



MAINTOANCE

# STRUMENTI E METODI PER IL *MONITORAGGIO* E LA *MANUTENZIONE PROGRAMMATA* DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO (**GEOMATICA, GIS** e **HBIM**)

Ilaria Bonfanti, **Andrea Lingua**, Francesca Matrone,  
Gloria Rizzo Marco Zerbinatti

[andrea.lingua@polito.it](mailto:andrea.lingua@polito.it)



**POLITECNICO DI TORINO**

DIATI - Dipartimento di Ingegneria Ambientale, delle  
Infrastrutture e del Territorio

DISEG Dip.ingegneria Strutturale Edile e Geotecnica



**MAINT**enance Tools to Enhancing by a **Net**working for **Architectural**, **Natural** and  
**Cultural Environment**



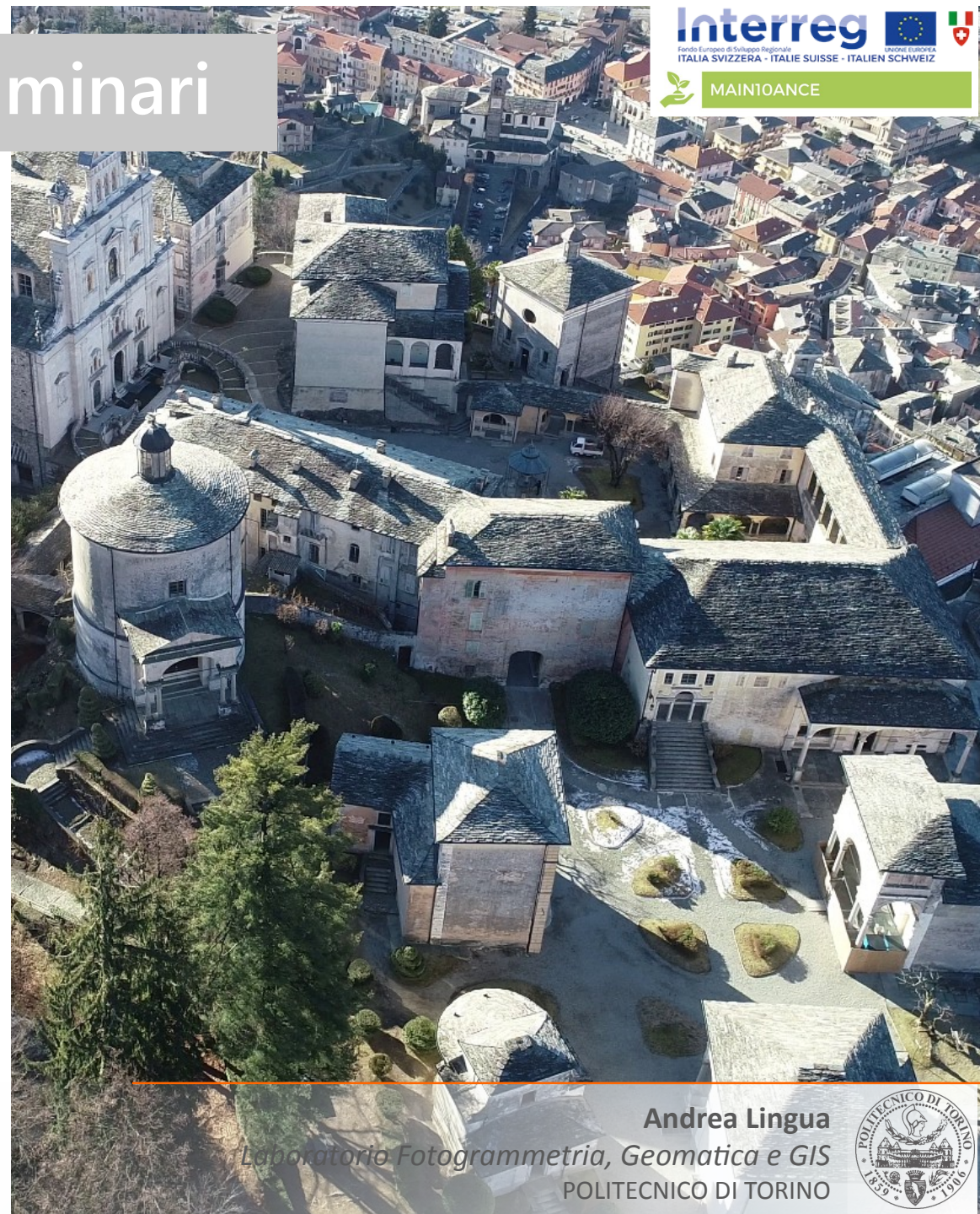




# Alcune considerazioni preliminari

Il tema è chiaramente un problema **COMPLESSO**:

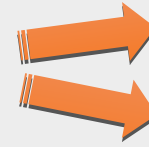
- In relazione con la **COMPLESSITÀ** degli oggetti considerati;
- che richiede un approccio **TRIDIMENSIONALE**
- **MULTI-SCALA** (territorio, architettura, bene culturale, singolo degrado e/o intervento)
- e **MULTI-TEMPORALE** (monitoraggio e interventi manutentivi nel tempo)
- in un contesto **MULTI-DISCIPLINARE**
- a **DIVERSI LIVELLI** applicativi (semplicità)



# Sommario



LA **CONOSCENZA** (**ACQUISIZIONE** DATI)



Dato geometrico  
Dato radiometrico



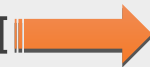
LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI



