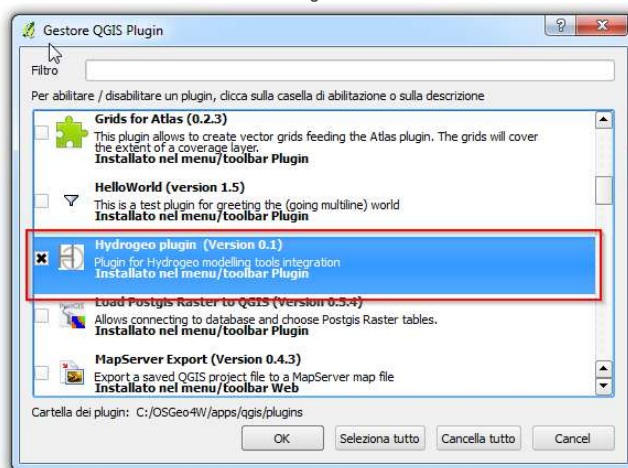


Fig. 5-2

Adesso è possibile avviare la toolbox, contenente le funzionalità del plugin, tramite la voce di menù (Fig. 5-3) o l'icona nella toolbar di QGis (Fig. 5-4).

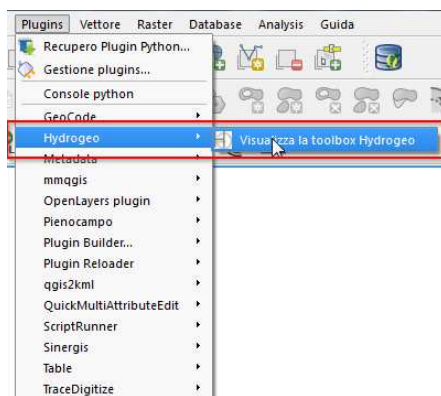


Fig. 5-3



Fig. 5-4

Dopo aver inserito le proprie credenziali (Fig. 5-5), la toolbox comparirà in una barra laterale di QGis, a destra dell'area di mappa (Fig. 5-6).



Fig. 5-5



Fig. 5-6

I tool sono rappresentati in albero, suddivisi per gruppi di funzionalità.

- **Corsi d'acqua:** accesso al layer geografico dei corsi d'acqua, funzioni di selezione e scambio dati con il software di analisi
- **Sezioni fluviali:** accesso al layer geografico dei corsi d'acqua, funzioni di selezione e scambio dati con il software di analisi
- **Elaborazioni:** strumenti per elaborazioni dati
- **Risultati:** visualizzazione dei risultati delle modellazioni numeriche eseguite nel software di analisi

Le azioni dei tool sono eseguite facendo doppio click sulla relativa voce.

5.2 Menù "Corsi d'Acqua"

"Visualizza tutti i corsi": Visualizzazione dell'intero layer lineare dei corsi d'acqua su cui è l'utente è abilitato.

"Visualizza selezione": Viene visualizzato soltanto il corso d'acqua indicato all'interno del software di analisi.

"Invia selezione": Se è stato selezionato un corso sulla mappa, questo verrà inviato al software di analisi.

5.3 Menù "Sezioni fluviali"

"Visualizza tutte le sezioni": Visualizzazione dell'intero layer lineare delle sezioni su cui è l'utente è abilitato.

"Visualizza sezioni da tratto di corso": Con questo tool è possibile indicare sulla mappa un tratto di corso d'acqua e visualizzare le sezioni localizzate in tale tratto (Fig. 5-7).

Avviando il tool viene visualizzato un indicatore puntuale rosso sulla mappa, che segue i movimenti del mouse. Nelle vicinanze di un corso d'acqua l'indicatore si posiziona con precisione sull'asta del corso. Con un primo click del mouse verrà fissata la posizione iniziale del tratto che si vuole indicare, e apparirà un secondo indicatore. Con un doppio click del mouse verrà fissata la seconda posizione, che permetterà al tool di filtrare le sezioni sulla base del tratto indicato.

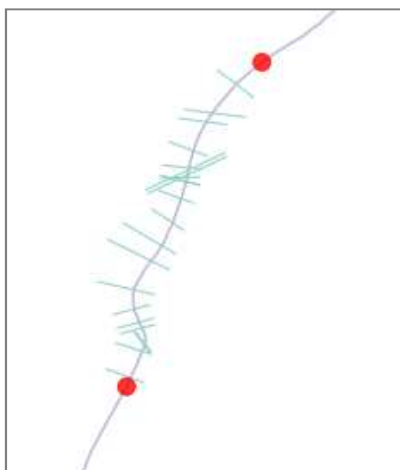


Fig. 5-7

"Visualizza selezione": Vengono visualizzate soltanto le sezioni indicate all'interno del software di analisi.

"Invia selezione": Se sono state selezionate delle sezioni sulla mappa, queste verranno inviate al software di analisi.

5.4 Menù "Elaborazioni"

"Estrai profilo da linee": Con questo strumento è possibile generare un profilo topografico a partire da un DTM (che dovrà essere preventivamente caricato in QGIS in forma di layer raster) e da un layer vettoriale lineare.

Il tool richiede che non sia abilitata la funzione di riproiezione al volo di QGIS. Ciò può essere verificato accedendo alle Proprietà del progetto di QGIS (Fig. 5-8), tramite il menù Impostazioni -->Proprietà progetto.

I layer (e il progetto QGIS) devono essere in uno dei seguenti sistemi di riferimento/proiezioni:

- WGS84 lat/lon (EPSG:4326) o UTM Fuso 32N (EPSG:32632)
- Gauss Boaga Est (EPSG:3003)
- ED50/UTM Fuso 32N (EPSG:23032)

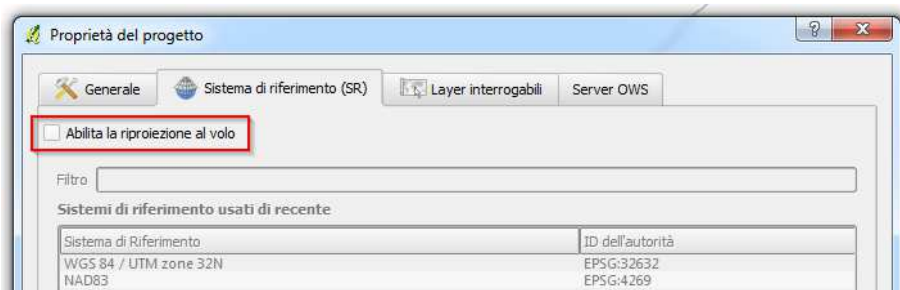


Fig. 5-8

All'avvio del tool viene mostrata una finestra (Fig. 5-9) dalla quale si potranno scegliere i layer su cui eseguire il profilo, ed eventualmente se eseguire l'elaborazione soltanto sugli elementi (feature) lineari preventivamente selezionati (1).

