



CONSULTA PROVINCIALE
GEOLOGI FERRARESI

FERRARA E I TERREMOTI
VENT'ANNI DOPO

SALA ESTENSE 12 APRILE 2013

Convegno
FERRARA E I TERREMOTI VENT'ANNI DOPO
Prevenzione e riduzione rischio sismico

*Problematiche geologiche geotecniche rilevate
nell'iniziativa benefica dei Geologi Ferraresi
“Adotta un Monumento”*

*Relatori : Dr. Geol. Antonio Mucchi
Dr. Geol. Marilena Martinucci*

[illegible]

ADOPTA UN MONUMENTO

**INIZIATIVA DEI GEOLOGI FERRARESI CON IL PATROCINIO
DELL'ORDINE DEI GEOLOGI DELL'EMILIA ROMAGNA
RIVOLTO AI COMUNI COLPITI DAL SISMA DEL MAGGIO 2012**

I Sottoscritti geologi offrono gratuitamente la loro prestazione professionale
per la redazione della relazione geologica - geotecnica,
comprensiva di indagine in sito e prove di laboratorio per:

**RISTRUTTURAZIONE
DEL MUNICIPIO DI MIRABELLO**

i Sottoscritti:

Dott. Geof. Nasser Abu Zeid	Te.Am.Geofisica Srl
Dott. Geol. Corrado Ballotta	GEOHYDRODATA S.a.s.
Dott. Geol. Marilena Martinucci	EDILGEO studio geologico tecnico
Dott. Geol. Antonio Mucchi	Laboratorio Geotecnico Mucchi
Dott. Geol. Renato Sacchetti	SONGEO Srl
Dott. Ing. Riccardo Zoppellaro	Studio Geotecnico & Ambientale

Per il Comune Mirabello
Il Sindaco Angela Poltronieri

Per i Geologi Ferraresi
Dr. Geol. Marilena Martinucci

Mirabello, li 10.06.2012

ADOTTA UN MONUMENTO

INIZIATIVA DEI GEOLOGI FERRARESI CON IL PATROCINIO
DELL'ORDINE DEI GEOLOGI DELL'EMILIA ROMAGNA
RIVOLTO AI COMUNI COLPITI DAL SISMA DEL MAGGIO 2012

RISTRUTTURAZIONE DEL MUNICIPIO DI MIRABELLO



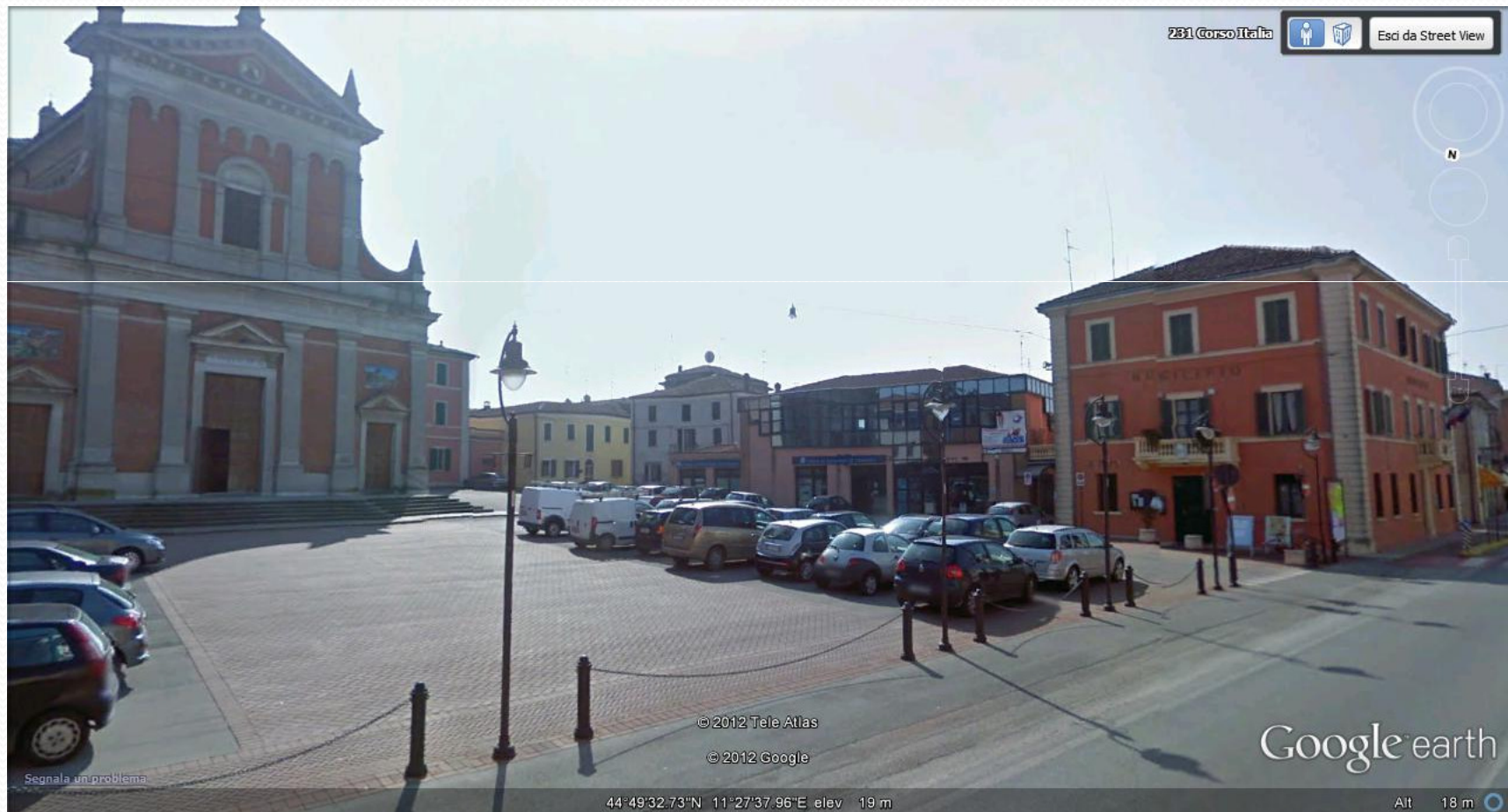
RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA
CON INDAGINE GEOGNOSTICA, SISMICA e ANALISI di LABORATORIO
secondo il D.M. 14 gennaio 2008 Norme Tecniche per le costruzioni

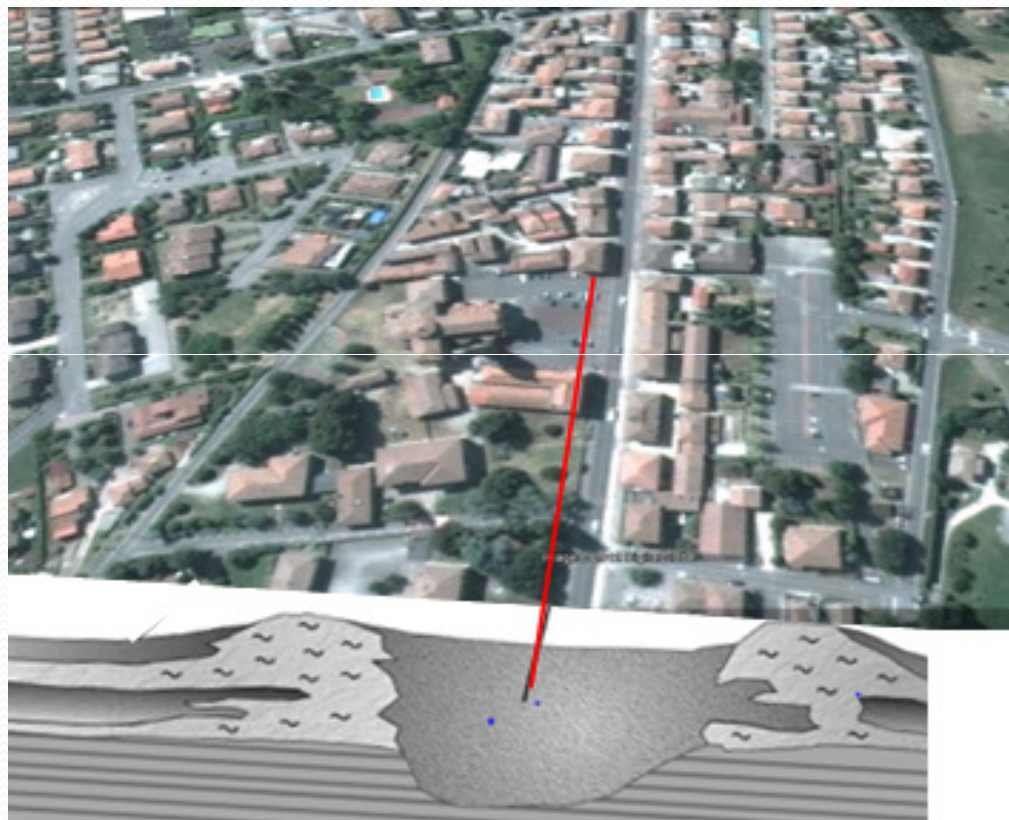
Dott. Geof. Nasser Abu Zeid
Dott. Geol. Corrado Ballotta
Dott. Geol. Marilena Martinucci
Dott. Geol. Antonio Mucchi
Dott. Geol. Renato Sacchetti
Dott. Ing. Riccardo Zoppellaro