Integrazione GIS HBIM



**FRUIZIONE E CONSULTAZIONE** DEI DATI TRA I DIVERSI OPERATORI



App semplificate

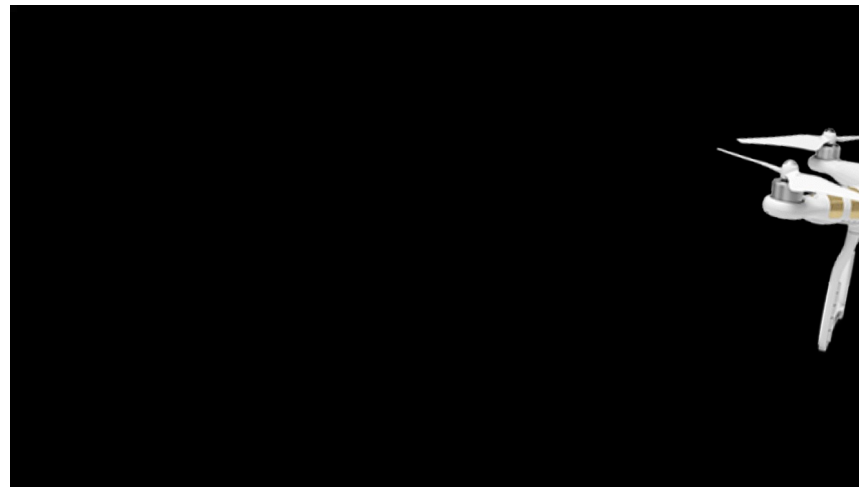


# Parte I

II

III

STRUMENTI PER LA **CONOSCENZA** E **ACQUISIZIONE** DATI → Dato *geometrico*



Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto Laser Scanner Terrestre



Andrea Lingua

Laboratorio Fotogrammetria, Geomatica e GIS

POLITECNICO DI TORINO







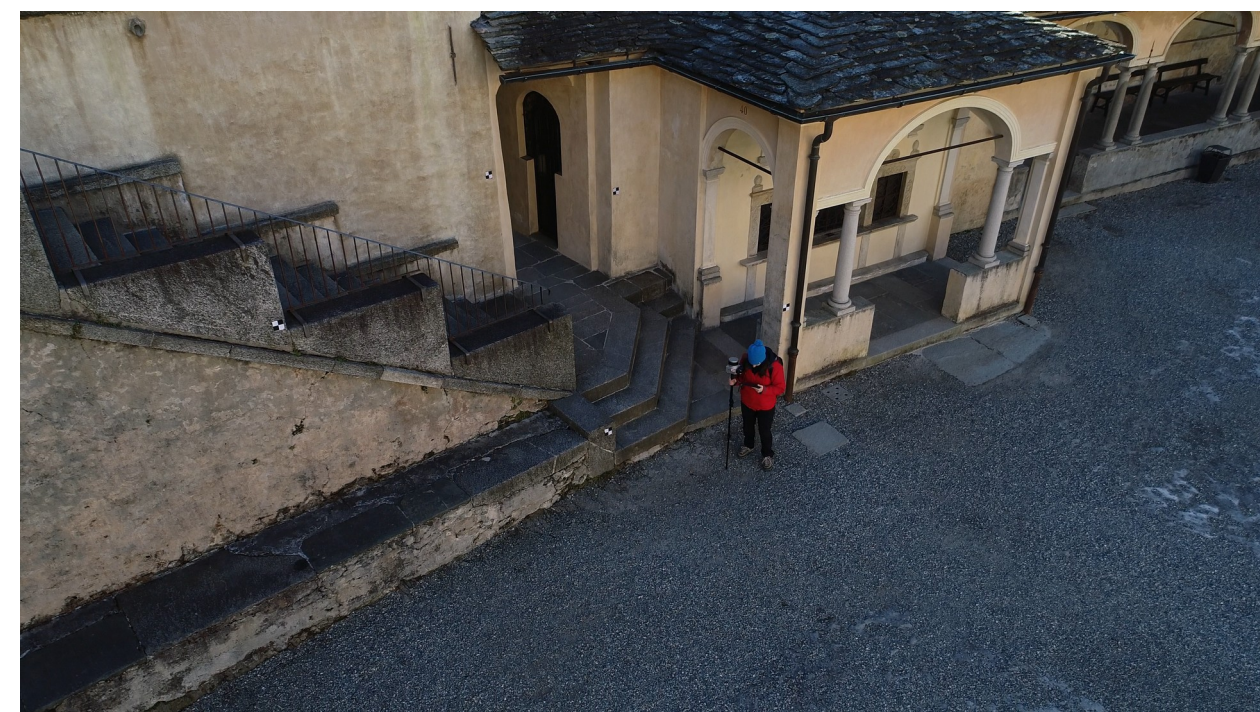
# Parte I

II

III

STRUMENTI PER LA **CONOSCENZA** E **ACQUISIZIONE** DATI → Dato **geometrico**

Sacro Monte di Varallo Sesia (VC)



