



GEOFISICA E MICROGEOFISICA

VII Workshop di geofisica

Rovereto – 10 dicembre 2010

GLI ULTRASUONI COME TECNICA PER IL CONTROLLO DELLA SICUREZZA STATICA DEGLI EDIFICI

Claudio Rafanelli

Consiglio Nazionale delle Ricerche

**IDASC - Istituto di Acustica
e Sensoristica "Orso Mario Corbino"**

via Fosso del Cavaliere, 100 - 00133 Roma
segreteria@idasc.cnr.it - www.idasc.cnr.it



Una breve storia dell'IDASC

L'IDASC - Istituto di Acustica "O. M. Corbino" - è stato fondato nel 1936 dal grande fisico italiano Orso Mario Corbino, quando era presidente del CNR Guglielmo Marconi, prese il nome di *Istituto Nazionale di Elettroacustica*.

Con mirabile intuito, la missione dell'Istituto è stata fissata negli studi e le applicazioni degli Ultrasuoni, dell'Acustica Musicale, dell'Acustica Ambientale e sullo sviluppo di Trasduttori, Sensori ed attuatori. Queste linee di ricerca sono ancora campi rilevanti di studio, e l'Istituto ne è il degno custode e continuatore.

Ed infatti oggi rappresenta un punto di riferimento per istituzioni pubbliche sia nazionali che internazionali quali il Ministero dell'Ambiente, delle Agenzie regionali della protezione ambientale in genere. Colloquia con il Dipartimento della Protezione Civile nazionale che con le sedi Regionali.

Sino al Novembre 2008 l'Istituto è stato diretto dal Prof. Arnaldo D'Amico, dell'Università "Roma - Tor Vergata"



Orso Mario Corbino (1876 - 1937)



Istituto di Fisica, Roma, via Panisperna



via Cassia 1216, La Giustiniana



CNR - Sede Centrale

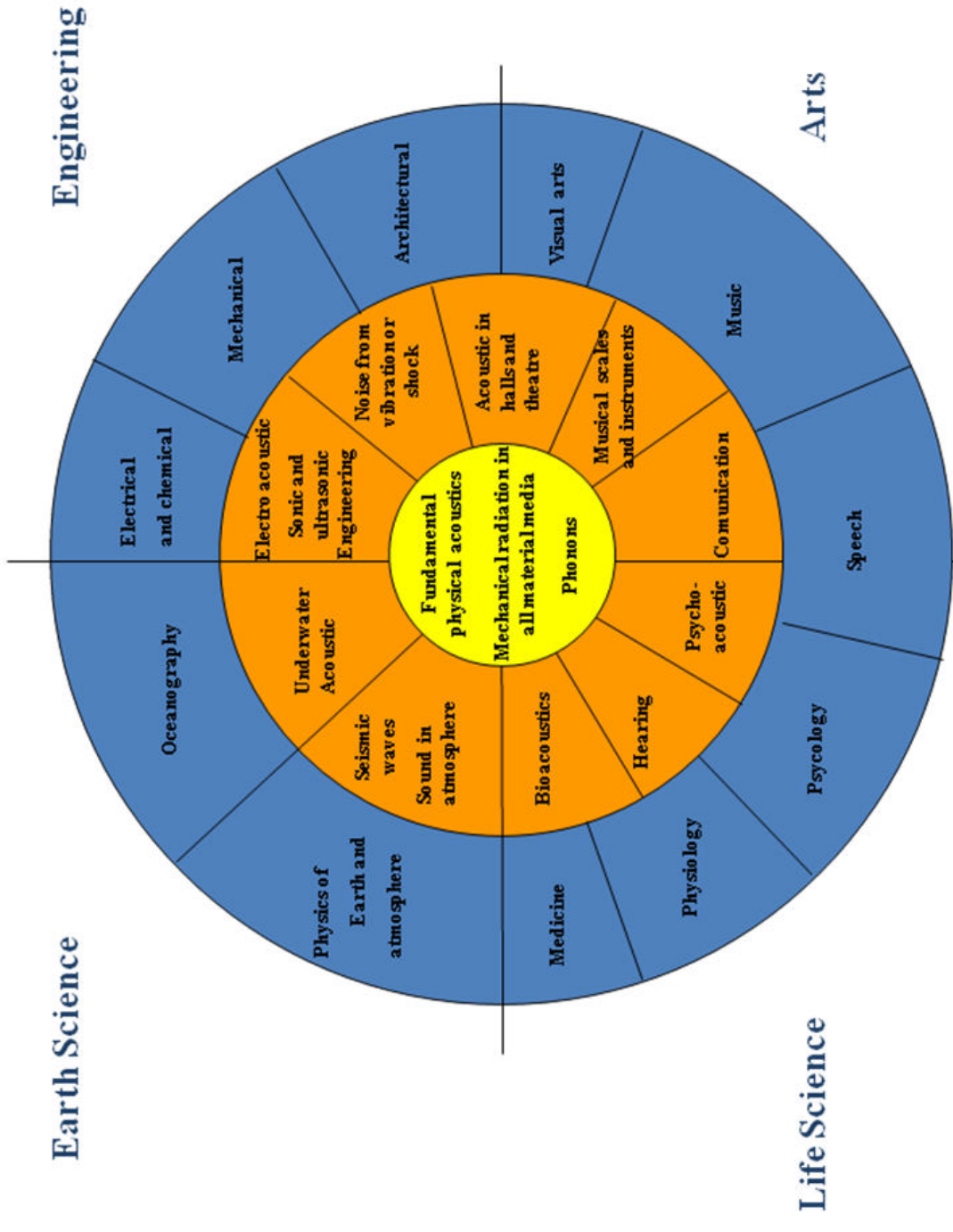


Area della Ricerca di "Tor Vergata"

Attività è svolta nei Dipartimenti:

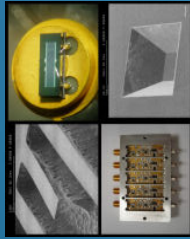
- Sistemi di Produzione
- Materiali e Dispositivi
- Medicina
- ICT - Sicurezza
- Clima & Ambiente.

Relevance of Acoustics

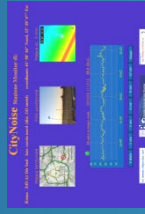


IDASc's Groups

Acoustic sensors and devices



Environmental Acoustic



Acoustic and geosciences



Physical Techniques for Cultural Heritage



Underwater Acoustics SIT Calibration Centre 194



SENSOR Laboratory Brescia

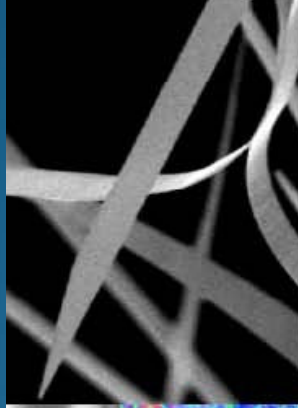
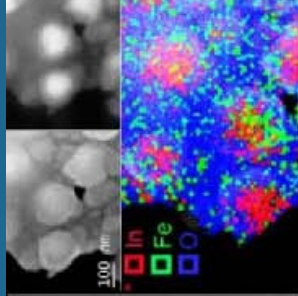
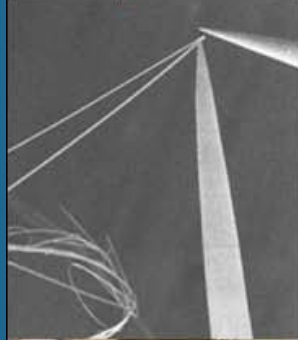
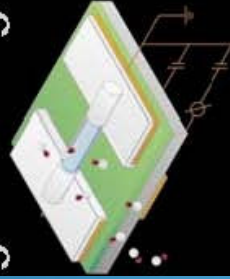




**artificial
olfaction**



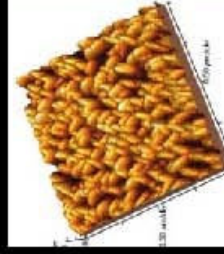
gas sensing



nanotechnology



photovoltaic technology



dal 1° febbraio 2010

Sensor Lab Director:
Prof. Giorgio Sberveglieri
giorgio.sberveglieri@ing.unibs.it

SENSOR Laboratory, CNR-INFN
Via Valotti 9
25133 BRESCIA, Italy



ices – International Center of Earth Sciences

Accordo di collaborazione scientifica tra CNR – INOGS – Univ. Messina



Firma Accordo Italo Argentino (Ambasciata d'Italia a Buenos Aires - 28 Novembre 2006)



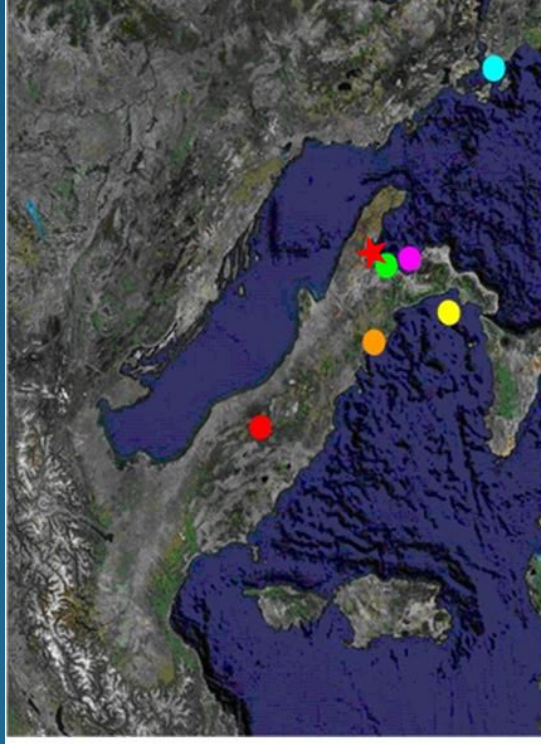
Italy:

Orchi ● Vesuvio ●

Matera ★ Potenza ● Valsinni ●

Stromboli ●

Greece: Cephalonia ●



AE stations

Argentina:

Cerro Blanco ● Peteroa ●



ices – in Argentina





**UNITED
NATIONS**



**Economic and Social
Council**

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

**ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
COMMITTEE ON HOUSING AND LAND MANAGEMENT**



RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

Il rapporto tra popolazione ed abitazioni è un problema a due facce.



RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

Il rapporto tra popolazione ed abitazioni è un problema a due facce.

Da un lato, la crescita della popolazione, e in particolare la crescita del numero delle famiglie, porta ad una crescita della domanda di abitazioni.

La diminuzione della popolazione è maggiore nelle zone rurali e nelle zone con abitazioni di qualità inferiore.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

Il rapporto tra popolazione ed abitazioni è un problema a due facce. Da un lato, la crescita della popolazione, e in particolare la crescita del numero delle famiglie, porta ad una crescita della domanda di abitazioni.

La diminuzione della popolazione è maggiore nelle zone rurali e nelle zone con abitazioni di qualità inferiore.

Dall'altro lato, la disponibilità di alloggi influenza l'aumento della popolazione per effetto della migrazione. Infatti la disponibilità di alloggi adeguati attrae i migranti o influenza la loro scelta di localizzazione residenziale.

Questo meccanismo si applica principalmente per la migrazione all'interno dei singole nazioni e molto meno per le migrazioni internazionali.

Generalmente, i proprietari sono molto meno propensi alla migrazione rispetto agli affittuari.

Ciò è in parte conseguenza del fatto che i costi per lo spostamento sono molto più elevati per i proprietari che per gli affittuari.



RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

Il rapporto tra popolazione ed abitazioni è un problema a due facce. Da un lato, la crescita della popolazione, e in particolare la crescita del numero delle famiglie, porta ad una crescita della domanda di abitazioni.

La diminuzione della popolazione è maggiore nelle zone rurali e nelle zone con abitazioni di qualità inferiore.

Dall'altro lato, la disponibilità di alloggi influenza l'aumento della popolazione per effetto della migrazione. Infatti la disponibilità di alloggi adeguati attrae i migranti o influenza la loro scelta di localizzazione residenziale.

Questo meccanismo si applica principalmente per la migrazione all'interno dei singole nazioni e molto meno per le migrazioni internazionali.

Generalmente, i proprietari sono molto meno propensi alla migrazione rispetto agli affittuari. Ciò è in parte conseguenza del fatto che i costi per lo spostamento sono molto più elevati per i proprietari che per gli affittuari.

Infine, l'insieme degli spostamenti può influire la flessibilità della forza lavoro.



RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Urbanizzazione ed Ambiente

Le persone che vivono nelle aree urbane hanno modelli di consumo molto diverse rispetto ai residenti delle zone rurali.

Le persone urbanizzate cambiano le loro abitudini, modificano l'ambiente attraverso i loro consumi di cibo, di energia, di acqua e di territorio.

Per esempio in Cina nel corso del 1970, le popolazioni urbane hanno consumato più del doppio di carne di maiale rispetto alle popolazioni rurali (che allevavano i maiali).

A sua volta l'ambiente urbano, inquinato, influisce sulla salute e qualità della vita della popolazione urbana.

Il consumo urbano di energia crea isole di calore che modificano la meteorologia sottovento alle città.

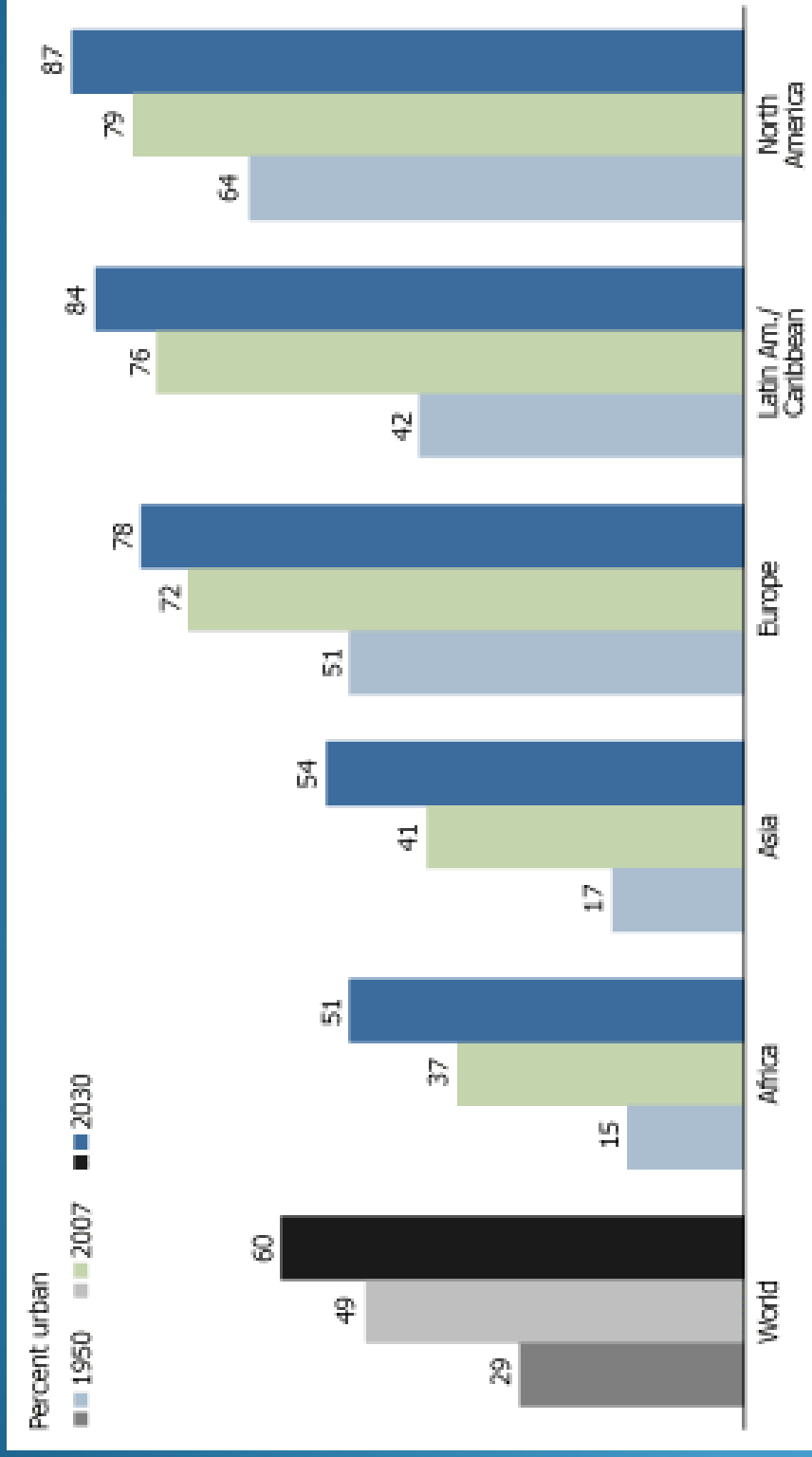
Le aree urbane incidono sui flussi / deflussi delle acque. Infatti riducono l'infiltrazione di acqua e per il consumo, si abbassano le falde acquifere.

Gli effetti delle aree urbane sull'ambiente non sono necessariamente lineari. Città più grandi non sempre portano a problemi ambientali più grandi di quelli generati da aree urbane più piccole.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Previsioni dell'inurbamento



Source: United Nations, *World Urbanization Prospects: The 2005 Revision* (2006) and Carl Haub, 2007 *World Population Data Sheet*.