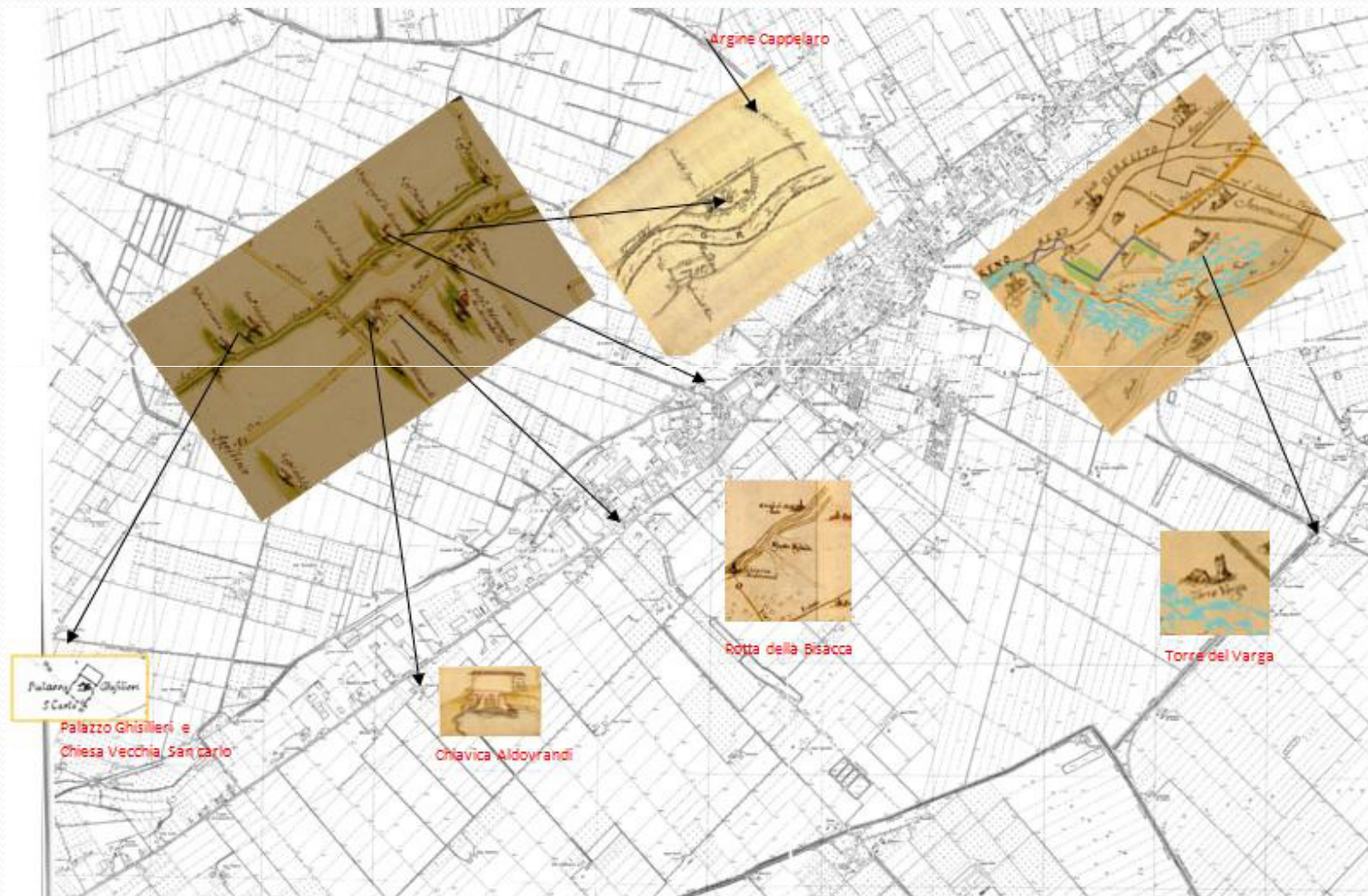
Te.Am. Geofisica Srl
GEOHYDRODATA S.a.s.
EDILGEO studio geologico tecnico
Laboratorio Geotecnico Mucchi
SONGEO Srl
Studio Geotecnico & Ambientale

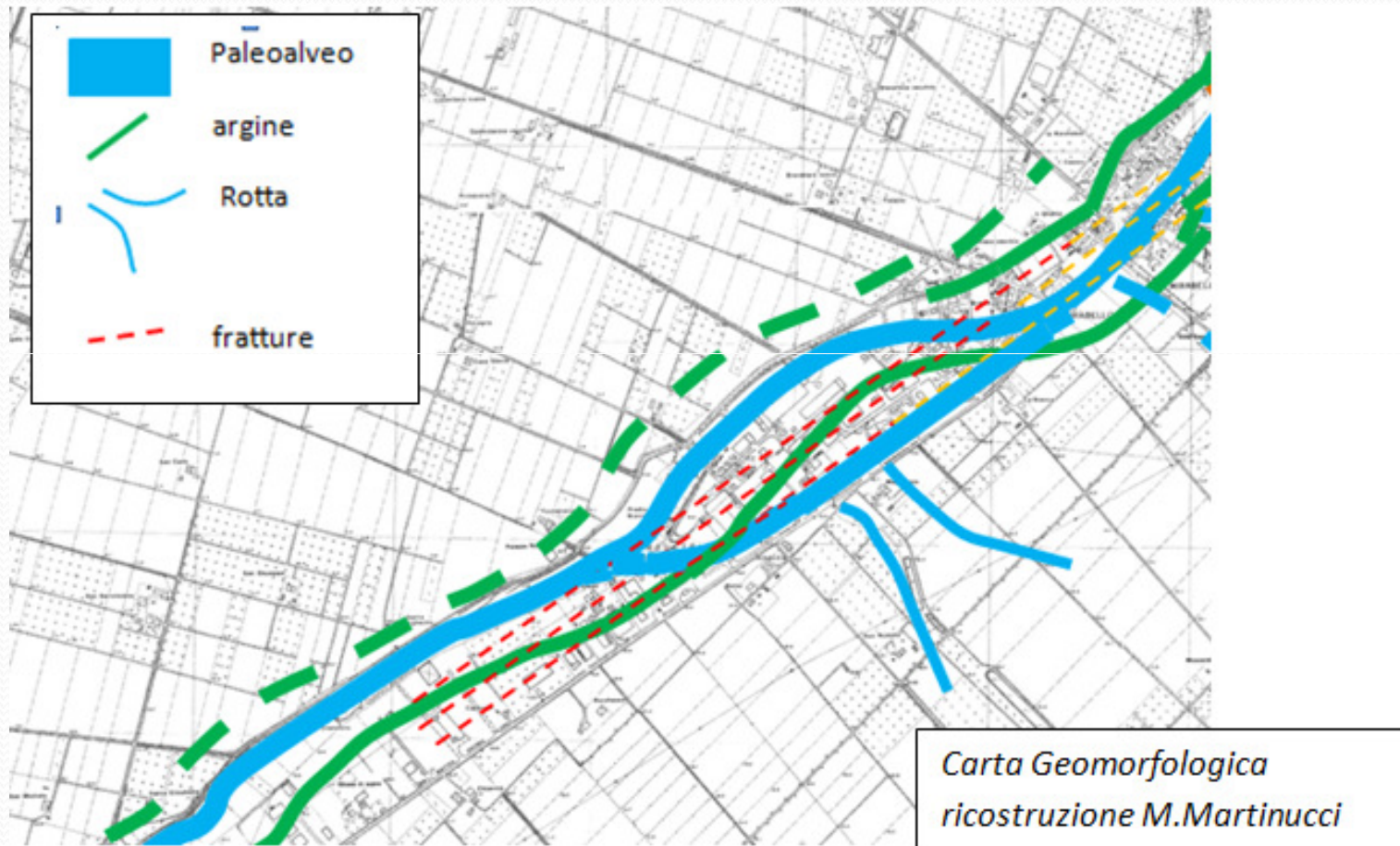
Per il Gruppo di lavoro Geologi Ferraresi
Dr. Geol. Marilena Martinucci