*Mobile Mapping System*



*Aeromobile a Pilotaggio Remoto*

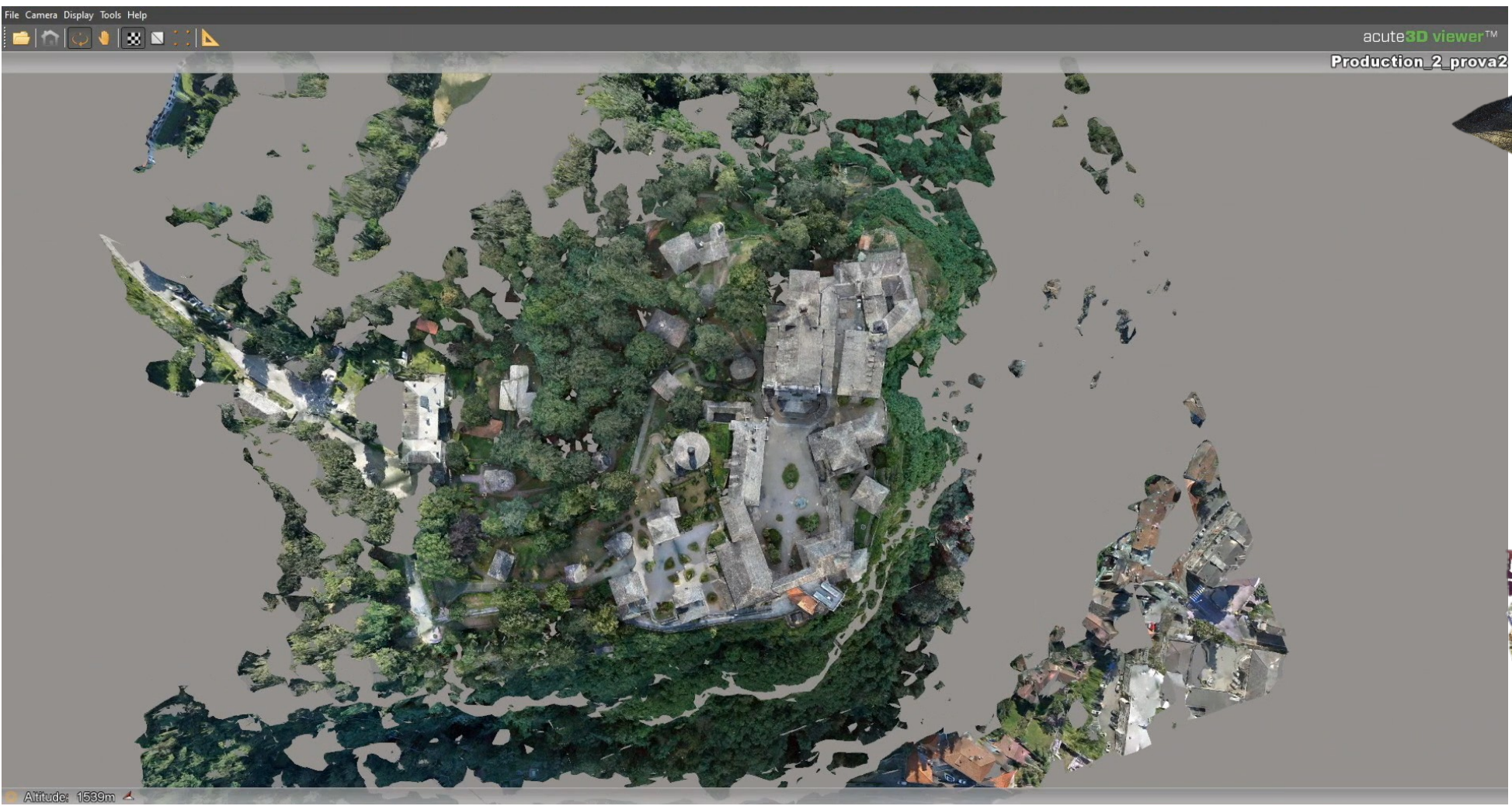




# Parte I

II

III





# Parte I

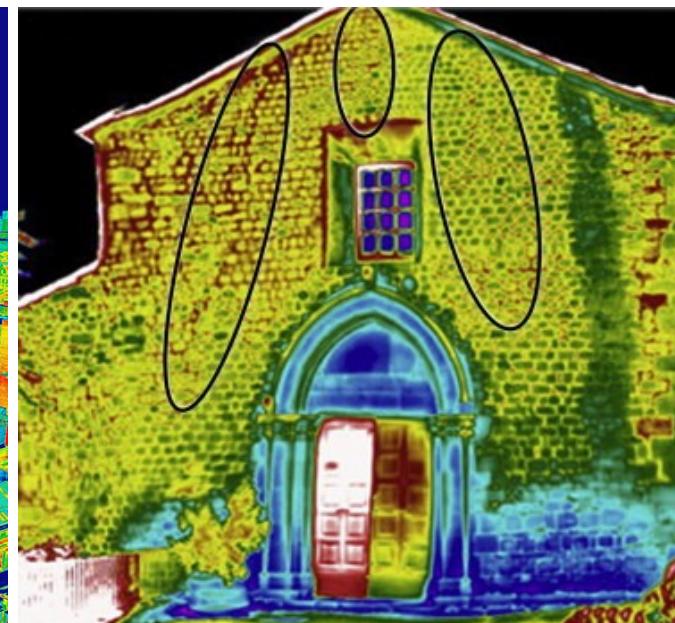
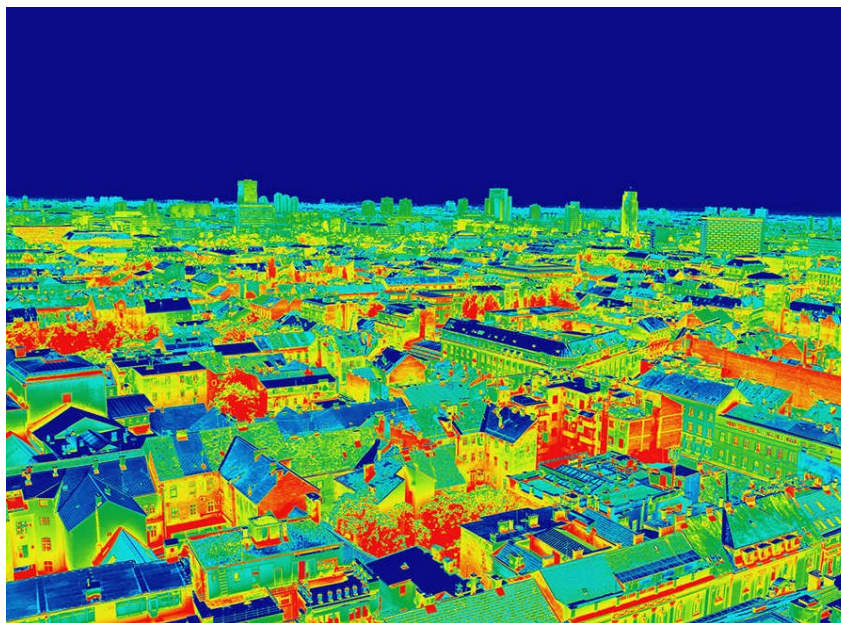
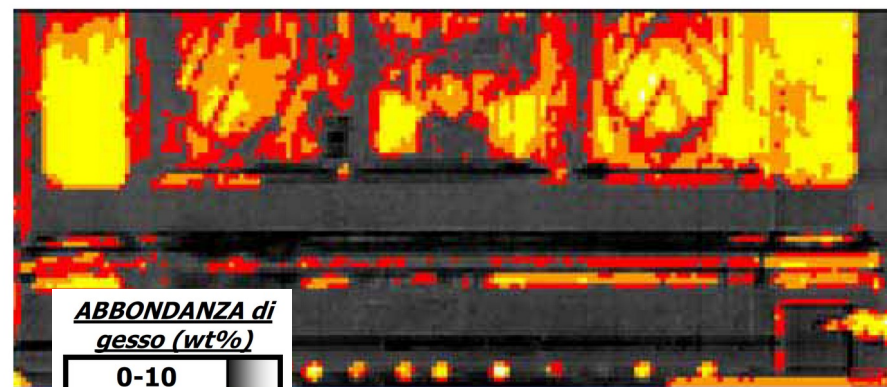
II

III

STRUMENTI PER LA **CONOSCENZA E ACQUISIZIONE** DATI → Dato **radiometrico**

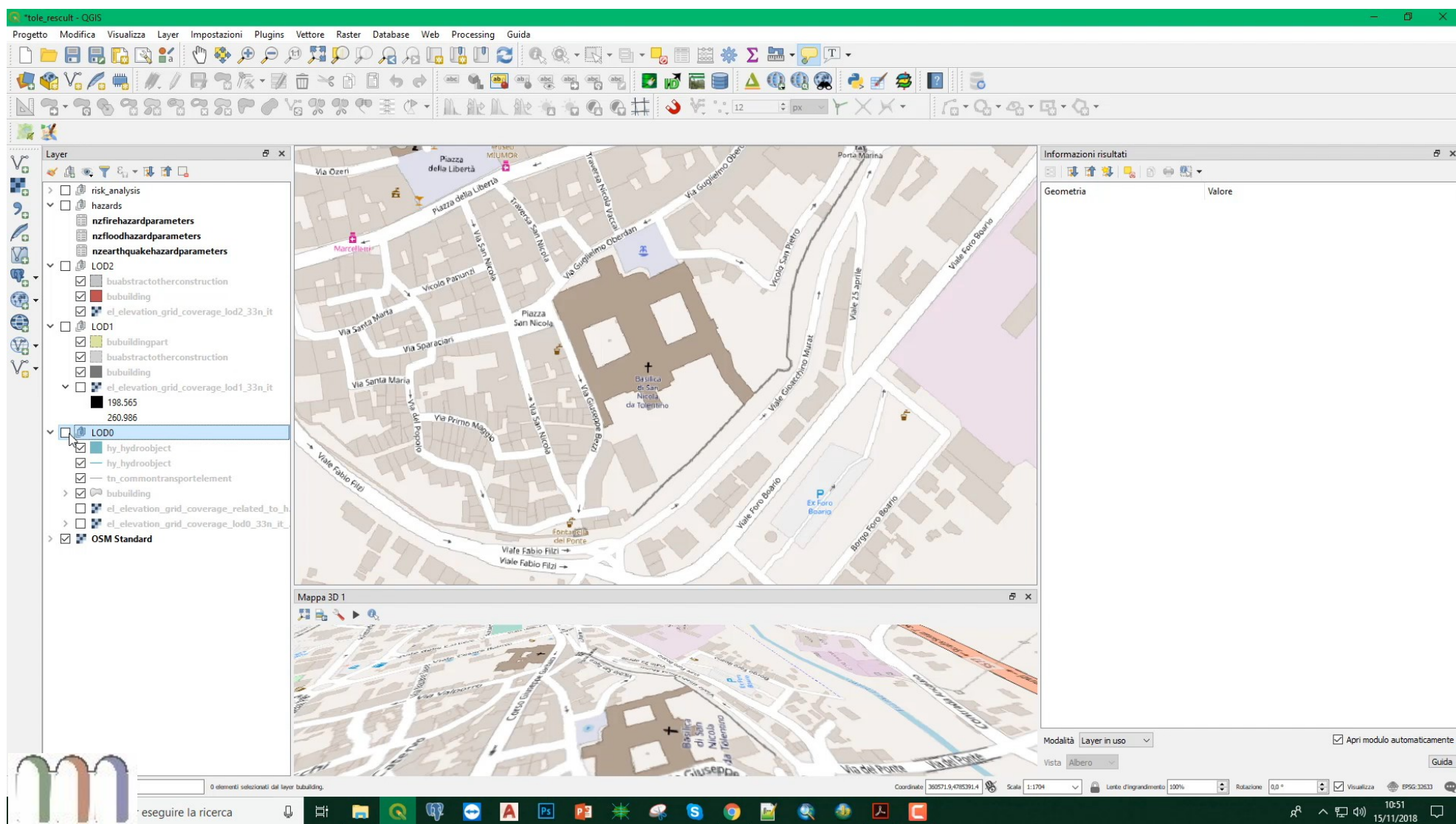
Camera multi/iperspettrale

Camera termica





## STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA MEMORIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI



**GIS** e **HBIM** per la  
rappresentazione  
*multiscala*

Visualizzazione  
software *open*  
*source*

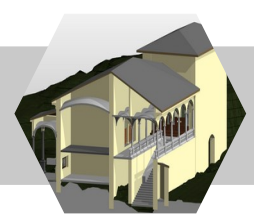


Progetto europeo RESCULT  
*Increasing RESilience of*  
*CULTural heritage*

Andrea Lingua  
*Simmetria, Geomatica e GIS*  
POLITECNICO DI TORINO







I

## Parte II

III

STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI

The screenshot shows the QGIS desktop environment. The main map window displays a 2D map of a city area with a highlighted building labeled 'St. Nicola church'. The left sidebar shows the 'Layer' panel with a tree view of the project's data layers, including 'risk\_analysis', 'hazards', 'nzfirerhazardparameters', 'nzfloodhazardparameters', 'nzearthquakehazardparameters', 'LOD2', 'LOD1', 'LOD0', and 'OSM Standard'. The right sidebar shows the 'Informazioni risultati' (Results Information) panel, which displays a table of attributes for the selected building.