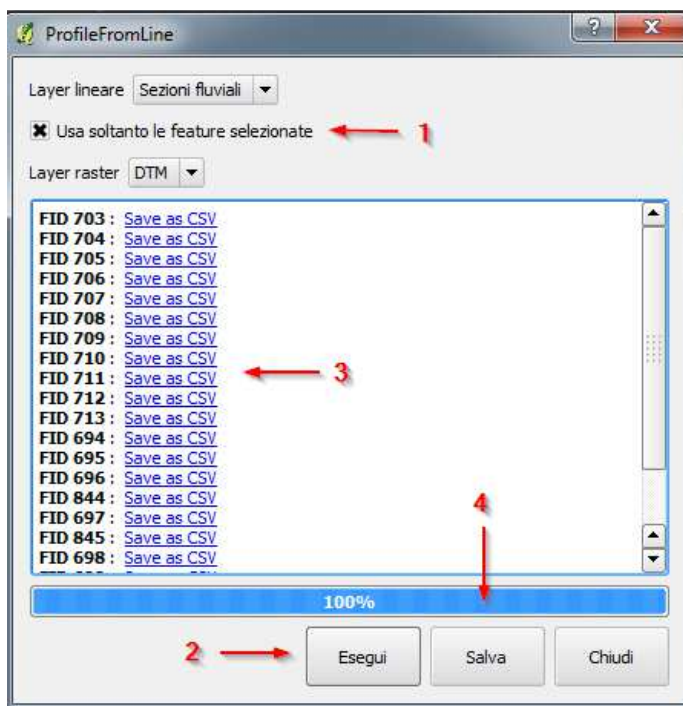


Fig. 5-9

Premendo su Esegui (2) verrà generato un profilo per ogni elemento lineare. Questi potranno essere salvati come file CSV (3) o essere salvati nel DB interno dell'applicazione (4) per poter essere impiegati dal software di analisi.

5.5 Menu "Risultati"

"Indici prop. collasso": Tramite questo tool è possibile visualizzare, in forma di layer puntuale tematizzato, gli indici di propensione al collasso elaborati all'interno del software di analisi.

Se sono stati preventivamente selezionati uno o più corsi d'acqua, o una o più sezioni, verranno visualizzati soltanto gli indici relativi alla selezione.

Al suo avvio viene mostrata una finestra (Fig. 5-10) nella quale sarà possibile selezionare gli indici relativi alle simulazioni d'interesse:

- **Tempo di ritorno**
 - Tutti: gli indici relativi a tutte le simulazioni eseguite
 - Evento Reale: solo gli indici relativi alle simulazioni basate su eventi reali
 - 30/100/200/500: gli indici elaborati per i diversi tempi di ritorno (eventi sintetici)
- **Indice di propensione al collasso**
 - Tutti: tutti i tipi di indice
 - Is: indice di propensione al collasso per sifonamento
 - Im: indice di propensione al collasso per instabilità di massa
 - If: indice di propensione al collasso per filtrazione

Per ogni combinazione di Tempo di ritorno / tipo di indice verrà generato un layer puntuale, tematizzato in base alle diverse classi di rischio.

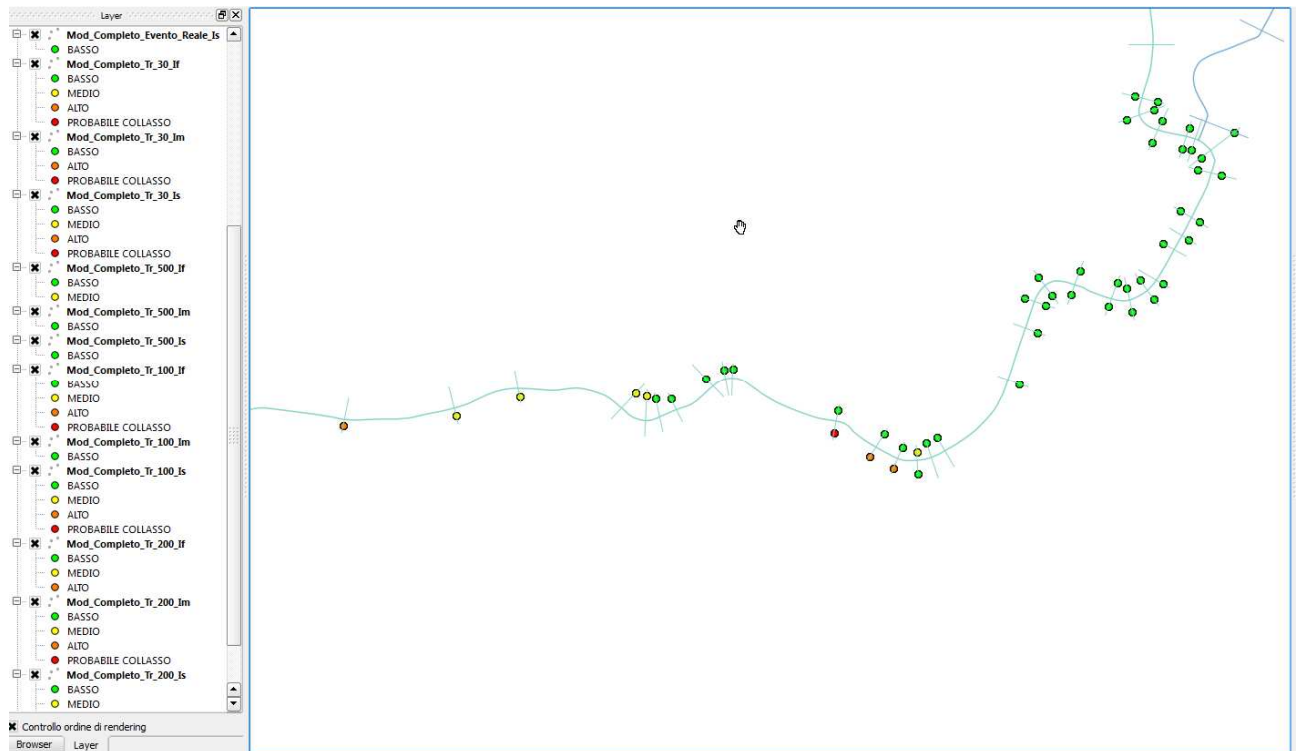


Fig. 5-10

“Indici prop. collasso semplificato” :In questo caso viene caricato un unico layer puntuale relativo all'indice di propensione al collasso semplificato.

6. Richiami teorici e sintesi della metodologia di calcolo



Il sistema software permette l'analisi ed il calcolo dei fenomeni fisici che concorrono alla valutazione dello stato di efficienza delle strutture arginali: filtrazione, sifonamento ed instabilità strutturale.

Tale approccio consente l'identificazione dei possibili meccanismi di collasso arginale e, tramite la definizione di classi di propensione al collasso basate su criteri tecnici oggettivi, consente l'individuazione dei criteri di valutazione del rischio sul territorio.

Il software mette a disposizione dell'utente 2 diverse metodologie di calcolo:

- La prima è un approccio di tipo **COMPLETO**, che valuta lo stato di efficienza delle strutture arginali fluviali in maniera esaustiva prendendo in esame tutti i fenomeni fisici in gioco (filtrazione, sifonamento e stabilità) e valutando la suscettibilità al collasso della struttura arginale durante gli eventi di piena;
- La seconda è un approccio di tipo **SEMPLIFICATO**, che stima la propensione al collasso arginale sulla base di criteri geometrici e geotecnici che permettono una verifica di stabilità globale di tipo semplificato.