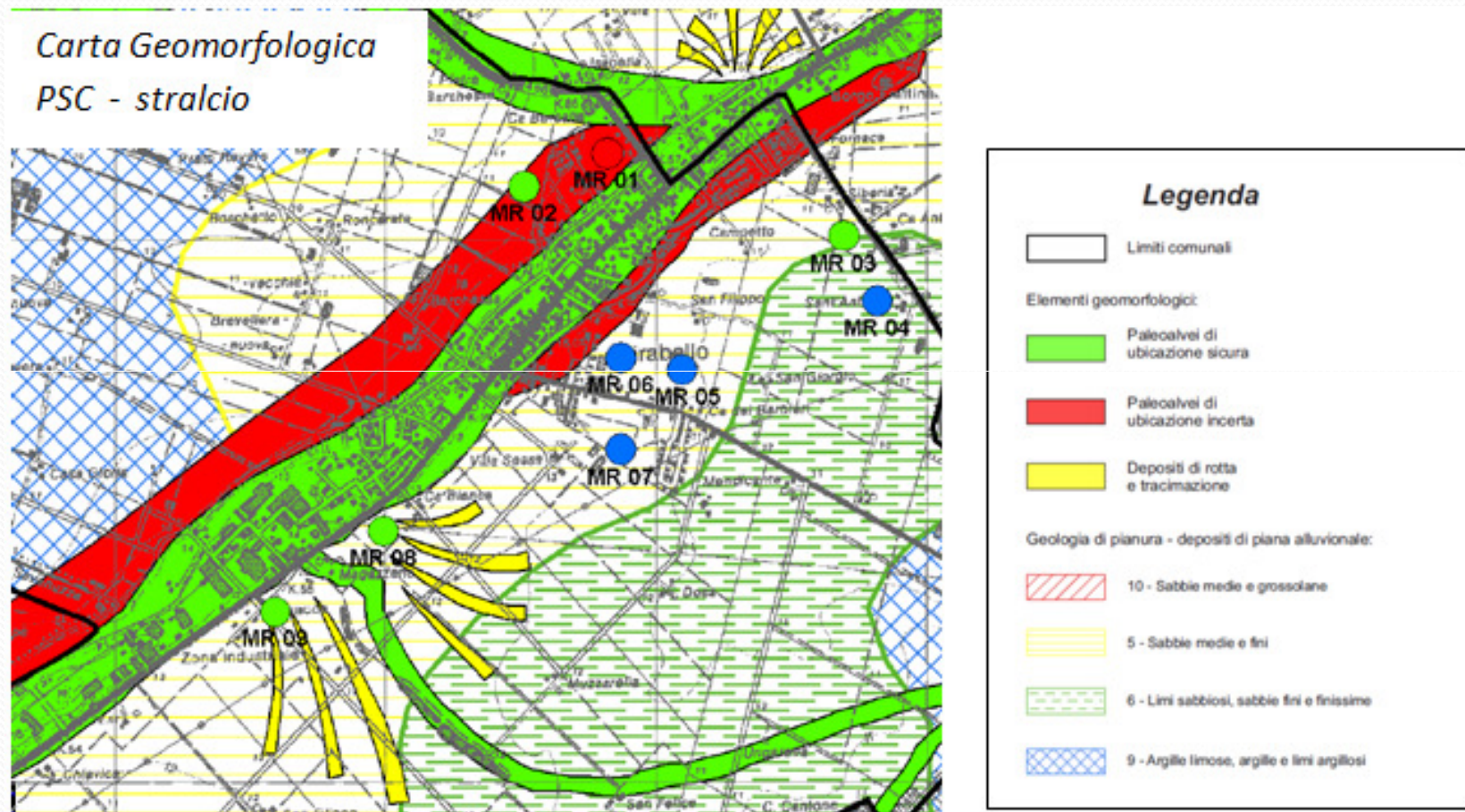
Mirabello, 11 settembre 2012

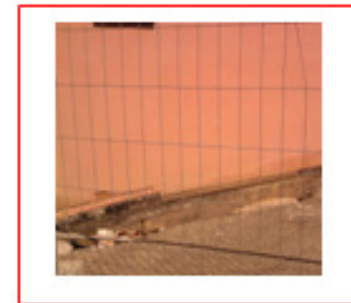
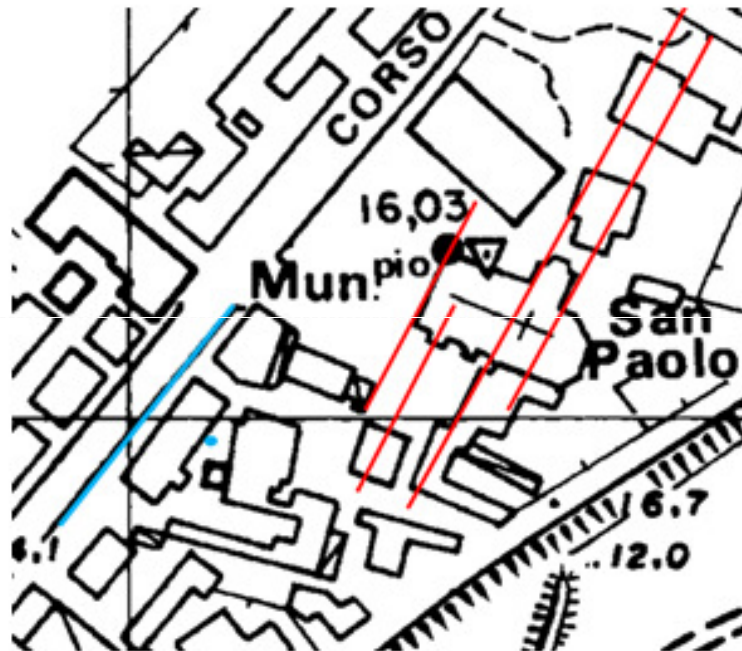




