

POLITECNICO DI TORINO

I Facoltà di Ingegneria



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

**TESI DI LAUREA**

**DALLA CONOSCENZA AL PROGETTO**

Metodologia BIM per la riqualificazione della borgata Case  
Beretta in comune di Palanzano (PR)

**Relatore:**

Arch. Garda Emilia

**Correlatori:**

Ing. Villa Valentina

Dott. Ing. Multari Alessandro

**Candidato:**

Hyka Adri

Torino, Dicembre 2017

*Gran professione quella dell'ingegnere! Con l'aiuto della scienza ha il fascino di trasformare un pensiero in linee di un progetto per realizzarlo poi in pietra o metallo o energia. Quindi creare lavoro e case per gli uomini elevando il tenore di vita aggiungendone conforto.*

*Herbert Hoover*

*How strange and foolish is man. He loses his health in gaining wealth. Then, to regain health he wastes his wealth. He ruins his present while worrying about his future, but weeps in the future by recalling his past. He lives as though death shall never come to him, but dies in a way as if he were never born.*

*Ali ibn Ebu Talib*

## Abstract

Un qualsiasi voglia manufatto architettonico “funziona” in un certo periodo, in relazione a determinate condizioni e con il fine di ottenere precisi obiettivi. Combinando gli uni e gli altri, anche l’edificio sarà necessariamente costretto a modificarsi. Gli edifici in esame, costruiti tra il 1600 e 1800, si trovano in uno stato di abbandono per cui non svolgono più nessuna funzione. L’esigenza, durante il periodo del tirocinio dove è stato il primo contatto con il progetto, era quella di recuperare questi edifici di valore storico-architettonico dandoli una nuova funzione. Durante questo periodo sono stati progettati diverse soluzioni progettuali in base alle richieste del committente. Le continue modifiche sulla soluzione progettuale, comportavano altre modifiche e aggiornamenti necessari negli altri file collegati insieme. In questa ottica è stato pensato di testare l’utilizzo del BIM per la realizzazione di questo progetto.

Il medesimo progetto, è stato portato ad un livello teorico e di conseguenza è stato sviluppato parallelamente al caso reale ponendo due principali obiettivi. Il primo riguarda alla nuova destinazione d’uso della borgata, conservando tutto i suoi valori storico-architettonici. Il secondo obiettivo è stato quello di illustrare e capire, come la metodologia BIM è utile per avere un processo edilizio più efficiente riducendo i costi e i tempi degli studi di ingegneria di entità diverse.

La destinazione d’uso scelta è frutto di un’analisi del contesto e una ricerca del mercato combinando i dati ISTAT e le esigenze del comune di Palanzano. Per la realizzazione di questo obiettivo è stato fatto un’analisi delle patologie e del degrado degli edifici per progettare degli interventi mirati ed efficienti per la conservazione dei suoi valori.

Per rispondere al secondo obiettivo posto, è stato scelto uno degli edifici storici come caso studio. Tutto il lavoro effettuato è stato fatto realizzando un modello intelligente che contiene tutte le informazioni dello stato di fatto e dello stato di progetto. La progettazione, architettonica, strutturale e quella impiantistica, è avvenuta utilizzando software parametrici.

Il risultato ottenuto può considerarsi pressoché positivo. Malgrado qualche carenza per vari motivi che possono essere associati alla mancanza di esperienza sull’utilizzo di diversi software e l’incompatibilità di alcuni software o versioni di essi, abbiamo avuto la possibilità di vedere grandi vantaggi per gli studi di ingegneria. La dinamicità del modello parametrico risponde con tempestività alle varianti di cui il progetto è oggetto, garantendo un maggior efficienza e qualità. Il coordinamento delle opere ha consentito di individuare in fase di progettazione le interferenze, che rilevate durante la realizzazione dell’opera, avrebbero un costo maggiore per la loro correzione.

Dal lavoro effettuato si è evidenziato la necessità di estendere la metodologia BIM, a tutte le discipline ed attori coinvolti nel processo.

## Abstract English Version

Every architectural manufactured "works" in a certain period, in relation to certain conditions and with the aim of obtaining precise objectives. Combining both, the building will necessarily be forced to change. The buildings under examination, built between 1600 and 1800, are in a state of abandonment, they no longer perform any function. The need, during the intership where we first met with the project, was to recover these buildings with a historical and architectural value giving them a new function. During the intership, different design solutions were designed based on the client's requests. The continuous changes to the project involved other changes and updates needed in the other files linked together. In this context, it was decided to test the use of BIM methodology for the realization of this project.

In this thesis the same project has been brought to a theoretical level and has consequently been developed in parallel with the real case, setting two main objectives. The first concerns to the new use of the village, preserving all its historical-architectural values. The second goal was to illustrate and understand how the BIM methodology is useful to have a more efficient building process by reducing the costs and time of engineering firms of different entities.

The intended use of the new village, is the result of an analysis of the context and a market research combining ISTAT dates and the needs of the municipality of Palanzano. For the achievement per of this goal, was done a pathology and degradation analysis of the buildings , in order to design targeted and efficient interventions for the conservation of its values.

In order to reach the second goal, one of the historic buildings was chosen as a case study. The work was done by creating an intelligent model that contains all the information on the current status and the project status of the building. The architectural, structural, and MEP design was carried out using parametric software.

The result obtained can be considered almost positive. Despite some shortcomings for various reasons, that may be associated to the inexperience on the use of different software and the incompatibility of some software or versions of them, we have had the opportunity to see great advantages for engineering firms. The dynamism of the parametric model responds promptly to the variants of which the project is the object, ensuring greater efficiency and quality. The coordination of the works made it possible to identify in the design phase the interferences, which if they were detected during the construction , thier regulation would have greater costs.

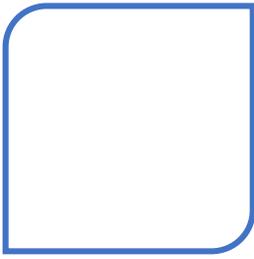
The work done during this thesis, highlighted the need to extend the BIM methodology to all the disciplines and actors involved in the process.

## Sommario

Abstract.....	1
Abstract English Version .....	2
Introduzione.....	6
1. Rilievo Dimensionale Architettonico .....	9
1.1. Il sopralluogo.....	9
1.2. Rilievo geometrico.....	11
1.3. Rilievo fotogrammetrico.....	24
1.4. La restituzione .....	37
1.5. Rilievo documentale.....	40
2. Elementi strutturali e relative patologie.....	49
2.1. Fondazioni .....	49
2.2. Travi e solai.....	49
2.3. Coperture .....	51
2.4. Murature in elevazione .....	52
2.5. Archi e volte.....	53
2.6. Scale .....	53
3. Analisi del degrado.....	54
3.1. Principali di tipologie di degrado.....	54
3.2. Diagnosi del degrado.....	57
3.3. Mappatura del degrado.....	58
3.4. Interventi previsti in fase di recupero .....	63
4. Approccio BIM.....	80
4.1. Progettare con il BIM.....	81
4.2. La progettazione parametrica .....	86
4.2.1. La modellazione .....	86
4.2.2. Il processo .....	88
4.3. BIM nel processo edilizio.....	91
4.4. L'applicazione del BIM sugli edifici esistenti (HBIM) .....	93
4.5. Quadro normativo della metodologia BIM .....	94
4.5.1. Normativa nel Regno Unito BS 1192 – PAS 1192.....	94
4.5.2. Normativa Italiana UNI 11337: 2017 .....	96
4.5.3. Confronto tra UNI 11337: 2017 e BS 1192 – PAS 1192.....	99
4.6. Workflow – Flusso di lavoro nella fase: Stato di Fatto .....	100
5. Proposta Progettuale .....	108
5.1. Analisi del contesto .....	108

5.2.	La proposta.....	114
5.3.	Motivazione delle scelte progettuale in ottica di progettazione integrale .....	117
5.3.1.	La planimetria generale .....	119
5.3.2.	Struttura Ricettiva A.....	126
5.3.3.	Struttura Ricettiva B.....	132
5.3.4.	Ristorante.....	136
5.3.5.	Casette per vacanze .....	142
5.3.6.	La stalla bovini e l'orto .....	145
5.3.7.	La Piscina.....	152
6.	Approfondimenti sul recupero della Struttura Ricettiva A .....	153
6.1.	Recupero Architettonico .....	154
6.1.1.	Progetto architettonico nell'ambiente BIM.....	154
6.1.2.	BIO-Architettura.....	160
6.1.3.	Tecnologia dell'architettura.....	164
6.1.4.	Considerazioni sul metodo.....	165
6.2.	Recupero strutturale .....	182
6.2.1.	Progettazione strutturale nel ambiente BIM.....	182
6.2.2.	Consolidamento delle fondazioni .....	184
6.2.3.	Consolidamento murature portanti.....	187
6.2.3.	Consolidamento delle travi principali e l'integrazione degli nuovi travi ad essi .....	188
6.2.4.	Considerazioni sul metodo.....	203
6.3.	Riqualificazione energetica .....	221
6.3.1.	Diagnosi energetica e valutazioni delle prestazioni energetiche del edificio allo stato attuale .....	222
6.3.2.	Riqualificazione energetica. Stato di progetto.....	239
6.3.3.	Considerazioni sul metodo.....	262
6.4.	Progettazione impiantistica.....	263
6.4.1.	Progettazione impiantistica nel ambiente BIM .....	263
6.4.2.	Considerazioni sul metodo.....	266
6.5.	Modello di coordinamento in Navisworks 2018 .....	268
6.5.1.	Simulazione di cantiere.....	269
6.5.2.	Considerazioni sul metodo.....	279
7	La metodologia estimativa.....	280
	Conclusioni.....	286
	Bibliografia .....	288
	Norme e Regolamenti di riferimento.....	291
	Sitografia .....	291





# Introduzione

Questo lavoro di tesi nasce come applicazione della metodologia BIM su un caso di studio trattato durante il periodo del tirocinio dello studio del Dott. Ing. Alessandro Multari. Si tratta di recuperare una borgata composta di quattro fabbricati in stato di abbandono costruita negli anni 1600 nel comune di Palanzano in provincia di Parma. Durante questo periodo sono stati progettati diverse soluzioni progettuali in base alle richieste del committente. Ogni modifica comportava altre modifiche e aggiornamenti necessari negli altri file collegati insieme. A questo punto è stato pensato di testare l'utilizzo del BIM per la realizzazione di questo progetto.

Il Building Information Modeling (BIM) è una delle metodologie di lavoro più innovative e all'avanguardia nel settore delle costruzioni, basata sull'interoperabilità tra le varie discipline. Tale approccio permette di gestire in maniera integrata l'iter progettuale attraverso un modello "intelligente", partendo dalla programmazione, progettazione, realizzazione fino alla manutenzione dell'opera.

Inizialmente il BIM è stato introdotto a supporto della progettazione, per poi diffondersi progressivamente a tutte le attività del settore delle costruzioni. Ai giorni nostri tale metodologia ha raggiunto una maturità rilevante nel settore dell'edilizia e delle costruzioni verticali, nonostante si possano verificare livelli di sviluppo differenti in molti paesi del mondo. Il successo riscosso dall'adozione del BIM nel settore delle costruzioni edili ha suscitato un enorme interesse anche da parte del mondo delle infrastrutture, trovando fin da subito riscontri positivi in molte applicazioni.

La complessità degli interventi negli edifici esistenti è intimamente connessa alla partecipazione di molte discipline del mondo dell'ingegneria, sia nella fase progettuale sia durante la successiva esecuzione. Al fine di avere un progetto coordinato tra tutti gli attori della filiera delle costruzioni è necessario implementare un processo integrato, in grado di rispondere alle richieste delle varie parti in modo fluido e dinamico.

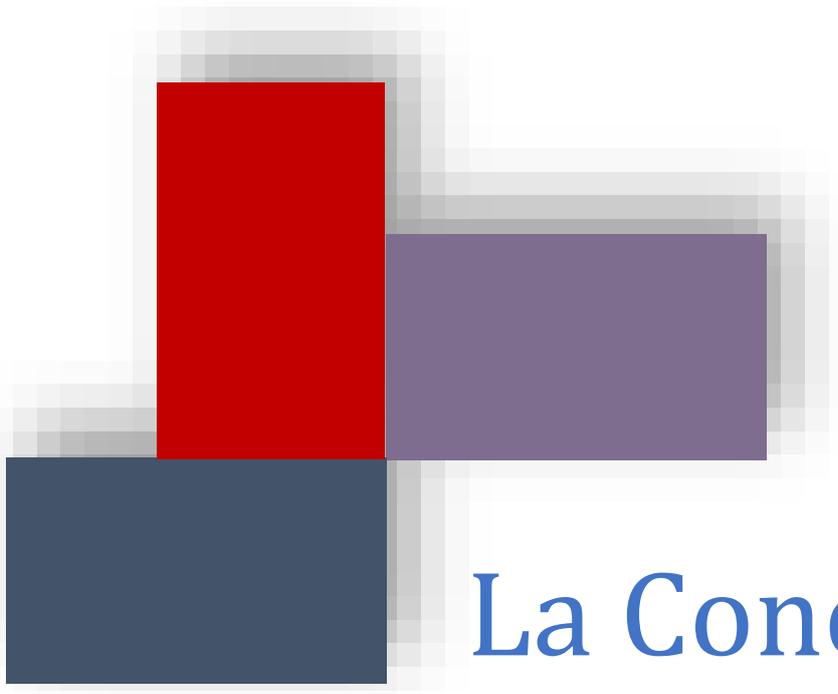
L'applicazione di tale metodologia consente di valutare e stimare diverse alternative progettuali prima che questo venga realizzato, conducendo così a risultati efficienti con minori costi e senza compromettere la qualità dell'opera.

Insieme alla Prof. Emilia Garda e alla ricercatrice Ing. Valentina Villa, relatori di questo lavoro di tesi, è stato pensato di portare questo progetto ad un livello teorico realizzando un progetto con una nuova destinazione d'uso diversa da quella richiesta dal committente del progetto affrontato durante il tirocinio.

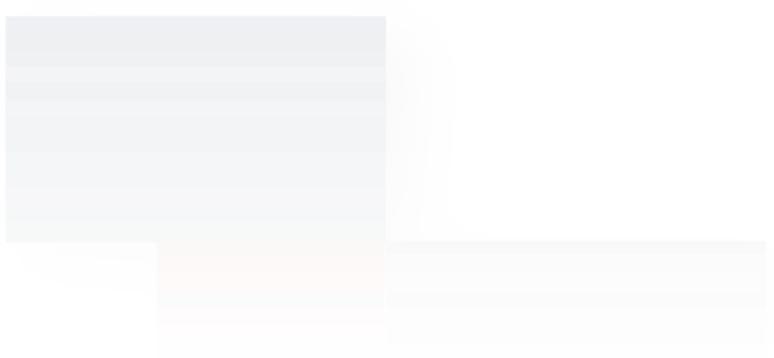
Questo elaborato di tesi è stato trattato in due tempi concettuali, la conoscenza e il progetto. Nella “*conoscenza*” rientra tutta la teoria utile e necessaria per alla realizzazione di questo progetto di recupero. Prima della realizzazione di un modello intelligente tramite il software parametrico, è stata svolta una ricerca sulle tecniche e l’iter progettuale del recupero edilizio. È stato cercato di fare una breve introduzione al mondo BIM per analizzare in seguito i vantaggi di questa metodologia. Il “*progetto*” invece, comprende tutto l’iter progettuale partendo dall’analisi del contesto fino alla simulazione della realizzazione del progetto tramite software parametrici.

Gli obiettivi di questo lavoro si possono sintetizzare in due obiettivi principali. Il primo riguarda il recupero architettonico degli edifici esistenti, capire come rimetterli in piedi e dare una nuova funzione conservandole la loro originalità. Il secondo obiettivo riguarda la metodologia utilizzata. Andare a capire se si possono utilizzare i software parametrici agli edifici esistenti. In che modo li possiamo utilizzare e come aiutano i studi di grandi e piccoli dimensioni.

Per la realizzazione degli obiettivi posti, è stato analizzato e progettato un complesso di edifici il quale comprende vari edifici recuperati e di nuova costruzione. Solo uno degli edifici da recuperare è stato oggetto di studio per il suo recupero tramite la metodologia BIM andando ad analizzare l’aspetto architettonico, strutturale ed impiantistico.



# La Conoscenza



# 1. Rilievo Dimensionale Architettonico

## 1.1. Il sopralluogo

Il primo contatto con un edificio esistente rappresenta un momento fondamentale, capace di esercitare influssi di varia natura su ogni successiva operazione su di esso si intende compiere. Questo primo contatto avviene attraverso ciò che usualmente tutti noi chiamiamo "sopralluogo" e costituisce un indispensabile momento conoscitivo che, se fatta con professionalità e rigore, non è una semplice visita. Per questo motivo il percorso di ogni operazione compiuto su un edificio esistente parte dal "sopralluogo".

Il sopralluogo è una cosa molto più complessa di una visita e quasi sempre non è un momento isolato, poiché esso può anche richiedere intere giornate.

L'obiettivo generale di ogni attività di sopralluogo, si può riassumere nell'acquisizione dei primi e basilari elementi di conoscenza delle caratteristiche dimensionali e costruttive di un edificio, inserito ne suo contesto e riguardato nel suo stato di conservazione. Il sopralluogo si conclude con la produzione di elaborati che nessuno può a priori fissare per numero, per contenuti o per qualità. Essi restituiscono un processo descrittivo che affida gli esiti di quel primo contatto con l'edificio alle successive fasi analitiche e diagnostiche, affinché siano approfonditi, confermati e corretti. Il sopralluogo ha il compito semplice di fissare su supporti di varia natura ciò che il tecnico può vedere, accertare e descrivere nel tempo e nelle condizioni di lavoro date.

È impossibile decidere a priori quali siano gli aspetti del manufatto che occorre indagare, quali le informazioni che è utile acquisire con il sopralluogo poiché esse dipendono dalle sue finalità, oltre che dai limiti temporali e tecnici in cui si compie. La variabilità dei contenuti di una generica attività di sopralluogo impedisce dunque di fissare a priori le forme, i contenuti e i modi delle sue esecuzione. Le informazioni raccolte durante il sopralluogo non possono essere ritenute "vere in assoluto", ma che si debbono conoscere e dichiarare i limiti entro cui possono avere senso in stretta relazione con i caratteri e i modi delle osservazioni compiute e gli strumenti per acquistarle. Per questo motivo è bene dichiarare l'esatta natura e origine delle eventuali informazioni metriche inserite negli elaborati che concludono il sopralluogo.

Un sopralluogo deve consentire di acquisire informazioni relative almeno alle seguenti “famiglie” omeogene di dati. Queste “famiglie” le possiamo elencare come segue:

- Anagrafica dell’edificio (localizzazione, dati catastali)
- Contesto (carattere geografici, geo-morfologici e fisici del sito, clima, presenza di fonti di inquinamento, presenza di fonti idriche, forma e andamento del terreno, accessibilità al sito, orientamento, esposizione)
- Impianto, configurazione volumetrica e organizzazione dell’edificio (forme e organizzazione della pianta, organizzazione degli spazi esterni e interni, distribuzione degli spazi, sistema degli accessi, materiali e lavorazioni, tecniche costruttive e di posa in opera, tipo degli elementi strutturali, segni si stratificazione costruttiva storica)

Un'altra importante fase del sopralluogo e la registrazione degli esiti. L’esistenza di un rilievo può agevolare il sopralluogo poiché consente un immediato orientamento “intorno al” e “nel” manufatto. In questo caso è opportuno organizzare il sopralluogo utilizzando i grafici disponibili, eventualmente utilizzare grafici diversi per temi diversi. In questo modo si disporrà una base pre-ordinata di registrazione delle diverse informazioni.

La realizzazione di un’estesa e ordinata campagna fotografica che documenti, nell’immediato, i caratteri e le condizioni dell’immobile. Bisogna fare particolare attenzione alla raccolta dei diversi fotogrammi, segnando su elaborati di rilievo esistenti oppure su vari schizzi, appunti o eidotipi il numero del fotogramma corrispondente al elemento disegnato. <sup>1</sup>

L’esecuzione del sopralluogo è stato basato su elaborati grafici ottenuti dal Agenzia del Territorio - Catasto Fabbricati, Ufficio Provinciale di Parma.



Figura 1.1.1-Elaborati grafici utilizzati durante il sopralluogo. da sinistra a destra: Edificio principale residenziale, Fienile, Stalla e Tettoia

<sup>1</sup> Musso, Stefano F. *Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica*. Roma: EPC, 2010.

## 1.2. Rilievo geometrico

*"... la lettura geometrica dell'architettura ha come oggetto tanto le semplici 'figure' che governano la regolarità del disegno, quanto le deformazioni e le trasgressioni che negano quella regolarità, aprendo interrogativi sulle ragioni intenzionali o accidentali che possono averle provocate"*<sup>2</sup>

Si definisce rilievo diretto quello effettuato dagli operatori con l'ausilio di semplici strumenti di misura, quali la fettuccia, il metro rigido, le aste metriche, i decimetri, gli squadri, misuratori laser ecc. Viene impiegato nella maggior parte dei rilievi architettonici e si rivela indispensabile nel rilievo delle piante e delle sezioni di edifici, ove gli altri metodi possono essere impiegati molto limitatamente.

Rilievo strumentale invece, si definisce quello effettuato con l'ausilio di strumenti topografici, quali tacheometri, teodoliti, livelli, distanziometri ecc. Viene impiegato in particolari circostanze e più che un vero e proprio metodo autonomo deve essere considerato come complementare al metodo diretto e quello fotogrammetrico. Si rivela molto utile nel rilievo urbano, per determinare l'andamento planimetrico e altimetrico delle strade. Durante il nostro rilievo è stato integrato con il rilievo diretto per collegare l'opera al suo ambito territoriale.

Il rilievo fotogrammetrico è quello effettuato con l'ausilio di macchine da ripresa, quali fotocamere e bicamere, e di strumenti detti restitutori, che permettono di estrarre dai fotogrammi di ripresa informazioni atte a tracciare direttamente grafici dell'oggetto rilevato. Viene impiegato quando si vuole avere una notevole precisione nel rilievo e una grande quantità di informazioni. Molto efficace nel rilevamento dei prospetti degli edifici, particolari architettonici ed alzati d'interni che presentino particolare complessità. La versione aerofotogrammetrico di questo rilievo consente di rilevare l'andamento planimetrico delle coperture sia del singolo edificio che di interi centri urbani. Non è stato ritenuto necessario di utilizzare questo metodo ma si è limitato al rilievo diretto con l'integrazione del rilievo strumentale.

Il rilievo diretto è il metodo generalmente usato quando l'edificio o il complesso in esame non presentino particolari difficoltà riguardo a dimensioni e accessibilità, oppure quando non sia richiesto un livello di precisione molto elevato.

Gli strumenti da noi utilizzati per eseguire il rilievo sono quelli essenziali ovvero:

- Un flessometro
- Un misuratore laser Leica Disto
- Una livella a bolla
- Un quaderno degli appunti

---

<sup>2</sup> Torsello, B. Paolo. "La materia del restauro." In *La materia del restauro*, by B. Paolo Torsello, 128. Venezia: Marsilio, 1988.



Figura 1.2.1-Strumenti utilizzati per il rilievo Planimetrico. Dalla sinistra: Flessometro, Livello a bolla, Misuratore Laser

Per il rilevamento del terreno abbiamo fatto uso del:

- Teodolite
- Treppiede
- Stadia



Figura 1.2.2-Strumenti utilizzati per il rilievo Altimetrico. Dalla sinistra: Teodolite, Treppiede, Stadia

Il metodo utilizzato per individuare la corretta posizione, oppure l'inclinazione di un elemento nel medesimo piano altimetrico è il metodo della trilaterazione. Questo metodo è il più veloce e agevole per il rilievo, in quanto offre la possibilità di impostare un sistema di triangoli aventi a due a due un lato in comune e capace di coprire tutta l'area e gli oggetti da rilevare. I punti fissi di questi triangoli, proprio perché tali, potranno fare parte di un sistema di verifica più ampio, potendo essere sempre ritrovati in loco.

Conoscendo la posizione di due punti A e B, ben visibili dalle rispettive posizioni, e conoscendone la quota (è preferibile che tutti i punti siano alla stessa quota altimetrica), è possibile ricavare la posizione di un terzo punto, 1 o 2, visibile dai primi due, attraverso misurazioni A1 e B1 per il punto 1 oppure A2 e B2 per il punto 2. Per riportare tali misure sulla carta si tracciano due archi di cerchio, di raggio pari alla distanza tra i due punti, la loro intersezione individua il terzo punto.<sup>3</sup>

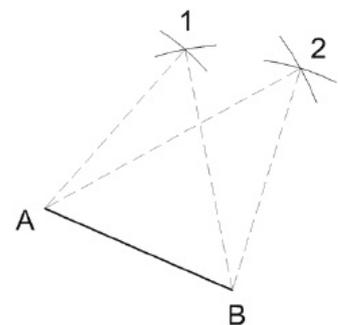


Figura 1.2.3-Metodo di trilaterazione

<sup>3</sup> Domenici, Giorgio. *Le tecniche per il recupero edilizio. Dal rilievo al progetto*. NIS, 1994.

## SCHEDE DI RILEVAZIONE ANALITICA

Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

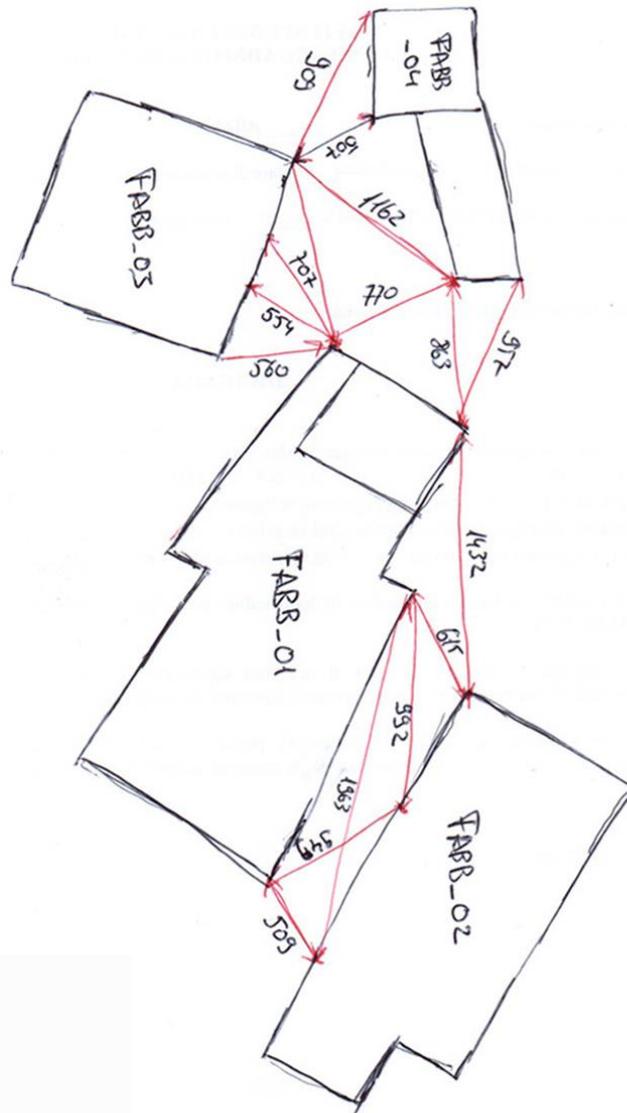
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Trilaterazione

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.01

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

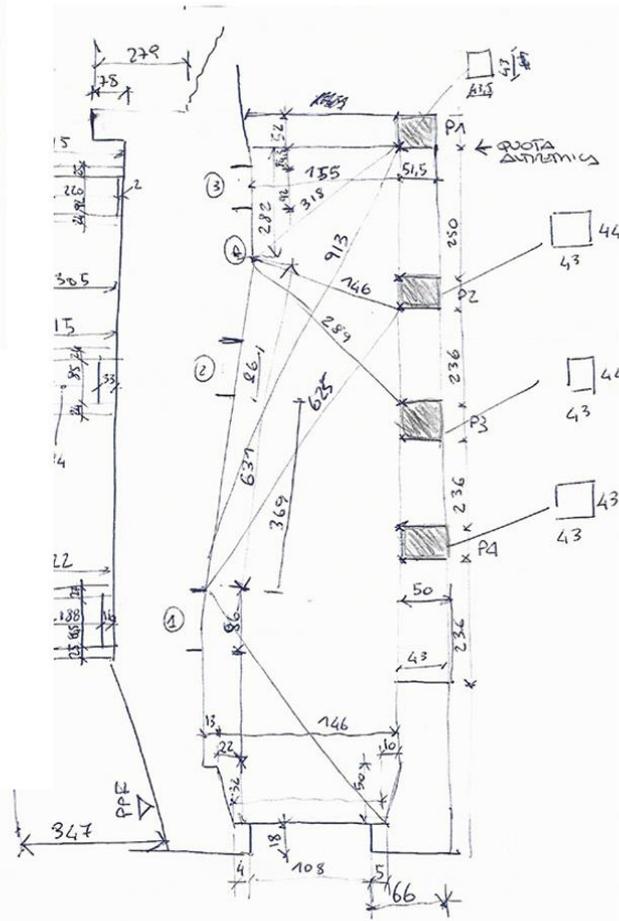
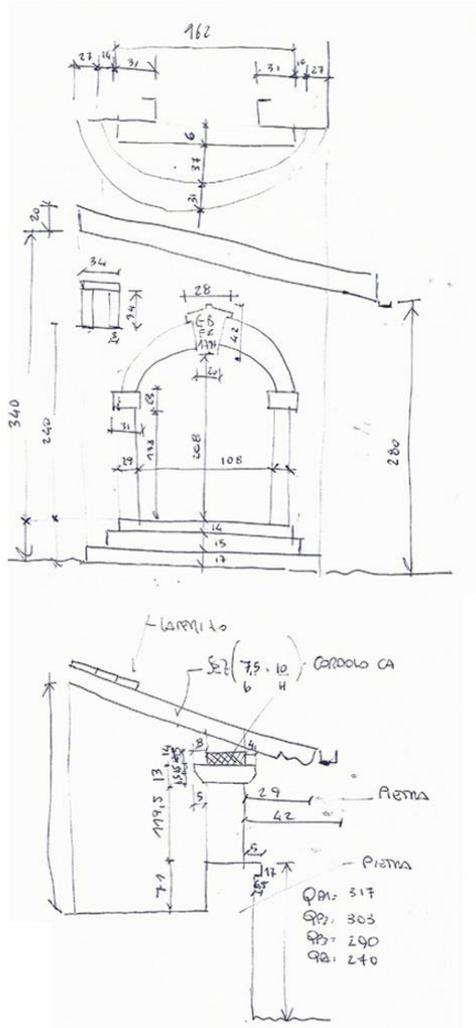
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Ogetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.02

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

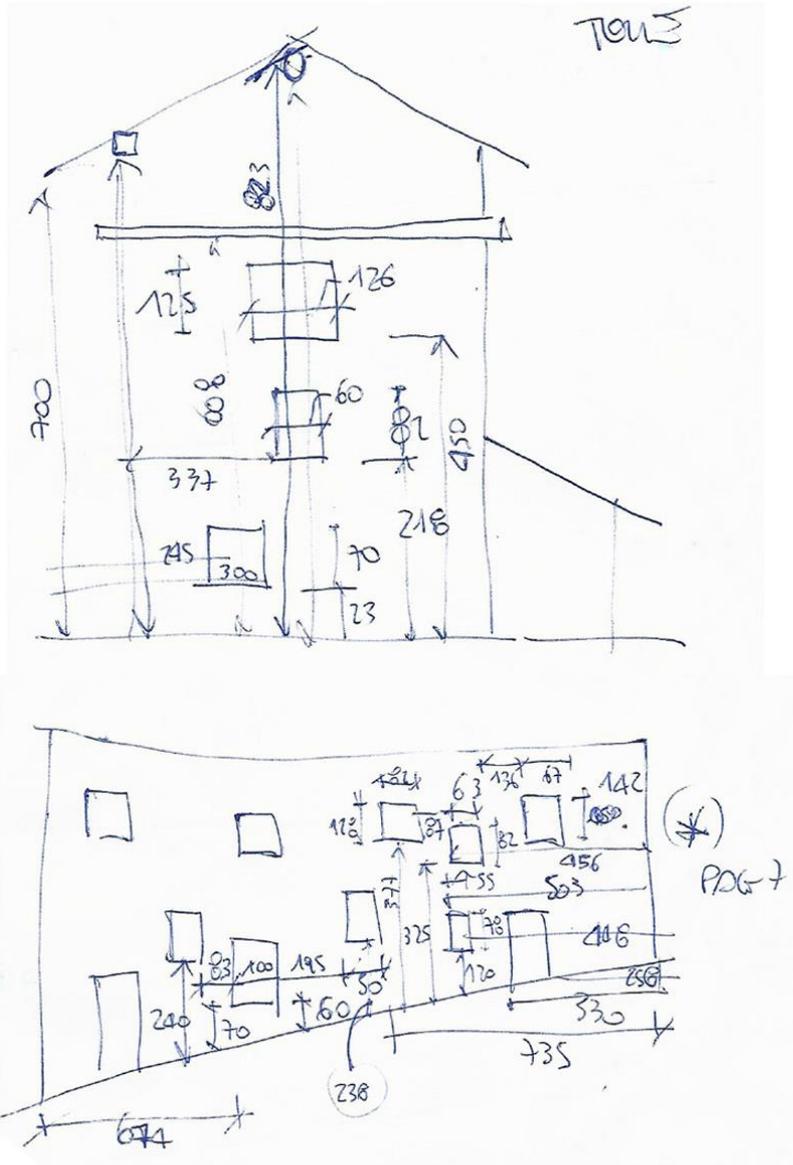
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.03

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

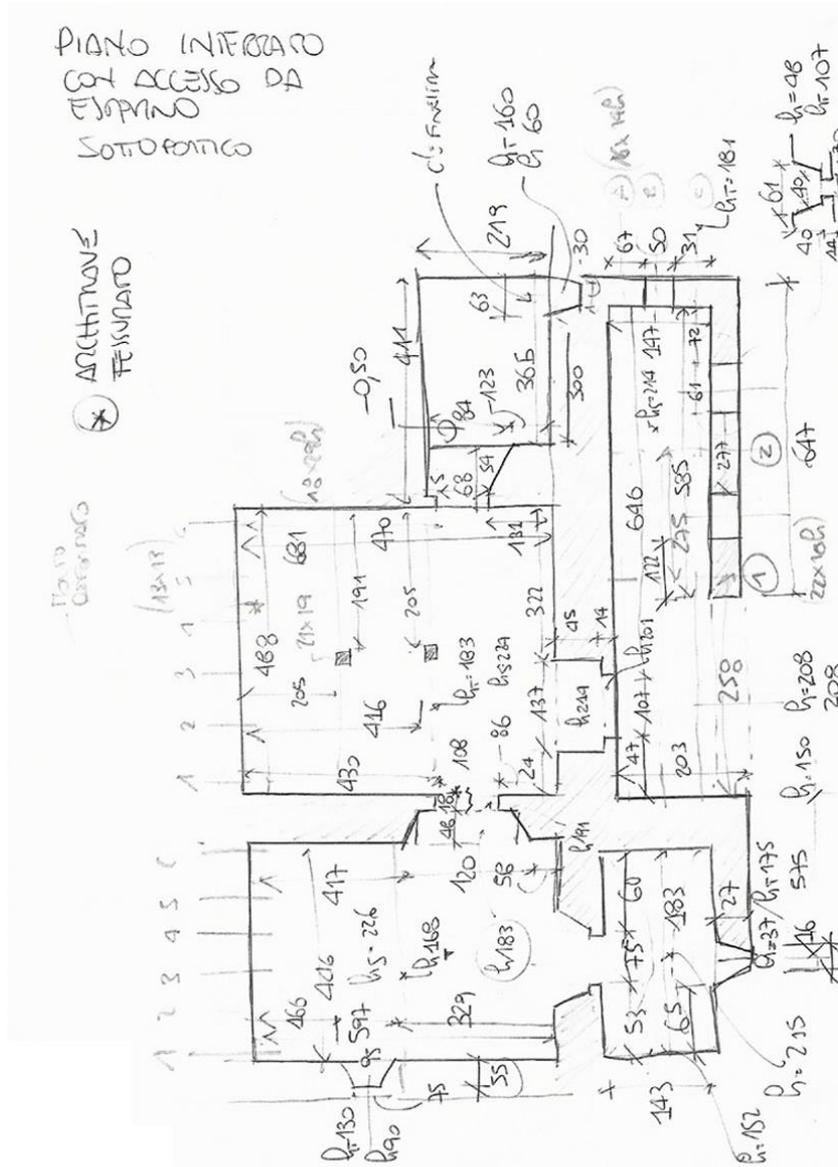
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.04

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

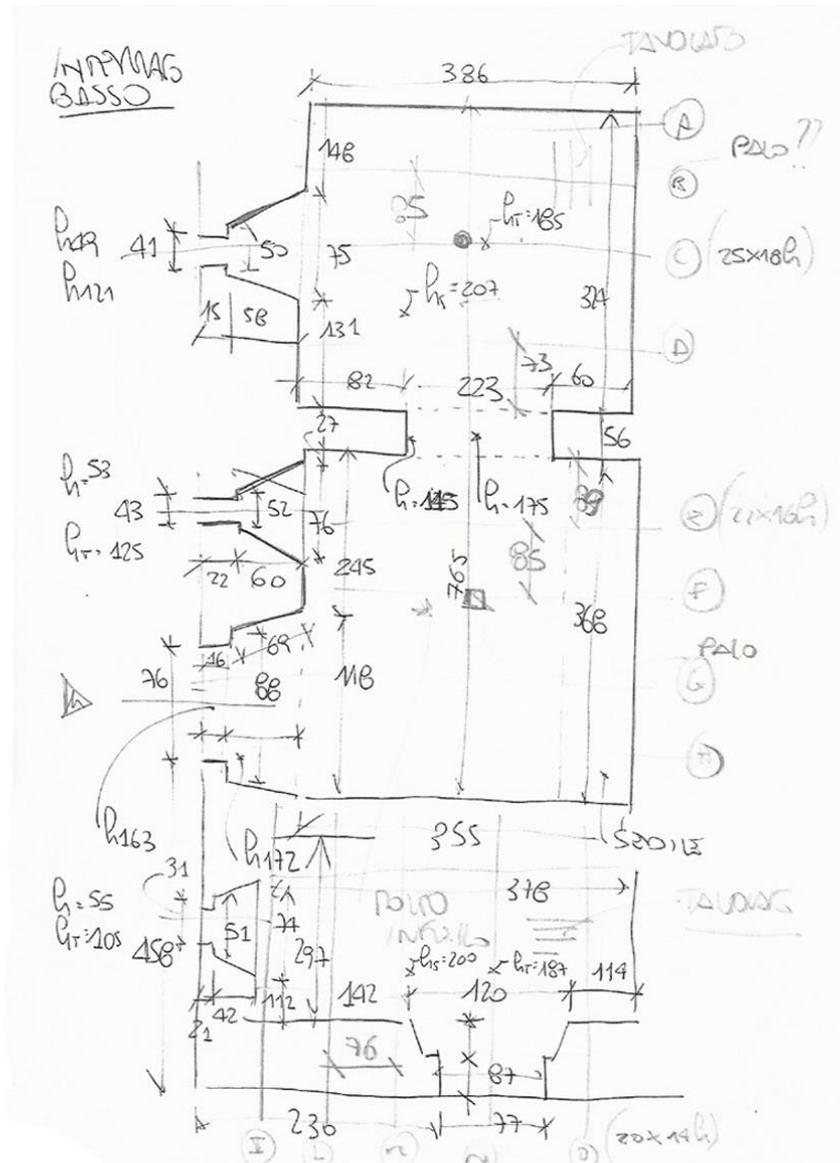
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.05

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

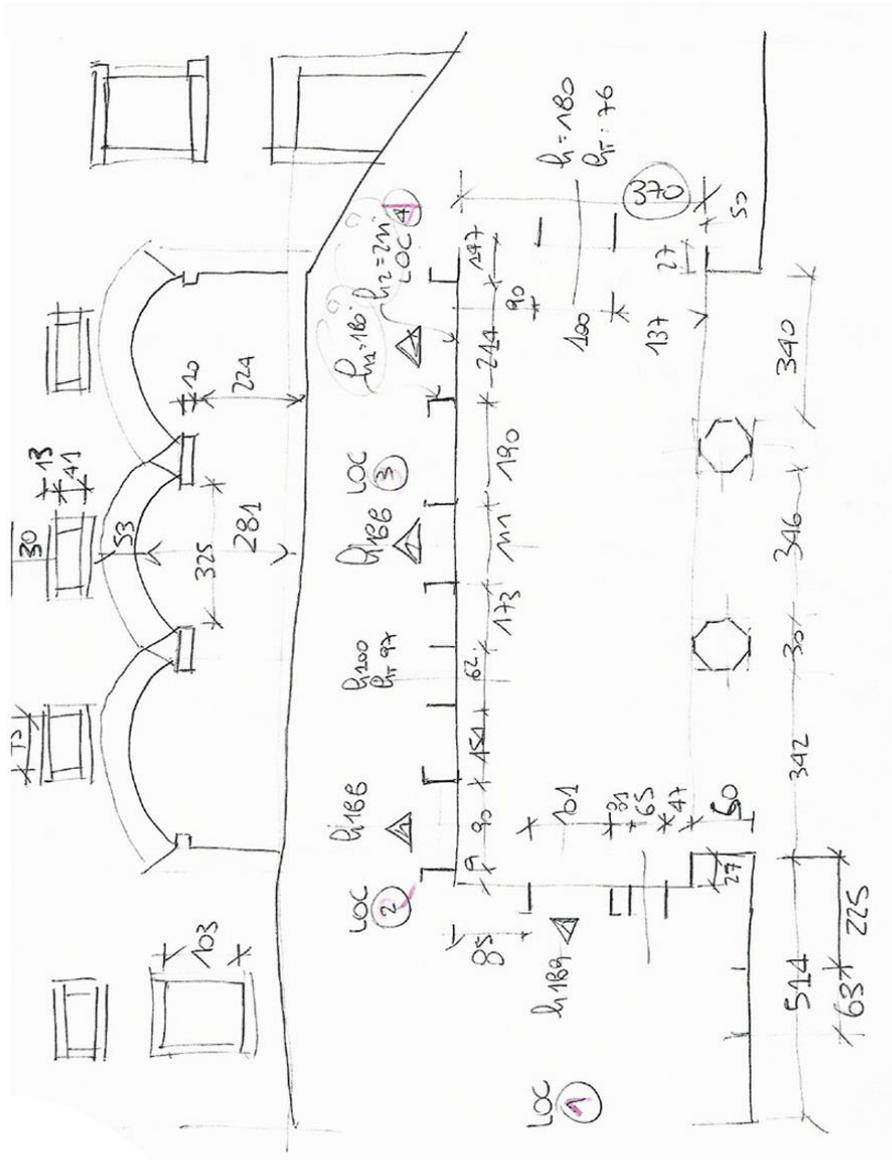
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_02

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.06

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

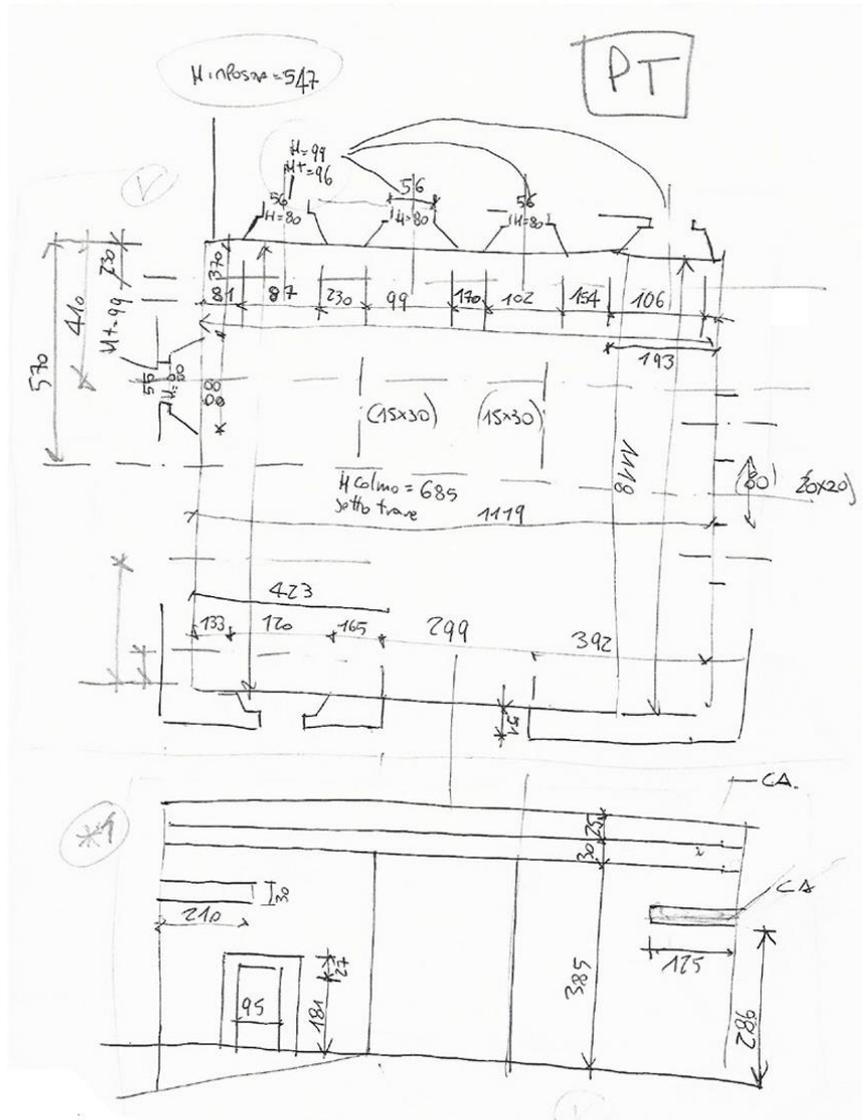
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_03

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.07

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

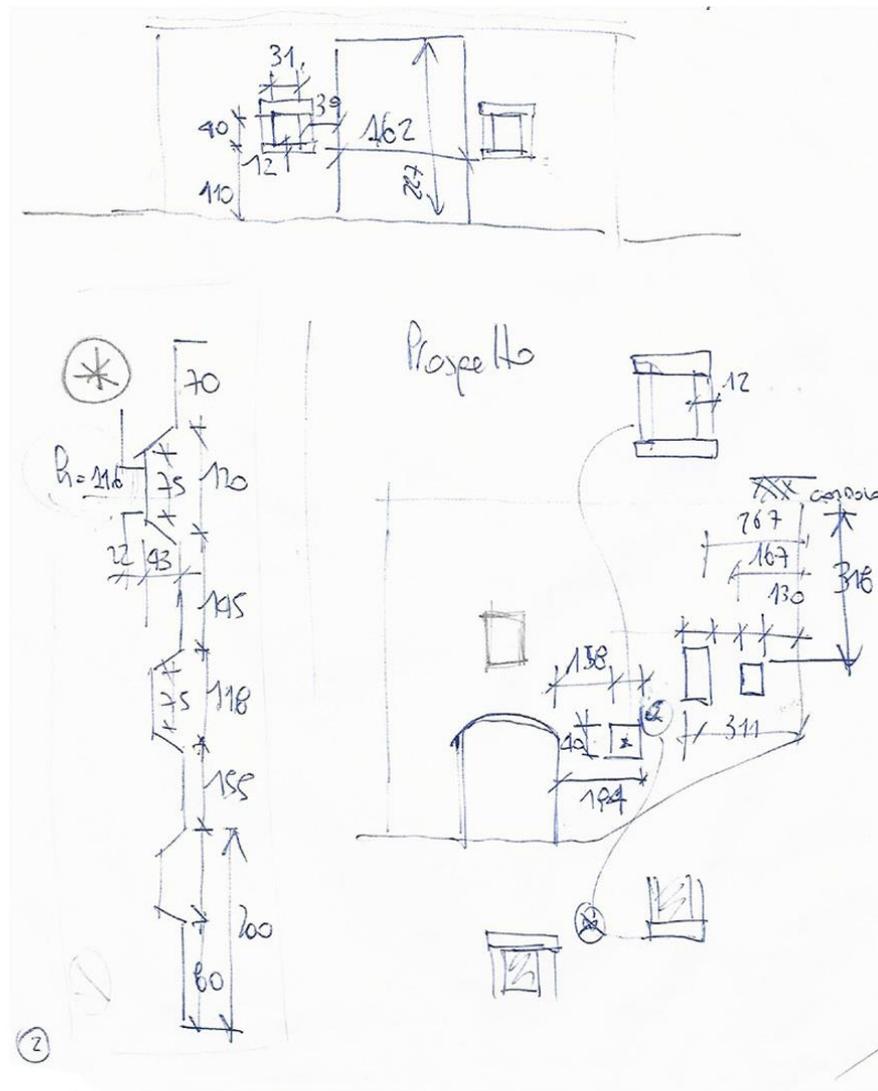
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_03

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.08

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

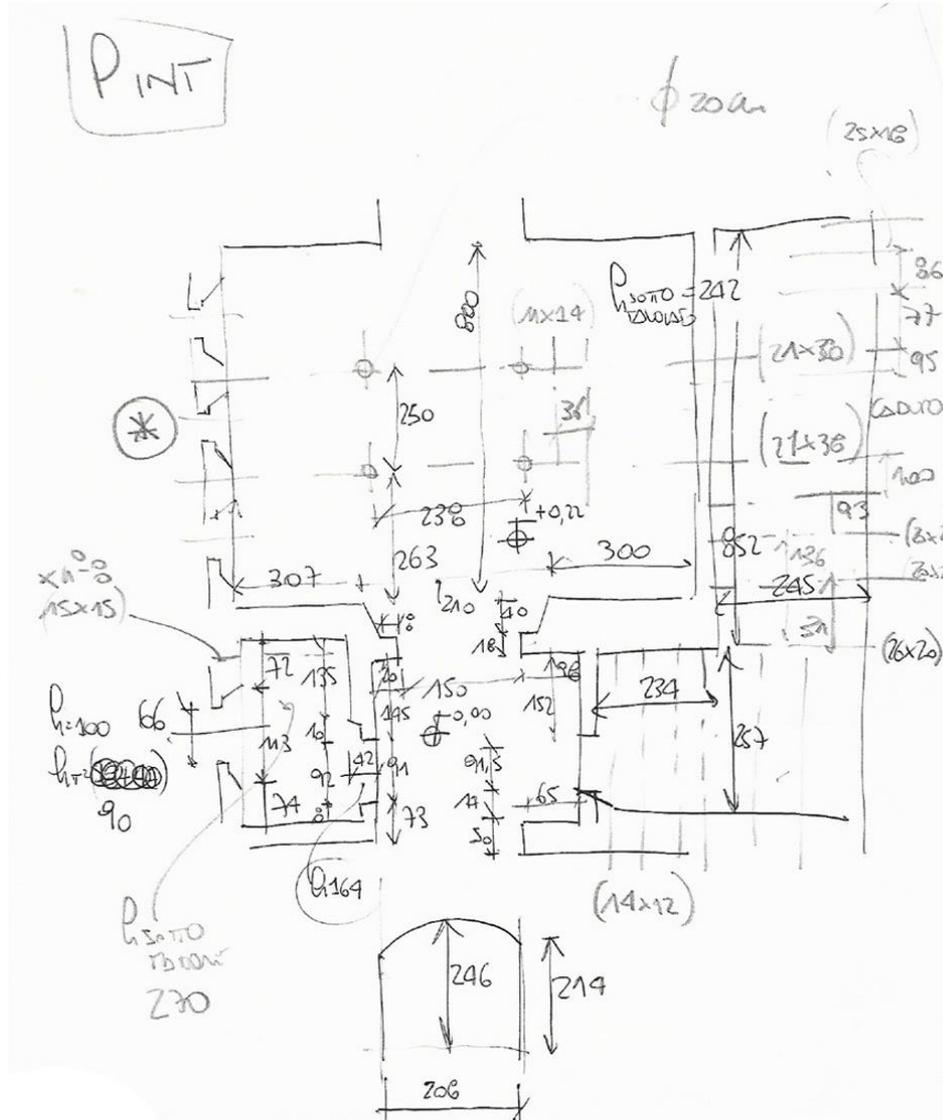
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_03

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.09

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Analitica

Data: 13/02/2017

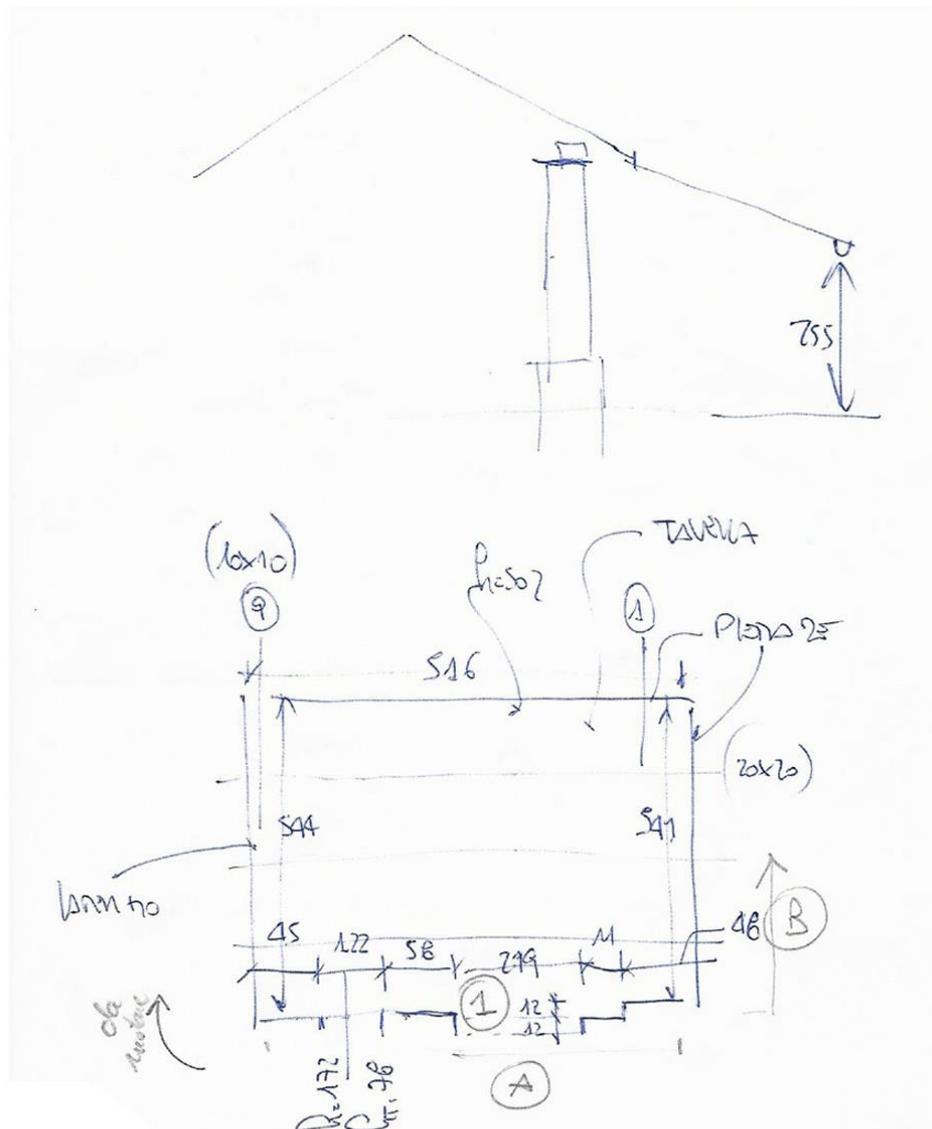
Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_04

Adri Hyka



cap.  
01  
tav.10

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



### 1.3. Rilievo fotogrammetrico

La fotografia costituisce un supporto fondamentale per tutte le operazioni di rilievo che si accompagna a tutte le fasi di acquisizione dei dati. In molti casi la fotografia costituisce essa stessa un documento utile ai fini del rilievo in quanto è possibile derivare dall'immagine fotografica alcune informazioni utili per la determinazione metrica degli elementi. Ciò è possibile nei casi in cui la fotografia venga scattata facendo attenzione a porre il piano della pellicola in modo del tutto parallelo all'elemento di interesse, cercando inoltre di far sì che l'asse della macchina fotografica risulti orizzontale. Diversamente il dato fotografico può essere utilizzato solo come supporto figurativo ed è il caso ad esempio del rilievo del degrado dove il supporto fotografico costituisce un utile strumento di lavoro. Mantenendo il piano della pellicola parallelo al piano della rappresentazione si conserva la proporzionalità tra le varie misure. In molti casi ci si può avvalere di un sistema metrico da inserire nella fotografia a cui riferire le dimensioni delle singole parti. In particolare, nel rilievo archeologico, per il rilievo delle murature è possibile utilizzare un telaio costituito da una maglia quadrata di dimensioni note a cui riferire la zona interessata.

Il rilievo **fotogrammetrico** viene utilizzato:

- per rilievi di elevata precisione;
- per recepire una grande quantità di informazioni;
- per rilievi di grandi dimensioni o in presenza di notevole complessità di forme architettoniche;
- nel rilievo urbano, per il rilievo di prospetti di edifici.<sup>4</sup>

In realtà nel nostro caso è stato usato come supporto fotografico al rilievo diretto per agevolare la restituzione degli esiti di rilievo e come supporto al rilievo del degrado. Non è stato possibile eseguire un rilievo fotogrammetrico. La nostra raccolta di fotografie ci aiuta ad avere una chiara rappresentazione dello Stato di Fatto e fonda una ricca fonte di informazioni per il modello BIM sviluppato in seguito.

Di seguito è stato riportato una collezione sintetica di tutti gli fabbricati presenti nel lotto.

Un altro metodo molto efficace per il rilievo architettonico è il metodo di Laser Scanner 3D. Purtroppo non è stato possibile applicare questo metodo. Il **laser scanner 3D** è uno strumento elettronico che ci fornisce le coordinate spaziali di una nuvola di punti appartenenti all'oggetto del rilievo. Nato per scopi industriali ed applicato in seguito in topografia, è l'ultima novità apparsa nel settore del rilievo architettonico.

Il *laser scanner 3D* consente di stare comodamente seduti davanti al computer e, con un semplice click sull'immagine dell'oggetto da rilevare, archiviare le coordinate spaziali dei punti che interessano, per procedere, in tempo reale, alla rappresentazione del rilievo. Per chi si è cimentato nel rilievo diretto sembra un sogno la possibilità di rilevare

---

<sup>4</sup> <http://www.federica.unina.it>

un manufatto, stando comodamente seduto, al riparo dal sole e dal vento. Dunque tra i vantaggi offerti da questo strumento possiamo comprendere le possibilità di:

- comandare a distanza (con l'ausilio della fotografia) lo strumento, per inquadrare l'oggetto del rilievo;
- scegliere tra la scansione manuale e quella *automatica*;
- decidere l'angolo di scansione e, quindi, la densità della *nuvola di punti*;
- spalmare, sulla nuvola dei punti, l'immagine fotografica acquisita.

Nonostante i suoi tanti vantaggi, anche questo metodo presenta dei svantaggi. In architettura i problemi del rilievo sono alquanto complessi, infatti:

- anche se è possibile effettuare riprese da più punti di vista, rimane sempre il problema delle *ombre fotografiche*, in quanto i punti rilevati sono solo quelli visibili da dove è sistemato lo strumento. Per esempio, con il *punto stazione* in strada, non potrò rilevare la zona della facciata nascosta dai balconi ecc.;
- nella *scansione automatica*, in pratica, è come se si proiettasse sull'edificio una rete di cui sono noti i punti nodali. Anche se la maglia scelta è molto piccola, non è detto che un nodo della rete finisca, per esempio, sul vertice di uno spigolo;
- l'utilizzo della fotografia, per la scelta dei punti da rilevare, è tutt'altro che affidabile in quanto manca la visione binoculare. Se si tratta, per esempio, di due corpi di fabbrica contigui, ma posti a diversa distanza, in fotografia possono apparire separati da uno spigolo su cui andiamo a fare click, ma il pixel "centrato" potrebbe appartenere alla facciata arretrata e, sul modello, i due edifici risulterebbero allineati;
- la possibilità di *spalmare* la fotografia sul modello è valida solo quando la prospettiva del modello stesso coincide con quella fotografica, quindi avremmo senz'altro una fotografia uguale a quella utilizzata (nel migliore dei casi);
- lo strumento non è utilizzabile quando si tratta di soggetti in movimento e non basta dire che gli edifici sono statici, perché, per esempio, il prospetto di un palazzo Veneziano sul Canal Grande può essere ripreso solo da piattaforma galleggiante (quando si parla di moto si fa riferimento sempre a quello relativo).<sup>5</sup>

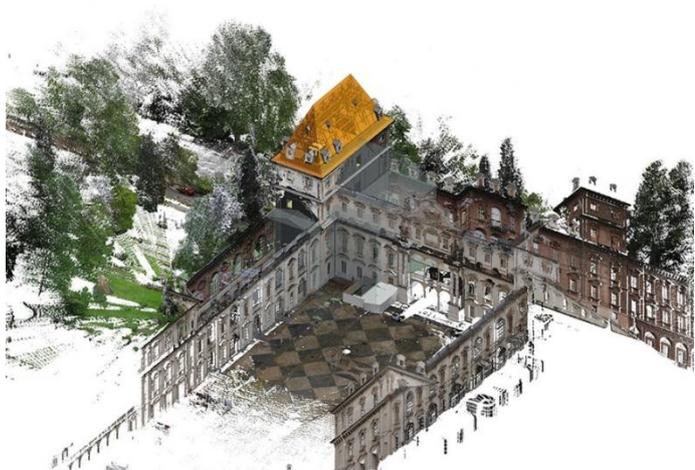


Figura 1.3.1- Rilievo Castello Del Valentino sito nel comune di Torino con strumentazione Laser Scanner (Credito: TRACCIATORI di Bersini Andrea & C. Sas)

<sup>5</sup> Migliari, Riccardo. *Frontiere del rilievo Dalla matita alle scansioni 3D*. Roma: Gangemi Editore, 2001

## SCHEDE DI RILEVAZIONE FOTOGRAFICA

Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



Ingresso al  
Piano Terra



Torre del 1°  
Fabbricato

cap.  
01  
tav.12

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



*Scheda di Rilevazione Fotografica*

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



Prospetto Ovest



Ingresso  
al 1° Piano

cap.  
01  
tav.13

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



Prospetto Sud

Ingresso al 2°  
piano interrato

cap.  
01  
tav.14

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia , Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



Soffitto locale  
al Piano Terra



Camino datato  
1635

cap.  
01  
tav.15

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_01

Adri Hyka



Soffitto locale  
al Piano Interrato



Portale ingresso  
nel Piano Interrato

cap.  
01  
tav.16

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_02

Adri Hyka



Porticato Ingresso



Orditura sottotetto

cap.  
01  
tav.17

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



*Scheda di Rilevazione Fotografica*

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_03

Adri Hyka



Ingresso Stalla



Prospetto Est

cap.  
01  
tav.18

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia , Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

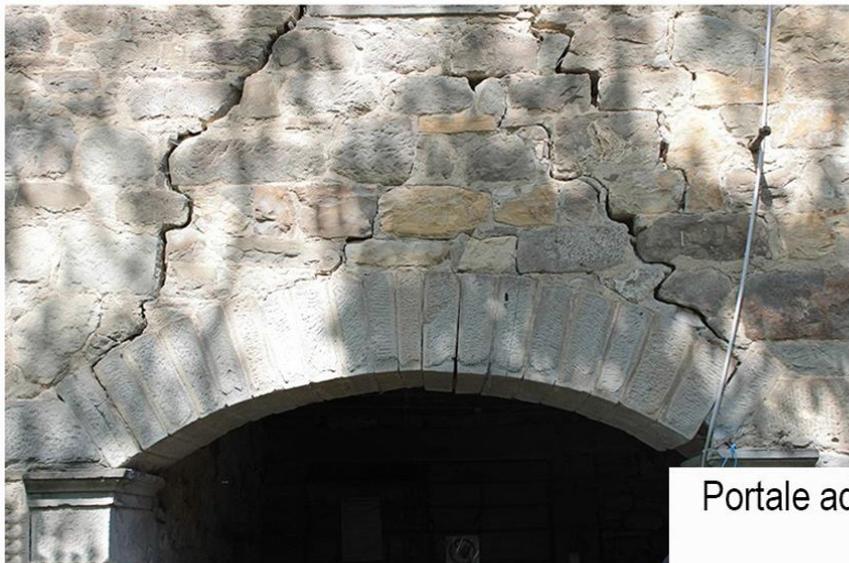
Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_03

Adri Hyka



Ingresso P.Interrato  
Prospetto Est



Portale ad Arco

cap.  
01  
tav.19

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_03

Adri Hyka



Prospetto Sud



Piano Interrato

cap.  
01  
tav.20

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Scheda di Rilevazione Fotografica

Data: 13/02/2017

Località: Palanzano

Rilevatori: Ing. Alessandro Multari

Oggetto: Case Beretta

Identificativo: Fabbricato\_04

Adri Hyka



Ingresso Tettoia



Sottotetto Tettoia

cap.  
01  
tav.21

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



## 1.4. La restituzione

Il rilievo tecnico si conclude con la restituzione. Consiste nella produzione dei disegni tecnici, a partire dagli edotipi del rilievo diretto integrandoli con il supporto fotografico in modo da poter ottenere per costruzione geometrica la pianta/sezione/ prospetto dell'edificio misurato. Lo strumento utilizzato per la restituzione è Autodesk Autocad 2016.

La restituzione degli disegni con il modo di trilaterazione inizia tracciando un segmento pari alla lunghezza di un segmento denominato A, nell'opportuna scala che abbiamo stabilito per disegnare il nostro rilievo. Normalmente si utilizza la scala 1:100. Per trovare la lunghezza di B, con la triangolazione, si traccia prima un archetto con apertura la misura rilevato B puntando il compasso in uno dei due segmenti di A. Dall'altro estremo, si traccia un altro arco di circonferenza con apertura pari alla distanza G. I due archetti si intersecheranno in un punto che rappresenta l'estremo del segmento B. Il punto appena trovato lo si unisce con l'estremo A.

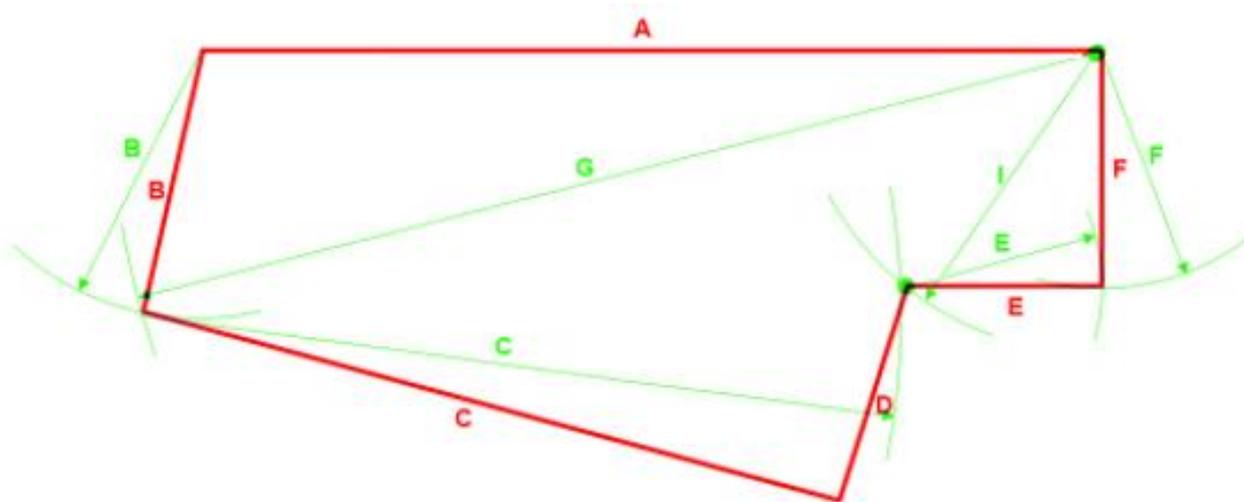


Figura 0.1-Esempio di Trilaterazione

Da quest'ultimo punto, si traccia un archetto con apertura la lunghezza H e dall'estremo opposto di A tracciamo un archetto con lunghezza pari a I del nostro rilievo. Dall'intersezione di questi due archi si traccia un archetto di apertura pari alla lunghezza E, mentre dall'estremo del segmento A, si traccia un altro archetto di apertura la lunghezza F. Questi due archi si intersecano in un punto, la quale lo si unisce al punto A, si ottiene in questo modo il lato F. Unendo l'estremo di F con il punto segnato in precedenza, si ottiene il segmento E. dall'estremo di B, si traccia un archetto di lunghezza pari a C e dall'estremo di E si traccia un archetto di apertura pari alla dimensione D. I due archetti anche in questo caso si incontrano in un punto che verranno uniti con l'estremo del segmento B, e l'estremo del segmento E, in questo modo si tracciano i segmenti C e D. Di seguito sono stati riportati degli esempi, e risultati di restituzione.

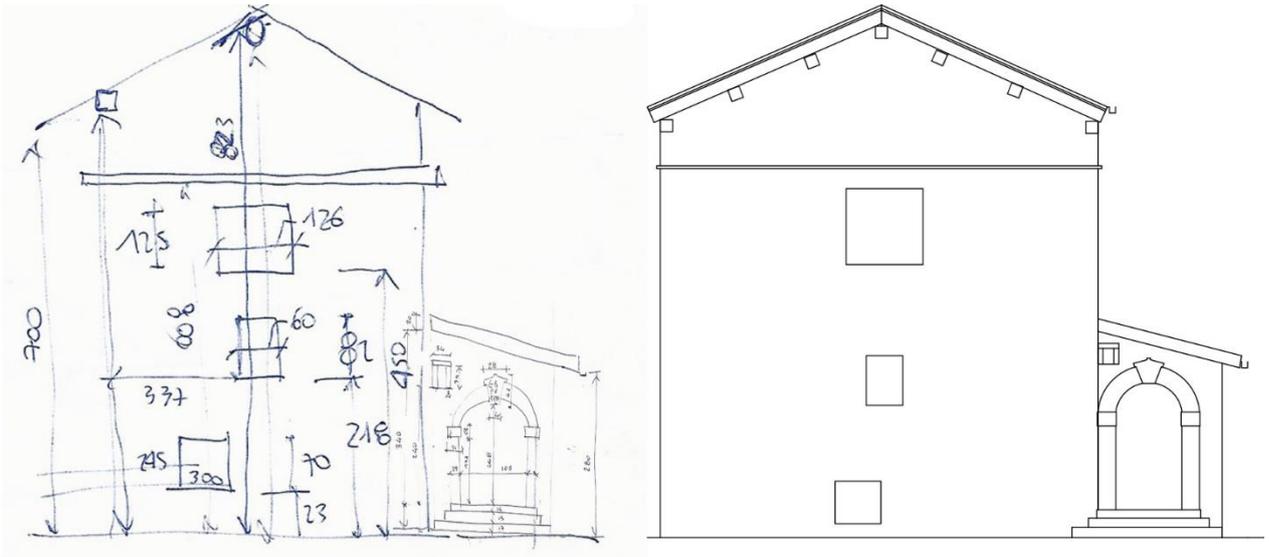


Figura 0.2-Esempio di restituzione Dalla sinistra: Rilievo geometrico e Restituzione su AutoCAD

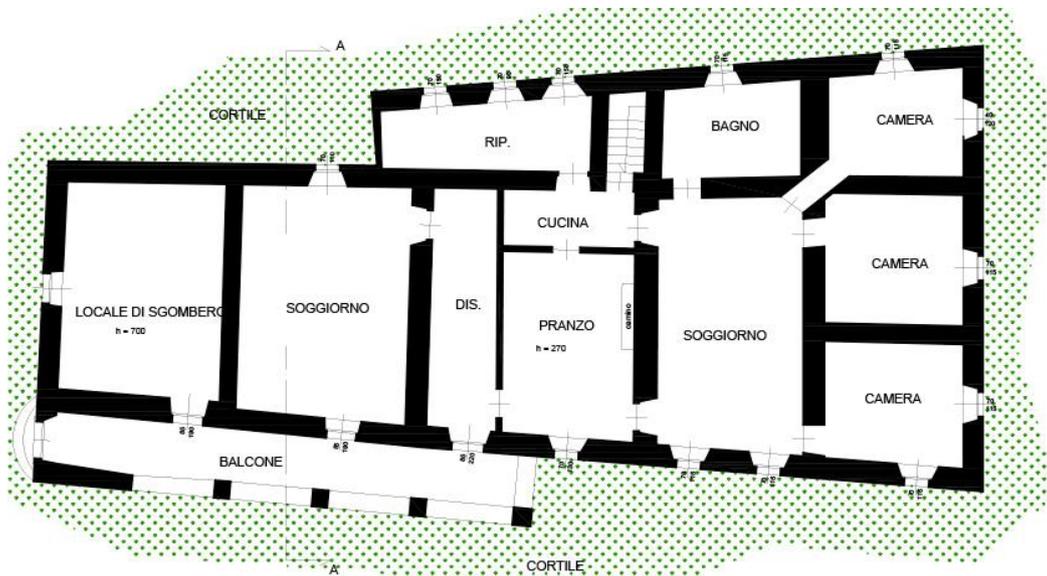


Figura 0.3-Restituzione preliminare su AutoCAD. Piano Terra

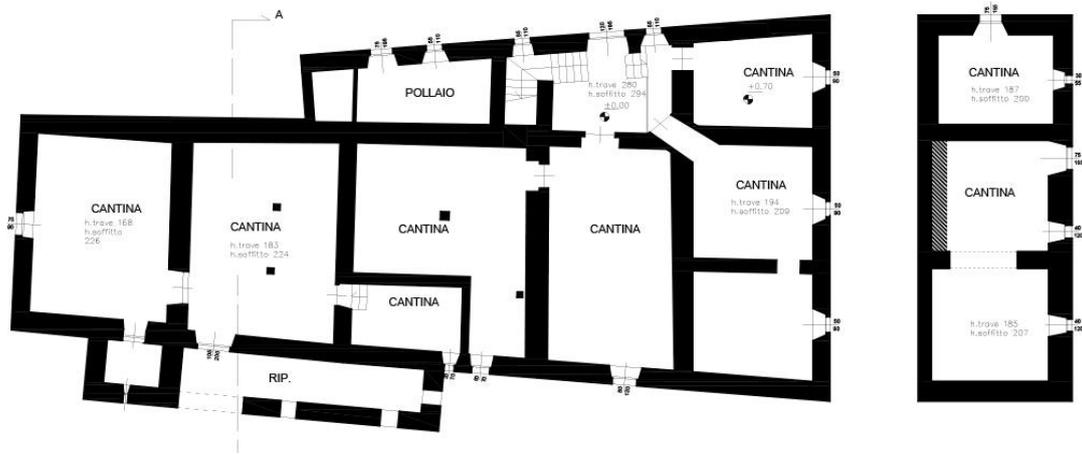


Figura 0.4-Restituzione preliminare su AutoCAD. 1° e 2° Piano Interrato

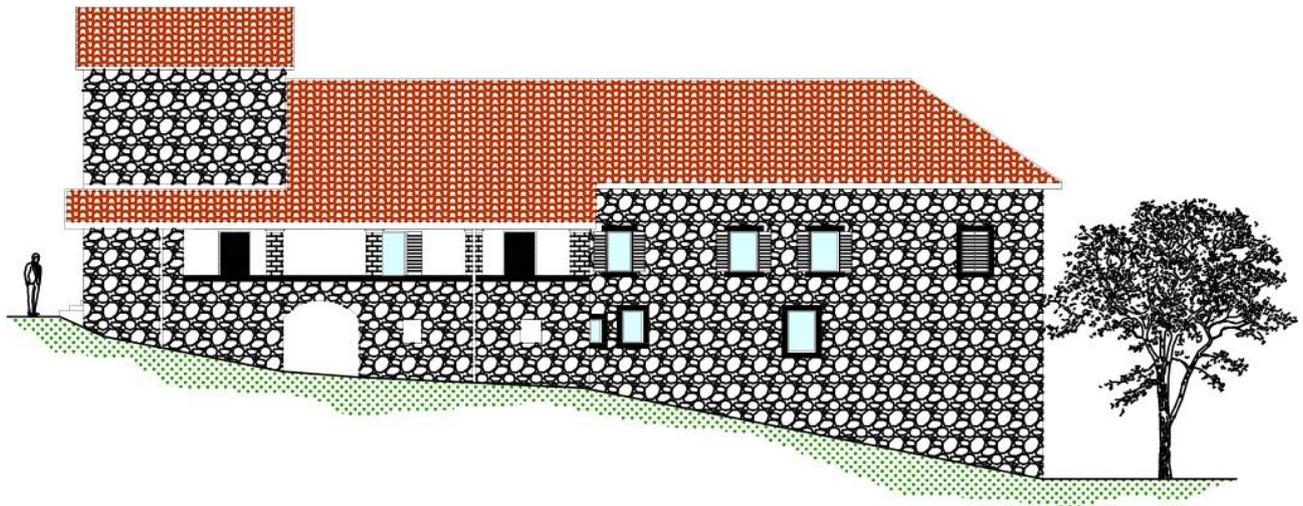


Figura 0.5-Restituzione preliminare su AutoCAD. Prospetto Ovest

## 1.5. Rilievo documentale

Per rilievo documentale si intende la raccolta di tutte le informazioni disponibili riguardo l'edificio, o in questo caso, della borgata. Come si evince dagli manoscritti su elementi strutturali o decorativi, la costruzione del complesso degli edifici risale al, in circa, nel 1600. Dalle informazioni raccolti, non documentati, si è scoperto che il complesso è cresciuto negli anni. L'edificio con il portico a colonne è stato costruito nel 1800. Nello stesso periodo anche l'edificio principale è stato ampliato aggiungendoli al originale, sei locali / camere distribuiti in tre piani nella zona sud dell'edificio.