Geometria	Valore
condition_of_construction	good
date_of_construction	1250-11-25
date_of_demolition	NULL
date_of_renovation	1757-11-16
external_reference	<a href="http://www.sannicoladatotentino.it/">http://www.sannicoladatotentino.it/</a>
height_above_ground	NULL
name	St. Nicola church
isimmovableProtectedSite	resultc_hmo13
elevation	
idresultcub	resultc_ab527
ab_serial	527
buildingNature	church
currentuse	public services
numberofdwelling	NULL
numberofbuildingunits	2
numberoffloorsabovegrou...	3
externaleference	<a href="http://resultc3dmodels.altervista.org/3dmodelsresultc/chies...">http://resultc3dmodels.altervista.org/3dmodelsresultc/chies...</a>
connection_to_electricity	true
connection_to_gas	true
connection_to_sawage	true
connection_to_water	true
document	<a href="http://www.bibliotecaegidiana.it/files/La-basilica-di-San-Nic...">http://www.bibliotecaegidiana.it/files/La-basilica-di-San-Nic...</a>
heating_source	electricity
heating_system	centralHeating
address	Piazza S. Nicola, 1, 62029 Tolentino MC
official_area	6206
official_value	NULL
height_below_ground	21
number_of_floors_below...	3
floor_distribution	basilical
roof_type	hippedRoof
material_of_facade	composite
material_of_roof	composition
material_of_structure	reinforcedMasonry
idresultcub	resultc_b527
b_serial	527
lod1	
lod2	
lod3	
lod4	
lod2multipolygon	

**GIS** e **HBIM** per la  
rappresentazione  
*multiscala*

Visualizzazione  
software *open*  
*source*

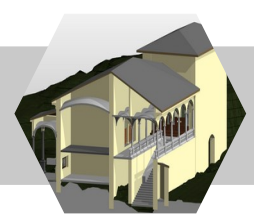


Progetto europeo RESCULT  
*Increasing RESilience of*  
*CULTural heritage*

Andrea Lingua  
Simmetria, Geomatica e GIS  
POLITECNICO DI TORINO







I

## Parte II

III

STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI

The screenshot shows the QGIS desktop application. The main window displays a 3D map of a city area, with a layer list on the left and a metadata panel on the right. The layer list includes various hazard and building layers, with 'bubuilding' selected. The metadata panel shows details for the selected layer, including its geometry, attributes, and a list of layers.

**Layer List:**

- risk\_analysis
- hazards
  - nzfirehazardparameters
  - nzfloodhazardparameters
  - nzeearthquakehazardparameters
- LOD2
  - buabstractotherconstruction
  - bubuilding
  - el\_elevation\_grid\_coverage\_lod2\_33n\_it
- LOD1
  - bubuildingpart
  - buabstractotherconstruction
  - bubuilding
  - el\_elevation\_grid\_coverage\_lod1\_33n\_it
- LOD0
  - hy\_hydroobject
  - hy\_hydroobject
  - tn\_commontransportelement
  - bubuilding
    - Chiesa Santa Maria dei Miracoli
    - Museum of Prehistory of the Gorges d...
    - St. Nicola church
  - el\_elevation\_grid\_coverage\_related\_to\_h...
  - el\_elevation\_grid\_coverage\_lod0\_33n\_it
- OSM Standard

**Metadata Panel (Informazioni risultati):**

Geometria	Valore
condition_of_construction	good
date_of_construction	1250-11-25
date_of_demolition	NULL
date_of_renovation	1757-11-16
external_reference	<a href="http://www.sannicoladatotentino.it/">http://www.sannicoladatotentino.it/</a>
height_above_ground	NULL
name	St. Nicola church
isimmovableProtectedSite	result_hmoi3
elevation	
idresultab	result_ab527
ab_serial	527
buildingNature	church
currentuse	public services
numberofdwelling	NULL
numberofbuildingunits	2
numberoffloorsabovegrou...	3
externalreference	<a href="http://result3dmodels.altervista.org/3dmodelsresult/chiesa...">http://result3dmodels.altervista.org/3dmodelsresult/chiesa...</a>
connection_to_electricity	true
connection_to_gas	
connection_to_sawage	true
connection_to_water	true
document	<a href="http://www.bibliotecaegidiana.it/files/La-basilica-di-San-Nic...">http://www.bibliotecaegidiana.it/files/La-basilica-di-San-Nic...</a>
heating_source	electricity
heating_system	centralHeating
address	Piazza S. Nicola, 1, 62029 Tolentino MC
official_area	6206
official_value	NULL
height_below_ground	21
number_of_floors_below...	3
floor_distribution	basilical
roof_type	hippedRoof
material_of_facade	composite
material_of_roof	composition
material_of_structure	reinforcedMasonry
idresultab	result_b527
b_serial	527
lod1	
lod2	
lod3	
lod4	
lod2multipolygon	