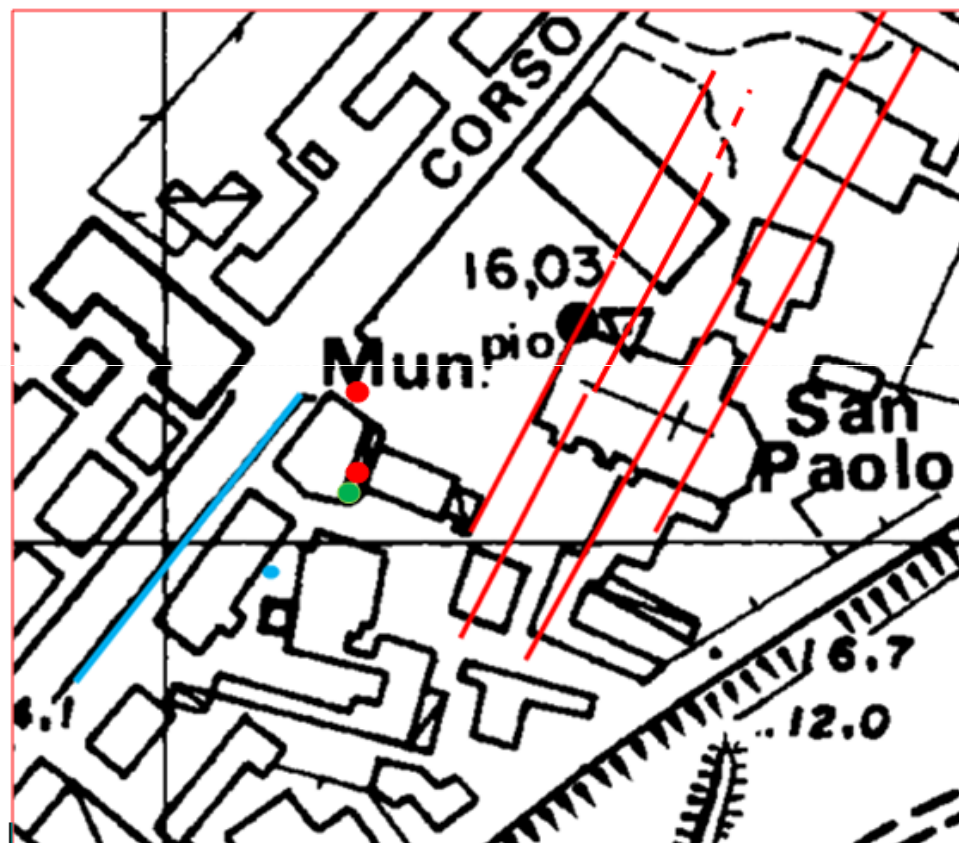








I
n
d
a
g
i
n
e
g
e
o
g
n
o
s
t
i
c
a



- CPT1 nella piazza CPT2 nel retro
- Sondaggio

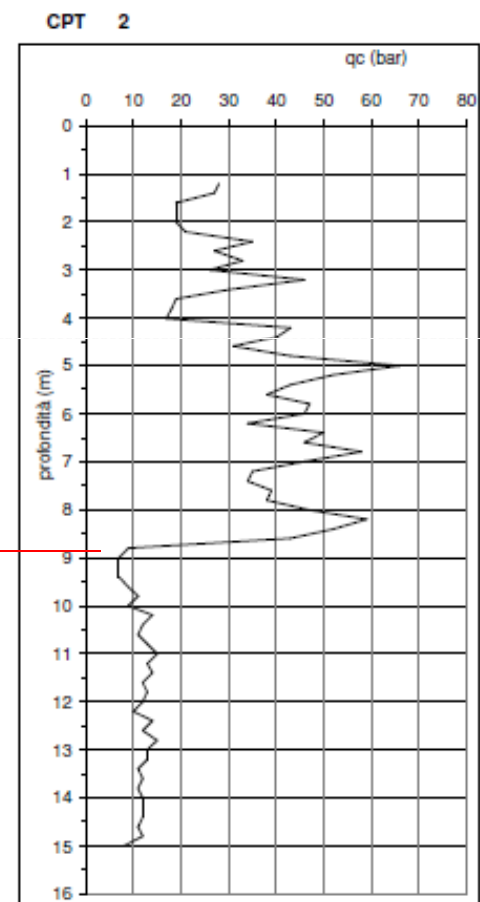
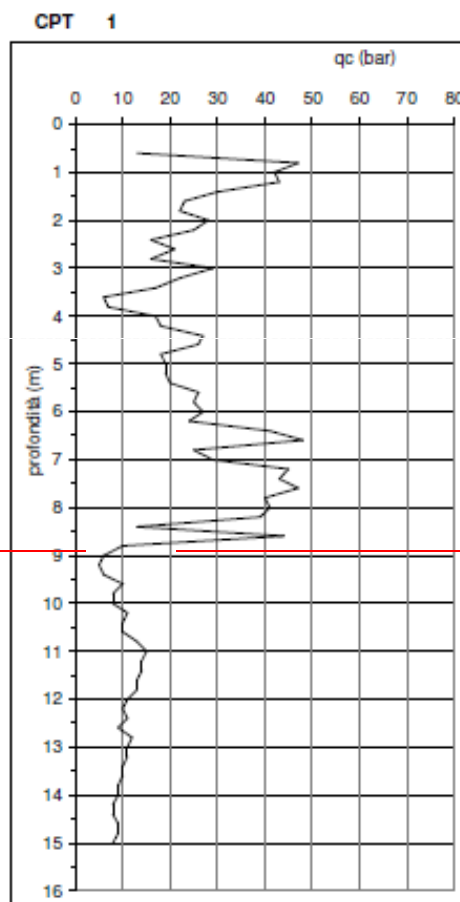
Comune di Mirabello
ristrutturazione del Municipio



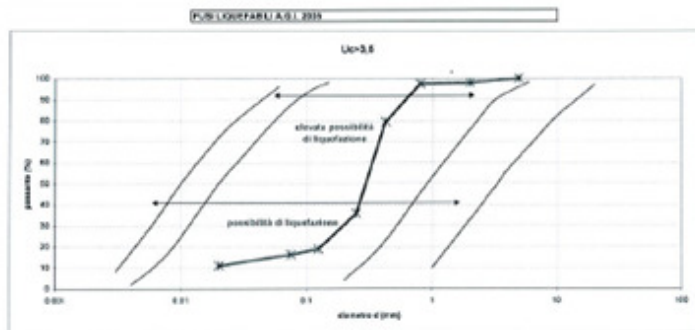


Comune di Mirabello
ristrutturazione del Municipio

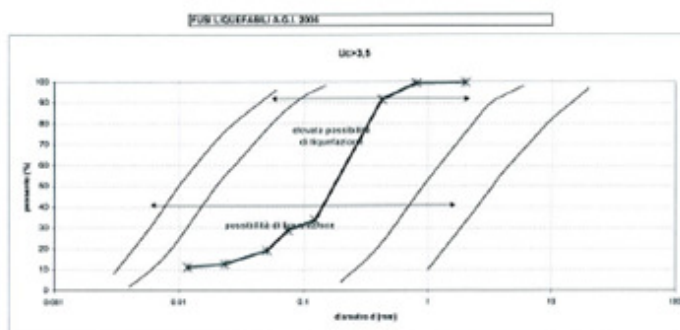
SONGEO SRL Via A. Nappi 11 - 40139 Sesto San Giovanni (BO) tel. 051 270141 - 051 270142 fax 051 270143 e-mail: info@songoe.it web: www.songoe.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 10749 DEL 11/04/2017 ART. 104 C. 1° PRONTO IN VOTO AL REGIONE EMILIA ROMAGNA		DATA ESECUZIONE DAL 15/07/12 AL 15/07/12	METODO PERFORAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO	N	SONDAGGIO 1	pg 1 di 1
QUOTA P.C.		QUOTA P.C.	ATTREZZI Carotiere semplice Ø 101 mm. Rev. Metallici Ø 127 mm.	SINCRONIZZAZIONE CMV MK 420 F TR 600		
COMMITTENTE Comune di Mirabello (FE)		PELOMETRO 6" x 4 mt. Pesante da 4 a 1 mt. ciro da 1 mt a p.s.				
LOCALITA' Mirabello (FE) - Sede municipale		CAMPIONI CAROTERE SEMPLICE SPT SISTEMI SPT		LIVELLO ACQUA DATA 15/07/12	PROF. POND.	ASSISTENTI R. Sestini OPERATORI G. Rossi
NOTE						
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBO LOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROF. POND.	SPT N°	PROF. POND.
0,40	0,40		Sabbia media grigio - nocciola con clasti e frammenti di laterali.			
1	0,70		Limo sabbioso grigio - nocciola con frammenti di laterali.			
2	1,80		Sabbia da fine a media debolmente limosa grigio - nocciola. Livello più limoso a 1,20 mt.			
3	2,30		Sabbia da media a grossolana grigio - nocciola, debolmente limosa, bagnata da circa 2,50 mt.			
4	2,80					
5	4,50					
6	5,00		Sabbia grossolana grigia.			
7	6,00					
8	6,40					
9	8,50		Limo argilloso grigio - nocciola. Livello sabbioso da 8,60 a 8,80 mt.			
10	8,80		Argilla limosa. Presenza di abbondante sostanza organica (fibre vegetali). Da 9,60 frustoli carboniosi molto abbondanti ed un livello torboso da 9,75 a 9,85 mt.	9,3	0,2	
	9,40			9,4	0,2	
	9,6			9,6	0,4	
	9,8			9,8	0,6	
	10,00					



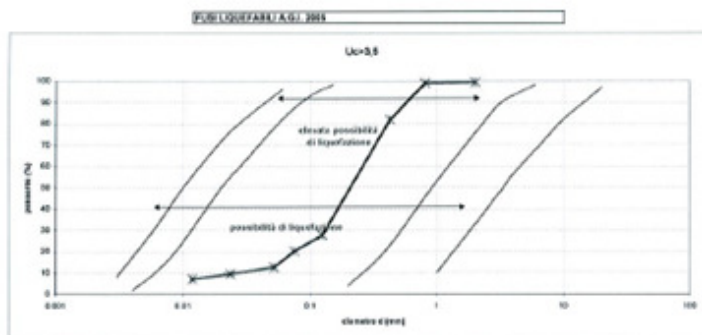
Comune di Mirabello
ristrutturazione del Municipio