L'edificio è stato vissuto regolarmente fino alla prima guerra mondiale, è stato poi abbandonato due volte per via delle guerre. Negli anni 60 è stato abbandonato definitivamente e da allora è inutilizzato.

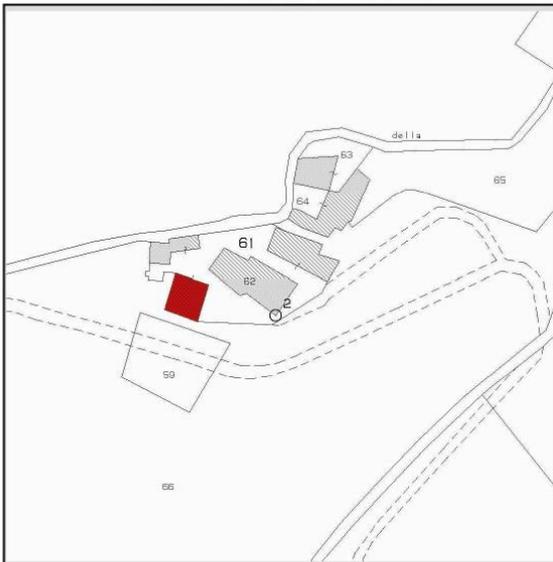
Il complesso se pur rimaneggiato, presenta una ricchezza di elementi lapidei in facciata che lo rendono particolarmente originale nell'utilizzo della pietra da taglio. L'interesse per questo complesso ricade nella tipologia ed il suo valore storico-architettonico. Per quanto riguarda la sovrintendenza, il complesso risulta SVINCOLATO, tuttavia il comune di Palanzano ha raccomandato di svolgere un recupero conservativo senza alterare la facciata. Di seguito si riportano le schede/documenti ottenuti dal archivio del comune di Palanzano.

## SCHEDE DI RILEVAZIONE DOCUMENTALE

## Schedatura Degli Edifici Di Interesse Storico-Architettonico

<b>Comune</b>	Palanzano	<b>Sigla Identificativa</b>	III-02.01.b
<b>Località</b>	CASE BERETTA	<b>Destinazione D'Uso PRG Vigente</b>	Disciplina particolareggiata - Tav. 6a Zona A Residenziale
<b>Indirizzo</b>			

**Estratto Mappa Catastale**



<b>Mappale</b>	61
<b>Foglio</b>	15

<b>Destinazione d'Uso</b>	vedere RUE- NTA art. 3.2.11 "Zona A1" e Allegato 1
---------------------------	--

<b>Categoria di Intervento</b>	Restauro e risanamento conservativo
--------------------------------	-------------------------------------

**Note**

Complesso rurale composto da un edificio residenziale centrale completato da differenti corpi di servizio che conservano quasi inalterati i caratteri tipologici di primo impianto. L'edificio, se pur rimaneggiato, presenta una ricchezza di elementi lapidei in facciata che lo rendono particolarmente originale nell'utilizzo della pietra da taglio.

Catasto storico Tavola 1305

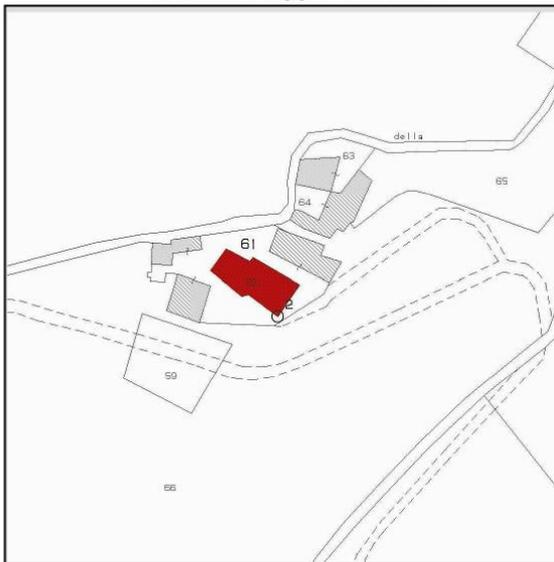


CARATTERI Fisici e Funzionali	CARATTERI Costruttivi
<p><b>Numero di Piani</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> piano seminterrato <input type="checkbox"/> secondo piano <input checked="" type="checkbox"/> piano terra <input type="checkbox"/> oltre il secondo <input type="checkbox"/> primo piano <input type="checkbox"/> sottotetto	<p><b>Tipo di copertura</b></p> <input type="checkbox"/> a una falda <input type="checkbox"/> piana <input checked="" type="checkbox"/> a due falde <input type="checkbox"/> padiglione e due falde <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> Altro...
<p><b>Stato di Conservazione</b></p> <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> medio <input checked="" type="checkbox"/> degradato <input type="checkbox"/> crollo copertura <input type="checkbox"/> strutture murarie pericolanti <input type="checkbox"/> cedimento fondazioni	<p><b>Materiale di copertura</b></p> <input type="checkbox"/> lastre di pietra <input type="checkbox"/> tegole di cemento <input type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> fibrocemento <input checked="" type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> lamiera
<p><b>Stato d'Uso</b></p> <input type="checkbox"/> occupato stabilmente <input type="checkbox"/> occupato stagionalmente <input type="checkbox"/> inutilizzato <input checked="" type="checkbox"/> stato di abbandono	<p><b>Materiale Facciata</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> pietrame a vista <input type="checkbox"/> intonaco su pietra <input type="checkbox"/> intonaco su altro <input type="checkbox"/> laterizio a vista <input type="checkbox"/> metallo <input type="checkbox"/> legno <input type="checkbox"/> intonaco <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco su pietra <input type="checkbox"/> misto mattoni e pietra <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco su altro <input type="checkbox"/> intonaco su pietra e altro <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco <input type="checkbox"/> misto mattoni, pietre e intonaco su altro <input type="checkbox"/> mattoni <input type="checkbox"/> pietrame a vista e mattoni <input type="checkbox"/> pietrame a vista, mattoni e intonaco <input type="checkbox"/> Altro...
<b>CARATTERI Storici e Architettonici</b>	
<p><b>Epoca di Costruzione</b></p> <p>edilizia storica anteriore al 1824</p>	
<p><b>Tipologia Edilizia</b></p> <p>Corte storica con casa a torre</p>	
<p><b>Valore Architettonico e Tipologico</b></p> <input type="checkbox"/> monumentale <input type="checkbox"/> storico-architettonico <input checked="" type="checkbox"/> interesse tipologico <input type="checkbox"/> privo di valore <input type="checkbox"/> Altro...	<p><b>Serramenti</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> lignei <input type="checkbox"/> lignei e metallici <input type="checkbox"/> metallici <input type="checkbox"/> lignei e plastici <input type="checkbox"/> plastici
<p><b>Modifiche Morfologiche</b></p> <input type="checkbox"/> sovrizzo <input checked="" type="checkbox"/> nuove aperture <input type="checkbox"/> superfetazione <input checked="" type="checkbox"/> materiali incongrui	<p><b>Note</b></p> <p>Il paramento murario è composta da varie pezzature di pietra sia a conci regolari che irregolari, in parte lesionato. L'edificio ha subito un intervento, non risolutivo, di irrigidimento strutturale, probabilmente in occasione del rifacimento della copertura. Di notevole originalità le aperture (nicchie e finestre) nelle diverse facciate, tutte realizzate con elementi lapidei decorati.</p>
<p><b>Elementi di Rilievo</b></p> <p>Elementi lapidei di pregio: capitelli, aperture, imbotti e architravi, archi.</p>	

## Schedatura Degli Edifici Di Interesse Storico-Architettonico

<b>Comune</b>	Palanzano	<b>Sigla Identificativa</b>	III-02.01.c
<b>Località</b>	CASE BERETTA	<b>Destinazione D'Uso PRG Vigente</b>	Disciplina particolareggiata - Tav. 6a Zona A Residenziale
<b>Indirizzo</b>			

**Estratto Mappa Catastale**



<b>Mappale</b>
62
<b>Foglio</b>
15

<b>Destinazione d'Uso</b>
vedere RUE- NTA art. 3.2.11 "Zona A1" e Allegato 1

<b>Categoria di Intervento</b>
Restauro e risanamento conservativo

**Note**

Edificio residenziale seicentesco di pregevole fattura che presenta elementi architettonici ancora ben conservati: un loggiato con elementi decorativi pittorici, una porta in arenaria zigrinata, a tre elementi monolitici, riportante uno fregio a carattere religioso sovrastante il millesimo "1614", un portale con millesimo " 1794", un corpo a torre con colombaia. Catasto storico Tavola 1305

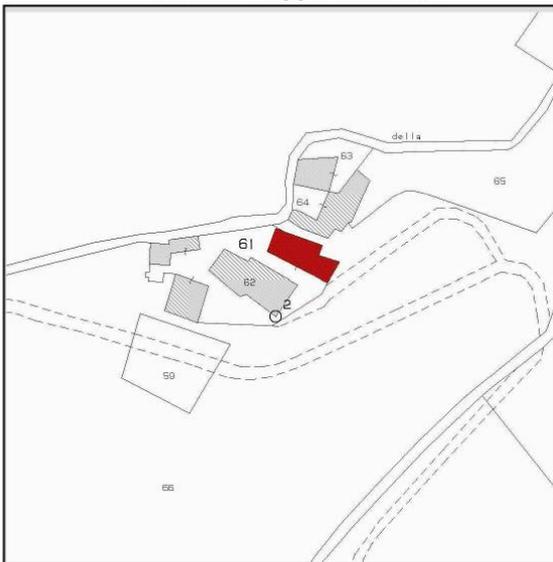


CARATTERI Fisici e Funzionali	CARATTERI Costruttivi
<p><b>Numero di Piani</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> piano seminterrato <input checked="" type="checkbox"/> secondo piano <input type="checkbox"/> piano terra <input type="checkbox"/> oltre il secondo <input type="checkbox"/> primo piano <input checked="" type="checkbox"/> sottotetto	<p><b>Tipo di copertura</b></p> <input type="checkbox"/> a una falda <input type="checkbox"/> piana <input checked="" type="checkbox"/> a due falde <input type="checkbox"/> padiglione e due falde <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> Altro...
<p><b>Stato di Conservazione</b></p> <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> medio <input checked="" type="checkbox"/> degradato <input type="checkbox"/> crollo copertura <input type="checkbox"/> strutture murarie pericolanti <input type="checkbox"/> cedimento fondazioni	<p><b>Materiale di copertura</b></p> <input type="checkbox"/> lastre di pietra <input type="checkbox"/> tegole di cemento <input type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> fibrocemento <input checked="" type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> lamiera
<p><b>Stato d'Uso</b></p> <input type="checkbox"/> occupato stabilmente <input type="checkbox"/> occupato stagionalmente <input checked="" type="checkbox"/> inutilizzato <input type="checkbox"/> stato di abbandono	<p><b>Materiale Facciata</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> pietrame a vista <input type="checkbox"/> intonaco su pietra <input type="checkbox"/> intonaco su altro <input type="checkbox"/> laterizio a vista <input type="checkbox"/> metallo <input type="checkbox"/> legno <input type="checkbox"/> intonaco <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco su pietra <input type="checkbox"/> misto mattoni e pietra <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco su altro <input type="checkbox"/> intonaco su pietra e altro <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco <input type="checkbox"/> misto mattoni, pietre e intonaco su altro <input type="checkbox"/> mattoni <input type="checkbox"/> pietrame a vista e mattoni <input type="checkbox"/> pietrame a vista, mattoni e intonaco <input type="checkbox"/> Altro...
<b>CARATTERI Storici e Architettonici</b>	
<p><b>Epoca di Costruzione</b></p> <p>edilizia storica anteriore al 1824</p>	
<p><b>Tipologia Edilizia</b></p> <p>Corte storica con casa a torre</p>	
<p><b>Valore Architettonico e Tipologico</b></p> <input type="checkbox"/> monumentale <input checked="" type="checkbox"/> storico-architettonico <input type="checkbox"/> interesse tipologico <input type="checkbox"/> privo di valore <input type="checkbox"/> Altro...	<p><b>Serramenti</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> lignei <input type="checkbox"/> lignei e metallici <input type="checkbox"/> metallici <input type="checkbox"/> lignei e plastici <input type="checkbox"/> plastici
<p><b>Modifiche Morfologiche</b></p> <input type="checkbox"/> sovrizzo <input type="checkbox"/> nuove aperture <input type="checkbox"/> superfetazione <input checked="" type="checkbox"/> materiali incongrui	<p><b>Note</b></p> <p>I caratteri architettonici di primo impianto sono stati mantenuti nella struttura muraria mentre la copertura, che in origine era a padiglione nella parte della torre, si presenta ora alterata sia nell'andamento che nei materiali, con conseguenti rappezzi murari incongrui. Le decorazioni in arenaria appaiono molto degradate.</p>
<p><b>Elementi di Rilievo</b></p> <p>Elementi decorativi in portali, porte e finestre. Elementi pittorici decorativi.</p>	

## Schedatura Degli Edifici Di Interesse Storico-Architettonico

<b>Comune</b>	Palanzano	<b>Sigla Identificativa</b>	III-02.01.d
<b>Località</b>	CASE BERETTA	<b>Destinazione D'Uso PRG Vigente</b>	Disciplina particolareggiata - Tav. 6a Zona A Residenziale
<b>Indirizzo</b>			

**Estratto Mappa Catastale**



<b>Mappale</b>	61
<b>Foglio</b>	15

<b>Destinazione d'Uso</b>	vedere RUE- NTA art. 3.2.11 "Zona A1" e Allegato 1
---------------------------	--

<b>Categoria di Intervento</b>	Restauro e risanamento conservativo
--------------------------------	-------------------------------------

**Note**

Complesso rurale composto da un edificio residenziale centrale completato da differenti corpi di servizio che conservano quasi inalterati i caratteri tipologici di primo impianto. Costruito a mezzacosta, questo edificio di servizio presenta una articolazione in verticale particolarmente complessa.

Catasto storico Tavola 1305



CARATTERI Fisici e Funzionali	CARATTERI Costruttivi
<p><b>Numero di Piani</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> piano seminterrato <input type="checkbox"/> secondo piano <input type="checkbox"/> piano terra <input type="checkbox"/> oltre il secondo <input checked="" type="checkbox"/> primo piano <input checked="" type="checkbox"/> sottotetto	<p><b>Tipo di copertura</b></p> <input type="checkbox"/> a una falda <input type="checkbox"/> piana <input checked="" type="checkbox"/> a due falde <input type="checkbox"/> padiglione e due falde <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> Altro...
<p><b>Stato di Conservazione</b></p> <input type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> medio <input checked="" type="checkbox"/> degradato <input type="checkbox"/> crollo copertura <input type="checkbox"/> strutture murarie pericolanti <input type="checkbox"/> cedimento fondazioni	<p><b>Materiale di copertura</b></p> <input type="checkbox"/> lastre di pietra <input type="checkbox"/> tegole di cemento <input checked="" type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> fibrocemento <input checked="" type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> lamiera
<p><b>Stato d'Uso</b></p> <input type="checkbox"/> occupato stabilmente <input type="checkbox"/> occupato stagionalmente <input type="checkbox"/> inutilizzato <input checked="" type="checkbox"/> stato di abbandono	<p><b>Materiale Facciata</b></p> <input type="checkbox"/> pietrame a vista <input type="checkbox"/> intonaco su pietra <input type="checkbox"/> intonaco su altro <input type="checkbox"/> laterizio a vista <input type="checkbox"/> metallo <input type="checkbox"/> legno <input type="checkbox"/> intonaco <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco su pietra <input type="checkbox"/> misto mattoni e pietra <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco su altro <input type="checkbox"/> intonaco su pietra e altro <input type="checkbox"/> pietrame a vista e intonaco <input type="checkbox"/> misto mattoni, pietre e intonaco su altro <input type="checkbox"/> mattoni <input checked="" type="checkbox"/> pietrame a vista e mattoni <input type="checkbox"/> pietrame a vista, mattoni e intonaco <input type="checkbox"/> Altro...
<b>CARATTERI Storici e Architettonici</b>	
<p><b>Epoca di Costruzione</b></p> <p>edilizia storica anteriore al 1824</p>	
<p><b>Tipologia Edilizia</b></p> <p>Corte storica con casa a torre</p>	
<p><b>Valore Architettonico e Tipologico</b></p> <input type="checkbox"/> monumentale <input checked="" type="checkbox"/> storico-architettonico <input type="checkbox"/> interesse tipologico <input type="checkbox"/> privo di valore <input type="checkbox"/> Altro...	<p><b>Serramenti</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> lignei <input type="checkbox"/> lignei e metallici <input type="checkbox"/> metallici <input type="checkbox"/> lignei e plastici <input type="checkbox"/> plastici
<p><b>Modifiche Morfologiche</b></p> <input type="checkbox"/> sovrizzo <input type="checkbox"/> nuove aperture <input type="checkbox"/> superfetazione <input checked="" type="checkbox"/> materiali incongrui	<p><b>Note</b></p> <p>Parti di muratura sono state ricostruite in mattoni doppio uni.</p>
<p><b>Elementi di Rilievo</b></p> <p>Portico con colonne in arenaria scolpita. Elementi lapidei in imbotti e architravi di finestre.</p>	

CODICE COMUNE

Comune di Palanzano (P)

NUMERO PROGRESSIVO

10

**DATI AMMINISTRATIVI E LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA**

PROVINCIA

PARMA

COMUNE

PALANZANO

FRAZIONE

LOCALITA'

CASE BERETTA

TOPONIMO

DATI CARTOGRAFICI

Catasti cessati. Vairo. Sez. B di Celso

GEOMORFOLOGIA

DESTINAZIONE D'USO

VINCOLO

NO

**DATI IDENTIFICATIVI**

TIPOLOGIA

EDIFICIO SCOMPARSO

DESCRIZIONE

Edifici mappati nei catasti cessati, oggi scomparsi

CRONOLOGIA

moderna

GRADO DI UBICABILITA'

certo

ANNO DI RINVENIMENTO

2012

MODALITA' DI RINVENIMENTO

incrocio con i Catasti cessati,Vairo, Sez. B di Celso

SEGNALAZIONE DI

Dott.sa C. Anahinetti

**NOTIZIE DI ARCHIV**

Catasti cessati, Vairo, Sez. B di Celso

**BIBLIOGRAFIA**

DATA DI REDAZIONE

lunio 2012

## 2. Elementi strutturali e relative patologie

L'osservazione d'insieme di una struttura rappresenta il punto di partenza di una buona diagnosi strutturale. Saranno esaminati principali elementi strutturali che compongono un edificio "storico", le patologie che più frequentemente si manifestano.

### 2.1. Fondazioni

Spesso e volentieri, l'evidenza di danni in fondazione è abbastanza limitata perché generalmente si evita di scoprire del tutto l'elemento strutturale per non provocare danni più gravi di quelli esistenti.

Si assume che i dissesti murarie che interessano le pareti in elevazione si ripropongano anche a livello fondale. La patologia delle fondazioni è legata ai cedimenti del terreno dovuti alla natura deformabile del suolo di fondazione oppure dalla disomogenea distribuzione dei carichi applicati. Le lesioni possono essere verticali, diagonali o talvolta paraboliche a seconda dell'entità dei cedimenti. Tuttavia le osservazioni ricavate da un numero limitato di pozzetti esplorativi, risultano estremamente importanti per capire e valutare la gravità della patologia.<sup>6</sup>

Gli edifici del complesso rurale in esame risultano privi di fondazioni, e il loro consolidamento costituisce la prima sfida del recupero edilizio di questi fabbricati.



Figura 2.1.1-Pozzetto esplorativo. Dalla sinistra: 1°Piano Interrato-Fabbricato 1, 1° Piano Interrato- Fabbricato 2

### 2.2. Travi e solai

Negli edifici in muratura con solai in legno, gli elementi orizzontali risultano interessati da fenomeni di viscosità. Inoltre il piano di calpestio, negli anni, veniva rimesso con l'aggiunta di nuovi materiali. Oltre ad

<sup>6</sup> Domenici, Giorgio. *Le tecniche per il recupero edilizio. Dal rilievo al progetto*. NIS, 1994.

evidenti deformazioni elastiche e/o viscosi si presentano anche lesioni da flessione e da taglio provocate da eccesso di carico permanente. Negli anni, spesso e volentieri, gli edifici storici subiscono cambiamenti del tipo distributivo, ciò comporta l'aggiunta delle pareti divisorie in falso. Come si evince dalle fotografie, alcuni travi principali sono stati puntellati con pilatri (in falso) per evitare la progressione della flessione.

La sostituzione dei solai dovuta ad eccessiva inflessione, rottura o incendi, viene evidenziata dallo spostamento dei fori di originaria intestatura delle travi. Essi possono essere testimonianza di un cambiamento di tipologia strutturale. Dalle testimonianze raccolte, almeno 3 volte, l'edificio principale è stato oggetto di incendi che hanno provocati gravi danni strutturali.

Nelle travi lesionate sono frequenti le staffature con regge metalliche, mentre nelle travi in cui gli appoggi si sono deteriorati spesso vengono poste mensole integrative in legno. La patologia di questo tipo di elementi può essere aggravata dalla presenza di umidità o di discontinuità strutturale, talora mascherata da fodere o cassonature realizzate in epoche successive. <sup>7</sup>



*Figura 2.2.1- Trave soggetta a infiltrazioni di acqua e presenza di umidità, Trave principale lesionata per eccesso di carico*



*Figura 2.2.2-Puntellazione della trave per evitare la progressione della flessione, Testimonianza di avvenuto incendio che ha indebolito la trave*

---

<sup>7</sup> (Domenici 1994)

## 2.3. Coperture

La principale causa del deterioramento degli elementi strutturali in materiali lignei, è l'umidità. Altre cause che contribuiscono alla rottura delle coperture sono la scarsa aerazione oppure la presenza di tarli o archi di vario genere. La mancanza di ordinaria manutenzione è una delle cause che può sembrare banale ma influisce parecchio nella progressione del degrado. In tale situazione i nodi delle capriate perdono consistenza, soprattutto nei punti di appoggio delle pareti perimetrali, pertanto la catena non assolve più alle sue funzioni di tirante e la copertura diventa spingente, con tutti i danni che può provocare sotto sollecitazione sismica.<sup>8</sup>

È difficile individuare le tracce dei lavori effettuati, in quanto l'evoluzione delle tecniche di lavorazione ed il cambiamento dei materiali usati è stato modesto. Denuncia un intervento recente la presenza di legame piattato o in cui sia riconoscibile una lavorazione meccanica (segatura), l'uso di materiali non tradizionali nelle certe zone e la conservazione degli elementi metallici.

Non si è certo per quale motivo, ma le coperture del complesso in esame sono state rifatte completamente. Negli muri perimetrali dove si appoggia il tetto si evince la presenza di materiali di un'epoca successiva a quello della costruzione dei edifici, ovvero mattoni forati e calcestruzzo armato, inoltre si nota l'età del legno utilizzato per l'orditura e i listelli che corrisponde ad una epoca successiva a quello della costruzione del edificio. L'utilizzo di tegole marsigliesi è un altro aspetto che testimonia l'avvenuto cambiamento. Nella copertura originaria erano stati usati coppi in terracotta.



*Figura 2.3.1-Presenza di materiali incongrui per la riparazione della copertura*

<sup>8</sup> Domenici, Giorgio. *Le tecniche per il recupero edilizio. Dal rilievo al progetto*. NIS, 1994.



Figura 2.3.2- Presenza di un cordolo in Calcestruzzo Armato, Lesioni riportati alla muratura per effetto di sovraccarico della copertura

## 2.4. Murature in elevazione

Le lesioni che si manifestano in questi elementi strutturali possono essere considerati diffuse o concentrate. Le lesioni diffuse sono di norma più preoccupanti di quelle concentrate e sono indice di uno stato di crisi relativo ad una zona ampia di muratura, seguito talora da crollo, con periodi di trazione privi di ulteriori preavvisi. Quelle concentrate invece, si possono definire come meno pericolosi in quanto denunciano solo una trazione verso schemi strutturali a minor numero di vincoli, provocati per cedimenti o rotazioni delle strutture di supporto.

Le forze indotte da eventi sismici risultano molto critiche soprattutto quando la dissimmetria in pianta delle pareti verticali induce dei sensibili effetti torsionali. Gli edifici in esame presentano una pianta simmetrica quasi scatolare.<sup>9</sup>

Le pareti in muratura sono soggetti a molti cambiamenti nel tempo dovuti ad aperture e chiusure di finestre o da cambiamenti della loro forma a seconda dei periodi storici attraversati. Come già detto per i solai, il cambiamento d' destinazione d'uso o l'aggiunta delle pareti divisorie, comporta un sovraccarico al solaio, a talvolta le travi prima raggiungere la rottura, scaricano il peso (aumentato) sulle murature. Questi cambiamenti comportano lesioni alle murature.



Figura 2.4.1-Lesioni derivati da sovraccarico

<sup>9</sup> Domenici, Giorgio. *Le tecniche per il recupero edilizio. Dal rilievo al progetto*. NIS, 1994.



Figura 2.4.2-Fessurazione in corrispondenza delle modifiche nel tempo, Presenza di materiali incngui per riparare i danni della muratura perimetrale

## 2.5. Archi e volte

Le strutture di questo tipo sono particolarmente vulnerabili ai cedimenti dei vincoli, soprattutto in assenza di catene di contrasto. Va detto comunque che l'entità dei cedimenti tollerabili prima del crollo è notevole e che il fenomeno viene chiaramente denunciato dalla struttura con sintomi evidenti costituiti dalla formazione di un cinematismo di collasso.

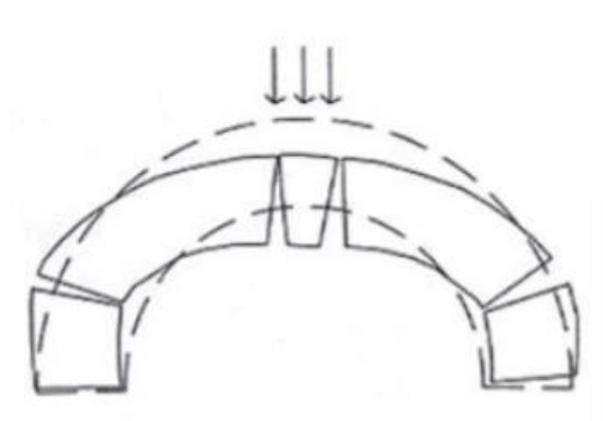


Figura 2.5.1- Fessurazioni della parete verticale indotto dal cedimento del arco

Nell'immagine, soprastante abbiamo a che fare con una rottura per flessione indotto dal sovraccarico.

## 2.6. Scale

Negli edifici storici, usualmente, la tecnica utilizzata per la realizzazione delle scale è di tipo ad incastro. I gradini vengono incastrati nelle murature, e i danni strutturali dipendono dalla parete di supporto. Nel nostro edificio non sono stati evidenziati danni strutturali relativi alle scale.

## 3. Analisi del degrado

Nel capitolo precedente si è parlato di patologie degli elementi strutturali principali dell'edificio, esso è stato accompagnato con delle immagini che evidenziano il degrado strutturale dell'edificio. In questo capitolo invece ci occuperemo di analizzare il degrado causato dagli agenti atmosferici e sbalzi termici che interessano le strutture.

Il degrado si può definire come: graduale passaggio da una condizione migliore a una peggiore.<sup>10</sup> Questo passaggio in un edificio, in genere, è originato da fenomeni esterni che interessano le strutture quali eventi sismici e cedimenti delle fondazioni oppure dagli agenti atmosferici aggressivi e sbalzi termici che interessano la costruzione in generale ed i materiali di rivestimento. A volte il degrado è dovuto semplicemente all'invecchiamento naturale degli materiali. Non è da sottovalutare la responsabilità del progettista, il quale può commettere errori progettuali che favoriscano l'invecchiamento del materiale.<sup>11</sup>

### 3.1. Principali di tipologie di degrado

Le parti basse degli edifici storici sono particolarmente soggetti ad inconvenienti dovuti all'umidità e all'acqua. Le cause di tali inconvenienti possono essere di diversi tipi.

- *Acqua meteorica* della pioggia e della neve
- *Acqua di risalita capillare*, acqua presente nel terreno che viene assorbita dalla muratura e che si diffonde nel suo interno per capillarità
- *Acqua di falda*, è l'acqua che scorre nel sottosuolo e che temporaneamente può salire al livello di calpestio degli interrati o dei serramenti
- *Acqua di condensazione*, presente come gas nell'aria che si condensa sulle superfici relativamente fredde dei locali dei piani "bassi"<sup>12</sup>

A causa dell'azione delle acque meteoriche, e della conseguente azione fisico-meccanico dei cicli di gelo e disgelo, si possono verificare fenomeni che portano allo sfaldamento dei materiali scistososi o alla formazione di alveoli ed abrasioni. Alcune di queste cause possono essere:

---

<sup>10</sup> Vocabolario Treccani

<sup>11</sup> Fabrizio Astrua, Riccardo Nelva. *Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato*. Santaracangelo di Romagna: Maggioli, 2016.

<sup>12</sup> Paolo Scarzella, Marco Zerbinatti. *Recupero e conservazione dell'edilizia storica. L'insieme, le parti: interrati, fondazioni, partizioni, coperture, chiusure e aggetti*. Firenze: Alinea, 2009.

*Esfoliazione*- Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette *sfoglie*.<sup>13</sup>

*Alveolizzazione*- Presenza di cavità di forma e dimensioni variabili, dette alveoli, spesso interconnesse e con distribuzione non uniforme.<sup>14</sup>

*Disgregazione*- Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. Talvolta viene utilizzato il termine *polverizzazione*.<sup>15</sup>

*Distacco*: formazione di una discontinuità tra gli strati di un intonaco, sia tra loro e sia rispetto al substrato. Questo fatto prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi.<sup>16</sup>



Figura 3.1.1-Esfoliazione di cornice in pietra Arenaria



Figura 3.1.2- Distacco e Disgregazione

Una delle più frequenti cause di degrado nelle murature, è l'azione dell'umidità di risalita dal sottosuolo oppure proveniente dalla copertura. Alla base delle murature, si formano consistenti macchie di umidità con presenza di sali minerali contenuti nel terreno. Dal punto di vista visivo si notano macchie di umidità, sfarinamento di intonaco. Presenti in queste acque, ci sono sostanze inquinanti che comportano l'azione aggressiva chimico-fisico-biologico.

<sup>13</sup> UNI 11182 Beni culturali Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione

<sup>14</sup> Idem

<sup>15</sup> Idem

<sup>16</sup> Idem

Nel nostro caso abbiamo riscontrato diversi tipi di degrado biologico. Il biodeterioramento si può manifestare a causa del trasporto da parte dell'acqua esterna di pulviscolo contenete sostanze vegetali. Le forme in cui si manifesta sono: alghe, licheni, muschi, arbusti e piante.

*Le alghe:* si presentano nelle zone in ombra, per la presenza di umidità ed inseguito alla risalita capillare generando così patine e muschio. Generalmente è un degrado di tipo estetico.

*I licheni:* si formano in presenza di acqua, ma riescono a sopportare l'azione dei raggi UV del sole. Si possono eliminare ma lasciano la superficie ruvida in quanto i licheni rilasciano acidi per sopravvivere. Quindi si tratta di un degrado non solo estetico.



Figura 3.1.3-Le scale dell'ingresso principale, si evidenzia la presenza di muffe ed alghe in corrispondenza delle scale, e la presenza di licheni in corrispondenza della parte bassa del portale

*I muschi:* sono simili ad un tappeto erboso. Vengono formate in presenza di particolato e umidità. Non degradano il materiale e sono facilmente rimovibili. Avviene nelle zone dove è presente una grande quantità di acqua piovana.

*Arbusti:* si possono trovare vere e propri piante dove l'assenza di manutenzione ha consentito la colonizzazione di alcune piante. Costituiscono il degrado biologiche più severo e si presentano nelle zone in ombra. La presenza di umidità di origine piovana anche il fenomeno di risalita capillare, sono fondamentali per la formazione di essi.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Fabrizio Astrua, Riccardo Nelva. *Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato.* Santaracangelo di Romagna: Maggioli, 2016.



Figura 3.1.4- Muratura dove si evince la presenza di muschi, Muratura esterna dove si evince la formazione di arbusti

### 3.2. Diagnosi del degrado

Nel nostro caso è stato effettuato una diagnosi superficiale per avere in linea di massima una mappatura del degrado.

Per quanto riguarda l'umidità:

Studio Termografico della facciata: è stato necessario per comprendere se il fenomeno è causato da una *perdita d'acqua locale*, per motivi legati all'incuria e allo stato di abbandono dell'edificio (gronde e pluviali non più funzionanti, mancanza della copertura in certe parti), oppure dall'*umidità di risalita* se le porzioni di macchie di umidità formano un segno sulla facciata a partire dal terreno. È un'indagine non distruttiva, che si effettua tramite l'analisi delle radiazioni infrarosse emesse dalla superficie dell'oggetto architettonico. Viene elaborata un'immagine (*il termogramma*), dove i colori sono tarati alle diverse temperature.

Determinazione dei Sali solubili: è importante verificare se vi è presenza nella muratura di sali solubili che potrebbero essere causa di degrado della stessa. Si può utilizzare un'analisi in cantiere tramite il *Pro timer salts detector*. Non è stato ritenuto necessario svolgere questo tipo di diagnosi nel edificio in esame.

Distacco d'intonaco – è stato sufficiente uno *studio visivo* della porzione d'intonaco interessata, studiando anche l'adesione del supporto allo strato sottostante per agire con un intervento efficace.

Eventualmente possono essere effettuate analisi in laboratorio di un campione per analizzarne la composizione e la tipologia per capire l'intervento più idoneo da svolgere.

Corrosione - è stato sufficiente una *diagnosi visiva* per comprendere l'entità del degrado, che potrà coinvolgere strati più o meno profondi della superficie metallica.

Se necessario si possono svolgere analisi di laboratorio per capire la composizione del materiale per poter individuare un corretto intervento, non è stato ritenuto necessario in questo caso, in quanto gli elementi metallici svolgono funzione di pura estetica.

Lacuna - Attenta osservazione della posizione interessata per comprendere se essa deriva da una mancanza di manutenzione o da altre ragioni, con il fine di poter procedere con un eventuale reintegro utilizzando procedimenti corretti.

Deposito superficiale - In genere si eseguono analisi chimiche-fisiche in laboratorio utili per determinare la natura dei depositi superficiali che permetteranno di individuare la corretta metodologia d'intervento. Nel nostro caso non sono stati fatti analisi in laboratorio.

Alterazione cromatica - Un'attenta *diagnosi visiva* da durante il sopralluogo per comprendere l'entità del degrado e scegliere il giusto tipo d'intervento.

Presenza di vegetazione - E' sufficiente un primo *esame visivo* della facciata per ricercare la presenza di vegetali di grandi dimensioni.

Polverizzazione – è stato effettuato uno *studio visivo* della porzione di muratura interessata, per agire con un intervento efficace.

Esfoliazione – è stato effettuato uno *studio visivo* della porzione di muratura interessata, per capire la gravità del degrado.

Disgregazione - è stato effettuato uno *studio visivo* della porzione di muratura interessata, per capire la gravità del degrado.

### 3.3. Mappatura del degrado

È opportuno che le patologie riscontrate in un edificio siano riportate in una sorta di mappatura che consenta di avere un panorama sufficientemente vasto delle tipologie di degrado per attuare le scelte e le modalità dell'intervento. Generalmente il degrado interessa a tutto l'edificio, dalle fondamenta al tetto. È necessario quindi di elencare con accuratezza tutti i tipi di degrado, per l'intero edificio. Come già detto, in questo capitolo ci occuperemo del degrado causato dagli agenti atmosferici e sbalzi termici che interessano l'edificio preso in esame.

Per semplificare, è stato scelto di analizzare solo una facciata significativa dell'edificio per mettere in evidenza le patologie presenti. Per la descrizione di queste patologie, è stato utilizzato la Norma UNI 11182 *Beni culturali Materiali lapidei naturali ed artificiali Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni* del 2006 che sostituisce la "Raccomandazione NORMAL 1/88 *Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico*". Per quanto riguarda i simboli grafici, sono stati utilizzati quelli prescritti dalla Raccomandazione NORMAL 1/88. A titolo di esempio si riporta brevemente un elenco di patologie che interessano la facciata considerata.

- *Deposito superficiale* - Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali polvere, terriccio, guano, ecc. Ha spessore variabile, generalmente scarsa coerenza e scarsa aderenza al materiale sottostante.



Figura 3.3.1- Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico del Deposito Superficiale

- *Disgregazione* - Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. Talvolta viene utilizzato il termine polverizzazione



Figura 3.3.2-Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico del Disgregazione

- *Distacco* - Soluzione di continuità tra strati di un intonaco, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi.



Figura 3.3.3-Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico del Distacco

- *Esfoliazione* - Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie.



Figura 3.3.4-il simbolo grafico ed il richiamo fotografico di Esfoliazione

- *Lacuna* - Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.).



Figura 3.3.5-Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico della Lacuna

- *Patina Biologica* - Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato.



Figura 3.3.6-Il simbolo ed il richiamo fotografico della Patina Biologica

- *Pellicola* - Strato superficiale trasparente o semitrasparente di sostanze coerenti fra loro ed estranee al materiale lapideo (pellicola protettiva, pellicola con funzioni estetiche, pellicola ad ossalati, ecc.).



Figura 3.3.7-Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico della Pellicola

- *Presenza di Vegetazione* - Presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei.



Figura 3.3.8-il simbolo grafico ed il richiamo fotografico della Presenza di Vegetazione

Un'altra rappresentazione di patologia che non è presente nella Norma UNI 11182, ovvero è stato affiancato a disgregazione, che però viene citata nella Raccomandazione NORMAL 1/88 è la *Polverizzazione*.

- Polverizzazione - *Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea del materiale sotto forma di polvere o granuli.*



*Figura 3.3.9-Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico della Polverizzazione*

La Patina invece, è presente sia nella Norma UNI 11182 che nella Raccomandazione NORMAL 1/88 ma solo sotto forma di Patina, in questo caso è stato alterato in Patina Artificiale che rappresenta la sostituzione del materiale con uno diverso da quello originario. Di solito è presente delle tamponature delle finestre.

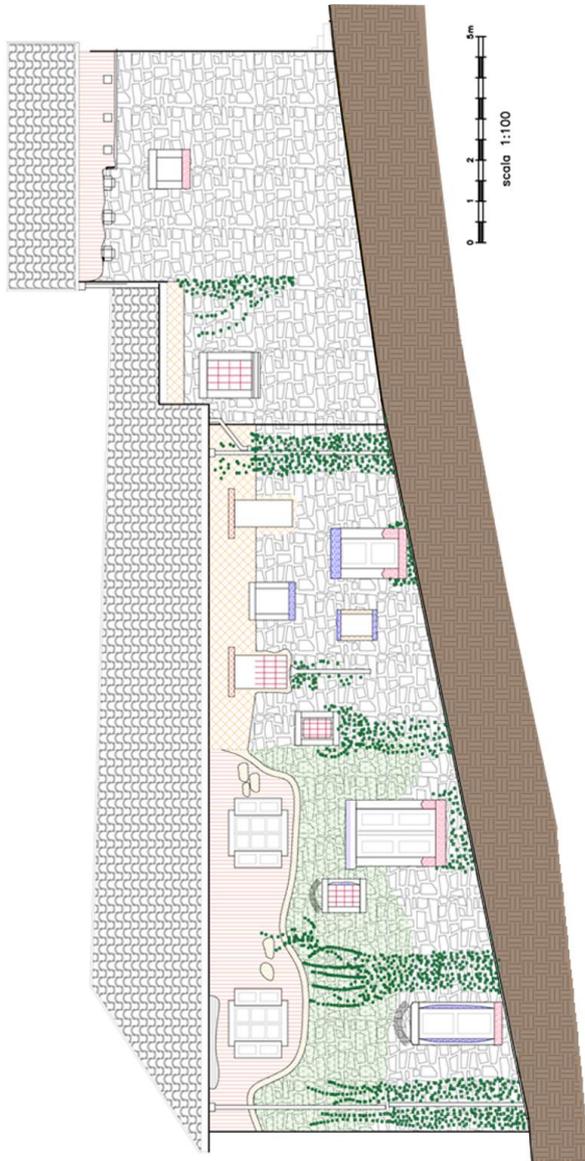
- *Patina Artificiale - Modificazione artificiale della superficie non collegabile a fenomeni di degrado e percepibile come una variazione del colore originario del materiale, oppure la variazione del materiale stesso.*



*Figura 3.3.10-Il simbolo grafico ed il richiamo fotografico della Patina Artificiale*

Per quanto riguarda i serramenti, ci limitiamo a classificarli come degradati o in buono stato, perché il legno in sé è un materiale molto vulnerabile al degrado. Esistono diversi tipi di degrado che possono verificarsi sul legno, e definirli servono studi molto approfonditi.

Analisi del Degrado  
Mappatura del degrado- Prospetto Est



	Lacuna		Patina Biologica		Esfoliazione
	Deposito Superficiale		Disgregazione		Polverizzazione
	Disgregazione		Patina Artificiale 1		Disgregazione

cap.  
03  
tav.01

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia , Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



### 3.4. Interventi previsti in fase di recupero

Degrado	Intervento
Lacuna	Consolidamento ed eventuale stuccatura
Distacco d'intonaco	Rimozione intonaco esterno
Deposito superficiale	Pulitura ed eliminazione dei depositi
Alterazione cromatica	Ripristino del colore
Polverizzazione	Tecnica del cuci-scuci: consiste nella paziente opera di consolidamento della muratura, sostituendo ogni singolo pezzo danneggiato. In questo modo la muratura otterrà nuovamente la sua consistenza e omogeneità che il tempo le aveva tolto
Pellicola	Pulitura con acqua nebulizzata e spazzole di saggina
Presenza di vegetazione	Eliminazione della vegetazione presente
Patina biologica	Pulitura con acqua nebulizzata e spazzole di saggina, previo trattamento biocida teso ad eliminare le colonie di microrganismi presenti
Patina artificiale	Rifacimento della muratura dandone l'aspetto originario
Corrosione	Pulitura meccanica manuale eseguita con spazzole di ferro e carta abrasiva
Infissi	Sostituzione dei serramenti danneggiati con infissi nuovi creati su misura

Successivamente vengono riportati delle schede significative di patologie e degradi degli elementi strutturali con relative schede di intervento di recupero. Per questo lavoro di tesi, in via semplificativa, sono stati riportati solo alcune delle schede di degrado e di recupero.

SCHEDE DI PATOLOGIE E DEGRADI DI ALCUNI ELEMENTI STRUTTURALI O DI  
VALORE ARCHITETTONICO

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Scagliatura / Efflorescenze

**LOCALIZZAZIONE**

Entrata principale al Piano Terra

**DEFINIZIONE (NORMAL)**

Degradazione che si manifesta col distacco totale o parziale di parti (scaglie) spesso in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario. Le scaglie, costituite generalmente da materiale in apparenza inalterato, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo. Al di sotto possono essere presenti efflorescenze o patine biologiche.

**DIFFUSIONE**

La patologia interessa anche altre partizioni tecnologiche che svolgono lo stesso o simile funzione

**POSSIBILI CAUSE**

- Esposizione agli agenti atmosferici;
- Presenza di umidità nella muratura (cristallizzazione dei sali solubili)
- Azione di microrganismi
- Cicli di gelo e disgelo

**DESCRIZIONE**

Evidente degradazione del materiale lapideo.

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Degrado atmosferico. Mancanza di manutenzione

**ANOMALIE CORRELATE**

Indebolamento delle caratteristiche del materiale

**MATERIALI INTERESSATI**

Pietra arenaria

**STATO DI DEGRADO**

Irrecuperabile

**STATO DI AVANZAMENTO**

In evoluzione

**ORIENTAMENTO**

Nord - Ovest

**RICHIAMO INTERVENTI**

SCH.REC.07 e/o Realizzazione di una replica (totale o parziale)

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Esfoliazione / Scagliatura

**LOCALIZZAZIONE**

Entrata principale al 2° Piano Interrato

**DIFFUSIONE**

La patologia interessa anche altre partizioni tecnologiche che svolgono lo stesso o simile funzione

**DEFINIZIONE (NORMAL)**

Degradazione che si manifesta col distacco totale o parziale di parti (scaglie) spesso in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario. Le scaglie, costituite generalmente da materiale in apparenza inalterato, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo. Al di sotto possono essere presenti efflorescenze o patine biologiche.

**DESCRIZIONE**

Evidente degradazione del materiale lapideo.

**POSSIBILI CAUSE**

- Esposizione agli agenti atmosferici;
- Presenza di umidità nella muratura (cristallizzazione dei sali solubili)
- Azione di microrganismi
- Cicli di gelo e disgelo

**ANOMALIE CORRELATE**

Indebolimento delle caratteristiche del materiale

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Degrado atmosferico. Mancanza di manutenzione

**MATERIALI INTERESSATI**

Pietra arenaria

**STATO DI AVANZAMENTO**

In evoluzione

**STATO DI DEGRADO**

Irrecuperabile

**ORIENTAMENTO**

Sud

**RICHIAMO INTERVENTI**

Realizzazione di una replica

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Fratturazione

**LOCALIZZAZIONE**

1° Piano Interrato, la porta tra il locale PI1\_LOC1 ed il locale PI1\_LOC2

**DIFFUSIONE**

La patologia interessa anche altre partizioni tecnologiche che svolgono lo stesso o simile funzione

**DEFINIZIONE (NORMAL)**

Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti

**DESCRIZIONE**

Evidente fratturazione del materiale lapideo spezzato in due parti che perde completamente la sua funzione in quanto non garantisce più le sue caratteristiche portanti

**POSSIBILI CAUSE**

La causa del degrado è lo sovraccarico, il quale può essere stato causato dall'applicazione di carico eccessivo, oppure il cedimento di un'altra struttura portante dell'edificio che ha portato il sovraccarico a questo elemento

**ANOMALIE CORRELATE**

Cedimento di altri elementi portanti

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Errore progettuale. Valutazione non corretta del carico applicato.

**MATERIALI INTERESSATI**

Pietra arenaria

**STATO DI AVANZAMENTO**

Fermo

**STATO DI DEGRADO**

Irrecuperabile

**ORIENTAMENTO**

Partizione Interna

**RICHIAMO INTERVENTI**

Riutilizzo del materiale rovinato nella nuova progettazione

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Deposito superficiale

**LOCALIZZAZIONE**

Piano Terra, locale PT\_LOC3 Attualmente Soggiorno in stato agibile

**DEFINIZIONE (NORMAL)**

Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali, ad esempio, polvere, terriccio, guano, ecc. Ha spessore variabile e, generalmente, scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante.

**DIFFUSIONE**

La patologia si riscontra solo in corrispondenza del camino

**POSSIBILI CAUSE**

La causa del degrado è la mancanza di manutenzione negli anni

**DESCRIZIONE**

Evidente accumulo di materiale estraneo (polvere di carbonio) proveniente dalla combustione della legna

**ANOMALIE CORRELATE**

Non ci sono anomalie correlate

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Tenendo conto dell'epoca nella quale è stato costruito, non possiamo parlare di errori progettuali ma possiamo associare la causa alla gestione del manufatto.

**MATERIALI INTERESSATI**

Pietra arenaria

**STATO DI AVANZAMENTO**

In evoluzione

**STATO DI DEGRADO**

Recuperabile

**ORIENTAMENTO**

Partizione Interna

**RICHIAMO INTERVENTI**

SCH.REC.07

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Fratturazione /  
Fessurazione

**LOCALIZZAZIONE**

Parete opaca verticale, Prospetto Ovest

**DIFFUSIONE**

La patologia è molto diffusa tra le pareti opache verticali dell'edificio. Prevalentemente si riscontra in corrispondenza degli ampliamenti avvenuti negli anni i quali hanno uno scarso (o inefficiente) collegamento con gli elementi strutturali precedentemente costruiti

**DEFINIZIONE (NORMAL)**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

**DESCRIZIONE**

Evidente fessurazione della muratura seguendo una linea verticale continua.

**POSSIBILI CAUSE**

La causa del degrado è il cedimento del terreno sottostante a causa di uno scarso collegamento tra le parti

**ANOMALIE CORRELATE**

Cedimento di altri elementi portanti

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Errore progettuale e errore di esecuzione. Non è stato previsto la realizzazione delle fondazioni. Non è stato eseguito a dovere il collegamento tra le parti strutturali

**MATERIALI INTERESSATI**

Pietra arenaria

**STATO DI AVANZAMENTO**

In evoluzione

**STATO DI DEGRADO**

Recuperabile

**ORIENTAMENTO**

Ovest

**RICHIAMO INTERVENTI**

SCH.REC.03 e SCH.REC.06

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Efflorescenza / Incrostazione /  
Presenza di vegetazione

**LOCALIZZAZIONE**

Piano Terra, all'ingresso principale del fabbricato nel lato Nord-Ovest

**DEFINIZIONE (NORMAL)**

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino, pulverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può avvenire anche all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di cripto efflorescenza o sub-efflorescenza.

**DIFFUSIONE**

La patologia interessa anche altre partizioni tecnologiche orientati nel lato Nord, Nord-Est oppure Nord-Ovest

**POSSIBILI CAUSE**

- Umidità da risalita capillare, da condensazione, da perdite localizzate di impianti;
- Ruscellamento delle acque meteoriche;
- Presenza di solfati;
- Azione del vento che accelera l'evaporazione superficiale dell'acqua;

**DESCRIZIONE**

Evidenti segni di formazione di sostanze di colore biancastro. Presenza di vegetazione.

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Più di errori progettuali e/o di esecuzione, visto l'epoca della costruzione, la causa del degrado è da adibire alla mancanza di manutenzione

**ANOMALIE CORRELATE**

Non ci valutano correlazioni con altre anomalie

**MATERIALI INTERESSATI**

Pietra arenaria

**STATO DI DEGRADO**

Recuperabile

**STATO DI AVANZAMENTO**

In evoluzione

**ORIENTAMENTO**

Nord-Ovest

**RICHIAMO INTERVENTI**

SCH.REC.05

**RIFERIMENTO FOTOGRAFICO****PATOLOGIA**

Degrado biotico

**LOCALIZZAZIONE**

Piano interrato, locale PI\_LOC1

**DIFFUSIONE**

Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti

**DEFINIZIONE**

Il legno è sensibile agli attacchi di numerosi organismi viventi che possono trovare in esso un rifugio oppure direttamente o indirettamente il nutrimento per il loro ciclo vitale.

Il legno può essere considerato tra i materiali completamente biodegradabili. Questa caratteristica che risulta ottima in un'ottica ecologica risulta "sfavorevole" nel caso dell'impiego strutturale. Il degrado delle strutture lignee si sviluppa mediante l'azione di attacchi di diverso tipo, ognuno dei quali avviene solo in determinate condizioni.

**DESCRIZIONE**

Evidenti segni di muffa e altri microorganismi.  
Leggera flessione della trave a causa del sovracarico

**POSSIBILI CAUSE**

Una delle principali cause del degrado del legno è l'acqua, quindi l'umidità.  
La muffa e i funghi.

**ANOMALIE CORRELATE**

Infezione di altri elementi con le stesse caratteristiche.  
Cedimento di altri elementi portanti.

**ERRORI PROGETTUALI E/O DI ESECUZIONE**

Errore progettuale. Valutazione non corretta del carico applicato.  
Mancanza di manutenzione

**MATERIALI INTERESSATI**

Legno massiccio

**STATO DI AVANZAMENTO**

In evoluzione

**STATO DI DEGRADO**

Recuperabile

**ORIENTAMENTO**

Partizione Interna

**RICHIAMO INTERVENTI**

SCH.REC.04 e SCH.REC.07

SCHEDE DI SOLUZIONI PROGETTUALI PER IL RECUPERO DI ALCUNI ELEMENTI  
STRUTTURALI O DI VALORE ARCHITETTONICO

PTROGETTO TECNOLOGICO - INTERVENTO DI RECUPERO

SCH.REC.01

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO - Sotto murazione degli fondazioni

### LOCLIZZAZIONE

La mancanza degli fondazioni è uno degli problemi principali dell'edificio in quanto tutte le murature portanti sono privi di fonazioni

### CAUSE DELLA PATOLOGIA

Tecnica di costruzione utilizzata. Essendo un'edificio antico degli anni 1600, si usava realizzare murature portanti di spessore considerevole.

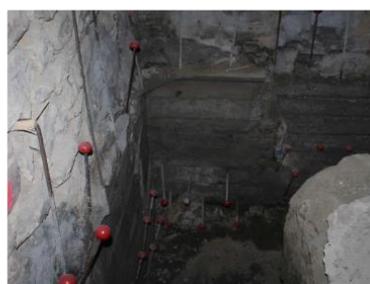
### FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

- individuare gli scavi da realizzare con un ordine logico, lontano dal precedente e dal successivo
- lo scavo sotto la murazione di una lunghezza massima di 1 m e la profondità desiderata
- inserimento della armatura realizzata precedentemente
- riempimento manualmente con calcestruzzo

### STATO DI FATTO



### SOLUZIONE PROGETTUALE



## LOCLIZZAZIONE

Questa patologia si riscontra in diversi parti della muratura interna. Tutti i muri interni presentano fessurazioni dovuti al carico eccessivo applicato nel tempo e dagli cedimenti del terreno sottostante

## CAUSE DI DEGRADO (NORMAL)

- Dissesto dell'apparato murario di supporto;
- Incompatibilità di tipo fisico-meccanico tra supporto e finitura;
- Dilatazioni differenziali tra materiali ;

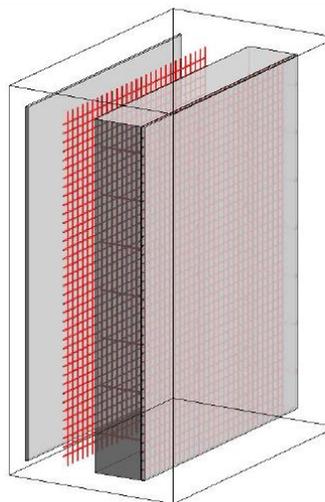
## FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

- si scarniscono e si spolverano le lesioni
- si eseguono perforazioni oblique passanti (circa 6 x mq)
- si collocano tondini acciaio inox fi 4÷6 mm sporgenti di circa 10 cm
- si fissa su entrambi i lati la rete elettrosaldata fi 6 passo 15
- si collega la rete alle barre, risvoltandole
- si applica sulle pareti ben bagnate un betoncino di malta additivata con agenti antiritiro, manualmente 3 ÷ 5 cm, o a spruzzo, meno di 3 cm

## STATO DI FATTO



## SOLUZIONE PROGETTUALE



## LOCLIZZAZIONE

Tutti i muri esterni presentano fessurazioni di diverse entità dovuti al carico eccessivo applicato nel tempo e dagli cedimenti del terreno sottostante.

## CAUSE DI DEGRADO (NORMAL)

- Dissesto dell'apparato murario di supporto;
- Incompatibilità di tipo fisico-meccanico tra supporto e finitura;
- Dilatazioni differenziali tra materiali ;

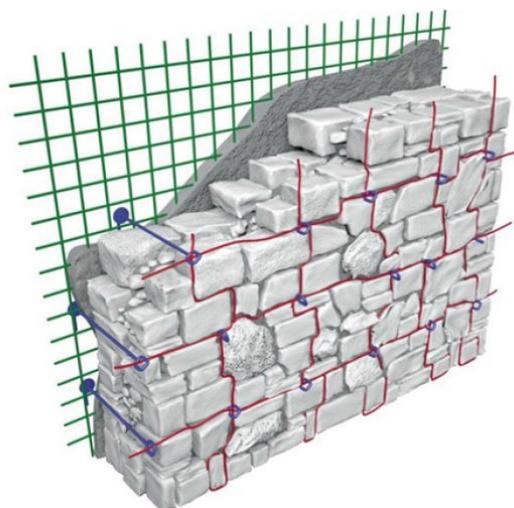
## FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

- si scarniscono e si spolverano le lesioni
- si eseguono perforazioni oblique passanti (circa 6 x mq)
- si collocano tondini acciaio inox fi 4÷6 mm sporgenti di circa 10 cm
- si fissa sul lato interno la rete elettrosaldata fi 6 passo 15
- si collega la rete alle barre, risvoltandole
- si applica sulla parete interna ben bagnata un betoncino di malta additivata con agenti antiritiro, manualmente 3 ÷ 5 cm, o a spruzzo, meno di 3 cm

## STATO DI FATTO



## SOLUZIONE PROGETTUALE



## LOCLIZZAZIONE

Trave principale nel locale PI\_LOC1. Maggior parte delle travi principali necessitano questo tipo di consolidamento per via del cambiamento della destinazione d'uso, quindi aumento del carico.

## CAUSE DI DEGRADO

- Flessione della trave dovuta al carico eccessivo
- Perdita di caratteristiche dovuta al degrado biotico

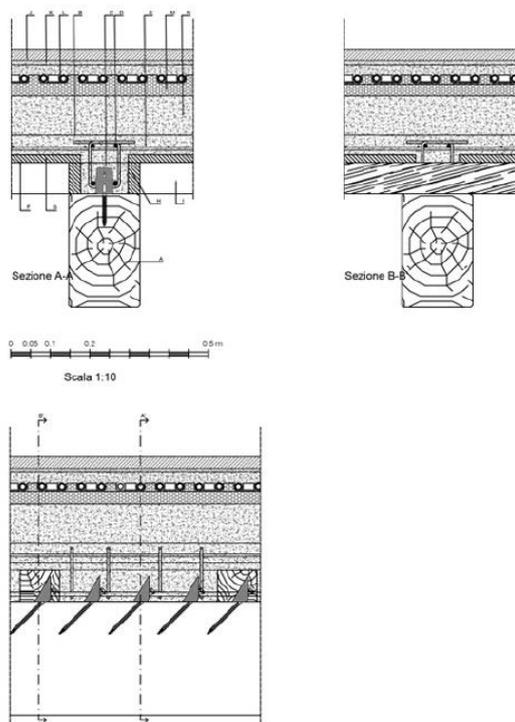
## FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

- si smonta tutto il carico sopra la trave
- si installano i connettori Leca
- si mette l'armatura longitudinale corrente, staffe verticali ed anello di chiusura alla base  $\varnothing 6\text{mm}$
- si posiziona il cassero laterale
- si posiziona l'assito in legno
- si posiziona la rete elettrosaldata  $\varnothing 6\text{mm}$
- si applica un betoncino di malta additivata con agenti antiritiro, manualmente 5 c

## STATO DI FATTO



## SOLUZIONE PROGETTUALE



## LOCLIZZAZIONE

Tutte le travi principali e gli travetti valutati da conservare, hanno bisogno di una pulitura accurata e una trattazione per la loro conservazione

## CAUSE DI DEGRADO

- Esposizione, scabrosità e deformazione della superficie;
- Impiego di prodotti vernicianti;
- Inquinanti atmosferici.
- Biodeteriogeni

## FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

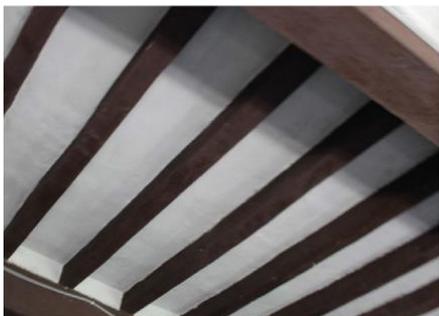
Sverniciatura - Applicare sulla superficie di legno interessata dello sverniciatore liquido utilizzando una spazzola in nylon. Lasciar agire per 10 minuti e con una spatola rimuovere la pellicola creatasi sulla superficie. Ripetere l'operazione se necessario fino a rimuovere l'intero strato di vernice.

Levigatura - Con della carta vetrata levigare l'intera superficie in legno.

Pomiciatura - Stendere della polvere di pomice su tutta la superficie e strofinare con un tampone in lana imbevuto di una soluzione composta da gommalacca e alcool (per 50ml di gommalacca 1000ml di alcool). La polvere, una volta bagnata dalla soluzione funge da stucco. Eseguire un movimento circolatorio in modo tale da far entrare polvere nei pori.

Lucidatura - Dopo 24 ore dalla fase precedente, passare alla lucidatura. Aggiungere alla soluzione creata per la pomiciatura altri 50ml di gommalacca (per 100ml di gommalacca 1000ml di alcool) e munirsi di un tampone in lana nuovo. Bagnare il tampone nella soluzione e iniziare a lucidare la superficie seguendo l'andamento delle venature del legno. Ripetere l'operazione solo quando la superficie è ormai asciutta, fino al raggiungimento del risultato desiderato. Eseguire una nuova passata sulla superficie umida provocherà la rimozione dello strato di gommalacca precedente. Se ciò avvenisse è necessario ripetere tutte le fasi dall'inizio.

## STATO DI FATTO



Travi allo stato di fatto

## SOLUZIONE PROGETTUALE



Esempi di trattamento del legno

## LOCLIZZAZIONE

Questa patologia si riscontra in diversi parti della muratura esterna. Più ricorrenti si possono notare negli prospetti Est ed Ovest in corrispondenza degli ampliamenti avvenuti nel tempo.

## CAUSE DI DEGRADO (NORMAL)

Cicli di gelo e disgelo;

- Dissesto dell'apparato murario di supporto;
- Incompatibilità di tipo fisico-meccanico tra supporto e finitura;
- Dilatazioni differenziali tra materiali di sup- porto e finitura;
- Degrado di interfaccia tra laterizi e malte (formazione di solfoalluminati di calcio e grandi cristalli).
- Nei laterizi, presenza di carbonato di calcio.

## FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

Tecnica Cuci-scuci

- Si sostituisce la muratura per una larghezza di circa 40-50 cm a cavallo della lesione
- Si opera lavorando a tratti, cominciando dal basso
- Si raschiano e si bagnano bene I due bordi del vano
- Si Murano elementi simili a quelli originali con malta di calce idraulica, ammorsando bene con i due lati del vano

## STATO DI FATTO



## SOLUZIONE PROGETTUALE



## LOCLIZZAZIONE

Il deposito superficiale lo riscontriamo prevalentemente all'interno nel camino. La patina biologica e la pellicola nelle murature esterne con orientamento Nord,Nord-Est.

## CAUSE DI DEGRADO (NORMAL)

Patina Biologica	- Azione di microrganismi autotrofi; - Presenza di umidità o acqua; - Caratteristiche morfologiche del substrato (scabrosità, asperità, rientranze, ecc.)
Deposito Superficiale	- Esposizione, scabrosità e deformazione della superficie; - Impiego di prodotti vernicianti; - Inquinanti atmosferici.
Pellicola	- Trattamento protettivo del materiale lapideo, a sua volta soggetto a degrado per ossidazione e contrazione in ragione delle sostanze impiegate.

## FASI LAVORATIVE DELL'INTERVENTO

## Pulitura

La pulitura può essere eseguita meccanicamente mediante l'ausilio di spazzole a pelo più o meno rigido, in base alla tenacia del deposito da rimuovere, raschietti, spatole o scope.

L'azione meccanica può essere coadiuvata con l'uso di acqua nebulizzata non diretta sulla superficie ma lasciata agire per ricaduta e ruscellamento indiretto, per ammorbidire le sostanze da rimuovere.

Per depositi più coesi ed aderenti al supporto si possono impiegare impacchi di polpa di cellulosa o di argille assorbenti che aumentano il tempo di contatto dell'acqua con i depositi e, ammorbidendoli, ne favoriscono la rimozione per via meccanica.

La neutralizzazione di patine biologiche può essere ottenuta mediante sostanze biocida a largo spettro, stese a spruzzo, a pennello o a tampone.

## STATO DI FATTO

## SOLUZIONE PROGETTUALE



Camino Prima dell'intervento



Camino soluzione progettuale

Patina biologica prima dell'intervento  
(esempio esterno al progetto)Patina biologica dopo dell'intervento  
(esempio esterno al progetto)

Negli ultimi anni la complessità insita nell'attività edilizia ha comportato la rapida diffusione di nuovi applicativi sorti per accelerare alcuni processi costruttivi e progettuali, sia per quanto riguarda la visualizzazione spaziale degli assemblaggi delle componenti edilizie, sia per quanto riguarda la pratica della progettazione integrata. Fino a poco tempo fa, il sistema educativo prevedeva il consolidarsi delle nozioni teoriche mediante l'applicazione diretta sul campo, presupponendo l'acquisizione di una certa sensibilità dopo anni di esperienza. La figura professionale di oggi, ha invece a disposizione strumenti qualitativamente superiori, grazie alle più recenti tecnologie in grado di visualizzare in brevissimo tempo ciò che una volta era presente solo nella mente del progettista.<sup>18</sup>

Il processo di progettazione integrata è un metodo collaborativo per la progettazione degli edifici, considerato il processo più adeguato per perseguire l'obiettivo della sostenibilità ambientale perché permette di avere una visione completa sull'edificio stesso che, secondo questa logica, viene concepito come un sistema interdependente e non semplicemente come la somma di diversi componenti separati.

La progettazione integrata si può pertanto definire come un processo che considera l'edificio durante tutto il ciclo di vita, dall'avvio della fase progettuale al cantiere, alle fasi di manutenzione, alla eventuale fase di smaltimento.

Implementare questo metodo di progettazione richiede una maggior e integrazione, partecipazione e collaborazione fra tutti gli attori del processo, compreso il proprietario, gli architetti, gli ingegneri e tutte le altre parti chiamate in causa. Ne deriva che la progettazione strutturale, energetica, impiantistica e illuminotecnica vadano di pari passo alla progettazione architettonica, in modo integrato, rendendo così indispensabile la collaborazione fra le differenti figure professionali, già a partire dalle prime fasi preliminari.

Con l'avvento e l'introduzione del Building Information Modeling (BIM) ci si pone l'obiettivo ambizioso di cercare di modificare radicalmente il metodo di progettazione dei professionisti. Ma la sfida non riguarda solo il metodo di progettazione, quanto piuttosto il cambiamento radicale dei processi interni, la ridefinizione dei ruoli dei progettisti, che collaborano e si coordinano fra loro.

In un mondo che cambia rapidamente, l'Italia, e soprattutto i giovani professionisti, devono investire sulla ricerca, sull'innovazione tecnologica, sull'ottimizzazione dei processi e sulla formazione, in un ambito importante come quello dell'industria delle costruzioni. Certo non bisogna ignorare che tale processo richiederà

---

<sup>18</sup> Garzino, Giorgio. *Disegno (e) in\_ formazione : disegno politecnico*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli, 2011.

un notevole sforzo perché il principale ostacolo sarà sicuramente la resistenza al cambiamento da parte delle istituzioni e gli organi competenti, ma soprattutto da parte dei professionisti del settore, come architetti, ingegneri e costruttori, che possiedono nel loro bagaglio culturale una propria metodologia e strategie consolidate.

Lo scenario attuale in Italia, dove la maggior parte degli investimenti sono direzionati al recupero e alla riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, impone la necessità di rendere più efficiente il processo progettuale e costruttivo tenendo sotto controllo la dimensione sostenibile del progetto. Proprio questi aspetti legati all'energia rendono vantaggioso adottare un metodo basato su un modello informativo di progetto che possa essere arricchito in fase di studio da tutti i soggetti che partecipano al processo e riutilizzato sia nella fase costruttiva che in quella manutentiva.

Il processo edilizio non è governata da una logica lineare, ma piuttosto riconducibile a quella propria dei sistemi complessi: gli elementi che ne costituiscono la struttura sono infatti interconnessi fra loro in un tutto organico in continua evoluzione. È quindi evidente che lo sviluppo del progetto non può avvenire per rigide fasi successive che implicano una logica consequenziale prestabilita. Deve essere possibile invece associare ad ogni fase decisionale un momento di verifica, attraverso cui controllare gli effetti che queste producono sull'organismo edilizio nel suo complesso e, nel caso si ritenga necessario, avere la possibilità di rivedere le scelte progettuali condotte fino a quel momento, mediante un costante controllo in itinere. Questa metodologia di lavoro è propria di molti processi produttivi ed è conosciuta, in ambito edilizio, come detto in precedenza, sotto il nome di progettazione integrata.

Dopo una breve introduzione al mondo BIM, ci occuperemo dell'applicazione del BIM all'edificio che si vuole recuperare in questo lavoro di tesi. L'obiettivo di questo lavoro è capire come si applica il metodo parametrico BIM agli edifici esistenti e al patrimonio storico, e come questo metodo aiuti un gruppo di professionisti anche di dimensione modesta.

#### 4.1. Progettare con il BIM

Dall'acronimo BIM (Building Information Modeling) è facile mettere subito in relazione due termini, *Modeling* e *Information*. La modellazione è basata su una banca dati ricca di informazioni, e non solo grafici. L'informazione è la chiave che distingue il modello BIM da un modello 3D tradizionale. Le informazioni contenute in un progetto BIM sono coerenti tra loro e permettono il coordinamento tra la progettazione e la realizzazione dell'opera. Questo significa che la rappresentazione digitale di un edificio rende disponibili, in

modo affidabile, aggiornato, condiviso ed accessibile, tutte le informazioni necessarie al processo decisionale, alla pianificazione, alla produzione di elaborati, alla stima dei costi, gestione del cantiere, ecc.<sup>19</sup>

Il BIM viene definito in alcuni casi come attività, processo, metodologia (Building Information Modeling) ed in altri come modello di un edificio (Building Information Model). Infatti l'acronimo contiene entrambi i concetti. BIM vuole significare sia il processo/metodologia di creazione e gestione della rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di una struttura, sia il modello generato da questo processo.

Sono molti quelli che descrivono il BIM come una mera modellazione e visualizzazione 3D. Questa descrizione anche se vera, perché BIM si basa su un modello 3D, vorrebbe dire fermarsi solamente a questa descrizione, il che è limitante, perché non tiene conto della lettera I dell'acronimo, ovvero "Information".

Il modello BIM possiede in realtà informazione grafica e non-grafica su una struttura in modo integrato. Il Building Information Modeling consente di avere modelli che danno una descrizione completa di un edificio, non solo un modello tridimensionale.

Le recenti tecnologie basate sul BIM consentono la gestione degli elaborati di progetto mediante un database, definibile come un insieme di informazioni correlate, conservate su supporto magnetico, consultabili, aggiornabili e manipolabili mediante un elaboratore, sotto il controllo di un programma operativo.

La banca dati di questi software, oltre ai dati veri e propri, deve contenere, oltre alle informazioni progettuali, anche le specifiche sulle loro rappresentazioni e sulle relazioni che intercorrono tra i diversi elaborati, grafici e alfanumerici. Questo comporta un enorme cambiamento del progetto architettonico, infatti, se prima il progetto era composto da una serie di linee generiche, con il BIM si parla di elementi e componenti, disegnabili direttamente in tre dimensioni e di cui è possibile estrarre in modo semplice e rapido gli elaborati grafici di cui si necessita (come sezioni o prospetti). Inoltre, c'è la possibilità di gestire anche notevoli informazioni alfanumeriche correlate al progetto, come ad esempio abachi e computi metrici collegati ai disegni ed eventualmente esportabili in altri programmi. La possibilità di avere elaborazioni coordinate comporta un efficace miglioramento in termini di qualità del progetto: ogni modifica apportata al modello virtuale in una qualsiasi vista, implica un aggiornamento simultaneo del database di progetto, con un notevole risparmio in termini di tempo ed un minor numero di errori materiali nella stesura degli elaborati grafici.

---

<sup>19</sup> Osello, Anna. *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Palermo: Flaccovio Dario, 2012.

Per dare aspetto grafico a questa metodologia di progettare, è stato riportato l'esempio della progettazione di una scala semplice.

### Disegno tradizionale 2D

Per disegnare una scala come quella nella figura adiacente, bisogna aver fatto tutti i calcoli necessari per ottenere il numero esatto delle alzate e pedate e le loro rispettive altezze e profondità. Per ottenere una sezione significativa della scala bisogna iniziare da zero un altro disegno seguendo le linee guida provenienti da questo primo disegno. La stessa cosa vale per i prospetti. Supponiamo di dover variare il progetto, bisogna ritoccare tutti i disegni uno ad uno in modo che siano coerenti. È comprensibile che la probabilità di commettere errore è alta. In più, non ha nessun'informazione sugli materiali che compongono questa scala. Da questo disegno preliminare, si può dire che è una scala in calcestruzzo armato come si può dire che è e una scala metallica.