**GIS** e **HBIM** per la  
rappresentazione  
*multiscala*

Visualizzazione  
software *open*  
*source*



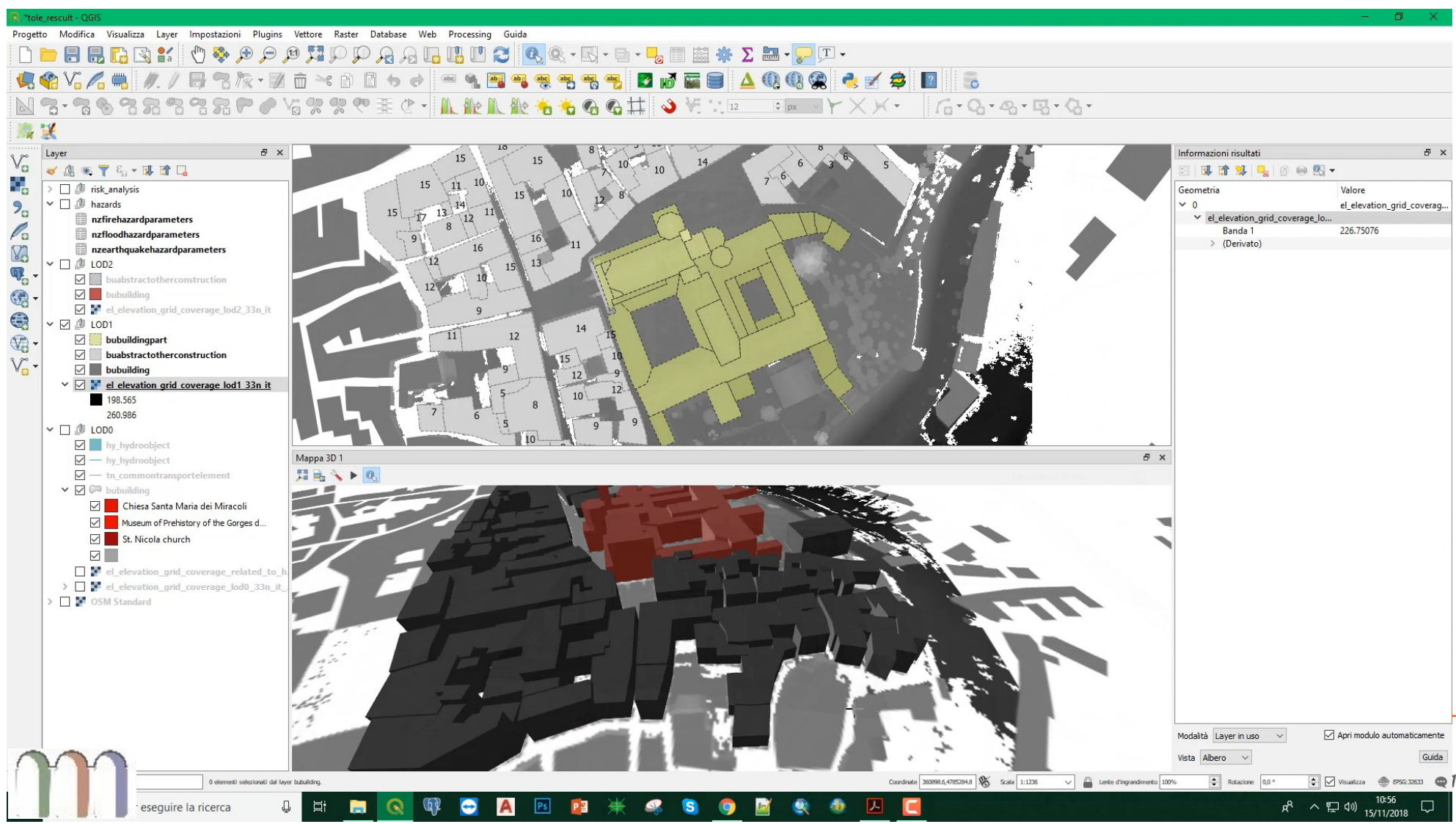
Progetto europeo RESCULT  
*Increasing RESilience of*  
*CULTural heritage*

Andrea Lingua  
Simmetria, Geomatica e GIS  
POLITECNICO DI TORINO





# STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA MEMORIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI



**GIS** e **HBIM** per la  
rappresentazione  
*multiscala*

Visualizzazione  
software *open*  
*source*



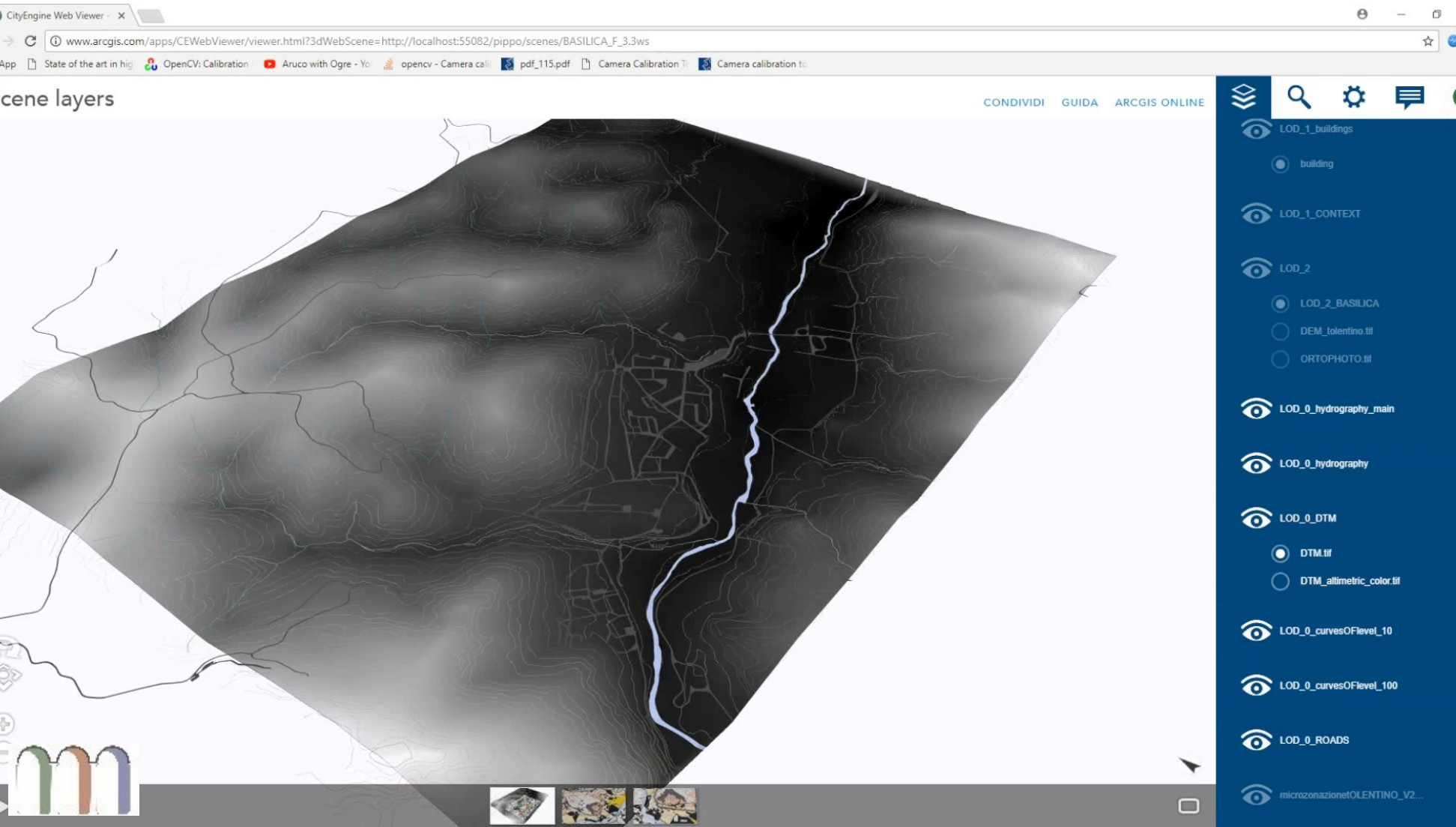
Progetto europeo RESCULT  
*Increasing RESilience of*  
*CULTural heritage*