Nella tabella sottostante si riportano le analisi numeriche implementabili in ragione dei dati disponibili.

 dati non utilizzati
 dati utilizzati

casistica	GEO	IDRA	GR	GM	Approccio
caso 1	x	x	x	x	completo
caso 2	x	x		x	completo
caso 3	x	x	x	x	semplificato
caso 4	x	x		x	semplificato
caso 5	x	x	x		semplificato
caso 6	x		x	x	semplificato
caso 7	x			x	semplificato
caso 8	x		x		semplificato
caso 9	x	x			nessuna analisi
caso 10	x				nessuna analisi

GEO = caratterizzazione geometrica

IDRA = caratterizzazione idraulica

GR = caratterizzazione geotecnica da strati informativi regionali

GM = caratterizzazione geotecnica da indagini in situ

Nei paragrafi seguenti si riportano i dettagli della metodologia di calcolo adottata nei 2 approcci (**COMPLETO** e **SEMPLIFICATO**) sintetizzati nelle tabelle sottostanti.

Approccio completo	filtrazione	profili di filtrazione tempo-varianti nei 2 materiali (argine e fondazione)
	sifonamento	- principio del superamento del gradiente critico (PIPING) - principio dell'annullamento delle tensioni efficaci (HEAVING) Il primo dà effetti sul paramento di valle e misura la propensione all'innescio del fenomeno di piping nel paramento a campagna; il secondo individua il possibile sollevamento di terreno soggetto a sottopressioni.
	stabilità a fiume	analisi all'equilibrio limite tempo-variante per la determinazione di FS
		nel passo temporale con FS minimo: determinazione di FSS (fattore di sicurezza rapido svaso) (no azione stabilizzante dell'acqua a fiume)
stabilità a campagna	analisi all'equilibrio limite tempo-variante per la determinazione di FS	

Approccio semplificato	filtrazione	nessuna analisi
	sifonamento	nessuna analisi
	stabilità a fiume	determinazione di FS da abachi
	stabilità a campagna	determinazione di FS da abachi

6.1 Approccio **COMPLETO**

6.1.1 Dati di base

L'approccio di tipo **COMPLETO** per le verifiche dei rilevati arginali, richiede la conoscenza dei seguenti dati di base:

- *dati di tipo geometrico*: la caratterizzazione geometrica dei rilevati arginali desumibili dalle sezioni fluviali oggetto di rilievo topografico;
- *dati di tipo geotecnico*: la caratterizzazione geotecnica dei terreni, costituenti le arginature e l'imposta delle stesse, desumibili da campagne di indagine;
- *dati di tipo idraulico*: livelli idrometrici che insistono sulla sezione fluviale, derivanti da modellazioni idrologiche idrauliche su eventi sintetici e/o da registrazioni su eventi reali.

6.1.2 Analisi geometrica

La sezione arginale viene innanzitutto elaborata al fine di renderla utilizzabile nelle successive analisi.

Lo schema geometrico richiesto in ingresso alle elaborazioni successive è il risultato delle seguenti operazioni:

- Lettura dei punti dell'intera sezione fluviale da database;
- Individuazione dell'argine attraverso i 4 punti notevoli, definiti in fase di importazione della sezione;
- Definizione della sezione sulla quale cimentare le verifiche (estensione della sezione arginale di un tratto significativo pari al massimo alla larghezza arginale alla base, sia lato fiume che lato campagna);
- Orizzontalizzazione della sezione arginale secondo lo schema geometrico standard richiesto dalle elaborazioni successive (polilinea monotona crescente lato campagna, monotona decrescente lato fiume);
- Semplificazione della sezione arginale mediante l'algoritmo di *Douglas-Peucker* (algoritmo per la riduzione del numero di punti in una polilinea).
- Scrittura nel database della sezione arginale semplificata.

6.1.3 Analisi di filtrazione

Per l'analisi dei moti di filtrazione all'interno del corpo arginale e dei relativi terreni di fondazione il software utilizza un modello di filtrazione, i cui fondamenti teorici sono riportati al paragrafo seguente.

6.1.3.1 Simbologia

Nella descrizione del metodo di calcolo della filtrazione, salvo dove non diversamente specificato, si adatterà la seguente simbologia:

t [sec]	step temporale di calcolo
x [m]	progressiva di avanzamento del fronte umido lungo l'orizzontale
y [m]	progressiva di avanzamento del fronte umido lungo la verticale
z [m s.l.m.]	quota rispetto ad un riferimento
h [m s.l.m.]	carico idraulico
k [m/s]	coefficiente di filtrazione a saturazione
n [%]	porosità del terreno
θ_s [-]	contenuto d'acqua a saturazione
θ_i [-]	contenuto d'acqua iniziale
M [m]	differenza tra il contenuto d'acqua a saturazione e quello iniziale
H [m s.l.m.]	livello idrometrico in alveo
S_s [m]	potenziale di suzione del fronte umido, rappresenta la risalita capillare nel suolo

RL [m/m] parametro di riferimento per la valutazione del fenomeno di filtrazione all'interno del corpo arginale, pari al massimo rapporto tra progressiva di filtrazione e larghezza del paramento arginale.

6.1.3.2 Fondamenti teorici

Il modello analitico utilizzato è un modello di filtrazione in terreni naturali che valuta la propagazione del fronte bagnato che separa il suolo saturo dagli strati nelle condizioni originarie di saturazione, non ancora raggiunti dall'acqua infiltrata.

Il moto di filtrazione viene descritto applicando l'equazione di Green-Ampt a singoli tubi di flusso monodirezionali.

Il modello originario proposto da Green-Ampt descrive l'infiltrazione progressiva in un terreno naturale in condizioni di flusso verticale, sotto le seguenti ipotesi semplificative:

- suolo omogeneo con contenuto idrico iniziale uniforme lungo tutto il profilo interessato e movimento dell'acqua "a pistone" lungo la verticale z;
- fronte di umidificazione orizzontale che separa una zona sovrastante satura ($\theta_s = n$) da una zona inferiore non satura, con contenuto d'acqua pari a quello iniziale (θ_i).

Il modello si basa sull'applicazione dell'equazione di continuità ad una colonna cilindrica di suolo compresa tra la superficie ed il fronte umido che ha raggiunto la condizione di saturazione, uguagliando il tasso di infiltrazione verticale alla velocità di filtrazione di Darcy.

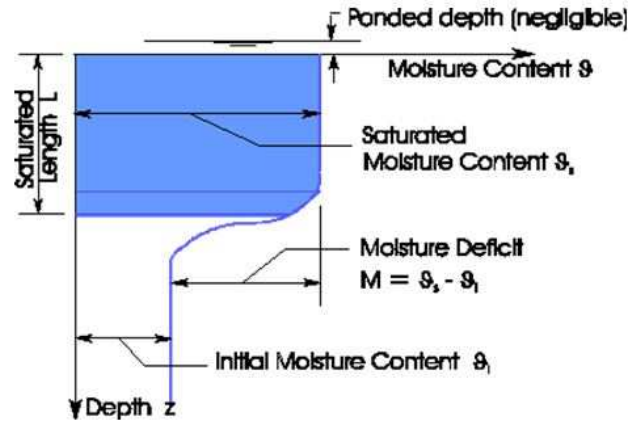
Equazione di continuità applicata ad una colonna cilindrica di suolo:

$$F(t) = (\theta_s - \theta_i) \cdot L(t)$$

Legge di Darcy:

$$f(t) = \frac{dL(t)}{dt} = -k \frac{\partial h}{\partial z}$$

dove: $F(t)$ = infiltrazione cumulata;
 $f(t)$ = tasso di infiltrazione;
 θ_s = contenuto d'acqua a saturazione;
 θ_i = contenuto d'acqua iniziale.