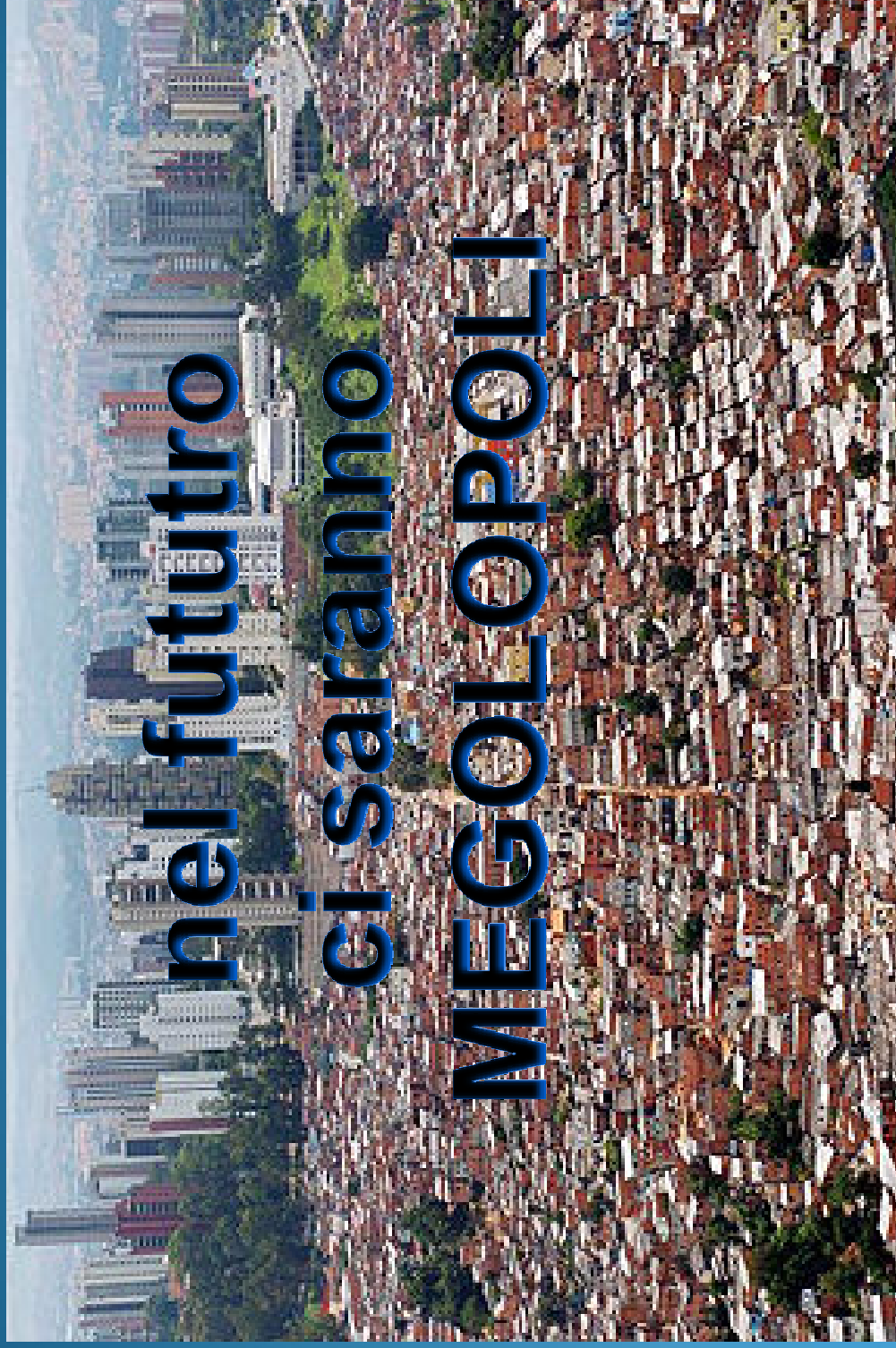


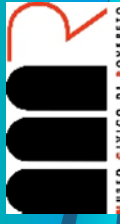
GEOFISICA E MICROGEOFISICA
VII Workshop di geofisica
Rovereto - 10 dicembre 2010

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Previsioni dell'inurbamento





RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenze dell'inurbamento

Lo spostamento massiccio della popolazione in aree urbane produce il rapido aumento della domanda di nuove abitazioni con due conseguenze:

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenze dell'inurbamento

Lo spostamento massiccio della popolazione in aree urbane produce il rapido aumento della domanda di nuove abitazioni con due conseguenze:

1 – l'occupazione di aree ai margini delle zone già costruite, con scarsa attenzione alla qualità delle aree.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenze dell'inurbamento

Lo spostamento massiccio della popolazione in aree urbane produce il rapido aumento della domanda di nuove abitazioni con due conseguenze:

1 – l'occupazione di aree ai margini delle zone già costruite, con scarsa attenzione alla qualità delle aree.

2 – la rapida costruzione di edifici, con scarsa attenzione alla qualità del costruito e della sicurezza statica.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenza 1: scarsa attenzione alla qualità delle aree.

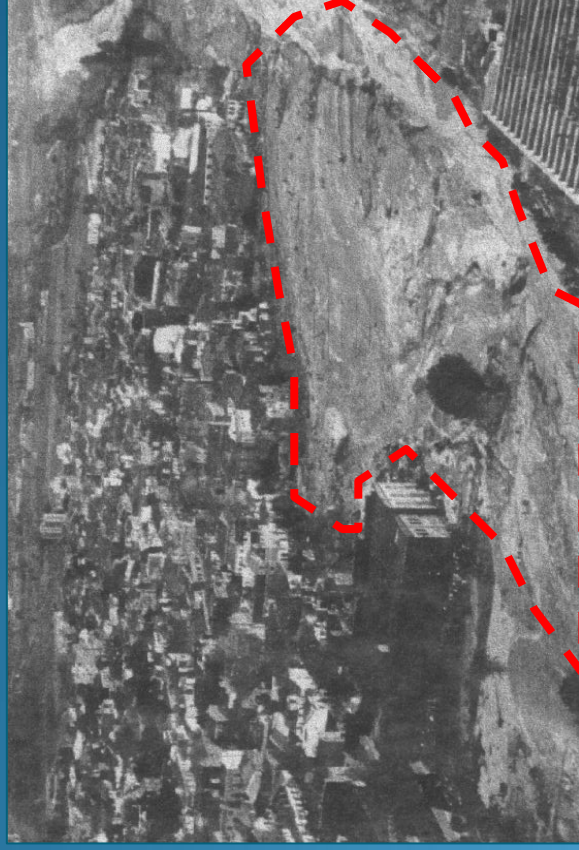
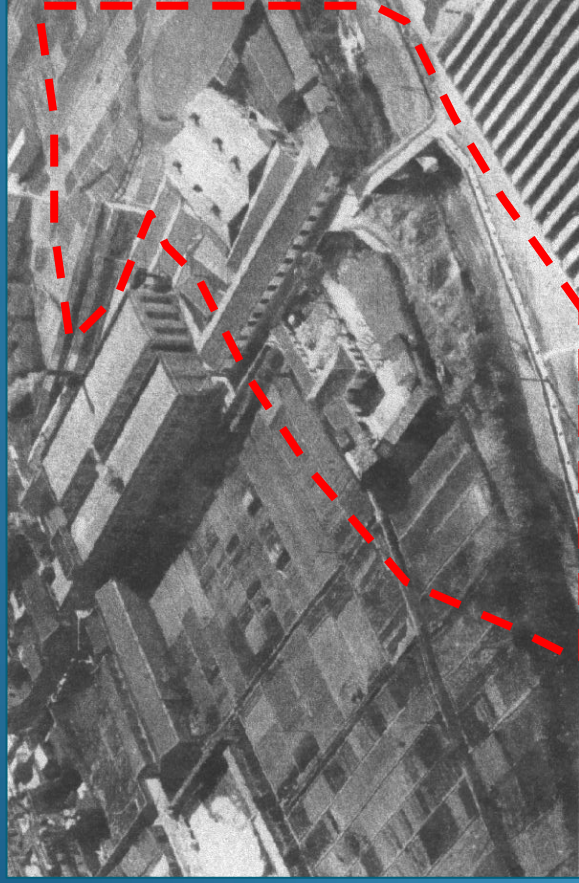
**Un'antica scarsa
attenzione alla
scelta dell'area
edificabile**



RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenza 1: scarsa attenzione alla qualità delle aree.



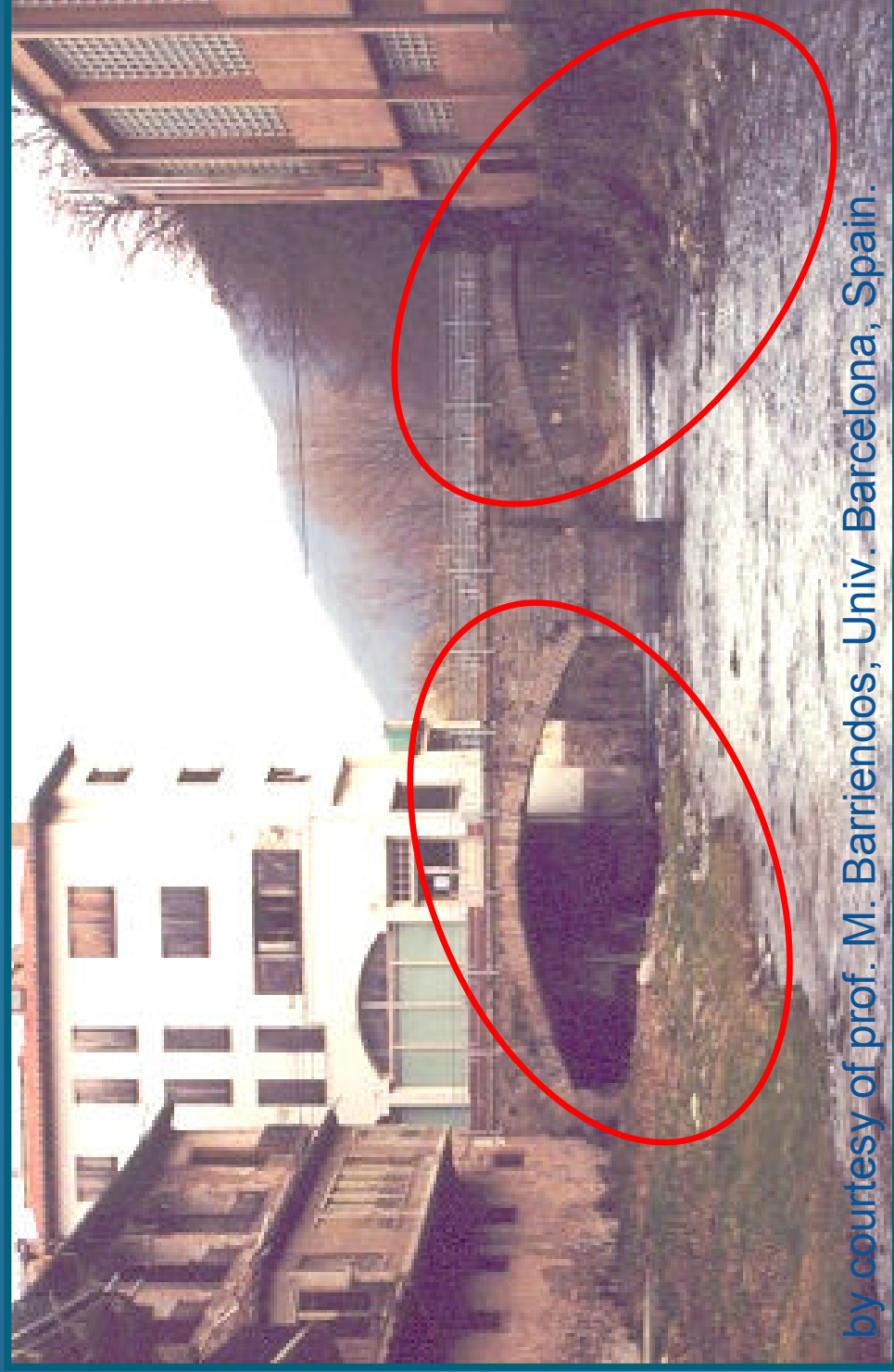
**24 Settembre 1962: Alluvione nell'area metropolitana di Barcellona (Spagna)
800 morti per 3 ore di pioggia torrenziale**

by courtesy of prof. M. Barriendos, Univ. Barcelona, Spain.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenza 1: scarsa attenzione alla qualità delle aree.



by courtesy of prof. M. Barriendos, Univ. Barcelona, Spain.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenza 1: scarsa attenzione alla qualità delle aree.



by courtesy of prf. M. Barriendos, Univ. Barcelona, Spain.

RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Conseguenza 2: scarsa attenzione alla qualità del costruito.



RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

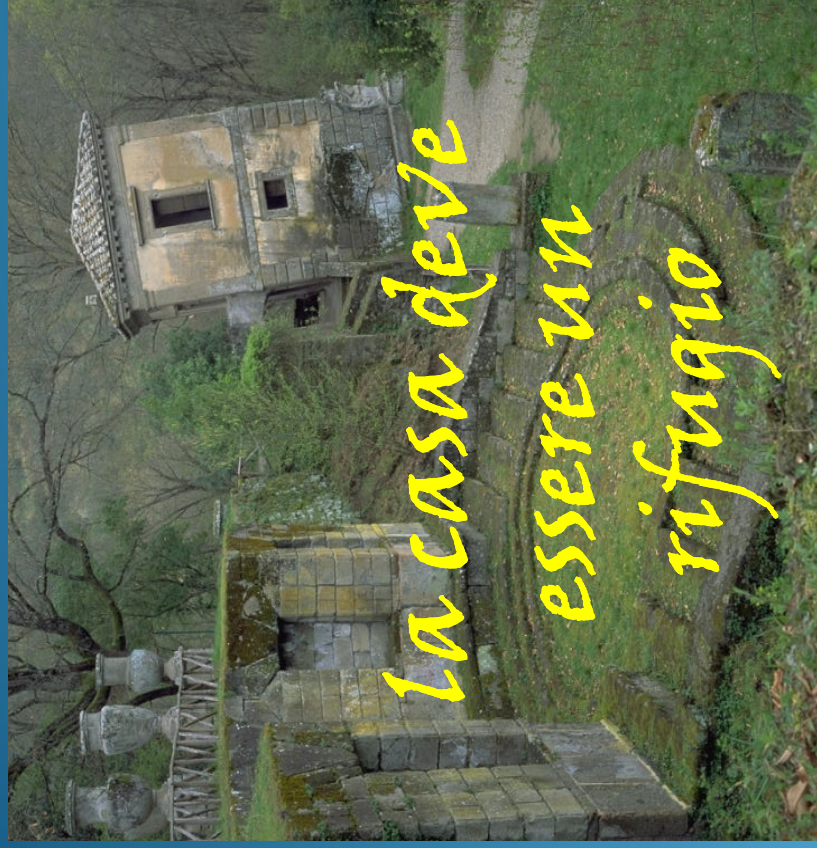
Conseguenza 2: scarsa attenzione alla qualità del costruito.



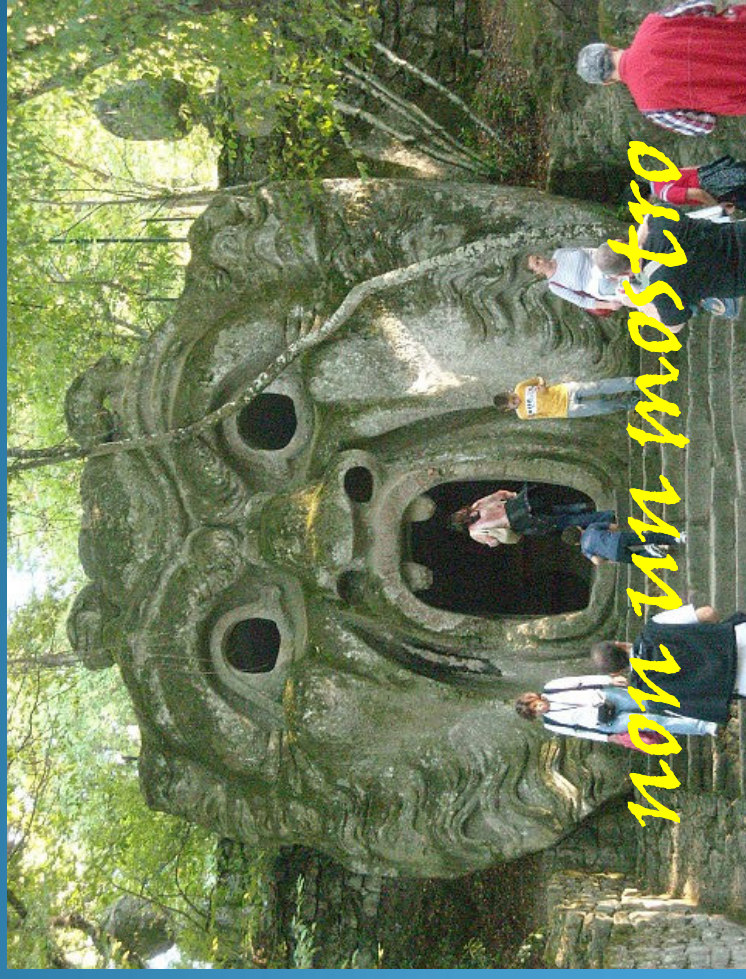
RELAZIONI TRA POPOLAZIONE ED ABITAZIONI

(Abitazioni e Cambiamenti Demografici)

Considerazione intermedia



Villa Orsini o “dei Mostri” – Bomarzo (Vt)





UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE Natural Disasters and Building and Construction Safety

In tutta la regione Europea, le persone ed i luoghi in cui vivono, sono a rischio.

UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE Natural Disasters and Building and Construction Safety

In tutta la regione Europea, le persone ed i luoghi in cui vivono, sono a rischio.

Le catastrofi naturali come terremoti, inondazioni, frane, causano perdite umane e devastazioni materiali.

UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE Natural Disasters and Building and Construction Safety

In tutta la regione Europea, le persone ed i luoghi in cui vivono, sono a rischio.

Le catastrofi naturali come terremoti, inondazioni, frane, causano perdite umane e devastazioni materiali.

Tutto questo può essere evitato, o attenuato, con efficaci sistemi di prevenzione delle catastrofi, ma anche con tecnologie per la sicurezza degli edifici.

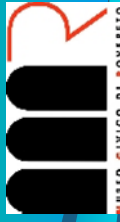
UNECE - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE Natural Disasters and Building and Construction Safety

In tutta la regione Europea, le persone ed i luoghi in cui vivono, sono a rischio.

Le catastrofi naturali come terremoti, inondazioni, frane, causano perdite umane e devastazioni materiali.

Tutto questo può essere evitato, o attenuato, con efficaci sistemi di prevenzione delle catastrofi, ma anche con tecnologie per la sicurezza degli edifici.

I regolamenti ed i codici di costruzione nazionali devono essere conformi agli standard più elevati ma, cosa più importante, devono essere applicati.



I crolli di edifici in Italia tra il 1959 ed il 2001

- BARLETTA**, 16 settembre 1959: **60 morti** per un crollo causato da sopraelevazioni abusive.
- ROMA**, 30 novembre 1972: un palazzo in largo Preneste è distrutto dall'esplosione di un deposito abusivo di fuochi d'artificio. **15 morti e circa 70 feriti**.
- PARMA**, 13 novembre 1979: lo scoppio di una bombola provoca il crollo di tre piani degli 'Ospedali riuniti': **22 morti**.
- MONTECCHIO (R. Emilia)**: 12 ottobre 1981: un' esplosione causata da una fuga di gas fa crollare un condominio. **7 morti**.
- PISA**, 27 dicembre 1981: un edificio nel centro storico crolla in seguito a una fuga di gas. **9 morti**.
- ROMA**, 18 novembre 1982: esplose una bombola di gas che provoca il crollo di una palazzina in via del Pigneto. **3 morti**.
- CASTELLANETA (Taranto)**: 7 febbraio 1985: infiltrazioni d'acqua fanno crollare un palazzo. **I morti sono 34 e 8 i feriti**.
- MODENA**, 22 gennaio 1986: una fuga di gas liquido dalla bombola di un' automobile è la causa dell' esplosione in un palazzo nel quartiere Sant' Agnese. **8 morti e 8 feriti**.
- ROMA**, 23 luglio 1986: in via Pisacane (Monteverde), una palazzina crolla a causa delle infiltrazioni d' acqua. **2 vittime**.
- LECCO**, 18 dicembre 1987: in corso Matteotti, due ali di un palazzo del '700 sono distrutte dall' esplosione che segue l'ennesima fuga di gas. **7 morti**.
- ROMA**, 4 marzo 1989: in via Pantaleoni, nel quartiere Aurelio, una palazzina crolla per uno scoppio di gas. **1 morto**.
- ROMA**, 9 febbraio 1991: durante lavori di restauro, crolla parte di un palazzo in piazza del Fico. **1 morto**.
- POZZUOLI (Napoli)**, 26 febbraio 1991: durante lavori di ristrutturazione un'esplosione fa crollare un edificio. **8 morti**.
- ROMA**, 24 gennaio 1992: nella scuola antincendi dei vigili del Fuoco alle Capannelle, crolla una palazzina nel corso di lavori di ristrutturazione. **3 morti**.
- ROMA**, 16 febbraio 1992: un' esplosione causata da una fuga di gas distrugge parte di un palazzi in via Mille. **1 morto**.
- NAPOLI**, 16 dicembre 1992: il gas provoca l'esplosione che distrugge un palazzo nel quartiere Ponticelli. **15 morti**.
- PAVIA**, 14 luglio 1994: Crolla una parte della casa di riposo di Motta Visconti, fra Milano e Pavia. **28 morti**.
- ROMA**, 4 ottobre 1996: ancora una fuga di gas causa il crollo di una palazzina sull' Appia antica. **1 morto**
- ROMA**, 16 dicembre 1998: crollo di una palazzina a Villa Jacobini. **27 morti**.
- PALERMO**, 11 marzo 1999: crollo di una palazzina. **3 morti**.
- PALERMO**, 27 agosto 1999: un incendio nel magazzino di un negozio di giocattoli fa crollare un edificio. Le fiamme si diffondono in un palazzo a fianco. **1 morto**.
- FOGGIA**, 11 novembre 1999: crollo di una palazzina in Viale Giotto n.108. **I morti sono 67**.
- NAPOLI**, 25 giugno 2001: crolla un edificio di sette piani, in traversa Sanseverino all'Arenella, durante i lavori di ristrutturazione per la costruzione di box auto. **Nessuna vittima**.