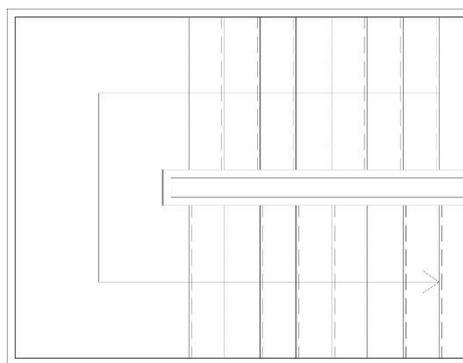


Figura 4.1.1- Scala disegnata in AutoCAD

### Disegno BIM 3D

Se si vuole realizzare una scala mediante un software parametrico, come in questo caso Autodesk Revit, bisogna selezionare il comando: crea scala. Prima di iniziare a disegnare compare una finestra di proprietà dove si possono già definire l'altezza dell'interpiano, il tipo di scala, l'altezza della pedata e la sua profondità. Cliccando sulle modalità di visualizzazione possiamo ottenere piante, prospetti, sezione e modellazione 3D della scala.

In caso si dovesse cambiare l'altezza dell'interpiano da 3,1 m a 3,5 m, automaticamente la pianta, le sezioni, i prospetti e la modellazione 3D si modifica in tempo reale.

Oltre agli dati tecnici a questo elemento si possono associare altre informazioni come la fase di creazione, molto utile nella gestione del cantiere. Li possiamo associare schede tecniche dei materiali utilizzati ecc.

Con la metodologia BIM si passa da un disegno di semplici linee ad una modellazione di tipo parametrico, dove si modellano oggetti, i quali definiscono elementi architettonici, lasciando alla macchina il compito di tenerne traccia.

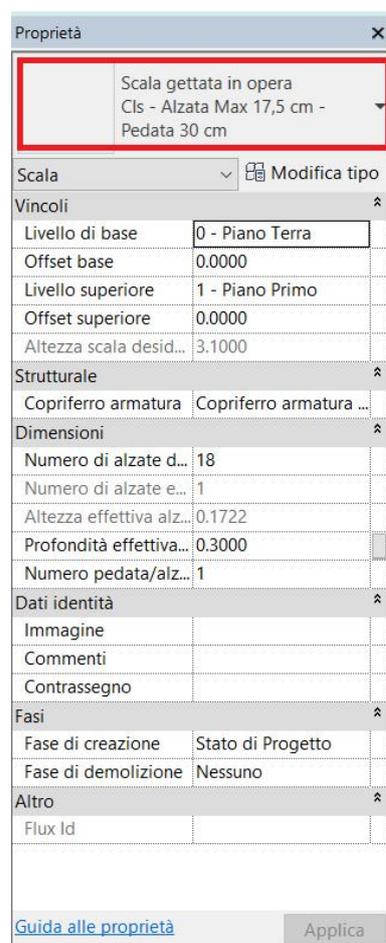


Figura 4.1.2-Finestra Proprietà della scala da disegnare (Revit)

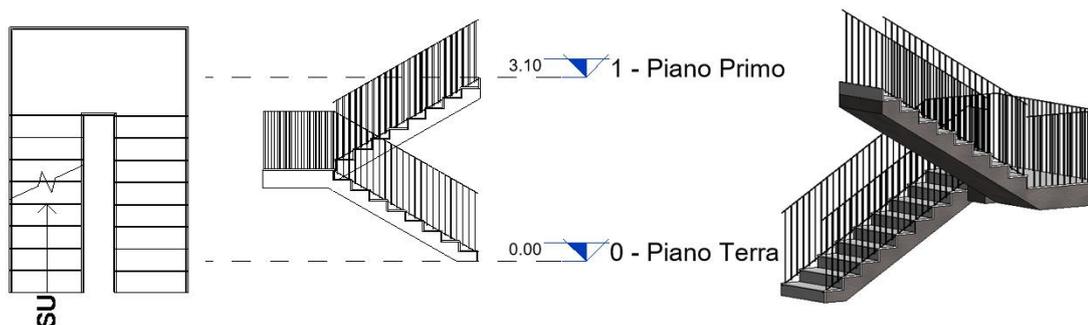


Figura 4.1.3-Pianta, Prospetto e modellazione 3D della scala

I sistemi CAD tradizionali sono ancora utilizzati dai progettisti, rimangono prodotti validi in grado di affrontare, con la bidimensionalità, qualsiasi tipo di disegno e rappresentazione grafica. Nonostante questa potenzialità velocizzasse il processo di progettazione, rimaneva pur sempre un tecnografo digitale, facilitava la riproduzione degli elementi grafici, ma non favoriva l'intuizione dell'oggetto rappresentato.

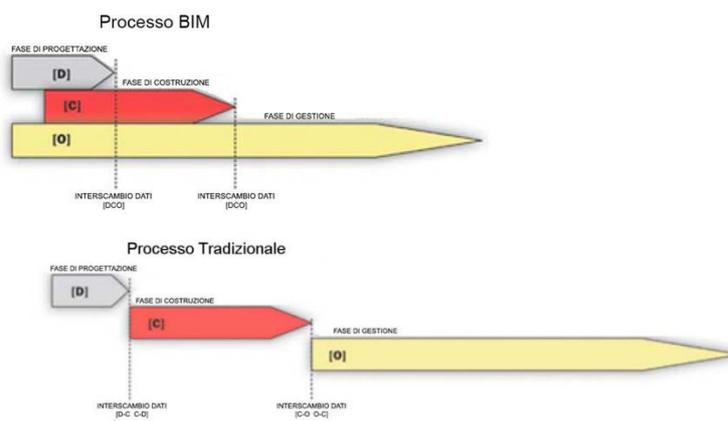


Figura 4.1.4 - Cambiamento del paradigma culturale

Con il passare degli anni e lo sviluppo della tecnologia si è passati alla modellazione 3D, con oggetti capaci di operazioni complesse e di relazionarsi gli uni con gli altri. Il 3D ha introdotto una serie di benefici ai progettisti, sia nel mondo della meccanica dove si assistono le prime macchine a controllo numerico grazie ai modellatori 3D, e nel mondo dell'architettura questi modellatori facilitano la creazione di rendering fotorealistici e un controllo del manufatto in ogni sua visuale. I non progettisti sono in grado di visualizzare meglio i progetti, ma l'immagine 3D di un sistema rimane pur sempre un oggetto privo di intelligenza, esattamente come un disegno 2D. Quello che caratterizza il CAD 2D e 3D, è la rigenerazione dei dati in ogni fase del processo per soddisfare uno scopo particolare. Anche se inefficiente e incline ad errori, la rigenerazione dei dati è spesso necessaria perché essendo privi di intelligenza non possono essere adattati facilmente a nuovi scopi.

Dal precedente paragrafo, si è cercato di spiegare cos'è il BIM. Una domanda non da sottovalutare è: Cosa non è BIM?! È molto importante avere una chiarezza su questo tema in quanto questo termine da qualche

anno è molto in voga presso gli sviluppatori di software per descrivere le funzionalità offerte dai loro prodotti. Spesso e volentieri questo termine viene frainteso oppure si abusa con il termine nel confronto dei Committenti.

Nel *“Il BIM. Guida completa al Building Information Modeling per committenti, architetti, ingegneri, gestori immobiliari e imprese”*, riportato in italiano a cura di Giuseppe Martino Di Giuda e Valentina Villa, sono elencati molto chiaramente i modelli che non possono essere considerati come tali. Tra queste tipologie è possibile individuare i seguenti modelli:

- *Modelli che contengono solo dati 3D e nessun attributo (o pochi attributi) degli oggetti. Questi modelli possono essere usati solo per visualizzazioni grafiche e non hanno informazioni a livello di oggetto. Sono utili per scopi di visualizzazione ma non supportano, o supportano in misura ridotta, l'integrazione e l'analisi dei dati di progettazione. Generalmente i modelli contengono solo informazioni a scopo di visualizzazione, relativi alla geometria e all'aspetto esteriore.*

- *Modelli privi di un comportamento parametrico. Si tratta di modelli che definiscono gli oggetti, ma non possono regolare il posizionamento o le proporzioni perché non utilizzano informazioni di tipo parametrico. Le attività di modifica diventano quindi estremamente laboriose e non impediscono la creazione di viste incoerenti o inesatte del modello.*

- *Modelli composti da più file di riferimento CAD 2D che devono essere combinati per definire l'edificio. Non consentono di garantire la fattibilità, la coerenza e la compatibilità con il calcolo del modello 3D risultante e la visualizzazione di informazioni sugli oggetti in esso contenuti.*

- *Modelli che consentono variazioni dimensionali in una vista che non si riflettono automaticamente nelle altre viste. Con questi modelli si rischia di commettere errori difficilmente individuabili, che risultano simili alla sovrascrittura di una formula quando si usa un inserimento manuale in un foglio di calcolo.<sup>20</sup>*

---

<sup>20</sup> Chuck Estman, Giuseppe Martino Di Giuda, Valentina Villa. *Il BIM. Guida completa al Building Information Modeling per committenti, architetti, ingegneri, gestori immobiliari e imprese*. Milano: Ulrico Hoepli, 2016.

## 4.2. La progettazione parametrica

### 4.2.1. La modellazione

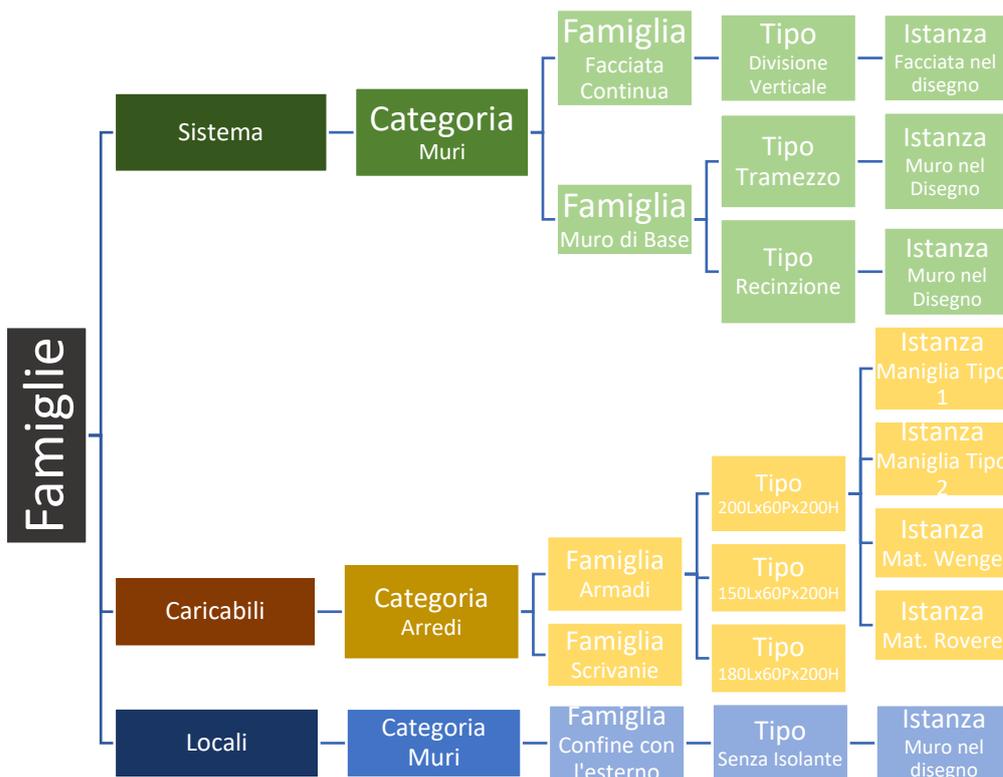
Quando si progetta si ha a che fare con la modellazione, che sia questa in 2D oppure in 3D richiede sempre parecchio tempo. Come già spiegato precedentemente, le variazioni di progetto comportano sprechi di tempo e aumentano la possibilità di commettere errori. La modellazione parametrica riduce drasticamente questi problemi.

All'interno di un software BIM, in questo caso Revit Architecture, si possono progettare gruppi di elementi con un insieme di proprietà comuni, denominati parametri, e una rappresentazione grafica associata. Questi gruppi, in Revit, prendono il nome *Famiglie*. Le *Famiglie* rappresentano la totalità degli oggetti che è possibile utilizzare per la redazione di un progetto: con totalità non si intendono solo gli elementi che compongono il modello architettonico (Muri, Porte, Finestre ecc.) ma tutto ciò che contribuisce alla stesura di un progetto (Viste, Cartigli, Testi, Quote ecc.). Il File di Famiglia consente di modellare oggetti che, nella realtà, non è possibile costruire direttamente in cantiere ma che devono essere realizzati altrove e successivamente trasportati in cantiere per essere inglobati nella struttura. Se il *File di Progetto* lo possiamo descrivere come un "Cantiere Virtuale", il *File di Famiglia* può essere assimilato ad una "Fabbrica" dove vengano assemblati elementi particolari ad esempio porte, finestre, arredi ecc. Una volta creato l'oggetto, questo può essere reso disponibile per ogni File di Progetto che andremo a realizzare.

Su Revit, le Famiglie si dividono in tre macro categorie

- Famiglie di sistema
- Famiglie caricabili
- Famiglie locali

Se andiamo ad analizzare un elemento di un edificio, per esempio un muro, alla prima occhiata siamo in grado di definire la *Categoria* di appartenenza di ogni oggetto, se si tratta di una finestra piuttosto che una porta. Diversi elementi, come una scrivania oppure un armadio fanno parte della stessa categoria che potrebbe essere *Arredi*, ma la *Famiglia* distingue una scrivania da un armadio. In un progetto gli armadi possono essere di diversi *Tipi* con caratteristiche diverse. L'istanza invece differenzia gli elementi per particolari caratteristiche proprie di quell'oggetto, ad esempio, un serramento può avere un vetro rotto, questa informazione è definita dall'istanza.



Quando si crea una famiglia possiamo assegnare dei parametri che sono modificabili nel File di Progetto. Nella Figura 4.2.1 si possono notare due degli parametri che avrà questa porta, la larghezza e lo sguincio interno. La stessa cosa analoga lo si fa quando si crea un serramento oppure un arredo. In questo modo, andando a modificare il parametro, automaticamente cambiano i dati negli abachi ed i disegni in pianta, prospetti e sezioni.

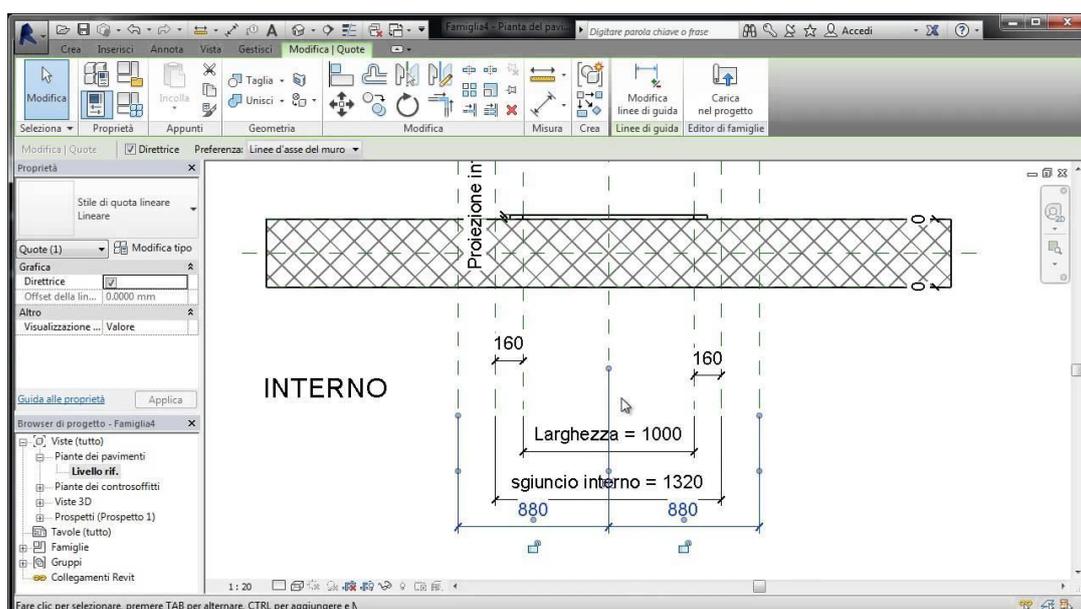


Figura 4.2.1 - Creazione di una famiglia di una porta

## 4.2.2. Il processo

La possibilità di avere disegni coordinati comporta un efficace miglioramento in termini di qualità del progetto in quanto come detto, ogni modifica apportata al modello virtuale in una qualsiasi proiezione, si ripercuote in automatico nel database di progetto, con notevoli risparmi di tempo e minor numero di errori in termini di coerenza/congruenza tra gli elaborati. Queste operazioni risultano essere di difficile applicazione all'interno dei software di tipo CAD, mentre viene sviluppato un approccio parametrico associato al settore delle costruzioni, ovvero il BIM, acronimo che come si è visto si presta a molteplici interpretazioni, in riferimento ad un processo di creazione e gestione del modello d'informazioni di un edificio attraverso cui è possibile operare su un'unica base dati, contenente molteplici informazioni messe a disposizione dei diversi attori che partecipano al processo edilizio.

La curva Sforzo - Tempo di Patrick MacLeamy illustra i vantaggi del processo IPD (Integrated Project Delivery, ovvero consegna del progetto integrato). L'IPD è un'alleanza collaborativa di persone o strutture aziendali che strutta tutta la preparazione di tutti i partecipanti per ottimizzare i risultati del progetto. Come si evince dalla Figura 4.2.2- Le curve di Mac Leamy (fonte immagine: <http://biblus.acca.it/>), affiorano le significative differenze tra un processo tradizionale e uno BIM. Per cui, coinvolge tutti i membri di un team di progetto comporta inizialmente un impatto sui costi molto elevato, ma ha il vantaggio di assicurare una chiarezza invidiabile al termine della fase di pianificazione. Ciò risulterà essere favorevole nelle fasi successive, con minori impatti economici e minor lavoro. Al contrario, un processo progettuale tradizionale, prevede un aumento degli sforzi nella fase definitiva/esecutiva, senza contare il fatto che in fase costruttiva sicuramente non mancheranno le questioni in cantiere.

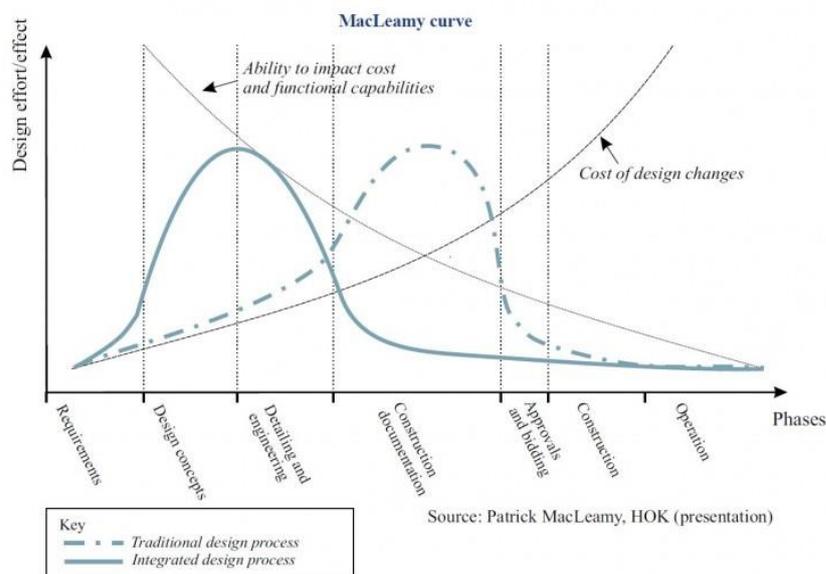


Figura 4.2.2- Le curve di Mac Leamy (fonte immagine: <http://biblus.acca.it/>)

La curva tratteggiata rappresenta il processo progettuale tradizionale, la curva blu rappresenta il processo progettuale in ambiente BIM. La curva discendente raffigura l'impatto sui costi e la ottimizzazione delle procedure, la curva ascendente invece, raffigura i costi delle varianti.

Queste curve evidenziano come lo sforzo progettuale concentrato nelle fasi iniziali della progettazione (tipico di un approccio integrato) incida in maniera positiva in termini di costi, a fronte di quello che abitualmente constatiamo nella realtà, dove il tradizionale processo vede l'ultimazione e il perfezionamento del progetto in fasi più avanzate con costi decisamente maggiori.

Non si tratta, come è evidente, di ridurre gli "sforzi" progettuali, in quanto l'impegno non può che essere commisurato alla qualità di ciò che si intende realizzare (i punti di massimo delle due curve rappresentative dei processi BIM-oriented e tradizionale sono pressoché identici), ma di anticipare nel tempo tali sforzi.<sup>21</sup>

Ogni elemento BIM è definito attraverso quattro classi di parametri:

-la prima governa la geometria e la fisicità dell'oggetto, attraverso una lista di voci, eventualmente implementabili, riguardanti dimensioni, materiali e componenti di ogni singolo sub-elemento che costituisce il sistema assemblato.

-la seconda si riferisce alla Rappresentazione delle viste 2D e 3D a seconda dei differenti livelli di dettaglio e nei rispettivi stili di visualizzazione.

-la terza comprende diverse voci inerenti al costo, al produttore, al codice prodotto ed altri parametri editabili direttamente dall'utente.

-la quarta gestisce le caratteristiche fisico-tecniche e prestazionali, come la trasmittanza termica, la resistenza al fuoco, la trasmittanza acustica, il peso, etc.

Oltre alla grafica bidimensionale e tridimensionale, vengono introdotti concetti di 4D, 5D e 6D, ovvero l'aggiunta di ulteriori parametri al modello 3D, il tempo per quanto riguarda la 4D dimensione, i costi per quanto concerne la 5D dimensione, la sostenibilità per quanto riguarda al 6D ed infine informazioni utili per la gestione e la manutenzione per quanto riguarda la 7D dimensione.



Figura 4.2.3- Scalata dimensionale del progetto in BIM

<sup>21</sup> [www.biblus-net.acca.it](http://www.biblus-net.acca.it) settembre 2017

Si andranno ad indicare brevemente le caratteristiche:

- **4D** (3D + tempo): Un ulteriore passo avanti compiuto negli ultimissimi anni è avvenuto attraverso le prime applicazioni 4D (il tempo è la quarta dimensione), capace di rappresentare l'oggetto progettato non solo nella sua versione finale ma anche nella sua evoluzione temporale di cantiere. La modellazione 4D permette ai progettisti di visualizzare le attività correlate del processo di costruzione. Tutta la costruzione e le attività connesse devono avere date di inizio e di fine specifiche legate a componenti 3D specifici in modo da essere visualizzate nel modello 4D. La capacità di prevedere e anticipare i problemi prima che si verifichino è essenziale per una gestione efficace dei progetti. I metodi di pianificazione tradizionali non affrontano l'aspetto spaziale alle attività di costruzione, né sono direttamente collegate ad un disegno o modello di edificio.
- **5D** (3D+ tempo+ costi): Un'ulteriore dimensione, introdotta grazie all'innovazione tecnologica e ad una sempre più strutturata metodologia BIM è il 5D, che riguarda la componente dei costi di costruzione. È stata proprio l'innovazione tecnologica che in questi ultimi tempi ha permesso alle case produttrici di software di dedicarsi alla ricerca di soluzioni utili alla gestione di tutte le informazioni che possono essere collegate ad un modello tridimensionale. Per quanto riguarda la componente tempo, il software permette una pianificazione dei progetti anteriore alla fase di realizzazione, attraverso simulazioni che tengono in conto della logistica di costruzione. Tali simulazioni possono essere svolte anche attraverso l'utilizzo di animazioni interagendo così in tempo reale con i modelli.
- **6D** (3D + analisi sostenibile) rappresenta la soluzione pratica per rendere più facile la progettazione sostenibile, consentendo agli architetti e ingegneri di visualizzare con maggiore precisione, simulare e analizzare le prestazioni dell'edificio già dall'inizio del processo di progettazione. Oltre a definire le prestazioni dell'edificio e del sito è possibile eseguire una simulazione e un'analisi dei fattori ambientali come; irraggiamento solare, ombre e riflessi, luce diurna ecc. Dal modello è possibile anche di eseguire delle analisi energetiche e di calcolare l'impiego idrico dell'edificio.
- **7D** (3D + informazioni utili per la manutenzione e gestione): Building Life Cycle Management è un'altra sigla che allarga i confini della progettazione verso scenari futuri di gestione e controllo del manufatto. Non solo progettare, ma anche mantenere e ristrutturare, programmando investimenti e tenendo sotto controllo i costi, sempre elevatissimi, di gestione di un fabbricato. Un altro concetto tutto americano illustra le tendenze di questi ultimi anni, vale a dire il Facility Management.

Elencando queste caratteristiche risulta evidente come i tradizionali sistemi CAD siano superati e come ci debba essere la volontà di cambiare rotta ed andare verso questo tipo di approccio alla progettazione, in modo che si possa superare il concetto di disegno per giungere alla definizione di modelli complessi, che permettano ai software di compiere operazioni di routine inerenti la verifica ed il controllo. L'evoluzione continua

del sistema CAD fino all'introduzione del BIM e le sue successive implementazioni, hanno portato ad una considerevole frammentazione del livello di conoscenza e adozione dei sistemi di progettazione.



Figura 4.2.4- Schema della centralità e condivisione del modello BIM

### 4.3. BIM nel processo edilizio

Ogni modello BIM è costruito da tanti componenti a loro volta modellati. Questa scomposizione del modello in elementi è utile per controllare lo sviluppo del progetto e avere la possibilità di collaborare in team. L'elaborato è rappresentato direttamente dal modello tridimensionale e per definire lo stato di avanzamento del progetto e il livello progettuale che ha raggiunto è utile avvalersi dei Livelli di Dettaglio (Grade) e dei Levels of Development (LoD), ovvero i livelli di sviluppo.

Una delle basi del Building Information Modeling consiste nel fatto che le informazioni inserite nel modello da ognuno degli attori del processo progettuale per i propri scopi possano essere utilizzate anche dagli altri. Per fare in modo che questo possa succedere è necessario che siano verificati tre requisiti:

Per far fronte al primo requisito è stato sviluppato il concetto di Minimum Modeling Requirement, che definisce il livello di approfondimento che il modello e le sue varie parti dovrebbero avere nelle diverse fasi del processo progettuale. Per il secondo requisito sono sviluppati software specifici e vi sono gli standard IFC (Industry Foundation Classes) mentre per l'ultimo requisito sono stati sviluppati protocolli di BIM Information Exchanges, nell'ambito dei quali è stato inserito il concetto dei suddetti LoD, che si riferiscono al contenuto informativo presente in un modello BIM e chiariscono anche quanta parte dell'informazione inclusa nella rappresentazione del progetto sia effettivamente utilizzabile. Nel protocollo del 2008 l'American Institute of Architects decise di far proprio il concetto di LoD, estendendolo ad altri usi, quali l'analisi energetica e la programmazione dei lavori. In questo momento si distinguono i Level of Detail, utilizzato per definire il livello

di dettaglio di un componente e Level of Development, dove si Indica il grado di attendibilità possedute dalle informazioni associate all'elemento e alla sua rappresentazione grafica.



Figura 4.3.1 - LoD come livelli di sviluppo del progetto

È stata riportata una sintetica spiegazione del LoD come livello di sviluppo del progetto.

- LOD100 (Studio di Fattibilità) – Gli elementi del modello con questo livello di sviluppo possono essere rappresentati genericamente da un simbolo, non necessariamente fedele per forma, estensione o localizzazione. Sono una approssimazione indicativa, solamente grafica.
- LOD200 (Progetto Preliminare) – Gli elementi del modello con questo livello di sviluppo rappresentano sistemi generici approssimandone forma, dimensioni e localizzazione, con la possibilità di comportarsi da link verso documenti loro allegati.
- LOD300 (progetto Definitivo) – Gli elementi del modello con questo livello di sviluppo sono definiti per forma, quantità, dimensione e posizione, mantenendo la possibilità di comportarsi da link verso documenti loro allegati.
- LOD350 (Progetto Esecutivo) – Gli elementi del modello con questo livello di sviluppo si differenziano dal precedente LOD300 per la possibilità di integrare anche parametri di relazione con altri insiemi di elementi presenti nel progetto; in tal modo, distanze reciproche, lunghezza di tracciati o componenti, vincoli e rispetti possono essere quantificati direttamente dal modello, senza riferirsi a documenti specifici.
- LOD400 (Progetto Costruttivo) – Gli elementi del modello con questo livello di sviluppo includono dati sulla forma, quantità, dimensione, posizione, dettagli di assemblaggio, istruzioni di posa e caratteristiche di fabbricazione.
- LOD500 (As built) – Gli elementi del modello con questo livello di sviluppo sono stati verificati in opera, confermandone i dati su forma, quantità, dimensione e posizione.

#### 4.4. L'applicazione del BIM sugli edifici esistenti (HBIM)

Il HBIM (*Heritage building information Modeling*) rappresenta la modellazione parametrica del patrimonio storico culturale. Si tratta di una nuova soluzione per cui gli oggetti parametrici rappresentano soprattutto elementi architettonici, definiti da una mappatura della superficie dell'edificio attraverso un laser scanner, implementata da una ricerca storica su questi. Gli elementi architettonici sono rappresentati usando un linguaggio geometrico descrittivo (GDL), basato sui manoscritti architettonici che vanno da Vitruvio, Palladio, ai manuali di architettura del diciottesimo secolo<sup>22</sup>. L'obiettivo principale è quello di conoscere tutte le informazioni inerenti il periodo storico di un edificio e le fasi di costruzione e collegarle ad una visione tridimensionale. Da qui si definisce la finalità del modello come può essere la promozione del bene storico, oppure il recupero e conservazione del complesso; quindi è necessario fare uno studio più approfondito e complesso della struttura.

Per un'efficace raccolta dei dati nella metodologia HBIM, bisogna far uso di un laser scanner, il quale restituisce una serie di «nuvole di punti» la cui composizione descrive in maniera discreta la superficie oggetto di rilievo fino a un livello di dettaglio nell'ordine del millimetro. Più in generale, questa tecnologia, che si sta presentando sul mercato in maniera sempre più massiva ed economica, restituisce le coordinate spaziali di migliaia di punti il cui insieme va a comporre le superfici che definiscono l'oggetto del rilievo. In seguito questa nuvola di punti può essere letta da un software parametrico, alla quale è possibile associare dei parametri e delle regole di funzionamento e di connessione, come altezza, profondità, materiali.

Dopo la raccolta dei dati mediante il laser scanner, si procede con la modellazione degli elementi storici. Trattandosi di elementi storici complessi ed unici, nella maggiore parte dei casi, vengono modellati singolarmente con un apposito codice di archiviazione. Una volta modellati, i dati relativi a questi elementi, vengono inseriti in un database che comunica con il software parametrico BIM, Revit nel nostro caso. In questo modo il modello diventa completo di tutte le sue informazioni necessari. In alternativa allo laser scanner, quando non è possibile realizzarne uno, ci si può affidare al rilievo tradizionale.

Una delle cose più importanti quando si lavora sull'esistente è il flusso di lavoro (*Workflow*) Solo una configurazione del flusso di lavoro veramente sistematico può portare a una documentazione coerente, affidabile e metodica di tutte le informazioni ottenuti da vecchi e nuovi archivi e possono preparare l'archiviazione corretta ed efficiente dei dati futuri.

---

<sup>22</sup> Murphy Maurice; McGovern Eugene; Pavia Sara, "Historic Building Information Modelling - Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture" - SPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 76, p. 89-102.

Inoltre, la gestione delle informazioni sulla nube fornisce uno strumento semplice ma efficace per il monitoraggio in loco di tutte le operazioni di manutenzione. Ciò è particolarmente utile per la creazione di un sistema integrato per il rilevamento dei guasti e i piani di manutenzione.<sup>23</sup>

## 4.5. Quadro normativo della metodologia BIM

### 4.5.1. Normativa nel Regno Unito BS 1192 – PAS 1192

Nel Regno Unito, il 31 maggio 2011, è stata ufficialmente annunciata la strategia industriale governativa per il comparto edile che ha come obiettivo quello della riduzione dei costi durante tutto il ciclo di vita di un immobile (programmazione, progettazione, costruzione, manutenzione, demolizione) e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dal patrimonio immobiliare.

I passi da compiere sono spiegati in maniera molto chiara: l'intera industria dovrà gradualmente passare ad un processo collaborativo basato su modelli 3D parametrici (cioè una metodologia Building Information Modeling). In oltre leggendo i documenti ufficiali, si capisce chiaramente che l'Inghilterra sa che la loro forte presa di posizione farà improvvisamente muovere le industrie edili dell'intero globo in direzione BIM. Nella strategia UK, traspare l'intenzione di voler essere coloro che insegneranno agli altri come fare il BIM. A livello internazionale la ISO sta discutendo un nuovo standard di procedimento BIM, che sostanzialmente ripropone lo standard inglese PAS 1192. IFC è già lo standard di scambio dati del BIM.

#### **BIM Livello 0**

Nella sua forma più semplice, livello 0 significa che non esiste collaborazione tra gli stakeholder, vengono utilizzate sole tavole CAD 2D e le informazioni vengono scambiate su supporti cartacei.

#### **BIM Livello 1**

Utilizzo di CAD 3D per il progetto architettonico in fase di sviluppo concettuale mentre CAD 2D per i documenti utili per approvazioni legali e per passare il progetto al cantiere. La condivisione elettronica dei dati avviene in un ambiente comune di memorizzazione, spesso gestito dal contraente dell'opera. Non c'è collaborazione tra le diverse discipline, ciascuna pubblica e mantiene i propri dati.

#### **BIM Livello 2**

Caratterizzato dal lavoro collaborativo. Tutte le parti usano modelli CAD 3D. Non necessariamente lavorano su un unico modello condiviso ma almeno in modelli federati. Ogni partner, deve essere capace di esportare in uno dei formati di file più comuni quali ad esempio IFC (Industry Foundation Class) o COBIE (Construction Operations Building Information Exchange).

#### **BIM Livello 3**

---

<sup>23</sup> Giuseppe Martino Di Giuda, Villa Valentina, Piantanida Paolo. "BIM and energy efficient retrofitting in school buildings." *Energy Procedia*, 2015: 1045-1050.

Rappresenta la piena collaborazione tra tutte le discipline attraverso un unico e condiviso modello di progetto memorizzato in un archivio centralizzato.<sup>24</sup>

L'ente di normazione britannico BSI (British Standard Institution) ha prodotto una serie di standard, organicamente concepiti, di grande rilevanza.

Le norme della serie 1192 (**BS 1192 – PAS 1192-2 // 3 // 4 // 5**) e le altre ad esse collegate, costituiscono un importante riferimento all'applicazione della metodologia BIM, coprendo tutte le fasi di vita di un manufatto edilizio, dalla fase di progettazione, a quella di costruzione e di gestione.

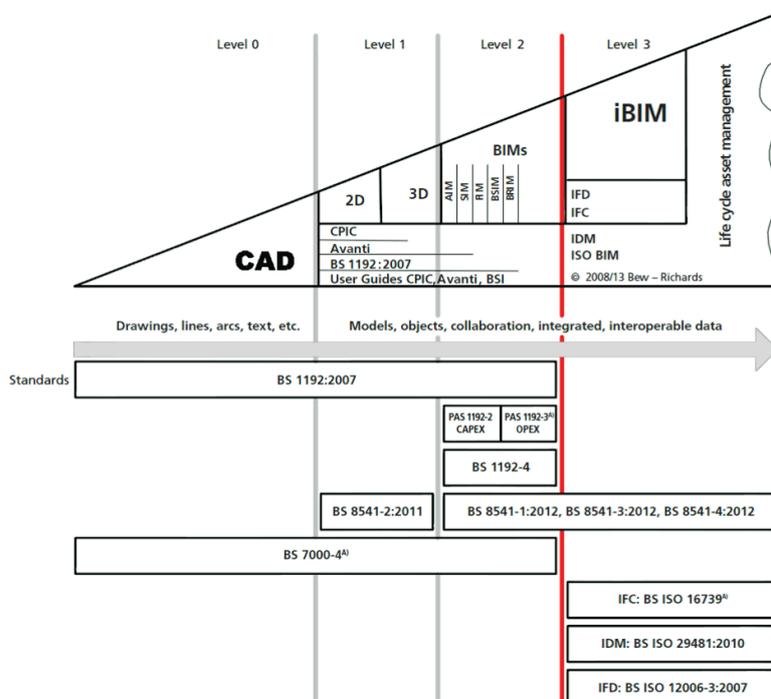


Figura 4.5.1 - Maturità del livello delle informazioni

La norma PAS 1192-2 (Specification for Information Management for the capital/delivery phase of construction projects using Building Information Modeling), è la norma di riferimento del modello di maturità inglese la quale specifica i requisiti necessari al conseguimento del BIM livello 2. All'interno di questa specifica, quale viene riesaminata ogni due anni si trovano le definizioni di tutti i termini e la speculazione di quello che comporta la stesura della documentazione BIM LIVELLO 2, come si può vedere in Figura 4.5.1

Si può notare come il processo cominci a prendere forma nella fase iniziale per poi svilupparsi più in dettaglio con l'arricchimento delle informazioni di natura differenti lungo il processo progettuale. Il nodo cruciale dell'approccio BIM, è il BIM Execution Plan (BEP), documento più importante all'interno del processo che contiene tutte le informazioni di progetto, informazioni e richieste dal committente (EIR), obiettivi principali del processo collaborativo, principali scadenze, strategie di consegna e revisione del modello. A seguito di tutte

<sup>24</sup> iBIMi <http://www.ibimi.it/653-2/> novembre '17

queste specifiche ben determinate in fase di pre-contratto ciascun fornitore o progettista sarà chiamato a produrre, secondo le delimitazioni, in modo da avere un flusso di lavoro organico e continuo tra le varie discipline.

#### 4.5.2. Normativa Italiana UNI 11337: 2017

Il 22 dicembre 2016 può certamente considerarsi una data storica per il settore delle costruzioni in Italia: il Gruppo di Lavoro UNI/CT033-GL05 “Codificazione dei prodotti e processi in edilizia” (Gruppo di Lavoro 05 della Commissione Tecnica UNI 033 “Prodotti, processi e sistemi per l’organismo edilizio”) ha definitivamente approvato le parti 1, 4 e 5 della prima norma tecnica italiana sul BIM, che assumerà il nome di **UNI 11337:2017**.

“Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi”, è stato strutturato nelle seguenti parti:

Parte	Titolo
Parte 1	Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi
Parte 2	Criteri di denominazione e classificazione di modelli, prodotti e processi
Parte 3	Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell’informazione tecnica per i prodotti da costruzione (schede informative digitali per prodotti e processi)
Parte 4	Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati ed oggetti
Parte 5	Flussi informativi nei processi digitalizzati
Parte 6	Linea Guida per la redazione del capitolato informativo
Parte 7	Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per le figure coinvolte nella gestione digitale dei processi informativi

Il 4 ottobre 2016 le parti 1, 4 e 5, completate e approvate nella riunione del Gruppo di Lavoro UNI/CT033-GL05 del 15 luglio 2016, sono state sottoposte ad inchiesta pubblica, mediante pubblicazione nell'apposita area del sito UNI, con i seguenti Codici di Progetto:

<b>Parte</b>	<b>Titolo</b>	<b>Codice di Progetto</b>	<b>Denominazione finale</b>
Parte 1	Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi	U87007271	UNI 11337-1:2017
Parte 4	Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati ed oggetti	U87007274	UNI 11337-4:2017
Parte 5	Flussi informativi nei processi digitalizzati	U87007275	UNI 11337-5:2017

### **UNI 11337:2017 – Parte 1**

Questa prima parte della norma si occupa di introdurre alla metodologia BIM, proponendo definizioni e concetti. Vengono anzitutto precisati i significati di informazione e contenuto informativo, veicoli di trasmissione delle informazioni (elaborati e modelli) e oggetto digitale.

Sono, poi, introdotti la classificazione italiana del “livello di maturità digitale” del processo delle costruzioni, e i concetti di “struttura informativa del prodotto risultante delle costruzioni” e “struttura informativa del processo delle costruzioni”.

In particolare la struttura del processo è organizzata in stadi e fasi, sequenzialmente concatenati ed illustrati nella figura seguente:

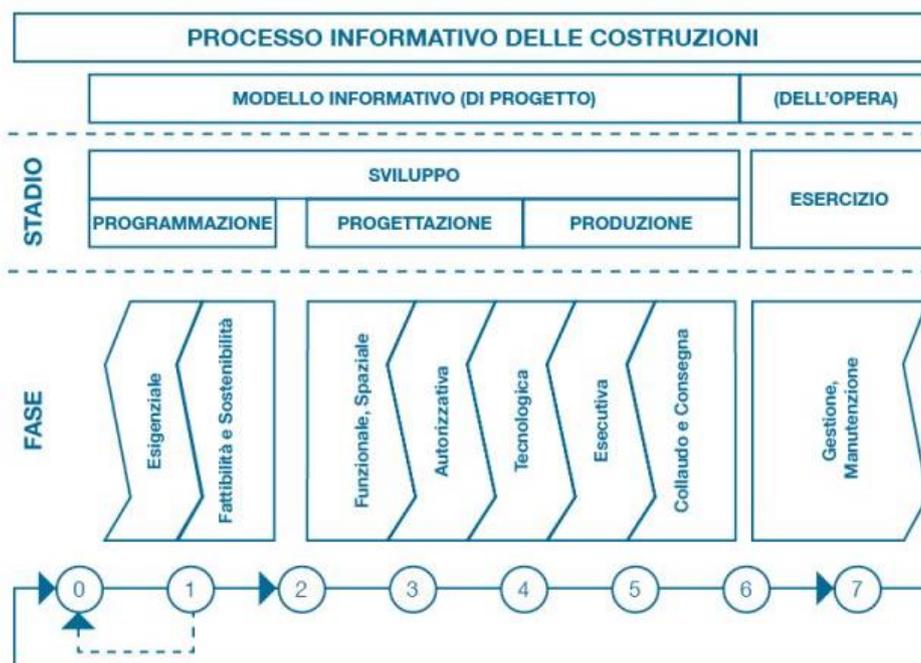


Figura 4.5.2 - Processo informativo delle costruzioni Fonte Progetto di norma U87007271

#### UNI 11337:2017 – Parte 4

La parte 4 si concentra su quelli che sono i livelli di sviluppo di oggetti e modelli, i cosiddetti LOD, che nella norma italiana diventano **Livello di sviluppo degli Oggetti Digitali**; per questi LOD italiani viene proposta una classificazione in una scala da “A” a “G”, in alternativa alla proposta britannica (da “1” a “6”) e a quella statunitense (da “100” a “500”). Interessante, inoltre, è l’introduzione dei LOD specifici per il restauro, approccio singolare nel panorama internazionale e chiaramente legato alla particolarità del patrimonio edilizio italiano.

#### UNI 11337:2017 -Parte 5

In questa parte vengono definiti i ruoli, i requisiti ed i flussi necessari alla produzione, gestione e trasmissione delle informazioni e la loro connessione e interazione nei processi di costruzione digitalizzati.

Rilevante è la precisazione dei contenuti minimi per il “Capitolato informativo” (equivalente all’anglosassone Employer Information Requirement – EIR) e per l’ “Offerta e/o Piano per la gestione informativa” (equivalenti all’anglosassone BIM execution plan pre-contract award e BIM execution plan – BEP).<sup>25 26</sup>

<sup>25</sup> [www.biblus.acca.it](http://www.biblus.acca.it)

<sup>26</sup> UNI 11337:2017 Gestione digitale di processi informativi delle costruzioni. BIM

#### 4.5.3. Confronto tra UNI 11337: 2017 e BS 1192 – PAS 1192

Sulla base delle normative analizzate si può infine fare una comparazione tra la British Standard e quanto pubblicato nella UNI 11337. Si evidenziano delle minime differenze a riguardo delle definizioni e dei flussi informativi di lavoro.

Una carenza della UNI11337 rispetto alla BS 1192:2007 rimane la codifica dei modelli informatici e di tutti i contenuti riguardanti l'intero processo. Questo passaggio dovrebbe avvenire con la pubblicazione delle parti restanti, quali dovrebbe essere Parte 2 ,3 e 7.

Con l'entrata in vigore del nuovo codice degli appalti (D.lgs. 50/2016), dove viene introdotto l'utilizzo del BIM si sarebbe dovuto fare fronte attraverso la UNI a quello che deve essere il materiale destinato alla consegna in un appalto pubblico.

Vi sono altri due punti importanti tutt'ora scoperti da entrambe le normative che sono; i criteri di valutazione e correzione dei modelli e la verifica dei LOD (Level of Development). Questi due aspetti vengono lasciati al buon senso della committenza che si appoggia alla normativa percorrendo le procedure seguite dai progettisti per la redazione del progetto.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Gazulli D. Tesi di laurea Magistrale. *Applicazione della tecnologia BIM ad un progetto infrastrutturale, per lo specifico ambito del progetto esecutivo strutturale. Dicembre 2016. Relatore Osello A.*

#### 4.6. Workflow – Flusso di lavoro nella fase: Stato di Fatto

Il flusso di lavoro impostato per il recupero dell'edificio parte dal rilievo dello stato di fatto. Nel nostro caso, come è stato detto nel primo capitolo, non è stato possibile eseguire un rilievo mediante il laser scanner e ci siamo affidati al rilievo tradizionale. Partendo dai rilievi eseguiti durante i sopralluoghi, è stato possibile creare un database al quale si collegano gli elementi specifici del modello.

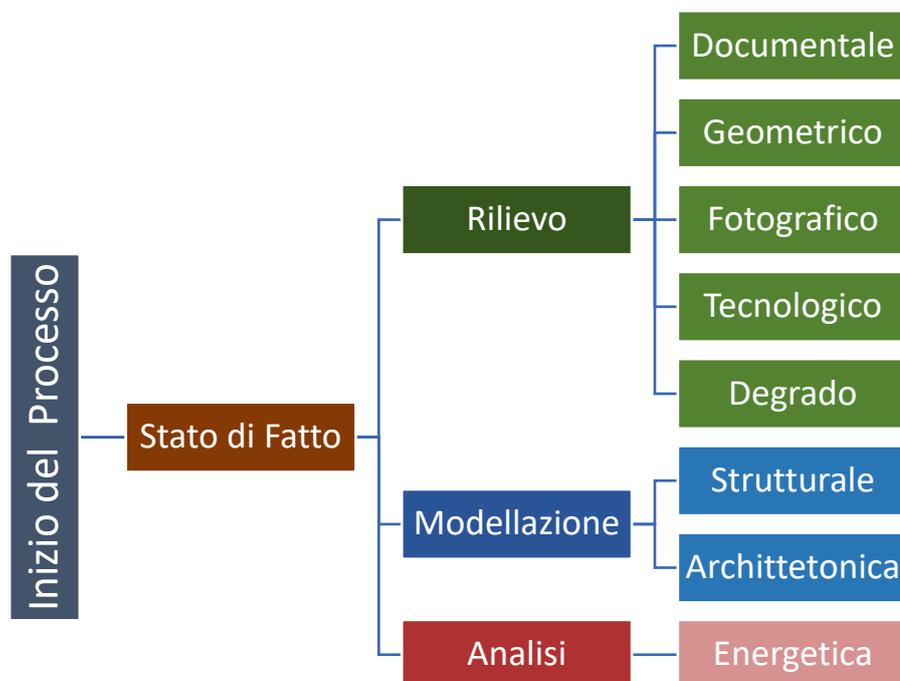


Tabella 4.6.1-Workflow Stato di Fatto

A seconda della quantità e delle peculiarità della documentazione disponibile, ogni dato è stato associato alla parte del modello a cui appartiene, vale a dire elementi di costruzione, unità tipologiche o parti di costruzione. Questa prima fase del lavoro ha rivelato molto tempo, ma è stato il pilastro principale su cui si affida tutto il lavoro di modellazione BIM: senza questo si è ipotizzato che sarebbe stato impossibile procedere in un ordinato modo con tutte le fasi seguenti.

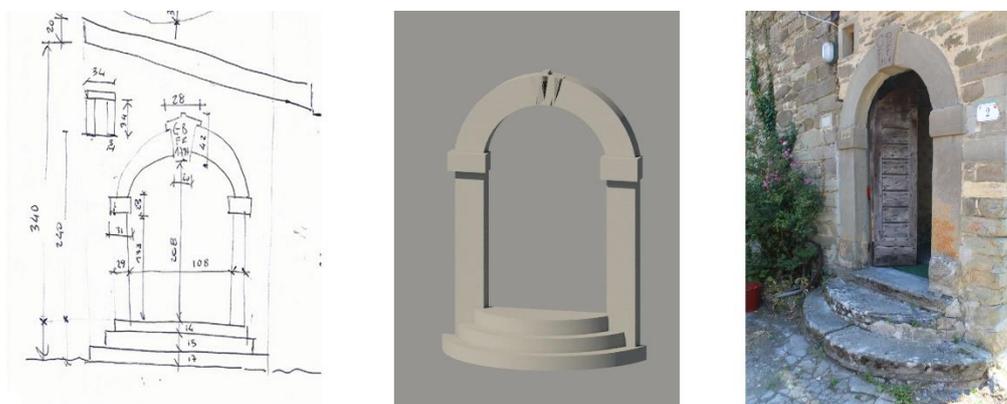


Figura 4.6.1-Dalla sinistra: Eidotipo di sopralluogo, Modellazione in BIM, Immagine dell'elemento

Durante l'archiviazione, viene effettuato un sondaggio approfondito dell'edificio: consiste non solo di una mappatura geometrica di ciascuna stanza, ma anche di un controllo se la destinazione della camera è stata modificata rispetto alla situazione originale. Vengono eseguiti test di campioni e indagini sugli elementi principali dell'edificio: è molto utile avere l'evidenza dei materiali, degli spessori e delle tecnologie dell'edilizia realmente applicate e quindi di avere un'affidabile ricerca tecnologica dell'intero edificio. Allo stesso modo, la mappatura delle specifiche viene implementata anche sugli impianti, le reti, gli impianti e i sistemi di controllo. In relazione alle specifiche esigenze del cliente possono essere completati test strutturali e misurazioni non strutturali per verificare lo stato di lavoro dei componenti edilizi.<sup>28</sup>

La fase successiva riguarda l'organizzazione di tutte le informazioni raccolte in un modello tridimensionale BIM dell'edificio. Di conseguenza, il modello diventa la "materializzazione" di tutte le informazioni tecniche relative all'elemento o al sistema cui si riferisce. Ogni elemento del modello è "informato" di tutti i parametri, le specifiche e le caratteristiche dell'elemento reale. Ad esempio, le schede create durante il rilievo effettuato nel sito. Nella Figura 4.6.2 è rappresentato la cartella che contiene tutte le schede effettuate durante il sopralluogo.<sup>29</sup>

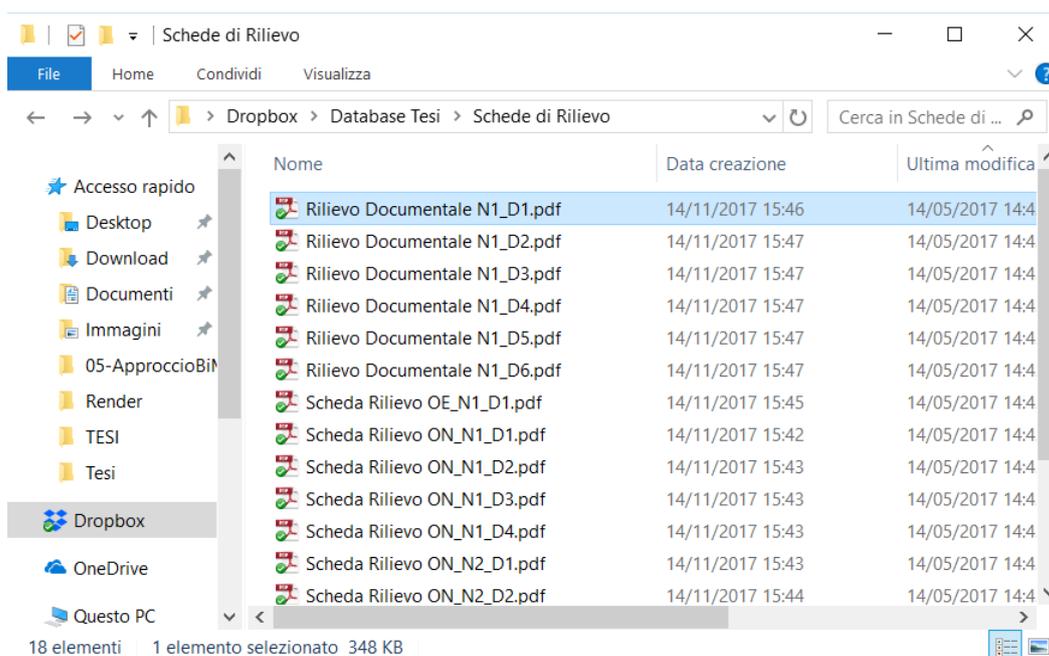


Figura 4.6.2 - Organizzazione del materiale

Tutte le informazioni raccolte verranno associate ad ogni elemento interessato all'interno del modello. Mediante la gestione degli parametri di progetto, sono stati aggiunti dei parametri. Come si può vedere dalla Figura 4.6.3 è possibile denominare il parametro a piacere e scegliere la categoria di appartenenza. Il tipo di

<sup>28</sup> Giuseppe Martino Di Giuda, Villa Valentina, Piantanida Paolo. "BIM and energy efficient retrofitting in school buildings." *Energy Procedia*, 2015: 1045-1050.

<sup>29</sup> idem

parametro è stato deciso di mettere URL, nel quale verrà messo URL del file desiderato ad esempio C:\Dropbox\Database Tesi\Schede di Rilievo\Scheda Rilievo ON\_N1\_D1.pdf.

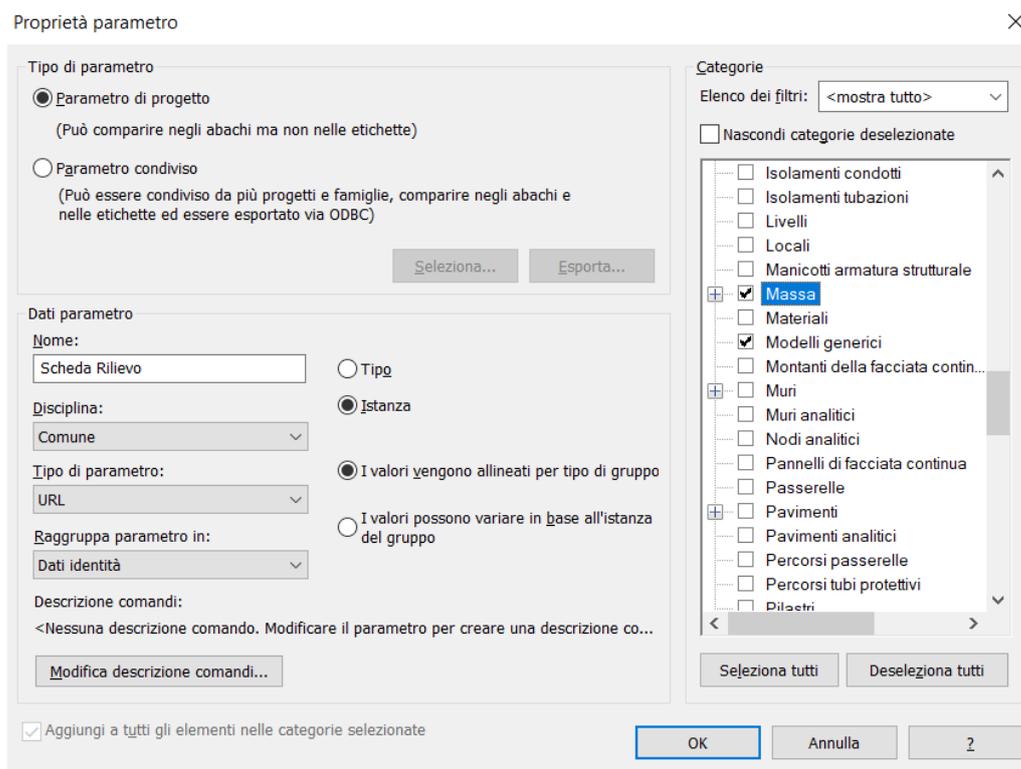


Figura 4.6.3 - Creazione di un parametro di progetto

Per avere tutte le informazioni all'interno del modello aprendolo anche da altri dispositivi personali, bisogna avere un server dove immagazzinare il tutto. La migliore soluzione da adottare in questi casi è di usare un *Cloud* in rete. In questo caso è stato deciso di usare *Dropbox*. È molto importante che la cartella *Dropbox* sia nel "C:\Dropbox", altrimenti il file non è apribile negli altri dispositivi. Questo passaggio si può fare facilmente nelle impostazioni di *Dropbox* come si vede nella Figura 4.6.4 .

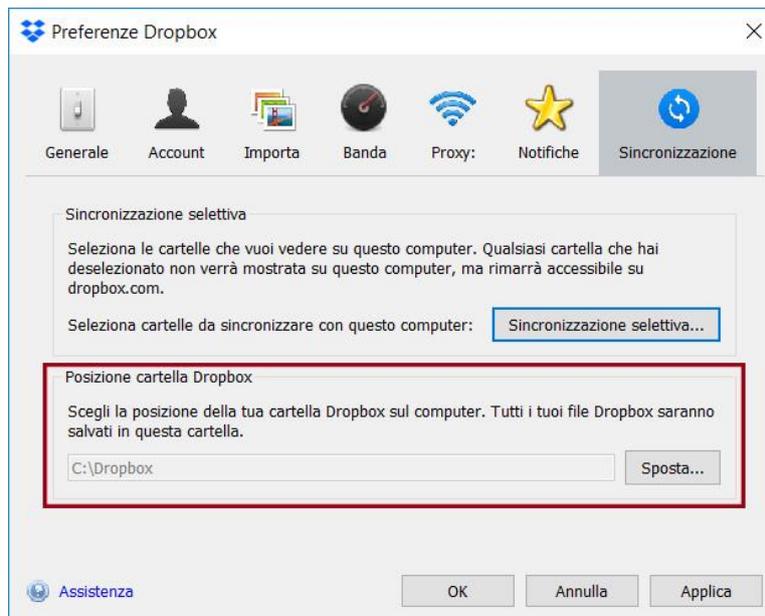


Figura 4.6.4 -Impostazione del Dropbox nella sezione C:\

Partendo dalla restituzione del rilievo in 2D, è stato modellato l'intero edificio. Sono stati creati i diversi tipi di muri perimetrali e interni. Sono stati modellati tutti gli elementi strutturali e quelli architettonici. Tutta la modellazione è stata fatta impostando la Fase di Creazione come *Stato di Fatto*. Gli elementi architettonici come ad esempio il *Portale ad Arco* della porta principale di ingresso, sono stati creati mediante il *Modello Locale*. Con questo strumento si possono modellare elementi unici e complessi. La modellazione di questi elementi non è una modellazione parametrica, ma tuttavia li possiamo associare delle informazioni utili. Nella Figura 4.6.6 si può vedere come le informazioni esterne possono fare parte del modello BIM.

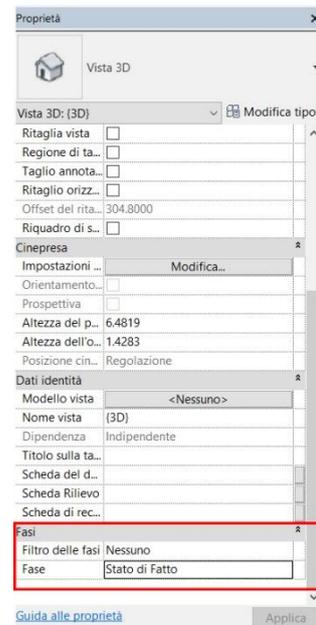


Figura 4.6.5 - Fase della modellazione

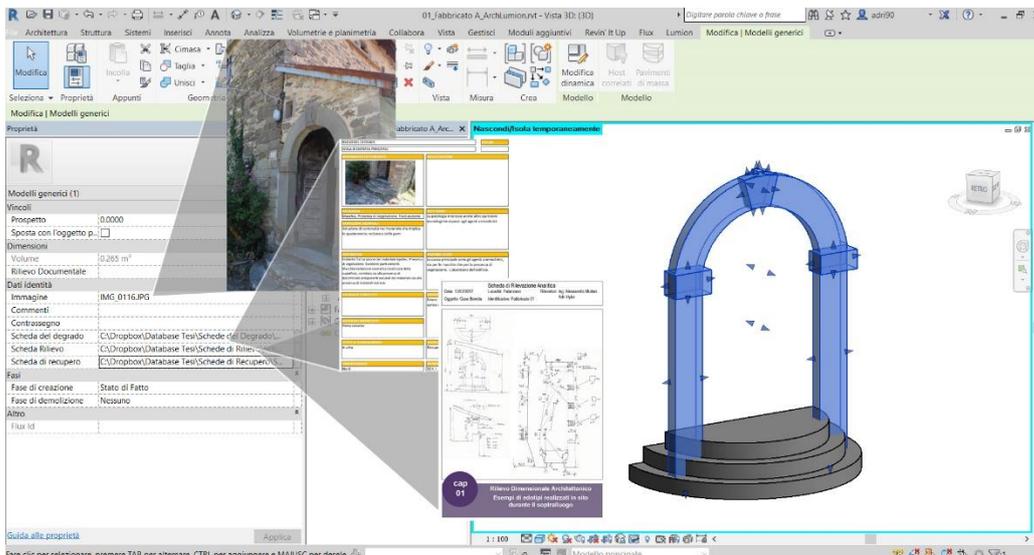


Figura 4.6.6- Portale ad Arco rappresentato nella modellazione di Stato di fatto

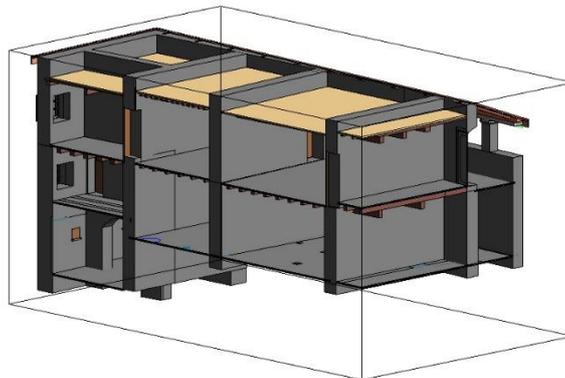


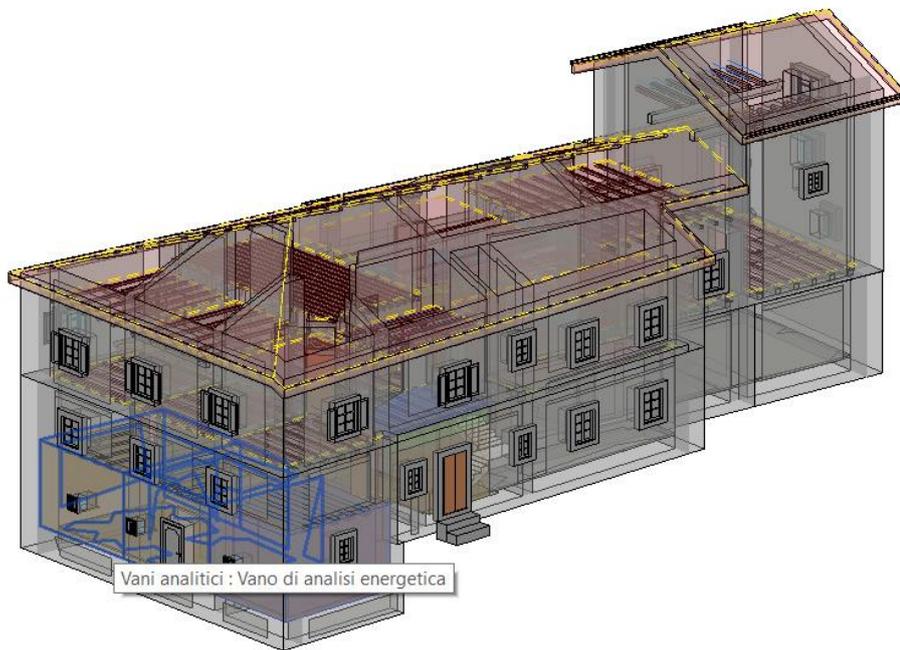
Figura 4.6.7 - Section Box dell'edificio modellato



Figura 4.6.8- Modellazione Stato di fatto

Una volta terminato la modellazione 3D, mediante lo strumento *Crea Modello Energetico* è possibile generare un modello energetico. Questo modello lo possiamo esportare come un file IFC il quale lo possiamo aprire in altri software specializzati in analisi energetici. Nel nostro caso abbiamo utilizzato il software Euclide Certificazioni Energetiche 2016. Come verrà spiegato nel capitolo *Riquilificazione Energetica*, essendo l'edificio nello stato di abbandono, sono state fatte delle ipotesi teoriche per avere una certificazione

significativa dello stato di fatto in modo da avere dei dati da confrontali con la certificazione energetica dello Stato di Progetto.



*Figura 4.6.9 - Modello Energetico generato con Revit*

Abbiamo detto che il modello energetico è stato esportato in un file IFC, ma cos'è un file del genere? Si tratta di un formato file neutrale e aperto che non è controllato da un singolo fornitore o gruppo di fornitori. Si tratta di un formato di file basato su oggetti con un modello di dati sviluppato da buildingSMART (International Alliance for Interoperability, IAI) per facilitare l'interoperabilità tra le discipline di architettura, ingegneria e costruzione dell'industria dell'edilizia, è un formato di collaborazione comunemente utilizzato in

progetti basati sulla metodologia BIM. La specifica del modello dati IFC è aperta e disponibile, ed è stata riconosciuta e registrata dalla ISO come norma internazionale ISO 16739:2013.

Grazie alla capacità di facilitare l'interoperabilità tra tutte le piattaforme software che lo permettono, molti governi stanno imponendo l'uso di file IFC per progetti di costruzione di proprietà dell'amministrazione pubblica.<sup>30</sup>



Figura 4.6.10 - Logo IFC (Industry Foundation Classes)

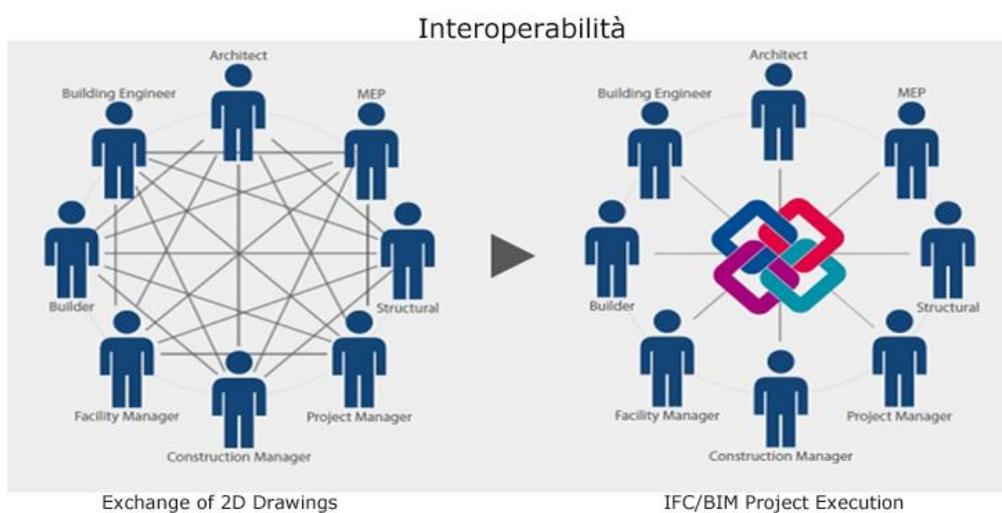
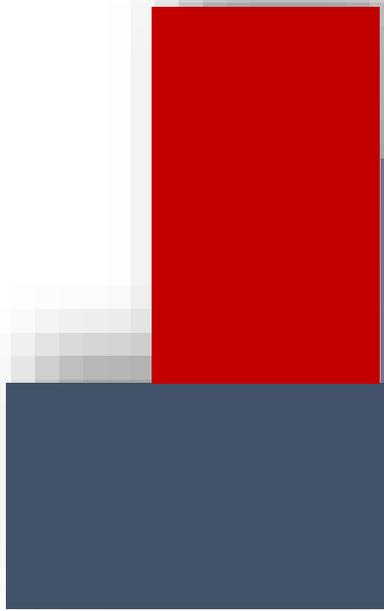


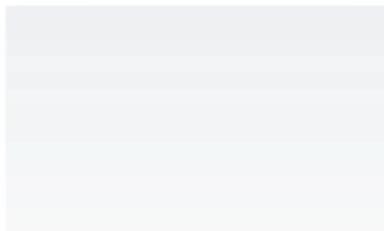
Figura 4.6.11 - Interoperabilità tramite IFC

Nei seguenti capitoli ci occuperemo con il recupero di tutto il complesso dei fabbricati di questa proprietà, ma andremo ad approfondire solo l'edificio principale. Vedremo come è utile la modellazione parametrica, e come aiuta il progettista ed i altri attori del processo edilizio a svolgere un lavoro efficace ed evitando i sprechi dei costi e del tempo.

<sup>30</sup> [www.iBIMi.it](http://www.iBIMi.it)



# Il Progetto



### 5.1. Analisi del contesto

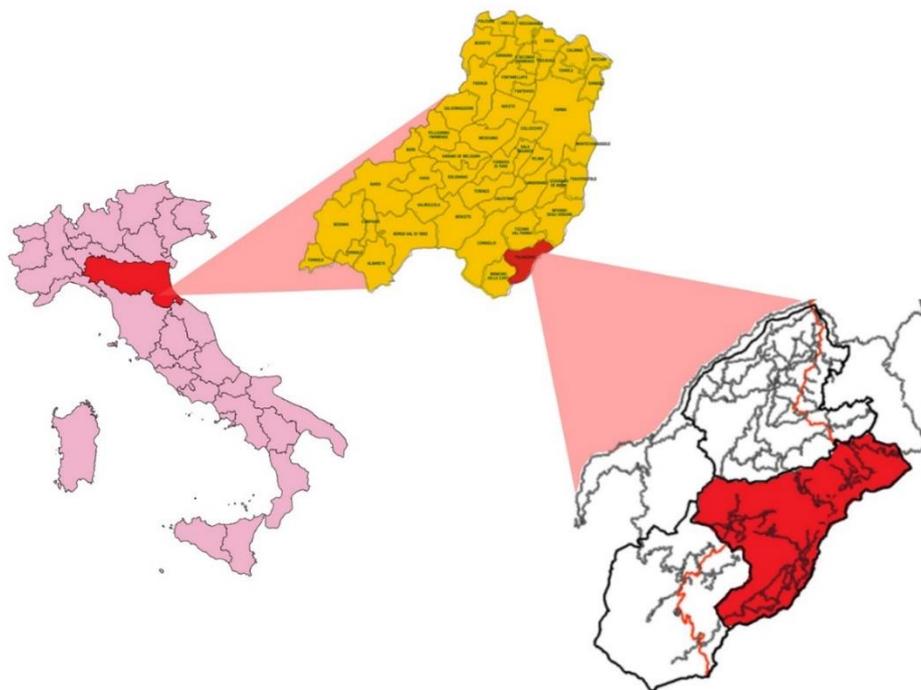


Figura 5-5.1.1- Inquadramento territoriale del Comune di Palanzano

Palanzano è un comune italiano di 1.140 abitanti della provincia di Parma, situato nell'Appennino parmense alle pendici del monte Faggeto, nell'alta val Cedra, tra prati e boschi di castagni.<sup>31</sup>

Il nostro lotto di intervento si trova a Ranzano, frazione del comune di Palanzano. Si tratta di un terreno di circa 25.000 m<sup>2</sup> e circa 1.200 m<sup>2</sup> di superficie edificata tra l'edificio residenziale, la stalla, il fienile ed una tettoia ad uso deposito. Come è stato detto negli capitoli precedenti, questi edifici hanno dei valori architettonici e tecnologici in quanto sono stati costruiti negli anni '600. Il complesso è raggiungibile da una via trasversale della Strada Panoramica Massese che attraversa il territorio interessato per raggiungere altri complessi simili ed un lago piccolo di circa 15.000 m<sup>2</sup> denominato Lago delle Ninfe.

La zona dov'è ubicato tale complesso, come si evince dalla documentazione raccolta nel comune di Palanzano, fa parte della zona interessata alle escursioni in quanto offre un paesaggio mozzafiato.

<sup>31</sup> [www.wikipedia.it](http://www.wikipedia.it) (giugno 2017)



Figura 5.1.2- Foto satellitare del complesso i suoi dintorni

“Non può esistere recupero edilizio senza una destinazione d’uso futuro”, con questa frase il docente del Politecnico di Torino, Carlo Ostorero, apre la presentazione del libro “*Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato*” di Fabrizio Astrua e Riccardo Nelva. Per procedere con la progettazione del recupero edilizio di questa borgata storica, è stata effettuata un’analisi del contesto, per scegliere la futura destinazione d’uso di essa.

Il territorio di Palanzano è ricco di nuclei rurali sparsi ed edifici di pregio storico architettonico poco compromessi tra i quali si possono ricordare le Corti Basetti, Valle dei Cavalieri e Soldati-Rosa a Vairo. Tra gli edifici sacri di rilevante valore storico-architettonico si segnalano la Pieve dell’Assunta a Zibana e l’Eremo di S. Matteo. Tra le emergenze di pregio ambientale e tipologico occorre ricordare il ponte di Valcieca, la Centrale Idroelettrica a Isola ed il sistema di reti e impianti legati alla produzione dell’energia elettrica.



Figura 5.1.3-Tabella di ingresso al Valle dei Cavalieri

Nel comune di Palanzano vi sono diversi tratti di strada dal notevole valore panoramico che consentono ampie vedute sulle vallate e sulle principali emergenze ambientali: Monte Fuso, Monte Caio,

Monte Fageto e torrente Enza. I fattori di impatto visivo più consistenti si rivelano gli apparecchi tecnologici che vengono percepiti in forte contrasto con l'ambiente naturale: le antenne radiotelevisive e gli elettrodotti di media e alta tensione con i relativi impianti di servizio sono particolarmente incidenti. Il centro abitato di Palanzano è quello maggiormente interessato dal passaggio di elettrodotti aerei e dalla presenza di antenne radio televisive.



*Figura 5.1.4- Meta turistica - Pietra Bismantova*

Per quanto riguarda l'infrastruttura, non essendo presenti linee ferroviarie o sistemi autostradali, gli spostamenti sono garantiti da un sistema di viabilità che presenta una dorsale centrale, la S.P. Massese, e una serie di collegamenti trasversali - viabilità provinciale e comunale - che collega i vari capoluoghi e le frazioni. La S.P. Massese è quindi la principale direttrice di collegamento territoriale, asse lungo il quale storicamente sono sorti i principali centri abitati della zona.

Palanzano riveste un ruolo di cerniera nel territorio in ragione della sua posizione geografica centrale rispetto a importanti mete di interesse turistico sovracomunali: Monte Caio, Monte Fageto, Pietra di Bismantova, Cerreto, Parco dei Cento Laghi, Parco Nazionale.