Andrea Lingua  
*Simmetria, Geomatica e GIS*  
POLITECNICO DI TORINO





## STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI



**GIS** e **HBIM** per la  
rappresentazione  
*multiscala*

Visualizzazione  
Web



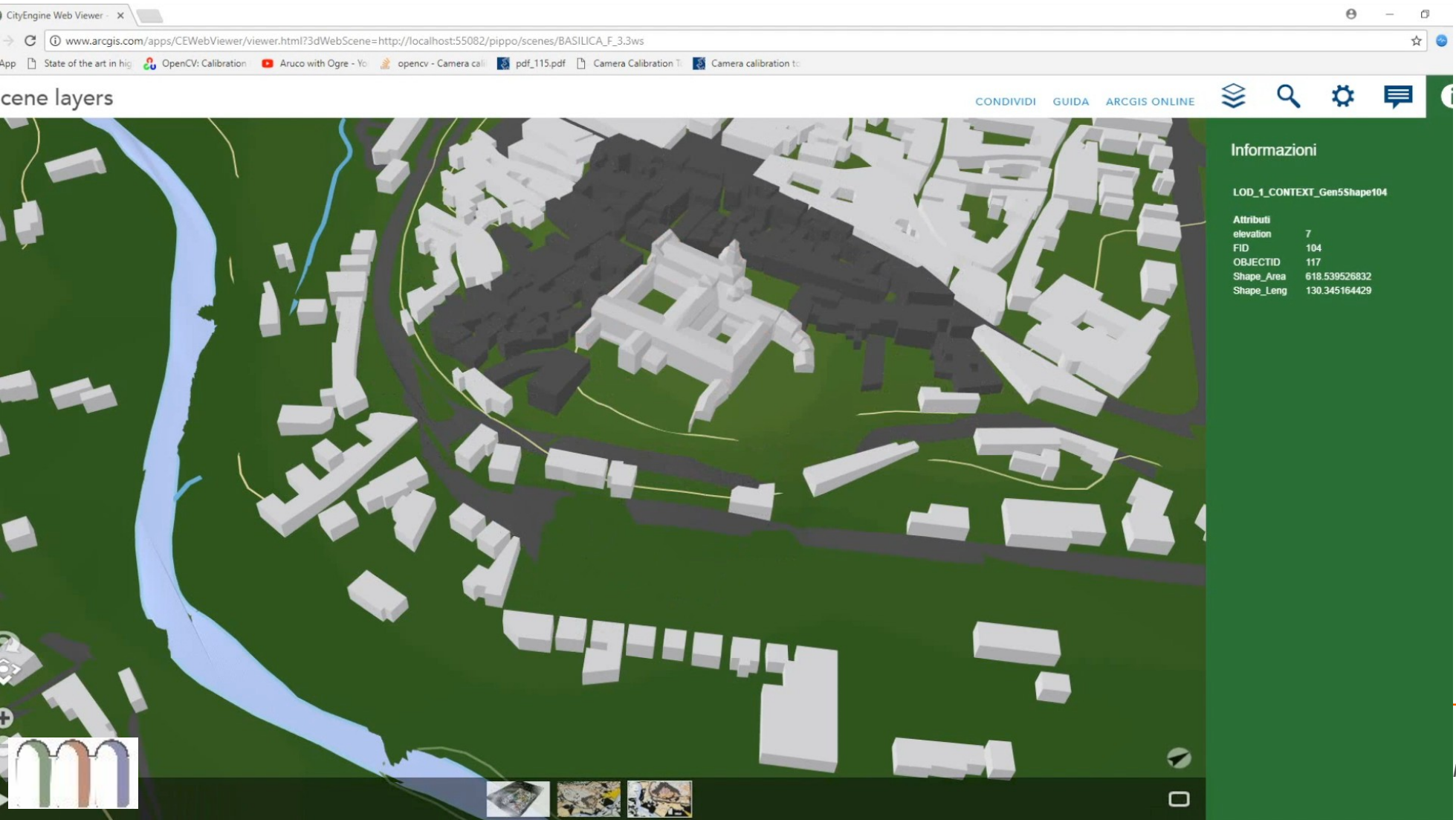
Progetto europeo RESCULT  
*Increasing RESilience of  
CULTural heritage*

Andrea Lingua  
rammetria, Geomatica e GIS  
POLITECNICO DI TORINO





STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI



**GIS** e **HBIM** per la  
rappresentazione  
*multiscala*

Visualizzazione  
Web



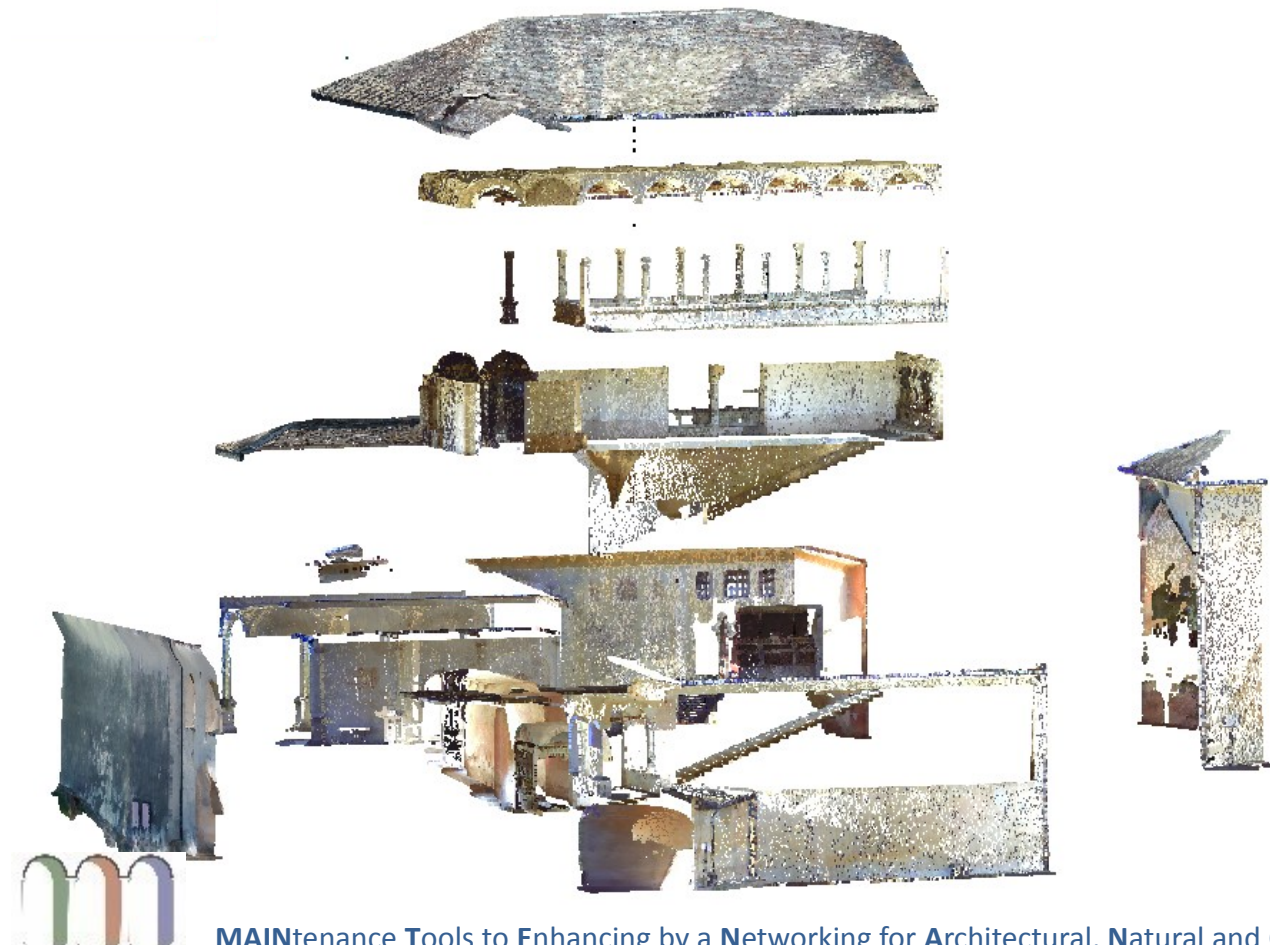
Progetto europeo RESCULT  
*Increasing RESilience of  
CULTural heritage*





STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI

**GIS** e **HBIM** per la rappresentazione *multiscala*



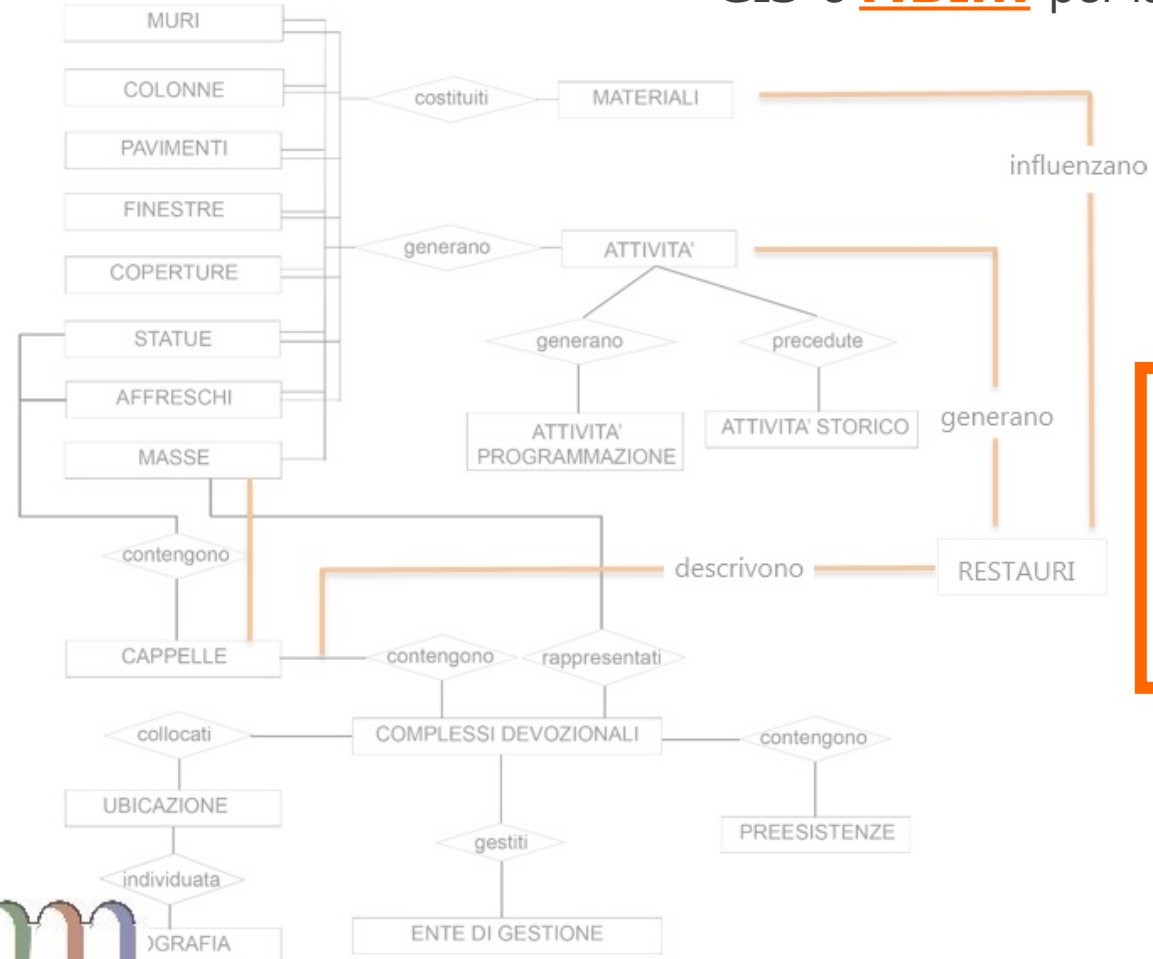






STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI

**GIS** e **HBIM** per la rappresentazione *multiscala*



Modifica | Muri

Proprietà

Muro di base

Muro\_cap24

Muri (1) 

Modifica tipo

Relativo a mas...

Testo

num_cappella	24.000000
nome_cappella	Gesù al tribunal...
id_complesso	Sacro Monte di ...
id_edificio	C_24
nome_attività	
nome_materiale	m_t_2

Browser di progetto - SMV\_Salvatore

Viste (tutto)

Piante strutturali



# STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA MEMORIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI

## GIS e HBIM per la rappresentazione *multiscala*

MURI

COLONNE

PAVIMENTI

FINESTRE

COPERTURE

STATUE

AFFRESCHI

MASSE

costituiti

generano

contengono

collocati

individuata

MATERIALI

ATTIVITA'

CAPPELLE

UBICAZIONE


GRAFIA

influenzano

generano

precedute

ENTE DI GESTIONE



Seleziona

Proprietà

Appunti

Modifica | Modelli generici

Proprietà

Modelli generici

Modifica tipo

Vincoli

Prospetto

0.0000

Sposta con l'o...

Testo

id\_complesso

SMV

id\_edificio

Nazareth

nome\_attività

Restauro

nome\_cappella

Annunciazione

num\_cappella

2.000000

elemento\_arc...

murolaterale

id\_causa

C\_RC

id\_soluzione

S\_RAC

id\_problema

P\_P

foto\_problema

Pitting e Nas...

id\_masse

2.000000

Dimensioni

Volume

0.039 m³

Dati identità

Immagine

Guida alle proprietà

Applica

Browser di progetto - SMV\_...

Proprietà

Gestisci immagini

Immagine raster	Nome	Conteggi	Percorso
	Ossidi di ferro portale (2).JPG	1	C:\Users\giorgia\Desktop\polito\TESI MAGISTRALE\TESI\Degrado\C_2\Ossidi di ferro portale (2).JPG
	Pitting e Nascita vegetazione nella muratura.JPG	2	C:\Users\giorgia\Desktop\polito\TESI MAGISTRALE\TESI\Degrado\C_2\Pitting e Nascita vegetazione nella muratura.JPG
	Pitting.JPG	1	C:\Users\giorgia\Desktop\polito\TESI MAGISTRALE\TESI\Degrado\C_4\Pitting.JPG
	Risalita capillare muschi e licheni.JPG	2	C:\Users\giorgia\Desktop\polito\TESI MAGISTRALE\TESI\Degrado\C_2\Risalita capillare muschi e licheni.JPG
	Risalita capillare portale.JPG	2	C:\Users\giorgia\Desktop\polito\TESI MAGISTRALE\TESI\Degrado\C_2\Risalita capillare portale.JPG

Aggiungi...

Elimina

Ricarica da...

Ricarica

Nessuno

OK

Annulla



# STRUMENTI PER LA STRUMENTI PER LA **MEMORIZZAZIONE** DELLE INFORMAZIONI

## **DATABASE** – Maschera di consultazione

GenericModels	Mass
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Restauro</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murofacciata</div><div>id_causa Distacco ed er</div><div>id_soluzioni C_RC</div><div>id_problem S_RC</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murofacciata</div><div>id_problem P_AC</div><div>id_causa C_DR</div><div>id_soluzioni S_PAN</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murofacciata</div><div>id_problem P_F</div><div>id_causa C_AU</div><div>id_soluzioni S_RC</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a portale</div><div>id_problem P_AC</div><div>id_causa C_OF</div><div>id_soluzioni S_PAN</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a portale</div><div>id_problem P_E</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_CP</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a portale</div><div>id_problem P_E</div><div>id_causa C_D</div><div>id_soluzioni S_CP</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a portale</div><div>id_problem P_CN</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_PAN</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_problem P_DE</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_OCS</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_problem P_CB</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_problem P_P</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murofacciata</div><div>id_problem P_CB</div><div>id_causa C_D</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murofacciata</div><div>id_problem P_E</div><div>id_causa C_D</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_problem P_CB</div><div>id_causa C_D</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_problem P_CB</div><div>id_causa C_D</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Annunciazione</div><div>num_cappe 2</div><div>elemento_a muroretro</div><div>id_problem P_CB</div><div>id_causa C_D</div><div>id_soluzioni S_AMCB</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Restauro</div><div>nome_capp Visitazione</div><div>num_cappe 3</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_RC</div><div>id_problem S_RC</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Visitazione</div><div>num_cappe 3</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_RC</div><div>id_problem S_RC</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Visitazione</div><div>num_cappe 3</div><div>elemento_a murolaterale</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_RC</div><div>id_problem S_RC</div></div>	
<div><div>id_comples: SMV</div><div>id_edificio Nazareth</div><div>nome_attivi Manutenzione</div><div>nome_capp Visitazione</div><div>num_cappe 3</div><div>elemento_a muroretro</div><div>id_causa C_RC</div><div>id_soluzioni S_RC</div><div>id_problem S_RC</div></div>	