2^a Considerazione intermedia



ROMA, 16 dicembre 1998: crollo di una palazzina a via di Villa Jacobini. 27 morti.



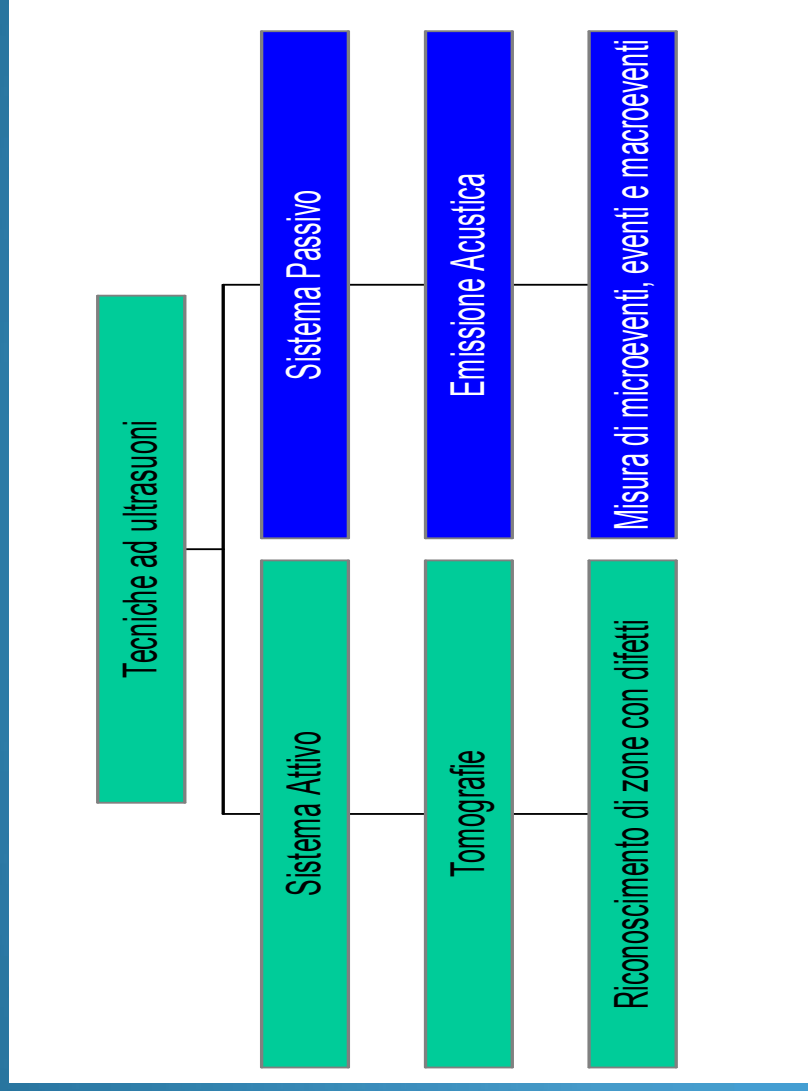
2^a Considerazione intermedia

Si.

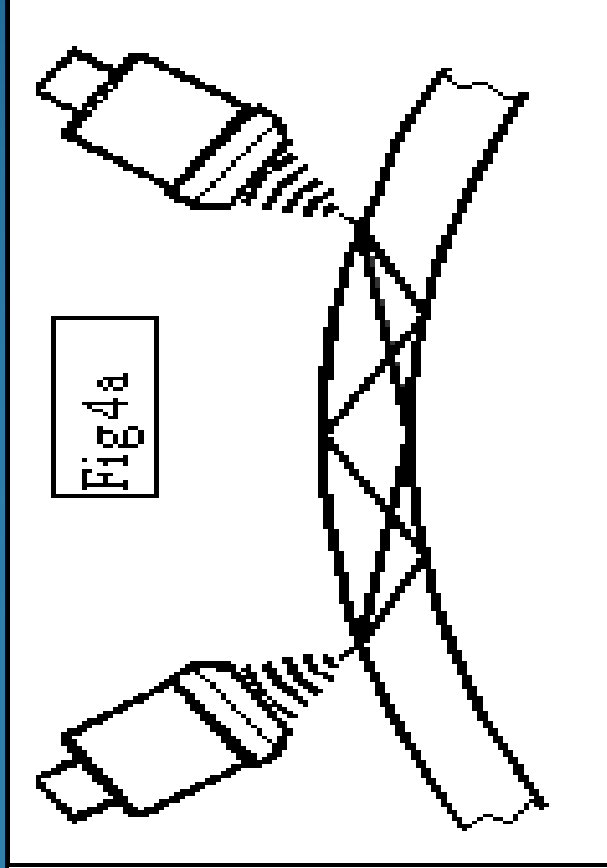
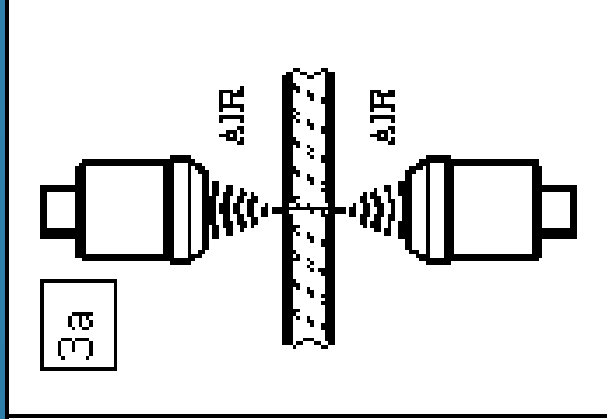
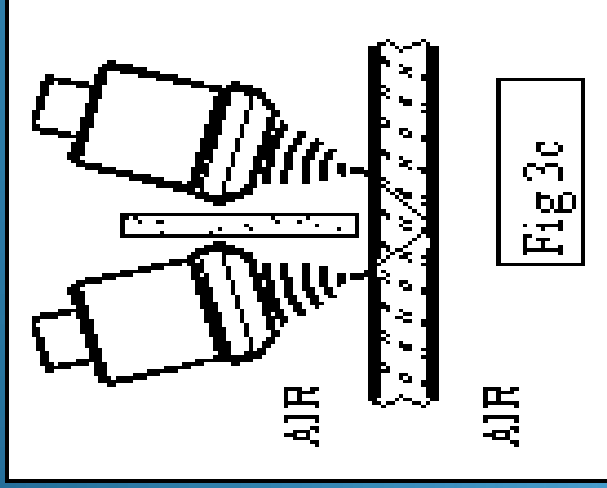
Utilizzando le nuove tecnologie come

l'ACUSTICA nella banda degli ULTRASUONI

Tecniche ad ultrasuoni



Acustica attiva



AE - Prove non distruttive sul calcestruzzo

Misura della velocità di impulsi ultrasonici

La velocità di propagazione di impulsi di vibrazione longitudinali all'interno di elementi di calcestruzzo dipende:

1. dalla omogeneità del calcestruzzo
2. dalla presenza di vuoti, microlesioni ed altre imperfezioni.

In un calcestruzzo privo di imperfezioni, omogeneo e compatto, la velocità è di circa 4000 m/sec.

La velocità diminuisce in misura crescente con le discontinuità interne.

La velocità di propagazione delle onde piane longitudinali è espressa da:

$$\text{dove: } V = \sqrt{\frac{Ed(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

V è la velocità dell'impulso [m/sec]
 Ed è il modulo elastico dinamico [N/mm²]
 ν è il coefficiente dinamico di Poisson
 ρ è la densità del calcestruzzo [kg/m³]

La formula mette in evidenza la correlazione tra la velocità, ν , ed il modulo elastico, Ed , e conferma la indicazione quantitativa che le velocità più elevate si manifestano nei calcestruzzi più omogenei e compatti.

Emissione Acustica Passiva (PAE)

*è un processo fisico legato alla
generazione di onde elastiche*

dovute al rapido rilascio di
energia immagazzinata da una o
più sorgenti localizzate entro un
materiale o una struttura.



Estremità di una cricca che si propaga in un solido amorfo covalente.