Il capoluogo rappresenta un punto di riferimento come polo commerciale, produttivo e ricettivo a livello sovracomunale, mentre a Ranzano e Isola, cresciuta nell'ultimo secolo a ridosso della centrale idroelettrica, la popolazione residente esprime una maggiore domanda di attrezzature e di luoghi pubblici a servizio della comunità.

A differenza agli altri comuni limitrofi come Corniglio e Monchi, che negli ultimi anni hanno visto una crescita notevole sia di strutture ricettive che di presenze turistiche, il territorio di Palanzano risulta carente di strutture ricettive. Attualmente l'afflusso turistico si è ridotto, sia per condizioni indipendenti dalle strategie degli operatori locali (cambiamento delle abitudini nella scelta delle mete di vacanza,

progressivo abbandono della montagna da parte dei giovani) sia per aspetti critici “interni” (infrastrutture obsolete, strutture ricettive qualitativamente inadeguate, scarsità di servizi complementari al turismo).

Ranzano è la prima frazione che si incontra lungo la SP Massese provenendo da nord, dove la maggiore tenuta demografica è in parte riconducibile alla relativa vicinanza con il polo produttivo di Lagrimone. L'ubicazione risulta particolarmente favorevole per accedere ai luoghi di maggiore attrattività ambientale del territorio comunale: l'area SIC del fiume Enza, il Monte Fuso e il Monte Ciao.



Figura 5.1.5- Parco provinciale Monte Fuso

L'obiettivo del Comune di Palanzano per incentivare il turismo in questa zona, si basa sulle strutture ricettive adeguate come spiegato nella Relazione Illustrativa del PSC per i comuni di: Monchi delle Corti, Palanzano e Tizzano Val Parma:

*“La valorizzazione urbanistica di Ranzano può essere raggiunta attraverso il raggiungimento dei seguenti obiettivi:*

- adeguatamente dell'offerta di strutture turistico residenziali e dei relativi servizi complementare quale importante risorsa per la qualificazione del centro urbano;*
- inserimento di nuove strutture recettive (ex salumificio) e valorizzazione delle esistenti (Ostello), fra loro collegate in una rete diffusa di attrezzature ricettive all'interno del centro abitato;*
- miglioramento dell'accessibilità al SIC del torrente Enza, di cui Ranzano rappresenta il centro di riferimento, rafforzandone il ruolo centrale per l'escursionismo”<sup>32</sup>*

---

<sup>32</sup> Relazione Illustrativa del PSC per i comuni di: Monchi delle Corti, Palanzano e Tizzano Val Parma 2013

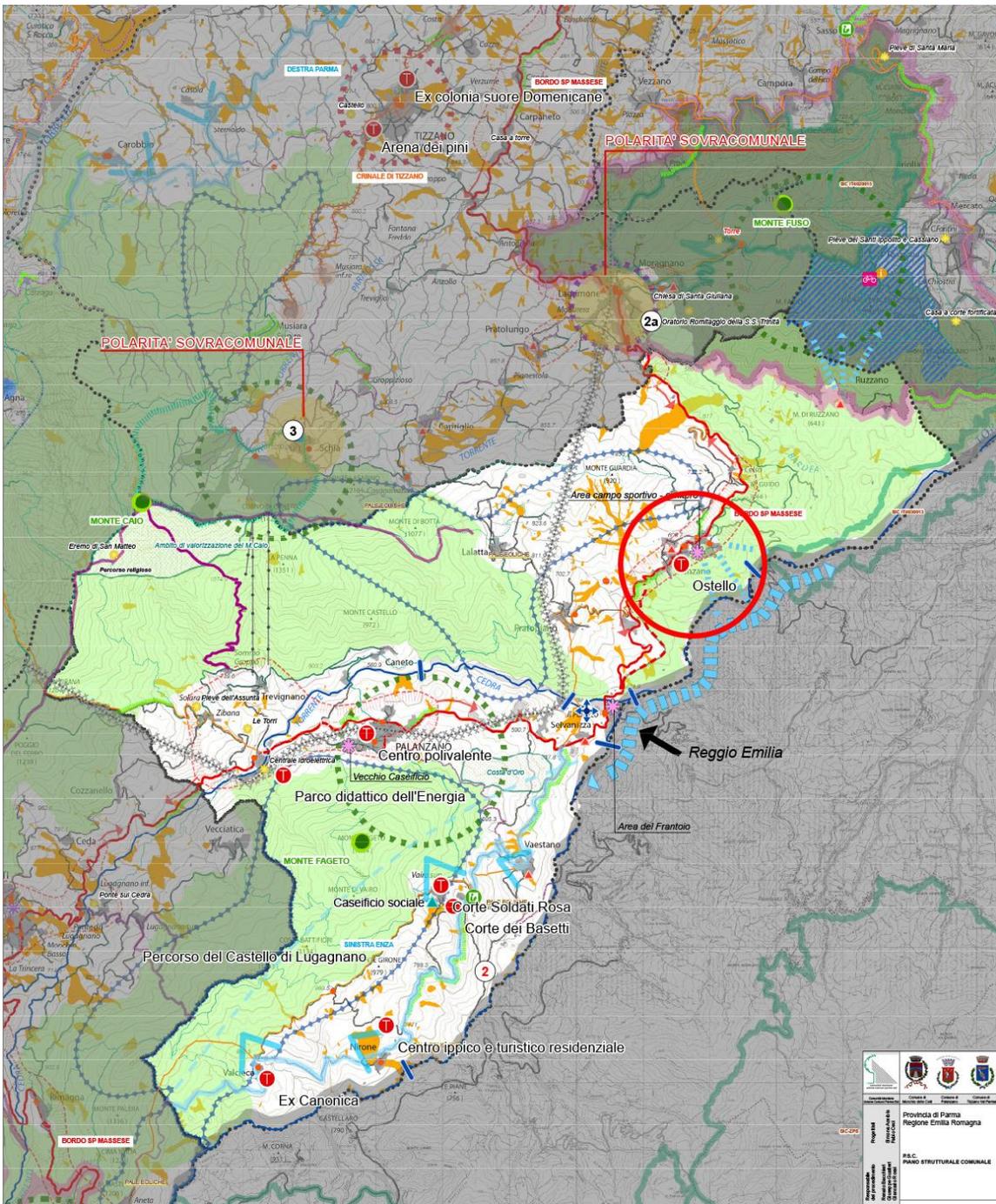


Figura 5.1.6- Tavola " Temi e luoghi Strategici" del PSC del Comune di Palanzano



Figura 5.1.7- Legenda della Tavola " Temi e luoghi Strategici"

Emilia-Romagna e Veneto sono le mete preferite per i viaggi in Italia. Nel 2016, l'82,8% dei viaggi ha come destinazione una località italiana (Prospetto 11). L'aumento complessivo delle vacanze brevi rispetto al 2015 è da attribuire interamente all'incremento di questo tipo di soggiorno in Italia (+23,8%). Il Nord si conferma l'area del paese con maggior potere attrattivo (44,1% dei viaggi) sia per le vacanze, soprattutto se brevi (53,2%), sia per i viaggi di lavoro (45,9%). Il Mezzogiorno registra quote più elevate del Centro per le vacanze lunghe (26% contro il 15,3%), a differenza di quanto avviene per quelle brevi (15,4% contro il 22,7%). Anche nel 2016 i viaggi all'estero (17,2%) sono concentrati soprattutto nei Paesi dell'Unione europea (9,8%) per tutti i tipi di viaggio. Si viaggia all'estero soprattutto per lavoro (24,3%) e in occasione di vacanze lunghe (23,9%).

33

PROSPETTO 11. VIAGGI PER TIPOLOGIA E DESTINAZIONE PRINCIPALE. Anni 2015 e 2016, composizioni percentuali

DESTINAZIONE	VACANZA 1-3 NOTTI	VACANZA 4 O PIÙ NOTTI	VACANZA	LAVORO	TOTALE
<b>2015</b>					
<b>ITALIA</b>	<b>89,1</b>	<b>74,6</b>	<b>81,5</b>	<b>77,7</b>	<b>81,0</b>
Nord	50,7	31,4	40,6	35,4	39,9
Centro	26,6	16,4	21,2	22,9	21,4
Mezzogiorno	11,8	26,8	19,7	19,4	19,6
<b>ESTERO</b>	<b>10,9</b>	<b>25,4</b>	<b>18,5</b>	<b>22,3</b>	<b>19,0</b>
Paesi dell'Unione Europea	8,3	12,8	10,7	14,8	11,1
Altri Paesi Europei	2,4	6,3	4,4	2,6	4,2
Resto del mondo	-	6,3	3,4	4,9	3,6
<b>TOTALE</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>2016</b>					
<b>ITALIA</b>	<b>91,3</b>	<b>76,1</b>	<b>83,6</b>	<b>75,7</b>	<b>82,8</b>
Nord	53,2	34,7	43,9	45,9	44,1
Centro	22,7	15,3	19,0	19,0	19,0
Mezzogiorno	15,4	26,0	20,8	10,8	19,7
<b>ESTERO</b>	<b>8,7</b>	<b>23,9</b>	<b>16,4</b>	<b>24,3</b>	<b>17,2</b>
Paesi dell'Unione Europea	6,8	11,2	9,0	16,8	9,8
Altri Paesi Europei	1,7	5,6	3,7	2,2	3,5
Resto del mondo	-	7,1	3,7	5,2	3,8
<b>TOTALE</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Dati 2016 provvisori  
(-) Dato statisticamente non significativo.

Emilia-Romagna, Veneto, Toscana, Lombardia, Lazio e Trentino Alto-Adige sono le regioni italiane più visitate e accolgono complessivamente il 56% dei viaggi interni effettuati dai residenti. Le quote variano tra il 7,2% del Trentino Alto-Adige e il 12,5% dell'Emilia-Romagna; quest'ultima rappresenta, nel 2016, la meta preferita per le vacanze (12,9%), sia brevi che lunghe. In occasione dei soggiorni lunghi, dopo l'Emilia-Romagna (10,9%) e il Trentino Alto-Adige (10,4%), segue la Puglia (9,6%) la sola nel Mezzogiorno a collocarsi nella graduatoria delle sei regioni italiane più visitate. Per lavoro si viaggia di più in Lombardia e Lazio, dove si concentra quasi il 34% dei viaggi di lavoro in Italia (Prospetto 12).<sup>34</sup>

PROSPETTO 12. GRADUATORIA DELLE PRINCIPALI DESTINAZIONI PER TIPOLOGIA DEL VIAGGIO. Anno 2016, composizioni percentuali

VACANZA 1-3 NOTTI	VACANZA 4 O PIÙ NOTTI	VACANZA	LAVORO	TOTALE VIAGGI
<b>ITALIA (per 100 viaggi dello stesso tipo effettuati in Italia)</b>				
Emilia-Romagna 14,6	Emilia-Romagna 10,9	Emilia-Romagna 12,9	Lombardia 20,7	Emilia-Romagna 12,5
Veneto 10,5	Trentino-A. Adige/Südtirol 10,4	Veneto 9,6	Lazio 13,2	Veneto 9,7
Lombardia 10,0	Puglia 9,6	Toscana 9,4	Veneto 10,4	Toscana 9,2
Toscana 9,8	Toscana 8,9	Lazio 8,0	Emilia-Romagna 9,0	Lombardia 8,9
Lazio 8,5	Veneto 8,5	Lombardia 7,7	Piemonte 8,0	Lazio 8,5
Piemonte 7,8	Lazio 7,5	Trentino-A. Adige/Südtirol 7,7	Toscana 7,6	Trentino-A. Adige/Südtirol 7,2
<b>ESTERO (per 100 viaggi dello stesso tipo effettuati all'estero)</b>				
<b>Europa 97,7</b>	<b>Europa 70,2</b>	<b>Europa 77,4</b>	<b>Europa 78,4</b>	<b>Europa 77,6</b>
Francia 22,1	Spagna 12,0	Francia 13,1	Germania 17,4	Francia 13,1
Germania 12,2	Francia 10,0	Spagna 11,2	Regno Unito 14,1	Spagna 10,6
Austria 9,0	Albania 6,5	Austria 7,1	Francia 12,8	Germania 7,1
Regno Unito 8,9	Austria 6,4	Croazia 6,2	Paesi Bassi 7,7	Austria 6,7
Spagna 8,9	Croazia 5,6	Albania 5,7	Olanda 6,9	Regno Unito 6,7
Croazia 7,9	Regno Unito 4,3	Regno Unito 5,5	Austria 4,7	Croazia 5,3
<b>Resto del Mondo 2,3</b>	<b>Resto del Mondo 29,8</b>	<b>Resto del Mondo 22,6</b>	<b>Resto del Mondo 21,6</b>	<b>Resto del Mondo 22,4</b>
Tunisia 2,3	U.S.A. 16,4	U.S.A. 12,1	Cina 8,4	U.S.A. 11,0
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Dati provvisori

<sup>33</sup> [www.istat.it](http://www.istat.it) statistiche report- Viaggi e vacanze in Italia e all'estero 31 marzo 2017

<sup>34</sup> [www.istat.it](http://www.istat.it) statistiche report- Viaggi e vacanze in Italia e all'estero 31 marzo 2017

Stando agli obiettivi del comune, dall'analisi effettuata è stato pensato che la nuova destinazione d'uso di questa borgata, potrebbe essere una struttura ricettiva di turismo rurale. Come si evince nella Tavola: Temi e luoghi Strategici del Comune di Palanzano, Ranzano è limitrofo alle zone di tutela paesistica e itinerari di escursioni. Questa posizione è molto favorevole per una struttura ricettiva di carattere rurale. Nella Figura 5.1.8, si nota una carenza di strutture di questo tipo nei dintorni della zona interessata.

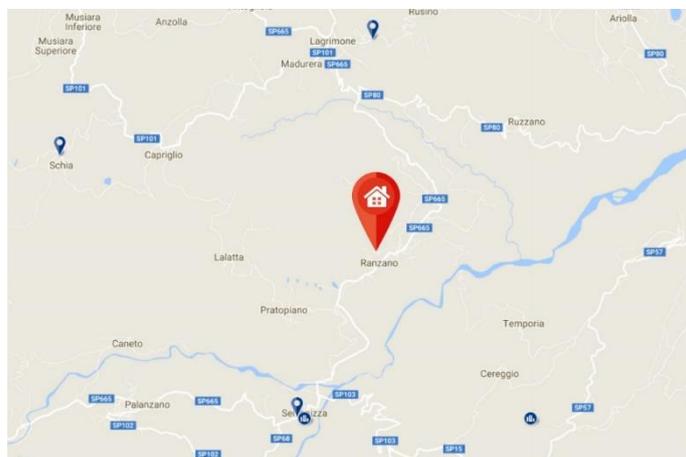


Figura 5.1.8- Le strutture ricettive di carattere rurale nelle zone limitrofe (Booking.com settembre 2017)

## 5.2. La proposta

Per agriturismo si intende “ogni attività di ricezione ed ospitalità esercitata da imprenditori agricoli attraverso l'utilizzazione della propria azienda, in rapporto di connessione e complementarità, rispetto all'attività di coltivazione del fondo, silvicoltura, allevamento del bestiame, che devono comunque rimanere principali”<sup>35</sup>.

Il nostro complesso allo stato di fatto, è composto da solo quattro fabbricati. Stando alla definizione del Art 2 della legge 730 del 1985 sopracitato, per che sia definito un agriturismo, bisogna soddisfare alcuni requisiti:

- dare alloggio in appositi locali dell'azienda agricola;
- ospitare in spazi aperti, perché attrezzati di servizi essenziali nel rispetto delle norme igienico-sanitarie;
- somministrare pasti e bevande, ivi comprese quelle a contenuto alcolico e superalcolico, comunque tipici del territorio così come specificato all'art. 6;
- vendere agli ospiti e al pubblico generi tipici alimentari ed artigianali prodotti dall'azienda, o ricavati, anche attraverso lavorazioni esterne, da materie prime prodotte nell'azienda;

<sup>35</sup> Art. 2 della legge 730.

- allevare cavalli, a scopi di agriturismo equestre, od allevare altre specie zootecniche ai fini di richiamo turistico;
- organizzare attività ricreative, culturali, musicali e sportive finalizzate al trattenimento degli ospiti.

Come si può vedere dalla Figura 5.2.1 con l'indicazione del lotto, la proprietà possiede una grande quantità di terreni che possono essere sfruttati per la realizzazione del nuovo agriturismo. Secondo le Norme tecniche di attuazione R.U.E. Regolamento Urbanistico Edilizio in forma associata della regione Emilia Romagna Art. 3.2.4 - Zona "E1" - Agricola normale, il nostro lotto fa parte della categoria A2 - Costruzioni rurali di servizio per il diretto svolgimento di attività agricole aziendali o interaziendali attuabili ad insindacabile giudizio dell'Amministrazione Comunale anche con  $S_m \geq 10000 \text{ m}^2$  abbiamo un indice di utilizzazione fondiaria  $U_f = 0,020 \text{ mq/mq}$ .



*Figura 5.2.1-Indicazione del lotto*

Vista la posizione geografica del lotto, il nuovo agriturismo è stato progettato per essere un'oasi di relax offrendo nel mezzo del verde lontano dalla zona urbana in grado di offrire il giusto mix tra vacanza a stretto contatto con la natura e vicinanza a numerosi centri di interesse storico e soprattutto paesaggistico. L'altitudine di 670 m.s.l.m. lo rende favorevole ad un turismo sia invernale che estivo, le stagioni intermedi sono le più apprezzate in un clima come quella di Ranzano. Lo studio di mercato effettuato per la

medesima destinazione d'uso appare molto ottimistica in quanto si può soggiornare in tutte le quattro stagioni dell'anno.

Oltre al recupero architettonico degli edifici esistenti, sono state progettate nuove strutture ausiliare per rendere questo complesso un vero agriturismo ed uno spazio molto attrattivo per i turisti che amano la natura.



*Figura 5.2.2-Foto scattata dall'edificio residenziale principale durante il sopralluogo*

Il target degli ospiti si può raggruppare in due categorie. Gli giovani, tra i 20 – 35 anni, e gli over 65. La geomorfologia della zona è molto favorevole ad escursioni guidati, o al Trekking. Stando le statistiche, gli over 65 del Nord Europa negli ultimi anni sono molto interessati alle località montane di diversi regioni Italiani quali, Piemonte, Toscana, Emilia Romagna ecc. il nuovo complesso di agroturismo sarebbe una meta turistica perfetta per i gruppi organizzati in quanto offre camere da due o tre persone, una suite per cinque persone e dei bungalow da quattro persone.

La piscina esterna e gli locali destinati allo SPA, sono tra gli servizi che rendono molto attrattivo il complesso perché favoriscono sia il turismo invernale che quello estivo. La struttura è stata ideata di ospitare eventi culturali come tournee di scacchi e intrattenimenti simili.

Tutta la progettazione avvenuta è stata effettuata mediante i software parametrici BIM. In questo capitolo ci occuperemo ad introdurre la nuova struttura ricettiva dal aspetto architettonico – progettuale e andiamo ad approfondire fino ad una scala di 1:100. Nei capitoli seguenti ci occuperemo ad approfondire l'edificio residenziale principale, denominato Struttura Ricettiva A (SRA).

### 5.3. Motivazione delle scelte progettuali in ottica di progettazione integrale

Per poter procedere allo studio di un'ipotesi plano-volumetrica, fattibile dal punto di vista urbanistico-edilizia, si è proceduto alla delimitazione dell'area attraverso i confini dei mappali catastali di riferimento definiti dalla "Carta Tecnica" del Comune di Palanzano ricavati durante il rilievo documentale. Successivamente, si è dedicato alla progettazione, senza mai perdere di vista le verifiche di reiterazione durante l'intero iter, che hanno permesso un controllo diretto del rispetto dei vincoli normativi e delle prescrizioni sia nazionali che locali.

In particolare, le normative che sono state consultate e successivamente applicate possono essere così riassunte:

- Regolamento edilizio;
- PRGC, ponendo particolare attenzione alle schede d'ambito;
- Nuova legge urbanistica;
- Norme e prescrizioni sulle barriere architettoniche;
- Norme e prescrizioni sulla sicurezza antincendio;
- Allegato Energetico.

Nello svolgimento dell'attività progettuale e nell'idea di integrazione tra le diverse discipline al servizio del progetto, la riqualificazione è stata coordinata con i contenuti degli insegnamenti svolti durante il percorso universitario, come ad esempio: progettazione urbanistica, rilievo e progettazione urbana, fondazioni, complementi di tecnica delle costruzioni, sperimentazione dei materiali, idraulica tecnica, termofisica dell'edificio, fattibilità e valutazione economica dei progetti.

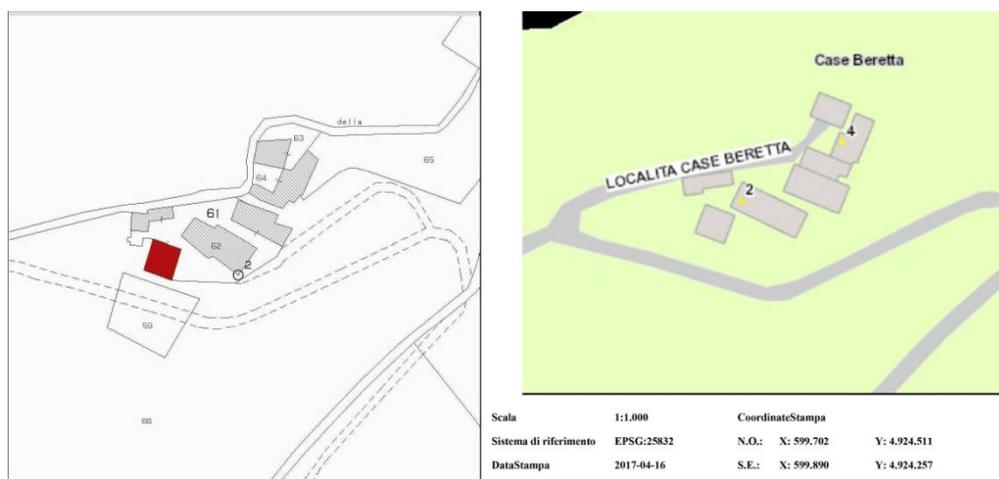


Figura 5.3.1- Planimetria catastale e la planimetria ottenuta mediante il Geoportale della Regione Emilia Romagna

La progettazione integrale è stato fondamentale per arrivare agli risultati ottenuti. Questo approccio metodologico aiuta a realizzare edifici con elevato livello di sostenibilità evitando o riducendo possibili extra

costi, richiede competenze su diverse tematiche e procede a partire dallo studio di strategie per l'intero edificio, attraverso livelli di dettaglio sempre maggiori per realizzare soluzioni integrate ottimali. L'uso del BIM ha reso molto più facile la progettazione integrale in quanto aggiorna in tempo reale tutte le variazioni avvenuti durante la progettazione.

Un esempio concreto di questa interazione tra software è stato riscontrato durante la progettazione di nuovi fabbricati che compongono l'insieme di questo oasi di relax. All'inizio è stato pensato di utilizzare come strutture ricettive solo gli edifici esistenti, ed un alto fabbricato di un piano di circa 150 m<sup>2</sup> destinato ad uso abitativo per i gestori dell'agroturismo.

Nel browser di progetto, possiamo generare degli abachi diversi secondo le necessita. Come si vede dalla Figura 5.3.3 tutti gli abachi si possono esportare in file di testo .txt poi aperti con Microsoft Excel diventa un regolare foglio di calcolo Figura 5.3.4.

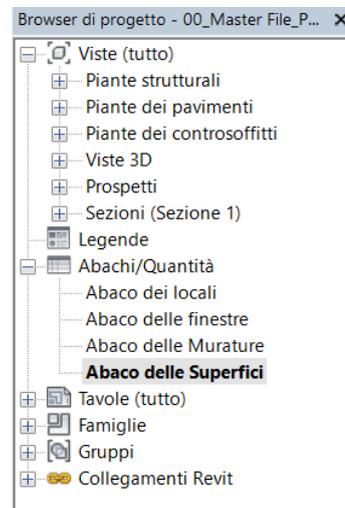


Figura 5.3.2-Browser di Progetto

Tramite un calcolo incrociato di file Excel tra Abaco delle Sup. ed il foglio di calcolo del DFC (*discounted cash flow, in ita. flusso monetario scontato*), il quale verrà spiegato nel capitolo specifico, è stato visto che l'investimento non era vantaggioso.

A questo punto è stato rivalutato il progetto, arrivando a conclusioni che 150 m<sup>2</sup> di casa per i gestori risultano eccessivi ed è stato progettato un altro fabbricato di 73 m<sup>2</sup>, nella superficie recuperata sono stati progettati quattro Bungalow di 33 m<sup>2</sup> ciascuno con una capienza di massimo 4 persone. Tale superficie diventa redditizia trasforma l'investimento da non vantaggioso a vantaggioso rimanendo in una fascia di prezzi competitiva nella zona.

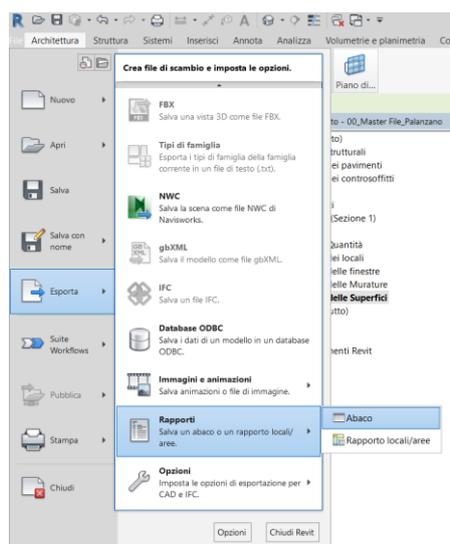


Figura 5.3.3- Esportazione dei abachi dal Revit 2018

	A	B	C	D
	Area	Nome	Livello	Numero
4	250	Stalla Bovini	Stalla	1
5	340	Piscina all'aperto	Piscina	2
6	150	Fabbricato destinato agli gestori	Fabb_Gestori	3
7	345	E.Residenziale Princ.	PPF_Piano terra	4
8	245	E. Residenziale Sec.	PPF_ERS_Piano Terra	5
9	178	Ristorante	PPF_Ristorante	6
10	51	Ex-Tettoia	PPF_Ex Tettoia	7

Figura 5.3.4- Abaco esportato in file Excel

Il risultato finale di tutte le considerazioni fatte comprende, oltre agli edifici esistenti recuperati, casa di tipo Bungalow di 73 m<sup>2</sup> progettato in legno, quattro casette di tipo Bungalow di 33 m<sup>2</sup> ciascuna progettato in

legno, una stalla per bovini con un'impronta di 200 m<sup>2</sup> e 250 m<sup>2</sup> di superficie in quanto presenta un piano sopraelevato al suo interno, una piscina esterna di 96 m<sup>2</sup> con 150 m<sup>2</sup> di pavimento in legno, un parcheggio a raso di 450 m<sup>2</sup> e 550 m<sup>2</sup> di terreno agricolo.

### 5.3.1. La planimetria generale

Come si può vedere dalla Figura 5.3.5 il complesso ricettivo si suddivide in due parti. La parte più a sud, è composta dagli edifici esistenti quali sono la struttura ricettiva A, la struttura ricettiva B, il ristorante (ex-stalla), il dehor (ex-tettoia) e gli edifici privati non pertinenti al progetto. In questa zona è stato svolto solo la progettazione di recupero degli edifici e la riqualificazione degli ambienti esterni. Oltre ad un piccolo ampliamento in struttura metallica ricoperto di legno per esterni la quale ospita una piscina, non ci sono stati nuove costruzioni.

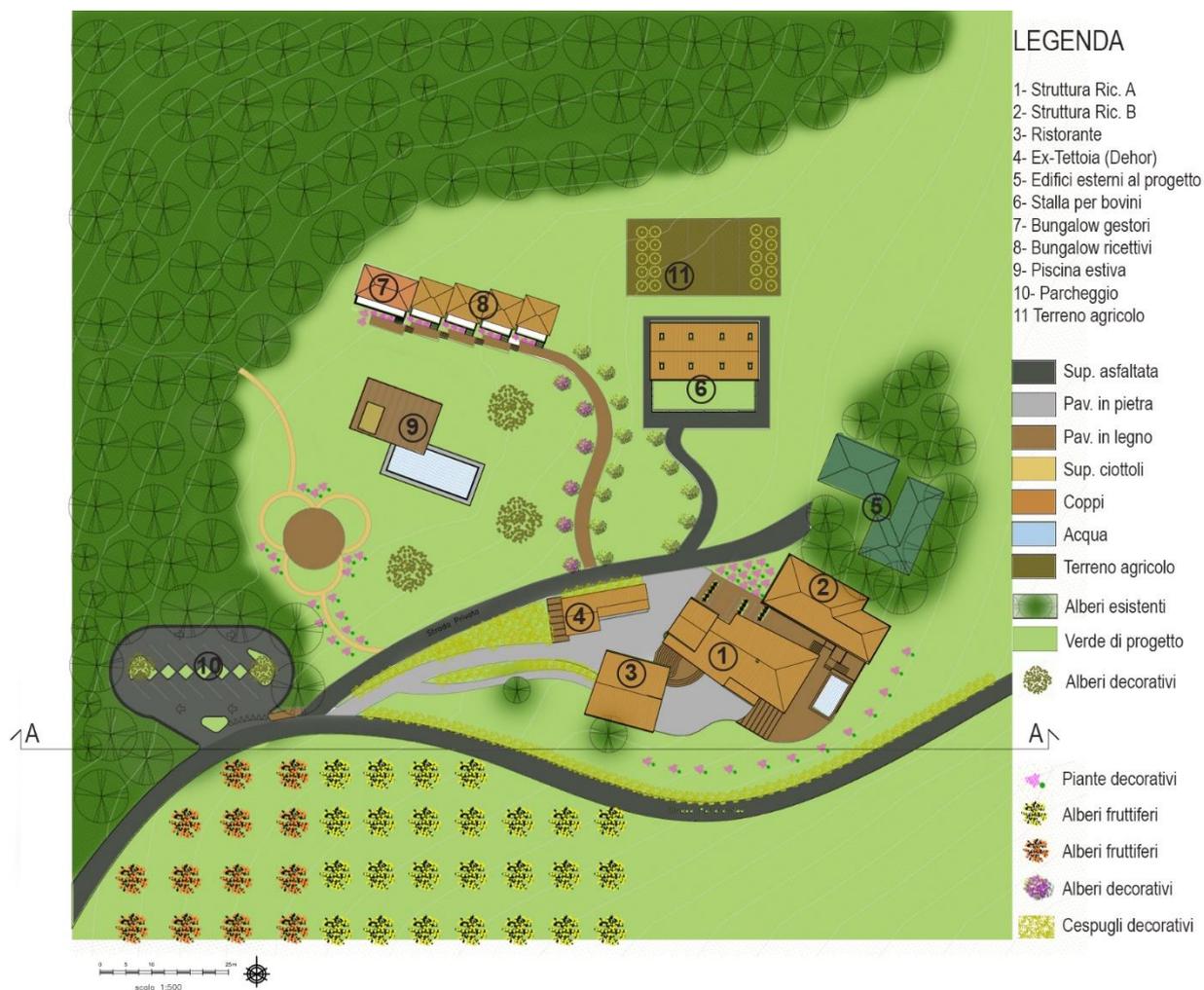


Figura 5.3.5- Planimetria generale

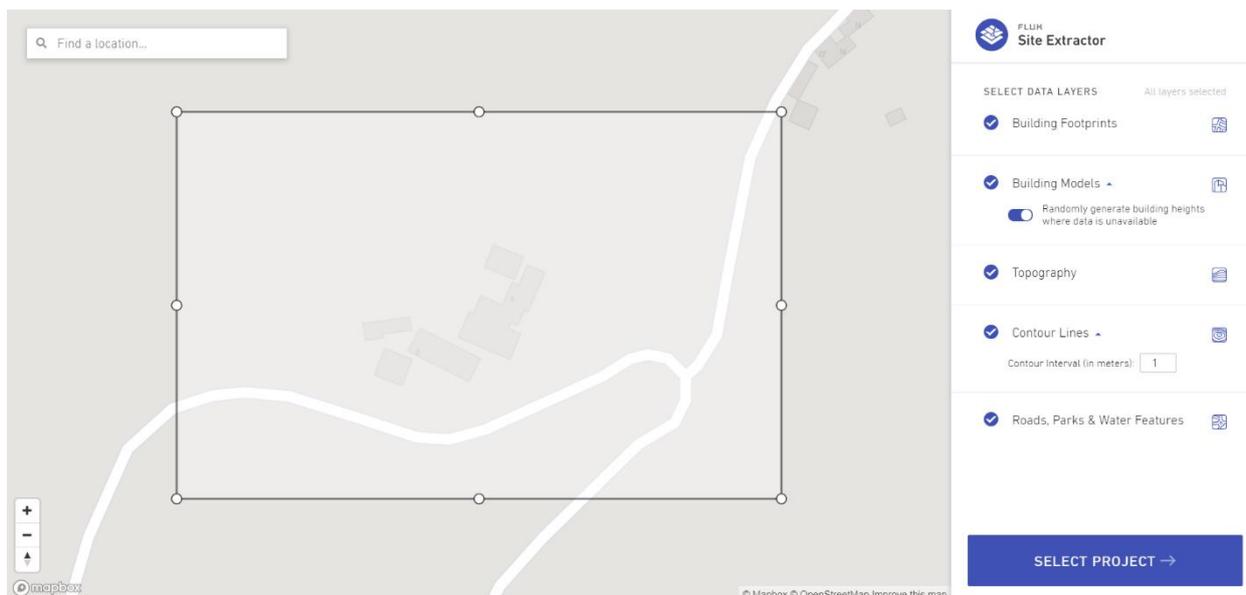


Figura 5.3.6- Sezione A-A della planimetria generale

La zona più a nord, ovvero la zona sopra la strada privata, è il risultato di una nuova progettazione. Sono stati progettati nuovi spazi ad uso comune per gli ospiti della struttura. Stando alla definizione del Art 2 della legge 730 del 1985 sopracitato, al fine di ottenere la licenza come un agriturismo, è necessario avere una propria produzione di prodotti agricoli e di bestiame. A questo scopo è stato progettato una stalla per bovini ed un orto. Tutti gli edifici verranno dettagliati in seguito.

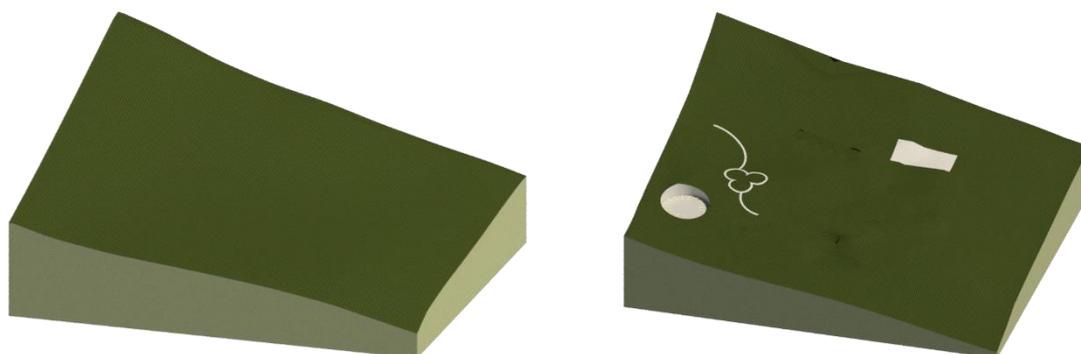
Alle strutture si può accedere dalla strada panoramica utilizzando la vecchia strada in pietra arenaria per arrivare alla piazzetta principale per lo scarico dei bagagli. Una volta sistemati la macchina lo si può parcheggiare nel parcheggio all'entrata immerso nel verde per ottimizzare il paesaggio. Utilizzando la strada privata si possono raggiungere i Bungalow e la Stalla dei bovini.

Per la progettazione di questo complesso di edifici, è stato utilizzato il software parametrico BIM, Revit Architecture 2018. Per l'ottenere la topografia della zona interessata è stato utilizzato un'applicazione denominato *Site Extractor*, è un'applicazione sviluppata da Flux che consente di importare informazioni GIS. Utilizza i contorni ed i centri lineari della strada dal database Open Street Map e i dati di elevazione della NASA Shuttle Radar Topography Mission.



*Figura 5.3.7 - Screenshot del ottenimento della topografia della zona interessata*

Il margine di errore dell'esportazione del terreno mediante Site Extractor si calcola dai 2 – 5 m, nel nostro caso è stato modificato manualmente in quanto durante il rilievo in sito è stato realizzato un rilievo altimetrico. Non sono state modificate le zone di minor interesse.



*Figura 5.3.8 – A sinistra, la topografia ottenuta mediante il Site Extractor a destra la topografia modificata manualmente*

Quando Revit Architecture viene utilizzato per complessi di edifici, a maggior ragione in zone con dislivelli considerevoli, diventa molto difficile gestire i livelli ed il file diventa pesante comportando un affaticamento del computer. La strategia utilizzata in questo caso, è stato quello di utilizzare un file centrale dove generalmente su di esso è stato progettato l'infrastruttura e la sistemazione del verde nell'area esterna.

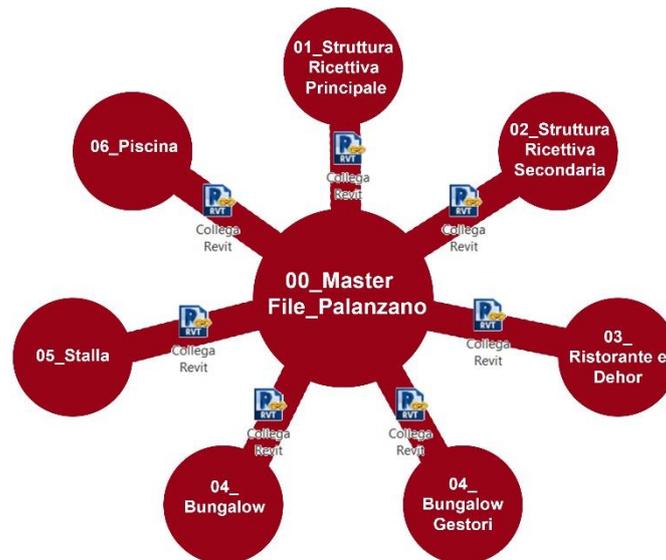


Figura 5.3.9 - Schema di collegamenti dei file separati

In questo caso il file centrale è stato denominato *00\_Master File\_Palanzano.rvt*, mediante l'opzione *Collega Revit* è stato possibile gestire tutti gli edifici separatamente. Come si nota anche dalla *Figura 5.3.10* i file separati non superano i 60 MB di memoria, nel caso fosse stato progettato tutto su un unico file, la dimensione del file sarebbe stato la somma di tutte le dimensioni che si vedono in figura.

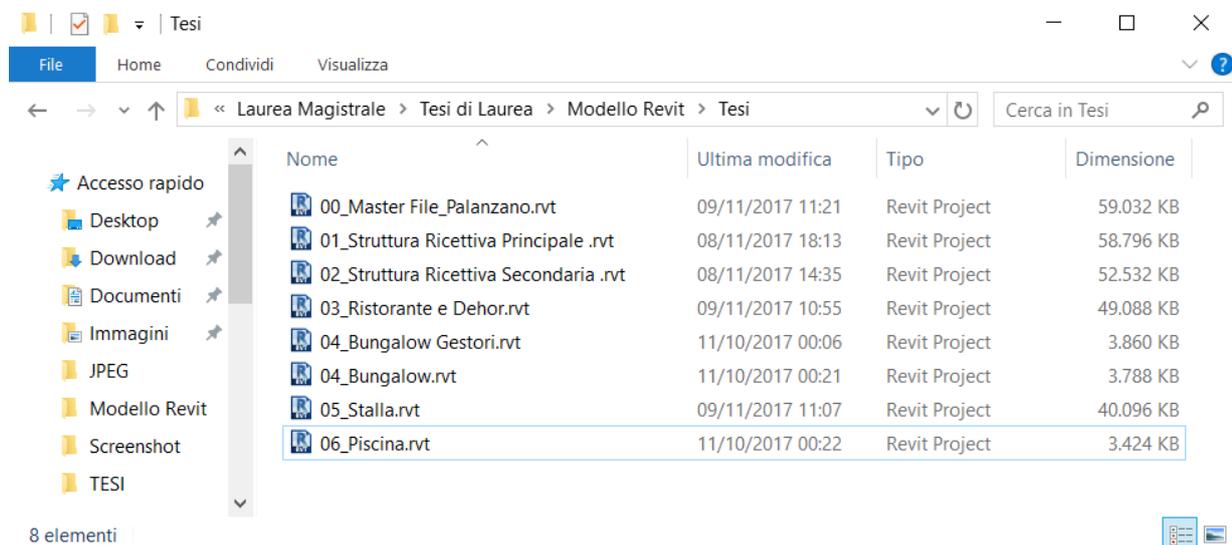


Figura 5.3.10- Screenshot degli file separati collegati sul file centrale

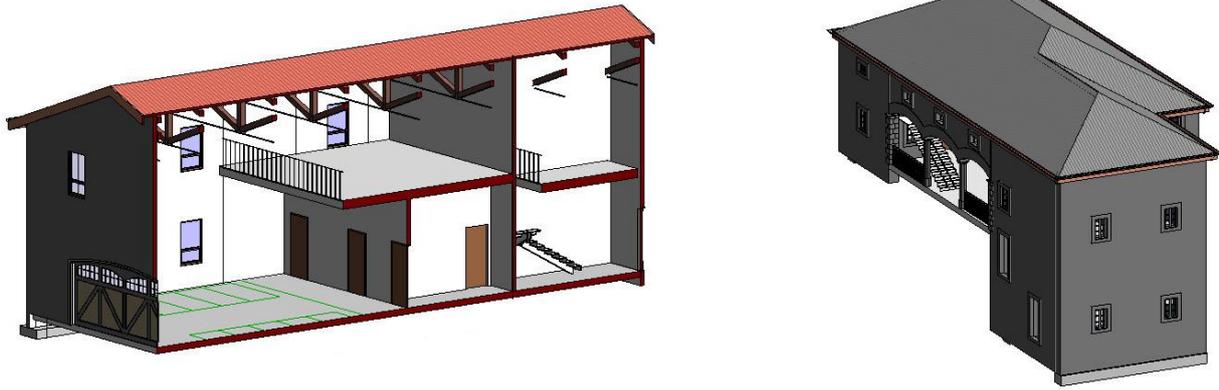


Figura 5.3.11 - Screenshot di edifici gestiti separatamente

Ai software di metodologia BIM si possono installare dei *Plug-in*, i quali sono programmi non autonomi che interagiscono con altri programmi per ampliarne o estenderne le funzionalità originarie. Ad esempio, un plug-in per un software di grafica permette l'utilizzo di nuove funzioni non presenti nel software principale.<sup>36</sup> Per quanto riguarda all'aspetto architettonico del progetto, è stato utilizzato il software Lumion 6. Mediante il Plug-in *Revit to Lumion Bridge 2018* è stato possibile esportare il modello .rvt in un file .dae, apribile su Lumion 6. Una volta importato il modello, mediante questo software è stato possibile realizzare dei render del progetto.

---

<sup>36</sup> Definizione Plug-in, Wikipedia novembre '17



*Figura 5.3.12 - Render del complesso degli edifici*



*Figura 5.3.13- Render del complesso degli edifici*



*Figura 5.3.14 - Render del complesso degli edifici*



*Figura 5.3.15 - Render del complesso degli edifici*

### 5.3.2. Struttura Ricettiva A

Il fabbricato, presenta gravi problemi di aspetto strutturale. Per il recupero di questo patrimonio edilizio degli anni 600' sono necessari interventi di consolidamento delle fondazioni e delle murature portanti. La scelta tecnica di questo intervento si rimanda al capitolo specifico del recupero strutturale. Di fatto, i problemi strutturali non sono l'unico problema da risolvere. Per raggiungere gli obiettivi posti per la realizzazione della struttura ricettiva, dovrà essere completamente rinnovato per quanto riguarda gli aspetti distributivi degli spazi, la copertura, le finiture, i serramenti e gli impianti. In questa ottica, il nuovo progetto si presenta con una nuova distribuzione e nuovi destinazioni d'uso degli spazi.

Per quanto riguarda la facciata, è stato cercato mantenerla invariata ad eccezione di qualche piccola variazione. La stessa cosa non si può dire per la copertura, la quale negli anni ha subito variazioni incongruenti perdendo la sua originalità. Nel progetto è previsto il completo rifacimento della copertura ridandole la sua originalità.



Figura 5.3.16 - Planimetria

Al piano terra si accede alla porta principale esistente che si trova a nord-ovest della struttura. Passando dal porticato si accede in una zona molto accogliente di 39 m<sup>2</sup> dove si trova la reception per l'accettazione e una zona d'attesa collocata vicino al camino originale dell'edificio datato 1635. Dal locale di accettazione si può accedere alla sala del thè oppure alla suite del edificio. La suite è composto di un soggiorno di 23 m<sup>2</sup> due camere da letto matrimoniali di 13 m<sup>2</sup> ciascuna, una camera singola di 11 m<sup>2</sup> ed un locale adibito agli servizi igienici di 10 m<sup>2</sup>. Questa scelta è stata in parte forzata in quanto non era possibile di ricavare gli servizi igienici all'interno delle camere da letto vista la piccola metratura. Il paesaggio che si intravede dalle finestre delle camere è meraviglioso, per sfruttarla al meglio è stato pensato di creare questo insieme di spazi rendendoli disponibili per gruppi e famiglie.

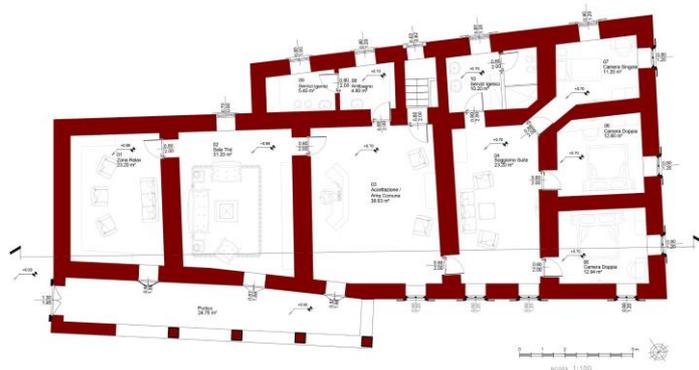
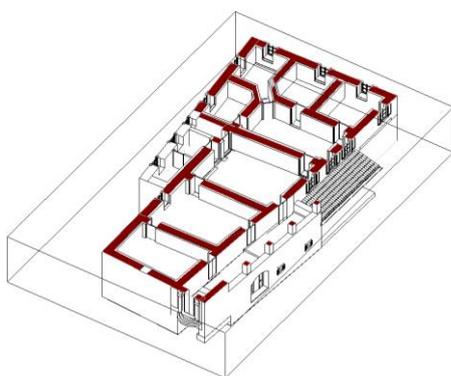


Figura 5.3.17- Pianta Piano Terra



Abaco dei locali				
Numero	Nome	Area	VOLUME	Livello
1	Zona relax	23.20 m <sup>2</sup>	139,2	PPF_Piano Terra
2	Sala Thè	31.20 m <sup>2</sup>	104,52	PPF_Piano Terra
3	Accettazione	38.6 m <sup>2</sup>	115,8	PPF_Piano Terra
4	Soggiorno Suite	23.20 m <sup>2</sup>	74,24	PPF_Piano Terra
5	Camera doppia	12.94 m <sup>2</sup>	38,82	PPF_Piano Terra
6	Camera doppia	12.80 m <sup>2</sup>	38,4	PPF_Piano Terra
7	Camera singola	10.20 m <sup>2</sup>	30,6	PPF_Piano Terra
8	Antibagno	4.80 m <sup>2</sup>	14,4	PPF_Piano Terra
9	Servizi igienici	5.40 m <sup>2</sup>	16,2	PPF_Piano Terra
10	Servizi igienici	10.20 m <sup>2</sup>	39,04	PPF_Piano Terra

Figura 5.3.18 - Abaco di locali Piano Terra

Dall'altro lato della reception è stato collocato una zona relax composto da due ambienti. Il primo è la sala del thè. Il locale di 31 m<sup>2</sup> ha un'altezza di 3,35 m con le travi a vista. Tutta la pavimentazione è stato realizzato in lastre di pietra arenaria, la pietra del posto a km 0, mantenendo la sua originalità. Le pareti, a causa del rinforzo strutturale, hanno una controparete che rende impossibile avere la pietra a vista, ma la combinazione del colore della tinta e la carta da parati rendono l'ambiente molto rilassante. Dalla sala del thè si accede alla torre, con una superficie di 23 m<sup>2</sup>, arredata con comodi poltroni e scaffali di libri. Questa zona ha una doppia altezza di circa 6 m, ragion per cui viene denominata *La Torre*. Dalla zona comune c'è una scala che porta al piano inferiore ma viene usata come scala di servizio.

Al piano inferiore, 1° interrato, è stata collocata una zona SPA, due camere adibite ad uso ricettivo e i locali di servizi. Tutti i suddetti blocchi, hanno delle entrate indipendenti. Alla zona SPA si accede dal lato ovest della struttura sotto il porticato della entrata principale. Subito a destra dell'entrata sono stati collocati gli spogliatoi ed un servizio igienico. La zona spa è composta da due ambienti, in quello a sinistra, con una superficie di 27 m<sup>2</sup>, ci si può servire della doccia scozzese oppure della doccia massaggio. Il locale a destra dell'entrata con una superficie di 31 m<sup>2</sup>, dispone di una vasca ad idromassaggio e una sauna secca. La

pavimentazione, come nel piano superiore, è di lastre di pietra arenaria. Il legno è trattato chimicamente per resistere all'umidità, tuttavia sono stati installati sistemi di areazione per la diffusione del vapore che si genera.

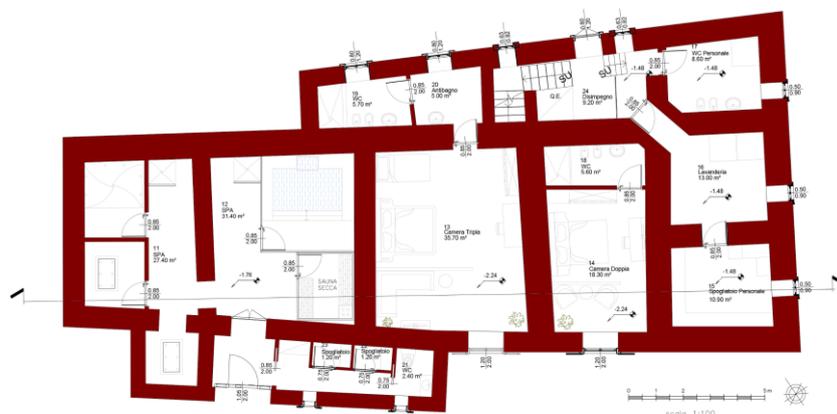
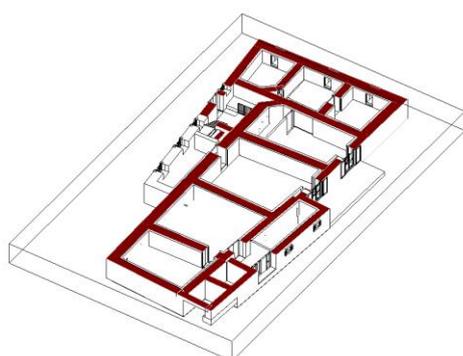


Figura 5.3.19- Pianta Piano -1



Abaco dei locali				
Numero	Nome	Area	Volume	Livello
11	SPA	27,40 m <sup>2</sup>	65,76	PPF_Piano -1
12	SPA	31,40 m <sup>2</sup>	75,36	PPF_Piano -1
13	Camera tripla	35,7 m <sup>2</sup>	96,39	PPF_Piano -1
14	Camera doppia	18,30 m <sup>2</sup>	49,41	PPF_Piano -1
15	Spogliatoio personale	10,90 m <sup>2</sup>	21,255	PPF_Piano -1
16	Lavanderia	13,00m <sup>2</sup>	25,35	PPF_Piano -1
17	Servizi igienici persoante	8,60 m <sup>2</sup>	18,72	PPF_Piano -1
18	Servizi igienici	5,60 m <sup>2</sup>	15,12	PPF_Piano -1
19	Servizi igienici	5,70 m <sup>2</sup>	15,39	PPF_Piano -1
20	Antibagno	5,00 m <sup>2</sup>	13,5	PPF_Piano -1
21	Servizi igienici	2,40 m <sup>2</sup>	5,76	PPF_Piano -1
22	Spogliatoio SPA	1,20 m <sup>2</sup>	2,88	PPF_Piano -1
23	Spogliatoio SPA	1,20 m <sup>2</sup>	2,88	PPF_Piano -1
24	Disimpegno	9,20 m <sup>2</sup>	50,6	PPF_Piano -1

Figura 5.3.20-Abaco deli locali Piano -1

Al piano inferiore, 1° interrato, è stata collocata una zona SPA, due camere adibite ad uso ricettivo e i locali di servizi. Tutti i suddetti blocchi, hanno delle entrate indipendenti. Alla zona SPA si accede dal lato ovest della struttura sotto il porticato della entrata principale. Subito a destra dell'entrata sono stati collocati gli spogliatoi ed un servizio igienico. La zona spa è composta da due ambienti, in quello a sinistra, con una superficie di 27 m<sup>2</sup>, ci si può servire della doccia scozzese oppure della doccia massaggio. Il locale a destra dell'entrata con una superficie di 31 m<sup>2</sup>, dispone di una vasca ad idromassaggio e una sauna secca. La pavimentazione, come nel piano superiore, è di lastre di pietra arenaria. Il legno è trattato chimicamente per resistere all'umidità, tuttavia sono stati installati sistemi di areazione per la diffusione del vapore che si genera.

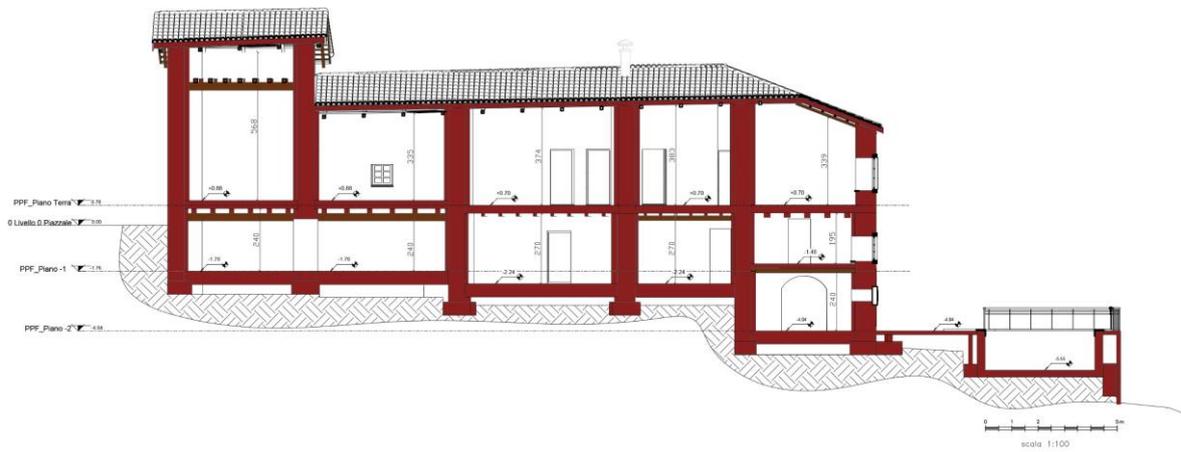


Figura 5.3.21- Sezione Longitudinale

Dalla piazzetta ad ovest dell'edificio, si può accedere alle due camere del piano interrato. La prima camera è una camera tripla con servizi igienici ed una zona di soggiorno. L'area complessiva è di 41 m<sup>2</sup>, da i quali 35 m<sup>2</sup> camera e soggiorno, 5 m<sup>2</sup> il servizio igienico e 5 m<sup>2</sup> l'antibagno. La zona soggiorno è stata creata mediante un



Figura 5.3.23 - Idea del mobile Specchio-TV

separé in legno che permette alla luce di entrare nella zona del letto, è crea uno spazio living sparato. La stessa strategia è stata utilizzata anche per la seconda camera da letto. La seconda si presenta più piccola, con 18 m<sup>2</sup> di camera e soggiorno e 5,6 m<sup>2</sup> di servizi igienici ricavati all'interno della camera. In questo caso si tratta di una camera doppia.



Figura 5.3.22- Separé tra la zona notte e la zona living

Dal lato est dell'edificio si può accedere in un disimpegno dal quale si accede agli locali di servizi oppure al piano superiore. Come nel piano superiore, i locali a sud dell'edificio godono di un paesaggio meraviglioso. In questo caso non è stato possibile ricavare delle camere da letto vista l'altezza dell'interpiano. Già all'inizio l'interpiano si presentava molto basso. Con la nuova stratigrafia del solaio, ha perso altri centimetri. L'altezza del nuovo progetto è di 1,95 m. con una deroga dal comune di Palanzano, i locali si possono adibire a locali di servizio. È stato progettato un servizio igienico per il personale di 8,6 m<sup>2</sup>, una lavanderia di 13 m<sup>2</sup> e uno spogliatoio di 11 m<sup>2</sup>.

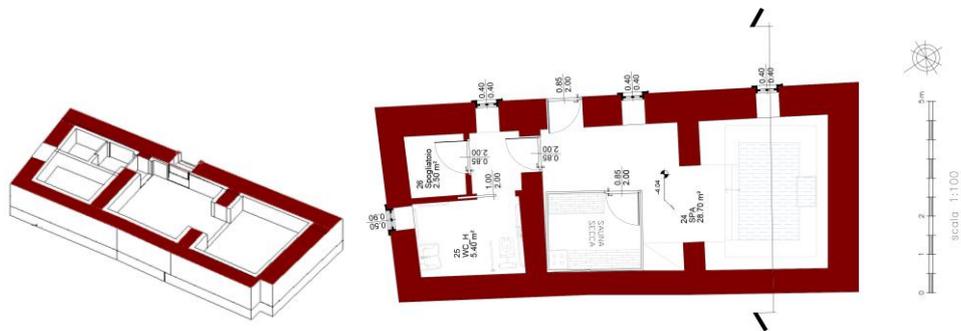


Figura 5.3.24- Pianta Piano -2

Abaco dei locali				
Numero	Nome	Area	Volume	Livello
24	SPA	28.70 m <sup>2</sup>	68,88	PPF_Piano -2
25	Servizi igienici Handicap	5.40 m <sup>2</sup>	12,96	PPF_Piano -2
26	Spogliatoio	2.50 m <sup>2</sup>	6	PPF_Piano -2

Figura 5.3.25 - Abaco dei locali



Figura 5.3.27- Sauna Secca

realizzato uno spazio accessibile. È possibile accedere alla piccola piazzetta a est dell'edificio tramite una rampa con una pendenza minore di 10%. In fondo della piazzetta, è stato progettato un elevatore di carrozzina che abbassa la carrozzina di circa 1,5m potandola ad un terrazzo in legno dal quale ci si può accedere alla SPA, o alla piscina esterna collocato nel terrazzo. Sono riportati dei render di progetto del risultato finale.

Anche il secondo piano interrato, ovvero quello ancora inferiore, è stato adibito ad un locale SPA. La ragione di questa scelta è dovuta al rapporto aereo illuminante degli ambienti. I locali presentano delle finestre caratteristiche di 40x40 cm. Per mantenere la facciata invariata è stato di non adibirlo a camera da letto. Un'altra ragione della scelta, ricade nell'accessibilità degli altri locali. Il locale SPA posto al piano superiore, non è accessibile per le persone portatori di handicap. Nel secondo piano inferiore invece, è stato



Figura 5.3.26 - Vasca idromassaggio



*Figura 5.3.28 - Render del edificio*



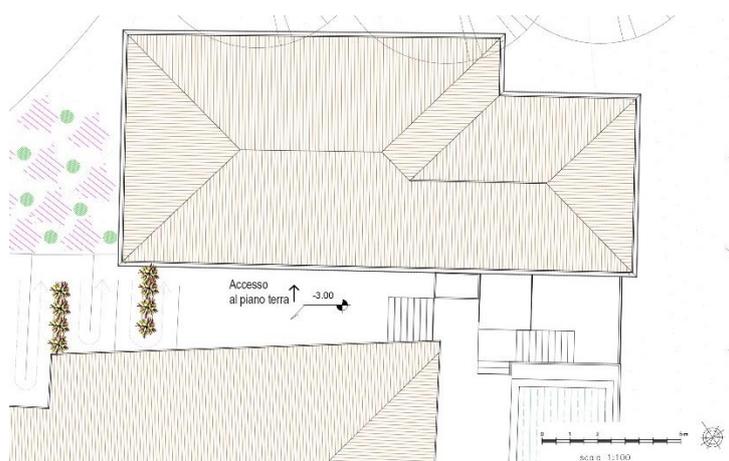
*Figura 5.3.29- Render del edificio*



*Figura 5.3.30 - Render del edificio*

### 5.3.3. Struttura Ricettiva B

Come l'edificio precedente, anche questo si presenta in stato di abbandono. Il fabbricato è stato costruito negli anni 1800 senza poi subire altri ampliamenti. Dall'rilevo effettuato si possono individuare le funzioni che svolgevano gli spazi all'interno del fabbricato. L'entrata si presenta a doppia altezza così come alcuni locali che svolgevano la funzione del fienile. Si nota la mancanza del collegamento verticale con il sottotetto. Nel lato sud dell'edificio si trova un locale rialzato di 70 cm, la presenza del camino, ci fa capire che in parte, l'edificio era destinato all'uso residenziale. L'edificio continua a svilupparsi, parzialmente, su altri due livelli inferiori adibiti a cantine e deposito.



Il nuovo progetto prevede la riqualificazione totale del fabbricato. Il recupero degli ambienti, nel piano terra ed il sottotetto, rendendoli abitabili. A livello strutturale il progetto prevede il consolidamento delle fondazioni ed il rifacimento di tutti i solai.

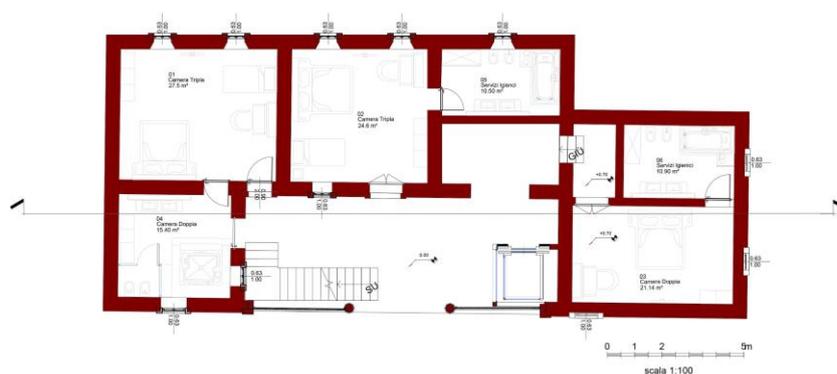
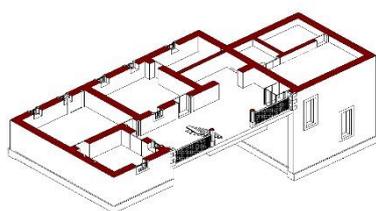


Figura 5.3.31- Pianta Piano Terra



Abaco dei locali				
Numero	Nome	Area	Volume	Livello
1	Camera tripla	27.50 m <sup>2</sup>	74,25	PPF_Piano Terra
2	Camera tripla	24.60 m <sup>2</sup>	66,42	PPF_Piano Terra
3	Camera doppia	21.14 m <sup>2</sup>	57,78	PPF_Piano Terra
4	Servizi igienici	15.40 m <sup>2</sup>	41,58	PPF_Piano Terra
5	Servizi igienici	10.50 m <sup>2</sup>	28,35	PPF_Piano Terra
6	Servizi igienici	10.90 m <sup>2</sup>	29,43	PPF_Piano Terra

Figura 5.3.32 - Spaccato assonometrico dell'edificio al piano terra. Abaco dei locali

Agli spazi destinati ad uso residenziale, si accede da una piazzetta ad ovest dell'edificio, ovvero dalla piazzetta dove è collocato l'ingresso di servizio per l'edificio A. A sua volta, alla piazzetta si accede tramite una rampa morbida con pendenza minore di 10%, il quale rende l'edificio in questione completamente accessibile.

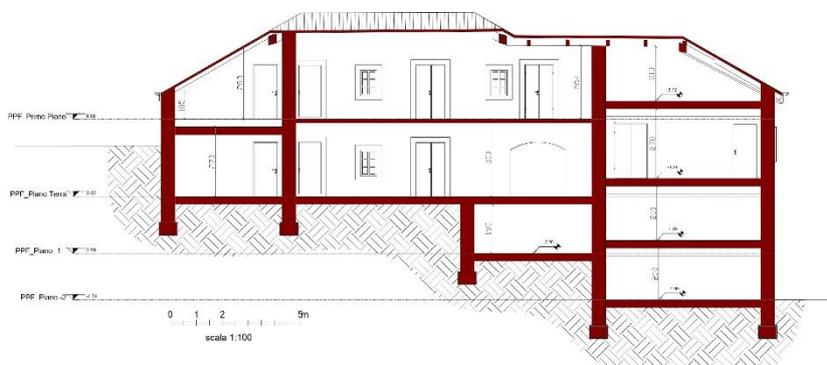


Figura 5.3.33 - Sezione longitudinale dell'edificio

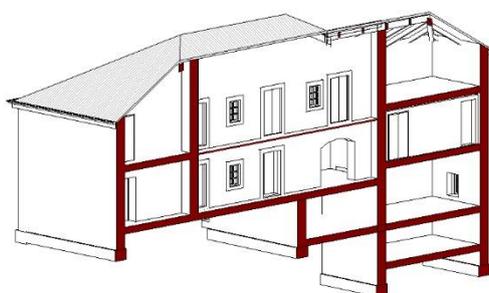


Figura 5.3.34 - Spaccato assometrico dell'edificio

Nel piano terra sono stati ricavati due ampie camere triple di 27,50 m<sup>2</sup> e 24,60 m<sup>2</sup>. Tutte due le camere triple godono di servizi igienici molto ampi e moderni. Lo spazio adibito a servizi igienici alla prima camera tripla, gode di una superficie di 15,40 m<sup>2</sup>, con una vasca ad idromassaggio, doppia specchiera e wc in una cabina vetrata. Nel locale rialzato è stato ricavato una camera doppia di 21,40 m<sup>2</sup> ed uno spazio adibito a servizi igienici di 10,90 m<sup>2</sup>.



Figura 5.3.35 - Render bagno con idromassaggio



Figura 5.3.36 - Servizio igienico visitabile

Nel atrio sono stati progettati una scala in acciaio molto moderna ed un ascensore panoramico vetrato. Quest'ultimo rende accessibile il piano superiore, ovvero il sottotetto. nel piano superiore è stato ricavato la stessa tipologia di camera tripla con locale di servizi igienici di 15,40 m<sup>2</sup> e due



Figura 5.3.37 - Camera doppia di 21mq

camere visitabili. Essendo locali di nuova progettazione, sono stati realizzati accessi senza barriere architettoniche. Questo è il motivo per cui non sono stati realizzati nel piano inferiore, in quanto le entrate dei locali del piano inferiore, presentano delle barriere architettoniche. Le camere visitabili hanno una superficie di 24,60 m<sup>2</sup> e 21,60 m<sup>2</sup> rispettivamente, compreso i servizi igienici. Nello stesso piano, con un rialzo di 80 cm, sono stati ricavati due locali adibiti a spogliatoio per il personale, magazzino e lavanderia.

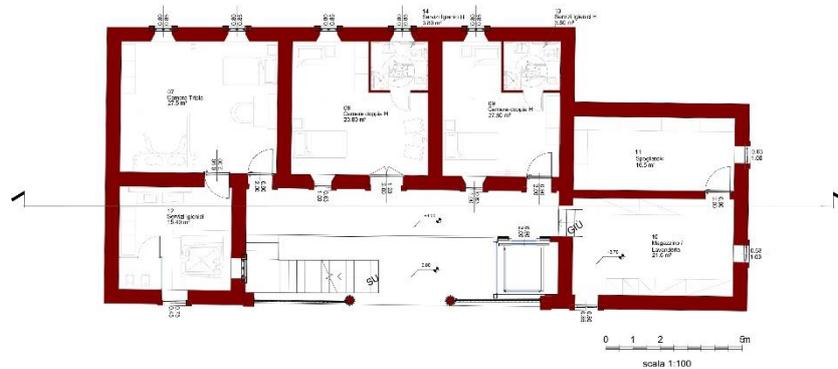
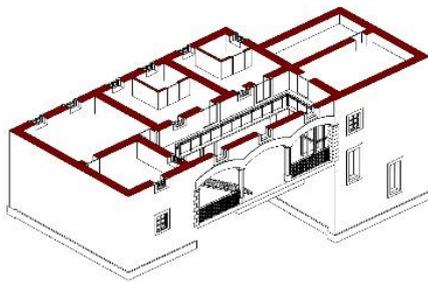


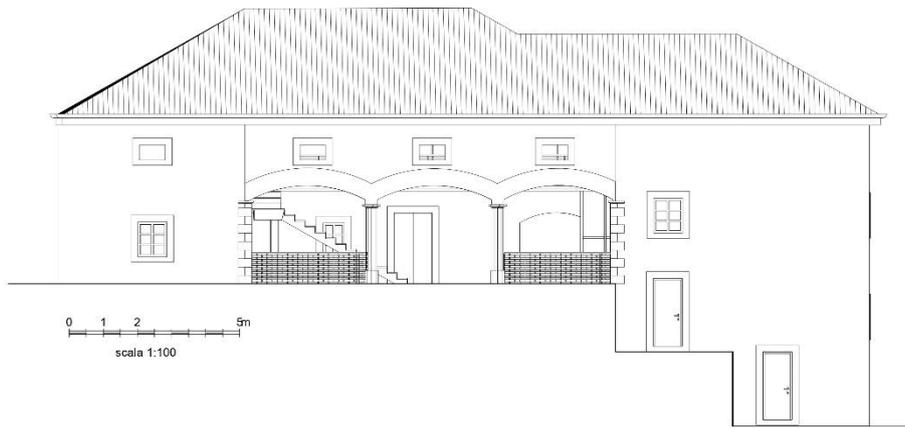
Figura 5.3.38 - Pianta Primo Piano



Abaco dei locali				
Numero	Nome	Area	Volume	Livello
7	Camera tripla	27,50 m <sup>2</sup>	74,25	PPF_Primo Piano
8	Camera doppia H	20,80 m <sup>2</sup>	66,42	PPF_Primo Piano
9	Camera doppia H	18,80 m <sup>2</sup>	57,78	PPF_Primo Piano
10	Magazzino / Lavanderia	21,60 m <sup>2</sup>	41,58	PPF_Primo Piano
11	Spogliatoio	16,50 m <sup>2</sup>	28,35	PPF_Primo Piano
12	Servizi igienici	15,40 m <sup>2</sup>	29,43	PPF_Primo Piano
13	Servizi igienici H	3,80 m <sup>2</sup>	10,26	PPF_Primo Piano
14	Servizi igienici H	3,80 m <sup>2</sup>	10,26	PPF_Primo Piano

Figura 5.3.39 - Spaccato assometrico dell'edificio al primo piano. Abaco dei locali

Come già detto, l'edificio si sviluppa, parzialmente, anche inferiormente. Questi due spazi, sono stati progettati ad essere locali tecnici di impianti e cantina.



*Figura 5.3.40 - Prospetto Ovest*



*Figura 5.3.41 - Render del edificio*



*Figura 5.3.42 - Render del edificio*

#### 5.3.4. Ristorante

Ristorante è uno degli edifici più importanti del progetto da diversi punti di vista. Il recupero del fabbricato è molto complesso sia dal aspetto struttura che quello funzionale distributivo. Per quanto riguarda l'aspetto strutturale, sono stati progettati dei muri di contenimento nella zona sud del edificio per evitare il scivolamento del fabbricato. Le murature perimetrali sono stati consolidati mediante la sottomurazione, inoltre è stato progettato il rinforzo delle murature tramite un'aggiunta di un strato di calcestruzzo armato nel lato interno del fabbricato.

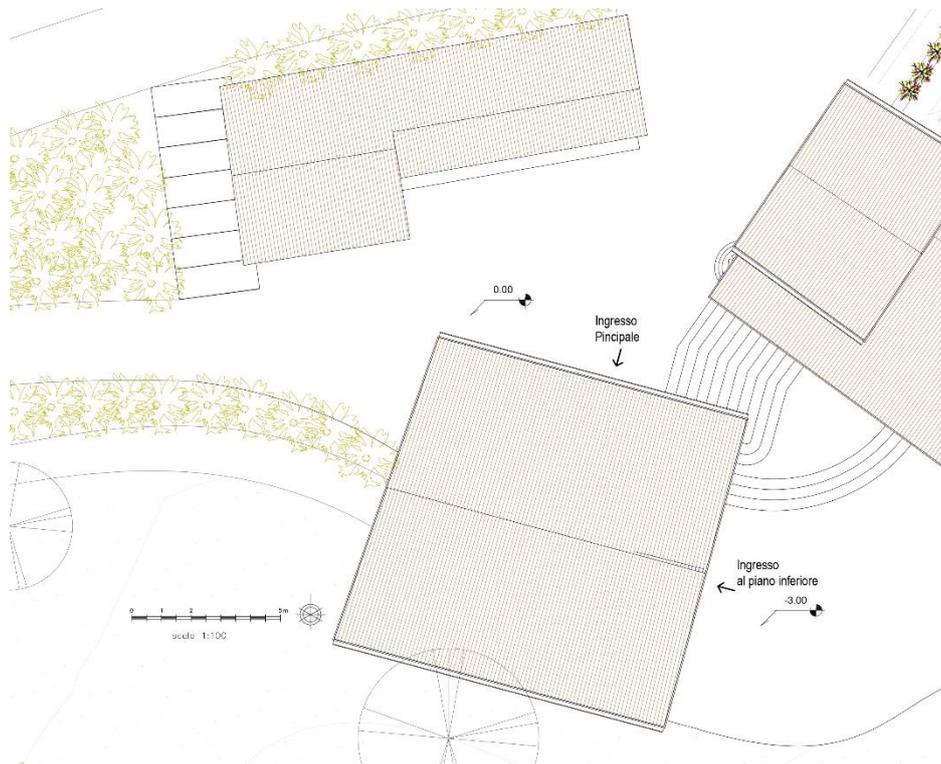


Figura 5.3.43 - Planimetria Generale

Il fabbricato in esame è una stalla sviluppata in due piano. Si può accedere al edificio su ambo i piani tramite due piazzette. L'accesso principale è stato ricavato dal prospetto Nord-Est del edificio in corrispondenza del accesso esistente. Nonostante l'edificio abbia cambiato negli anni, si nota un cordolo di calcestruzzo armato a circa 4 m di altezza dal livello 0, è stato deciso di lasciare invariate le modifiche avvenute negli anni per far vedere la storia dell'edificio. L'apertura esistente è stata chiuso da una parete vetrata nel quale è stato progettato la porta d'ingresso.