GenericModels	Mass	Abaco Cause	Abaco Problemi	Abaco Soluzioni
ID	id_soluzioni	descrizione	Note	
1	S_RC	Risarcimento e Consolidamento	Approfondimento nella stesura della tesi	
2	S_C	Consolidamento	Approfondimento nella stesura della tesi	
3	S_PAN	Pulitura con acqua nebulizzata	Approfondimento nella stesura della tesi	
4	S_P	Protezione		
5	S_OCS	Operazione Cuci Scuci		
6	S_AMCB	Asportazione Meccanica della Colonizzazione Biologica		
7	S_RMAC	Rimozione manuale alghe e consolidazione		
8	S_CP	Consolidamento e Protezione	Approfondimento nella stesura della tesi	
9	S_PP	Pulitura e Protezione	Approfondimento nella stesura della tesi	



**FRUIZIONE E CONSULTAZIONE** DEI DATI TRA I DIVERSI OPERATORI

RESTAURI\_ok\_2

Sacro Monte di Varallo



United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Sacri Monti del Piemonte e della Lombardia  
Inscritto nella lista del Patrimonio Mondiale nel 2003

RESTAURI

giovedì 27 aprile 2017

20:43:15

In collaborazione con:  


Cappella

C\_27

C\_29

C\_30

C\_31

C\_32

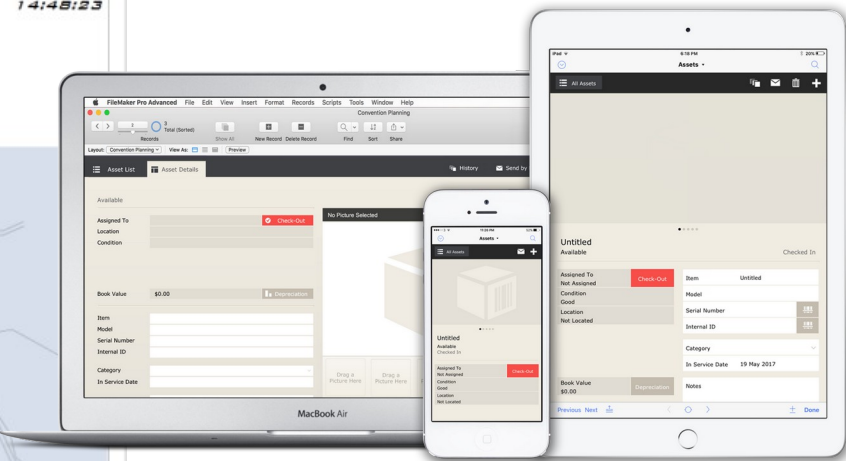
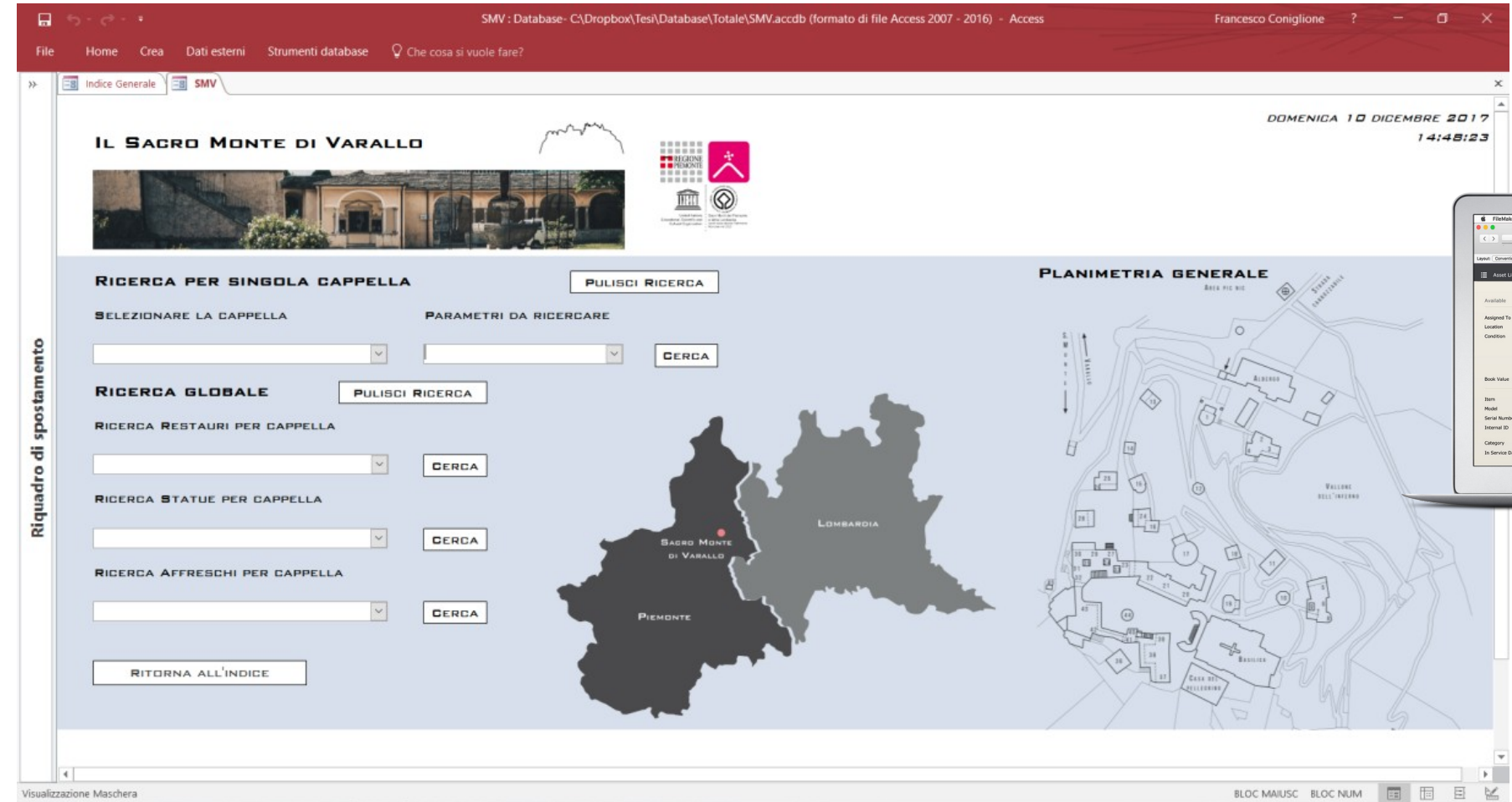
Piano di manutenzione programmata

Una applicazione Web semplificata





# FRUIZIONE E CONSULTAZIONE DEI DATI TRA I DIVERSI OPERATORI



Una applicazione Web condivisa su diversi strumenti





I

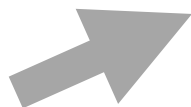
II

Parte III

## UNA POSSIBILE PROPOSTA PER L'**ADATTAMENTO** DELLA METODOLOGIA



Microsoft  
**SQL Server**



- Facilmente consultabile tutti
  - *Interoperabile*
- Terminologia univoca
  - Scalabilità

In questo modo la metodologia può essere agevolmente adattata:

- a diversi Sacri Monti
- a contesti Internazionali più ampi
- al patrimonio culturale diffuso

### STANDARD