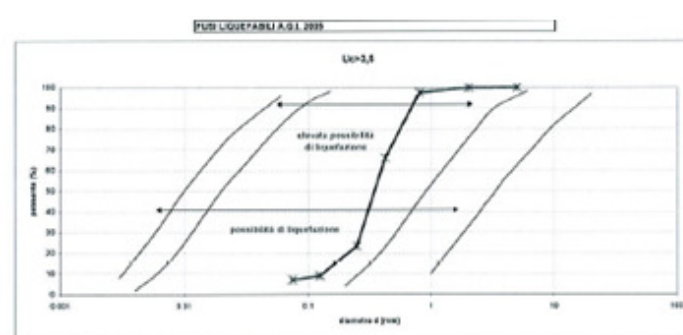
S1C1 da m 2,30 a m 2,60



S1C2 da m 4,50 a m 5,00



S1C3 da m 5,50 a m 6,00



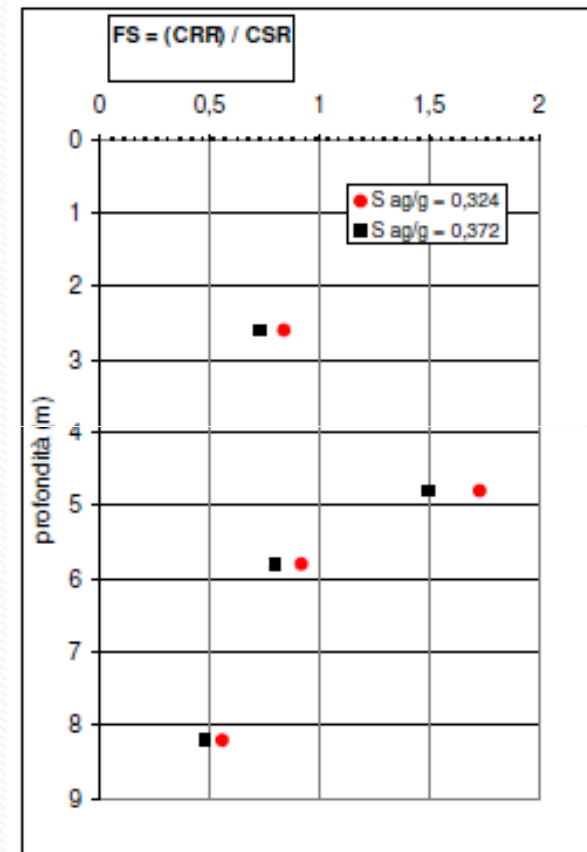
S1C4 da m 8,00 a m 8,40

Le sabbie analizzate rientrano nelle fasce granulometriche suscettibili di liquefazione

Il coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione viene determinato in base alla seguente espressione:

$$FS = MSF \times (CRR)_{7,5} / CSR$$

Il diagramma **riporta l'andamento di FS, relativo alla prova CPT 2.** Si registrano valori di FS generalmente inferiori all'unità, a testimonianza di un **reale pericolo di liquefazione**





MODELLO GEOTECNICO

Riguarda la caratterizzazione e la modellazione geotecnica basata sui risultati delle indagini geognostiche effettuate, che indichi la categoria del sottosuolo, i parametri di accelerazione massima attesa al sito, il valore di amplificazione stratigrafica ed eventualmente topografica; la caratterizzazione geotecnica delle Unità litostratigrafiche; la valutazione della possibilità di liquefazione ed un eventuale calcolo dei cedimenti.

Categoria di sottosuolo

valore medio di $V_{s30} = 168 \text{ m/s}$

il sottosuolo è posto in classe D

“Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s”.

Terreni liquefacibili => classe S2

sede comunale :

*“Categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli interventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile”
(allegato A della Delibera di Giunta Regionale dell’Emilia-Romagna n. 1661 del 2 novembre 2009)*

Classe d’uso IV

“Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità...”

coefficiente d’uso $C_U = 2$.

“Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica”.

vita nominale $V_N \geq 100$ anni

$$a_{\max} = S \times a_g = 0,372 \text{ g}$$

accelerazione orizzontale massima al suolo

La Relazione Geotecnica valuta il **coefficiente di sicurezza alla liquefazione** elaborando i risultati delle prove penetrometriche statiche CPT (Robertson & Wride - 1998)

Per Magnitudo attesa $M_w = 6,14$
 $a_{max} = 0,372 \text{ g}$.

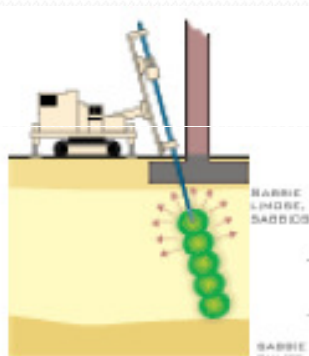
Profondità m	coefficiente di sicurezza alla liquefazione F_s
2,60	0,73
4,80	1,50
5,80	0,80
8,20	0,48

Per **$F_s < 1$ pericolo di liquefazione**

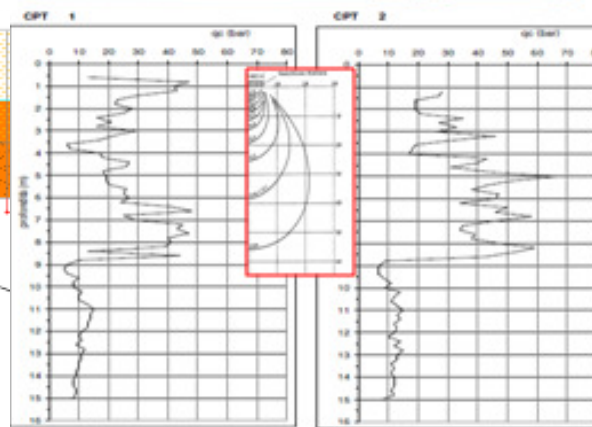
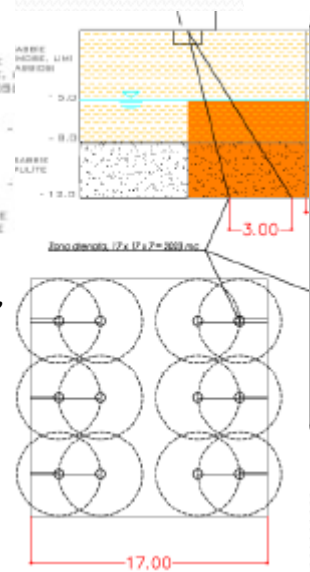
Comune di Mirabello
ristrutturazione del Municipio

INDICAZIONI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO DI FONDAZIONE
NELLE AREE ... IN CUI SONO STATI OSSERVATI GRAVI EFFETTI DI LIQUEFAZIONE DALLA
DETERMINAZIONE N. 12418 DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA SERVIZIO GEOLOGICO,
SISMICO E DEI SUOLI DEL 2 OTTOBRE 2012

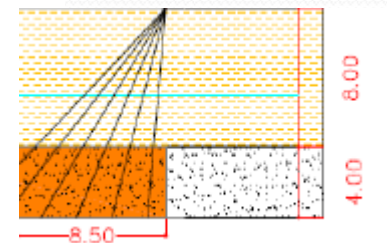
COME SI PUO' INTERVENIRE?



Iniezioni di
compattazione
"compaction grouting"



Schema trattamento su edifici esistenti con dreni



Schema trattamento edifici esistenti
con permeazione di miscele leganti

cimitero di Sant'Agostino

ADOPTA UN MONUMENTO

INIZIATIVA DEI GEOLOGI FERRARESI CON IL PATROCINIO
DELL'ORDINE DEI GEOLOGI DELL'EMILIA ROMAGNA
RIVOLTO AI COMUNI COLPITI DAL SISMA DEL MAGGIO 2012

**RISTRUTTURAZIONE
DEL CIMITERO DI SANT'AGOSTINO**

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA
CON INDAGINE GEOGNOSTICA, SISMICA E ANALISI DI LABORATORIO TERRE



Dott. Geol. Antonio Mucchi	Laboratorio Geotecnico Mucchi
Dott. Geol. Maria Antonietta Sileo	SILGEO S.a.s.
Dott. Ing. Riccardo Zoppellaro	Studio Geotecnico & Ambiente
Dott. Geol. Andrea Garbellini	GEPLAN S.a.s.
Dott. Geol. Nasser Abu Zeld	Te.Am. Geofisica Srl
Dott. Geol. Marilena Martinucci	EDILGEO studio geologico tecnico
Dott. Geol. Corrado Ballotta	GEOHYDRODATA S.a.s.