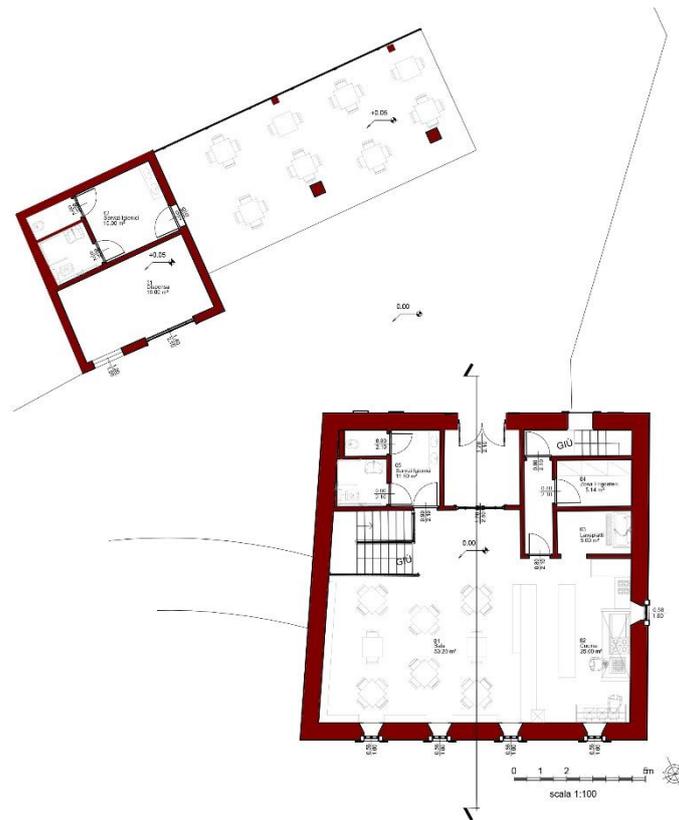


Figura 5.3.44 - Pianta Piano Superiore

La progettazione di un ristorante deve essere preceduta da una pianificazione dettagliata della sua futura organizzazione funzionale. Il locale principale di un ristorante è la sala da pranzo. L'arredamento quindi deve corrispondere alla tipologia dell'esercizio. La posizione di tavoli non dovrebbe essere fissa in modo che possono essere disposti secondo la necessita.

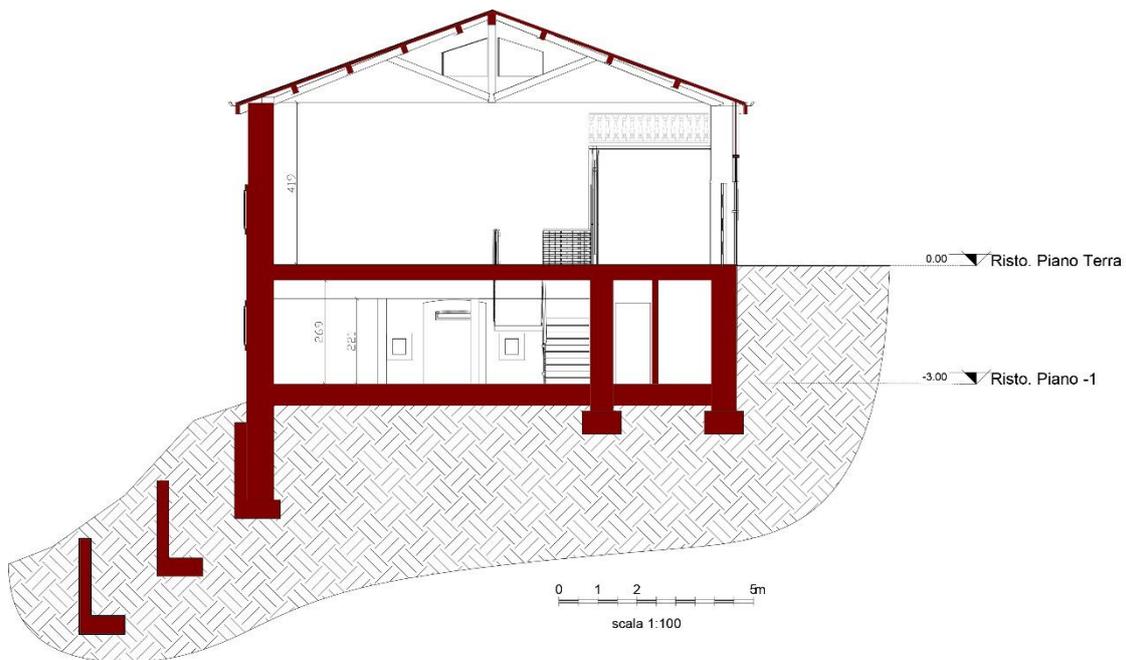


Figura 5.3.45 - Sezione Trasversale

Nel piano terra è stato progettato la sala, gli servizi igienici, la cucina, il locale frigorifero ed il locale per il lavaggio stoviglie. Questo piano è collegato con il piano inferiore tramite due corpi scala, uno per il pubblico, e una sala di servizio per il personale.

Subito all'entrata è stato progettato uno spazio di divisione tra l'ambiente esterno e l'ambiente interno che serve alla clientela per appendere gli abiti e stare comodi in sala. dalla sala si può raggiungere il piano inferiore tramite la scala che si trova subito a destra dell'entrata.

Come mostrato nella Tabella 5.3.1- Superfici minime, l'area minima di una cucina per un numero inferiore a 50 coperti, è di 20 m<sup>2</sup>. È stato progettato una cucina di 25 m<sup>2</sup> perché negli mesi primaverili ed estivi, si possono aumentare i coperti nella ex-tettoia e nella piazzetta davanti all'entrata del piano inferiore, tuttavia il numero dei coperti complessivi non supera i 100. Lo stesso ragionamento vale per la dispensa, il deposito, il lavaggio stoviglie e le unità igieniche.

Superfici minime	Cucine	Dispensa	Lavaggio stoviglie	Deposito	Servizi igienici per il pubblico	Numero
Fino a 50 posti	20 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	Fino a 50 posti	2 unità igieniche divise per sesso
Da 51 a 100 posti	25 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	Da 51 a 100 posti	4 unità igieniche divise per sesso (di cui uno per disabili)
Da 101 a 150 posti	30 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	Da 101 a 150 posti	6 unità igieniche divise per sesso (di cui uno per disabili)
Oltre i 151 posti	Vedi tab. 10				Oltre i 151 posti	proporzionali al n° totale

Tipo di esercizio	Numero di rotazioni	Fabbisogno di superficie della cucina in m <sup>2</sup> per ogni coperto	Fabbisogno di superficie della sala da pranzo in m <sup>2</sup> per ogni posto a sedere
Ristorante di lusso	1	0,7	1,8-2,0
Ristorante con forte ricambio di clientela, per esempio nei centri commerciali	2-3	0,5-0,6	1,4-1,6
Ristorante convenzionale	1,5	0,4-0,5	1,6-1,8
T Trattorie - Pensioni	1	0,3-0,4	1,6-1,8

Arredamento	Posti a sedere	Spazio per servizio al tavolo in m <sup>2</sup> per ogni posto a sedere	Spazio per self-service in m <sup>2</sup> per ogni posto a sedere
Tavolo quadrato	4	1,25	1,25
Tavolo rettangolare	4	1,10	1,25
Tavolo rettangolare	6	1,00	1,05
Tavolo rettangolare	8	1,10	1,10

Passaggi principali	2,00 m
Passaggi intermedi	0,90 m
Passaggi secondari	1,20 m

Tabella 5.3.1- Superfici minime fonte: Neufert<sup>37</sup>

La cucina è progettata per essere a vista con una parete vetrata. Seguendo l'esempio di Eataly, il ristorante è stato progettato per servire anche come uno punto di vendita dei prodotti di produzione propria dell'azienda o prodotti tipici della zona. Nelle pareti sono stati progettati scaffali per il posizionamento dei prodotti in vendita. Essendo la sala con il tetto a vista, quindi un'altezza considerevole, sopra la zona degli servizi igienici e la zona di servizio del ristorante, delle balconate non accessibili con balaustre in legno a vista.



Figura 5.3.46 - Confronto tra lo stato di fatto e lo stato di progetto

<sup>37</sup> Neufert Ernst a cura di Giuseppe Martino Di Giuda, Paolo Piantanida e Valentina Villa. *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*. Milano: Ulrico Hoepli, 2013.

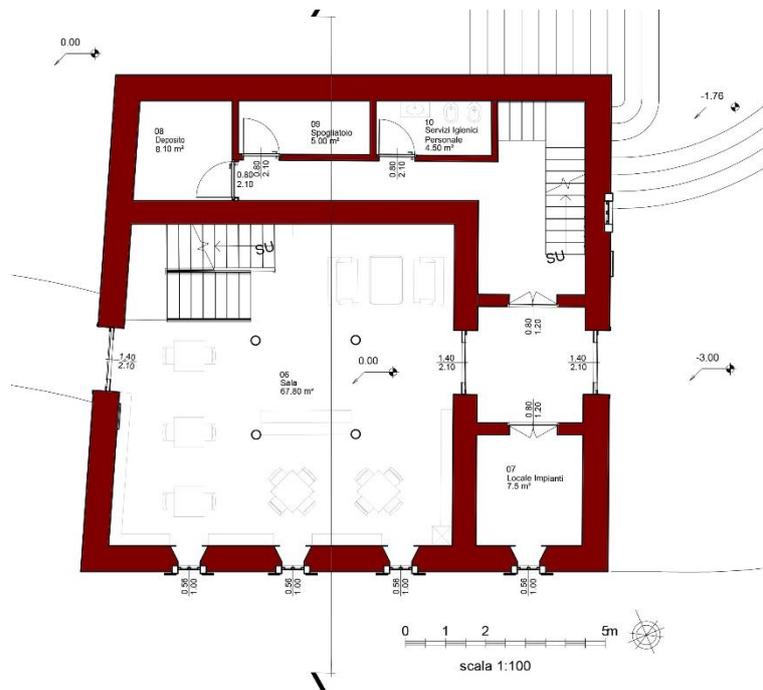


Figura 5.3.47 - Pianta Piano Inferiore



Figura 5.3.48 - Eataly di Via Lagrange Torino

Nel piano inferiore come nel piano superiore, sono stati allestiti degli scaffali per l'esposizione dei prodotti. La sala ha una superficie complessiva di 67 m<sup>2</sup>. Sono stati lasciati a vista due travi trasversali in legno e i quattro pilastri centrali che reggono le due travi. È stato creato una zona più privata con due poltrone da due. Questa sala ha due aperture verso l'esterno, una di esse rimane come porta di servizio per le varie necessità dell'attività. La seconda si apre verso la piazzetta centrale ad est del edificio dove si possono aggiungere dei tavoli negli mesi estivi e primaverili. Sono stati ricavati inoltre dei locali di servizio come il deposito, lo spogliatoio i servizi igienici per il personale e un locale tecnico dove verrà installato l'UTA. Ambo i piani vengono serviti dal medesimo UTA sia per il riscaldamento che per il raffrescamento.



*Figura 5.3.49 - Render dell'edificio*



*Figura 5.3.50 - Render dell'edificio*



*Figura 5.3.51 - Render della ex-tettoia*

### 5.3.5. Casette per vacanze

Per la realizzazione del complesso agroturistico è stato necessario di progettare nuovi spazi di carattere ricettivo. La scelta è stata quella di progettare delle casette in legno per una buona sintetizzazione con la natura.

*Nei villaggi turistici le casette in legno per l'ospitalità devono avere le seguenti caratteristiche tecniche:*

*area di superficie netta non superiore a mq. 70; altezza minima interna di mt. 2,40; tutti gli allestimenti devono essere costituiti da un unico piano, salvo quanto previsto negli strumenti urbanistici approvati; la superficie abitabile, compresa quella dei servizi igienici ed eventuali verande, non deve essere inferiore a mq. 8 per persona; ciascun allestimento non può ospitare più di 6 persone; l'arredamento minimo deve comprendere, oltre ai letti, al tavolo e alle sedie, anche un fornello a gas. L'eventuale bombola a gas deve essere collocata all'esterno.*

In totale sono stati progettati cinque casette in legno. Quattro di essi destinati ad uso ricettivo, e la più grande con tre camere da letto che può ospitare fino a cinque persone, è stata progettata per essere usata dagli gestori del complesso o eventualmente da dipendenti che lavorano nel complesso.

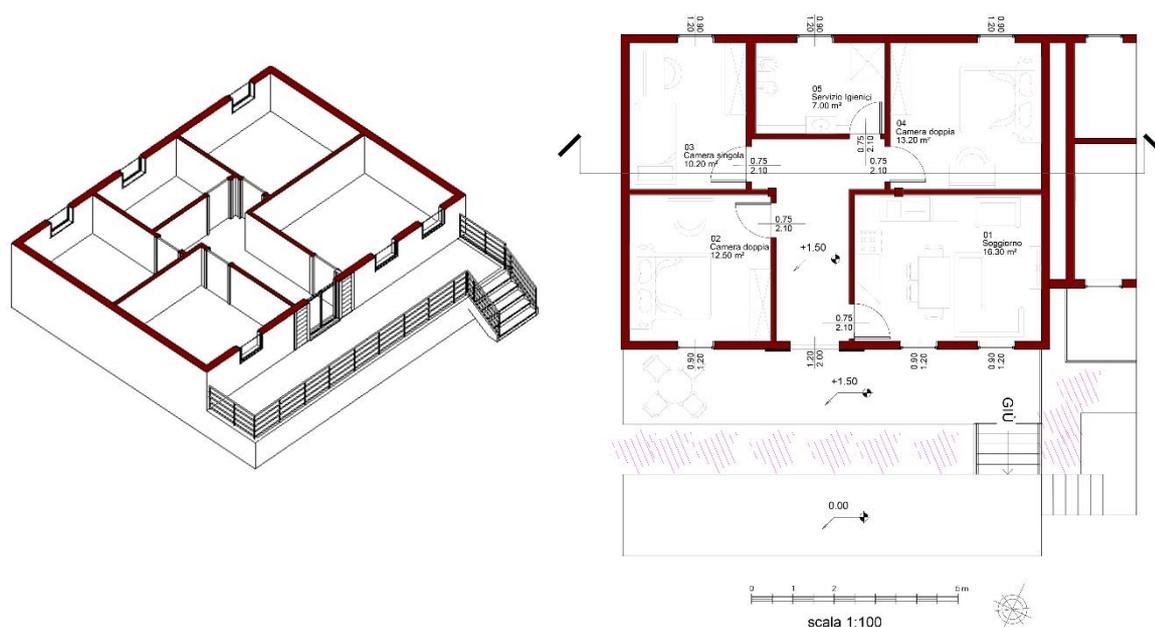


Figura 5.3.52 - Pianta Casetta per cinque persone

Alla casetta si accede dal lato Sud passando da una veranda ampia. L'unità è composta da tre stanze di cui due doppie di 12.50 m<sup>2</sup> e 13.20 m<sup>2</sup> e una singola di 10.20 m<sup>2</sup>. Il soggiorno con la cucina hanno una superficie complessiva di 16.30 m<sup>2</sup>.

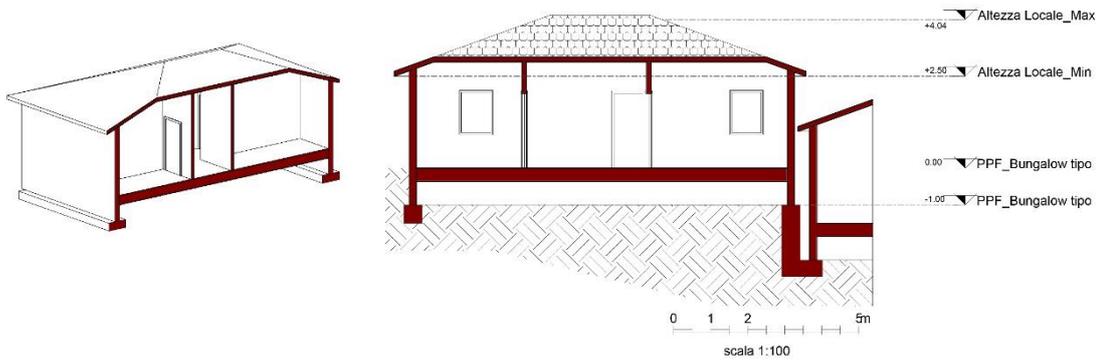


Figura 5.3.53 - Sezione Casetta per cinque persone

La casetta tipo per quattro persone, è pressoché simile a quella del personale. Ha una superficie più piccola e accoglie massimo quattro persone. La progettazione di essi è stata ispirata da una tipologia esistente.

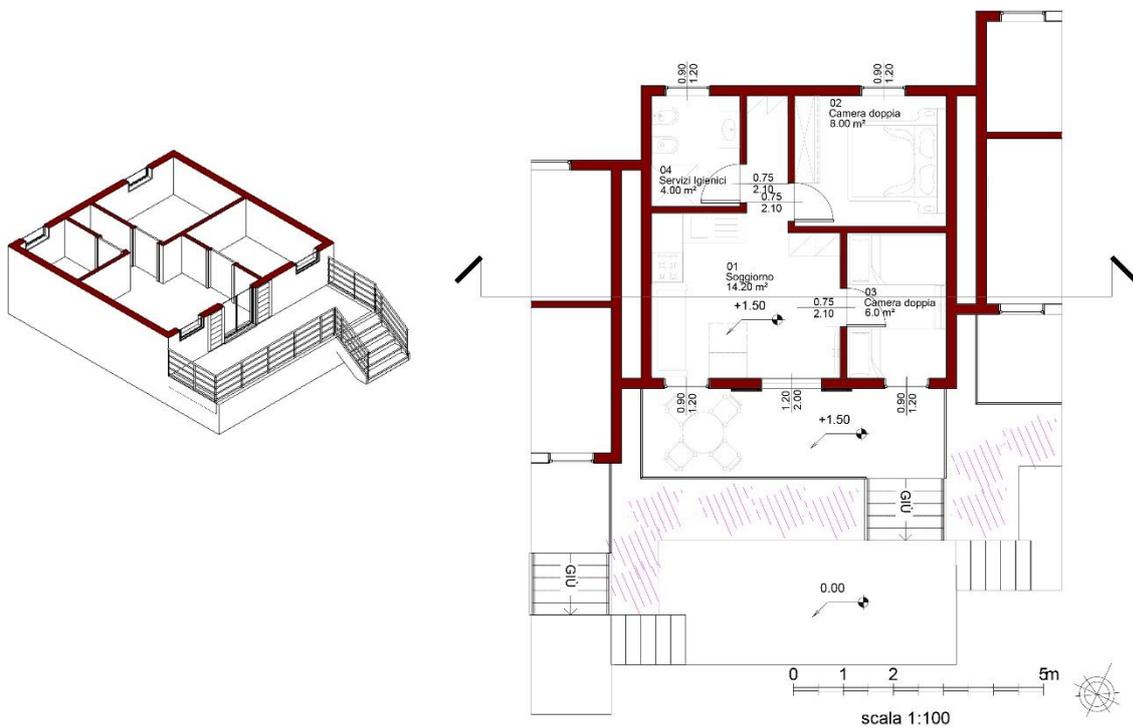


Figura 5.3.54 – Pianta Casetta tipo per quattro persone

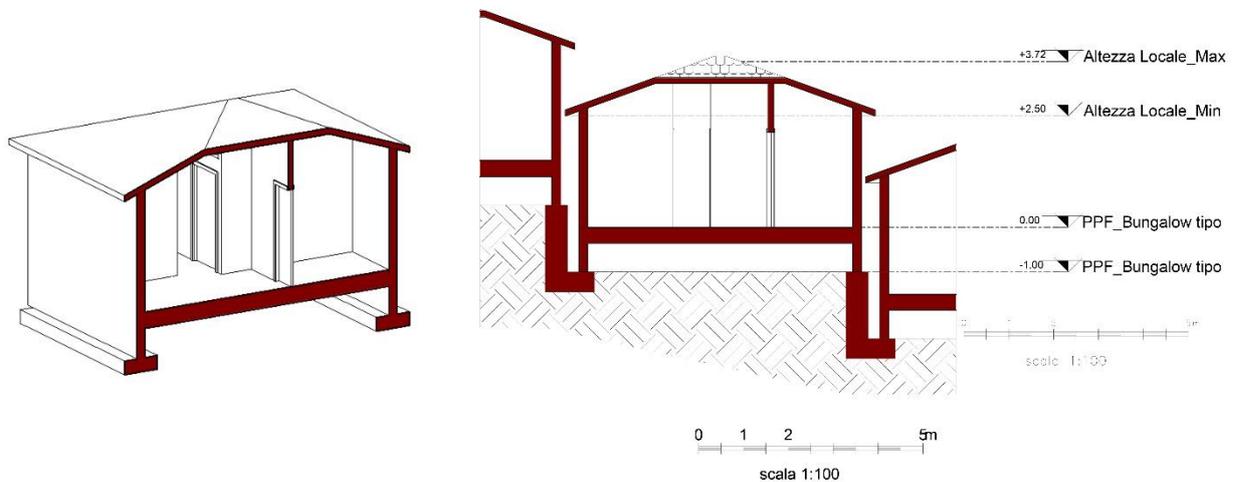


Figura 5.3.55 - Sezione Casetta tipo per quattro persone



*Figura 5.3.56 - Foto Casetta per quattro persone*



*Figura 5.3.57 - Render dell'insieme delle casette*

### 5.3.6. La stalla bovini e l'orto

Nelle aziende in cui è effettuato l'allevamento dei bovini la stalla rappresenta il centro produttivo aziendale. Gran parte delle attività sono collaterali, accessorie e finalizzate a garantire il corretto svolgimento del ciclo di allevamento delle vacche in produzione e della loro riproduzione.

Le strutture classiche dell'allevamento dei bovini sono generalmente costituite da:

- stalle per ricovero animali (comprendenti infermeria e sala parto);
- area di esercizio scoperta (questa zona talvolta può essere assente).

Locali accessori alla stalla possono essere:

- locali per la conservazione degli alimenti e dei lettimi (fienili, sili, pagliai);
- mangimificio, ovvero un locale adibito alla preparazione dei mangimi;
- locali per la raccolta e la conservazione dei prodotti (sala di mungitura)

Prima della progettazione della stalla è stata effettuata una ricerca sul bestiame che viene allevata nella regione e nella zona dove si intende a costruire.

Dal sito della regione di Emilia Romagna, sono stati individuati tre tipi di famiglie bovine. La progettazione è stata effettuata in base alle loro dimensioni.

La stalla libera con zona di riposo a cuccette è la soluzione più diffusa ed oggi è quella più adottata per le vacche da latte sia nelle nuove realizzazioni, sia nelle ristrutturazioni.

I vantaggi della stalla a cuccette si possono sintetizzare in alcuni aspetti. Richiedono minore superficie coperta e assicurano maggiore tranquillità per gli animali ed eliminano le lesioni da schiacciamento. La soluzione della stalla a cuccette offre maggiore pulizia della zona di riposo di conseguenza porta un risparmio sulla manodopera per la cura della zona di riposo.<sup>38</sup>

Lo svantaggio della stalla a cuccette, si riscontra nella minore tolleranza nei confronti di errori di progettazione e/o di esecuzione, se si sbaglia si rischiano numerosi inconvenienti ad esempio: traumi agli animali, scarsa frequentazione delle cuccette, scarse condizioni igieniche ecc.

Sono stati progettati delle cuccette singole a pavimento pieno in pendenza con materassino sintetico e libere anteriormente.

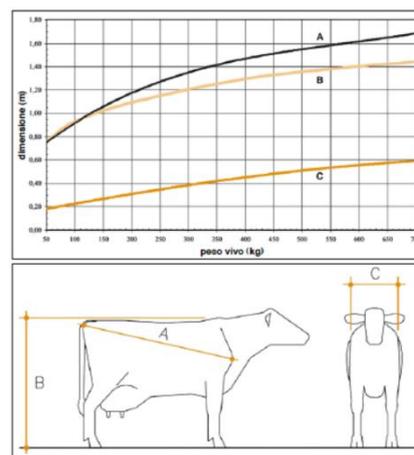


Figura 5.3.58 - Correlazione tra dimensioni corporee ed il peso vivo di

<sup>38</sup> Rossi, Dott. Agr. Paolo. "Seminario C.R.P.A. "Stalle a cuccette per vacche da latte"." Reggio Emilia: C.R.P.A., Maggio 30, 2007.

Il dimensionamento delle cuccette è avvenuto seguendo il grafico della correlazione tra dimensioni corporee ed il peso vivo di bovini.

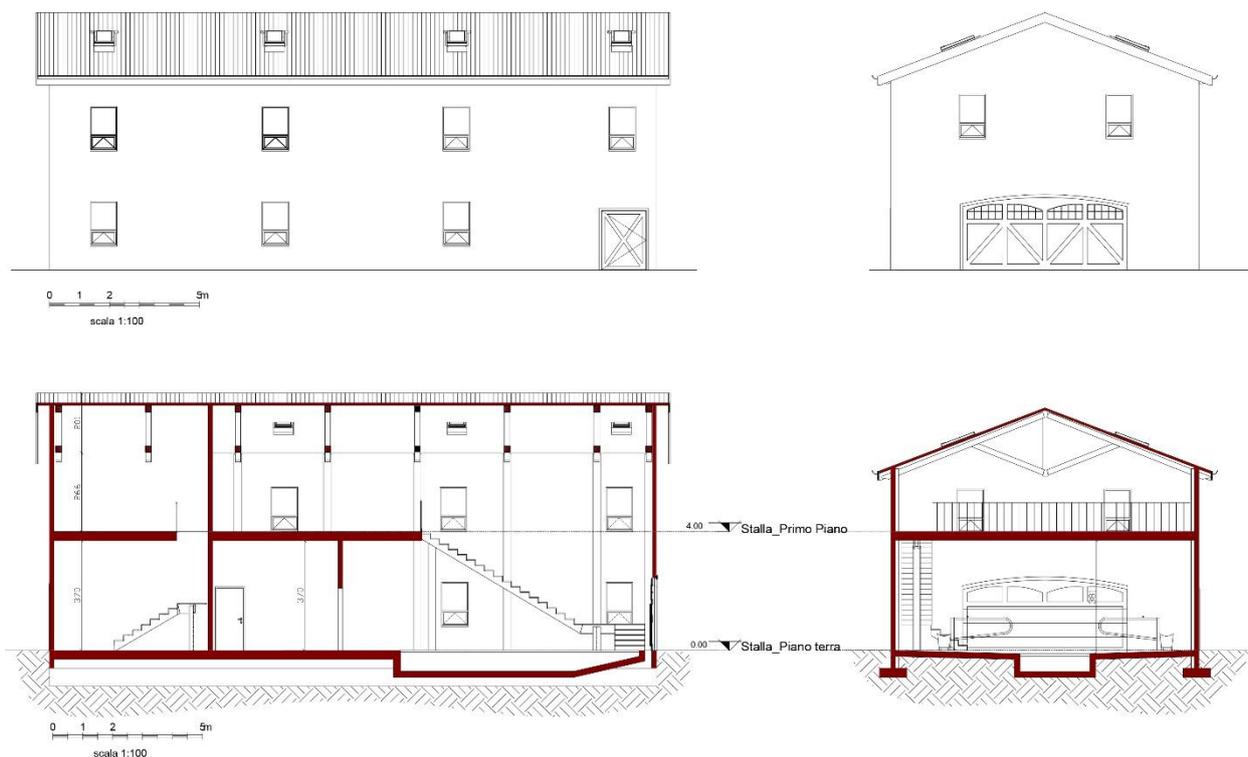


Figura 5.3.59 - Sezioni Longitudinali e Trasversali. Prospetti Est e Sud

Nelle cuccette, come risulta evidente dalla Figura 5.3.60 - Sezione cuccetta, si distinguono essenzialmente due parti: la zona per il corpo dell'animale (LU2), che deve permettere un decubito confortevole e deve limitare i rischi di contusioni contro elementi strutturali della cuccetta; la zona per la testa dell'animale (LU3), che deve consentire lo slancio della testa in avanti durante la fase di passaggio dalla posizione di decubito alla posizione eretta.

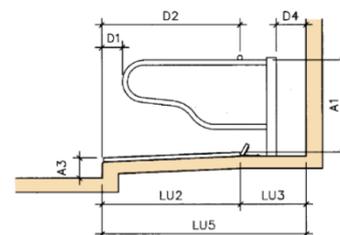


Figura 5.3.60 - Sezione cuccetta

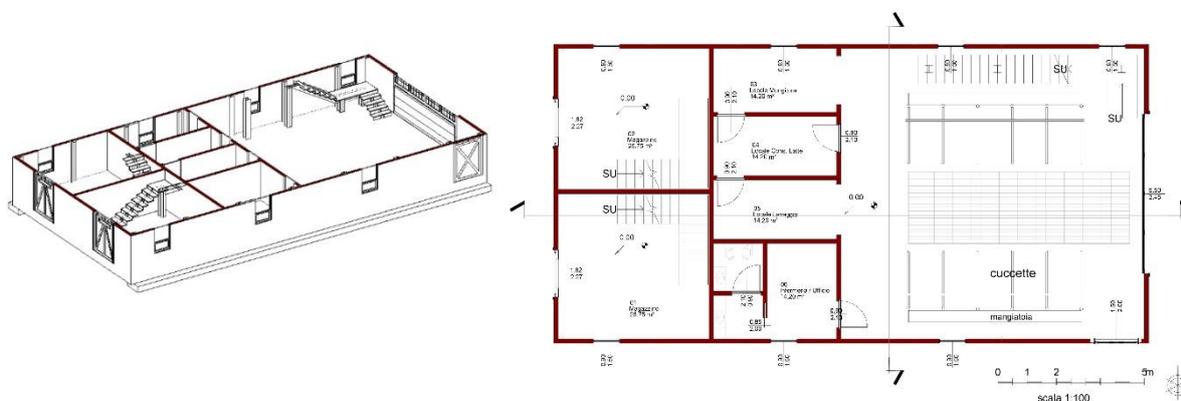


Figura 5.3.61 - Piano terra stalla bovini

Al piano terra si accede dal lato Est dove sono collocati 10 cuccette per bovini. come si vede dalla sezione, la pavimentazione delle cuccette ha una pendenza per il scivolamento dei liquami. Al centro dei due blocchi di cuccette vi è una fossa con una griglia per la raccolta dei liquami la quale viene pulita periodicamente tramite un attrezzo apposito. È stato progettato un locale di 14.20 m<sup>2</sup> destinato a ufficio e infermeria. Il locale comprende anche i servizi igienici. Inoltre sono stati collocati tre locali destinati per la mungitura, la conservazione del latte ed il lavaggio degli animali. Sopra i locali di servizio è stata progettata una area di 68 m<sup>2</sup> per la raccolta del fieno. Questa area si raggiungere tramite una scala metallica posta nella parete a Nord.

Dal lato Ovest, si può accedere alla stalla in due locali simmetrici suddivisi in due piano e destinati a magazzini e deposito per varie necessita di tutto il complesso turistico.

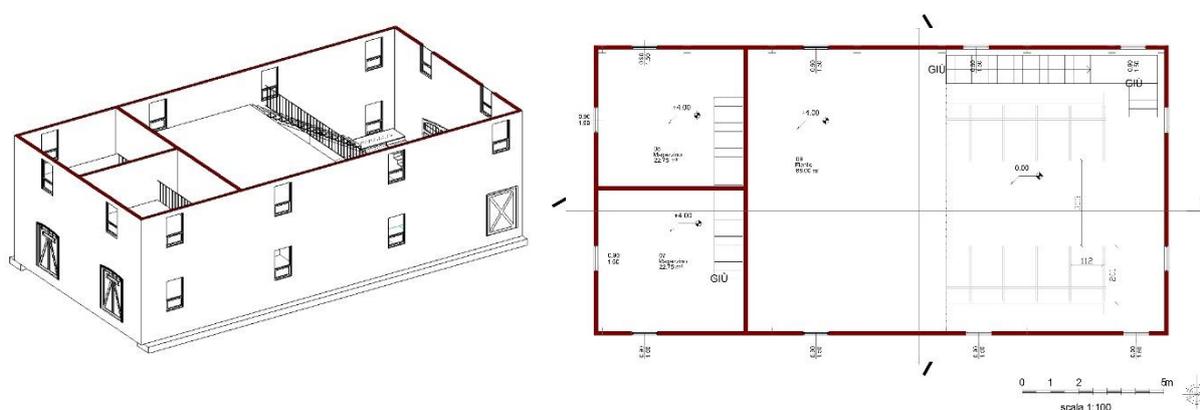


Figura 5.3.62 - Piano primo della stalla di bovini

L'Emilia Romagna è soprannominata con il nome "food valley", grazie alle tantissime varianti di prodotto tipici, terra di prodotti enogastronomici. La fama è dovuta soprattutto a due perle gastronomiche, ovvero il prosciutto di Parma e il Parmigiano Reggiano, che sono diventati famosi in tutto il mondo.<sup>39</sup>

Oltre agli prodotti citati, il terreno della regione Emilia Romagna coltiva una vasta scelta di ortaggi e frutta come i funghi di Borgotaro, Asparago verde di Altedo, pera e pesca dell'Emilia Romagna, Patate e tanti altri cereali e frutta. Nel nostro progetto è stato realizzato un orto piccolo per coltivare i prodotti tipici della zona ai fini di consumazione e vendita nel ristorante.

<sup>39</sup> [www.cibo360.it](http://www.cibo360.it)



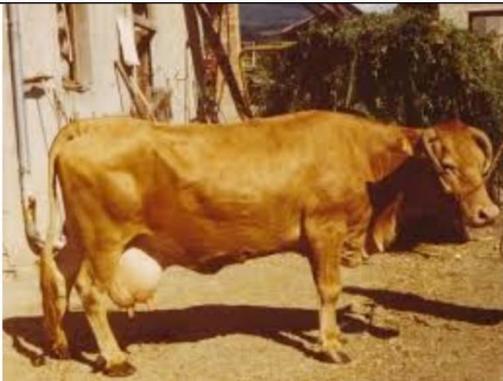
*Figura 5.3.63 - Render della stalla di bovini. Entrata Est*



*Figura 5.3.64 - Render della stalla di bovini. Entrata Ovest*



*Figura 5.3.65 - Render del orto*

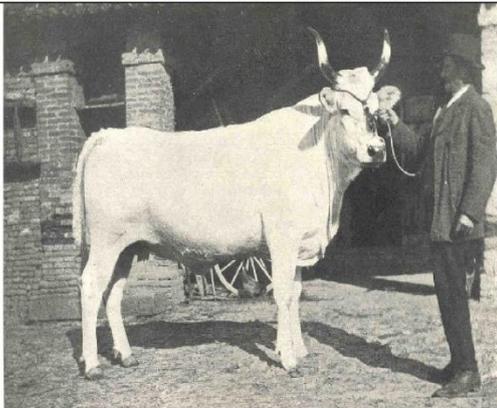
<b>Famiglia:</b> Bovidae			<b>Genere:</b> <i>Bos</i>			<b>Specie:</b> <i>taurus</i>		
<b>Nome comune:</b> Ottonese				<b>Codice iscrizione Registro nazionale:</b>				
<b>Sinonimi accertati:</b> Varzese, Tortonese, Cabellotta, Montana rossa, Bobbiese, Biunda								
<b>Sinonimie errate:</b>								
<b>Denominazioni dialettali locali</b> Biunda								
Data inserimento nel repertorio:								
<b>Accessioni valutate</b>						<b>N. riproduttori</b>		<b>Anno d'insediamento</b>
Az. Agr Dalmolino						11		
Az. Agr. Valcavi Mario						3		
<b>Luoghi di conservazione <i>ex situ</i>:</b>								
								
				<p align="center"><b>PESI E MISURE SOMATICHE</b></p> <p>Secondo rilevamenti del Bonadonna il peso dei tori variava dai 4 ai 5 quintali, con un'altezza al garrese di m 1,2 - 1,3. Le vacche pesavano in media 3,5 quintali con un'altezza media al garrese di m 1,1. Alla fine degli anni Settanta alcune misure somatiche risultano variate, infatti i tori misuravano al garrese m 1,5 con un peso medio di 6 quintali. Le vacche riportavano un'altezza al garrese di m 1,3 con un peso medio di 4-5 quintali (tale mutamento sembra da imputare all'uso di tori Reggiani).</p>				
<b>Dati biometrici</b>			<b>Maschi</b>			<b>Femmine</b>		
Altezza al garrese (cm)			150			130		
Peso (kg)			600			400-500		
Taglia			medio-piccola					

<b>Famiglia:</b> Bovidae	<b>Genere:</b> <i>Bos</i>	<b>Specie:</b> <i>taurus</i>
<b>Nome comune:</b> Reggiana		<b>Codice iscrizione Registro nazionale:</b>
<b>Sinonimi accertati:</b> Fromentina, Formentina,		
<b>Sinonimie errate:</b> Nostrana		
<b>Denominazioni dialettali locali</b> Formentina		
Data inserimento nel repertorio:		
<b>Accessioni valutate</b>	<b>N. riproduttori</b>	<b>Anno d'insediamento</b>
Az. Agr Zanelli	50	
Az. Agr. Valcavi Daniele	15	
Az. Agr. Valcavi Mario	30	
<b>Luoghi di conservazione <i>ex situ</i>:</b>		



**PESI EMISURE SOMATICHE**

<b>Dati biometrici</b>	<b>Maschi</b>	<b>Femmine</b>
Altezza al garrese (cm)	145-155	140-145
Peso (kg)	900- 1000kg	650-700 kg
Taglia	mediA	

<b>Famiglia:</b> Bovidae		<b>Genere:</b> <i>Bos</i>		<b>Specie:</b> <i>taurus</i>	
<b>Nome comune:</b> Bovino Romagnolo			<b>Codice iscrizione Registro nazionale:</b>		
<b>Sinonimi accertati:</b>					
<b>Sinonimie errate:</b> Bolognese, Ferrarese					
<b>Denominazioni dialettali locali</b>					
Data inserimento nel repertorio:					
<b>Accessioni valutate</b>			<b>N. riproduttori</b>		<b>Anno d'insediamento</b>
Az. Agr					
Az. Agr.					
<b>Luoghi di conservazione <i>ex situ</i>:</b>					
					
					
<b>PESI E MISURE SOMATICHE</b>					
<b>Dati biometrici</b>		<b>Maschi</b>		<b>Femmine</b>	
Altezza al garrese (cm)		155-158		139-144	
Peso (kg)		1200-1300		650-700	
Taglia		medio-grande			

### 5.3.7. La Piscina

L'obiettivo è quello di avere ospiti per una media tra 5 e le 7 giorni di pernottamento. A questo scopo è stato progettato una piscina che diventa un punto focale del progetto e da un valore aggiuntivo al complesso turistico. La vasca ha una superficie di 130 m<sup>2</sup> con una larghezza di 6.7 m e una lunghezza di 17 m e una profondità massima di 2 m. Il bordo della piscina è abbassato di 60 cm dalla pedana in legno a doghe dove sono posizionati le sedie a sdraio. Nella pedana sono stati progettati due spogliatoi, un servizio igienico ed un locale per l'impianto della pulizia della piscina. La vasca è rivestita con pietra arenaria richiamando lo stile degli edifici esistenti.

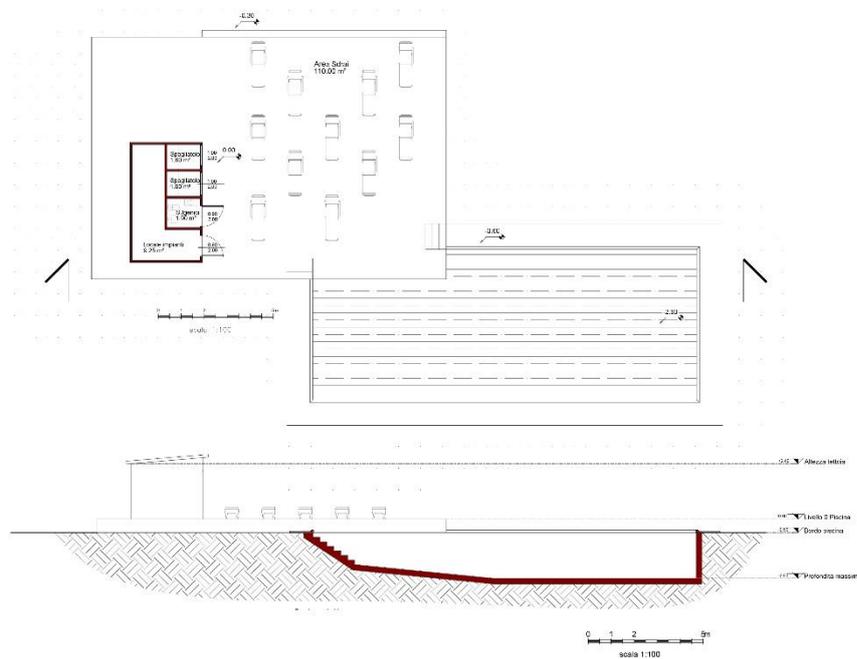


Figura 5.3.66 - Pianta e sezione della piscina



Figura 5.3.67 - Render della piscina

## 6. Approfondimenti sul recupero della Struttura Ricettiva A

Alla fine del capitolo 4 si è fermato alla modellazione dello stato di fatto della struttura ricettiva A. nel modello dello stato di fatto, è stato impostato su ogni elemento modellato, la sua fase di creazione la sua eventuale fase di demolizione. Sul software utilizzato, Revit Architecture 2018, andando ad impostare la fase di visualizzazione, ad esempio Stato di Progetto, riusciamo a vedere tutti gli elementi che non sono soggetti a demolizione.

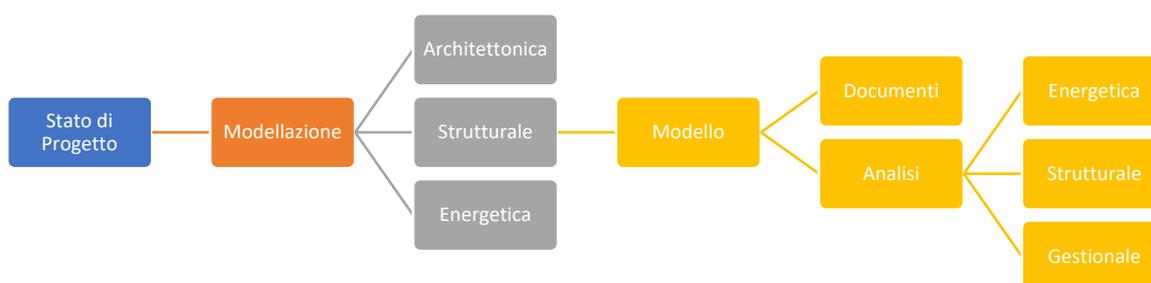


Figura 5.3.1 - Workflow Stato di Progetto

A questo punto, inizia un nuovo workflow, ovvero il flusso di lavoro nello stato di progetto. Come per lo stato di fatto, anche nello stato di progetto si procede andando a modellare su diversi aspetti separatamente. Come già spiegato nel capitolo delle patologie che presentano gli edifici da recuperare, bisogna fare diversi ragionamenti sull'aspetto architettonico, strutturale, impiantistico e quello energetico. Una volta finito la modellazione, abbiamo sottomano un modello. Dal modello possiamo estrapolare diversi documenti necessari nel processo edilizio, oppure potremmo eseguire diversi analisi di carattere energetico, strutturale, gestionale ecc.

Negli sotto capitolo successivi si va ad analizzare tutti gli aspetti suddetti separatamente, andando a spiegare tutti gli ragionamenti e l'iter procedurale. In questo capitolo si cerca di spiegare il ruolo della progettazione parametrica nel processo di recupero

## 6.1. Recupero Architettonico

### 6.1.1. Progetto architettonico nell'ambiente BIM

Il punto di partenza della modellazione architettonica, è il modello dello stato di fatto. La progettazione architettonica non può non iniziare dagli schizzi fatti a mano dall'architetto o eventualmente di un'altra figura professionale che si occupa del progetto architettonico. Avendo il vincolo della conservazione della facciata, in questo caso, c'era poco da schizzare per quanto riguarda il prospetto, perché tuttavia ci sono stati piccoli alterazioni del prospetto Ovest. Per quanto riguarda la nuova distribuzione degli spazi, la progettazione schematica è stata molto utile come punto di partenza. In questa fase di lavoro, si è deciso quale elemento dello stato di fatto verrà mantenuto, alterato oppure demolito.



Figura 6.1.1 - Workflow del recupero architettonico

Gli elementi architettonici modellati già nello stato di fatto, sono stati realizzati tramite la modellazione *In Place* mediante il quale si possono modellare elementi o componenti locali specifici di questo progetto. Questo strumento è stato utilizzato anche per gli elementi specifici antichi i quali sono stati trovati in vendita.



Figura 6.1.2 - Vasca antica in pietra arenaria

Come si vede nella Figura 6.1.4 nel modello della vasca, ci sono anche altre informazioni riguardo il sito dove è stato trovato, il costo, il codice assegnata dalla azienda venditrice, la foto ecc. In questo modo la figura professionale che ha inserito questo elemento nel progetto, passa informazioni utili all'altra figura professionale che si occupa con gli acquisti, chi si occupa con la redazione del computo metrico estimativo.

In questa ottica, sono stati trovati altri elementi antichi, prevalentemente di arredamento, in pietra arenaria che contribuiscono nella conservazione dell'originalità dell'edificio.



Figura 6.1.3 - Elementi antichi in pietra arenaria

Proprietà del tipo

Famiglia:  Carica...

Tipo:  Duplica...  
Sinomina...

Parametri tipo

Parametro	Valore
<b>Dati identità</b>	
Immagine tipo	2881446831392.jpg
Nota chiave	Vasca
Modello	
Produttore	
Commenti sul tipo	
URL	<a href="http://www.materialiantichi.com/ra">http://www.materialiantichi.com/ra</a>
Descrizione	Vasca in pietra arenaria
Descrizione assieme	
Codice assieme	27P
Contrassegno tipo	SRA_ARR_VASCA
Costo	1159.00
Numero OmniClass	
Titolo OmniClass	
Nome codice	

<< Anteprima    OK    Annulla    Applica

Figura 6.1.4 - Proprietà della Vasca in pietra arenaria

Per la realizzazione delle finestre, sono stati creati delle famiglie per i diversi tipi che sono presenti nell'edificio, assegnandoli parametri che variano dalla finestra alla finestra. Il progetto prevede la sostituzione di tutte le porte e le finestre replicando i modelli esistenti in facciata adeguando le loro caratteristiche di trasmittanza secondo la normativa vigente.

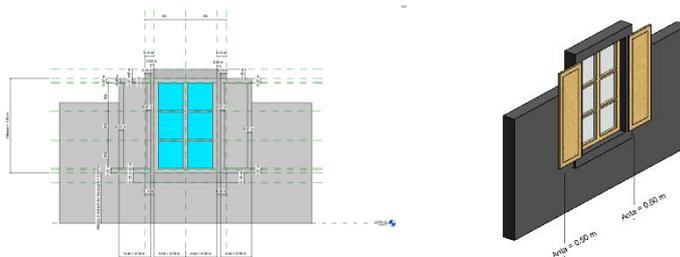


Figura 6.1.5 - Creazione della famiglia della finestra denominata Tipo\_1

Per quanto riguarda l'impetrazione di oggetti BIM di nuova costruzione, quali, le porte di entrata al primo e secondo piano interrato, ci si può appoggiare alla libreria di Revit che contiene un gran numero di famiglie predefinite. Questa soluzione va molto bene per una progettazione preliminare dove importante è avere una sagoma definita della finestra oppure della porta. Per una progettazione più dettagliata, Lod 400, si possono implementare oggetti BIM forniti dagli produttori stessi. La Internrom, azienda produttrice di infissi, o anche la Velux, azienda specializzata nelle finestre da montare sulle coperture, ha creato il suo catalogo di famiglie. Una volta una loro finestra è introdotta in Revit, è possibile aver le dimensioni disponibili di quel specifico modello, gli spazi ausiliari necessari all'intorno, i tipi di finiture disponibili e la composizione dei materiali. Inoltre le famiglie rese disponibili dagli produttori, hanno nelle loro informazioni, il codice del prodotto per avere il riferimento inconfondibile ed il prezzo, che è molto utile nella valutazione del computo metrico estimativo.

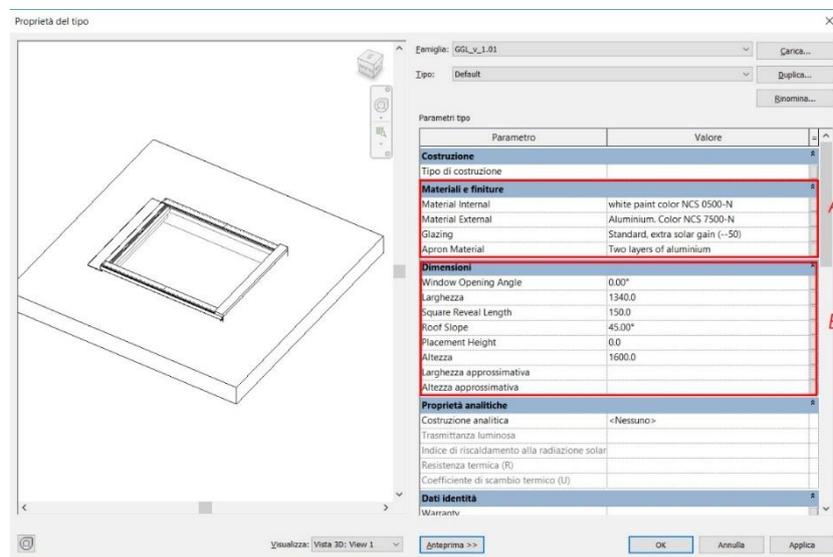


Figura 6.1.6 - Proprietà della finestra GGL\_v\_1.01

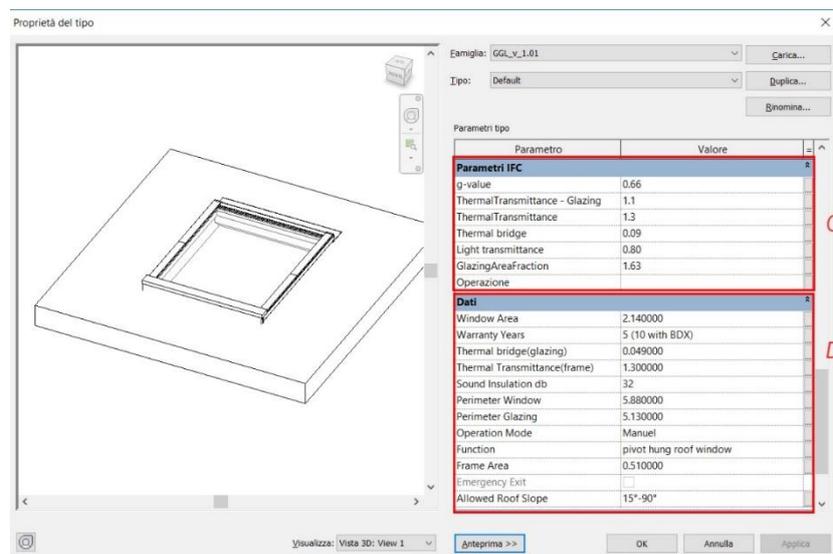


Figura 6.1.7 Proprietà della finestra GGL\_v\_1.01

Nella Figura 6.1.6 e Figura 6.1.7 è riportata la tabella delle proprietà di una finestra velux (utilizzata nel progetto, ma non nell'edificio specifico) scaricata in format .rvt dal sito del produttore. Nel quadrato A possiamo consultare le informazioni riguardanti le materiali e le finiture. Nel quadrato B possiamo consultare le informazioni riguardanti le dimensioni, i quali sono parametri che si possono variare secondo la necessità (rimanendo sempre nei limiti imposti dal produttore derivanti dalla fattibilità dell'oggetto). I quadrati C e D riportano informazioni utili sulla trasmittanza e i valori acustici.

A livello strutturale, ci sono stati diversi problemi dell'edificio, e di conseguenza è stata progettata la loro soluzione. Entreremo nel dettaglio nel capitolo successivo, ciò che a noi interessa in questo capitolo è la loro soluzione con le variazioni che comportano. Il rinforzo delle murature, ad esempio, comporta una riduzione della superficie netta.

La soluzione progettuale per il rinforzo delle murature, è stata quella di creare due strati di 5 cm di calcestruzzo armato a filo della muratura in ambo i lati di essa. La realizzazione di questa soluzione in Revit, si potrebbe effettuare in due modi, ambo validi con i loro vantaggi e svantaggi.

La prima consiste nel creare un altro muro con tutta la stratigrafia dettagliata. Questa soluzione è molto vantaggiosa per la reazione del modello energetico in quanto contiene informazione utile riguarda la sua trasmittanza. Lo svantaggio di questa soluzione, è che nelle tavole architettoniche non possiamo distinguere il rinforzo come nuova costruzione e la muratura esistente come invariata, ma comparerebbe tutta la muratura come nuova costruzione. In questo modo non si ha una giusta valutazione delle opere da realizzare e del costo dell'intervento.

La seconda soluzione consiste nel affiancare alla muratura esistente un altro muro con la nuova stratigrafia. I vantaggi e gli svantaggi sono uguali opposte alla soluzione precedente. In questo caso abbiamo una giusta valutazione delle opere da realizzare con il relativo costo. Lo svantaggio è che non si può generare un idoneo modello energetico in quanto non è possibile riconoscere le caratteristiche della muratura nel suo complesso.

La scelta di adottare la prima o la seconda soluzione, dipende dalle finalità del progetto. In questo caso è stato scelto la seconda soluzione in modo da poter estrapolare dalle tavole comparative dello stato di fatto e lo stato di progetto, in questo modo abbiamo una valutazione giusta dell'intervento che servirà successivamente per la simulazione della realizzazione dell'intervento. Per quanto riguarda il modello energetico, lo svantaggio di questa soluzione, nel capitolo 6.3 verrà spiegata la procedura adottata.

L'abaco, è lo strumento che Revit utilizza per mettere a disposizione a tutti gli attori del processo edilizio, tabelle, elenchi e computi che vengono estratti direttamente dalle proprietà degli elementi del modello. Gli abachi sono viste in progetto sotto forma di liste che catalogano tutti gli elementi del modello e le loro relative informazioni quali: oggetti, materiali, quantità, aree, volumi ecc. in conclusione di un progetto,

compilare le liste degli elementi e dei componenti è un lavoro molto noiosa e lungo ed è molto vulnerabile agli errori.

La capacità di creare ed aggiornare velocemente gli abachi è uno dei punti più forti dei sistemi BIM, in particolare di Revit. Ogni cambiamento apportato all'abaco, viene riflesso al modello e di conseguenza anche a tutte le altre viste. I comandi per la creazione e la gestione degli abachi sono collocati nella scheda Vista della barriera multifunzione perché gli abachi sono delle viste di progetto a tutti gli effetti, come sono anche le altre viste che noi impostiamo ad esempio, piante dei diversi piani, prospetti e sezioni.

<Abaco travi analitiche>						
A	B	C	D	E	F	G
Conteggio	Lunghezza	Fase di creazione	Fase di demolizione	Contrassegno	Fisico: Volume	Sezione
1	13.86	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave CLS Sottotetto	0.87 m³	0.06 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	2.16	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Secondaria Torre	0.04 m³	0.02 m²
1	5.52	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Principale PT_LOC1	0.27 m³	0.05 m²
1	5.52	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Principale PT_LOC1	0.27 m³	0.05 m²
1	6.33	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Principale PT_LOC2	0.38 m³	0.06 m²
1	6.39	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Principale PT_LOC2	0.38 m³	0.06 m²
1	5.13	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Principale Torre	0.30 m³	0.06 m²
1	5.20	Stato di Fatto	Nessuno	Trave Principale Torre	0.31 m³	0.06 m²
1	2.47	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Secondaria PT_LOC3	0.02 m³	0.01 m²
1	2.47	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Secondaria PT_LOC3	0.02 m³	0.01 m²
1	2.47	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Secondaria PT_LOC3	0.02 m³	0.01 m²
1	2.47	Stato di Fatto	Stato di Progetto	Trave Secondaria PT_LOC3	0.02 m³	0.01 m²

Figura 6.1.8 - Abaco delle travi analitiche

Nella Figura 6.1.8 come esempio è stato riportato l'abaco delle travi analitiche con vari informazioni utili che identificano la singola trave. Dal modello si possono estrarre gli abachi delle murature, dei locali, dei serramenti ecc. avere tutto a portata di mano, aggiornato in tempo reale dopo ogni variazione del progetto, contribuisce nella riduzione dei costi e degli sprechi.

Ogni vista, come avevamo accennato sopra, si possono inserire in una tavola con formato predefinito in base alla necessità e alla scala di rappresentazione, varie viste del progetto architettonico come le piante le sezioni e gli prospetti. Il software dà la possibilità di duplicare una vista per andare a cambiare la fase di visualizzazione ad esempio, e poi metterli tutte e due nella stessa tavola. Nella è stato riportato lo screenshot di una tavola dove è rappresentata la sezione longitudinale allo stato di progetto e lo stesso sezione comparando lo stato di fatto con lo stato di progetto, mettendo in evidenza le parti da demolire e le nuove costruzioni. Come si può vedere, è stato aggiunto un abaco nella stessa tavola. Sia le viste che il cartiglio sono in continuo aggiornamento ad ogni variazione sia nel progetto, che negli dati del progetto.

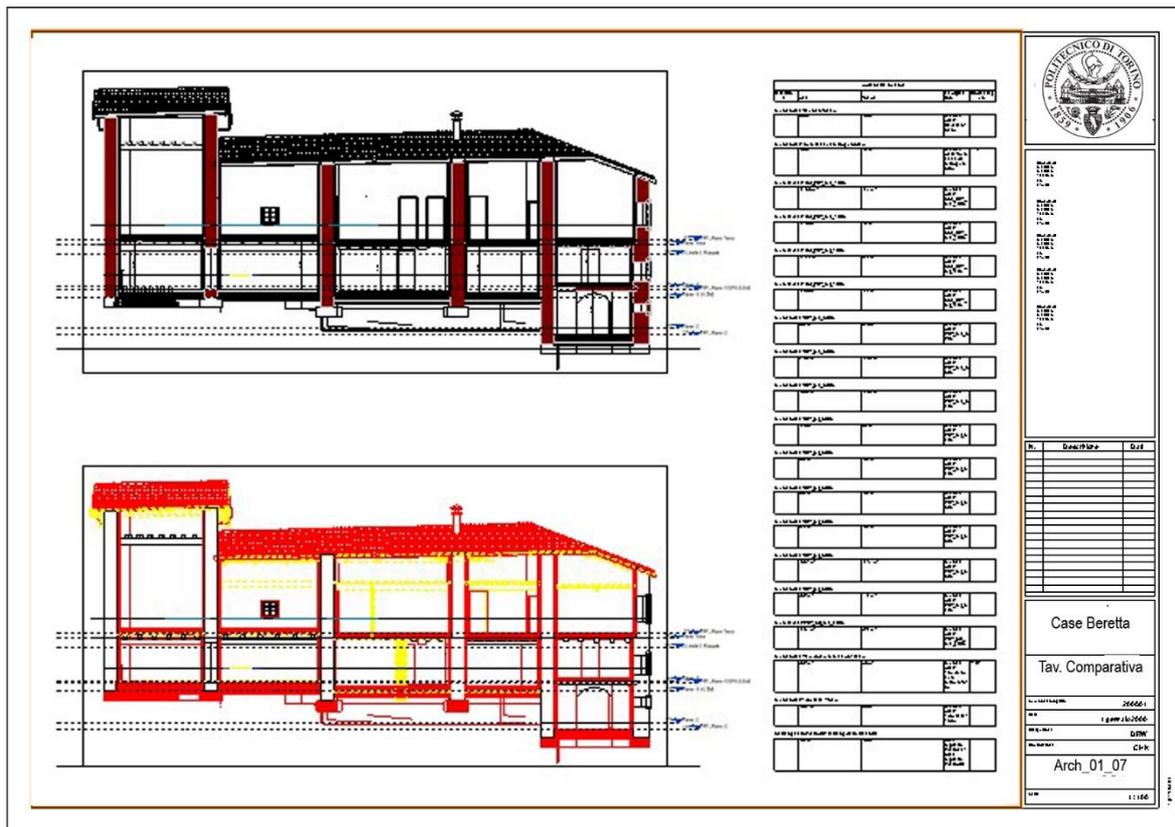


Figura 6.1.9 - Esempio di tavola di progetto

I file estratti dal modello sono del formato.txt apribili in un foglio di calcolo di excel. Una volta i dai sono nel foglio di calcolo, si possono fare vari collegamenti fra i file per generare diversi documenti e computi che servono durante il processo edilizio.

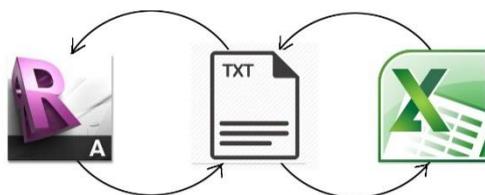


Figura 6.1.10 - Schema di collegamento tra Revit e il foglio di calcolo Excel

## 6.1.2. BIO-Architettura

Prima dell'intervento, sono state fatte delle considerazioni bioecologici. Se andiamo a capire il termine bioecologico, vediamo che è l'unione di due termini molto importanti, *vita* (in greco Bios) e *ambiente* (in greco Oikos). Allora è molto importante rispettare l'ambiente per lasciare alle generazioni futuri la medesima quantità di risorse che noi abbiamo avuto dalla generazione precedente.

*«Lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri» Gro Harlem Brundtlan, 1987*

Dalle statistiche effettuate, un cittadino medio europeo, trascorre il 90% della sua vita in casa. L'aria che si respira all'interno degli edifici è 2-3 volte peggiore di quella che sta all'esterno. Il 45% dell'energia in Europa viene utilizzata nel settore edilizio. Il 50% dell'inquinamento atmosferico in Europa è prodotto dal settore edilizio. Il 50% delle risorse sottratte alla natura è destinato all'industria edilizia. Il 50% dei rifiuti prodotti annualmente in Europa proviene dal settore edilizio.<sup>40</sup>

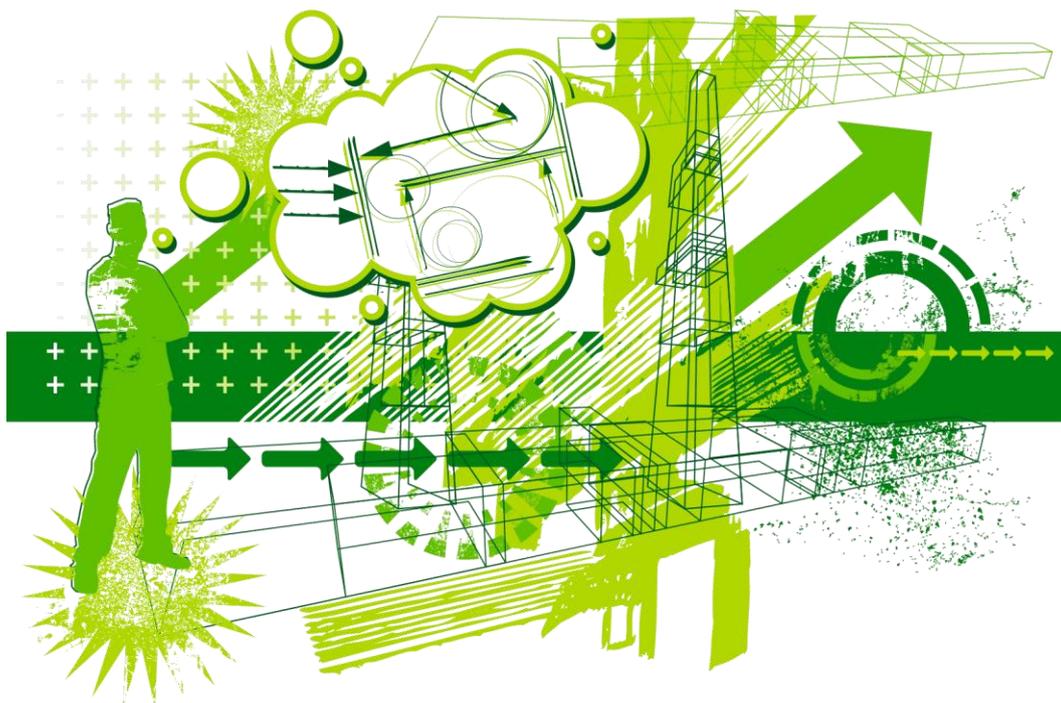


Figura 6.1.11 -Green Building Concept

Di fronte ai dati sopra indicati non si può stare indifferenti, è importante stimolare questo settore indirizzandolo verso l'obiettivo della sostenibilità energetica e ambientale per cercare di risolvere o almeno attenuare alcuni problemi che ci perseguitano, come l'inquinamento, lo scarso comfort abitativo, la sindrome dell'edificio malato ecc. questo è il motivo per il quale molte amministrazioni comunali hanno adottato un

<sup>40</sup> Dati ricavati da MAURIZIO CORRADO, IDEA MEDITERRANEA (istituto interdisciplinare ecologia architettura). *Architettura Bio-Ecologica, nuove tendenze per la casa del benessere*. De Vecchi editore, Milano, 1999

“Codice concordato di raccomandazioni per la qualità energetico-ambientale di edifici e spazi aperti” sostenuti da diversi consigli e istituzioni nazionali quali, CNA, CNI, Istituto Nazionale di Urbanistica, ANCI, ANCE ecc.

Per la realizzazione di questo obiettivo, da tempo si è in ricerca di materiali e tecniche che, a parità di prestazioni, consumano meno risorse ambientali. Ultimamente si nota un aumento di mercato dei condizionatori d'aria che provocano un notevole spreco di energia che si potrebbe risolvere con accorgimenti previsti in fase di costruzione.

Dalle scelte delle soluzioni costruttive di nuovi edifici si può ottenere un notevole risparmio energetico, sia per la scelta di nuovi materiali da utilizzare, sia per l'uso di metodiche nuove per la riduzione dei consumi e di conseguenza delle emissioni inquinanti con l'opportunità di abbattere anche i rischi per la nostra salute.

La bio-architettura non è altro che il frutto di ricerche interdisciplinari e di una radicale rilettura dell'architettura da un lato e di una graduale riconversione dell'industria edilizia dall'altro. Questo termine si riferisce a una filosofia progettuale e costruttiva che si svincola dalle leggi di mercato per tutelare l'ambiente e gli individui che vi vivono.

Realizzare un progetto in termini di bio-architettura o architettura della bioedilizia, significa progettare edifici che si armonizzano al paesaggio, costruire edifici con materiali che non sono nocivi alla salute degli occupanti.

L'architettura che noi ambiamo è definita Bio-Architettura, Architettura Sostenibile o Bio-Edilizia. Tutti questi termini sono composti da parole chiave che hanno significati importanti. Architettura è l'arte di costruire. Bio significa favorevole alla vita. Eco significa in equilibrio con l'ambiente. Sostenibile significa soddisfare i bisogni propri senza limitare le capacità delle generazioni future di soddisfare i loro. Tutto questo approccio mira alla regolazione del clima.

Lo sviluppo sostenibile si basa sull'equilibrio delle tre "E". Economia: la capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento delle popolazioni., favorire la crescita economica. Ecologia (ambiente): la capacità di preservare nel tempo le tre funzioni dell'ambiente: la funzione di fornitore di risorse, funzione di ricettore di rifiuti e la funzione di fonte diretta di utilità. Equità (società): la capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute, istruzione) equamente distribuite per classi e per genere.

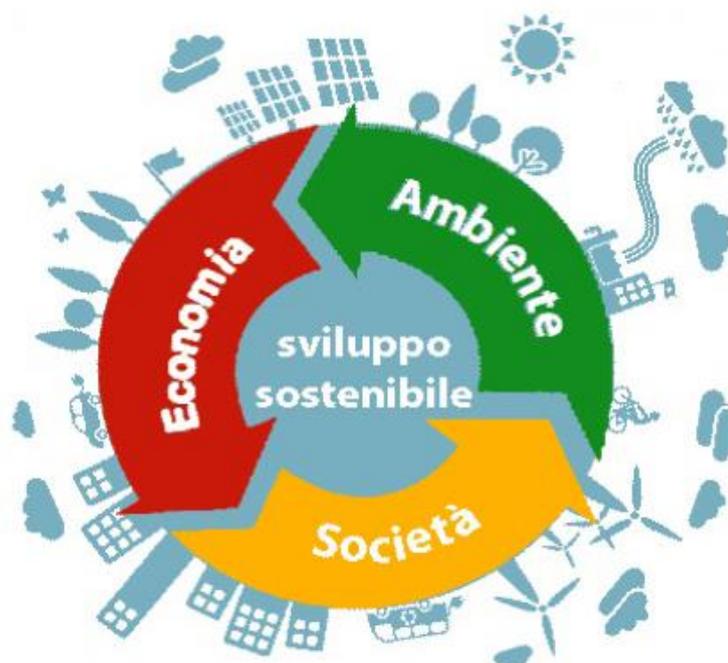


Figura 6.1.12 - Lo schema dello sviluppo sostenibile

*In sintesi, il concetto di sviluppo sostenibile si sostanzia in un principio etico e politiche, che implica che le dinamiche economiche e sociali delle moderne economie siano compatibili con il miglioramento delle condizioni di vita e la capacità delle risorse naturali di riprodursi in maniera indefinita.<sup>41</sup>*

L'edificio lo possiamo considerare come un organismo che nasce, vive e muore alla ricerca di una qualità della vita più elevata come intendeva Heidegger: la qualità della vita quindi si ottiene anche con un rapporto più organico con l'ambiente. Il fatto è che, non può esistere la Bio – Edilizia, se il mercato degli materiali non si evolve. Fortunatamente i laboratori di ricerca dei materiali sono da tempo a lavoro per promuovere materiali eco-sostenibili.

In questa ottica, anche nel nostro caso, è stato cercato di utilizzare dei materiali eco-sostenibili per la realizzazione del progetto, sia per l'edificio in esame, che per gli altri edifici progettati. Sono stati utilizzati due criteri per la scelta dei materiali: materiali naturali e salubri e materiali provenienti da riciclo.

Il materiale utilizzato per l'isolamento termico delle pareti perimetrali, il solaio a contatto con il terreno e per la copertura ventilata, è EKOfiber. Si tratta di un isolante in poliestere composto da una speciale selezione di fibre provenienti da PET riciclato che permettono di realizzare un pannello dal peso e spessori ridotti, con caratteristiche termoacustiche migliorate rispetto ai normali pannelli in poliestere. Questo materiale offre valori superiori di assorbimento acustico e conduttività termica, non teme l'umidità ed è inattaccabile da microrganismi, muffe ed insetti. Di facile posa in opera e semplice da tagliare, è testato come sicuro a contatto con la pelle, è anallergico e non contiene sostanze nocive per la salute. È ignifugo e totalmente riciclabile.

<sup>41</sup> [http://www.sogesid.it/sviluppo\\_sostenibile.html](http://www.sogesid.it/sviluppo_sostenibile.html) novembre '17

Per la realizzazione della muratura nella parte Nord-Est dell'edificio, è stato usato una tipologia di mattone ricavato dal materiale riciclato. *Biomattone*, è composto di canapa e calce. Presenta certificazione EPD (Environmental Product Declaration) e la marcatura CE (Conformità Europea). Questo materiale presenta grandi vantaggi per l'isolamento termico e acustico della muratura. è permeabile al vapore acque, inoltre ha buona capacità di resistenza al fuoco, gelo ad insetti e roditori. A fine vita può essere riciclato al 100%.

Per quanto riguarda il rivestimento sono stati progettati diversi soluzioni. Uno di essi consiste in un pannello legnoso come supporto e rivestito con una superficie di soli 2mm di bottoncino autentico chiamato *Light Beton*. È un perfetto materiale per quasi tutte le applicazioni. I suoi vantaggi sono numerosi partendo con il peso leggero di soli 2,9kg/m<sup>2</sup>, la a sua lavorazione semplice con semplice macchine da falegname. Un'altra soluzione per il rivestimento è il gres porcellanato *KEOPE*. Piastrelle prodotte riutilizzando nell'impasto ceramico materiale riciclato proveniente da altri processi produttivi. Questo si traduce in un minore utilizzo di risorse naturali. Il materiale gode di certificazioni LEED, CE, ECOLABEL, UPEC. In alcune zone, il rivestimento interno è stato progettato di essere realizzato in pannelli in legno naturale



Figura 6.1.13 - Esempi di rivestimento in legno massiccio riciclato



Figura 6.1.14 - Pannello Light Beton

In diversi superfici dell'edificio, prevalentemente i box doccia e le pareti nella spa, dove è richiesta una maggiore impermeabilità della parete e un aspetto riflettente, sono stati pensati mosaici realizzati con il

materiale *ECOGLASS recycled*, il quale viene prodotto dal riciclo dei vetri monitor di tv e pc dismessi. Il materiale è completamente riciclato e non presenta nessuna sostanza nociva per la salute.



*Figura 6.1.15 - Processo della produzione di ECOGLASS*

La pietra arenaria utilizzata per la pavimentazione degli interni, in alcune zone per il rivestimento interno e lo rivestimento esterno della parete, è una pietra facilmente trovata nella zona, dunque si tratta di un materiale naturale a km0 e lavorato in cantiere artigianalmente senza grandi emissioni di CO2. Lo stesso analogo ragionamento vale per il legno massiccio utilizzato per la copertura e le travi dei solai lignei. Buona parte del materiale legnoso estratto dall'edificio, dopo un'accurata verifica, verrà riutilizzata nel nuovo progetto.

Il rivestimento della pavimentazione esterna in legno e le componenti interni della spa, sono rivestiti di un materiale innovativo denominato *CHYLAB* composto da legno e plastica dei contenitori dei detersivi, cosmetici e alimentari riciclata. Ha buone caratteristiche meccaniche e una notevole resistenza ad agenti atmosferici. Gode della certificazione dei materiali riciclati A+ del *ReMADE*.



*Figura 6.1.16 - Materiale Chylab*

### 6.1.3. Tecnologia dell'architettura

Un edificio è costituito da elementi costruttivi che hanno il compito di proteggere l'uomo dall'azione degli agenti esterni e di suddividere l'ambiente interno in spazi articolati in funzione della destinazione d'uso a

cui ovviamente si aggiungono gli elementi di finitura e di servizio. I componenti strutturali, garantiscono la sicurezza statica di questi elementi.<sup>42</sup> *“La struttura è l'insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici appartenenti al sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi del sistema edilizio stesso e di collegare staticamente le sue parti.”*<sup>43</sup>

Nella norma UNI 8290, una chiusura viene definita come l'insieme delle unità tecnologiche e degli elementi del sistema edilizio aventi funzione di separare e di conformare gli spazi interni del sistema edilizio stesso rispetto all'esterno. Le chiusure contribuiscono a creare uno spazio interno con requisiti adatti alla sua destinazione. Il soddisfacimento dei diversi requisiti è affidato ai vari strati da cui è composta ciascuna chiusura.

Di seguito sono riportate le stratigrafie delle chiusure, esterne ed interne, e alcuni nodi significativi per spiegare la tecnica adottata e i materiali utilizzati.