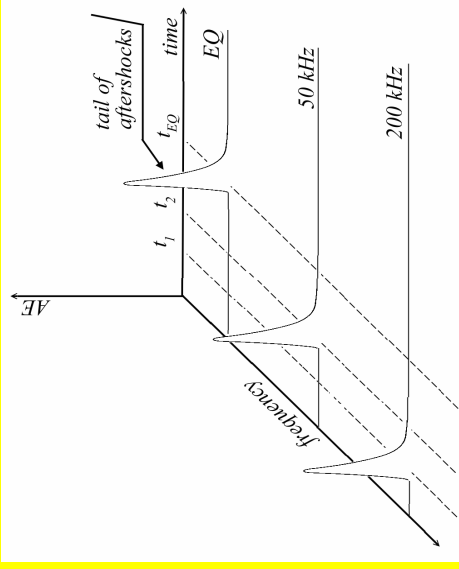
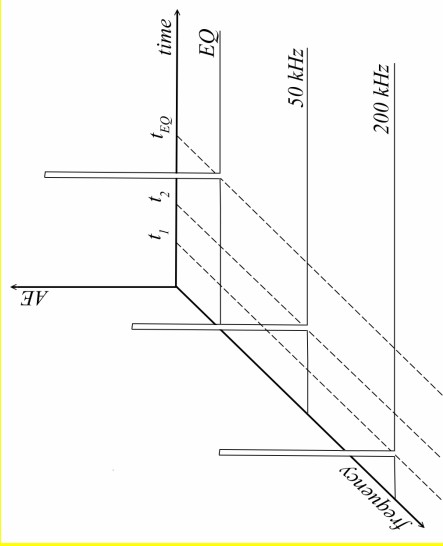
(Simulazione dinamica molecolare di una frattura)

<http://www.hghost.com/>

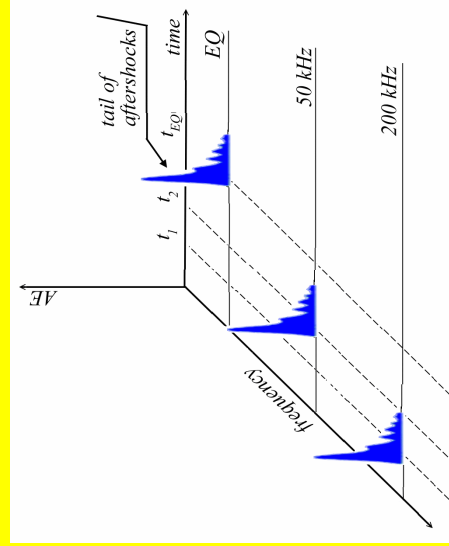


Emissione Acustica Passiva (PAE)

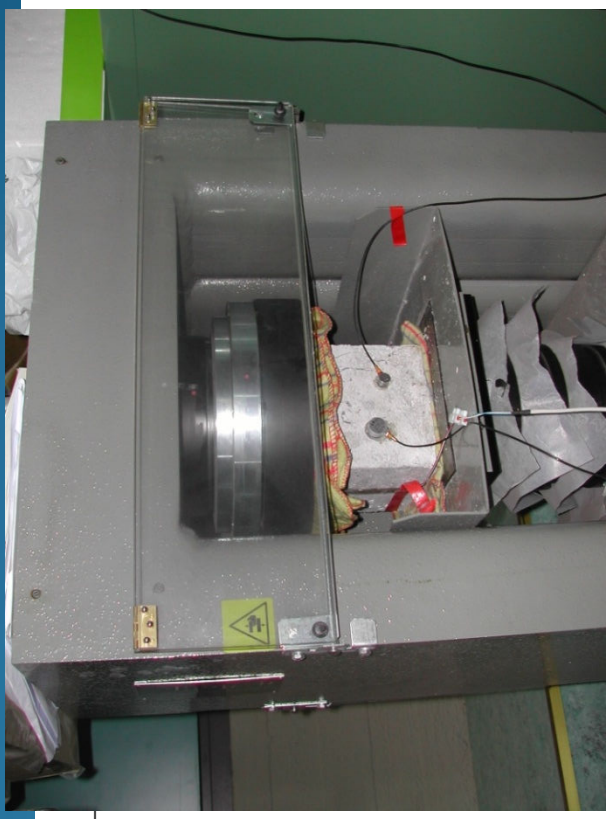
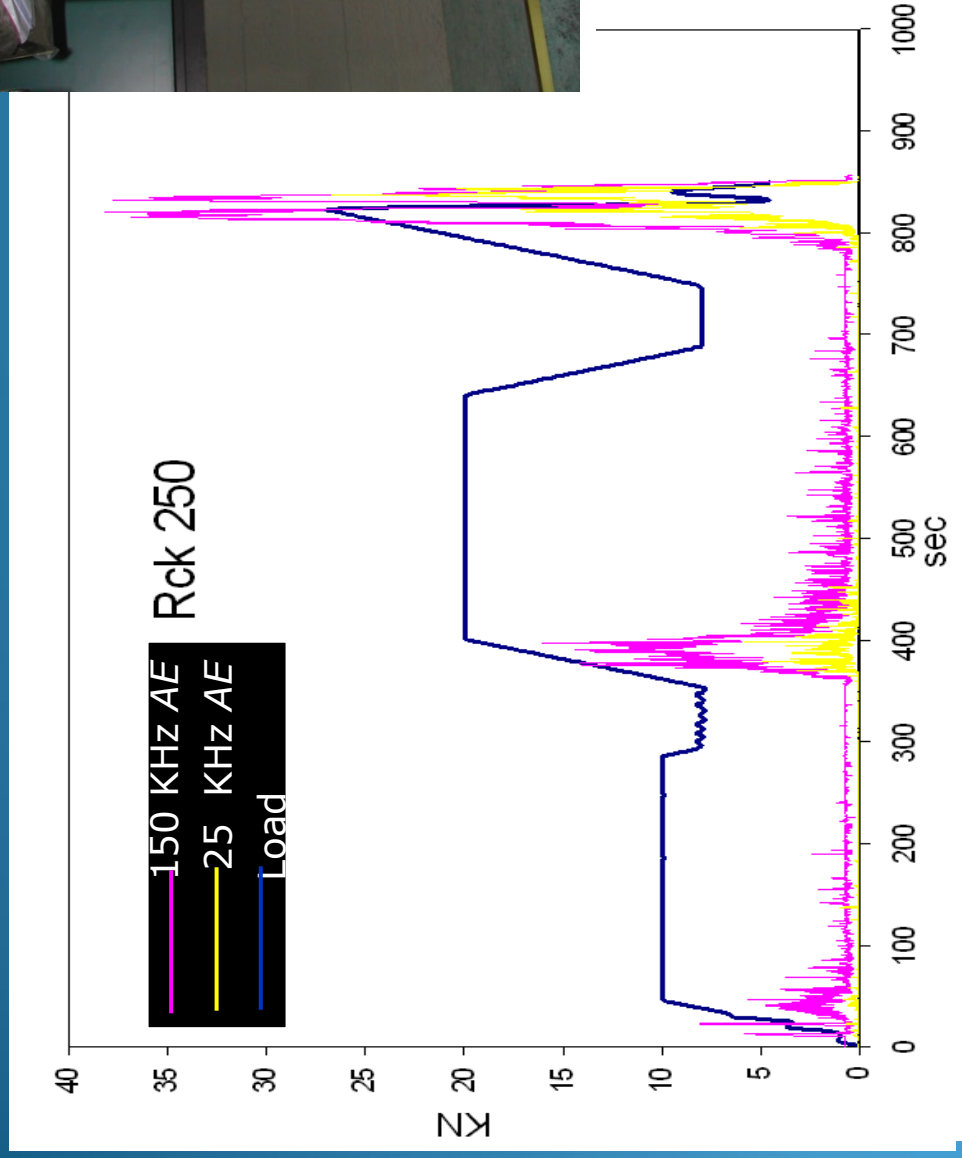
The succession of the frequency of the observed *AE* decreases vs. time



- As a first order approximation, the phenomenon can be depicted in terms of **Dirac δ -functions**.
- Upon closer physical consideration, every δ -function ought to be substituted by a **lognormal distribution**.
- An eventual externally applied additional effect (such as e.g. tidal modulation) sometimes results into an apparent trend looking like a **damped oscillation**.
- After Paparo and Gregori (2003).



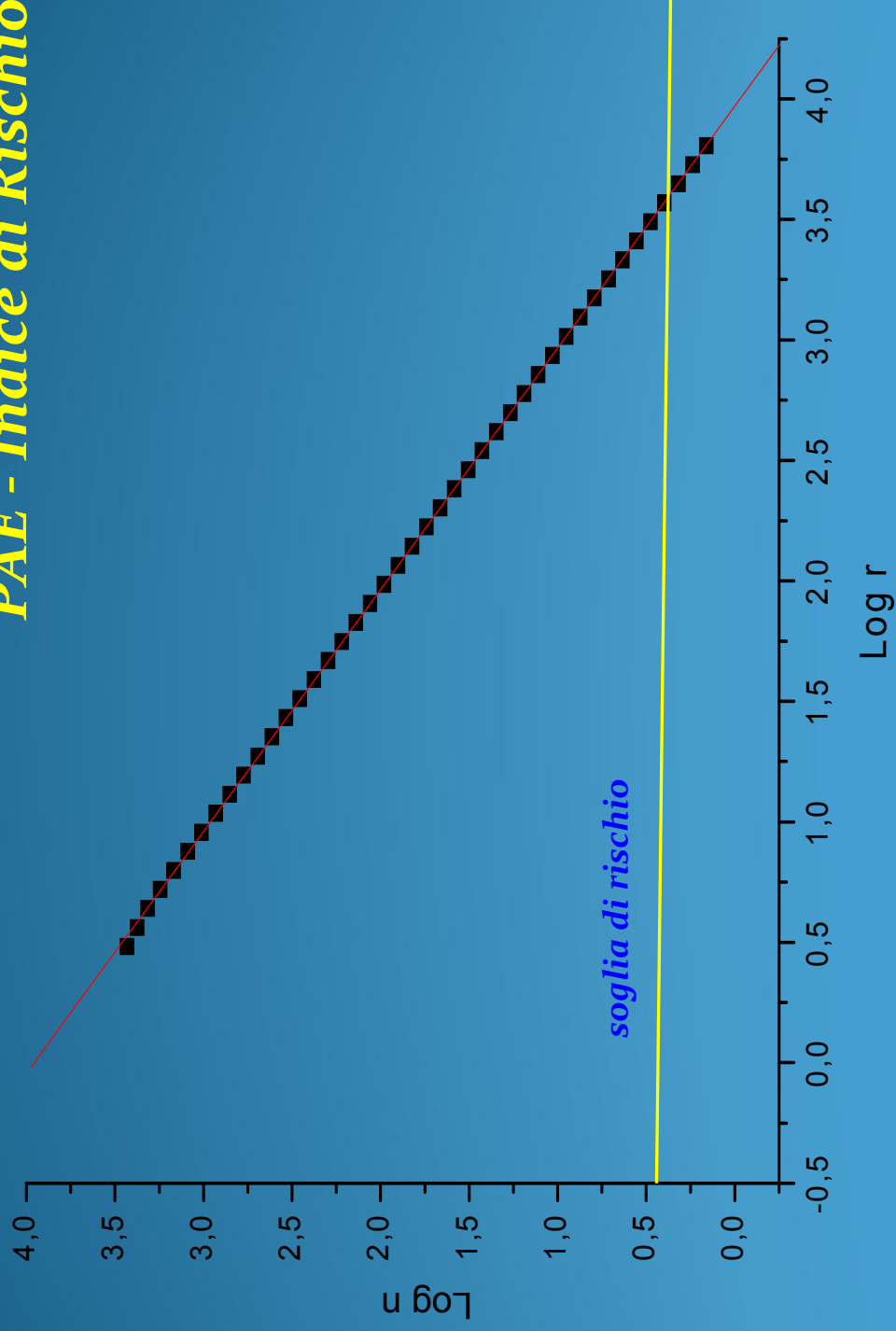
PAE - Prove distruttive sul calcestruzzo