Per l'analisi del fenomeno di filtrazione nei rilevati arginali è stato esteso il modello succitato per riprodurre anche le condizioni di moto orizzontale. Si perviene così alla seguente formulazione:

MODELLO DI GREEN E AMPT APPLICATO AGLI ARGINI FLUVIALI

FLUSSO ORIZZONTALE

$$M \frac{dx}{dt} = k \frac{H(t) - z + S_s}{x}$$

FLUSSO VERTICALE

$$M \frac{dy}{dt} = k \frac{H(t) - z + y + S_s}{y}$$

6.1.3.3 Implementazione del modello

Le ipotesi di lavoro sono le seguenti:

- Terreni idraulicamente omogenei isotropi;
- Caratterizzare geotecnica di due strati significativi (argine e fondazione);
- Problema piano;
- Variabilità della sollecitazione idraulica nel tempo;
- Caratterizzazione geometrica completa della sezione fluviale.

Il modello permette di valutare la risposta dei rilevati arginali alle sollecitazioni idrauliche, fornendo l'andamento temporale del fronte di filtrazione risultante dalla combinazione di flussi verticali ed orizzontali, per ciascuna sezione di calcolo.

Ogni sezione viene schematizzata attraverso una griglia di calcolo a maglia rettangolare. In particolare vengono identificate verticali di filtrazione (identificate in corrispondenza dei punti di ciascun tratto orizzontale^(*) della sezione arginale lato fiume) ed orizzontali di filtrazione (comprese tra la quota di coronamento arginale e la quota minima della sezione, ed estese di 10 m sotto tale quota, con passo massimo di 50 cm).

^(*) per tratto orizzontale si intende un tratto a pendenza inferiore al 20% dove si assume che sia prevalente la componente di filtrazione orizzontale.

In corrispondenza dei nodi vengono calcolate le seguenti distribuzioni:

- carichi piezometrici totali;
- pressioni interstiziali;
- gradienti idraulici.

I valori delle progressive di filtrazione all'interno della struttura arginale calcolate su ciascuna orizzontale di filtrazione sono stati confrontati con la larghezza complessiva del rilevato alla quota corrispondente. Il massimo rapporto tra tali 2 valori (di seguito RL) è il parametro utilizzato per stimare la quota parte di rilevato interessata dal fenomeno di filtrazione (zona satura).

Condizioni iniziali

La quota della falda all'istante iniziale dell'analisi è stata assunta pari al valore inserito nella caratterizzazione geotecnica. Laddove questa non sia specificata, viene assunta pari alla quota dell'alveo di magra.

Condizioni al contorno

L'arginatura viene sollecitata dall'evento di piena associato alla sezione fluviale di appartenenza, selezionato in fase di definizione dell'elaborazione.

Caratteristiche idrauliche dei materiali

Per caratterizzare da un punto di vista idraulico ogni terreno tipo, si utilizzano i valori della caratterizzazione associata all'arginatura. I parametri dello strato 1 sono utilizzati per il rilevato arginale, quelli dello strato 2 caratterizzano invece lo strato di fondazione.

Passi temporali

Il modello richiede la definizione dei passi temporali in cui calcolare i profili di filtrazione e le distribuzioni dei carichi, dei gradienti e delle pressioni interstiziali. Il passo temporale adottato dal software è pari a 5 minuti.

6.1.4 Analisi di sifonamento

Per le verifiche a sifonamento del corpo arginale vengono analizzati due fenomeni:

- PIPING,
- HEAVING.

6.1.4.1 Simbologia

Nella descrizione del metodo di calcolo del sifonamento, salvo dove non diversamente specificato, si adatterà la seguente simbologia:

t [sec]	step temporale di calcolo
x [m]	progressiva di avanzamento del fronte umido lungo l'orizzontale
y [m]	progressiva di avanzamento del fronte umido lungo la verticale
z [m s.l.m.]	quota rispetto ad un riferimento
h [m s.l.m.]	carico idraulico
n [%]	porosità del terreno
i [m/m]	gradiente idraulico
ic [m/m]	gradiente idraulico critico
σ [kPa]	tensione totale
σ' [kPa]	tensione efficace
u [kPa]	pressione interstiziale
PI [m/m]	parametro di riferimento per la valutazione del fenomeno di sifonamento (PIPING) sul paramento di valle del rilevato arginale, pari al minimo rapporto tra gradiente critico e gradiente idraulico raggiunto
HE [m/m]	parametro di riferimento per la valutazione del fenomeno di sifonamento (heaving) per annullamento delle tensioni efficaci, pari al minimo rapporto tra tensioni efficaci e tensioni totali.

6.1.4.2 Fondamenti teorici

Il *piping* è un fenomeno dinamico di rottura, che generalmente si sviluppa a partire dall'unghia di valle dell'opera arginale e procede in forma regressiva verso monte fino a formare cavità tubolari (pipe) nella massa di terreno di fondazione o del rilevato, oppure più frequentemente sulla superficie di contatto fondazione-struttura. Per individuare la condizione di innesco del *piping* occorre confrontare i valori del gradiente idraulico raggiunti sul paramento di valle dell'opera arginale con il suo valore critico:

$$i = \frac{dh}{dx} \leq i_c$$

Per la stima del valore del gradiente critico si fa riferimento alla formulazione di Carman-Kozeny che lega la cadente piezometrica alle principali caratteristiche del materiale. Nell'ipotesi di moto laminare (moto in tubi capillari) e diametro delle particelle con-

frontabile con le dimensioni dei meati, si ottiene un valore del gradiente critico dipendente dalla porosità del materiale secondo la seguente formula:

$$i_c = 0.43 \frac{1-n}{n}$$

La rottura per *heaving* si verifica nel terreno quando le forze di filtrazione agenti in direzione opposta alle forze di massa raggiungono valori elevati in grado di annullare la tensione verticale efficace. Il controllo della stabilità al sifonamento *heaving* si esegue pertanto verificando che il valore della pressione interstiziale instabilizzante risulti non superiore al valore della tensione totale stabilizzante.

$$\sigma' = \sigma - u \geq 0$$

6.1.4.3 Implementazione del modello

Dai risultati dell'analisi di filtrazione possono essere ricavate le prime indicazioni sulla risposta dei rilevati arginali ai fenomeni di rottura per sifonamento.

Nel caso in cui il fronte di saturazione arrivi ad interessare il paramento arginale a campagna (RL=1), viene effettuata la verifica a *piping* mediante il confronto tra gradienti idraulici calcolati e gradiente critico.