Sant'Agostino, Novembre 2011

Per il gruppo di lavoro Geologi Ferraresi
Dott. Geol. Corrado Ballotta

cimitero di Sant'Agostino



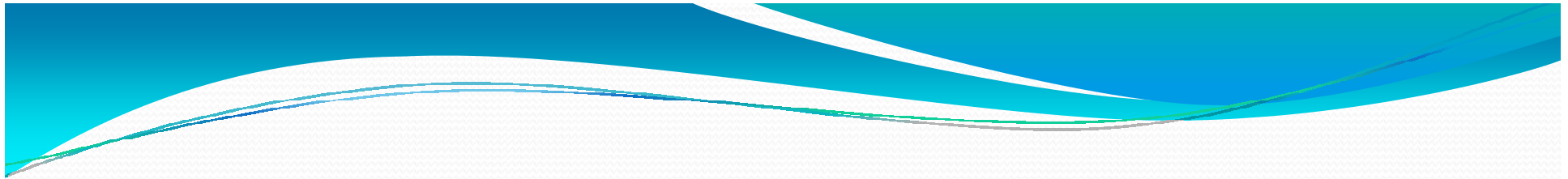
Cimitero di Sant'Agostino



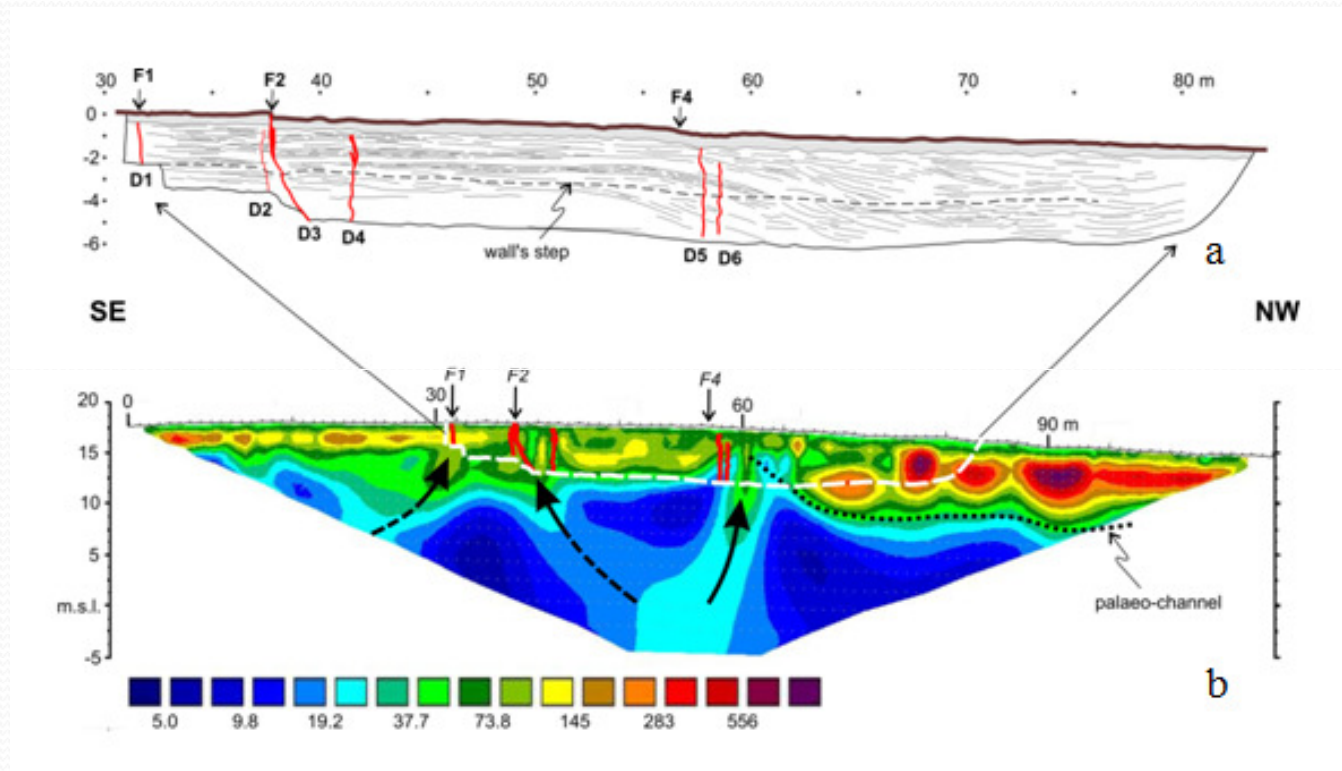
Paleovalle del Reno



fratture

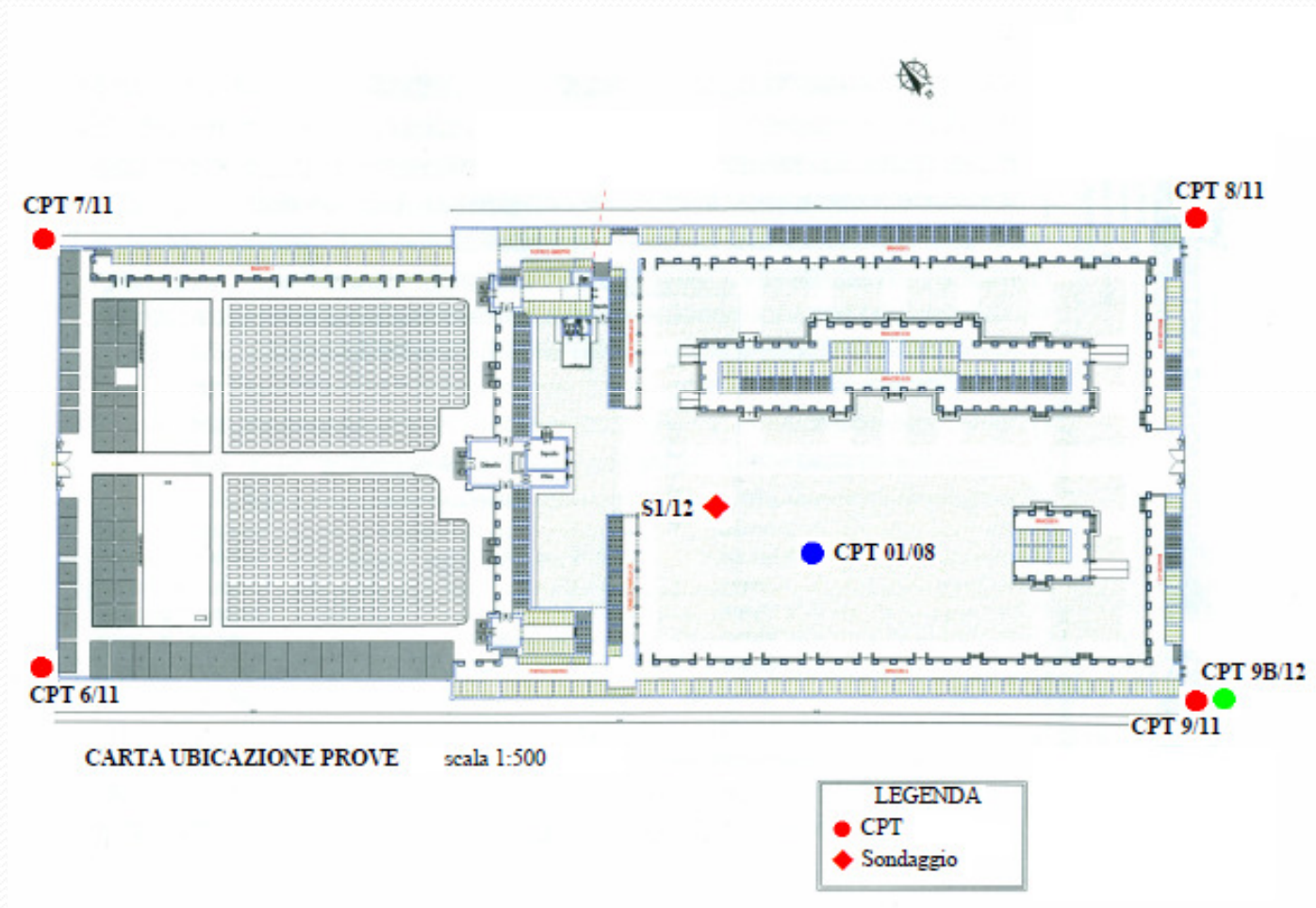


cimitero di Sant'Agostino



Nasser Abu Zeid, Samuel Bignardi, Riccardo Caputo*, Giovanni Santarato, Marco Stefani
**Electrical resistivity tomography investigation of coseismic liquefaction and fracturing
 at San Carlo, Ferrara Province, Italy** ANNALS OF GEOPHYSICS, 55, 4, 2012; doi: 10.4401/ag-6149