#### 6.1.4. Considerazioni sul metodo

L'uso della metodologia BIM nel recupero architettonico di un edificio offre numerosi vantaggi. Mediante un modello “intelligente” si possono proporre differenti soluzioni progettuali all'interno di esso. Operazione molto utile quando si va ad introdurre il progetto al committente.

Da un modello parametrico, si possono estrapolare tutte le tavole di progetto e i titoli abilitativi richiesti dal D.LGS 222/2016 che apporta modifiche al D.P.R. 207/2010. tramite operazioni semplici di visualizzazione, si possono creare tavole comparative dello stato di fatto e lo stato di progetto (gialli e rossi) necessari per l'ottenimento del permesso di costruire.

La generazione degli abachi, come già annunciato nel sotto capitolo 6.1.1., è uno degli punti forti degli software BIM tramite i quali si possono identificare facilmente elementi e le quantità dei materiali da demolire e quelli necessari per la nuova realizzazione, nonché l'abaco degli serramenti e altri elementi che compongono il progetto. Dati molto utili per la computazione delle opere e le verifiche necessari.

La gestione delle interferenze è una parte fondamentale del workflow BIM che permette di verificare, controllare e risolvere le problematiche tra gli elementi del modello multidisciplinare. L'individuazione e la risoluzione di essi in fase di progettazione, comporta una riduzione considerevole dei costi e dei tempi.

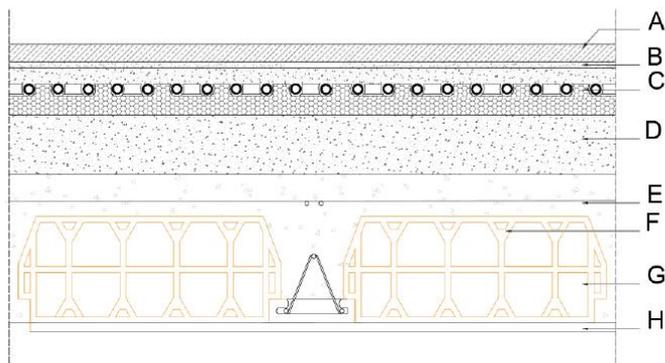
---

<sup>42</sup> Giovanni, Tortoricci. *Architettura Tecnica per gli allievi ingegneri junior*. Firenze: Alinea, 2005.

<sup>43</sup> UNI 8290 parte I

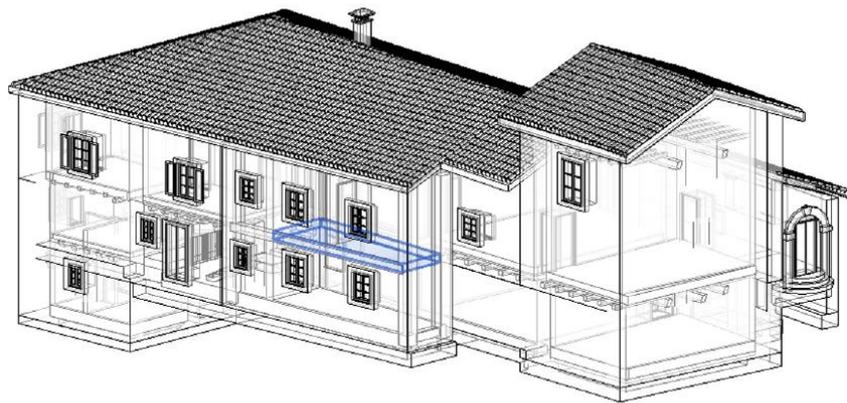
TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA  
STRATIGRAFIE E NODI SIGNIFICATIVI

Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Stratigrafia A\_ Solaio in latero-cemento



LEGENDA	
A	Rivestimento interno 30 mm
B	Collante 10 mm
C	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
D	Sottofondo 100 mm
E	Massetto in calcestruzzo armato 70 mm
F	Pignatta in laterizio 440 mm X 250 mm X (h) 180 mm
G	Armatura travetto
H	Rivestimento interno 15 mm

0 0.05 0.1 0.2 0.5 m  
Scala 1:10



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

**cap.**  
**06.1**  
**tav.01**

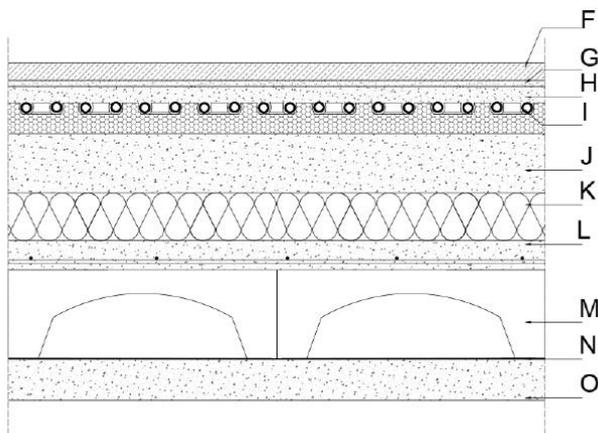
**Politecnico di Torino**

*AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"*

*Rel: Garda Emilia , Villa Valentina, Multari Alessandro  
 Dicembre 2017*



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Stratigrafia B \_ Solaio contro terra [50cm + 7cm]



LEGENDA	
F	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm
G	Collante 10 mm
H	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
I	Serpentina (Parte del pacchetto di riscaldamento)
J	Sottofondo 100 mm
K	Isolante termico EKOfiber 80 mm
L	Calcestruzzo armato 50 mm (con rete elettrosaldata Ø6mm)
M	Vespajo di plastica Iglu' 150 mm
N	Impermeabilizzazione
O	Magrone 70 mm



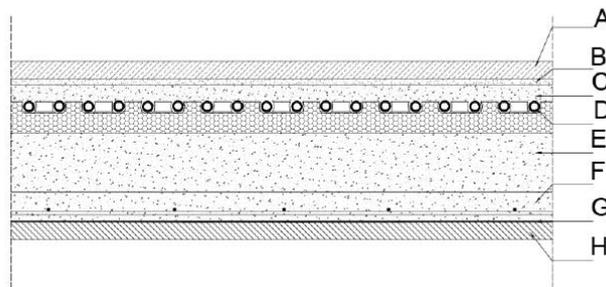
Rappresentazione dell'istanza nel progetto

**cap.**  
**06.1**  
**tav.02**

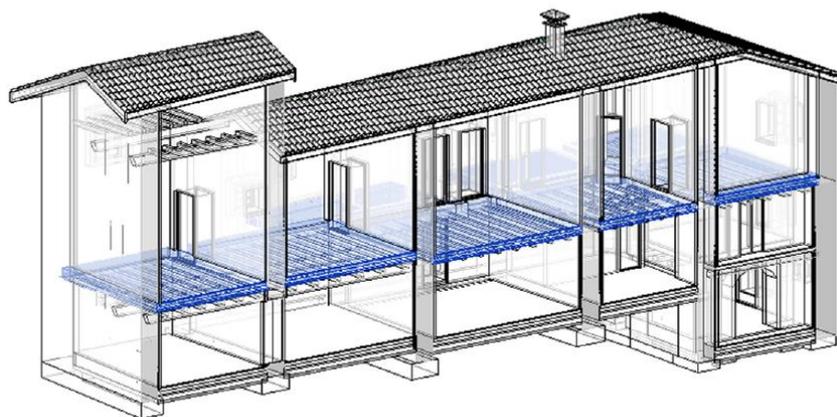
Politecnico di Torino  
 AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"  
 Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro  
 Dicembre 2017



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Stratigrafia C \_ Nuovo solaio Tipo 1 [29cm]



LEGENDA	
A	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm
B	Collante 10 mm
C	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
D	Serpentina (Parte del pacchetto di riscaldamento)
E	Sottofondo 100 mm
F	Calcestruzzo armato 50 mm (con rete elettrosaldata Ø6mm)
G	Membrana CentroStorico
H	Assito in legno 20 mm



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

cap.  
 06.1  
 tav.03

Politecnico di Torino

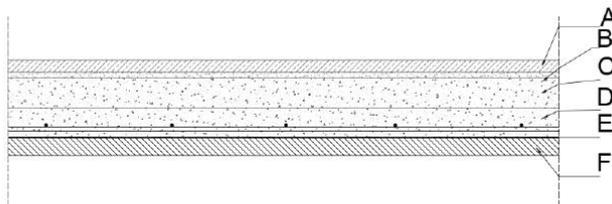
AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

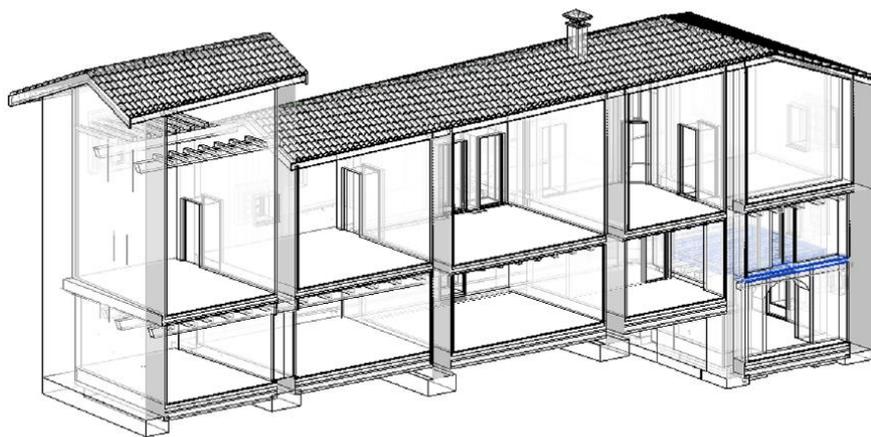
Dicembre 2017



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Stratigrafia D \_ Solai nuovo Tipo 2 [16cm]



LEGENDA	
A	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm
B	Collante 10 mm
C	Sottofondo 50 mm
D	Calcestruzzo armato 50 mm (con rete elettrosaldata Ø6mm)
E	Membrana CentroStorico
F	Assito in legno 20 mm



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

cap.  
 06.1  
 tav.04

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"

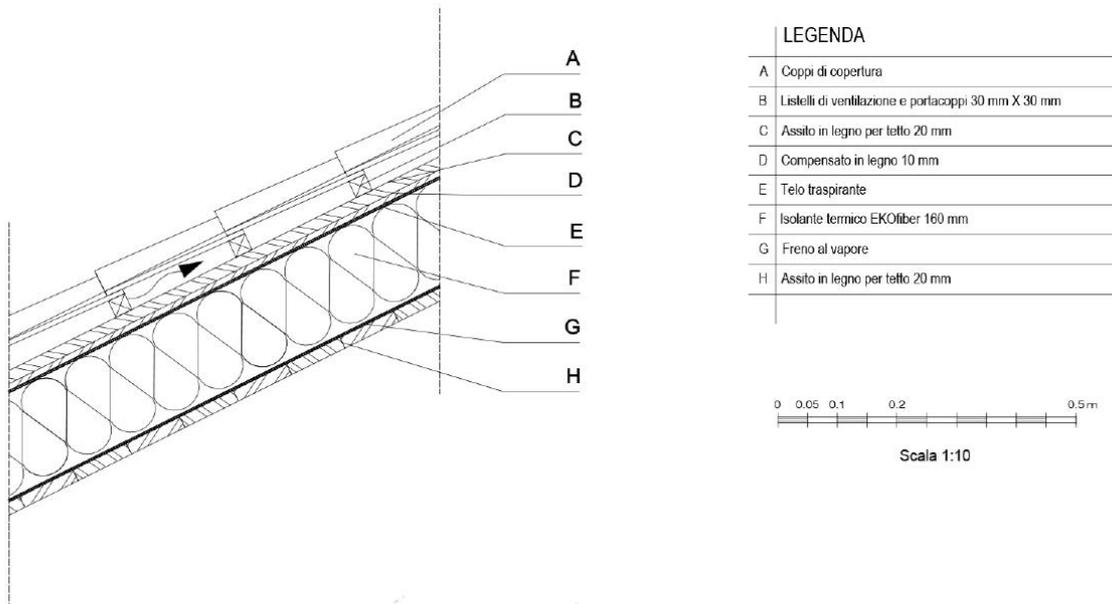
Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro  
 Dicembre 2017



Recupero architettonico

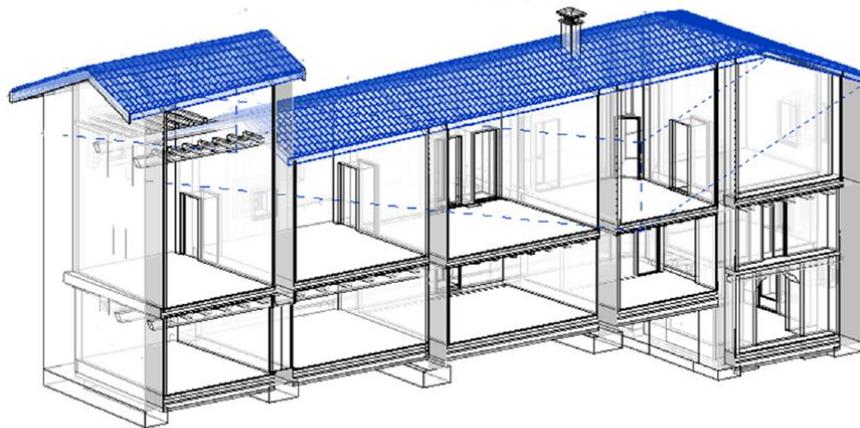
Tecnologia dell'architettura

Stratigrafia E \_ Parete opaca inclinata-Copertura isolata-ventilata [21 cm + listelli + coppie]



LEGENDA

A	Coppi di copertura
B	Listelli di ventilazione e portacoppi 30 mm X 30 mm
C	Assito in legno per tetto 20 mm
D	Compensato in legno 10 mm
E	Telo traspirante
F	Isolante termico EKOfiber 160 mm
G	Freno al vapore
H	Assito in legno per tetto 20 mm



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

cap.  
06.1  
tav.05

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

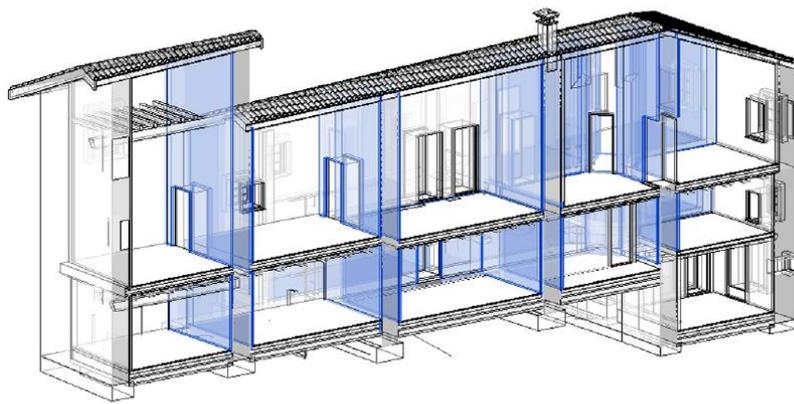
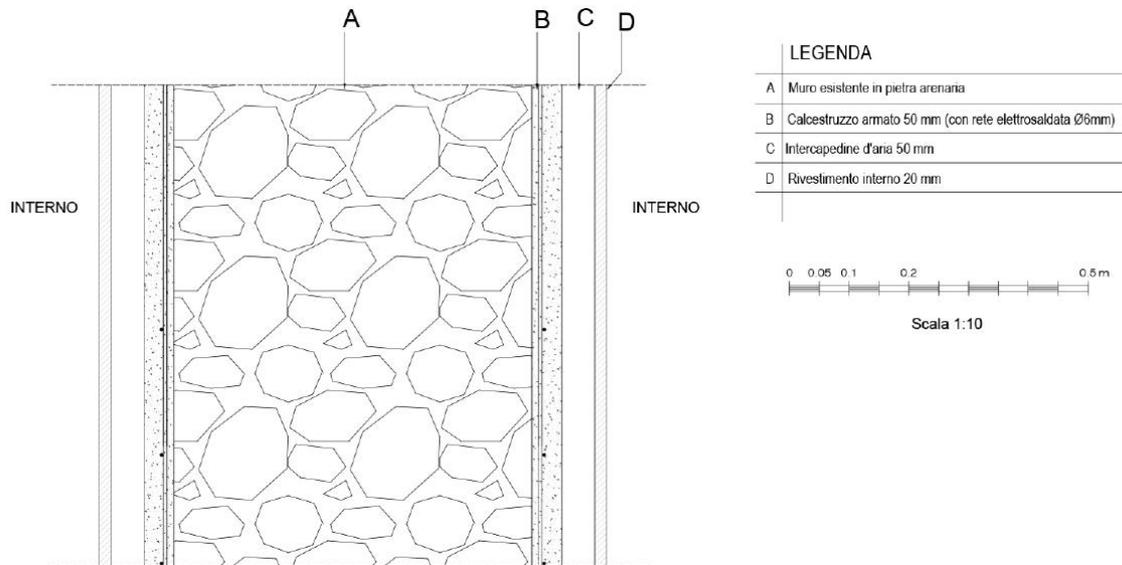
Dicembre 2017



Recupero architettonico

Tecnologia dell'architettura

Stratigrafia F \_ Muratura interna rinforzata [Muratura interna + 12 cm]



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

cap.  
06.1  
tav.06

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

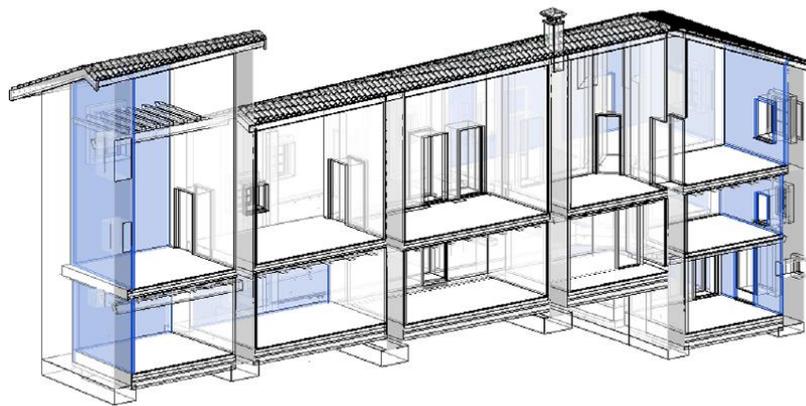
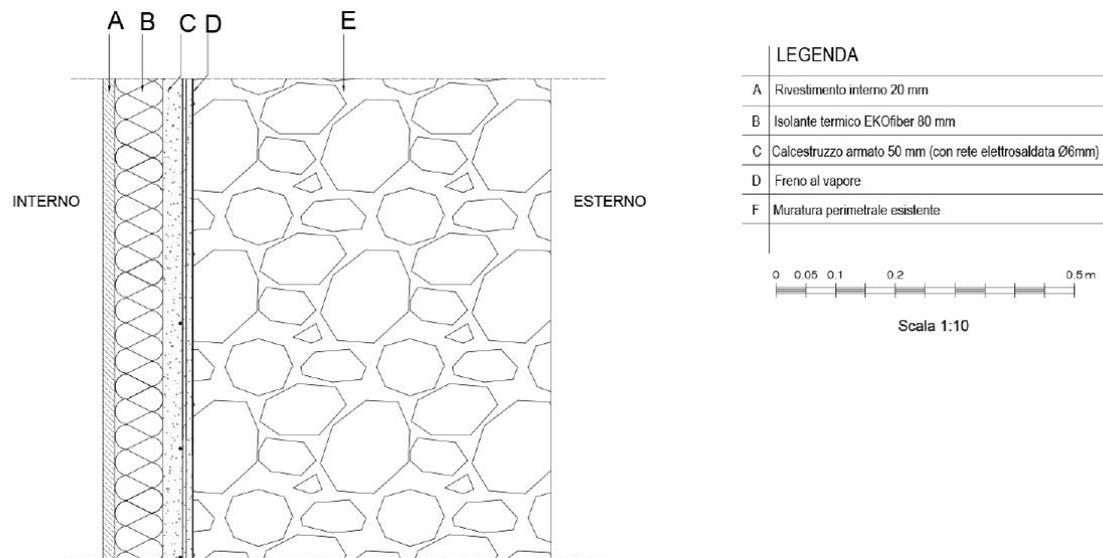
Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro  
Dicembre 2017



Recupero architettonico

Tecnologia dell'architettura

Stratigrafia G \_ Muratura perimetrale rinforzata [Muratura esistente + 15 cm]



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

cap.  
06.1  
tav.07

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

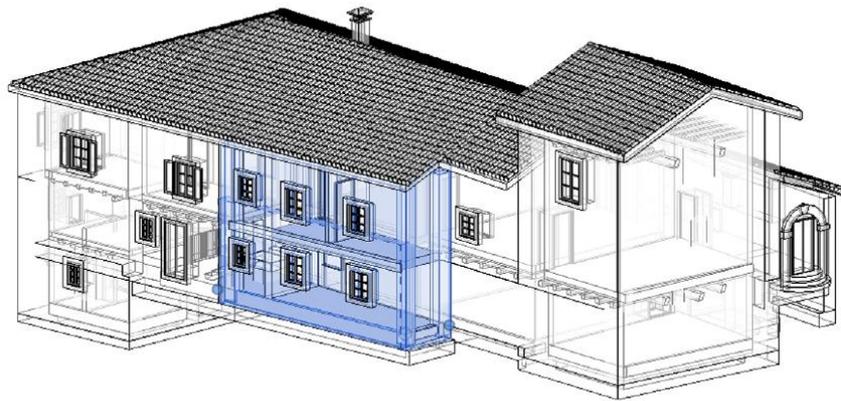
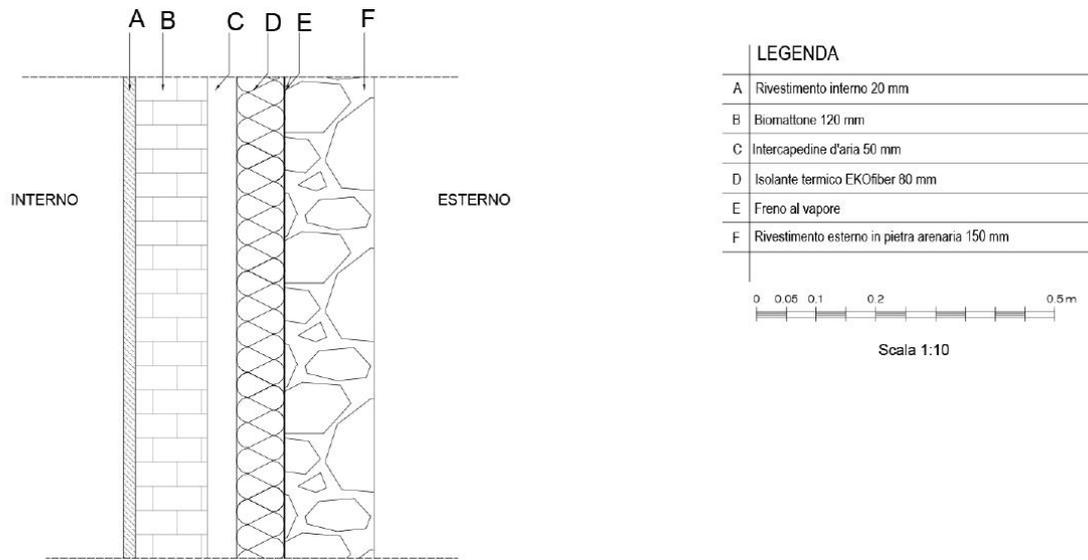
Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro  
Dicembre 2017



Recupero architettonico

Tecnologia dell'architettura

Stratigrafia H \_ Muratura perimetrale di nuova costruzione lato Nord-Est [42cm]



Rappresentazione dell'istanza nel progetto

cap.  
06.1  
tav.08

Politecnico di Torino

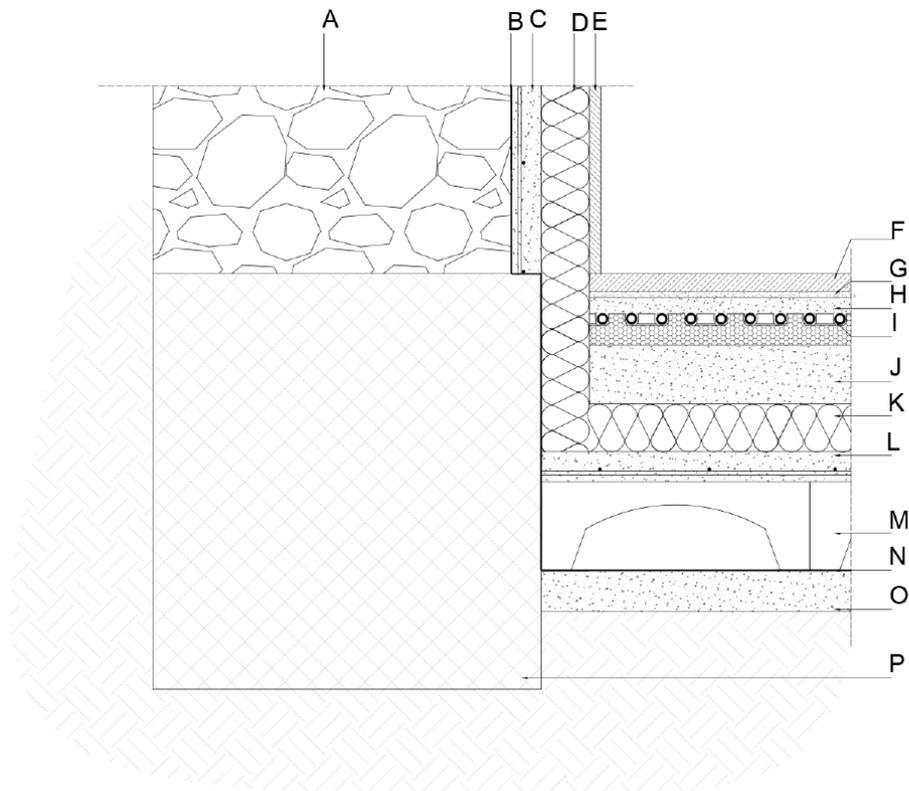
AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Nodo di dettaglio A\_ Fondazione - Solaio contro terra



LEGENDA

A	Muro esistente in pietra arenaria	I	Serpentina (Parte del pacchetto di riscaldamento)
B	Freno al vapore	J	Sottofondo 100 mm
C	Calcestruzzo armato 50 mm (con rete elettrosaldata Ø6mm)	K	Isolante termico EKOfiber 80 mm
D	Isolante termico EKOfiber 80 mm	L	Calcestruzzo armato 50 mm (con rete elettrosaldata Ø6mm)
E	Rivestimento interno 20 mm	M	Vespaio di plastica Iglu' 150 mm
F	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm	N	Impermeabilizzazione
G	Collante 10 mm	O	Magrone 70 mm
H	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm	P	Rinforzo strutturale - armatura 400 mm X 400 mm Ø 16 mm



Scala 1:10

cap.  
 06.1  
 tav.09

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"

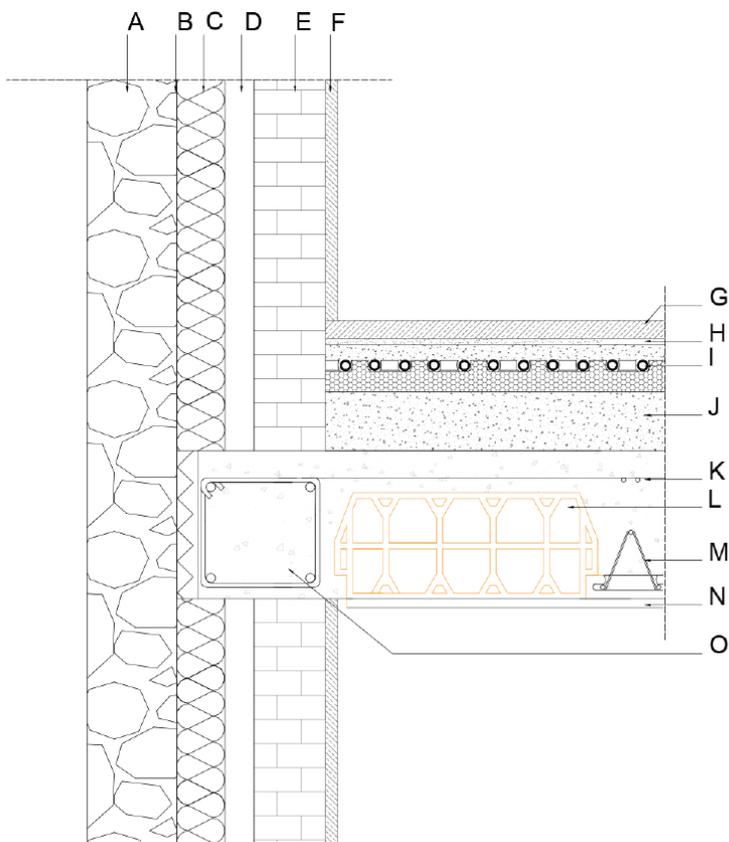
Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro  
 Dicembre 2017



Recupero architettonico

Tecnologia dell'architettura

Nodo di dettaglio B\_ Muro di nuova costruzione - Solaio in latero-cemento



LEGENDA

A	Rivestimento esterno in pietra arenaria 150 mm
B	Freno al vapore
C	Isolante termico EKOfiber 80 mm
D	Intercapedine d'aria 50 mm
E	Biomattone 120 mm
F	Rivestimento interno 20 mm
G	Rivestimento interno 30 mm
H	Collante 10 mm
I	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
J	Sottofondo 100 mm
K	Massetto in calcestruzzo armato 70 mm
L	Pignatta in laterizio 440 mm X 250 mm X (h) 180 mm
M	Armatura travetto
N	Rivestimento interno 15 mm
O	Trave in calcestruzzo armato 250 mm X 250 mm



Scala 1:10

cap.  
06.1  
tav.10

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

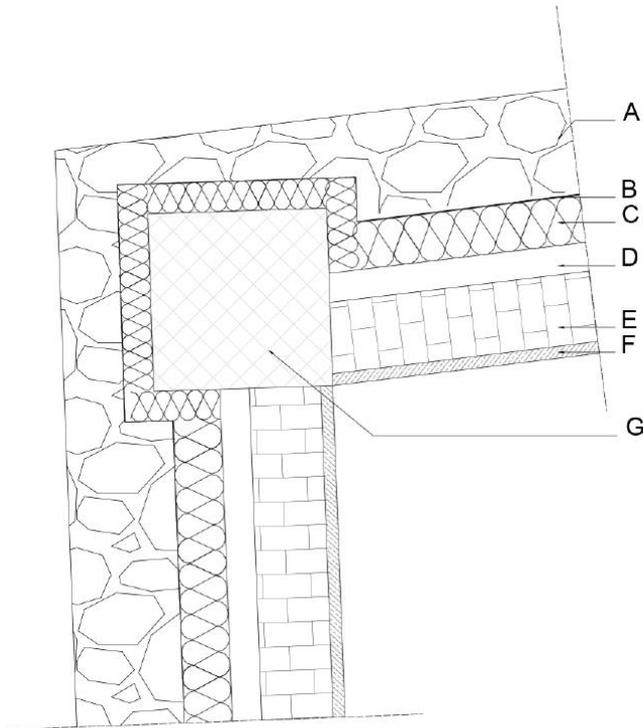
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Nodo di dettaglio C \_ Pilastro - Muro di nuova costruzione



LEGENDA

A	Rivestimento esterno in pietra arenaria 150 mm
B	Freno al vapore
C	Isolante termico EKOfiber 80 mm
D	Intercapepine d'aria 50 mm
E	Biomattone 120 mm
F	Rivestimento interno 20 mm
G	Pilastro in calcestruzzo armato 300 mm X 300 mm



Scala 1:10

cap.  
 06.1  
 tav.11

Politecnico di Torino

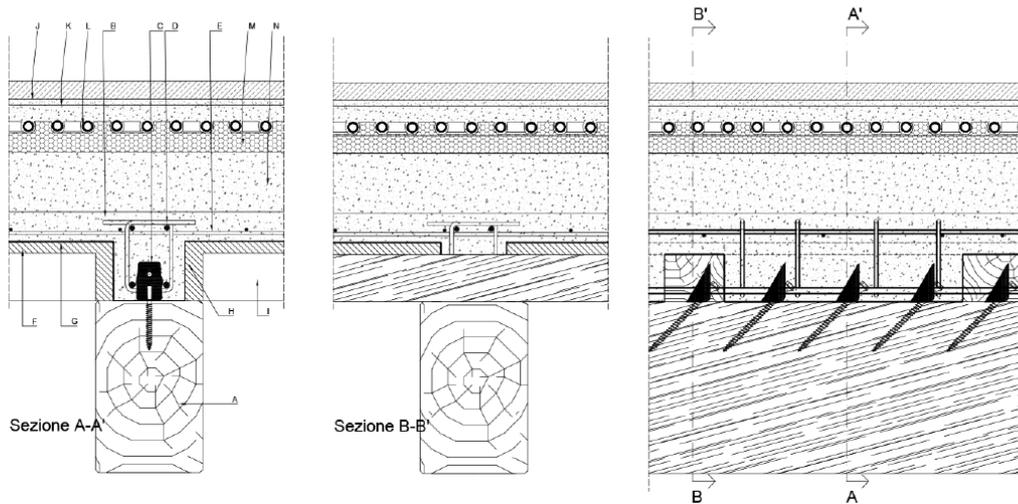
AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Nodo di dettaglio D \_ Trave esistente - Nuovo solaio Tipo 1



LEGENDA

A	Trave esistente in legno 290mmX180mm	H	Cassero laterale
B	Nuova soletta in calcestruzzo leggero Leca-CentroStorico 50mm	I	Travello
C	Connettore Centrostorico Legno posato su trave	J	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm
D	Armatura longitudinale corrente, staffe verticali ed anello di chiusura alla base Ø6mm	K	Collante 10 mm
E	Rete elettrosaldata Ø6mm	L	Serpentina (Parte del pacchetto di riscaldamento)
F	Assito in legno 20 mm	M	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
G	Membrana CentroStorico	N	Sottolondo 100 mm



Scala 1:10

cap.  
 06.1  
 tav.12

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"

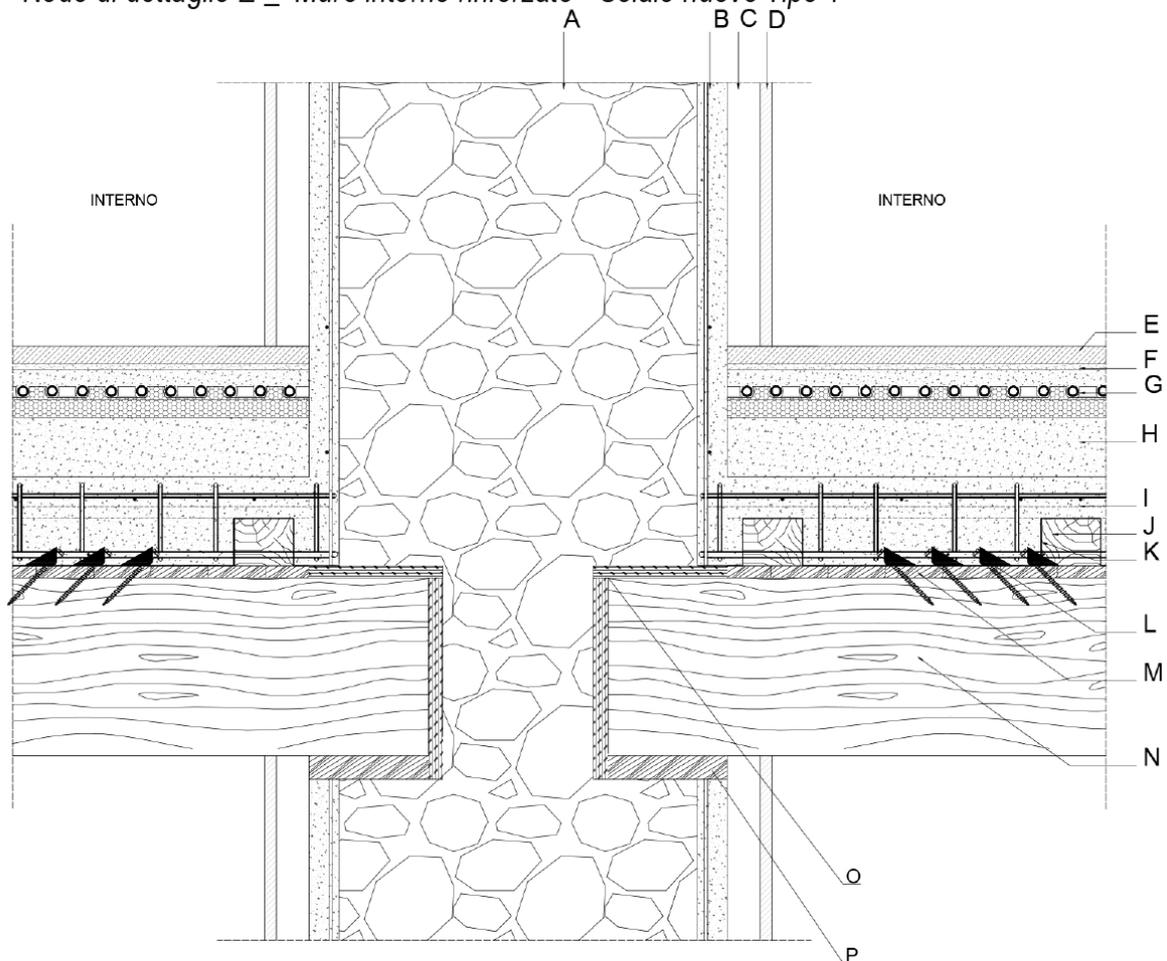
Rel: Garda Emilia , Villa Valentina, Multari Alessandro  
 Dicembre 2017



Recupero architettonico

Tecnologia dell'architettura

Nodo di dettaglio E \_ Muro interno rinforzato - Solai nuovo Tipo 1



LEGENDA

A	Muratura esistente in pietra arenaria
B	Rinforzo in cls armato 50 mm
C	Intercapedine d'aria 55 mm
D	Rivestimento interno 20 mm
E	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm
F	Collante 10 mm
G	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
H	Sottofondo 100 mm
I	Nuova soletta in calcestruzzo leggero Leca-CentroStorico 50mm

J	Travetto
K	Membrana CentroStorico
L	Connettore Centrostorico Legno posato su trave
M	Assito in legno 20 mm
N	Trave principale 200 mm X 300 mm
O	Strato protettivo in sughero 25 mm
P	Elemento di appoggio della trave 40 mm



Scala 1:10

cap.  
06.1  
tav.13

Politecnico di Torino

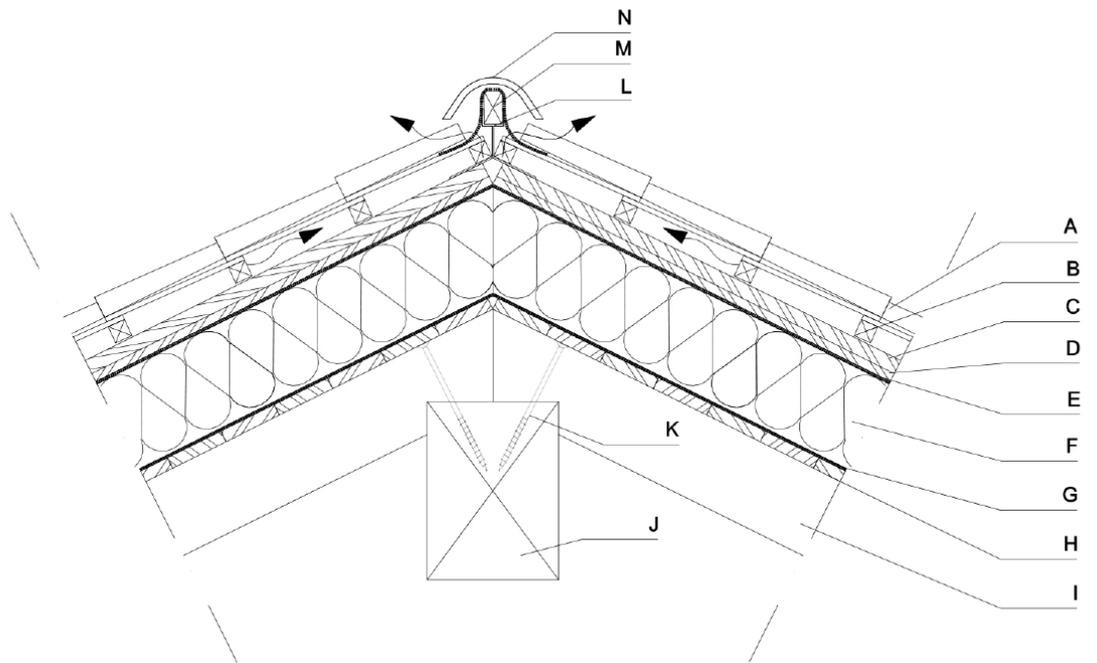
AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



Recupero architettonico  
 Tecnologia dell'architettura  
 Nodo di dettaglio F\_ Colmo della copertura



LEGENDA

A	Coppi di copertura
B	Listelli di ventilazione e portacoppi 30 mm X 30 mm
C	Assito in legno per tetto 20 mm
D	Compensato in legno 10 mm
E	Telo traspirante
F	Isolante termico EKOfiber 160 mm
G	Freno al vapore
H	Assito in legno per tetto 20 mm
I	Travetti 100 mm X 140 mm
J	Trave di colmo 200 mm X 300 mm
K	Viti di fissaggio
L	Elemento metallico porta listello
M	Listello porta colmo
N	Coppo di colmo



Scala 1:10

cap.  
 06.1  
 tav.14

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
 "Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

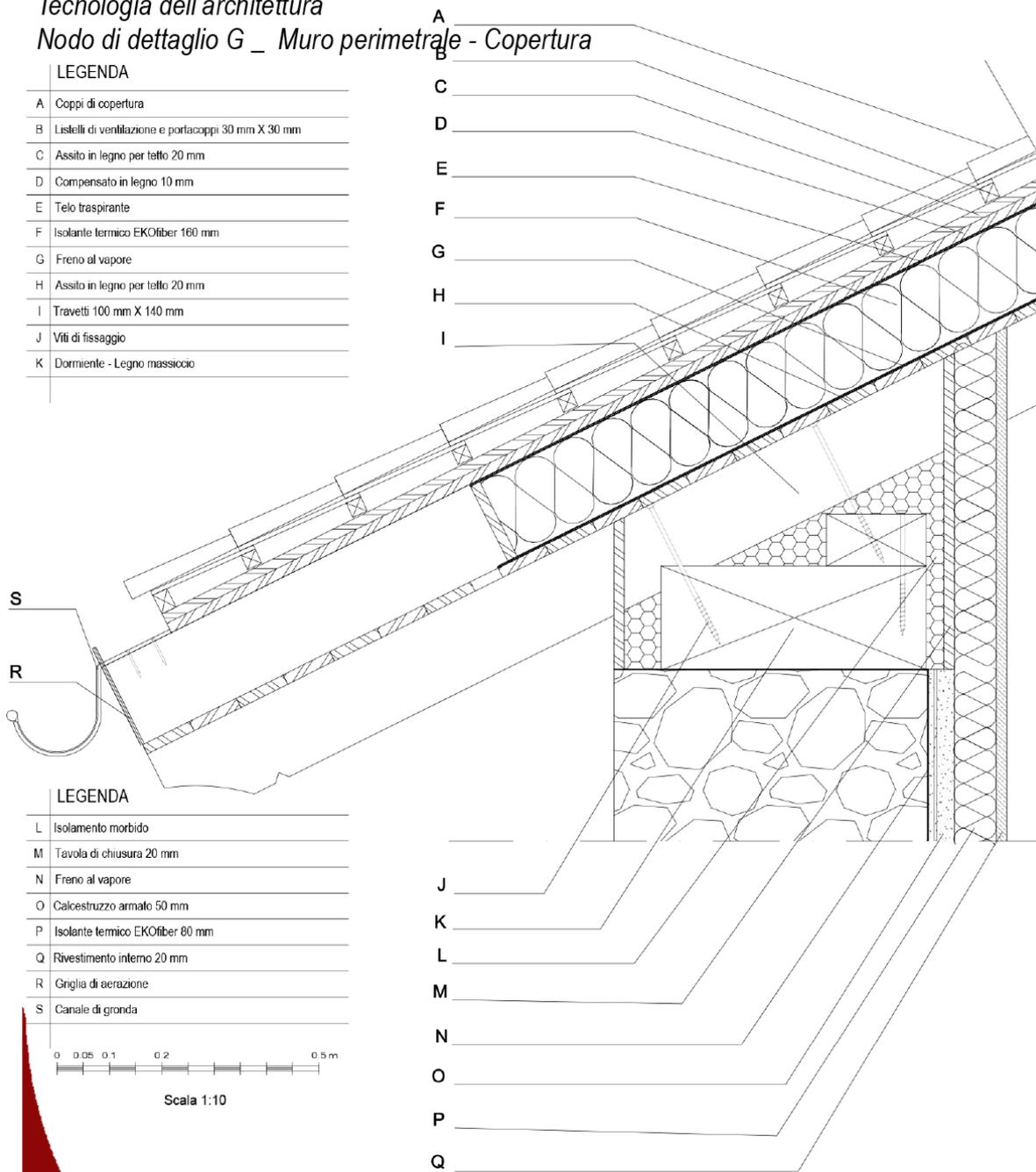
Dicembre 2017



Recupero architettonico  
Tecnologia dell'architettura

Nodo di dettaglio G \_ Muro perimetrale - Copertura

LEGENDA	
A	Coppi di copertura
B	Listelli di ventilazione e portacoppi 30 mm X 30 mm
C	Assito in legno per tetto 20 mm
D	Compensato in legno 10 mm
E	Telo traspirante
F	Isolante termico EKOfiber 160 mm
G	Freno al vapore
H	Assito in legno per tetto 20 mm
I	Travetti 100 mm X 140 mm
J	Viti di fissaggio
K	Dormiente - Legno massiccio



LEGENDA	
L	Isolamento morbido
M	Tavola di chiusura 20 mm
N	Freno al vapore
O	Calcestruzzo armato 50 mm
P	Isolante termico EKOfiber 80 mm
Q	Rivestimento interno 20 mm
R	Griglia di aerazione
S	Canale di gronda



cap.  
06.1  
tav.15

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro  
Dicembre 2017



## 6.2. Recupero strutturale

### 6.2.1. Progettazione strutturale nel ambiente BIM

Il workflow degli interventi è stato gestito tramite metodologia BIM a partire dalla modellazione geometrica dello stato di fatto per poi implementare all'interno del modello BIM tutte le informazioni e le lavorazioni a cui l'edificio sarà soggetto. La modellazione dello stato di fatto su Revit Architecture 2018 ha permesso tramite un processo di interoperabilità verso il software di analisi strutturale di definire quelle che sono le sollecitazioni e le deformazioni a cui le strutture sono soggette, dettagliando così i rinforzi da eseguire nelle varie parti



Il problema principale del fabbricato in esame e degli altri fabbricati circostanti, si verifica nelle fondazioni. Essendo fabbricati costruiti tra il 1630 e 1830, in una zona rurale, la tecnica costruttiva utilizzata è stata quella di murature portanti formando una struttura scatolare, insieme alle costruzioni in legno rappresentano le tecniche costruttive più antiche.

Negli edifici antichi la struttura scatolare non è sempre realizzata a regola d'arte oppure con il passare degli anni, ha subito variazioni che hanno indebolito la struttura. Spesso tali edifici presentano scadenti collegamenti tra le murature e tra orizzontamenti e muratura. Quando il comportamento della struttura non si può più considerare scatolare, le strutture presentano problemi di ribaltamenti dovuti alla snellezza della muratura oppure assenza di collegamenti efficaci tra di essi e/o problemi di cedimenti i quali si possono constatare, spesso, ad occhio libero durante il sopralluogo. Queste patologie degli elementi strutturali sono stati precedentemente trattati nel Capitolo 2. In questo capitolo si è stato occupato del risanamento della struttura dell'edificio.

Ci sono diversi software BIM oriented che offrono la possibilità di svolgere analisi strutturali basati su informazioni ottenuti dalla modellazione parametrica in un software di progettazione parametrica, come in questo caso Revit Architecture 2018. È stato scelto, ai fini illustrativi, il software Graitec Advance Design il quale mediante un'esportazione del modello in file .ifc (Figura 6.2.1) riesce a costruirsi il modello strutturale per poi analizzare la struttura. Come si vede dalla Figura 6.2.3, tramite il software BIM oriented, si possono fare tutte le analisi strutturali e generare le rispettive documentazioni.

Come precedentemente specificato, l'introduzione del software Graitec Advance Design ha fini teorici per illustrare l'iter progettuale nel mondo BIM. Nel nostro caso non è stato utilizzato il suddetto software per l'impossibilità di ottenere una licenza e inesperienza sull'utilizzo di esso.

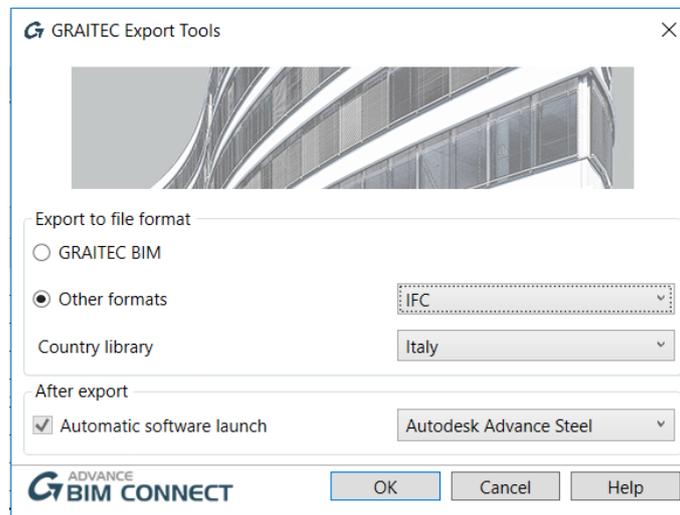


Figura 6.2.1 - Esportazione del file dal modello in Revit Project a un file .ifc

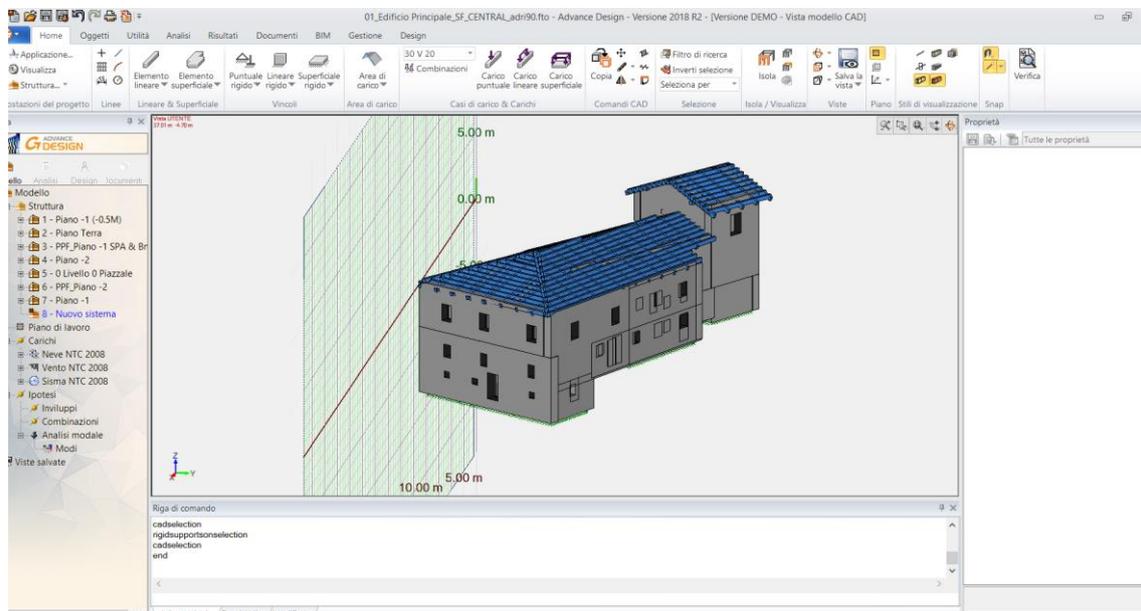
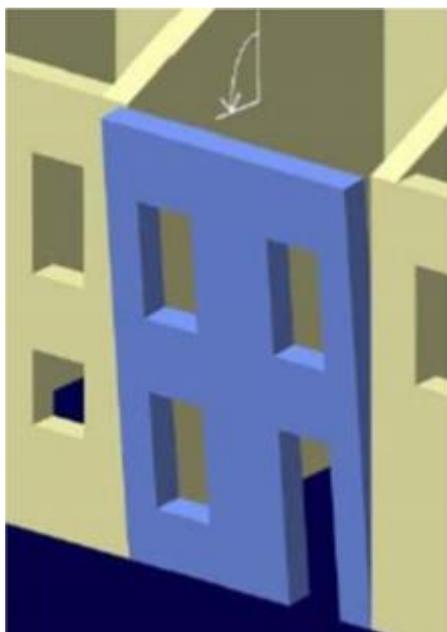


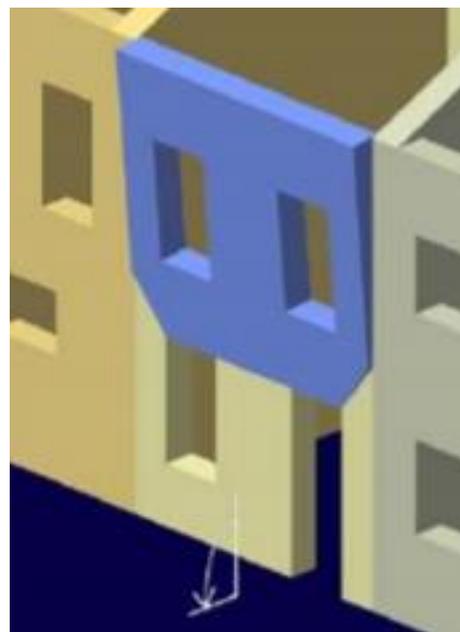
Figura 6.2.2 - Schermata del software Graintec Advance Design con il modello strutturale



Figura 6.2.3 - Barra degli strumenti Graintec Advance Design



*Figura 6.2.4 – Ribaltamento totale dovuto all'assenza di collegamenti efficaci con le pareti di spina e/o l'elevata snellezza della muratura*



*Figura 6.2.5 - Ribaltamento parziale dovuto all'assenza di collegamenti efficaci con le pareti di spina e/o l'elevata snellezza della muratura*

Gli interventi di consolidamento dei terreni di fondazione e delle fondazioni stesse sono spesso determinati in quanto molto spesso la causa delle fessurazioni che si verificano nelle murature portanti è da addebitare a cedimenti fondali. Non sono infrequenti infatti le infiltrazioni meteoriche causate da assenza di manutenzione sulle coperture degli edifici o le perdite di acque degli impianti di raccolta, che erodono il terreno in maniera progressiva. Un'altra causa di fessurazioni, ed è quella che produce in genere i danni peggiori, è data dalle sollecitazioni prodotte dai movimenti sismici.<sup>44</sup>

L'intervento di consolidamento può essere effettuato sui terreni che accolgono le fondazioni, o direttamente sulle fondazioni stesse, a seconda delle situazioni.

### 6.2.2. Consolidamento delle fondazioni

In questo caso non è stato ritenuto necessario intervenire con il consolidamento del terreno in quanto l'edificio è soggetto a diversi lavorazioni dovute al cambiamento della destinazione d'uso. È stato deciso di intervenire sulle fondazioni stessi mediante sotto mutazioni in calcestruzzo armato.

Si tratta di interventi semplici a livello teorico che non necessitano di particolari verifiche strutturali. La difficoltà si riscontra nella realizzazione pratica di essi. Come si vedrà in seguito, le fasi degli scavi e delle costruzioni sono state definite in fase di progettazione per non indebolire la struttura eccessivamente e provocare danni irrevocabili.

<sup>44</sup> (Fabrizio Astrua 2016)

Per il consolidamento delle fondazioni è stato progettato un sotto murazione, ovvero un cordolo in calcestruzzo armato con una gabbia in acciaio di altezza 400mm e larghezza variabile in base allo spessore della muratura utilizzando tondini in acciaio  $\varnothing 16$  mm con passo da 200mm e un copriferro di 50mm predisponendo i ferri di ripresa per il rinforzo della muratura. La gabbia viene lavorata in cantiere con una lunghezza pari a 1000 mm per poi essere posizionata manualmente dentro lo scavo. Il consolidamento procede con un ordine logico con interventi puntuali di 1 m come mostrato nella Figura 6.2.6.

### Fasi di consolidamento / Underpinning phases

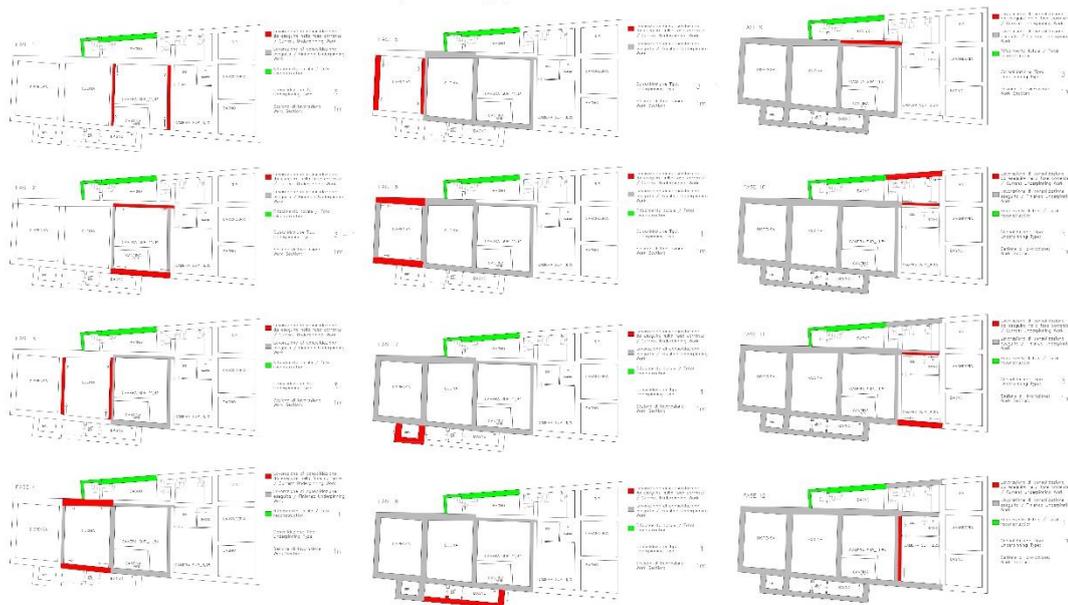


Figura 6.2.6 -Fasi di consolidamento - Elaborazione prodotta durante lo stage

Successivamente all'analisi strutturale è stato modellato il cordolo di base nell'ambiente di progettazione Revit inserendo all'interno della nuova fondazione l'armatura calcolata precedentemente. Tale procedura permette di ottenere una computazione esatta di quelle che sono sia le quantità di acciaio e di calcestruzzo richiesto per il consolidamento.

Trattandosi di interventi effettuati per zone il processo BIM permette di avere un maggiore controllo su quelle che sono le problematiche che si instaurano tra i vari nodi di collegamento. Ad ogni elemento strutturale modellato è stato assegnato il valore di contrassegno che hanno permesso di poter dettagliare l'armatura al fine di rendere il progetto eseguibile in cantiere.

Per il dettaglio delle sagome e per il processo di messa in tavola è stato utilizzato il plug-in SOFISTIK-Reinforcement, che permette di catalogare la varia armatura. L'adozione del seguente plug-in è stata indirizzata dalle carenze dei tool nativi di Revit i quali non permettono ad oggi di gestire il dettaglio dell'armatura per quelle che sono le richieste della normativa italiana sulla cantierizzazione delle opere.





Figura 6.2.10 - Foto scattate durante il consolidamento in cantiere

La conclusione del workflow è avvenuta all'interno del software navisworks dove avendo associato ad ogni elemento modellato la fase di appartenenza sulla base del cronoprogramma si è riuscito ad effettuare la simulazione dello sviluppo delle varie parti di consolidamento della struttura di fondazione.

### 6.2.3. Consolidamento murature portanti

Come si è visto sia nel capitolo delle patologie dell'edificio che nel consolidamento delle fondazioni, un altro importante processo di questo recupero, è il rinforzo delle murature in quanto presentano gravi danni a livello strutturale.

Gli interventi di consolidamento devono essere il più possibile compatibili con i valori storico-architettonici del costruito esistente. La soluzione progettata per questo tipo di intervento, è il rinforzo delle murature esistenti affiancando ad essi uno strato di calcestruzzo armato di spessore pari a 50mm con all'interno una rete elettrosaldata di spessore  $\varnothing 8\text{mm}$  e un passo di 150mm. nei casi dove la muratura è confina in ambo i lati con l'interno, il procedimento si ripete su ambo i lati e le armature vengono collegate tramite tondini perpendicolari ad essi. I nuovi strati vengono collegati oltre a sé stessi, anche con i ferri di ripresa predisposti nel consolidamento delle fondazioni. Nei casi dove la muratura confina con l'esterno, il procedimento del rinforzo avviene solo dal lato interno della muratura per mantenere i valori storico-architettonici della facciata. L'armatura di tale rinforzo viene collegata con la muratura esistente tramite tondini in acciaio con spessore  $\varnothing 12\text{mm}$  e un passo di 500mm inseriti nella muratura esistente e sigillati tramite ancoraggio chimico.

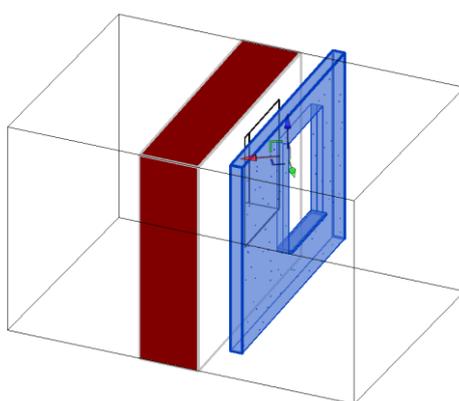


Figura 6.2.11 - Affiancamento dello strato di rinforzo alla muratura esistente

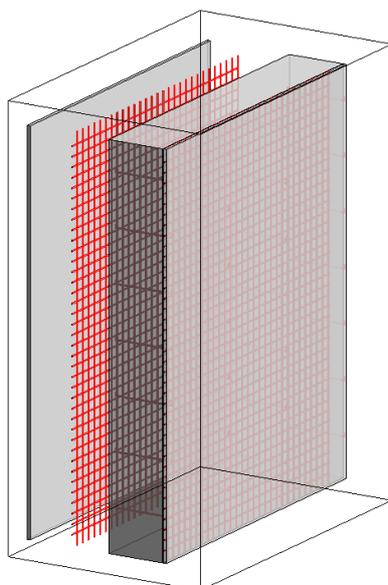


Figura 6.2.12 - Collegamento delle armature tramite tondini in acciaio

### 6.2.3. Consolidamento delle travi principali e l'integrazione degli nuovi travi ad essi

Andiamo ad analizzare gli interventi di recupero strutturale di solai in legno. Negli interventi di questo genere è opportuno operare secondo un principio di salvaguardia dell'elemento costruttivo al fine di conservare il manufatto. Nel nostro caso si è occupato di conservare le travi principali, valutate come elementi di maggior valore. La valutazione degli altri elementi, quali travetti e tavolati in legno, verrà effettuata in sito per capire il loro stato.

La scelta della modalità di intervento dipende da molti fattori ad esempio stato di conservazione, valore storico del manufatto, carichi e sovraccarichi ecc. Per l'adeguamento delle strutture inflesse con membrature parallele possono essere schematicamente individuate le seguenti tipologie di intervento:

- *la sovrapposizione di nuovi elementi strutturali esistenti*
- *la trasformazione della sezione resistente con sistema misto legno-acciaio o legno- calcestruzzo armato*

Per quanto attiene alla sovrapposizione di nuovi elementi strutturali ci si riferisce soprattutto all'utilizzo di putrelle in acciaio, collocate all'intradosso della trave in legno (travi IPE) o lateralmente (travi a C).<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Fabrizio Astrua, Riccardo Nelva. *Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato*. Santaracangelo di Romagna: Maggioli, 2016.

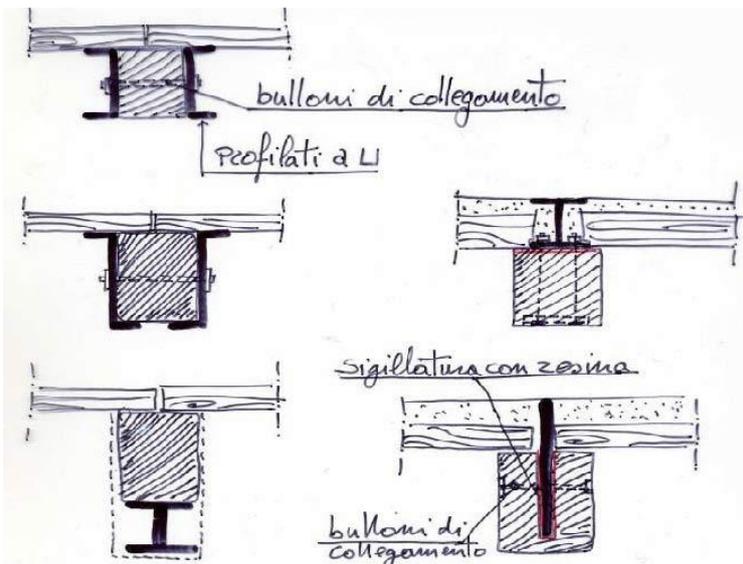


Figura 6.2.13 - Schematizzazioni di consolidamenti tramite travi in acciaio. Fonte img: <http://www consolidamentistrutturali.it/>



Figura 6.2.14 - Applicazione del rinforzo in fibre di carbonio. Fonte img.: <http://web.tiscali.it/taesr/legno01.htm>

Queste soluzioni comportano però risvolti molto negativi, in quanto i nuovi elementi appaiono alla vista snaturando il valore della struttura lignea. La stessa problematica la riscontriamo in un altro metodo, della stessa natura, più moderno, ovvero il rinforzo della trave con fibre di carbonio.

Nel nostro caso è stato scelto di adottare la soluzione della trasformazione della sezione resistenze con sistema misto. Per adottare questa soluzione si è stato attenuto alla soluzione degli connettori Nel nostro caso è stato scelto di adottare la soluzione della trasformazione della sezione resistenze con sistema misto. Per adottare questa soluzione si è stato attenuto alla soluzione degli connettori CentroStorico della Leca utilizzati in altri progetti di recupero durante il periodo del tirocinio presso l'ufficio del Ing. Alessandro Multari.

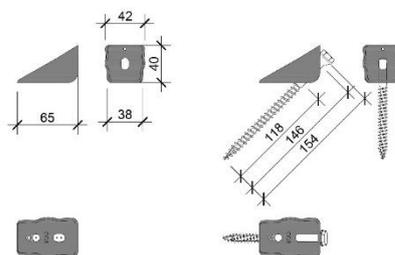


Figura 6.2.15 - Connettori CentroStorico della Leca

Questa soluzione offre buone prestazioni statiche impiegando materiale più leggero rispetto alla soluzione tradizionale con cappa armata e travetto rovescio. Il ruolo degli connettori è essenziale nel comportamento della trave. Essendo applicati nella trave principale, è stato scelto la versione del connettore on la vite lunga,

se si volesse applicare sulla trave secondaria, si usano dei connettori con la vite corta ma il principio ed il funzionamento restano invariati.

Con la struttura non interconnessa, risulta un accoppiamento della parte in calcestruzzo armato con la struttura esistente creando un piano di scorrimento orizzontale (linea rossa tratteggiata nella Figura 6.2.16) tra di esse. La nuova soletta rappresenta un carico permanente agente sul solaio esistente. Come si può notare anche dal diagramma delle tensioni, la sezione ottenuta non è monolitica.

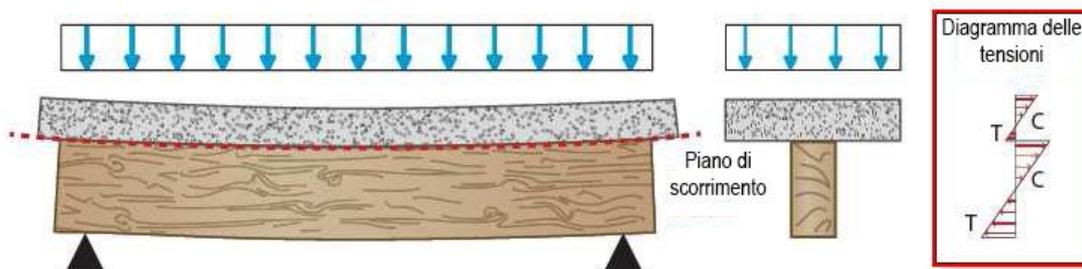


Figura 6.2.16 - Struttura non interconnessa fonte img.: [www.leca.it](http://www.leca.it)

Il sistema ottenuto mediante l'applicazione degli connettori CentroStorico della Leca, crea una vera e propria struttura mista con un'effettiva continuità strutturale. Il connettore ha la funzione di 'cucire' assieme solaio esistente e calcestruzzo impedendone lo scorrimento reciproco e assicurando un considerevole aumento della rigidità e della resistenza della struttura. Il diagramma delle tensioni, rappresentato nella Figura 6.2.17, evidenzia come le prestazioni dei materiali risultino ottimizzate. Il calcestruzzo è tutto compresso, la trave in legno interamente tesa. Il connettore lavora "a taglio", moltiplicando il contributo statico dei due elementi.

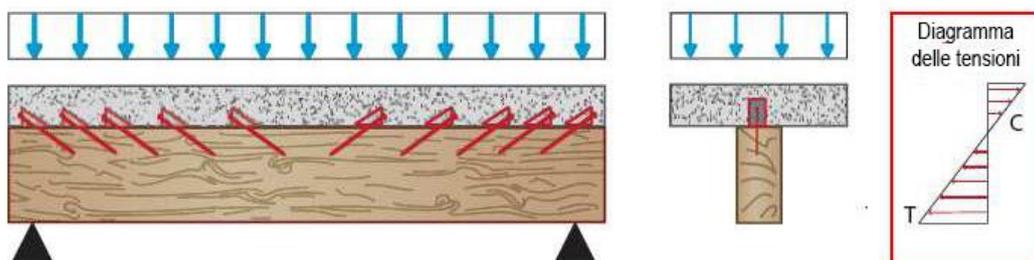
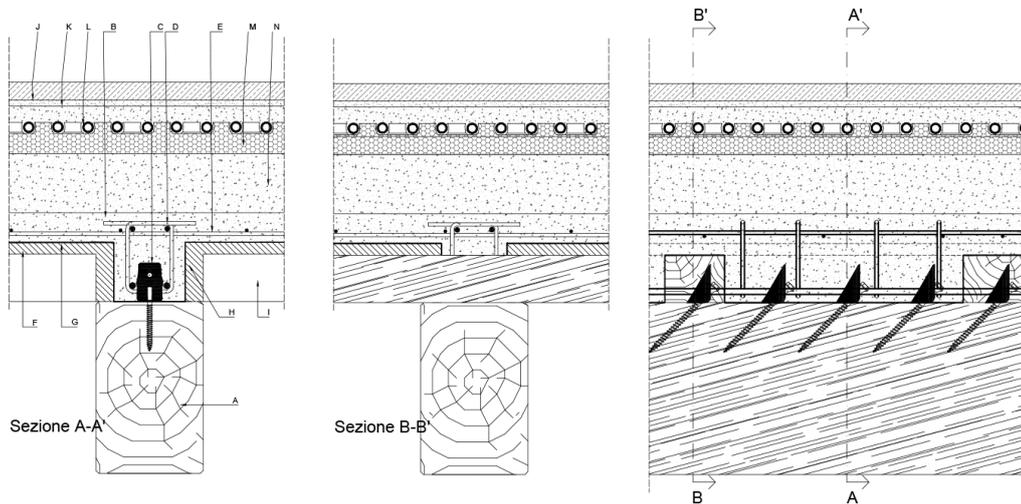


Figura 6.2.17 - Struttura interconnessa rigidamente fonte img.: [www.leca.it](http://www.leca.it)

Recupero strutturale  
Consolidamento delle travi esistenti



LEGENDA

A	Trave esistente in legno 290mmX180mm	H	Cassero laterale
B	Nuova soletta in calcestruzzo leggero Leca-CentroStorico 50mm	I	Travetto
C	Connettore Centrostorico Legno posato su trave	J	Rivestimento interno in pietra arenaria 30 mm
D	Armatura longitudinale corrente, staffe verticali ed anello di chiusura alla base Ø6mm	K	Collante 10 mm
E	Rete elettrosaldata Ø6mm	L	Serpentina (Parte del pacchetto di riscaldamento)
F	Assito in legno 20 mm	M	Pacchetto di riscaldamento a pavimento 80 mm
G	Membrana CentroStorico	N	Sottofondo 100 mm



Scala 1:10

cap.  
06.2  
tav.01

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia , Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



### 6.2.3.1. *Verifica statica dei solai*

Il cambio della destinazione d'uso e le nuove stratigrafie inserite nel pacchetto solaio, hanno portato ad un aumento del carico e di conseguenza bisogna verificare la capacità portante delle travi e travetti.

È stato assunto che le travi consolidate abbiano le stesse caratteristiche che il materiale ha nelle sue condizioni ottimali.

Ove necessario sono stati aggiunti nuovi travi con le caratteristiche e dimensioni congruenti a quelli esistenti.

#### Normative di riferimento

Le normative considerate per dedurre le caratteristiche meccaniche delle specie legnose, per individuare i metodi di analisi strutturali ammessi e le verifiche strutturali sono:

- NTC2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 gennaio 2008)
- CNR-DT206/2007 – Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno
- UNI EN 11035-1:2003 - Legno strutturale - Classificazione a vista di legnami italiani secondo la resistenza meccanica: terminologia e misurazione delle caratteristiche.

#### Ipotesi alla base dei modelli di calcolo

Nonostante il consolidamento delle travi principali come illustrato nel paragrafo precedente, nei maggior casi, la sola capacità portante delle travi esistenti, non è sufficiente per verificare gli stati limiti ultimi. I modelli di calcolo sono stati sviluppati secondo i metodi di Scienza e Tecnica delle Costruzioni ipotizzando schemi statici caratterizzati da condizioni di vincolo che meglio rispettano il comportamento reale della struttura. In particolare, tenendo conto della tipologia di connessioni utilizzate, si è ipotizzato uno schema di doppio incastro per gli elementi costituenti l'assito del solaio, mentre si è ipotizzato uno schema di semplice appoggio per le travi principali. Sulla base di tali modelli è stato eseguito il calcolo delle sollecitazioni di progetto di momento flettente e di taglio e la valutazione delle tensioni massime considerando legami costitutivi lineari in accordo a quanto previsto dalle vigenti normative.

#### Criteri Analisi della sicurezza

Le verifiche sono state eseguite in accordo alle normative utilizzate facendo riferimento sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio al fine di controllare sia la resistenza delle membrature sia la deformabilità a breve e lungo termine. Nella definizione delle resistenze dei materiali si è tenuto conto sia del

fattore di sicurezza parziale sui materiali, assunto pari a  $\gamma_m=1.5$ , sia del fattore  $K_{mod}$ , assunto pari a 0,80 per tenere conto dell'influenza del grado di umidità.