Il parametro di riferimento utilizzato per la valutazione del fenomeno di *piping* è PI, definito come il minimo rapporto tra gradiente critico ed gradiente misurato. La distribuzione dei gradienti idraulici è mutuata dall'analisi di filtrazione.

La distribuzione delle pressioni interstiziali permette di valutare il fenomeno di sifonamento prodotto dai moti di filtrazione, inteso come annullamento delle tensioni efficaci (*heaving*).

Il minimo rapporto tra tensioni efficaci e tensioni totali (di seguito HE) registrato all'interno del corpo arginale viene utilizzato per effettuare la verifica a sifonamento. Valori non negativi di tale parametro assicurano l'assenza di *heaving*.

6.1.5 Analisi di stabilità globale

Le verifiche di stabilità vengono effettuate utilizzando il metodo dell'equilibrio limite secondo le formulazioni di Bishop semplificato e Janbu semplificato.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate. I fondamenti teorici dei metodi di calcolo sono riportati in ai paragrafi seguenti.

6.1.5.1 Simbologia

Nella descrizione del metodo di calcolo della stabilità, salvo dove non diversamente specificato, si adatterà la seguente simbologia:

l_b [m]	lunghezza della base della striscia
α_b [°]	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
l [m]	lunghezza della sommità della striscia
α [°]	angolo della sommità della striscia rispetto all'orizzontale
b [m]	larghezza della striscia $b = l_b \cos(\alpha_b) = l \cos(\alpha)$
ϕ' [°]	angolo di attrito lungo la base della striscia
c' [kPa]	coesione efficace lungo la base della striscia
c_u [kPa]	coesione non drenata lungo la base della striscia
γ [kN/mc]	peso di volume naturale del terreno
γ_w [kN/mc]	peso di volume dell'acqua
u_b [kPa]	pressione interstiziale
U_b [kN/m]	risultante delle dei carichi di pressione interstiziale alla base della striscia
U [kN/m]	risultante dei carichi idraulici alla sommità della striscia
W [kN/m]	peso della striscia
N [kN/m]	sforzo normale alla base della striscia
T [kN/m]	sforzo di taglio alla base della striscia
F [-]	fattore di sicurezza

6.1.5.2 Fondamenti teorici

Per le verifiche di stabilità globale delle strutture arginali si utilizza, nell'ambito dei metodi all'equilibrio limite, il metodo delle strisce. Sulla sezione trasversale dell'opera arginale si ipotizza una superficie cilindrica di scorrimento potenziale, e si suddivide idealmente la porzione di terreno compresa tra tale superficie e la superficie topografica in n conci mediante $n-1$ tagli verticali, non necessariamente di uguale larghezza, ma tali che l'arco di cerchio alla base di ciascuno di essi ricada interamente in un unico tipo di terreno.

Il concio i -esimo ha larghezza pari a b_i e peso pari a W_i . La corda dell'arco di cerchio alla base del concio è inclinata di un angolo α_{bi} rispetto all'orizzontale. E_i ed X_i sono le componenti normale e tangenziale delle forze interconco. N_i e T_i sono le componenti normale e tangenziale della reazione del concio sulla superficie di scorrimento, U_{bi} è la risultante delle pressioni interstiziali agenti alla base del concio, U_i è la risultante del carico idraulico esterno sulla sommità del concio.

Le ipotesi generalmente ammesse dai metodi alle strisce sono:

1. Stato di deformazione piano (ovvero superficie cilindrica e trascurabilità degli effetti tridimensionali),
2. Arco di superficie di scorrimento alla base approssimabile con la sua corda,
3. Comportamento del terreno rigido-plastico e criterio di rottura di Mohr-Coulomb,
4. Coefficiente di sicurezza uguale per la componente di coesione e di attrito e unico per tutti i conci.

Il fattore di sicurezza, F , è definito come il fattore di cui deve essere ridotta la resistenza disponibile per portare la massa in uno stato di equilibrio limite lungo la superficie scelta, ovvero:

$$F = \frac{\text{resistenze}_{\text{disponibili}}}{\text{sforzo}_{\text{di}_{\text{taglio}_{\text{agente}}}}} = \frac{\tau}{\tau_m}$$

Per un'analisi in termini di tensioni efficaci, le resistenze disponibili τ vengono espresse dal criterio di rottura di Mohr-Coulomb in condizioni drenate:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \phi'$$

Per un'analisi in termini di tensioni totali, le resistenze disponibili sono definite invece dal criterio di rottura di Mohr-Coulomb in condizioni non drenate:

$$\tau = c_u$$

Combinando le relazioni di cui sopra, si ricava (in termini di tensioni efficaci) l'espressione delle forze di taglio agenti sulla generica striscia:

$$T = \frac{\tau \cdot l_b}{F} = \frac{c' \cdot l_b + (N - u_b \cdot l_b) \cdot \tan \phi'}{F}$$

Nella formulazione generale del metodo dell'equilibrio limite globale su una superficie di scorrimento circolare vengono utilizzate le 4 equazioni di equilibrio seguenti:

1. Equilibrio delle forze verticali sul singolo concio:

$$-W_i - U_i \cos \alpha_i + (X_{Ri} - X_{Li}) + N_i \cos \alpha_{bi} + T_i \sin \alpha_{bi} = 0$$
2. Equilibrio delle forze orizzontali sul singolo concio:

$$U_i \sin \alpha_i + (E_{Ri} - E_{Li}) - N_i \sin \alpha_{bi} + T_i \cos \alpha_{bi} = 0$$
3. Equilibrio globale dei momenti:

$$\sum W_i (x_c - x_{wi}) + \sum U_i \cos \alpha_i (x_c - x_{ui}) - \sum U_i \sin \alpha_i (y_c - y_{ui}) - \sum T_i R = 0$$
4. Equilibrio globale delle forze orizzontali:

$$\sum T_i \cos \alpha_{bi} - \sum N_i \sin \alpha_{bi} - \sum U_i \sin \alpha_i = 0$$

Il sistema di equazioni ha un numero di incognite superiore al numero di equazioni e quindi è un sistema indeterminato. Per ridurre il numero di incognite è necessario introdurre alcune ipotesi semplificative. I diversi metodi delle strisce differiscono appunto sulle ipotesi semplificative assunte. Due dei più diffusi sono il metodo di Bishop semplificato ed il metodo di Janbu semplificato.