cimitero di Sant'Agostino



cimitero di Sant'Agostino



cimitero di Sant'Agostino

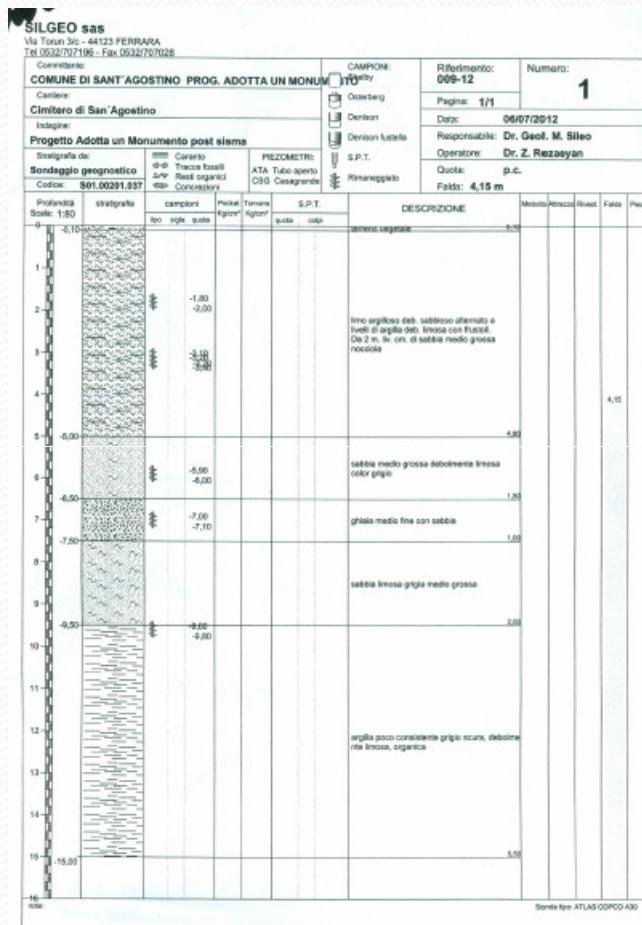
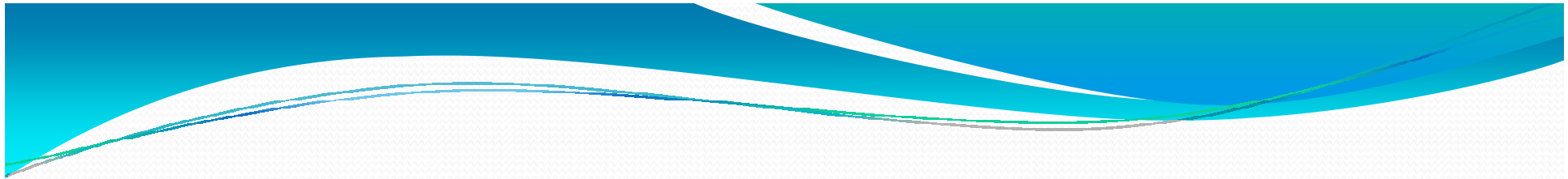


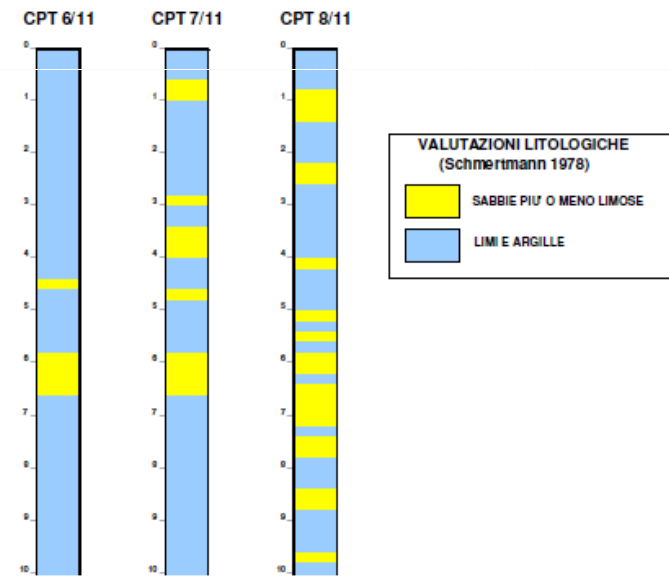
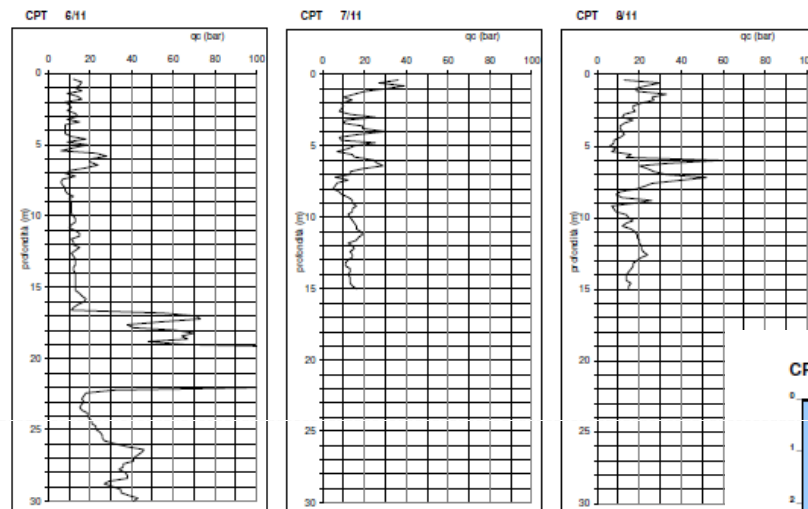
Foto 4
da 0.00 a 5.00 metri