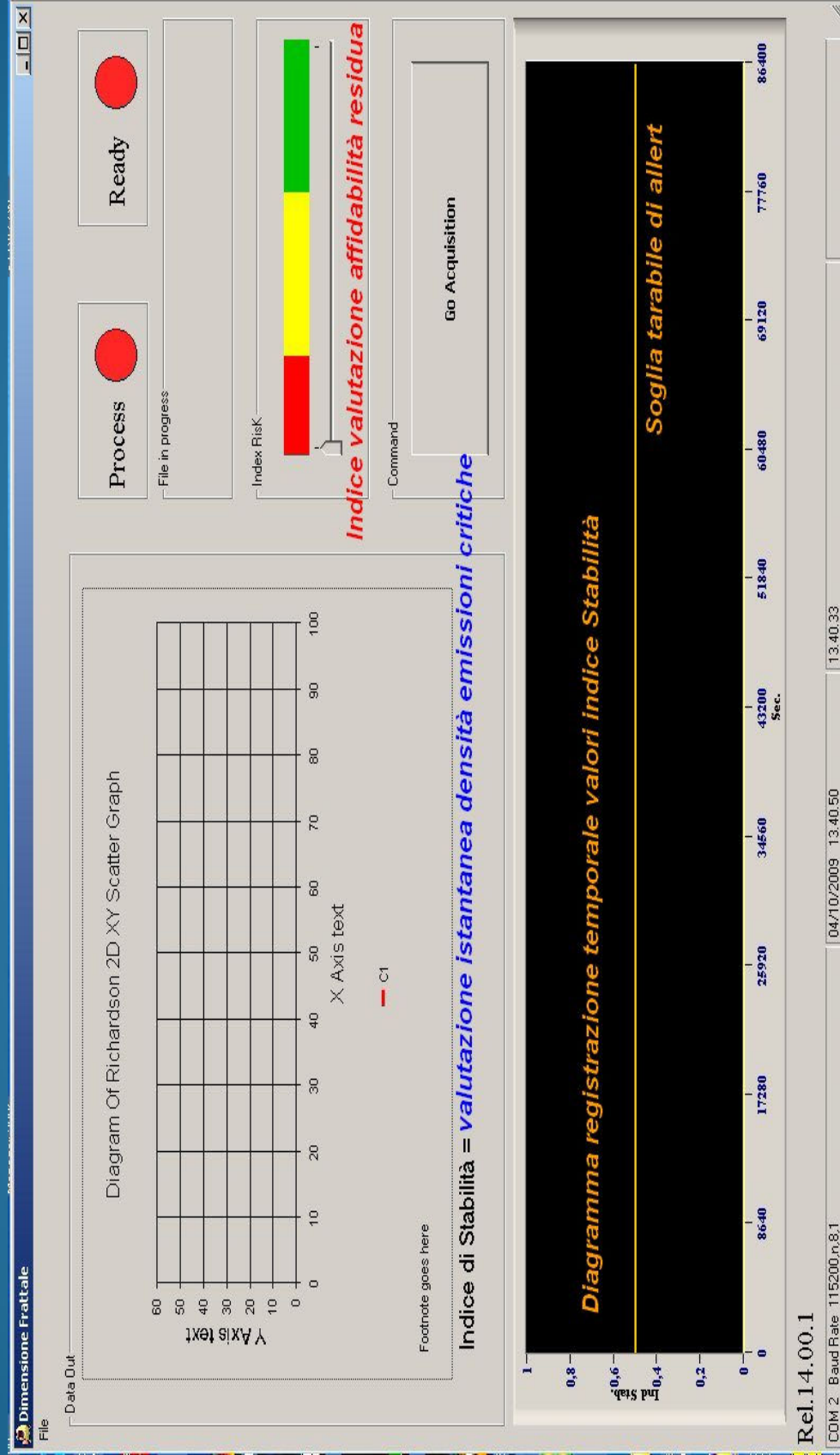
PAE Installazione in un edificio



PAE - Indice di Rischio



PAE - Indice di Rischio

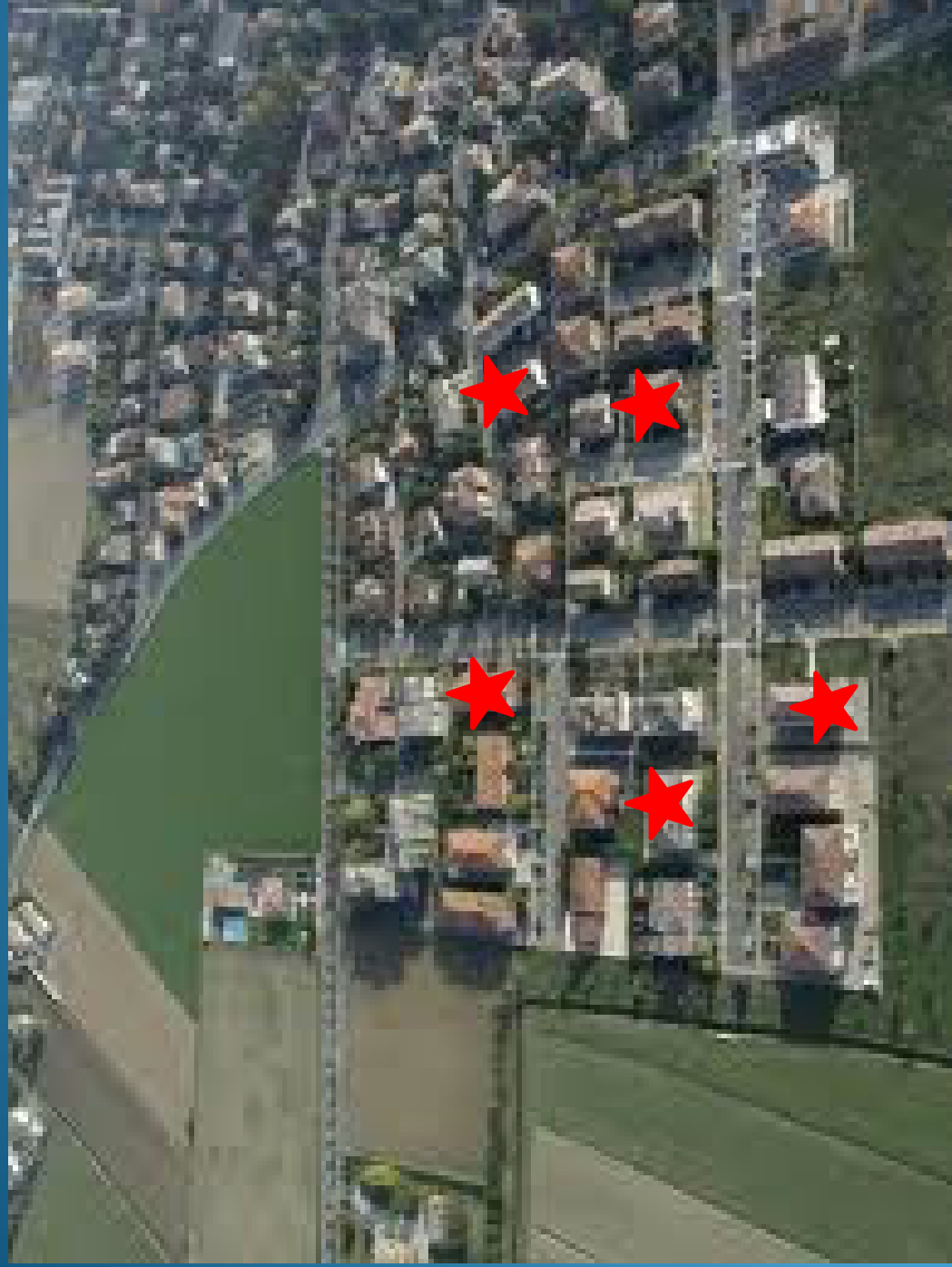


PAE

Installazione in rete



PAE - Installazione in rete



CLOSURE REPORT (updated April 2008)

CLG Ref. Nr.
(please specify)

983774



NATO SCIENCE FOR PEACE AND SECURITY PROGRAMME

COLLABORATIVE LINKAGE GRANT

NATO Public Diplomacy Division, SPS Programme, Bd. Leopold III, B-1110 Brussels, Belgium
fax +32 2 707 4332 ; e-mail pdd.science@hq.nato.int

CLOSURE REPORT

This final scientific and financial report should be submitted as soon as the grant funds have been expended, and no later than two years after the award has been made. The NATO-country Project Co-ordinator, as grantholder, is responsible for reporting on the full amount of the award, even if it has been divided among the Principal Investigators. The form should be signed on the last page by both NATO-country and Partner-country Co-ordinators, to indicate their agreement to the report. Invoices, receipts, tickets, etc. should not be enclosed with the report, but kept on file, as stated in the Conditions of Award.