Metodo di Bishop semplificato

Il metodo di Bishop semplificato si basa sulle seguenti assunzioni:

- forze interconco orizzontali ($X_R = X_L = 0$)
- superficie di scorrimento circolare

e sulle seguenti equazioni di equilibrio:

- equilibrio delle forze verticali sul singolo concio

- equilibrio globale dei momenti

Dalla prima equazione si ricava la risultante delle forze normali agenti alla base del concio, N, dalla seconda si calcola il fattore di sicurezza F:

$$N = \frac{W + U \cos \alpha - \frac{c'l_b - U_b \tan \phi'}{F} \sin \alpha_b}{\cos \alpha_b + \frac{\sin \alpha_b \tan \phi'}{F}}$$

$$F = \frac{\sum (c'l_b + (N - U_b) \tan \phi') R}{\sum W(x_c - x_w) + \sum U \cos \alpha (x_c - x_u) - \sum U \sin \alpha (y_c - y_u)}$$

Entrambe le equazioni sono funzione di F, per cui il sistema va risolto per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F per il calcolo di N, da inserire nella seconda equazione per il calcolo di F, ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Metodo di Janbu semplificato

Il metodo di Janbu semplificato si basa sulle seguenti assunzioni:

- forze interconcio orizzontali ($X_R = X_L = 0$)

e sulle seguenti equazioni di equilibrio:

- equilibrio delle forze verticali sul singolo concio,
- equilibrio globale delle forze orizzontali,

Dalla prima equazione si ricava la risultante delle forze normali agenti alla base del concio, N, dalla seconda si calcola il fattore di sicurezza F:

$$N = \frac{W + U \cos \alpha - \frac{c'l_b - U_b \tan \phi'}{F} \sin \alpha_b}{\cos \alpha_b + \frac{\sin \alpha_b \tan \phi'}{F}}$$

$$F = \frac{\sum (c'l_b + (N - U_b) \tan \phi') \cos \alpha_b}{\sum N \sin \alpha_b - \sum U \sin \alpha}$$

Entrambe le equazioni sono funzione di F, per cui il sistema va risolto per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F per il calcolo di N, da inserire nella seconda equazione per il calcolo di F, ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

6.1.5.3 Implementazione del modello

A partire dalle distribuzioni delle pressioni interstiziali ricavate dal modello di filtrazione descritto ai paragrafi precedenti, viene effettuata la verifica di stabilità secondo i due metodi di Bishop e Janbu.

Per tale verifica, si sono utilizzati i valori dei parametri geotecnici della campagna di indagini, schematizzando geotecnicamente la sezione arginale in due strati distinti (strato 1 = argine e strato 2 = fondazione).

Metodo di calcolo

L'analisi di stabilità viene effettuata utilizzando il metodo dell'equilibrio limite secondo le formulazioni di Bishop e Janbu.

Condizioni iniziali

La quota della falda all'istante iniziale dell'analisi è stata assunta pari al valore inserito nella caratterizzazione geotecnica. Laddove questa non sia specificata, viene assunta pari alla quota dell'alveo di magra.

Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno sono rappresentate dai risultati dell'analisi di filtrazione. Le verifiche di stabilità sono condotte agli stessi passi temporali dell'analisi di filtrazione, assumendo come fronte bagnato e come distribuzione delle pressioni interstiziali quel-

li ricavati da detta analisi. Viene inoltre introdotta la spinta idrostatica relativa alla massa d'acqua esterna all'arginatura, quale contributo stabilizzante.

Caratteristiche geotecniche dei materiali

Per caratterizzare da un punto di vista geotecnico ogni terreno tipo, si utilizzano i valori della caratterizzazione associata all'arginatura. I parametri dello strato 1 sono utilizzati per il rilevato arginale, quelli dello strato 2 caratterizzano invece lo strato di fondazione.

Passi temporali

Il passo temporale adottato dal software è pari a 5 minuti.

Simulazioni

Vengono eseguite verifiche dei paramenti a fiume e a campagna sugli stessi scenari idraulici utilizzati per l'analisi di filtrazione, dalla quale si è mutuata la distribuzione di pressioni interstiziali.

Le verifiche vengono effettuate sia in termini di tensioni efficaci che in termini di tensioni totali, in funzione della caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti argine e fondazione.

Per ciascun argine vengono individuate fino a 30 superfici di rottura a fiume (15 per le verifiche in termini di tensioni efficaci e 15 per le verifiche in termini di tensioni totali) e fino a 6 superfici di rottura a campagna (3 per le verifiche in termini di tensioni efficaci e 3 per le verifiche in termini di tensioni totali), su ciascuna delle quali viene eseguita la verifica di stabilità secondo le formulazioni di Bishop e Janbu.

Per ciascuna superficie lato fiume vengono calcolati:

- $F_b(t)$: andamento temporale del fattore di sicurezza secondo Bishop in condizioni ordinarie (tenendo conto della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna),
- $F_j(t)$: andamento temporale del fattore di sicurezza secondo Janbu in condizioni ordinarie (tenendo conto della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna),
- $F_{b,ss}(t)$: andamento temporale del fattore di sicurezza secondo Bishop in condizioni di rapido svaso (no contributo della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna),
- $F_{j,ss}(t)$: andamento temporale del fattore di sicurezza secondo Bishop in condizioni di rapido svaso (no contributo della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna),

Per ciascuna superficie lato campagna vengono calcolati:

- $F_b(t)$: andamento temporale del fattore di sicurezza secondo Bishop,
- $F_j(t)$: andamento temporale del fattore di sicurezza secondo Janbu.

Sulla base dei risultati ottenuti, vengono individuate le superfici critiche a fiume ed a campagna e stimati i seguenti parametri:

- FSf: fattore di sicurezza minimo lato sollecitazione idrometrica (da intendere come verifica del paramento sollecitato dai livelli idrometrici) in condizioni ordinarie (tenendo conto della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna);
- FSSf: fattore di sicurezza lato sollecitazione idrometrica (da intendere come verifica del paramento sollecitato dai livelli idrometrici) in condizioni di rapido svaso (no contributo della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna), nell'istante in cui si verifica il valore FSf;
- FSc: fattore di sicurezza minimo lato opposto alla sollecitazione idrometrica (da intendere come verifica del paramento opposto a quello sollecitato dai livelli idrometrici).

6.2 Approccio SEMPLIFICATO

6.2.1 Dati di base

L'approccio di tipo SEMPLIFICATO per le verifiche dei rilevati arginali, richiede la conoscenza dei seguenti dati di base:

- *dati di tipo geometrico*: la caratterizzazione geometrica dei rilevati arginali desumibili dalle sezioni fluviali oggetto di rilievo topografico;
- *dati di tipo geotecnico*: la caratterizzazione geotecnica dei terreni, costituenti le arginature e l'imposta delle stesse, desumibili da campagne di indagine o in alternativa da strati informativi regionalizzati.

6.2.2 Analisi geometrica

In maniera del tutto analoga alla trattazione del modello Completo, la sezione arginale viene elaborata al fine di renderla utilizzabile nelle successive analisi.

Lo schema geometrico richiesto in ingresso alle elaborazioni successive è il risultato delle seguenti operazioni:

- Lettura dei punti dell'intera sezione fluviale da database;

- Individuazione dell'argine attraverso i 4 punti notevoli, definiti in fase di importazione della sezione;
- Definizione della sezione sulla quale cimentare le verifiche (estensione della sezione arginale di un tratto significativo pari al massimo alla larghezza arginale alla base, sia lato fiume che lato campagna);
- Orizzontalizzazione della sezione arginale secondo lo schema geometrico standard richiesto dalle elaborazioni successive (polilinea monotona crescente lato campagna, monotona decrescente lato fiume);
- Semplificazione della sezione arginale mediante l'algoritmo di *Douglas-Peucker* (algoritmo per la riduzione del numero di punti in una polilinea).
- Scrittura nel database della sezione arginale semplificata.