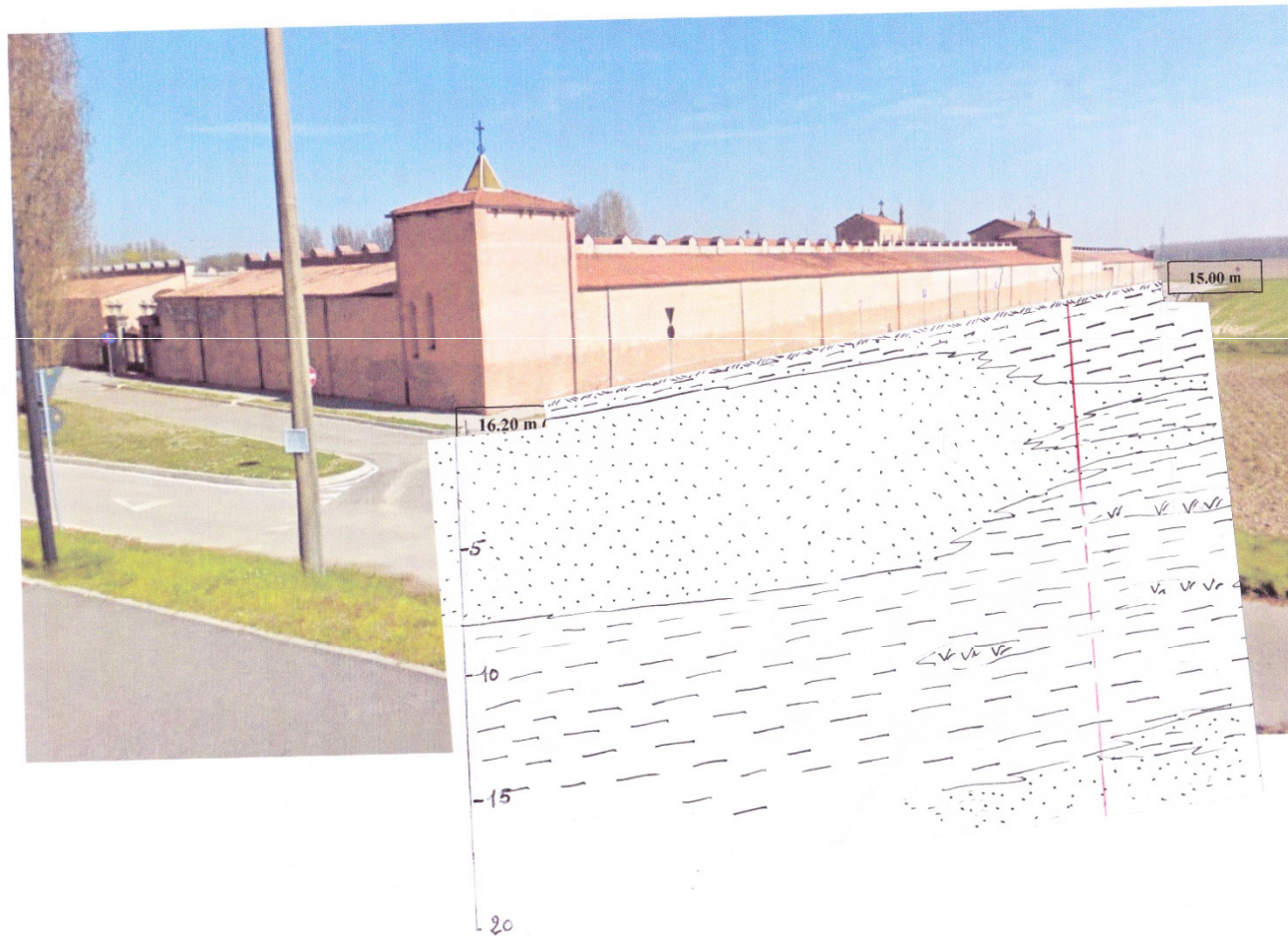
Foto 5
da 5.00 a 10.00 metri



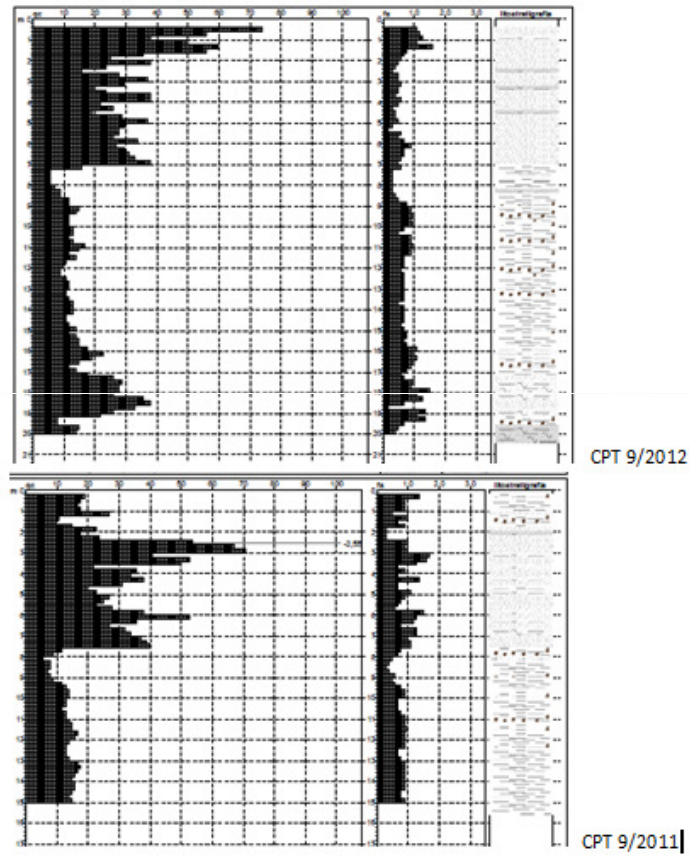
cimitero di Sant'Agostino



cimitero di Sant'Agostino



cimitero di Sant'Agostino



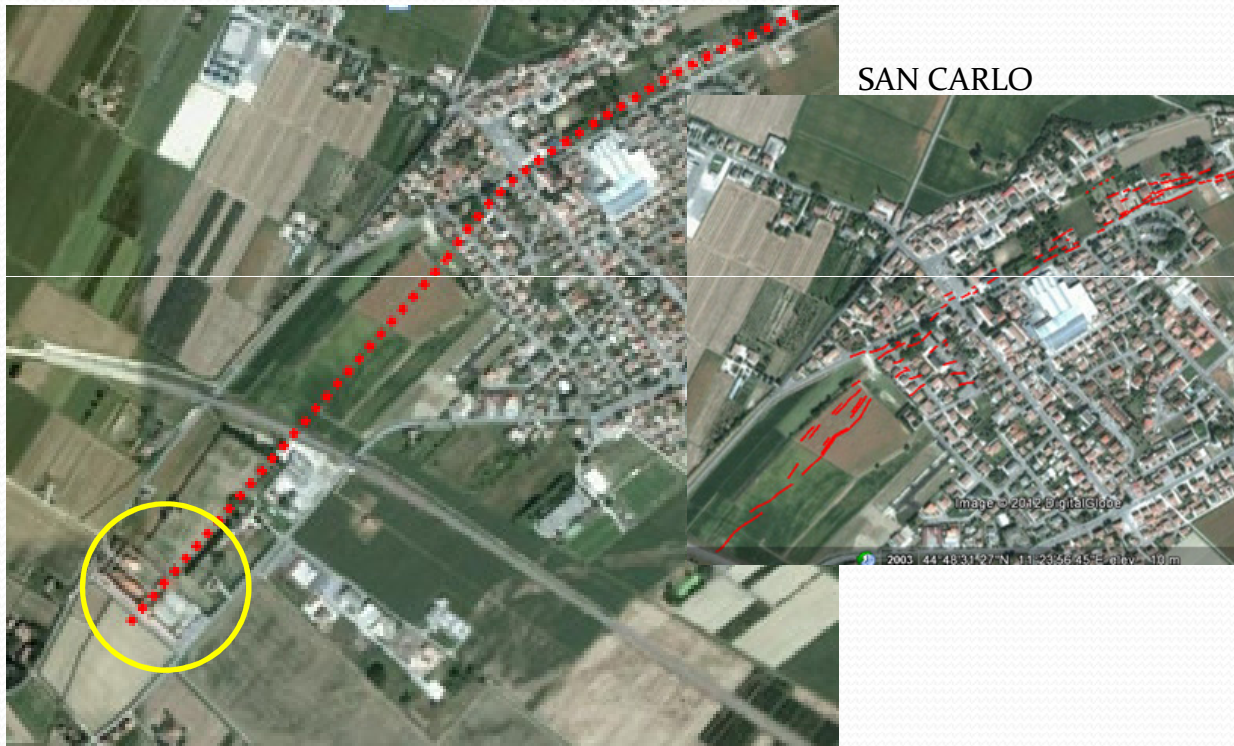
cimitero di Sant'Agostino

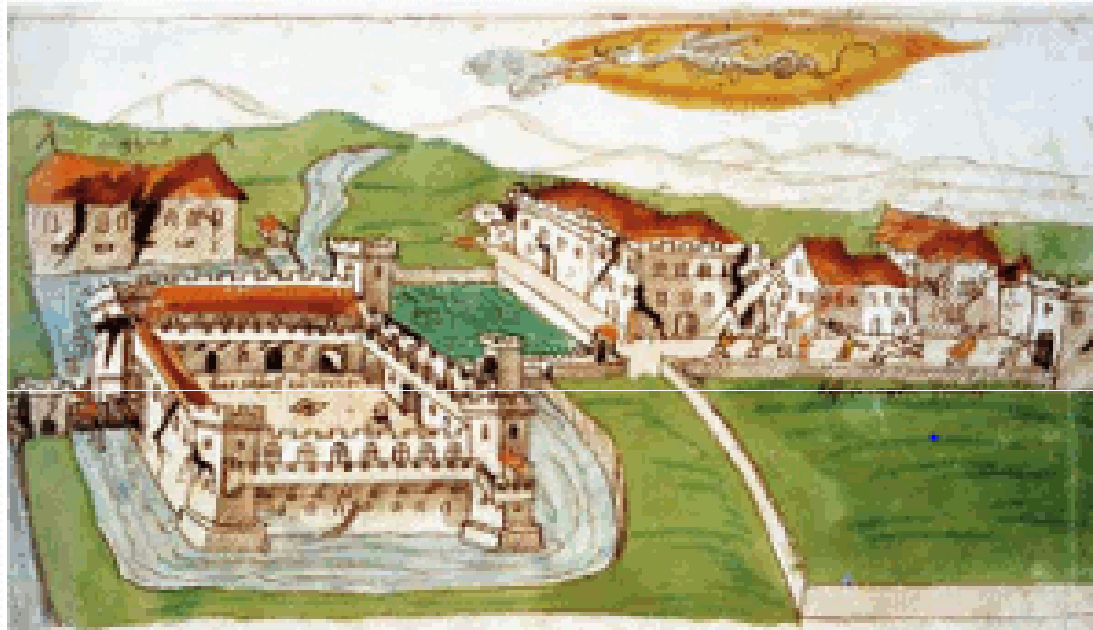


cimitero di Sant'Agostino



cimitero di Sant'Agostino





Il terremoto a Ferrara del 17 novembre 1570 – autore anonimo di lingua tedesca – Zurigo Biblioteca municipale