La definizione delle classi di servizio e della durata dei carichi e dei coefficienti correttivi  $K_{mod}$  e  $K_{def}$  è indicata dalla normativa.

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi -10 anni
Media durata	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo	--

Tabella 6.2.1 - Classi di durata del carico. Tabella 4.4.I NTC 2008

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Tabella 6.2.2 - Classi di servizio Tabella 4.4.II NTC 2008

Stati limite ultimi	$\gamma_m$
<b>- combinazioni fondamentali</b>	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,50
compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
unioni	1,50
<b>- combinazioni eccezionali</b>	1,00

Tabella 6.2.3 - Coefficienti parziali  $\gamma_m$  per le proprietà dei materiali Tabella 4.4.III NTC 2008

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea	
Legno massiccio Legno lamellare incollato	EN 14081-1 EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Compensato	EN 636	Parti 1, 2, 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		Parti 2, 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		Parte 3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		OSB/3 - OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
			2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, alta densità	EN 622-2	HB LA, HB HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		HB HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Pannello di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		MBH HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
	2		-	-	-	0,45	0,80	
	EN 622-5	MDF LA, MDF HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		MDF HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

Tabella 6.2.4 - Valori  $K_{mod}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno Tabella 4.4.V NTC 2008

Nel nostro caso la classe della durata del carico è **Permanente** (più di 10 anni) e la classe di servizio è **Classe di Servizio 1**. Dalla tabella 4.4.IV della NTC 2008, otteniamo il valore  $K_{mod}$  che corrisponde a 0,6.

Per i fattori di sicurezza sui carichi è stato invece considerato un unico fattore di sicurezza per i carichi permanenti ( $\gamma_G=1.3$ ) ed un fattore di sicurezza per i carichi variabili pari a  $\gamma_Q=1.5$  dedotti dalla tabella sottostante.

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.5 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU Tabella 2.6.I NTC 2008

Il materiale utilizzato sia per le travi principali che per i travetti (ove presenti) è stato considerato **Legno di Abete Massiccio Classe C24**.

Proprietà	Abete/Italia			Pino laricio/Italia			Larice/Nord Italia			Douglasia/Italia		Altre conifere/Italia			Castagno/Italia	Querce caducifoglie/Italia	Pioppo e Ontano/Italia	Altre latifoglie/Italia
Corrispondenza con le Classi di resistenza della UNI EN 338	C24	C18	C40	C22	C14	C22	C18	C35	C22					D24				
Categorie resistenti	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3	S	S	S	S
Flessione (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,k}$	25	18	40	22	15		23	18	35	22	33	26	22	28	42	26	27
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,k}$	15	11	24	13	9		14	11	21	13	20	16	13	17	25	16	16
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,k}$	21	18	26	20	17		20	18	25	20	24	22	20	22	27	22	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,k}$	2,6	2,6	3,2	3,0	3,0		3,6	3,6	3,2	2,9	3,7	3,7	3,7	7,3	11	6,3	7,7
Taglio (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,k}$	4,0	3,4	4,0	3,8	3,0		3,8	3,4	4,0	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	4,0	2,7	4,0
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean}$	11,8	10,5	15	12	11		12,5	11,5	15,8	13	12,3	11,4	10,5	12,5	12,0	8,0	11,5
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05}$	7,9	7,0	10	8,0	7,4		8,4	7,7	11	8,7	8,2	7,6	7,0	10,5	10,1	6,7	9,7
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean}$	0,39	0,35	0,50	0,40	0,37		0,42	0,38	0,53	0,43	0,41	0,38	0,35	0,83	0,80	0,53	0,77
Modulo di taglio (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$G_{mean}$	0,74	0,66	0,94	0,75	0,69		0,78	0,72	0,99	0,81	0,77	0,71	0,66	0,78	0,75	0,50	0,72
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	375	375	455	425	430		510	520	450	415	530	530	530	485	760	420	515
Massa volumica (media), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	450	450	550	520	520		610	620	540	500	575	575	575	580	825	460	560

Tabella 6.2.6 Valori caratteristici per i tipi di legame considerati nella presente norma Prospetto 5 Norma UNI EN 11035

Per il materiale scelto abbiamo:

Resistenza caratteristica a flessione:  $f_{m,k} = 24$  MPa

Resistenza di calcolo  $f_{m,d} = (f_{m,k} * K_{mod}) / \gamma_M = 16$  MPa

Resistenza caratteristica al taglio:  $f_{v,k} = 2,5$  MPa

Resistenza di calcolo  $f_{v,d} = (f_{v,k} * K_{mod}) / \gamma_M = 1,7$  MPa

Modulo Elastico medio  $E = 11000$  N/mm<sup>2</sup>

In via semplificata non si è tenuto conto dei differenti coefficienti di sicurezza da applicare ai carichi permanenti  $g_1$  e  $g_2$  ma si è applicato un unico coefficiente amplificativo.

- Si è effettuata la verifica per la sola combinazione SLU che considera i carichi accidentali con coefficiente riduttivo delle resistenze  $K_{mod}$  relativo alle azioni di media durata. A rigore dovrebbe essere effettuata anche la verifica considerando la combinazione SLU con soli carichi permanenti e coefficiente riduttivo delle resistenze  $K_{mod}$  relativo alle azioni permanenti.

- La verifica di deformabilità a lungo termine è stata condotta in maniera semplificata trascurando il contributo dato dalla porzione dei carichi accidentali che rientrano nella combinazione quasi

permanente mediante il coefficiente  $\Psi_2$ .

Carichi di Progetto					
Caratteristiche Solaio					
Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Peso Totale
	[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1	0,018
Collante	19	0,01	1	1	0,19
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1	1,6
Sottofondo	18	0,1	1	1	1,8
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1	0,625
Caldana	7	0,03	1	1	0,21
<b>Carico totale G</b>					<b>4,443</b>

Tabella 6.2.7- Carichi di progetto

Sovraccarichi variabili sono considerati  $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$

#### Carico di progetto per le verifiche di resistenza

$Q_{RESISTENZA} = \gamma (G + Q) i$  [Kn/M] dove:  $\gamma$  è coefficiente di amplificazione delle azioni

$i$  è l'interasse delle travi

$G + Q$  la somma dei carichi

#### Carico di progetto per le verifiche di deformabilità

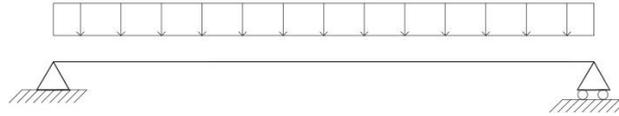
Calcolo della freccia istantanea:  $Q_{DEF\_IST} = (G + Q) i$

Calcolo del incremento di freccia dovuto agli effetti viscosi:  $Q_{DEF\_DIF} = G i$

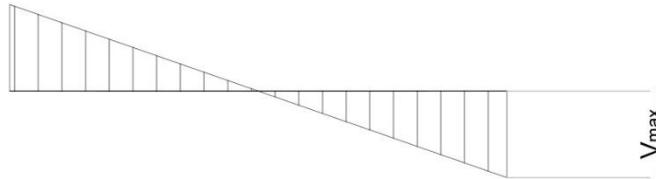
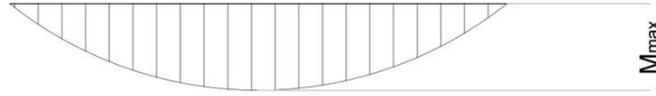
#### Coefficienti correttivi $K_{mod}$ e $K_{def}$

Dalle tabelle, per la classe di durata del carico, Permanente e la classe di Servizio Classe 1, gli coefficienti sono:  $K_{mod} = 0.8$  e  $K_{def} = 0.6$ .

## Calcolo delle sollecitazioni



$Q_{RESISTENZA}$  [Kn/M]



$$M_{max} = \frac{Q_{res} \cdot L^2}{8} \quad V_{max} = \frac{Q_{res} \cdot L}{2}$$

## Caratteristiche della sezione

Area

$$A = b \cdot h \text{ [mm}^2\text{]}$$

Modulo di resistenza

$$W_{xx} = b \cdot h^2 / 6 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Momento d'inerzia

$$J_{xx} = b \cdot h^3 / 12 \text{ [mm}^4\text{]}$$

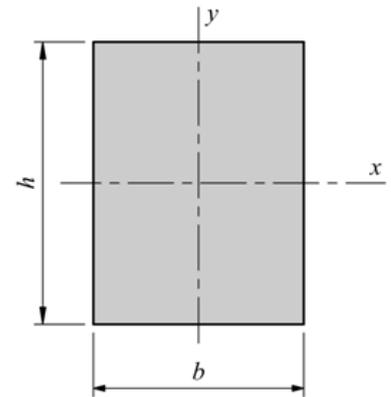


Figura 6.2.18 - Sezione della trave

## Verifiche di resistenza

### Flessione

Tensione effettivo:

$$\sigma_{max} = M_{max} / W_{xx}$$

Tensione limite:

$$f_{m,lim} = K_{mod} \cdot f_{m,d}$$

La sezione viene definita Verificata se:

$$f_{m,lim} > \sigma_{max}$$

### Taglio

Tensione effettivo:

$$\tau_{max} = V_{max} / A$$

Tensione limite:

$$f_{v,lim} = K_{mod} \cdot f_{v,d}$$

La sezione viene definita Verificata se:

$$f_{v,lim} > \tau_{max}$$

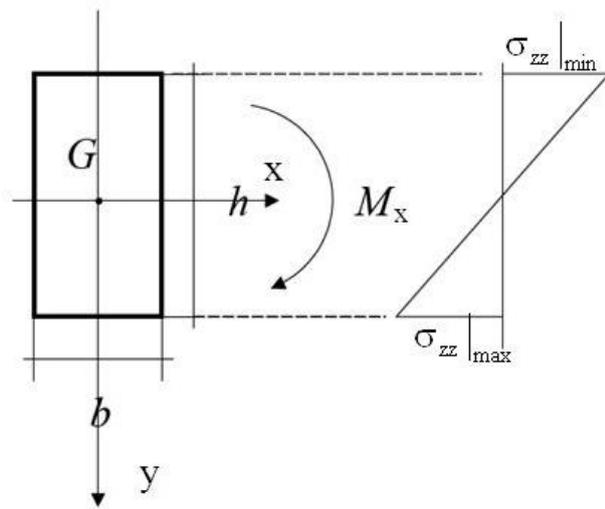


Figura 6.2.19- Diagramma delle tensioni della trave

## Verifiche di deformabilità

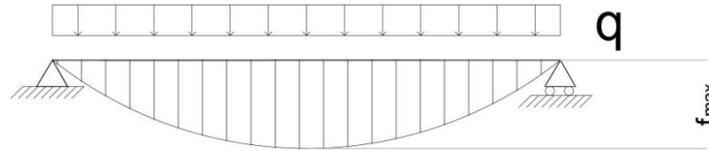


Figura 6.2.20-Diagramma della deformazione massima

Deformazione massima:  $w. max = \frac{5}{384} \frac{qL^4}{EJ}$

Deformazione istantanea:  $w. ist = \frac{5}{384} \frac{q_{ist} L^4}{EJ}$

Deformazione a lungo termine:  $w. fin = \frac{5}{384} \frac{q_{dif} L^4}{EJ} \cdot K_{def}$

Dall'annesso nazionale italiano all'EC5, la sezione viene definita Verificata se:

$$w_{st} < L/300$$

$$w_{fin} < L/200$$

Elemento strutturale	$w_{inst}$	$w_{fin}$
Travi su due appoggi	$l/300$	$l/200$

Questa verifica è stata eseguita per tutti gli solai esistenti del fabbricato preso in esame, è prevedibile che per via dell'aumento del carico, è molto difficile la trave risulti idonea al nuovo pacchetto di solaio. Quando la verifica risulta negativa, mediante lo stesso foglio di calcolo è stata progettata la nuova sezione con il nuovo interasse tra le travi e travetti. Tutte le schede di verifica sono riportati alla fine del capitolo.

### 6.2.3.2. Dimensionamento della copertura

Durante il sopralluogo nel sito si è constatato che la copertura, nel tempo, ha subito variazioni incongrui rispetto alla sua morfologia originale. La presente orditura non ha nessun valore architettonico in quanto è stata realizzata dopo la seconda guerra mondiale. Stando a queste valutazioni, la copertura è stata riprogettata dandole il suo aspetto originale.

Tale relazione costituisce parte integrante dei disegni esecutivi di progetto nei quali sono riportate le caratteristiche geometriche e statiche delle sezioni strutturali adottate.

Ai fini delle verifiche sono state individuate le azioni che interessano il manufatto e le relative sollecitazioni sia nella fase statica che in quella sismica; per le sezioni maggiormente caratterizzanti le strutture, sono state riportate le verifiche di stabilità e di resistenza adottando il metodo semiprobabilistico degli stati limite.

I calcoli e le verifiche riportate nella presente relazione sono stati condotti con riferimento al disposto delle seguenti norme:

- D.M. 14.01.2008 – *“Norme tecniche per le costruzioni”*.
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 – *“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.”*
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 - *“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”*.

Conformemente a quanto previsto dal paragrafo 12 del D.M. 14.01.2008 si sono considerati anche i seguenti riferimenti tecnici che si intendono coerenti con i principi del D.M. stesso:

- EUROCODICE ..... nella forma internazionale EN
- NORMA UNI EN ..... pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea
- NORMA UNI ..... inerente le prove, i materiali e i prodotti

Le calcolazioni sono state condotte adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite; sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica) e allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda le azioni sismiche sono state esaminate anche le deformazioni relative.

La schematizzazione della procedura progettuale adottata può essere così sinteticamente riassunta:

- individuazione della classe d'uso dell'opera e della sua vita utile;
- definizione delle azioni agenti in condizioni statiche e dinamiche attraverso l'individuazione delle condizioni di carico;
- predisposizione delle combinazioni di carico (con i relativi coefficienti di combinazione) allo SLU, SLE, SLV e SLD;

- stima dell'involuppo delle azioni agenti;
- predimensionamento delle membrature strutturali;
- applicazione dei criteri della gerarchia delle resistenze e scelta delle soluzioni strutturali che impediscono rotture fragili;
- verifica della funzionalità allo stato limite di danno delle strutture progettate.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli stati limite sopra definiti in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme; in particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU e SLV) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dalle NTC per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel seguito;
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nel seguito;
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (SLD) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;
- la robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.

*Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta sollecitata in maniera più gravosa della fase finale.*

L'analisi strutturale condotta è stata del tipo *statica lineare*.

Il calcolo dei carichi della copertura è pressoché analogo alla procedura sviluppata nel capitolo Verifica statica dei solai, in via semplificativa, è stato fatto uso di un software gratuito online (Online Tool) fornito da promo\_legno per il predimensionamento degli travetti della copertura.

Dopo aver inserito tutti gli input necessari per effettuare il predimensionamento, il software rilascia una relazione sintetica degli output ottenuti.

L'inizio della procedura per il predimensionamento degli travetti inizia impostando la posizione geografica del edificio con la sua altitudine in modo da ricavare dalla normativa i valori delle sollecitazioni di

carattere naturale. è stato fatto l'analisi della metà della copertura impostando come la luce L1 pari a 3 m e la luce L2 pari a 3 m tra le travi principali, l'interasse degli travetti di 0.7m e un'altezza del colmo di 5 m. il materiale utilizzato per la verifica, è stato scelto il legno massiccio da costruzione con classe di resistenza C24.

Il passo successivo è stato quello di aggiungere sul software le caratteristiche della stratigrafia della copertura con lo scopo di calcolare il suo peso. La verifica è stata effettuata immettendo una sezione ipotetica dei travetti di 100 mm x 140 mm. Seguendo le prescrizioni della NTC 2008 sono state effettuate le seguenti verifiche.

Gli coefficienti ed i termini utilizzati, sono stati già introdotti nella verifica del solaio. In questa verifica non si è fermato di spiegare il significato degli termini.

Il carico  $g$  della copertura finita ha un valore pari a:

$$g = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

Il carico della neve:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 2,33 \text{ kN/m}^2$$

Carico da vento:

$$q_w = q_b \cdot C_e \cdot C_d \cdot C_p = -0,26 \text{ kN/m}^2$$

#### Valori di riferimento:

Legno massiccio di conifera C 24

Resistenze caratteristiche [MPa]

flessione  $f_{m,k}$  24

taglio  $f_{v,k}$  4

Modulo elastico [MPa]

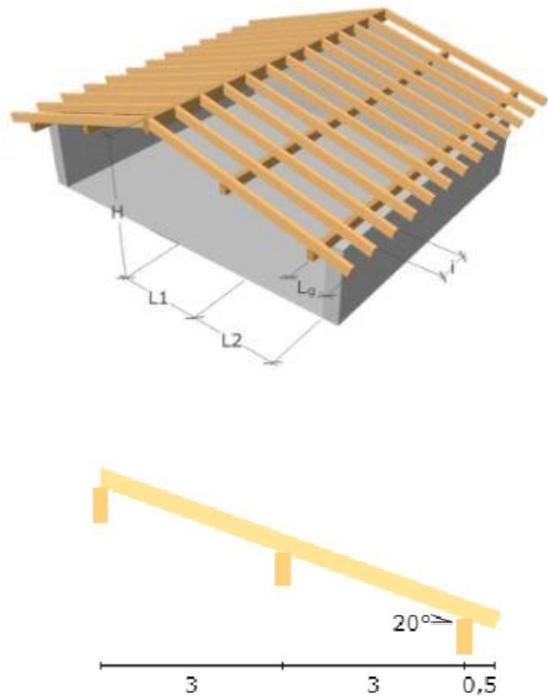


Figura 6.2.21- La campata oggetto di verifica



Figura 6.2.22 - Stratigrafia della copertura

modulo elastico medio parallelo alla fibratura  $E_{0,mean}$  11000

Valori di progetto

Le resistenze di progetto sono valutate mediante la relazione:

$$X_d = (k_{mod} \cdot X_k) / \gamma_M$$

dove  $\gamma_M = 1,5$  e  $k_{mod} = 0,9$

Resistenze di progetto per la combinazione significativa [MPa]

flessione  $f_{m,d}$  14,4

taglio  $f_{v,d}$  2,4

### Sollecitazioni

La combinazione di carico più gravosa è quella con la neve come carico variabile principale (durata breve).

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q_s$$

Momento flettente massimo: 3,99 kNm

Taglio massimo: 6,39 kN

### Verifiche di resistenza

#### Verifica a flessione:

La verifica a flessione prevede la seguente disuguaglianza:

$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$ , dove il coefficiente di instabilità flessor-torsionale

$k_{crit}$  è assunto unitario poiché il pacchetto di copertura impedisce lo sbandamento della trave. Si ha quindi:

$$W = (b \cdot h^2) / 6 = 3,27E5 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,d} = (M_{d,MAX}) / W = 12,21 \text{ MPa}$$

La verifica a flessione è dunque soddisfatta:

$$\sigma_{m,d} < f_{m,d} \text{ in quanto } 12,21 \text{ MPa} < 14,4 \text{ MPa}$$

#### Verifica a taglio:

La verifica prevede la seguente disuguaglianza:  $\tau_d \leq f_{v,d}$ , dove:

$$\tau_d = (1,5 \cdot V_d) / [(k_{cr} \cdot b) \cdot h] = 1,02 \text{ MPa con } k_{cr} = 0,67$$

La verifica a taglio è dunque soddisfatta:

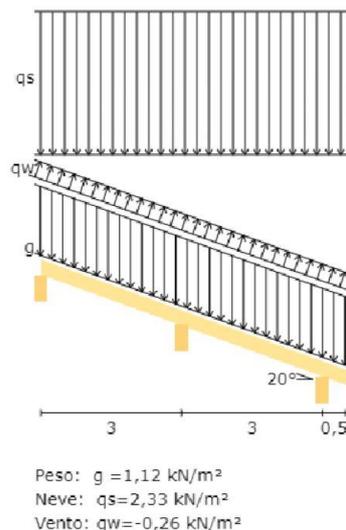


Figura 6.2.23 - Carichi esercitati

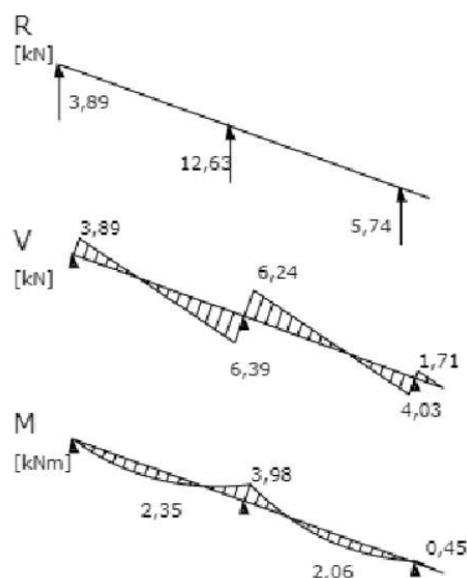


Figura 6.2.24 - Diagramma delle sollecitazioni

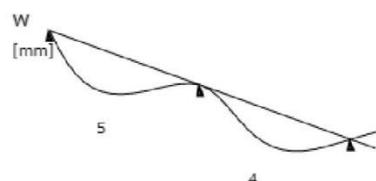


Figura 6.2.25 - Curva delle deformazioni

$T_d \leq f_{v,d}$  in quanto  $1,02 \text{ MPa} < 2,4 \text{ MPa}$

### Verifica di esercizio

Si assumono i seguenti valori limite con riferimento alla campata con maggior deformazione:

$w_{ist} < l / 300 = 10,6 \text{ mm}$  freccia istantanea max

$w_{fin} < l / 250 = 12,8 \text{ mm}$  freccia finale max

Le verifiche risultano soddisfatte:

$w_{ist} = w_{ist,G} + w_{ist,Qs} = 5,2 \text{ mm} < w_{ist,MAX} = 10,6 \text{ mm}$

$w_{fin} = w_{ist,G} \cdot (1 + k_{def}) + w_{ist,Qs} \cdot (1 + k_{def} \cdot \psi_2) = 6,4 \text{ mm} < w_{fin,MAX} = 12,8 \text{ mm}$

dove:

$k_{def} = 0,6$  e  $\psi_2 = 0$

Dopo le verifiche effettuate, la sezione 100 mm x 140 mm risulta verificata per resistere alle sollecitazioni della copertura. La verifica delle travi principali della copertura, è analoga alla verifica effettuata per i solai. Lo stesso procedimento analogo è stato effettuato per la nuova tettoia realizzata nella entrata del primo piano interrato. In seguito sono riportati tutte le schede delle verifiche effettuate.

#### 6.2.4. Considerazioni sul metodo

Dal lavoro effettuato possiamo constatare che BIM non significa un processo di lavoro del tutto diverso da quello tradizionale, ma viene incontro all'utilizzo dei software BIM oriented attraverso un approccio di raccolta delle informazioni. In questo modo è stato collegato l'utilizzo di un approccio tradizionale veloce ed efficace, il quale però non rimane al progettista ma viene collegato al modello in modo da avere in qualsiasi momento il calcolo strutturale e le verifiche sotto mano.

Questa soluzione è una soluzione *Ibrida* che indirizzata verso un processo BIM permette di ottenere un risultato del progetto migliore.

Dalla ricerca effettuata dagli ricercatori Giuliana Cardani<sup>46</sup> e Grigor Angjeliu<sup>47</sup> sull'interoperabilità tra modelli BIM e l'analisi strutturale degli edifici storici, sono arrivati alla conclusione:

*“Dalle analisi risulta che il formato IFC 2x3, benché molto utilizzato, non offre in realtà risultati affidabili e si tratta pertanto di una scelta non consigliata; il formato .erx per il software SAP2000/ETABS offre buoni risultati che riguardano non solo la geometria ma anche le proprietà dei materiali, sezioni dei elementi, condizioni al contorno, etc; il formato ACIS SAT per il software ABAQUS offre possibilità d'importazione completa della geometria volumetrica 3D. Si deve prestare particolare attenzione ai*

<sup>46</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano

<sup>47</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano

*dettagli architettonici, abbastanza difficili da modellare, anche se si dispone di una larga quantità di dati (come quelli che risultano dal processo di laser-scanner). Essi sono indispensabili per il modello architettonico dell'edificio ma non sempre presentano particolare interesse nella analisi strutturale. Si rileva quindi di particolare importanza, una volta completato il modello BIM, l'opportunità di scelta delle caratteristiche dei dati da esportare rispetto alle necessità del software di importazione. I risultati riassunti mostrano non tanto il formato migliore, bensì il più conveniente da utilizzare a seconda delle esigenze dell'utente. Alla luce dei risultati ottenuti, tale approccio è stato applicato ad un caso studio completo. La regolarità della geometria importata nel software di calcolo partendo dal modello BIM, ha reso possibile, la discretizzazione regolare con elementi del primo e del secondo ordine, permettendo di passare alle simulazioni non lineari. Questo dimostra che è possibile usare il modello BIM per le verifiche strutturali in edifici esistenti, ricorrendo anche alle verifiche non lineari, anziché solo alle analisi elastico-lineari, le quali si rivelano molto limitate.*<sup>48</sup>

L'utilizzo del software parametrico, Revit Architecture 2018, come strumento di progettazione agevola in modo considerevole il lavoro in uno studio di grandi e piccole dimensioni in quanto si possono estrapolare dagli abachi dettagliati degli elementi strutturali, esistenti e integrati, abachi delle quantità della materia utilizzata ad esempio calcestruzzo, acciaio ecc. tutto aggiornato dopo ogni variazione del progetto riducendo gli sprechi e facilitando il lavoro della gestione dei costi.

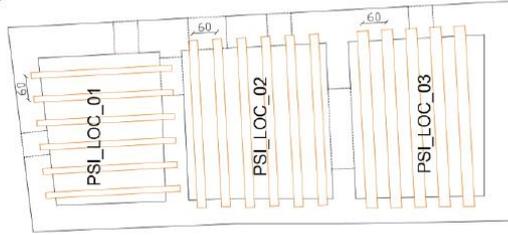
Un uso BIM che oggi viene particolarmente apprezzato, promosso ed usato è la *clash detection*, che tradotto in italiano suonerebbe "rilevamento scontri". Unendo tutti gli elementi provenienti da diversi modelli (architettonico, strutturale, impiantistico), si può identificare dove i progetti vanno in collisione tra di loro. Questo rende possibile anticipare i problemi che altrimenti si verificherebbero in cantiere, dove tutto è più difficile e costoso.

---

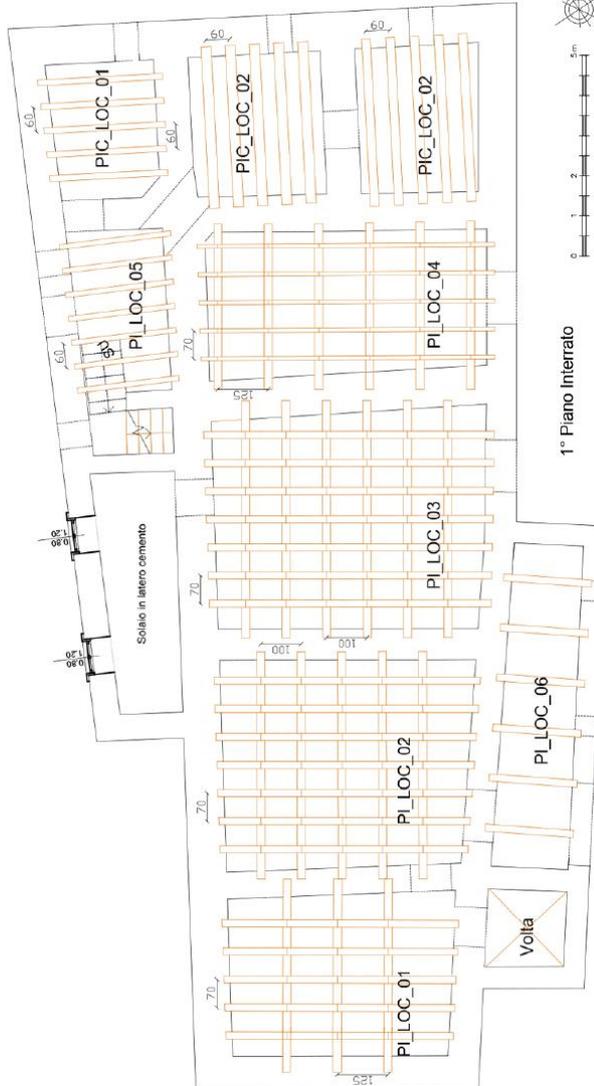
<sup>48</sup> [https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1031407/224862/27\\_\\_Cardani\\_Angjeliu\\_ohX9.pdf](https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1031407/224862/27__Cardani_Angjeliu_ohX9.pdf)

## SCHEDE DI VERIFICA STRUTTURALE

Recupero strutturale  
Travi lignee



2° Piano Interrato



1° Piano Interrato

cap.  
06.2  
tav.02

Politecnico di Torino

AH\_Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
"Dalla conoscenza al progetto"

Rel: Garda Emilia, Villa Valentina, Multari Alessandro

Dicembre 2017



## COPERTURA EDIFICIO

Interasse Travi [m]:				3
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]	
	5	0,2	0,3	

Sicurezza parziale su materiali [γm]	1,5
Fattore [kmod]	0,8
Fattore [kdef]	0,6
Fattore di sicurezza su carichi fissi [γG]	1,3
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [γQ]	1,5
Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ]	11000

Resistenza flession fmk	24	[Mpa]
Resistenza Taglio fvk	2,5	[Mpa]

Valori di Progetto delle resistenze:		
Flessione f <sub>m,d</sub>	12,80	[Mpa]
Taglio f <sub>v,d</sub>	1,33333333	[Mpa]

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	50,203125	kNm
Vmax	40,1625	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	200	[mm]
h	300	[mm]
A	60000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	45000000	[mm <sup>4</sup> ]

## VERIFICA TRAVE

Carichi di Progetto						
Caratteristiche TRAVE						
Materiale	Peso specifico γ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]
Carico Superiore						1,12
Trave	5,3	0,3	5	0,2	3	0,53
Peso della copertura			G=	1,65	kN/m <sup>2</sup>	
Carico da neve			Qs=	2,18	kN/m <sup>2</sup>	
Carico da vento			Qw=	-0,26	kN/m <sup>2</sup>	
Carico di progetto per le verifiche di resistenza			Qres= γ (G + Q) I	16,065		
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità			Qdef_dif	5,76	kN/m	
			Qdef_ist	6,54	kN/m	

VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale	σ <sub>max</sub>	0,000167344	[Mpa]
Tensione limite	f <sub>m,lim</sub>	10,24	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale	τ <sub>max</sub>	0,669375	[Mpa]
Tensione limite	f <sub>v,lim</sub>	1,07	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L		5000	[mm]
Deformazione istantanea	f <sub>ist</sub>	10,75205177	[mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità	f <sub>dif</sub>	5,681818182	[mm]
Verifica DEF IST		VERO	
Verifica DEF LT		VERO	

## COPERTURA TORRE

Interasse Travi [m]:				3
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]	
	5	0,2	0,3	

Sicurezza parziale su materiali [γm]	1,5
Fattore [kmod]	0,8
Fattore [kdef]	0,6
Fattore di sicurezza su carichi fissi [γG]	1,3
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [γQ]	1,5
Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ]	11000

Resistenza flession fmk	24	[Mpa]
Resistenza Taglio fvk	2,5	[Mpa]

Valori di Progetto delle resistenze:		
Flessione f <sub>m,d</sub>	12,80	[Mpa]
Taglio f <sub>v,d</sub>	1,33333333	[Mpa]

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	50,765625	kNm
Vmax	40,6125	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	200	[mm]
h	300	[mm]
A	60000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	45000000	[mm <sup>4</sup> ]

## VERIFICA TRAVE

Carichi di Progetto						
Caratteristiche TRAVE						
Materiale	Peso specifico γ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]
Carico Superiore						1,14
Trave	5,3	0,3	5	0,2	3	0,53
Peso della copertura			G=	1,67	kN/m <sup>2</sup>	
Carico da neve			Qs=	2,2	kN/m <sup>2</sup>	
Carico da vento			Qw=	-0,26	kN/m <sup>2</sup>	
Carico di progetto per le verifiche di resistenza			Qres= γ (G + Q) I	16,245		
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità			Qdef_dif	5,82	kN/m	
			Qdef_ist	6,6	kN/m	

VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale	σ <sub>max</sub>	0,000169219	[Mpa]
Tensione limite	f <sub>m,lim</sub>	10,24	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale	τ <sub>max</sub>	0,676875	[Mpa]
Tensione limite	f <sub>v,lim</sub>	1,07	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L		5000	[mm]
Deformazione istantanea	f <sub>ist</sub>	10,85069444	[mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità	f <sub>dif</sub>	5,741003788	[mm]
Verifica DEF IST		VERO	
Verifica DEF LT		VERO	

## COPERTURA TETTOIA NUOVA

Interasse Travi [m]:				1,5
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]	
	5	0,15	0,25	

Sicurezza parziale su materiali [γm]	1,5
Fattore [kmod]	0,8
Fattore [kdef]	0,6
Fattore di sicurezza su carichi fissi [γG]	1,3
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [γQ]	1,5
Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ]	11000

Resistenza flession fmk	24	[Mpa]
Resistenza Taglio fvk	2,5	[Mpa]

Valori di Progetto delle resistenze:		
Flessione f <sub>m,d</sub>	12,80	[Mpa]
Taglio f <sub>v,d</sub>	1,33333333	[Mpa]

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	23,25585938	kNm
Vmax	18,6046875	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	150	[mm]
h	250	[mm]
A	37500	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	1562500	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	195312500	[mm <sup>4</sup> ]

## VERIFICA TRAVE

Carichi di Progetto						
Caratteristiche TRAVE						
Materiale	Peso specifico γ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]
Carico Superiore						0,79
Trave	5,3	0,25	5	0,15	1,5	0,6625
Peso della copertura			G=	1,4525	kN/m <sup>2</sup>	
Carico da neve			Qs=	2,115	kN/m <sup>2</sup>	
Carico da vento			Qw=	-0,26	kN/m <sup>2</sup>	
Carico di progetto per le verifiche di resistenza			Qres= γ (G + Q) I	7,441875		
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità			Qdef_dif	2,7825	kN/m	
			Qdef_ist	3,1725	kN/m	

VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale	σ <sub>max</sub>	0,000148838	[Mpa]
Tensione limite	f <sub>m,lim</sub>	10,24	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale	τ <sub>max</sub>	0,496125	[Mpa]
Tensione limite	f <sub>v,lim</sub>	1,07	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L		5000	[mm]
Deformazione istantanea	f <sub>ist</sub>	12,01704545	[mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità	f <sub>dif</sub>	6,323863636	[mm]
Verifica DEF IST		VERO	
Verifica DEF LT		VERO	

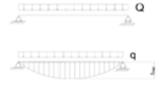
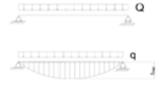
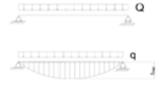
Codice Solaio: PI_LOC_1 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVE																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Interasse Travi [m]:</td> <td colspan="3">3</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4,88</td> <td>0,18</td> <td>0,29</td> </tr> </table>				Interasse Travi [m]:	3			Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]		4,88	0,18	0,29	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche TRAVE</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,3</td> <td>4,88</td> <td>0,2</td> <td>3</td> <td>0,51728</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,95428 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma (G + Q) I</math></td> <td>=</td> <td colspan="3">31,29426</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td>=</td> <td colspan="3">20,86284 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td>=</td> <td colspan="3">14,86284 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche TRAVE							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,3	4,88	0,2	3	0,51728	Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>			Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	4,95428 kN/m <sup>2</sup>			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	31,29426			Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			=	20,86284 kN/m			Qdef_ist			=	14,86284 kN/m		
Interasse Travi [m]:	3																																																																																																																
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]																																																																																																														
	4,88	0,18	0,29																																																																																																														
Carichi di Progetto																																																																																																																	
Caratteristiche TRAVE																																																																																																																	
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																																																																																											
Carico Superiore						4,437																																																																																																											
Trave	5,3	0,3	4,88	0,2	3	0,51728																																																																																																											
Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	4,95428 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																	
Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	31,29426																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																	
Qdef_dif			=	20,86284 kN/m																																																																																																													
Qdef_ist			=	14,86284 kN/m																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession frk [Mpa]</td> <td>24</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fv,k [Mpa]</td> <td>2,5</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d</td> <td>12,80</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d</td> <td>1,33333333</td> <td>[Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]	Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]	Valori di Progetto delle resistenze:			Flessione fm,d	12,80	[Mpa]	Taglio fv,d	1,33333333	[Mpa]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>omax</td> <td>0,00310523 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fm,lim</td> <td>10,24 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE				Tensione sul materiale		omax	0,00310523 [Mpa]	Tensione limite		fm,lim	10,24 [Mpa]	Verifica			VERO																																																																								
Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]																																																																																																															
Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]																																																																																																															
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																	
Flessione fm,d	12,80	[Mpa]																																																																																																															
Taglio fv,d	1,33333333	[Mpa]																																																																																																															
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																	
Tensione sul materiale		omax	0,00310523 [Mpa]																																																																																																														
Tensione limite		fm,lim	10,24 [Mpa]																																																																																																														
Verifica			VERO																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>93,15675317</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>76,3579944</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	93,15675317	kNm	Vmax	76,3579944	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>tmax</td> <td>1,27263324 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fv,lim</td> <td>1,07 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> </table>							VERIFICA AL TAGLIO				Tensione sul materiale		tmax	1,27263324 [Mpa]	Tensione limite		fv,lim	1,07 [Mpa]	Verifica			FALSO																																																																														
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																	
Mmax	93,15675317	kNm																																																																																																															
Vmax	76,3579944	Kn																																																																																																															
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																	
Tensione sul materiale		tmax	1,27263324 [Mpa]																																																																																																														
Tensione limite		fv,lim	1,07 [Mpa]																																																																																																														
Verifica			FALSO																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>200</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>300</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>60000</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>3000000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>45000000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	200	[mm]	h	300	[mm]	A	60000	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	45000000	[mm <sup>4</sup> ]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td></td> <td></td> <td>4880 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td></td> <td>fist</td> <td>22,17250041 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td></td> <td>fdif</td> <td>18,67400827 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICHE DI DEFORMABILITA				Lunghezza L			4880 [mm]	Deformazione istantanea		fist	22,17250041 [mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	18,67400827 [mm]	Verifica DEF IST			FALSO	Verifica DEF LT			VERO																																																													
Caratteristiche della sezione																																																																																																																	
b	200	[mm]																																																																																																															
h	300	[mm]																																																																																																															
A	60000	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																															
Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																															
Jxx	45000000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																															
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																	
Lunghezza L			4880 [mm]																																																																																																														
Deformazione istantanea		fist	22,17250041 [mm]																																																																																																														
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	18,67400827 [mm]																																																																																																														
Verifica DEF IST			FALSO																																																																																																														
Verifica DEF LT			VERO																																																																																																														

Codice Solaio: PI_LOC_1 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVETTI																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Interasse Travetti [m]:</td> <td colspan="3">0,7</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> </tr> </table>				Interasse Travetti [m]:	0,7			Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H		3	0,18	0,19	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche Solaio</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,19</td> <td>3</td> <td>0,18</td> <td>0,7</td> <td>0,776828571</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma (G + Q) I</math></td> <td>=</td> <td colspan="3">6,75885 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td>=</td> <td colspan="3">4,5059 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td>=</td> <td colspan="3">3,1059 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche Solaio							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,19	3	0,18	0,7	0,776828571	Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq			Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	6,75885 kN/m			Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			=	4,5059 kN/m			Qdef_ist			=	3,1059 kN/m		
Interasse Travetti [m]:	0,7																																																																																																																																																			
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																																																																																																	
	3	0,18	0,19																																																																																																																																																	
Carichi di Progetto																																																																																																																																																				
Caratteristiche Solaio																																																																																																																																																				
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																																																																																														
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																																																																																														
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																																																																																														
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																																																																																														
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																																																																																														
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																																																																																														
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																																																																																														
Travetti	5,3	0,19	3	0,18	0,7	0,776828571																																																																																																																																														
Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																																																				
Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	6,75885 kN/m																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																																																				
Qdef_dif			=	4,5059 kN/m																																																																																																																																																
Qdef_ist			=	3,1059 kN/m																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession frk [Mpa]</td> <td>24</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fv,k [Mpa]</td> <td>2,5</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d</td> <td>12,80</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d</td> <td>1,33333333</td> <td>[Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]	Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]	Valori di Progetto delle resistenze:			Flessione fm,d	12,80	[Mpa]	Taglio fv,d	1,33333333	[Mpa]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>omax</td> <td>7,02097E-05 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fm,lim</td> <td>10,24 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE				Tensione sul materiale		omax	7,02097E-05 Mpa	Tensione limite		fm,lim	10,24 Mpa	Verifica			VERO																																																																																																											
Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]																																																																																																																																																		
Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]																																																																																																																																																		
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																																																				
Flessione fm,d	12,80	[Mpa]																																																																																																																																																		
Taglio fv,d	1,33333333	[Mpa]																																																																																																																																																		
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																																																				
Tensione sul materiale		omax	7,02097E-05 Mpa																																																																																																																																																	
Tensione limite		fm,lim	10,24 Mpa																																																																																																																																																	
Verifica			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>7,60370625</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>10,138275</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	7,60370625	kNm	Vmax	10,138275	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>tmax</td> <td>0,296440789 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fv,lim</td> <td>1,066666667 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA AL TAGLIO				Tensione sul materiale		tmax	0,296440789 Mpa	Tensione limite		fv,lim	1,066666667 Mpa	Verifica			VERO																																																																																																																	
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																																																				
Mmax	7,60370625	kNm																																																																																																																																																		
Vmax	10,138275	Kn																																																																																																																																																		
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																																																				
Tensione sul materiale		tmax	0,296440789 Mpa																																																																																																																																																	
Tensione limite		fv,lim	1,066666667 Mpa																																																																																																																																																	
Verifica			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>190</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>34200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>1083000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>102885000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	180	[mm]	h	190	[mm]	A	34200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td></td> <td></td> <td>3000 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td></td> <td>fist</td> <td>2,894453124 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td></td> <td>fdif</td> <td>2,519485431 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICHE DI DEFORMABILITA				Lunghezza L			3000 [mm]	Deformazione istantanea		fist	2,894453124 [mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	2,519485431 [mm]	Verifica DEF IST			VERO	Verifica DEF LT			VERO																																																																																																
Caratteristiche della sezione																																																																																																																																																				
b	180	[mm]																																																																																																																																																		
h	190	[mm]																																																																																																																																																		
A	34200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																																																																		
Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																																																																		
Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																																																		
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																																																				
Lunghezza L			3000 [mm]																																																																																																																																																	
Deformazione istantanea		fist	2,894453124 [mm]																																																																																																																																																	
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	2,519485431 [mm]																																																																																																																																																	
Verifica DEF IST			VERO																																																																																																																																																	
Verifica DEF LT			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Schema Statico : Trave Appoggiata</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																
Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																				
																																																																																																																																																				

Codice Solaio: PI_LOC_1 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVE																																					
<b>Interesse Travi [m]:</b> <table border="1"> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4,88</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td></td> </tr> </table>				Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]	1,25		4,88	0,2	0,3		<b>Carichi di Progetto</b> Caratteristiche TRAVE <table border="1"> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,3</td> <td>4,88</td> <td>0,2</td> <td>1,25</td> <td>1,241472</td> </tr> </table>							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,3	4,88	0,2	1,25	1,241472
				Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]	1,25																																	
	4,88	0,2	0,3																																						
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																			
Carico Superiore						4,437																																			
Trave	5,3	0,3	4,88	0,2	1,25	1,241472																																			
Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5 Fattore [Kmod] 0,8 Fattore [Kdef] 0,6 Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5 Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ] 11000				Trascurando il Peso proprio delle travi: $G_{k,1} = 4,437 \text{ kN/m}^2$ Includendo il Peso proprio delle travi: $G_{k,2} = 5,678472 \text{ kN/m}^2$ Sovraccarichi variabili $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ Carico di progetto per le verifiche di resistenza $Q_{res} = \gamma (G + Q) i = 14,397135$ Carico di progetto per le verifiche di deformabilità $Q_{def\_dif} = 9,59809 \text{ kN/m}$ $Q_{def\_ist} = 7,09809 \text{ kN/m}$																																					
Resistenza flession fmk 24 [Mpa] Resistenza Taglio fvk 2,5 [Mpa]				<b>VERIFICA A FLESSIONE</b> Tensione sul materiale $\sigma_{max} = 0,000142858 \text{ [Mpa]}$ Tensione limite $f_{v,lim} = 1,07 \text{ [Mpa]}$ Verifica VERO																																					
<b>Valori di Progetto delle resistenze:</b> Flessione fm,d 12,80 [Mpa] Taglio fv,d 1,33333333 [Mpa]				<b>VERIFICA AL TAGLIO</b> Tensione sul materiale $\tau_{max} = 0,58548349 \text{ [Mpa]}$ Tensione limite $f_{v,lim} = 1,07 \text{ [Mpa]}$ Verifica VERO																																					
<b>Calcolo sollecitazioni</b> <table border="1"> <tr> <td>Mmax</td> <td>42,85739147</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>35,1290094</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Mmax	42,85739147	kNm	Vmax	35,1290094	Kn	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA</b> Lunghezza L 4880 [mm] Deformazione istantanea $f_{ist} = 10,58898592 \text{ [mm]}$ Deformazione di freccia dovuto alla viscosità $f_{dif} = 8,591103227 \text{ [mm]}$ Verifica DEF IST VERO Verifica DEF LT VERO																															
Mmax	42,85739147	kNm																																							
Vmax	35,1290094	Kn																																							
<b>Caratteristiche della sezione</b> <table border="1"> <tr> <td>b</td> <td>200</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>300</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>60000</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>3000000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>450000000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				b	200	[mm]	h	300	[mm]	A	60000	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	450000000	[mm <sup>4</sup> ]																							
b	200	[mm]																																							
h	300	[mm]																																							
A	60000	[mm <sup>2</sup> ]																																							
Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]																																							
Jxx	450000000	[mm <sup>4</sup> ]																																							

Codice Solaio: PI_LOC_1 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVETTI																																																																								
<b>Interesse Travetti [m]:</b> <table border="1"> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,25</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> <td></td> </tr> </table>				Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H	0,7		1,25	0,18	0,19		<b>Carichi di Progetto</b> Caratteristiche Solaio <table border="1"> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,19</td> <td>1,25</td> <td>0,18</td> <td>0,7</td> <td>0,323678571</td> </tr> </table>							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,19	1,25	0,18	0,7	0,323678571
				Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H	0,7																																																																				
	1,25	0,18	0,19																																																																									
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																						
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																						
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																						
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																						
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																						
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																						
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																						
Travetti	5,3	0,19	1,25	0,18	0,7	0,323678571																																																																						
Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5 Fattore [Kmod] 0,8 Fattore [Kdef] 0,6 Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5 Modulo Elastico [E] 11000				Trascurando il Peso proprio dei travetti: $G_{k,1} = 4,437 \text{ kN/mq}$ Includendo il Peso proprio dei travetti: $G_{k,2} = 4,437 \text{ kN/mq}$ Sovraccarichi variabili $Q_k = 2 \text{ kN/mq}$ Carico di progetto per le verifiche di resistenza $Q_{res} = \gamma (G + Q) i = 6,75885 \text{ kN/m}$ Carico di progetto per le verifiche di deformabilità $Q_{def\_dif} = 4,5059 \text{ kN/m}$ $Q_{def\_ist} = 3,1059 \text{ kN/m}$																																																																								
Resistenza flession fmk [Mpa] 24 Resistenza Taglio fvk [Mpa] 2,5				<b>VERIFICA A FLESSIONE</b> Tensione sul materiale $\sigma_{max} = 1,21892E-05 \text{ Mpa}$ Tensione limite $f_{v,lim} = 10,24 \text{ Mpa}$ Verifica VERO																																																																								
<b>Calcolo sollecitazioni</b> <table border="1"> <tr> <td>Mmax</td> <td>1,320087891</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>4,22428125</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Mmax	1,320087891	kNm	Vmax	4,22428125	Kn	<b>VERIFICA AL TAGLIO</b> Tensione sul materiale $\tau_{max} = 0,123516996 \text{ Mpa}$ Tensione limite $f_{v,lim} = 1,066666667 \text{ Mpa}$ Verifica VERO																																																																		
Mmax	1,320087891	kNm																																																																										
Vmax	4,22428125	Kn																																																																										
<b>Caratteristiche della sezione</b> <table border="1"> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>190</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>34200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>1083000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>102885000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				b	180	[mm]	h	190	[mm]	A	34200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA</b> Lunghezza L 1250 [mm] Deformazione istantanea $f_{ist} = 0,087241185 \text{ [mm]}$ Deformazione di freccia dovuto alla viscosità $f_{dif} = 0,075939352 \text{ [mm]}$ Verifica DEF IST VERO Verifica DEF LT VERO																																																									
b	180	[mm]																																																																										
h	190	[mm]																																																																										
A	34200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																										
Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																										
Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																										
<b>Schema Statico : Trave Appoggiata</b> 																																																																												

Codice Solaio: PI_LOC_2 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVE																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Interasse Travi [m]:</td> <td></td> <td></td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5,74</td> <td>0,18</td> <td>0,29</td> </tr> </table>				Interasse Travi [m]:			2,1	Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]		5,74	0,18	0,29	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche TRAVE</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,29</td> <td>5,74</td> <td>0,18</td> <td>2,1</td> <td>0,756204</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">5,193204 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma (G + Q) I</math></td> <td>=</td> <td colspan="3">22,6585926</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td>=</td> <td colspan="3">15,1057284 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td>=</td> <td colspan="3">10,9057284 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche TRAVE							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,29	5,74	0,18	2,1	0,756204	Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>			Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	5,193204 kN/m <sup>2</sup>			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	22,6585926			Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			=	15,1057284 kN/m			Qdef_ist			=	10,9057284 kN/m		
Interasse Travi [m]:			2,1																																																																																																														
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]																																																																																																														
	5,74	0,18	0,29																																																																																																														
Carichi di Progetto																																																																																																																	
Caratteristiche TRAVE																																																																																																																	
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																																																																																											
Carico Superiore						4,437																																																																																																											
Trave	5,3	0,29	5,74	0,18	2,1	0,756204																																																																																																											
Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	5,193204 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																	
Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	22,6585926																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																	
Qdef_dif			=	15,1057284 kN/m																																																																																																													
Qdef_ist			=	10,9057284 kN/m																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession frnk</td> <td>24</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fv,k</td> <td>2,5</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d</td> <td>9,60</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d</td> <td>1</td> <td>[Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession frnk	24	[Mpa]	Resistenza Taglio fv,k	2,5	[Mpa]	Valori di Progetto delle resistenze:			Flessione fm,d	9,60	[Mpa]	Taglio fv,d	1	[Mpa]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>omax</td> <td>0,0036987 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fm,lim</td> <td>5,76 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE				Tensione sul materiale		omax	0,0036987 [Mpa]	Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]	Verifica			VERO																																																																								
Resistenza flession frnk	24	[Mpa]																																																																																																															
Resistenza Taglio fv,k	2,5	[Mpa]																																																																																																															
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																	
Flessione fm,d	9,60	[Mpa]																																																																																																															
Taglio fv,d	1	[Mpa]																																																																																																															
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																	
Tensione sul materiale		omax	0,0036987 [Mpa]																																																																																																														
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]																																																																																																														
Verifica			VERO																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>93,31828069</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>65,03016076</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	93,31828069	kNm	Vmax	65,03016076	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>tmax</td> <td>1,24578852 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fv,lim</td> <td>0,60 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> </table>							VERIFICA AL TAGLIO				Tensione sul materiale		tmax	1,24578852 [Mpa]	Tensione limite		fv,lim	0,60 [Mpa]	Verifica			FALSO																																																																														
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																	
Mmax	93,31828069	kNm																																																																																																															
Vmax	65,03016076	Kn																																																																																																															
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																	
Tensione sul materiale		tmax	1,24578852 [Mpa]																																																																																																														
Tensione limite		fv,lim	0,60 [Mpa]																																																																																																														
Verifica			FALSO																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>290</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>52200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>2523000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>365835000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	180	[mm]	h	290	[mm]	A	52200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	2523000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	365835000	[mm <sup>4</sup> ]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td></td> <td></td> <td>5740 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td></td> <td>fist</td> <td>38,30567233 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td></td> <td>fdif</td> <td>42,4463226 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> </table>							VERIFICHE DI DEFORMABILITA				Lunghezza L			5740 [mm]	Deformazione istantanea		fist	38,30567233 [mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	42,4463226 [mm]	Verifica DEF IST			FALSO	Verifica DEF LT			FALSO																																																													
Caratteristiche della sezione																																																																																																																	
b	180	[mm]																																																																																																															
h	290	[mm]																																																																																																															
A	52200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																															
Wxx	2523000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																															
Jxx	365835000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																															
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																	
Lunghezza L			5740 [mm]																																																																																																														
Deformazione istantanea		fist	38,30567233 [mm]																																																																																																														
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	42,4463226 [mm]																																																																																																														
Verifica DEF IST			FALSO																																																																																																														
Verifica DEF LT			FALSO																																																																																																														

Codice Solaio: PI_LOC_2 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVETTI																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Interasse Travetti [m]:</td> <td></td> <td></td> <td>0,86</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,1</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> </tr> </table>				Interasse Travetti [m]:			0,86	Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H		2,1	0,18	0,19	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche Solaio</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,19</td> <td>2,1</td> <td>0,18</td> <td>0,86</td> <td>0,442611628</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma (G + Q) I</math></td> <td>=</td> <td colspan="3">8,30373 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td>=</td> <td colspan="3">5,53582 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td>=</td> <td colspan="3">3,81582 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche Solaio							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,19	2,1	0,18	0,86	0,442611628	Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq			Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	8,30373 kN/m			Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			=	5,53582 kN/m			Qdef_ist			=	3,81582 kN/m		
Interasse Travetti [m]:			0,86																																																																																																																																																	
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																																																																																																	
	2,1	0,18	0,19																																																																																																																																																	
Carichi di Progetto																																																																																																																																																				
Caratteristiche Solaio																																																																																																																																																				
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																																																																																														
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																																																																																														
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																																																																																														
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																																																																																														
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																																																																																														
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																																																																																														
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																																																																																														
Travetti	5,3	0,19	2,1	0,18	0,86	0,442611628																																																																																																																																														
Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																																																				
Qres= $\gamma (G + Q) I$			=	8,30373 kN/m																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																																																				
Qdef_dif			=	5,53582 kN/m																																																																																																																																																
Qdef_ist			=	3,81582 kN/m																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession frnk [Mpa]</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fv,k [Mpa]</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d</td> <td>9,60 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d</td> <td>1 [Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession frnk [Mpa]	24	Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	Valori di Progetto delle resistenze:		Flessione fm,d	9,60 [Mpa]	Taglio fv,d	1 [Mpa]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>omax</td> <td>4,22662E-05 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fm,lim</td> <td>5,76 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE				Tensione sul materiale		omax	4,22662E-05 Mpa	Tensione limite		fm,lim	5,76 Mpa	Verifica			VERO																																																																																																																
Resistenza flession frnk [Mpa]	24																																																																																																																																																			
Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5																																																																																																																																																			
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																																																				
Flessione fm,d	9,60 [Mpa]																																																																																																																																																			
Taglio fv,d	1 [Mpa]																																																																																																																																																			
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																																																				
Tensione sul materiale		omax	4,22662E-05 Mpa																																																																																																																																																	
Tensione limite		fm,lim	5,76 Mpa																																																																																																																																																	
Verifica			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>4,577431163</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>8,7189165</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	4,577431163	kNm	Vmax	8,7189165	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>tmax</td> <td>0,254939079 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fv,lim</td> <td>0,6 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA AL TAGLIO				Tensione sul materiale		tmax	0,254939079 Mpa	Tensione limite		fv,lim	0,6 Mpa	Verifica			VERO																																																																																																																	
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																																																				
Mmax	4,577431163	kNm																																																																																																																																																		
Vmax	8,7189165	Kn																																																																																																																																																		
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																																																				
Tensione sul materiale		tmax	0,254939079 Mpa																																																																																																																																																	
Tensione limite		fv,lim	0,6 Mpa																																																																																																																																																	
Verifica			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>190</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>34200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>1083000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>102885000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	180	[mm]	h	190	[mm]	A	34200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td></td> <td></td> <td>2100 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td></td> <td>fist</td> <td>0,853805783 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td></td> <td>fdif</td> <td>0,990930416 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICHE DI DEFORMABILITA				Lunghezza L			2100 [mm]	Deformazione istantanea		fist	0,853805783 [mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	0,990930416 [mm]	Verifica DEF IST			VERO	Verifica DEF LT			VERO																																																																																																
Caratteristiche della sezione																																																																																																																																																				
b	180	[mm]																																																																																																																																																		
h	190	[mm]																																																																																																																																																		
A	34200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																																																																		
Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																																																																		
Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																																																		
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																																																				
Lunghezza L			2100 [mm]																																																																																																																																																	
Deformazione istantanea		fist	0,853805783 [mm]																																																																																																																																																	
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	0,990930416 [mm]																																																																																																																																																	
Verifica DEF IST			VERO																																																																																																																																																	
Verifica DEF LT			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Schema Statico : Trave Appoggiata</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																
Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																				
																																																																																																																																																				

Codice Solaio: PI_LOC_2 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVE																																			
<b>Interesse Travi [m]:</b> <table border="1"> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5,74</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> </tr> </table>				Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]		5,74	0,2	0,3	<b>Carichi di Progetto</b> Caratteristiche TRAVE <table border="1"> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,3</td> <td>5,74</td> <td>0,2</td> <td>1</td> <td>1,82532</td> </tr> </table>							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,3	5,74	0,2	1	1,82532
				Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]																																
	5,74	0,2	0,3																																				
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																	
Carico Superiore						4,437																																	
Trave	5,3	0,3	5,74	0,2	1	1,82532																																	
Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5 Fattore [Kmod] 0,6 Fattore [Kdef] 0,8 Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5 Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ] 11000				Trascurando il Peso proprio delle travi: $G_{k,1} = 4,437 \text{ kN/m}^2$ Includendo il Peso proprio delle travi: $G_{k,2} = 6,26232 \text{ kN/m}^2$ Sovraccarichi variabili $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ Carico di progetto per le verifiche di resistenza $Q_{res} = \gamma (G + Q) i = 12,39348$ Carico di progetto per le verifiche di deformabilità $Q_{def\_dif} = 8,26232 \text{ kN/m}$ $Q_{def\_ist} = 6,26232 \text{ kN/m}$																																			
Resistenza flession $f_{mk}$ 24 [Mpa] Resistenza Taglio $f_{vk}$ 2,5 [Mpa] <b>Valori di Progetto delle resistenze:</b> Flessione $f_{m,d}$ 9,60 [Mpa] Taglio $f_{v,d}$ 1 [Mpa]				<b>VERIFICA A FLESSIONE</b> Tensione sul materiale $\sigma_{max}$ 0,00017014 [Mpa] Tensione limite $f_{m,lim}$ 5,76 [Mpa] <b>Verifica</b> VERO																																			
<b>Calcolo sollecitazioni</b> <table border="1"> <tr> <td>Mmax</td> <td>51,04192771</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>35,5692876</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Mmax	51,04192771	kNm	Vmax	35,5692876	Kn	<b>VERIFICA AL TAGLIO</b> Tensione sul materiale $\tau_{max}$ 0,59282146 [Mpa] Tensione limite $f_{v,lim}$ 0,60 [Mpa] <b>Verifica</b> VERO																													
Mmax	51,04192771	kNm																																					
Vmax	35,5692876	Kn																																					
<b>Caratteristiche della sezione</b> <table border="1"> <tr> <td>b</td> <td>200</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>300</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>60000</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>W<sub>xx</sub></td> <td>3000000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>J<sub>xx</sub></td> <td>450000000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				b	200	[mm]	h	300	[mm]	A	60000	[mm <sup>2</sup> ]	W <sub>xx</sub>	3000000	[mm <sup>3</sup> ]	J <sub>xx</sub>	450000000	[mm <sup>4</sup> ]	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA</b> Lunghezza L 5740 [mm] Deformazione istantanea $f_{ist}$ 17,88201301 [mm] Deformazione di freccia dovuto alla viscosità $f_{dif}$ 18,87439975 [mm] <b>Verifica DEF IST</b> VERO <b>Verifica DEF LT</b> VERO																				
b	200	[mm]																																					
h	300	[mm]																																					
A	60000	[mm <sup>2</sup> ]																																					
W <sub>xx</sub>	3000000	[mm <sup>3</sup> ]																																					
J <sub>xx</sub>	450000000	[mm <sup>4</sup> ]																																					

Codice Solaio: PI_LOC_2 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVETTI																																																																						
<b>Interesse Travetti [m]:</b> <table border="1"> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> </tr> </table>				Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H		1	0,18	0,19	<b>Carichi di Progetto</b> Caratteristiche Solaio <table border="1"> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,19</td> <td>1</td> <td>0,18</td> <td>0,7</td> <td>0,258942857</td> </tr> </table>							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,19	1	0,18	0,7	0,258942857
				Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																			
	1	0,18	0,19																																																																							
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																				
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																				
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																				
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																				
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																				
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																				
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																				
Travetti	5,3	0,19	1	0,18	0,7	0,258942857																																																																				
Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5 Fattore [Kmod] 0,6 Fattore [Kdef] 0,8 Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5 Modulo Elastico [E] 11000				Trascurando il Peso proprio dei travetti: $G_{k,1} = 4,437 \text{ kN/mq}$ Includendo il Peso proprio dei travetti: $G_{k,2} = 4,437 \text{ kN/mq}$ Sovraccarichi variabili $Q_k = 2 \text{ kN/mq}$ Carico di progetto per le verifiche di resistenza $Q_{res} = \gamma (G + Q) i = 6,75885 \text{ kN/m}$ Carico di progetto per le verifiche di deformabilità $Q_{def\_dif} = 4,5059 \text{ kN/m}$ $Q_{def\_ist} = 3,1059 \text{ kN/m}$																																																																						
Resistenza flession $f_{mk}$ [Mpa] 24 Resistenza Taglio $f_{vk}$ [Mpa] 2,5 <b>Valori di Progetto delle resistenze:</b> Flessione $f_{m,d}$ 9,60 [Mpa] Taglio $f_{v,d}$ 1 [Mpa]				<b>VERIFICA A FLESSIONE</b> Tensione sul materiale $\sigma_{max}$ 7,80107E-06 Mpa Tensione limite $f_{m,lim}$ 5,76 Mpa <b>Verifica</b> VERO																																																																						
<b>Calcolo sollecitazioni</b> <table border="1"> <tr> <td>Mmax</td> <td>0,84485625</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>3,379425</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Mmax	0,84485625	kNm	Vmax	3,379425	Kn	<b>VERIFICA AL TAGLIO</b> Tensione sul materiale $\tau_{max}$ 0,098813596 Mpa Tensione limite $f_{v,lim}$ 0,6 Mpa <b>Verifica</b> VERO																																																																
Mmax	0,84485625	kNm																																																																								
Vmax	3,379425	Kn																																																																								
<b>Caratteristiche della sezione</b> <table border="1"> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>190</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>34200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>W<sub>xx</sub></td> <td>1083000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>J<sub>xx</sub></td> <td>102885000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				b	180	[mm]	h	190	[mm]	A	34200	[mm <sup>2</sup> ]	W <sub>xx</sub>	1083000	[mm <sup>3</sup> ]	J <sub>xx</sub>	102885000	[mm <sup>4</sup> ]	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA</b> Lunghezza L 1000 [mm] Deformazione istantanea $f_{ist}$ 0,035733989 [mm] Deformazione di freccia dovuto alla viscosità $f_{dif}$ 0,041473011 [mm] <b>Verifica DEF IST</b> VERO <b>Verifica DEF LT</b> VERO																																																							
b	180	[mm]																																																																								
h	190	[mm]																																																																								
A	34200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																								
W <sub>xx</sub>	1083000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																								
J <sub>xx</sub>	102885000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																								
<b>Schema Statico : Trave Appoggiata</b> 																																																																										

Codice Solaio: PI_LOC_3 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVE																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Interasse Travi [m]:</td> <td>4,4</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6,18</td> <td>0,18</td> <td>0,29</td> </tr> </table>				Interasse Travi [m]:			4,4	Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]		6,18	0,18	0,29	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche TRAVE</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,29</td> <td>6,18</td> <td>0,18</td> <td>4,4</td> <td>0,388581545</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,825581545 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma (G + Q) l</math></td> <td>=</td> <td colspan="3">45,0488382</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td>=</td> <td colspan="3">30,0325588 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td>=</td> <td colspan="3">21,2325588 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche TRAVE							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,29	6,18	0,18	4,4	0,388581545	Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>			Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	4,825581545 kN/m <sup>2</sup>			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) l$			=	45,0488382			Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			=	30,0325588 kN/m			Qdef_ist			=	21,2325588 kN/m		
Interasse Travi [m]:			4,4																																																																																																														
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]																																																																																																														
	6,18	0,18	0,29																																																																																																														
Carichi di Progetto																																																																																																																	
Caratteristiche TRAVE																																																																																																																	
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																																																																																											
Carico Superiore						4,437																																																																																																											
Trave	5,3	0,29	6,18	0,18	4,4	0,388581545																																																																																																											
Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	4,825581545 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																	
Qres= $\gamma (G + Q) l$			=	45,0488382																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																	
Qdef_dif			=	30,0325588 kN/m																																																																																																													
Qdef_ist			=	21,2325588 kN/m																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession fmk</td> <td>24</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fvk</td> <td>2,5</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d</td> <td>9,60</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d</td> <td>1</td> <td>[Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession fmk	24	[Mpa]	Resistenza Taglio fvk	2,5	[Mpa]	Valori di Progetto delle resistenze:			Flessione fm,d	9,60	[Mpa]	Taglio fv,d	1	[Mpa]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>omax</td> <td>0,00852419 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fm,lim</td> <td>5,76 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE				Tensione sul materiale		omax	0,00852419 [Mpa]	Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]	Verifica			VERO																																																																								
Resistenza flession fmk	24	[Mpa]																																																																																																															
Resistenza Taglio fvk	2,5	[Mpa]																																																																																																															
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																	
Flessione fm,d	9,60	[Mpa]																																																																																																															
Taglio fv,d	1	[Mpa]																																																																																																															
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																	
Tensione sul materiale		omax	0,00852419 [Mpa]																																																																																																														
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]																																																																																																														
Verifica			VERO																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>215,065406</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>139,20091</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	215,065406	kNm	Vmax	139,20091	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>tmax</td> <td>2,6666841 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fv,lim</td> <td>0,60 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> </table>							VERIFICA AL TAGLIO				Tensione sul materiale		tmax	2,6666841 [Mpa]	Tensione limite		fv,lim	0,60 [Mpa]	Verifica			FALSO																																																																														
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																	
Mmax	215,065406	kNm																																																																																																															
Vmax	139,20091	Kn																																																																																																															
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																	
Tensione sul materiale		tmax	2,6666841 [Mpa]																																																																																																														
Tensione limite		fv,lim	0,60 [Mpa]																																																																																																														
Verifica			FALSO																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>290</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>52200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>2523000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>365835000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	180	[mm]	h	290	[mm]	A	52200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	2523000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	365835000	[mm <sup>4</sup> ]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td></td> <td></td> <td>6180 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td></td> <td>fist</td> <td>100,2113881 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td></td> <td>fdif</td> <td>113,3958251 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td></td> <td></td> <td>FALSO</td> </tr> </table>							VERIFICHE DI DEFORMABILITA				Lunghezza L			6180 [mm]	Deformazione istantanea		fist	100,2113881 [mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	113,3958251 [mm]	Verifica DEF IST			FALSO	Verifica DEF LT			FALSO																																																													
Caratteristiche della sezione																																																																																																																	
b	180	[mm]																																																																																																															
h	290	[mm]																																																																																																															
A	52200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																															
Wxx	2523000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																															
Jxx	365835000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																															
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																	
Lunghezza L			6180 [mm]																																																																																																														
Deformazione istantanea		fist	100,2113881 [mm]																																																																																																														
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	113,3958251 [mm]																																																																																																														
Verifica DEF IST			FALSO																																																																																																														
Verifica DEF LT			FALSO																																																																																																														

Codice Solaio: PI_LOC_3 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVETTI																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Interasse Travetti [m]:</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4,4</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> </tr> </table>				Interasse Travetti [m]:			0,7	Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H		4,4	0,18	0,19	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche Solaio</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,19</td> <td>4,4</td> <td>0,18</td> <td>0,7</td> <td>1,139348571</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma (G + Q) l</math></td> <td>=</td> <td colspan="3">6,75885 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td>=</td> <td colspan="3">4,5059 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td>=</td> <td colspan="3">3,1059 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche Solaio							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,19	4,4	0,18	0,7	1,139348571	Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq			Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) l$			=	6,75885 kN/m			Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			=	4,5059 kN/m			Qdef_ist			=	3,1059 kN/m		
Interasse Travetti [m]:			0,7																																																																																																																																																	
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																																																																																																	
	4,4	0,18	0,19																																																																																																																																																	
Carichi di Progetto																																																																																																																																																				
Caratteristiche Solaio																																																																																																																																																				
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																																																																																														
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																																																																																														
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																																																																																														
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																																																																																														
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																																																																																														
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																																																																																														
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																																																																																														
Travetti	5,3	0,19	4,4	0,18	0,7	1,139348571																																																																																																																																														
Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																																																				
Qres= $\gamma (G + Q) l$			=	6,75885 kN/m																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																																																				
Qdef_dif			=	4,5059 kN/m																																																																																																																																																
Qdef_ist			=	3,1059 kN/m																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession fmk [Mpa]</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fvk [Mpa]</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d</td> <td>9,60 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d</td> <td>1 [Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession fmk [Mpa]	24	Resistenza Taglio fvk [Mpa]	2,5	Valori di Progetto delle resistenze:		Flessione fm,d	9,60 [Mpa]	Taglio fv,d	1 [Mpa]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>omax</td> <td>0,000151029 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fm,lim</td> <td>5,76 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE				Tensione sul materiale		omax	0,000151029 [Mpa]	Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]	Verifica			VERO																																																																																																																
Resistenza flession fmk [Mpa]	24																																																																																																																																																			
Resistenza Taglio fvk [Mpa]	2,5																																																																																																																																																			
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																																																				
Flessione fm,d	9,60 [Mpa]																																																																																																																																																			
Taglio fv,d	1 [Mpa]																																																																																																																																																			
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																																																				
Tensione sul materiale		omax	0,000151029 [Mpa]																																																																																																																																																	
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]																																																																																																																																																	
Verifica			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>16,356417</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>14,86947</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	16,356417	kNm	Vmax	14,86947	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td></td> <td>tmax</td> <td>0,434779825 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td></td> <td>fv,lim</td> <td>0,6 [Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA AL TAGLIO				Tensione sul materiale		tmax	0,434779825 [Mpa]	Tensione limite		fv,lim	0,6 [Mpa]	Verifica			VERO																																																																																																																	
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																																																				
Mmax	16,356417	kNm																																																																																																																																																		
Vmax	14,86947	Kn																																																																																																																																																		
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																																																				
Tensione sul materiale		tmax	0,434779825 [Mpa]																																																																																																																																																	
Tensione limite		fv,lim	0,6 [Mpa]																																																																																																																																																	
Verifica			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>190</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>34200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>1083000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>102885000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	180	[mm]	h	190	[mm]	A	34200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td></td> <td></td> <td>4400 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td></td> <td>fist</td> <td>13,39344219 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td></td> <td>fdif</td> <td>15,54448274 [mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td></td> <td></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICHE DI DEFORMABILITA				Lunghezza L			4400 [mm]	Deformazione istantanea		fist	13,39344219 [mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	15,54448274 [mm]	Verifica DEF IST			VERO	Verifica DEF LT			VERO																																																																																																
Caratteristiche della sezione																																																																																																																																																				
b	180	[mm]																																																																																																																																																		
h	190	[mm]																																																																																																																																																		
A	34200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																																																																		
Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																																																																		
Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																																																		
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																																																				
Lunghezza L			4400 [mm]																																																																																																																																																	
Deformazione istantanea		fist	13,39344219 [mm]																																																																																																																																																	
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	15,54448274 [mm]																																																																																																																																																	
Verifica DEF IST			VERO																																																																																																																																																	
Verifica DEF LT			VERO																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Schema Statico : Trave Appoggiata</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																
Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																				
																																																																																																																																																				

Codice Solaio: PI_LOC_3 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVE																																			
<b>Interesse Travi [m]:</b> <table border="1"> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5,74</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> </tr> </table>				Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]		5,74	0,2	0,3	<b>Carichi di Progetto</b> Caratteristiche TRAVE <table border="1"> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,3</td> <td>5,74</td> <td>0,2</td> <td>1</td> <td>1,82532</td> </tr> </table>							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,3	5,74	0,2	1	1,82532
				Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]																																
	5,74	0,2	0,3																																				
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																	
Carico Superiore						4,437																																	
Trave	5,3	0,3	5,74	0,2	1	1,82532																																	
Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5 Fattore [Kmod] 0,6 Fattore [Kdef] 0,8 Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5 Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ] 11000				Trascurando il Peso proprio delle travi: $G_{k,1} = 4,437 \text{ kN/m}^2$ Includendo il Peso proprio delle travi: $G_{k,2} = 6,26232 \text{ kN/m}^2$ Sovraccarichi variabili $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ Carico di progetto per le verifiche di resistenza $Q_{res} = \gamma (G + Q) i = 12,39348$ Carico di progetto per le verifiche di deformabilità $Q_{def\_dif} = 8,26232 \text{ kN/m}$ $Q_{def\_ist} = 6,26232 \text{ kN/m}$																																			
Resistenza flession fmk 24 [Mpa] Resistenza Taglio fvk 2,5 [Mpa]				<b>VERIFICA A FLESSIONE</b> Tensione sul materiale $\sigma_{max} = 0,00017014$ [Mpa] Tensione limite $f_{m,lim} = 5,76$ [Mpa] Verifica VERO																																			
<b>Calcolo sollecitazioni</b> <table border="1"> <tr> <td>Mmax</td> <td>51,04192771</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>35,5692876</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Mmax	51,04192771	kNm	Vmax	35,5692876	Kn	<b>VERIFICA AL TAGLIO</b> Tensione sul materiale $\tau_{max} = 0,59282146$ [Mpa] Tensione limite $f_{v,lim} = 0,60$ [Mpa] Verifica VERO																													
Mmax	51,04192771	kNm																																					
Vmax	35,5692876	Kn																																					
<b>Caratteristiche della sezione</b> <table border="1"> <tr> <td>b</td> <td>200</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>300</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>60000</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>3000000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>450000000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				b	200	[mm]	h	300	[mm]	A	60000	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	450000000	[mm <sup>4</sup> ]	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA</b> Lunghezza L 5740 [mm] Deformazione istantanea $f_{ist} = 17,88201301$ [mm] Deformazione di freccia dovuto alla viscosità $f_{dif} = 18,87439975$ [mm] Verifica DEF IST VERO Verifica DEF LT VERO																				
b	200	[mm]																																					
h	300	[mm]																																					
A	60000	[mm <sup>2</sup> ]																																					
Wxx	3000000	[mm <sup>3</sup> ]																																					
Jxx	450000000	[mm <sup>4</sup> ]																																					