6.2.3 Analisi di stabilità globale

A partire dalle caratteristiche geometriche e geotecniche del rilevato arginale, è possibile stimare il valore del fattore di sicurezza per la stabilità globale sia lato fiume che lato campagna utilizzando una soluzione grafica a partire da abachi.

6.2.3.1 Fondamenti teorici

Analisi in termini di Tensioni Efficaci

Si basa sulla soluzione grafica proposta da Bishop & Morgenstern (1960) (Fig.6-1).

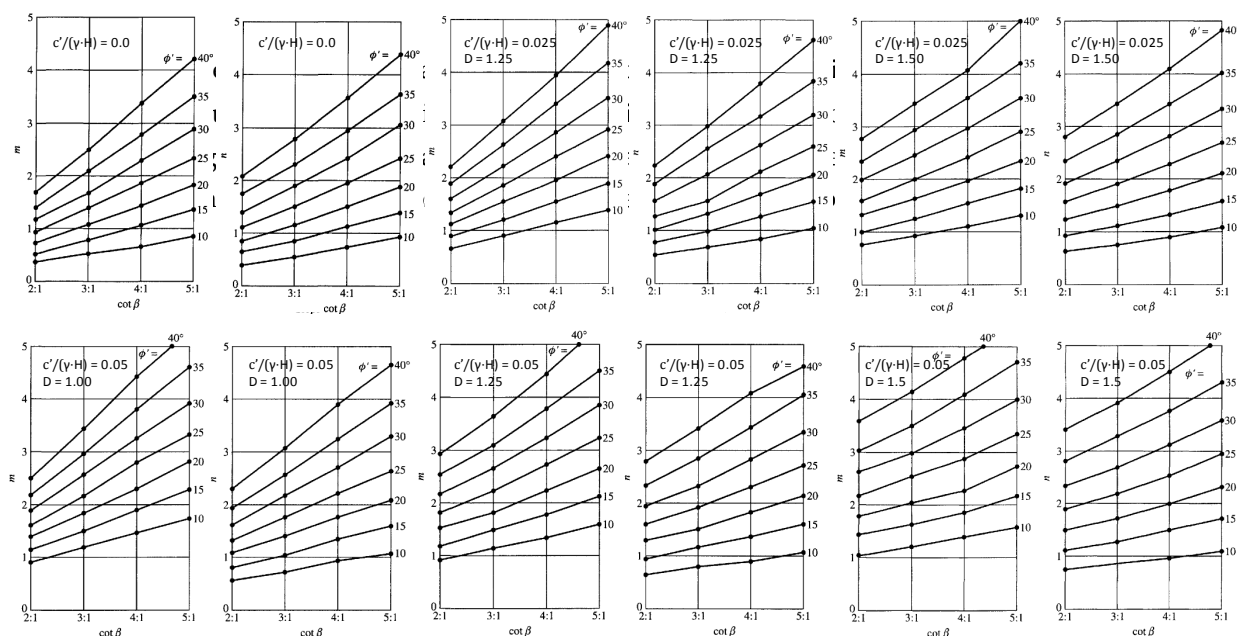


Fig.6-1

Caratterizzazione geometrica

Il rilevato arginale è geometricamente definito dall'altezza H e dalla pendenza β del paramento

Caratterizzazione geotecnica

Terreno omogeneo caratterizzato meccanicamente dai parametri c' , ϕ' , γ e dal criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Ipotesi sul metodo di calcolo

Le curve sono ricavate utilizzando il metodo di Bishop semplificato (1955)

Procedimento di calcolo

Note l'altezza H del rilevato, la pendenza β del paramento ed le caratteristiche meccaniche del terreno, si calcola il parametro

$N = \frac{c'}{\gamma H}$ ed m , in funzione delle curve proposte da Bishop e Morgenstern. Il fattore di sicurezza risultante è dato da:

$$F = f(N, m).$$

Analisi in termini di Tensioni Totali

Si basa Basato sulla soluzione grafica proposta da Taylor (1948) (Fig.6-2).

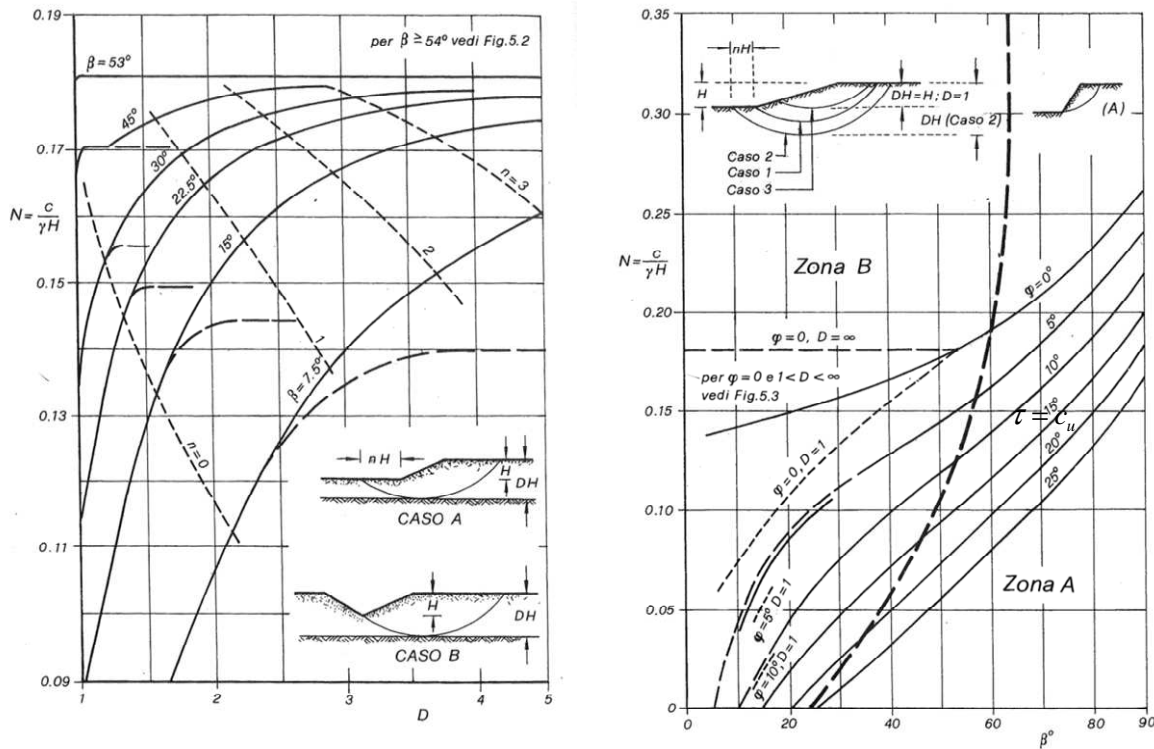


Fig.6-2

Caratterizzazione geometrica

Il rilevato arginale è definito dall'altezza H e dalla pendenza β del paramento

Caratterizzazione geotecnica

Terreno omogeneo caratterizzato meccanicamente dai parametri c_u e γ e dal criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Ipotesi sul metodo di calcolo

Le curve sono ricavate utilizzando il metodo del cerchio di attrito (Taylor, 1937)

Procedimento di calcolo

Note l'altezza H del rilevato, la pendenza β del paramento ed le caratteristiche meccaniche del terreno, si calcola il parametro

$$N = \frac{\gamma H}{c_u} \text{ ed } m, \text{ in funzione delle curve proposte da Taylor. Il fattore di sicurezza risultante è dato da: } F = f(N, m).$$

6.2.3.2 Implementazione del modello

Le verifiche sull'arginatura vengono eseguite sia sul paramento a fiume che sul paramento a campagna. In tale analisi non viene preso in esame il contributo dell'acqua, né l'effetto instabilizzante delle pressioni neutre né quello stabilizzante della spinta idrostatica della massa d'acqua esterna.