1. PROJECT TITLE

Ground Deformation Monitoring in the Greater Cairo Metropolitan Region (Egypt) by SAR interferometry

2. PRINCIPAL INVESTIGATORS

(a) NATO-country Project Co-ordinator (grantholder)

Surname, Initials, Title
Parcharidis Issaak, Dr. Assist. Prof., Harokopio University of Athens +30 2109549345/+30
2109514759/ parchar@hua.gr Telephone, Fax, E-mail

(b) Partner-country Project Co-ordinator

Surname, Initials, Title
Tarek Awad Seleem, Dr., Lecturer, Canal Suez University, Egypt, +2 0643371132/
Tarek_642004@yahoo.com Telephone, Fax, E-mail

(c) Other Principal Investigators, if any (please give names only)

Surname, Initials, Title
Pascolleri Maurizio, Dr
Maurizio_Samuele_Vespa@Prof

Progetto in ambito ices

Possibili sviluppi con PAE e Interferometria SAR

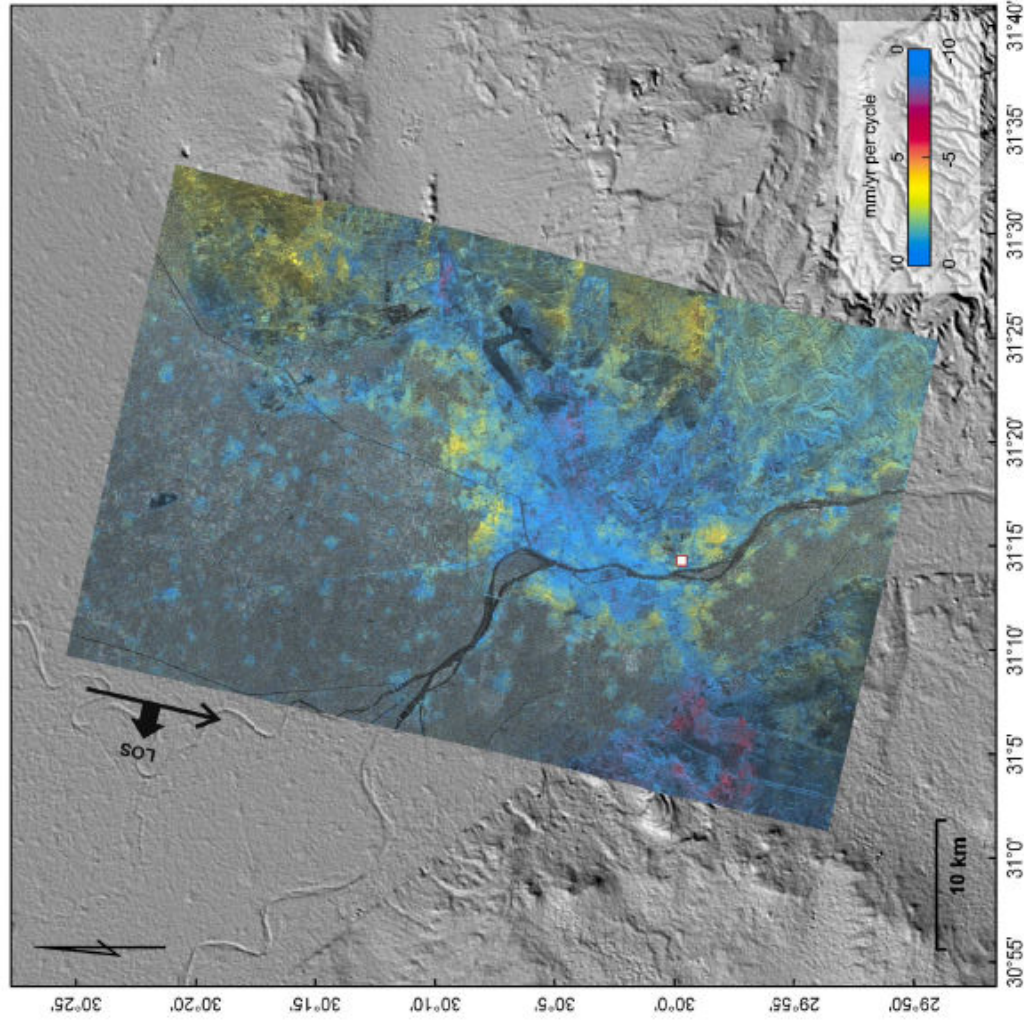
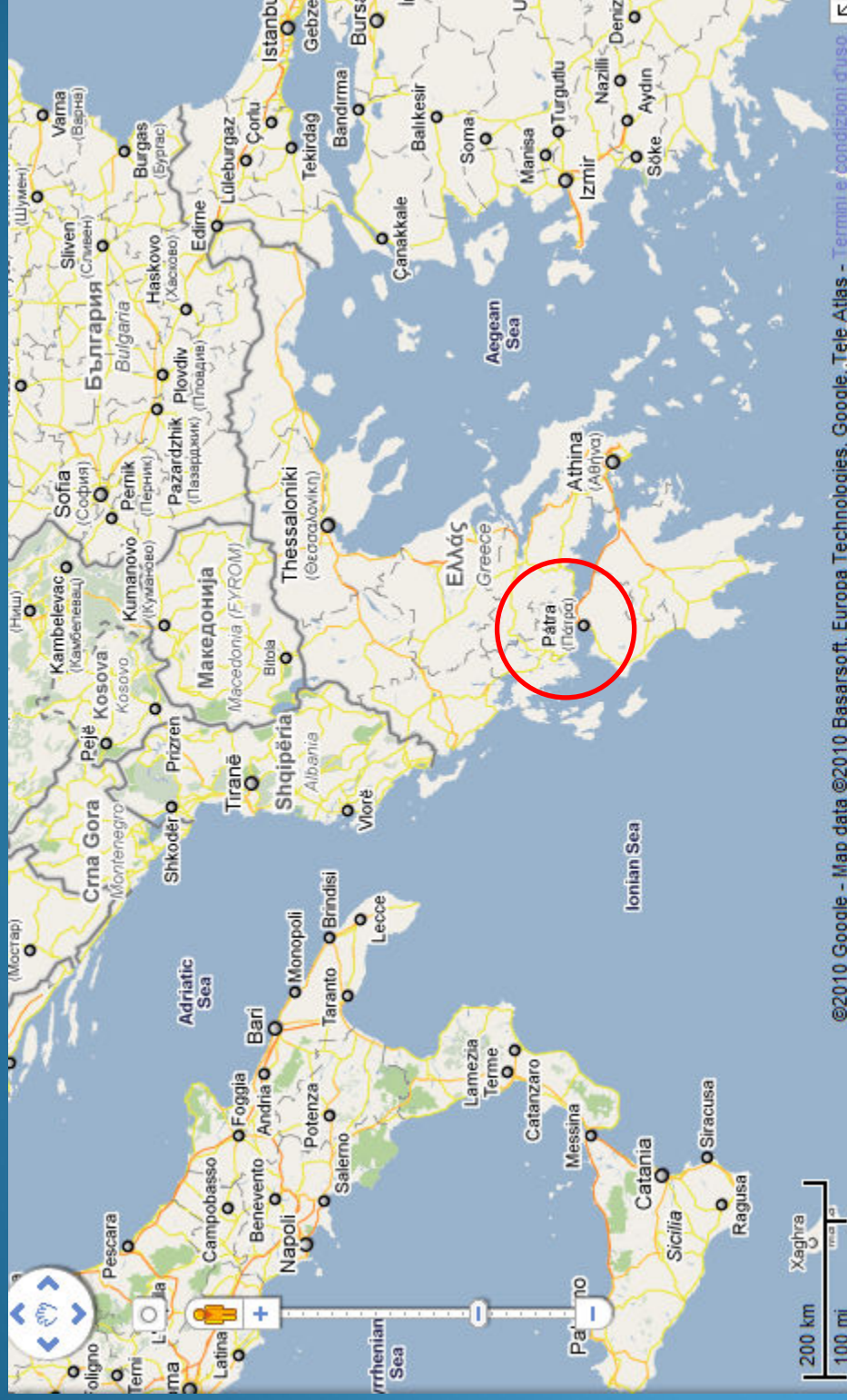


Figure 8. Deformation map produced by interferometric stacking



Prossimo progetto EU Analisi con tecniche PAE e Interferometria SAR



Considerazioni finali

La diminuzione della popolazione è maggiore nelle zone rurali e nelle zone con abitazioni di qualità inferiore.

La disponibilità di alloggi adeguati attrae i migranti o influenza la loro scelta di localizzazione residenziale.

I regolamenti ed i codici di costruzione nazionali devono essere conformi agli standard più elevati ma, cosa più importante, devono essere applicati.

La casa deve essere un rifugio, non una causa di rischio.

Si devono applicare le tecnologie innovative per la valutazione della qualità del costruito. L'Emissione Acustica Passiva è una tecnologia valida.

... grazie per l'attenzione





GEOFISICA E MICROGEOFISICA
VII Workshop di geofisica
Rovereto - 10 dicembre 2010