In funzione della caratterizzazione geotecnica del materiale arginale (unico strato), il software esegue verifiche in termini di tensioni efficaci e/o totali.

Si determina così un fattore di sicurezza per il paramento lato fiume, FSf, pari al minimo fattore di sicurezza risultante dalle verifiche lato fiume ed un fattore di sicurezza per il paramento lato campagna, FSc, pari al minimo fattore di sicurezza risultante dalle verifiche lato campagna. Il minimo tra i due valori succitati, determinerà l'assegnazione dell'indice di propensione dal collasso della struttura arginale.

7. Gli indici di propensione al collasso

Come già ampiamente descritto ai paragrafi precedenti, il software permette la elaborazione di 2 FAMIGLIE DI ANALISI:

- 1) APPROCCIO COMPLETO, realizzabile ove sono disponibili i seguenti dati:
 - a. geometria della sezione;
 - b. caratterizzazione geotecnica derivante da indagini in situ;
 - c. caratterizzazione idraulica della sezione per eventi con determinato tempo di ritorno (per ogni evento è necessario avere un idrogramma dei livelli idrometrici).
- 2) APPROCCIO SEMPLIFICATO, realizzabile a partire dalle seguenti informazioni minime:
 - a. geometria della sezione;
 - b. stima delle caratteristiche geotecniche dei materiali, a partire dagli strati informativi regionali o da caratterizzazione geotecnica derivante da indagini in situ;

Gli indici di propensione al collasso individuati per ciascuna sezione arginale oggetto di analisi sono i seguenti:

1. Indice di propensione al collasso per movimenti di massa: I_m (approcci COMPLETO e SEMPLIFICATO)
2. Indice di propensione al collasso per processi di filtrazione: I_f (approccio COMPLETO)
3. Indice di propensione al collasso per sifonamento: I_s (approccio COMPLETO)

7.1 Indice di propensione al collasso per movimenti di massa: I_m

7.1.1 Approccio Semplificato

FS = FATTORE DI SICUREZZA CALCOLATO COME MINIMO FRA VERIFICHE A CAMPAGNA ED A FIUME

Classe	intervalli
ALTA	$FS \leq 1.2$
MEDIA	$1.2 < FS \leq 1.4$
BASSA	$FS > 1.4$

7.1.2 Approccio Completo

Per ogni tempo di ritorno, viene calcolato il relativo indice di propensione al collasso I_m , secondo lo schema riportato di seguito.

F_{sf} = FATTORE DI SICUREZZA CALCOLATO IN CONDIZIONI STATICHE, A FIUME

F_{ss} = FATTORE DI SICUREZZA CALCOLATO IN CONDIZIONI STATICHE E RAPIDO SVASO A FIUME NEL PASSO TEMPORALE IN CUI SI REGISTRA IL MINIMO F_{sf}

F_{sc} = FATTORE DI SICUREZZA CALCOLATO IN CONDIZIONI STATICHE, A CAMPAGNA

Paramento	Classe	F_{ss}	Operatore logico	F_{sf}/F_{sc}
A FIUME	PROB. COLLASSO	$F_{ss} \leq 1$	O (F_{ss}, F_{sf})	$F_{sf} \leq 1$
	ALTA	$1 < F_{ss} \leq 1.2$	E (F_{ss}, F_{sf})	$1 < F_{sf} \leq 1.4$
	MEDIA	$1 < F_{ss} \leq 1.2$	E (F_{ss}, F_{sf})	$F_{sf} > 1.4$
		$F_{ss} > 1.2$	E (F_{ss}, F_{sf})	$1 < F_{sf} \leq 1.4$
	BASSA	$F_{ss} > 1.2$	E (F_{ss}, F_{sf})	$F_{sf} > 1.4$
A CAMPAGNA	PROB. COLLASSO	-	-	$F_{sc} \leq 1$
	ALTA	-	-	$1 < F_{sc} \leq 1.2$
	MEDIA	-	-	$1.2 < F_{sc} \leq 1.4$
	BASSA	-	-	$F_{sc} > 1.4$

Il risultato finale è un indice di propensione al collasso I_m (inteso come il minimo tra fiume (F_{sf}, F_{ss}) e campagna (F_{sc})) per ogni tempo di ritorno presente negli eventi considerati ed analizzati:

7.2 Indice di propensione al collasso per processi di filtrazione: I_f

7.2.1 Approccio Completo

RL = massimo rapporto tra progressiva di filtrazione e larghezza del paramento arginale alla quota di riferimento (RL compreso fra 0, nessuna filtrazione, a 1, filtrazione fino a paramento).

Per ogni tempo di ritorno, viene calcolato il relativo indice di propensione al collasso I_f , secondo lo schema riportato di seguito.

Classe	intervalli
PROB. COLLASSO	RL = 1
ALTA	0.8 <= RL < 1
MEDIA	0.6 <= RL <= 0.8
BASSA	RL < 0.6

Il risultato finale sarà quindi un indice di propensione I_f per ogni tempo di ritorno presente negli eventi considerati ed analizzati.

7.3 Indice di propensione al collasso per processi di filtrazione: I_s

7.3.1 Approccio Completo

PI = fattore di sicurezza a piping, calcolato come rapporto fra gradiente critico e gradiente atteso. Il gradiente è calcolato a partire dalla matrice dei carichi in relazione al paramento di valle, allorquando il fronte di filtrazione raggiunge il paramento a campagna; (PI=9999 se il fronte di filtrazione non raggiunge il paramento di valle);

HE = fattore di sicurezza al sollevamento secondo il principio dell'annullamento delle tensioni efficaci di Terzaghi. Diventa significativo quanto più ci si avvicina all'annullamento delle tensioni efficaci. Viene calcolato sia lato campagna che lato fiume, ma per il calcolo dell'indice di propensione al collasso si prende a riferimento solo il valore a campagna.

Per ogni tempo di ritorno avremo un abaco di riferimento dell'indice di propensione al collasso, I_s .

Classe	intervalli
PROB. COLLASSO	PI <= 1
ALTA	1 < PI <= 2
MEDIA	2 < PI <= 4
BASSA	PI > 4

Classe	intervalli
PROB. COLLASSO	HE <= 0
ALTA	0 < HE <= 0.25
MEDIA	0.25 < HE <= 0.5
BASSA	HE > 0.5

Il risultato finale sarà quindi un indice di propensione I_s (inteso come il minimo tra PI e HE) per ogni tempo di ritorno presente negli eventi considerati ed analizzati.

***Allegato A -
Schema Generale del Database***