Codice Solaio: PI_LOC_3 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVETTI																																																																						
<b>Interesse Travetti [m]:</b> <table border="1"> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> </tr> </table>				Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H		1	0,18	0,19	<b>Carichi di Progetto</b> Caratteristiche Solaio <table border="1"> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,19</td> <td>1</td> <td>0,18</td> <td>0,7</td> <td>0,258942857</td> </tr> </table>							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,19	1	0,18	0,7	0,258942857
				Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																			
	1	0,18	0,19																																																																							
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																				
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																				
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																				
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																				
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																				
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																				
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																				
Travetti	5,3	0,19	1	0,18	0,7	0,258942857																																																																				
Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5 Fattore [Kmod] 0,6 Fattore [Kdef] 0,8 Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5 Modulo Elastico [E] 11000				Trascurando il Peso proprio dei travetti: $G_{k,1} = 4,437 \text{ kN/mq}$ Includendo il Peso proprio dei travetti: $G_{k,2} = 4,437 \text{ kN/mq}$ Sovraccarichi variabili $Q_k = 2 \text{ kN/mq}$ Carico di progetto per le verifiche di resistenza $Q_{res} = \gamma (G + Q) i = 6,75885 \text{ kN/m}$ Carico di progetto per le verifiche di deformabilità $Q_{def\_dif} = 4,5059 \text{ kN/m}$ $Q_{def\_ist} = 3,1059 \text{ kN/m}$																																																																						
Resistenza flession fmk [Mpa] 24 Resistenza Taglio fvk [Mpa] 2,5				<b>VERIFICA A FLESSIONE</b> Tensione sul materiale $\sigma_{max} = 7,80107E-06$ [Mpa] Tensione limite $f_{m,lim} = 5,76$ [Mpa] Verifica VERO																																																																						
<b>Calcolo sollecitazioni</b> <table border="1"> <tr> <td>Mmax</td> <td>0,84485625</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>3,379425</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Mmax	0,84485625	kNm	Vmax	3,379425	Kn	<b>VERIFICA AL TAGLIO</b> Tensione sul materiale $\tau_{max} = 0,098813596$ [Mpa] Tensione limite $f_{v,lim} = 0,6$ [Mpa] Verifica VERO																																																																
Mmax	0,84485625	kNm																																																																								
Vmax	3,379425	Kn																																																																								
<b>Caratteristiche della sezione</b> <table border="1"> <tr> <td>b</td> <td>180</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>190</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>34200</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>1083000</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>102885000</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				b	180	[mm]	h	190	[mm]	A	34200	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA</b> Lunghezza L 1000 [mm] Deformazione istantanea $f_{ist} = 0,035733989$ [mm] Deformazione di freccia dovuto alla viscosità $f_{dif} = 0,041473011$ [mm] Verifica DEF IST VERO Verifica DEF LT VERO																																																							
b	180	[mm]																																																																								
h	190	[mm]																																																																								
A	34200	[mm <sup>2</sup> ]																																																																								
Wxx	1083000	[mm <sup>3</sup> ]																																																																								
Jxx	102885000	[mm <sup>4</sup> ]																																																																								
<b>Schema Statico : Trave Appoggiata</b> 																																																																										

Codice Solaio: PI_LOC_4 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVE																																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Interasse Travi [m]:</td> <td></td> <td></td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L [m]</td> <td>Larghezza B [m]</td> <td>Altezza H [m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4,3</td> <td>0,2</td> <td>0,18</td> </tr> </table>				Interasse Travi [m]:			2,2	Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]		4,3	0,2	0,18	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche TRAVE</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> <tr> <td>Carico Superiore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,437</td> </tr> <tr> <td>Trave</td> <td>5,3</td> <td>0,18</td> <td>4,3</td> <td>0,2</td> <td>2,2</td> <td>0,372927273</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio delle travi:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,809927273 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma(G + Q)</math></td> <td colspan="4">= 22,47276</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td colspan="4">= 14,98184 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td colspan="4">= 10,58184 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche TRAVE							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]	Carico Superiore						4,437	Trave	5,3	0,18	4,3	0,2	2,2	0,372927273	Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>			Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	4,809927273 kN/m <sup>2</sup>			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma(G + Q)$			= 22,47276				Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			= 14,98184 kN/m				Qdef_ist			= 10,58184 kN/m			
Interasse Travi [m]:			2,2																																																																																																														
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]																																																																																																														
	4,3	0,2	0,18																																																																																																														
Carichi di Progetto																																																																																																																	
Caratteristiche TRAVE																																																																																																																	
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]																																																																																																											
Carico Superiore						4,437																																																																																																											
Trave	5,3	0,18	4,3	0,2	2,2	0,372927273																																																																																																											
Trascurando il Peso proprio delle travi:			G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Includendo il Peso proprio delle travi:			G,k,2=	4,809927273 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>																																																																																																													
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																	
Qres= $\gamma(G + Q)$			= 22,47276																																																																																																														
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																	
Qdef_dif			= 14,98184 kN/m																																																																																																														
Qdef_ist			= 10,58184 kN/m																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession frk [Mpa]</td> <td>24</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fv,k [Mpa]</td> <td>2,5</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d [Mpa]</td> <td>9,60</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d [Mpa]</td> <td>1</td> <td>[Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]	Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]	Valori di Progetto delle resistenze:			Flessione fm,d [Mpa]	9,60	[Mpa]	Taglio fv,d [Mpa]	1	[Mpa]																																																																																															
Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]																																																																																																															
Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]																																																																																																															
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																	
Flessione fm,d [Mpa]	9,60	[Mpa]																																																																																																															
Taglio fv,d [Mpa]	1	[Mpa]																																																																																																															

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	51,94016655	kNm
Vmax	48,316434	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	200	[mm]
h	180	[mm]
A	36000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	1080000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	97200000	[mm <sup>4</sup> ]

VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale	omax	0,00480927	[Mpa]
Tensione limite	fm,lim	5,76	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale	tmax	1,342123167	[Mpa]
Tensione limite	fv,lim	0,60	[Mpa]
Verifica		FALSO	

VERIFICHE DI DEFORMABILITA			
Lunghezza L		4300	[mm]
Deformazione istantanea	fist	44,05699205	[mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità	fdif	49,90094772	[mm]
Verifica DEF IST		FALSO	
Verifica DEF LT		FALSO	

Codice Solaio: PI_LOC_4 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVETTI																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Interasse Travetti [m]:</td> <td></td> <td></td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,2</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> </tr> </table>				Interasse Travetti [m]:			0,6	Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H		2,2	0,1	0,1	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche Solaio</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math> [kN/mc]</th> <th>Spessore [m]</th> <th>Lunghezza [m]</th> <th>Larghezza [m]</th> <th>Interasse [m]</th> <th>Peso Totale [kN/mq]</th> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,1</td> <td>2,2</td> <td>0,1</td> <td>0,6</td> <td>0,194333333</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qres= <math>\gamma(G + Q)</math></td> <td colspan="4">= 5,7933 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_dif</td> <td colspan="4">= 3,8622 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Qdef_ist</td> <td colspan="4">= 2,6622 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche Solaio							Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,1	2,2	0,1	0,6	0,194333333	Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq			Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma(G + Q)$			= 5,7933 kN/m				Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif			= 3,8622 kN/m				Qdef_ist			= 2,6622 kN/m			
Interasse Travetti [m]:			0,6																																																																																																																																																	
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																																																																																																	
	2,2	0,1	0,1																																																																																																																																																	
Carichi di Progetto																																																																																																																																																				
Caratteristiche Solaio																																																																																																																																																				
Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]																																																																																																																																														
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																																																																																														
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																																																																																														
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																																																																																														
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																																																																																														
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																																																																																														
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																																																																																														
Travetti	5,3	0,1	2,2	0,1	0,6	0,194333333																																																																																																																																														
Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq																																																																																																																																																
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																																																				
Qres= $\gamma(G + Q)$			= 5,7933 kN/m																																																																																																																																																	
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																																																				
Qdef_dif			= 3,8622 kN/m																																																																																																																																																	
Qdef_ist			= 2,6622 kN/m																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <td>Resistenza flession frk [Mpa]</td> <td>24</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Resistenza Taglio fv,k [Mpa]</td> <td>2,5</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Valori di Progetto delle resistenze:</td> </tr> <tr> <td>Flessione fm,d [Mpa]</td> <td>9,60</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Taglio fv,d [Mpa]</td> <td>1</td> <td>[Mpa]</td> </tr> </table>				Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]	Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]	Valori di Progetto delle resistenze:			Flessione fm,d [Mpa]	9,60	[Mpa]	Taglio fv,d [Mpa]	1	[Mpa]																																																																																																																																		
Resistenza flession frk [Mpa]	24	[Mpa]																																																																																																																																																		
Resistenza Taglio fv,k [Mpa]	2,5	[Mpa]																																																																																																																																																		
Valori di Progetto delle resistenze:																																																																																																																																																				
Flessione fm,d [Mpa]	9,60	[Mpa]																																																																																																																																																		
Taglio fv,d [Mpa]	1	[Mpa]																																																																																																																																																		
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>3,5049465</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>6,37263</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	3,5049465	kNm	Vmax	6,37263	Kn																																																																																																																																								
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																																																				
Mmax	3,5049465	kNm																																																																																																																																																		
Vmax	6,37263	Kn																																																																																																																																																		
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>100</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>100</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>10000</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>166666,6667</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>833333,333</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>				Caratteristiche della sezione			b	100	[mm]	h	100	[mm]	A	10000	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	166666,6667	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	833333,333	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																															
Caratteristiche della sezione																																																																																																																																																				
b	100	[mm]																																																																																																																																																		
h	100	[mm]																																																																																																																																																		
A	10000	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																																																																		
Wxx	166666,6667	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																																																																		
Jxx	833333,333	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																																																		



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale	omax	0,000210297	[Mpa]
Tensione limite	fm,lim	5,76	[Mpa]
Verifica		VERO	

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale	tmax	0,637263	[Mpa]
Tensione limite	fv,lim	0,6	[Mpa]
Verifica		FALSO	

VERIFICHE DI DEFORMABILITA			
Lunghezza L		2200	[mm]
Deformazione istantanea	fist	8,8584705	[mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità	fdif	10,2811764	[mm]
Verifica DEF IST		FALSO	
Verifica DEF LT		VERO	

Codice Solaio: PI_LOC_4 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVE						
				Carichi di Progetto						
				Caratteristiche TRAVE						
				Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/m <sup>2</sup> ]
Interasse Travi [m]:										1,25
Travetti	Lunghezza L [m]	Larghezza B [m]	Altezza H [m]							
	4,3	0,2	0,3							
Sicurezza parziale su materiali [ym]				1,5						
Fattore [Kmod]				0,6						
Fattore [Kdef]				0,8						
Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG]				1,3						
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ]				1,5						
Modulo Elastico [E] [N/mm <sup>2</sup> ]				11000						
Resistenza flession fmk				24	[Mpa]					
Resistenza Taglio fvk				2,5	[Mpa]					
Valori di Progetto delle resistenze:										
Flessione fm,d				9,60	[Mpa]					
Taglio fv,d				1	[Mpa]					
Trascurando il Peso proprio delle travi:				G,k,1=	4,437 kN/m <sup>2</sup>					
Includendo il Peso proprio delle travi:				G,k,2=	5,53092 kN/m <sup>2</sup>					
Sovraccarichi variabili				Qk=	2 kN/m <sup>2</sup>					
Carico di progetto per le verifiche di resistenza										
Qres= $\gamma(G + Q) i$				= 14,120475						
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità										
Qdef_dif				= 9,41365 kN/m						
Qdef_ist				= 6,91365 kN/m						

VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		omax	0,00108786 [Mpa]
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		τmax	0,505983688 [Mpa]
Tensione limite		fv,lim	0,60 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			4300 [mm]
Deformazione istantanea		fist	6,217485673 [mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	6,772600175 [mm]
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

Codice Solaio: PI_LOC_4 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVETTI						
				Carichi di Progetto						
				Caratteristiche Solaio						
				Materiale	Peso specifico $\gamma$ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]
Interasse Travetti [m]:										0,7
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H							
	1,25	0,1	0,12							
Sicurezza parziale su materiali [ym]				1,5						
Fattore [Kmod]				0,6						
Fattore [Kdef]				0,8						
Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG]				1,3						
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ]				1,5						
Modulo Elastico [E]				11000						
Resistenza flession fmk [Mpa]				24						
Resistenza Taglio fvk [Mpa]				2,5						
Valori di Progetto delle resistenze:										
Flessione fm,d				9,60	[Mpa]					
Taglio fv,d				1	[Mpa]					
Trascurando il Peso proprio dei travetti:				G,k,1=	4,437 kN/mq					
Includendo il Peso proprio dei travetti:				G,k,2=	4,437 kN/mq					
Sovraccarichi variabili				Qk=	2 kN/mq					
Carico di progetto per le verifiche di resistenza										
Qres= $\gamma(G + Q) i$				= 6,75885 kN/m						
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità										
Qdef_dif				= 4,5059 kN/m						
Qdef_ist				= 3,1059 kN/m						

VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		omax	5,50037E-05 [Mpa]
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		τmax	0,352023438 [Mpa]
Tensione limite		fv,lim	0,6 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			1250 [mm]
Deformazione istantanea		fist	0,623320088 [mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	0,723427795 [mm]
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO



Codice Solaio: PI_LOC_5 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI																																																																																																																																																										
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Interasse Travetti [m]:</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3,3</td> <td>0,16</td> <td>0,13</td> <td></td> </tr> </table>				Interasse Travetti [m]:				0,6	Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H			3,3	0,16	0,13		<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche Solaio</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math></th> <th>Spessore</th> <th>Lunghezza</th> <th>Larghezza</th> <th>Interasse</th> <th>Peso Totale</th> </tr> <tr> <td></td> <td>[kN/mc]</td> <td>[m]</td> <td>[m]</td> <td>[m]</td> <td>[m]</td> <td>[kN/mq]</td> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,13</td> <td>3,3</td> <td>0,16</td> <td>0,6</td> <td>0,60632</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Qres= <math>\gamma (G + Q) i</math> = 5,7933 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Qdef_dif = 3,8622 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Qdef_ist = 2,6622 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche Solaio							Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale		[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,13	3,3	0,16	0,6	0,60632	Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq			Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) i$ = 5,7933 kN/m							Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif = 3,8622 kN/m							Qdef_ist = 2,6622 kN/m						
Interasse Travetti [m]:				0,6																																																																																																																																																										
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																																																																																																											
	3,3	0,16	0,13																																																																																																																																																											
Carichi di Progetto																																																																																																																																																														
Caratteristiche Solaio																																																																																																																																																														
Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale																																																																																																																																																								
	[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]																																																																																																																																																								
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																																																																																																								
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																																																																																																								
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																																																																																																								
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																																																																																																								
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																																																																																																								
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																																																																																																								
Travetti	5,3	0,13	3,3	0,16	0,6	0,60632																																																																																																																																																								
Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																										
Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																										
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq																																																																																																																																																										
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																																																														
Qres= $\gamma (G + Q) i$ = 5,7933 kN/m																																																																																																																																																														
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																																																														
Qdef_dif = 3,8622 kN/m																																																																																																																																																														
Qdef_ist = 2,6622 kN/m																																																																																																																																																														
<p>Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5            Fattore [Kmod] 0,6            Fattore [Kdef] 0,8            Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3            Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5            Modulo Elastico [E] 11000</p> <p>Resistenza flession frk [Mpa] 24            Resistenza Taglio fvk [Mpa] 2,5</p> <p>Valori di Progetto delle resistenze:            Flessione fm,d 9,60 [Mpa]            Taglio fv,d 1 [Mpa]</p>				<table border="1"> <tr> <th colspan="7">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td colspan="3"></td> <td>omax</td> <td colspan="2">0,000174988</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td colspan="3"></td> <td>fm,lim</td> <td colspan="2">5,76</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <th colspan="7">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td colspan="3"></td> <td>omax</td> <td colspan="2">0,459564663</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td colspan="3"></td> <td>fv,lim</td> <td colspan="2">0,6</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <th colspan="7">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td>3300</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td colspan="3"></td> <td>fist</td> <td>12,75773979</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td colspan="3"></td> <td>fdif</td> <td>14,80668398</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td colspan="6"></td> <td>FALSO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE							Tensione sul materiale				omax	0,000174988		[Mpa]	Tensione limite				fm,lim	5,76		[Mpa]	Verifica							VERO	VERIFICA AL TAGLIO							Tensione sul materiale				omax	0,459564663		[Mpa]	Tensione limite				fv,lim	0,6		[Mpa]	Verifica							VERO	VERIFICHE DI DEFORMABILITA							Lunghezza L					3300	[mm]	Deformazione istantanea				fist	12,75773979	[mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità				fdif	14,80668398	[mm]	Verifica DEF IST							FALSO	Verifica DEF LT							VERO																																										
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																																																														
Tensione sul materiale				omax	0,000174988		[Mpa]																																																																																																																																																							
Tensione limite				fm,lim	5,76		[Mpa]																																																																																																																																																							
Verifica							VERO																																																																																																																																																							
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																																																														
Tensione sul materiale				omax	0,459564663		[Mpa]																																																																																																																																																							
Tensione limite				fv,lim	0,6		[Mpa]																																																																																																																																																							
Verifica							VERO																																																																																																																																																							
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																																																														
Lunghezza L					3300	[mm]																																																																																																																																																								
Deformazione istantanea				fist	12,75773979	[mm]																																																																																																																																																								
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità				fdif	14,80668398	[mm]																																																																																																																																																								
Verifica DEF IST							FALSO																																																																																																																																																							
Verifica DEF LT							VERO																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>7,886129625</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>9,558945</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	7,886129625	kNm	Vmax	9,558945	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>160</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>130</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>20800</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>450666,6667</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>29293333,33</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>							Caratteristiche della sezione							b	160	[mm]	h	130	[mm]	A	20800	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	450666,6667	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	29293333,33	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																					
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																																																														
Mmax	7,886129625	kNm																																																																																																																																																												
Vmax	9,558945	Kn																																																																																																																																																												
Caratteristiche della sezione																																																																																																																																																														
b	160	[mm]																																																																																																																																																												
h	130	[mm]																																																																																																																																																												
A	20800	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																																																																												
Wxx	450666,6667	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																																																																												
Jxx	29293333,33	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																																																												
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Schema Statico : Trave Appoggiata</th> </tr> <tr> <td colspan="4"> </td> </tr> </table>				Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																										
Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																														

Codice Solaio: PI_LOC_5 Configurazione : Stato di Progetto				VERIFICA TRAVETTI																																																																																																																																																										
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Interasse Travetti [m]:</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>Lunghezza L</td> <td>Larghezza B</td> <td>Altezza H</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3,3</td> <td>0,13</td> <td>0,16</td> <td></td> </tr> </table>				Interasse Travetti [m]:				0,6	Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H			3,3	0,13	0,16		<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Carichi di Progetto</th> </tr> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche Solaio</th> </tr> <tr> <th>Materiale</th> <th>Peso specifico <math>\gamma</math></th> <th>Spessore</th> <th>Lunghezza</th> <th>Larghezza</th> <th>Interasse</th> <th>Peso Totale</th> </tr> <tr> <td></td> <td>[kN/mc]</td> <td>[m]</td> <td>[m]</td> <td>[m]</td> <td>[m]</td> <td>[kN/mq]</td> </tr> <tr> <td>Pavimento in Pietra</td> <td>0,6</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Collante</td> <td>19</td> <td>0,01</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a Pav.</td> <td>20</td> <td>0,08</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Sottofondo</td> <td>18</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Massetto Leca</td> <td>12,5</td> <td>0,05</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,625</td> </tr> <tr> <td>Caldana</td> <td>7</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>Travetti</td> <td>5,3</td> <td>0,16</td> <td>3,3</td> <td>0,13</td> <td>0,6</td> <td>0,60632</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Trascurando il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,1=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Includendo il Peso proprio dei travetti:</td> <td>G,k,2=</td> <td colspan="3">4,437 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sovraccarichi variabili</td> <td>Qk=</td> <td colspan="3">2 kN/mq</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di resistenza</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Qres= <math>\gamma (G + Q) i</math> = 5,7933 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Carico di progetto per le verifiche di deformabilità</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Qdef_dif = 3,8622 kN/m</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Qdef_ist = 2,6622 kN/m</td> </tr> </table>							Carichi di Progetto							Caratteristiche Solaio							Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale		[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012	Collante	19	0,01	1	1		0,19	Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	Caldana	7	0,03	1	1		0,21	Travetti	5,3	0,16	3,3	0,13	0,6	0,60632	Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq			Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq			Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			Carico di progetto per le verifiche di resistenza							Qres= $\gamma (G + Q) i$ = 5,7933 kN/m							Carico di progetto per le verifiche di deformabilità							Qdef_dif = 3,8622 kN/m							Qdef_ist = 2,6622 kN/m						
Interasse Travetti [m]:				0,6																																																																																																																																																										
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H																																																																																																																																																											
	3,3	0,13	0,16																																																																																																																																																											
Carichi di Progetto																																																																																																																																																														
Caratteristiche Solaio																																																																																																																																																														
Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale																																																																																																																																																								
	[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]																																																																																																																																																								
Pavimento in Pietra	0,6	0,03	1	1		0,012																																																																																																																																																								
Collante	19	0,01	1	1		0,19																																																																																																																																																								
Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6																																																																																																																																																								
Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8																																																																																																																																																								
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625																																																																																																																																																								
Caldana	7	0,03	1	1		0,21																																																																																																																																																								
Travetti	5,3	0,16	3,3	0,13	0,6	0,60632																																																																																																																																																								
Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																										
Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq																																																																																																																																																										
Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq																																																																																																																																																										
Carico di progetto per le verifiche di resistenza																																																																																																																																																														
Qres= $\gamma (G + Q) i$ = 5,7933 kN/m																																																																																																																																																														
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità																																																																																																																																																														
Qdef_dif = 3,8622 kN/m																																																																																																																																																														
Qdef_ist = 2,6622 kN/m																																																																																																																																																														
<p>Sicurezza parziale su materiali [ym] 1,5            Fattore [Kmod] 0,6            Fattore [Kdef] 0,8            Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG] 1,3            Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ] 1,5            Modulo Elastico [E] 11000</p> <p>Resistenza flession frk [Mpa] 24            Resistenza Taglio fvk [Mpa] 2,5</p> <p>Valori di Progetto delle resistenze:            Flessione fm,d 9,60 [Mpa]            Taglio fv,d 1 [Mpa]</p>				<table border="1"> <tr> <th colspan="7">VERIFICA A FLESSIONE</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td colspan="3"></td> <td>omax</td> <td colspan="2">0,000142178</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td colspan="3"></td> <td>fm,lim</td> <td colspan="2">5,76</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <th colspan="7">VERIFICA AL TAGLIO</th> </tr> <tr> <td>Tensione sul materiale</td> <td colspan="3"></td> <td>omax</td> <td colspan="2">0,459564663</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Tensione limite</td> <td colspan="3"></td> <td>fv,lim</td> <td colspan="2">0,6</td> <td>[Mpa]</td> </tr> <tr> <td>Verifica</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <th colspan="7">VERIFICHE DI DEFORMABILITA</th> </tr> <tr> <td>Lunghezza L</td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td>3300</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione istantanea</td> <td colspan="3"></td> <td>fist</td> <td>8,422101658</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Deformazione di freccia dovuto alla viscosità</td> <td colspan="3"></td> <td>fdif</td> <td>9,774724971</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF IST</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> <tr> <td>Verifica DEF LT</td> <td colspan="6"></td> <td>VERO</td> </tr> </table>							VERIFICA A FLESSIONE							Tensione sul materiale				omax	0,000142178		[Mpa]	Tensione limite				fm,lim	5,76		[Mpa]	Verifica							VERO	VERIFICA AL TAGLIO							Tensione sul materiale				omax	0,459564663		[Mpa]	Tensione limite				fv,lim	0,6		[Mpa]	Verifica							VERO	VERIFICHE DI DEFORMABILITA							Lunghezza L					3300	[mm]	Deformazione istantanea				fist	8,422101658	[mm]	Deformazione di freccia dovuto alla viscosità				fdif	9,774724971	[mm]	Verifica DEF IST							VERO	Verifica DEF LT							VERO																																										
VERIFICA A FLESSIONE																																																																																																																																																														
Tensione sul materiale				omax	0,000142178		[Mpa]																																																																																																																																																							
Tensione limite				fm,lim	5,76		[Mpa]																																																																																																																																																							
Verifica							VERO																																																																																																																																																							
VERIFICA AL TAGLIO																																																																																																																																																														
Tensione sul materiale				omax	0,459564663		[Mpa]																																																																																																																																																							
Tensione limite				fv,lim	0,6		[Mpa]																																																																																																																																																							
Verifica							VERO																																																																																																																																																							
VERIFICHE DI DEFORMABILITA																																																																																																																																																														
Lunghezza L					3300	[mm]																																																																																																																																																								
Deformazione istantanea				fist	8,422101658	[mm]																																																																																																																																																								
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità				fdif	9,774724971	[mm]																																																																																																																																																								
Verifica DEF IST							VERO																																																																																																																																																							
Verifica DEF LT							VERO																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Calcolo sollecitazioni</th> </tr> <tr> <td>Mmax</td> <td>7,886129625</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>Vmax</td> <td>9,558945</td> <td>Kn</td> </tr> </table>				Calcolo sollecitazioni			Mmax	7,886129625	kNm	Vmax	9,558945	Kn	<table border="1"> <tr> <th colspan="7">Caratteristiche della sezione</th> </tr> <tr> <td>b</td> <td>130</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>160</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>20800</td> <td>[mm<sup>2</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Wxx</td> <td>554666,6667</td> <td>[mm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>Jxx</td> <td>44373333,33</td> <td>[mm<sup>4</sup>]</td> </tr> </table>							Caratteristiche della sezione							b	130	[mm]	h	160	[mm]	A	20800	[mm <sup>2</sup> ]	Wxx	554666,6667	[mm <sup>3</sup> ]	Jxx	44373333,33	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																					
Calcolo sollecitazioni																																																																																																																																																														
Mmax	7,886129625	kNm																																																																																																																																																												
Vmax	9,558945	Kn																																																																																																																																																												
Caratteristiche della sezione																																																																																																																																																														
b	130	[mm]																																																																																																																																																												
h	160	[mm]																																																																																																																																																												
A	20800	[mm <sup>2</sup> ]																																																																																																																																																												
Wxx	554666,6667	[mm <sup>3</sup> ]																																																																																																																																																												
Jxx	44373333,33	[mm <sup>4</sup> ]																																																																																																																																																												
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Schema Statico : Trave Appoggiata</th> </tr> <tr> <td colspan="4"> </td> </tr> </table>				Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																										
Schema Statico : Trave Appoggiata																																																																																																																																																														

Codice Solaio: PI_LOC_6 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI							
Interasse Travetti [m]:				1,25							
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H								
	2,5	0,18	0,15								
Sicurezza parziale su materiali [γm]								1,5			
Fattore [Kmod]								0,6			
Fattore [Kdef]								0,8			
Fattore di sicurezza su carichi fissi [γG]								1,3			
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [γQ]								1,5			
Modulo Elastico [E]								11000			
Resistenza flession frk [Mpa]	24										
Resistenza Taglio fvk [Mpa]	2,5										
Valori di Progetto delle resistenze:											
Flessione fm,d	9,60 [Mpa]										
Taglio fv,d	1 [Mpa]										
Carichi di Progetto				Caratteristiche Solaio							
				Materiale	Peso specifico γ	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale	
					[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	
				Pavimento in Pietra	0,6	0,02	1	1		0,012	
				Collante	19	0,01	1	1		0,19	
				Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	
				Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	
				Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	
				Caldana	7	0,03	1	1		0,21	
				Travetti	5,3	0,15	2,5	0,18	1,25	0,2862	
Trascurando il Peso proprio dei travetti:				G,k,1=				4,437 kN/mq			
Includendo il Peso proprio dei travetti:				G,k,2=				4,437 kN/mq			
Sovraccarichi variabili				Qk=				2 kN/mq			
Carico di progetto per le verifiche di resistenza				Qres= γ (G + Q) i	=			12,069375 kN/m			
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità				Qdef_dif	=			8,04625 kN/m			
				Qdef_ist	=			5,54625 kN/m			

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	9,429199219	kNm
Vmax	15,08671875	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	180	[mm]
h	150	[mm]
A	27000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	675000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	50625000	[mm <sup>4</sup> ]



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		σmax	0,000139692
Tensione limite		fm,lim	5,76
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		τmax	0,558767361
Tensione limite		fv,lim	0,6
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			2500
Deformazione istantanea		fist	5,065712463
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	5,879286207
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

Codice Solaio: PIC_LOC_1 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI							
Interasse Travetti [m]:				0,6							
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H								
	3,07	0,15	0,14								
Sicurezza parziale su materiali [γm]								1,5			
Fattore [Kmod]								0,6			
Fattore [Kdef]								0,8			
Fattore di sicurezza su carichi fissi [γG]								1,3			
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [γQ]								1,5			
Modulo Elastico [E]								11000			
Resistenza flession frk [Mpa]	24										
Resistenza Taglio fvk [Mpa]	2,5										
Valori di Progetto delle resistenze:											
Flessione fm,d	9,60 [Mpa]										
Taglio fv,d	1 [Mpa]										
Carichi di Progetto				Caratteristiche Solaio							
				Materiale	Peso specifico γ	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale	
					[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	
				Pavimento in Pietra	0,6	0,02	1	1		0,012	
				Collante	19	0,01	1	1		0,19	
				Riscaldamento a Pav.	20	0,08	1	1		1,6	
				Sottofondo	18	0,1	1	1		1,8	
				Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625	
				Caldana	7	0,03	1	1		0,21	
				Travetti	5,3	0,14	3,07	0,15	0,6	0,569485	
Trascurando il Peso proprio dei travetti:				G,k,1=				4,437 kN/mq			
Includendo il Peso proprio dei travetti:				G,k,2=				4,437 kN/mq			
Sovraccarichi variabili				Qk=				2 kN/mq			
Carico di progetto per le verifiche di resistenza				Qres= γ (G + Q) i	=			5,7933 kN/m			
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità				Qdef_dif	=			3,8622 kN/m			
				Qdef_ist	=			2,6622 kN/m			

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	6,825159146	kNm
Vmax	8,8927155	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	150	[mm]
h	140	[mm]
A	21000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	490000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	34300000	[mm <sup>4</sup> ]



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		σmax	0,000139289
Tensione limite		fm,lim	5,76
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		τmax	0,423462643
Tensione limite		fv,lim	0,6
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			3070
Deformazione istantanea		fist	8,161052201
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	9,471749925
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

Codice Solaio: PIC_LOC_2 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI						
				Carichi di Progetto						
				Caratteristiche Solaio						
				Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale
				[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]
Interasse Travetti [m]:										0,6
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H							
	4,06	0,25	0,18							
Sicurezza parziale su materiali [ym]				1,5						
Fattore [Kmod]				0,6						
Fattore [Kdef]				0,8						
Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG]				1,3						
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ]				1,5						
Modulo Elastico [E]				11000						
Resistenza flession frk [Mpa]				24						
Resistenza Taglio fvk [Mpa]				2,5						
Valori di Progetto delle resistenze:										
Flessione fm,d				9,60 [Mpa]						
Taglio fv,d				1 [Mpa]						
				Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq		
				Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq		
				Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq		
Carico di progetto per le verifiche di resistenza				Qres= $\gamma (G + Q) i$ = 5,7933 kN/m						
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità				Qdef_dif = 3,8622 kN/m						
Qdef_ist				= 2,6622 kN/m						

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	11,93680499	kNm
Vmax	11,760399	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	250	[mm]
h	180	[mm]
A	45000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	1350000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	121500000	[mm <sup>4</sup> ]



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		$\sigma_{max}$	8,84208E-05 [Mpa]
Tensione limite		$f_{m,lim}$	5,76 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		$\tau_{max}$	0,2613422 [Mpa]
Tensione limite		$f_{v,lim}$	0,6 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			4060 [mm]
Deformazione istantanea		fist	7,047168087 [mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	8,178971553 [mm]
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

Codice Solaio: PIC_LOC_3 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI						
				Carichi di Progetto						
				Caratteristiche Solaio						
				Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale
				[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]
Interasse Travetti [m]:										0,6
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H							
	4,03	0,22	0,18							
Sicurezza parziale su materiali [ym]				1,5						
Fattore [Kmod]				0,6						
Fattore [Kdef]				0,8						
Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG]				1,3						
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ]				1,5						
Modulo Elastico [E]				11000						
Resistenza flession frk [Mpa]				24						
Resistenza Taglio fvk [Mpa]				2,5						
Valori di Progetto delle resistenze:										
Flessione fm,d				9,60 [Mpa]						
Taglio fv,d				1 [Mpa]						
				Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	4,437 kN/mq		
				Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	4,437 kN/mq		
				Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq		
Carico di progetto per le verifiche di resistenza				Qres= $\gamma (G + Q) i$ = 5,7933 kN/m						
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità				Qdef_dif = 3,8622 kN/m						
Qdef_ist				= 2,6622 kN/m						

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	11,76105075	kNm
Vmax	11,6734995	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	220	[mm]
h	180	[mm]
A	39600	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	1188000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	106920000	[mm <sup>4</sup> ]



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		$\sigma_{max}$	9,89987E-05 [Mpa]
Tensione limite		$f_{m,lim}$	5,76 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		$\tau_{max}$	0,294785341 [Mpa]
Tensione limite		$f_{v,lim}$	0,6 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			4030 [mm]
Deformazione istantanea		fist	7,774062152 [mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	9,022607721 [mm]
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

Codice Solaio: PSI_LOC_1 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI							
				Carichi di Progetto							
				Caratteristiche Solaio							
				Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale	
					[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	
Interasse Travetti [m]:				0,63							
Travetti				Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H					
				3,31	0,25	0,18					
Sicurezza parziale su materiali [ym]				1,5							
Fattore [Kmod]				0,6							
Fattore [Kdef]				0,8							
Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG]				1,3							
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ]				1,5							
Modulo Elastico [E]				11000							
Resistenza flession fmk [Mpa]				24							
Resistenza Taglio fvk [Mpa]				2,5							
Valori di Progetto delle resistenze:											
Flessione fm,d				9,60 [Mpa]							
Taglio fv,d				1 [Mpa]							
				Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	1,937 kN/mq			
				Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	1,937 kN/mq			
				Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			
Carico di progetto per le verifiche di resistenza				Qres= $\gamma (G + Q) l$ = 3,720465 kN/m							
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità				Qdef_dif = 2,48031 kN/m							
Qdef_ist				= 1,22031 kN/m							

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	5,095223323	kNm
Vmax	6,157369575	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	250	[mm]
h	180	[mm]
A	45000	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	1350000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	121500000	[mm <sup>4</sup> ]



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		omax	3,77424E-05 [Mpa]
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		τmax	0,136830435 [Mpa]
Tensione limite		fv,lim	0,6 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			3310 [mm]
Deformazione istantanea		fist	1,427091969 [mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	2,320479538 [mm]
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

Codice Solaio: PSI_LOC_2 Configurazione : Stato di Fatto				VERIFICA TRAVI							
				Carichi di Progetto							
				Caratteristiche Solaio							
				Materiale	Peso specifico $\gamma$	Spessore	Lunghezza	Larghezza	Interasse	Peso Totale	
					[kN/mc]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	
Interasse Travetti [m]:				0,66							
Travetti				Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H					
				4	0,22	0,16					
Sicurezza parziale su materiali [ym]				1,5							
Fattore [Kmod]				0,6							
Fattore [Kdef]				0,8							
Fattore di sicurezza su carichi fissi [yG]				1,3							
Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [yQ]				1,5							
Modulo Elastico [E]				11000							
Resistenza flession fmk [Mpa]				24							
Resistenza Taglio fvk [Mpa]				2,5							
Valori di Progetto delle resistenze:											
Flessione fm,d				9,60 [Mpa]							
Taglio fv,d				1 [Mpa]							
				Trascurando il Peso proprio dei travetti:			G,k,1=	1,937 kN/mq			
				Includendo il Peso proprio dei travetti:			G,k,2=	1,937 kN/mq			
				Sovraccarichi variabili			Qk=	2 kN/mq			
Carico di progetto per le verifiche di resistenza				Qres= $\gamma (G + Q) l$ = 3,89763 kN/m							
Carico di progetto per le verifiche di deformabilità				Qdef_dif = 2,59842 kN/m							
Qdef_ist				= 1,27842 kN/m							

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	7,79526	kNm
Vmax	7,79526	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	220	[mm]
h	160	[mm]
A	35200	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	938666,6667	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	7509333,33	[mm <sup>4</sup> ]



VERIFICA A FLESSIONE			
Tensione sul materiale		omax	8,30461E-05 [Mpa]
Tensione limite		fm,lim	5,76 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICA AL TAGLIO			
Tensione sul materiale		τmax	0,22145625 [Mpa]
Tensione limite		fv,lim	0,6 [Mpa]
Verifica			VERO

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ			
Lunghezza L			4000 [mm]
Deformazione istantanea		fist	5,158913352 [mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità		fdif	8,388494318 [mm]
Verifica DEF IST			VERO
Verifica DEF LT			VERO

**VERIFICA TRAVI**

**Codice Solaio: PSI\_LOC\_3**  
**Configurazione : Stato di Fatto**

Interasse Travetti [m]:			0,62
Travetti	Lunghezza L	Larghezza B	Altezza H
	4	0,28	0,18

Sicurezza parziale su materiali [γm] 1,5  
 Fattore [Kmod] 0,6  
 Fattore [Kdef] 0,8  
 Fattore di sicurezza su carichi fissi [γG] 1,3  
 Fattore di sicurezza su Sovraccarichi [γQ] 1,5  
 Modulo Elastico [E] 11000

Resistenza flession frk [Mpa] 24  
 Resistenza Taglio fvk [Mpa] 2,5

**Valori di Progetto delle resistenze:**  
 Flessione fm,d 9,60 [Mpa]  
 Taglio fv,d 1 [Mpa]

Calcolo sollecitazioni		
Mmax	7,32282	kNm
Vmax	7,32282	Kn

Caratteristiche della sezione		
b	280	[mm]
h	180	[mm]
A	50400	[mm <sup>2</sup> ]
Wxx	1512000	[mm <sup>3</sup> ]
Jxx	136080000	[mm <sup>4</sup> ]



**Carichi di Progetto**

**Caratteristiche Solaio**

Materiale	Peso specifico γ [kN/mc]	Spessore [m]	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Interasse [m]	Peso Totale [kN/mq]
Pavimento in Pietra	0,6	0,02	1	1		0,012
Collante	19	0,01	1	1		0,19
Sottofondo	18	0,05	1	1		0,9
Massetto Leca	12,5	0,05	1	1		0,625
Caldana	7	0,03	1	1		0,21
Travetti	5,3	0,18	4	0,28	0,62	1,723354839

Trascurando il Peso proprio dei travetti: G,k,1= 1,937 kN/mq  
 Includendo il Peso proprio dei travetti: G,k,2= 1,937 kN/mq  
 Sovraccarichi variabili Qk= 2 kN/mq

Carico di progetto per le verifiche di resistenza  
 Qres= γ (G + Q) = 3,66141 kN/m  
 Carico di progetto per le verifiche di deformabilità  
 Qdef\_dif = 2,44094 kN/m  
 Qdef\_ist = 1,20094 kN/m

**VERIFICA A FLESSIONE**

Tensione sul materiale	σmax	4,84313E-05	[Mpa]
Tensione limite	fm,lim	5,76	[Mpa]
Verifica		VERO	

**VERIFICA AL TAGLIO**

Tensione sul materiale	τmax	0,145294048	[Mpa]
Tensione limite	fv,lim	0,6	[Mpa]
Verifica		VERO	

**VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ**

Lunghezza L	4000	[mm]	
Deformazione istantanea	fist	2,674318137	[mm]
Deformazione di freccia dovuto alla viscosità	fdif	4,348493756	[mm]
Verifica DEF IST	VERO		
Verifica DEF LT	VERO		

### 6.3. Riqualificazione energetica

La problematica della riqualificazione energetica degli edifici esistenti inizia ad essere affrontata negli inizi degli anni '70 a seguito della crisi energetica degli anni '70 con le prime leggi nel 1976 e poi con la L. 10/1991. Queste leggi introducono norme e procedure unitarie per determinare la qualità energetica degli edifici, tendono ad indurre all'utente finale a includere il parametro energetico nella valutazione dell'immobile. Nel 1997 viene introdotto il Protocollo Kyoto, sottoscritto da più di 180 paesi, entra in vigore il 16 febbraio 2005. Esso prevede l'obbligo, per i Paesi industrializzati, di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti quali CO<sub>2</sub> e altri gas di serra.<sup>49</sup>

Si susseguono poi negli anni i seguenti decreti attuativi:

- D.P.R. 2 aprile 2009, n.59 *“Metodologie per il calcolo della prestazione energetica di edifici e impianti”* (abrogato in attuazione del d.l. n. 63/2013)
- D.M. sviluppo economico 26 giugno 2009 *“Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”*
- D.P.R. 16 aprile 2013, n. 75 *“Requisiti dei professionisti abilitati alla certificazione e ispezione impianti termici”*
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 *“Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici ”*
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 *“Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici”*
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 *“Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi”*
- D.M. 11 gennaio 2017 *“Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili”*

---

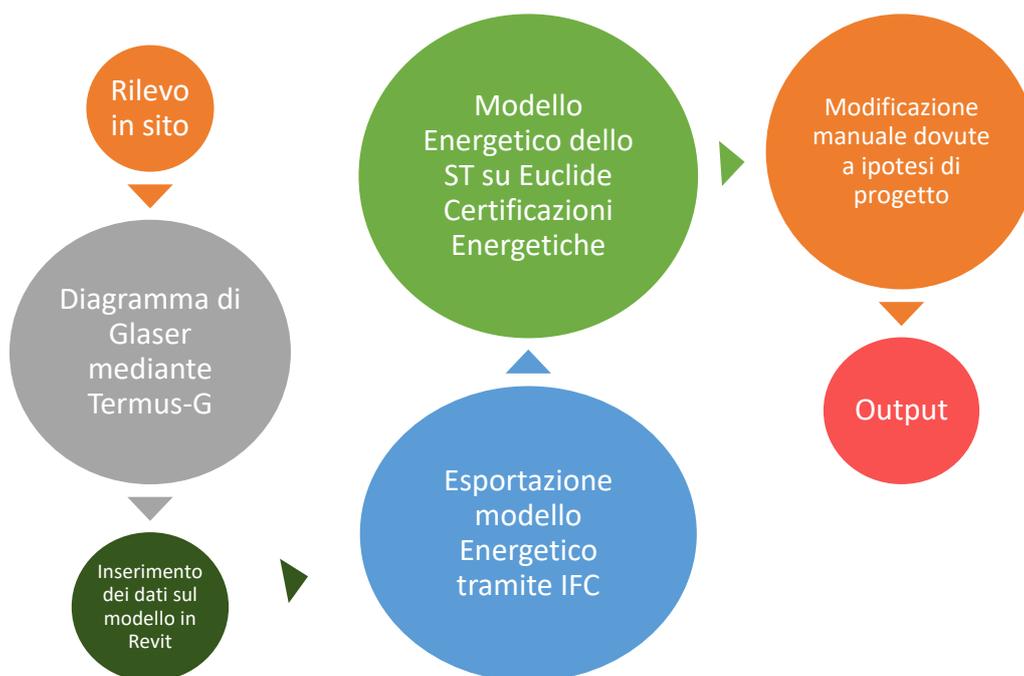
<sup>49</sup> Fabrizio Astrua, Riccardo Nelva. *Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato*. Santaracangelo di Romagna: Maggioli, 2016.

### 6.3.1. Diagnosi energetica e valutazioni delle prestazioni energetiche del edificio allo stato attuale

Per migliorare energeticamente l'edificio è importante non intervenire solo sul involucro ma anche sugli impianti. Si deve applicare un approccio metodologico sul " sistema edificio-impianto " che consente di intervenire non solo sotto l'aspetto tecnico-applicativo ma anche sotto l'aspetto economico.

Il d.l. 30 maggio 2008 n. 155 definisce la " Diagnosi Energetica " come *"una procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati"*. Una delle finalità della diagnosi energetica è quella di informare il committente sullo "stato di salute dell'edificio" fornendogli la possibilità di effettuare una valutazione oggettiva dei possibili interventi, l'altra ragione è fornire agli progettisti dati necessari per progettare e studiare l'intervento in modo che possa essere più efficace.<sup>50</sup>

Lo schema utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche è la seguente:



Partendo dalle informazioni raccolte in sito, mediante il software *Termus-G* è stato possibile studiare la diagramma di Glaser per tutti gli involucri verticali, orizzontali e inclinati dell'edificio. Le pareti perimetrali variano da uno spessore di 50 cm ad uno spessore di 80 cm. La verifica è stata effettuata per la parete da 80 cm in quanto l'unica caratteristica che cambia è lo spessore della parete. Come si può vedere dalla Figura 0.1 la parete non è verificata. Visti i risultati per la parete da 80 cm, si assume che anche la parete da 50 cm non sia verificata.

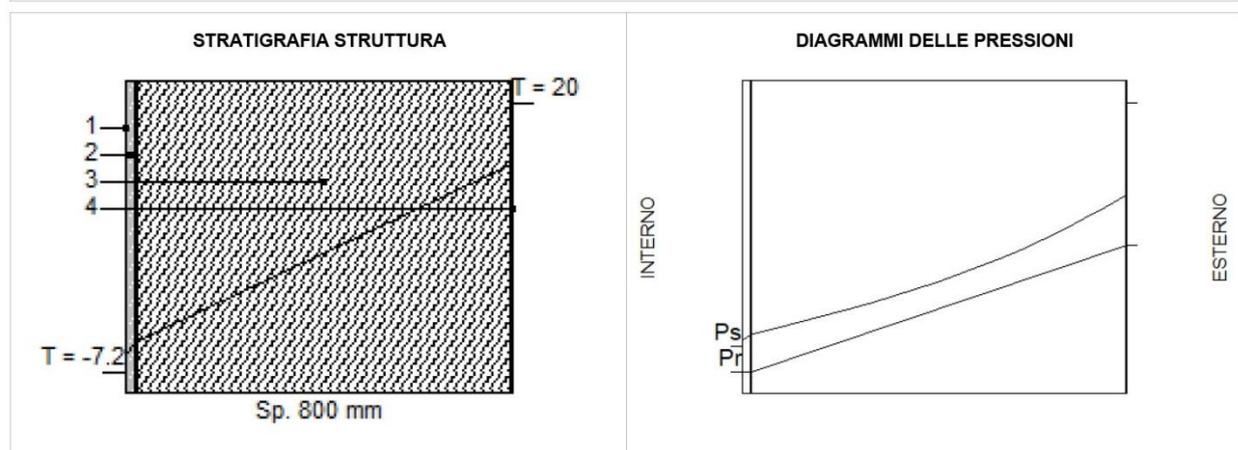
<sup>50</sup> Fabrizio Astrua, Riccardo Nelva. *Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato*. Santaracangelo di Romagna: Maggioli, 2016.

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** POV\_80CM  
**Descrizione Struttura:** Parete opaca verticale con spessore esistente di 80CM in muratura in pietrame.

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
3	Muratura pietrame in Pietra Arenaria	780	2.090	2.679	1 560.00	0.019	1000	0.373
4	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
<b>RESISTENZA = 0.572 m²K/W</b>				<b>TRASMITTANZA = 1.749 W/m²K</b>				
<b>SPESSORE = 800 mm</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 125.573 kJ/m²K</b>				<b>MASSA SUPERFICIALE = 1 560 kg/m²</b>		
<b>TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.06 W/m²K</b>		<b>FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.03</b>				<b>SFASAMENTO = -5.45 h</b>		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	-7.2	332	123	37.0	20.0	2 337	1 168	50.0

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	94.40	83.50	81.70	65.40	68.80	60.60	63.70	67.90	64.00	77.00	78.30	76.60
Tcf1	-2.30	0.30	5.70	10.50	14.40	19.00	21.50	20.80	17.00	10.90	4.80	-0.40
URcf2	55.00	56.40	56.80	52.00	65.70	62.40	63.70	67.90	66.00	58.70	55.10	54.00
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	19.00	21.50	20.80	18.00	20.00	20.00	20.00
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
<b>Verifica Superficiale</b>	NON VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.28 W/m²K (mese critico: Gennaio).									

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.  
 cf1 = Esterno  
 cf2 = Zona Riscaldata

Figura 0.1- Verifica Interstiziale e la Verifica Superficiale della parete da 80 cm

I dati ottenuti dagli diagrammi di Glaser, sono stati inseriti nel modello Revit (Figura 0.2). Mediante l'esportazione tramite IFC, è stato possibile salvare il modello energetico in un file IFC per poi aprirlo su Euclide Certificazioni Energetiche.

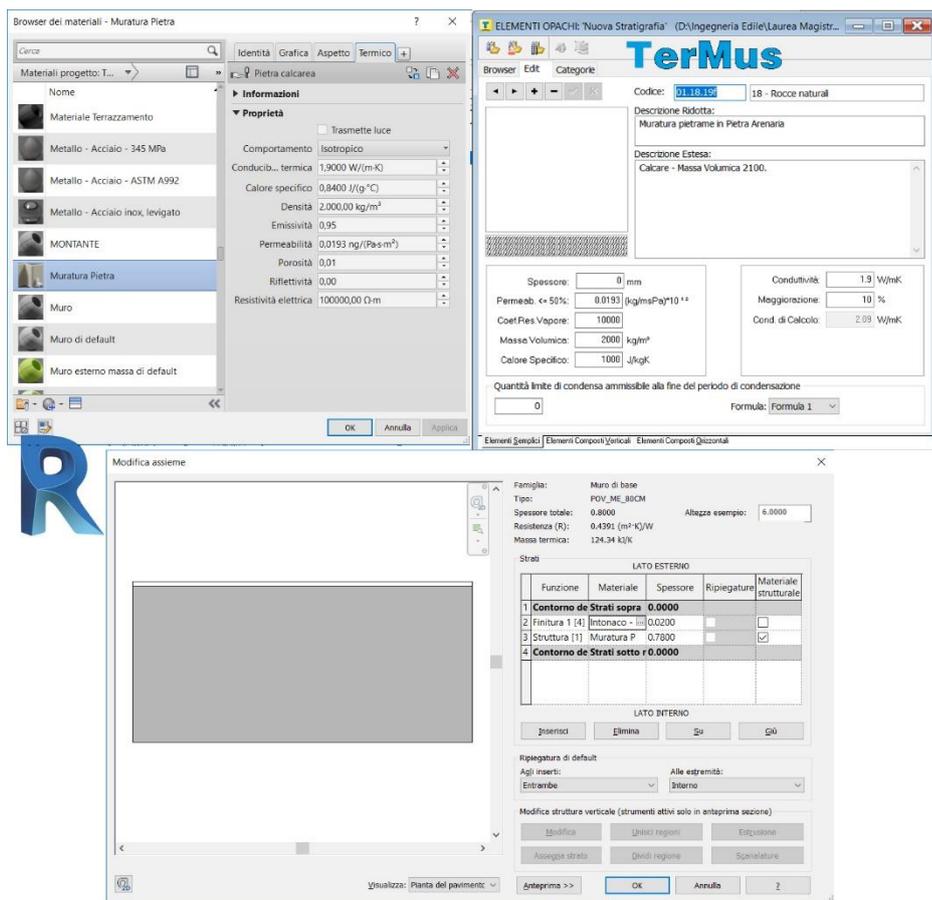


Figura 0.2-Inserimento dei dati sul Modello Revit

L'edificio allo stato attuale si presenta come un edificio abbandonato, mancano elementi principali come gli serramenti oppure gli involucri orizzontali a contatto con il terreno. Il fabbricato è privo di qualsiasi sistema di riscaldamento, al momento, in quei pochi locali abitabili, si usa una stufetta a gas. Il software utilizzato non può rilasciare una certificazione energetica nelle condizioni attuali del fabbricato. In via teorica, sono state fatte alcuni ipotesi per capire e confrontare le migliorie che verranno realizzate in fase di progetto.

Le ipotesi:

- Tutte le aperture sono completi di serramenti in legno con vetri singoli aventi una trasmittanza termica totale del serramento che varia da 2,7 W/m<sup>2</sup>K a 3,2 W/m<sup>2</sup>K
- Tutti i locali a contatto con il terreno hanno un involucro opaco orizzontale non isolato
- È presente una caldaia a combustione standard con una potenza di 45,00 kW

Aperto il file esportato dal modello Revit, il software riconosce la posizione geografica. In questo modo imposta i limiti normativi e le caratteristiche della zona climatica (Figura 0.3 e Figura 0.4). La zona riscaldata è stato suddiviso in quattro vani che vengono serviti dal medesimo sistema. *Vano Torre, Residenziale Piano Terra, Residenziale Piano -1, Residenziale Piano -2.*

Comune di riferimento e tipologia di intervento	
Comune di riferimento:	PALANZANO <input type="text"/> PR
Tipologia di valutazione:	Standard <input type="text"/> <b>Edificio esistente (Asset Rating)</b>
Data applicazione:	10/10/2017 <input type="text"/> <b>Applicazione D.Lgs. 192/05 (e s.m.i.), DM 26/06/2015</b>
Tipologia di intervento:	Nuova costruzione, demolizione e ricostruzione <input type="text"/>
Titolo edificio:	<input type="text"/> del <input type="text"/> n. <input type="text"/>
Numero di unità immobiliari:	<input type="text"/> <input type="checkbox"/> Edificio pubblico <input type="checkbox"/> Edificio ad uso pubblico
Ubicazione dell'immobile	
Ranzano, frazione di Palanzano	
Oggetto dell'opera	
Ristrutturazione Edifici	

Figura 0.3- Indicazione del Comune di riferimento

Dati climatici del Comune di PALANZANO	
Latitudine:	44 ° 26 ' Longitudine: 10 ° 11 '
Altitudine:	691 m Temperatura: -8,00 °C
Umidità relativa:	37,00 % Velocità Vento: 1,96 m/s
Gradi giorno:	3432 Zona Climatica: F
Giorni riscaldamento:	200 Max. ore accensione:
Temperatura massima estiva:	27,83 °C
Medie mensili	GEN FEB MAR APR* MAG GIU LUG AGO SET OTT* NOV DIC
Temperature:	-2,27 0,33 5,73 10,05 14,43 19,03 21,53 20,83 17,03 10,32 4,83 -0,37 °C
Umidità Relativa:	94,16 83,32 81,54 72,27 71,34 70,58 66,09 67,77 63,85 76,88 78,11 76,33 %
Pressione Relativa:	476 521 748 919 1172 1553 1697 1667 1239 1004 673 452 Pa
Irradiazione Nord:	1,69 2,60 3,80 5,32 7,86 9,77 9,51 6,60 4,30 2,93 1,95 1,49 MJ/m²
Irradiazione Nord - Ovest:	1,89 3,25 5,65 8,27 11,02 13,08 13,67 10,66 7,36 4,02 2,19 1,64 MJ/m²
Irradiazione Ovest:	3,82 6,13 9,41 11,82 13,73 15,54 17,03 14,67 11,93 7,61 4,33 3,32 MJ/m²
Irradiazione Sud - Ovest:	6,40 9,03 11,82 12,75 12,68 13,33 14,87 14,57 14,14 10,92 7,07 5,75 MJ/m²
Irradiazione Sud:	8,13 10,82 12,47 11,61 10,17 10,12 11,17 12,17 13,94 12,67 8,86 7,33 MJ/m²
Irradiazione Sud - Est:	6,40 9,03 11,82 12,75 12,68 13,33 14,87 14,57 14,14 10,92 7,07 5,75 MJ/m²
Irradiazione Est:	3,82 6,13 9,41 11,82 13,73 15,54 17,03 14,67 11,93 7,61 4,33 3,32 MJ/m²
Irradiazione Nord - Est:	1,89 3,25 5,65 8,27 11,02 13,08 13,67 10,66 7,36 4,02 2,19 1,64 MJ/m²
Irradiazione Orizzontale:	4,77 7,98 12,81 17,01 20,89 24,05 25,88 21,43 16,39 9,88 5,48 4,17 MJ/m²

(\*) Mese non interamente nella stagione di riscaldamento: dati riferiti ai soli giorni del mese che rientrano nella stagione di riscaldamento

Figura 0.4- Dati climatici del Comune di Palanzano

Fatte tutte le ipotesi è stato proceduto con la certificazione energetica del fabbricato. Come si prevedeva, l'edificio è di una classe energetica G con un indice della prestazione energetica  $EP_{gl,nren}$  pari a 372,95 kWh/m<sup>2</sup> anno.

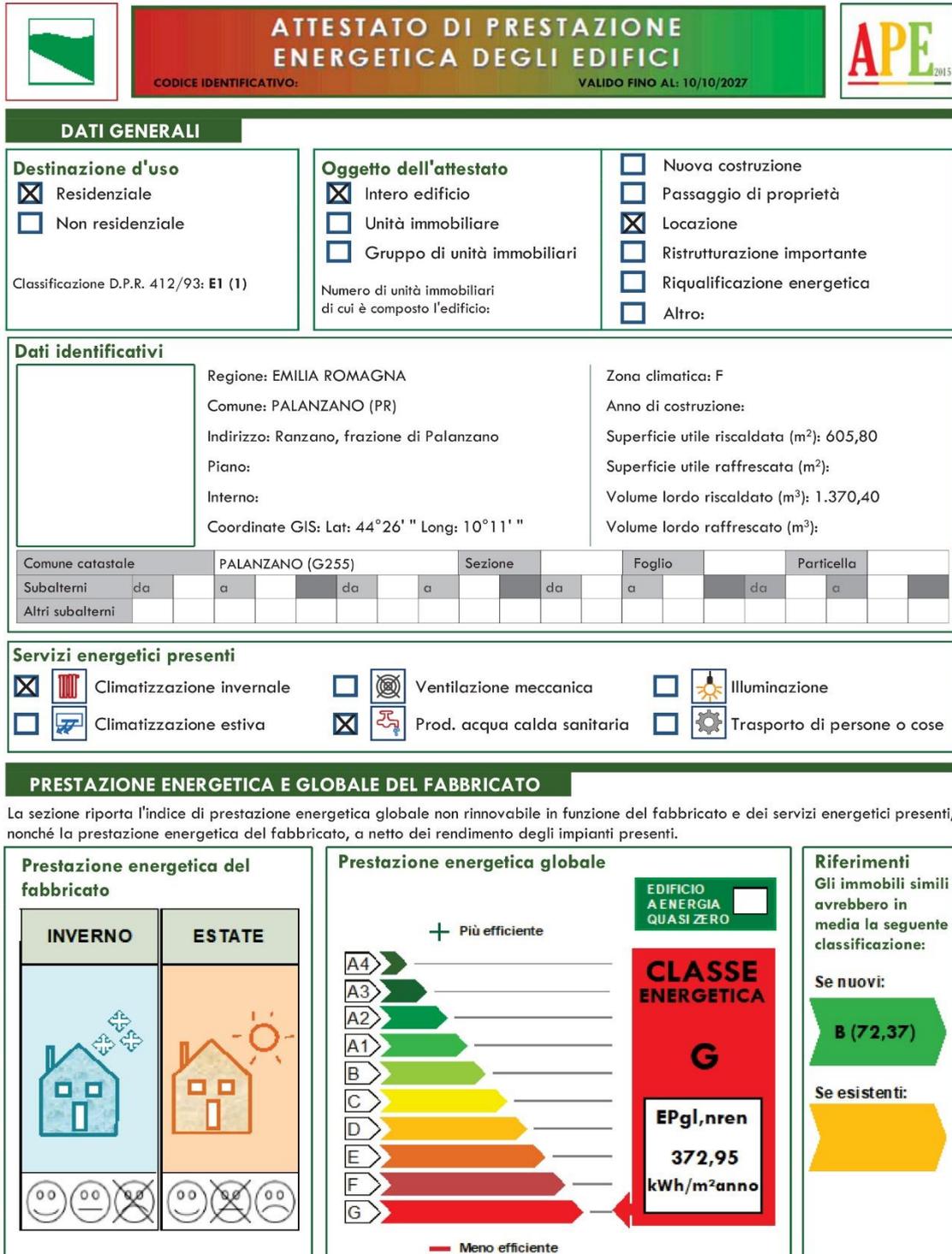


Figura 0.5- Attestato di prestazioni energetica del fabbricato allo stato di fatto

## OUTPUT DELLA CERTIFICAZIONE ENERGETICA CON LE REALTIVE VERIFICHE

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

**DESCRIZIONE IMPIANTO:** CALDAIA A COMBUSTIONE STANDARD

Volume lordo riscaldato	1.370,40	m <sup>3</sup>
Superficie involucro edilizio	651,00	m <sup>2</sup>
Rapporto S / V	0,4750	
Superficie utile calpestabile	605,80	m <sup>2</sup>
Superficie totale vetrate	21,28	m <sup>2</sup>
Rapporto Superficie vetrate / Superficie utile	0,0351	
Capacità Termica	114.436,11	kJ/K
Durata stagione di riscaldamento	200	gg
Durata stagione di raffrescamento	0	gg

FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO ED A.C.S.		OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	TOTALE	U.M.
gg H	Giorni della stagione di riscaldamento	27,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	22,00	200,00	gg
Qtr.sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	1.726,50	1.980,50	2.108,15	1.706,49	1.735,88	1.919,88	1.541,35	12.718,76	kWh
QH,tr	Scambio termico per trasmissione	47.643,03	81.510,59	111.650,78	119.861,81	96.177,43	77.620,20	39.413,73	573.877,57	MJ
QH,ve	Scambio termico per ventilazione	3.076,94	5.470,84	7.591,01	8.299,06	6.620,78	5.317,81	2.673,75	39.050,19	MJ
QH,ht	Scambio termico totale	50.719,97	86.981,43	119.241,79	128.160,87	102.798,21	82.938,01	42.087,48	612.927,76	MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetriati	2.776,35	1.891,94	1.446,07	1.632,07	2.347,45	3.730,56	3.059,93	16.884,37	MJ
QH,nd.inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per riscaldamento	13.319,70	23.636,19	32.721,08	35.146,95	27.903,29	22.003,92	10.844,88	165.576,01	kWh
QH,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per riscaldamento	47.950,92	85.090,29	117.795,90	126.529,03	100.451,85	79.214,10	39.041,56	596.073,65	MJ
Vw	Volume giornaliero di ACS richiesto	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00		l/gg
QW,nd	Fabbisogno energia termica utile ideale per ACS	268,24	259,59	268,24	268,24	242,29	268,24	259,59	3.158,36	kWh
Q'H	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	13.319,70	23.636,19	32.721,08	35.146,95	27.903,29	22.003,92	10.844,88	165.576,01	kWh
etaE	Rendimento sottosistema di emissione	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00		%
etaRg	Rendimento sottosistema di regolazione	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00		%
QH,d.out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	14.925,71	26.486,09	36.666,39	39.384,75	31.267,69	24.657,01	12.152,49	185.540,13	kWh
etaD	Rendimento sottosistema di distribuzione	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		%
QH,gn.out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	14.925,71	26.486,09	36.666,39	39.384,75	31.267,69	24.657,01	12.152,49	185.540,13	kWh
etaGn	Rendimento sottosistema di generazione	83,77	83,77	92,42	99,22	87,29	83,77	83,77		%
QH,gn.in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	16.961,03	30.097,83	37.769,14	37.788,09	34.099,41	28.019,33	13.809,64	198.544,47	kWh
QH,aux.el	Energia elettrica per gli ausiliari per riscaldamento	19,04	28,16	33,24	33,25	30,01	27,19	15,51	186,40	kWh,e

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	8,95	13,23	15,62	15,63	14,10	12,78	7,29	87,60	kWh
Ep,H,nren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	17.846,21	31.657,64	39.722,41	39.742,33	35.862,89	29.473,31	14.530,37	208.835,16	kWh
Ep,H,tot	Energia primaria per riscaldamento	17.855,16	31.670,87	39.738,03	39.757,96	35.876,99	29.486,09	14.537,66	208.922,77	kWh
QW,gn,out	Fabbisogno energia termica in uscita alla generazione per ACS	268,24	259,59	268,24	268,24	242,29	268,24	259,59	3.158,36	kWh
QW,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione per ACS	342,41	294,99	276,31	257,37	264,23	304,82	370,16	5.052,33	kWh
QW,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per ACS	1,12	0,28	0,24	0,23	0,23	0,29	1,89	35,69	kWh,e
Ep,W,ren	Fabbisogno energia primaria rinnovabile per ACS	0,53	0,13	0,11	0,11	0,11	0,14	0,89	16,77	kWh
Ep,W,nren	Energia primaria non rinnovabile per ACS	361,71	310,28	290,60	270,68	277,89	320,64	392,34	5.374,54	kWh
Ep,W,tot	Energia primaria per ACS	362,24	310,41	290,72	270,79	278,00	320,78	393,23	5.391,32	kWh

FABBISOGNO PER RAFFRESCAMENTO ESTIVO									
		VALORE	VALORE LIMITE	U. M.	ESITO	TOTALE	U. M.		

VERIFICHE DI LEGGE									
		VALORE	VALORE LIMITE	U. M.	ESITO				
EpH,nd	Indice prestazione energetica dell'involucro per climatizzazione invernale	273,32	53,03	kWh/m <sup>2</sup>	NON Verificato				
EpC,nd	Indice prestazione energetica dell'involucro per climatizzazione estiva			kWh/m <sup>2</sup>	VERIFICATO				
EpGI,tot	Indice prestazione energetica globale dell'edificio, totale	353,77	93,48	kWh/m <sup>2</sup>	NON Verificato				
EtaH	Efficienza per climatizzazione invernale	0,79	0,63		VERIFICATO				
EtaW	Efficienza per Acqua Calda per uso Sanitario	0,59	0,54		VERIFICATO				
Ht	Coefficiente globale di scambio termico DM 26/06/2015	2,96	0,53	W/m <sup>2</sup> K	NON Verificato				
Asol,est	Area solare equivalente estiva DM 26/06/2015		0,03		VERIFICATO				
U lim	Trasmissioni divisorii (comma 7, All. I, D.Lgs. 311/2006)				VERIFICATO				
%ren	% del Fabbisogno di Energia Primaria per ACS coperto da fonti rinnovabili (punto 1, all. 3, D.Lgs. 28/2011)	0,31	50,00	%	NON Verificato				
%ren	% del Fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento, raffrescamento e ACS coperto da fonti rinnovabili (punto 1, lett. c), all. 3, D.Lgs. 28/2011)	0,05	50,00	%	NON Verificato				



**ZONA RISCALDATA**  
*Caratteristiche della zona*

T	Temperatura		20,00 °C
	Temperatura a generatore spento		15,00 °C
	Umidità Relativa massima sulla superficie interna		80,00 %
	Superficie netta		605,80 m²
	Capacità termica		114,436,11 kJ/K
	Apporti interni		450,00 W
	Ricambi d'aria naturali		0,1932 vol/h
	Coefficiente di dispersione termica per ventilazione		2,8000 W/m³
	Rendimento di regolazione (UNI/TS 11300-2 Prospetto 20): Solo zona con regolatore		
	Tipologia di prodotto: Regolatore modulante (banda passante 1 °C)		
	Terminali di erogazione: Termoconvettori		
Qtr,max	Dispersione massima per trasmissione		56.230,80 W
Qve,max	Dispersione massima per ventilazione		3.895,75 W
Qg	Dispersione per scambi termici con il terreno		0,00 W
Qht,max	Dispersione massima TOTALE		60.126,55 W

DESCRIZIONE DEL VANO		S	V	Qt	Qu	Qg	Q
Torre		21,80	132,54	8.443,26	371,11		8.814,37
Residenziale Piano Terra		238,00	595,00	36.730,55	1.666,00		38.396,55
Residenziale Piano Interrato 1		282,00	535,80	7.431,24	1.500,24		8.931,48
Residenziale Piano Interrato 2		64,00	128,00	3.625,75	358,40		3.984,15

DESCRIZIONE		OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	TOTALE	U.M.
gg H	Giorni della stagione di riscaldamento	27,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	22,00	200,00	gg
Qtr,sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	6.215,41	7.129,79	7.589,33	6.143,37	6.249,18	6.911,58	5.548,87	45.787,53	MJ
QH,tr	Scambio termico per trasmissione	47.643,03	81.510,59	111.650,78	119.861,81	96.177,43	77.620,20	39.413,73	573.877,57	MJ
QH,ve	Scambio termico per ventilazione	3.076,94	5.470,84	7.591,01	8.299,06	6.620,78	5.317,81	2.673,75	39.050,19	MJ
QH,ht	Scambio termico totale	50.719,97	86.981,43	119.241,79	128.160,87	102.798,21	82.938,01	42.087,48	612.927,76	MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetrati	2.776,35	1.891,94	1.446,07	1.632,07	2.347,45	3.730,56	3.059,93	16.884,36	MJ
etaU,H	Fattore di utilizzazione degli apporti termici	99,74	99,96	99,99	99,99	99,95	99,82	99,54		%

**ZONA RISCALDATA**  
*Caratteristiche della zona*

QH,nd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per riscaldamento	47.950,92	85.090,29	117.795,90	126.529,03	100.451,85	79.214,10	39.041,56	596.073,65	MJ
QH,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per riscaldamento	47.950,92	85.090,29	117.795,90	126.529,03	100.451,85	79.214,10	39.041,56	596.073,65	MJ
Vw	Volume giornaliero di ACS richiesto	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00		l/gg
QW,nd	Fabbisogno energia termica utile ideale per ACS	965,68	934,53	965,68	965,68	872,23	965,68	934,53	11.370,11	MJ
QH	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	47.950,92	85.090,29	117.795,90	126.529,03	100.451,85	79.214,10	39.041,56	596.073,65	MJ
etaE	Rendimento sottosistema di emissione	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00		%
QH,i,e	Perdite di emissione per riscaldamento	4.169,65	7.399,16	10.243,12	11.002,52	8.734,94	6.888,18	3.394,92	51.832,49	MJ
etaRg	Rendimento sottosistema di regolazione	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00		%
QH,d,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	53.732,54	95.349,94	131.999,00	141.785,11	112.563,70	88.765,24	43.748,95	667.944,48	MJ
etaD	Rendimento sottosistema di distribuzione	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		%
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	53.732,54	95.349,94	131.999,00	141.785,11	112.563,70	88.765,24	43.748,95	667.944,48	MJ
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	61.059,70	108.352,20	135.968,91	136.037,11	122.757,87	100.869,59	49.714,72	714.760,10	MJ
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari	68,56	101,37	119,65	119,71	108,03	97,87	55,84	671,03	MJ
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	32,22	47,64	56,24	56,26	50,77	46,00	26,24	315,37	MJ
Ep,H,nren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	64.246,37	113.967,49	143.000,68	143.072,40	129.106,41	106.103,91	52.309,33	751.806,59	MJ
QW,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione per ACS	965,68	934,53	965,68	965,68	872,23	965,68	934,53	11.370,11	MJ
QW,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione per ACS	1.232,67	1.061,97	994,72	926,53	951,22	1.097,36	1.332,57	7.597,04	MJ
QW,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per ACS	4,03	0,99	0,88	0,82	0,84	1,06	6,79	128,48	MJ
Ep,W,ren	Fabbisogno energia primaria rinnovabile per ACS	1,89	0,47	0,41	0,38	0,39	0,50	3,19	60,38	MJ
Ep,W,nren	Energia primaria non rinnovabile per ACS	1.302,16	1.117,00	1.046,17	974,45	1.000,42	1.154,31	1.412,44	19.348,36	MJ

FABBISOGNO PER RAFFRESCAMENTO ESTIVO

TOTALE

U.M.

## ZONA TORRE

### Caratteristiche del vano

ZONA: Zona Riscaldata

S	Superficie netta calpestabile	21,80	m <sup>2</sup>
V	Volume netto	132,54	m <sup>3</sup>
T	Temperatura interna	20,00	°C
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	8.443,26	W
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	371,11	W
Q	Dispersione TOTALE	8.814,37	W

A	Superficie disperdente	m <sup>2</sup>
L	Lunghezza del Ponte Termico	m
Confine	Nome dell'ambiente confinante	
Orientamento	Orientamento della superficie	
CE	Coefficiente di esposizione	
ombra	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostacoli esterni (S/No)	
a	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare	
FC	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)	
FF	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetro/telaio)	
g	Trasmittanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)	
U	Trasmittanza convenzionale	W/m <sup>2</sup> K
UI	Trasmittanza lineare del Ponte Termico	W/mK
ΔT	Differenza di temperatura	°C
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio	W/m <sup>2</sup>
Q	Dispersione totale del componente edilizio	W

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINE o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	ΔT	Qu	Q
SOL.191	Solaio	21,80	Esterno inclinato	1,00	No	0,30				3,247	28,00	90,92	2.104,85
SOL.013	Solaio	21,80	Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,883	28,00		
STR.005	Parete	40,46	Nord Ovest	1,15	No	0,30				1,751	28,00	49,03	2.047,11
INF.002	Componente finestra	1,58	Nord Ovest	1,15	No		0,29		0,70	3,110	28,00	65,85	107,78
INF.001	Componente finestra	0,53	Nord Ovest	1,15	No		0,13		0,70	3,008	28,00	64,10	35,16
INF.001	Componente finestra	0,42	Nord Ovest	1,15	No		0,44		0,70	2,968	28,00	63,41	27,67
STR.005	Parete	30,98	Nord Est	1,20	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.567,46
INF.002	Componente finestra	0,64	Nord Est	1,20	No		0,58		0,70	3,011	28,00	64,15	42,66
STR.005	Parete	31,62	Sud Est	1,10	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.599,84
STR.005	Parete	18,00	Sud Ovest	1,05	No	0,30				1,751	28,00	49,03	910,73

## RESIDENZIALE PIANO TERRA

### Caratteristiche del vano

**ZONA:** Zona Riscaldata

<b>S</b>	Superficie netta calpestabile	238,00	m <sup>2</sup>	
<b>V</b>	Volume netto	595,00	m <sup>3</sup>	
<b>T</b>	Temperatura interna	20,00	°C	
<b>Qt</b>	Dispersione MASSIMA per trasmissione	36.730,55	W	
<b>Qu</b>	Dispersione MASSIMA per ventilazione	1.666,00	W	
<b>Q</b>	<b>Dispersione TOTALE</b>	<b>38.396,55</b>	<b>W</b>	

	<b>A</b>			
	L	Superficie disperdente		
	Confine	Lunghezza del Ponte Termico		
	Orientamento	Nome dell'ambiente confinante		
	CE	Orientamento della superficie		
	ombra	Coefficiente di esposizione		
	a	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostacoli esterni (S/No)		
	FC	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare		
	FF	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)		
	g	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetro/telaio)		
	U	Trasmittanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)		
	UI	Trasmittanza convenzionale		
	δT	Trasmittanza lineare del Ponte Termico		
	Qu	Differenza di temperatura		
	Q	Dispersione unitaria del componente edilizio		
		Dispersione totale del componente edilizio		
				m <sup>2</sup>
				m

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINE o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	δT	Qu	Q
SOL.191	Solaio	238,00	Solaio superiore	1,00	No	0,30				3,247	28,00	90,92	23.021,14
SOL.013	Solaio	238,00	Solaio inferiore	1,00	No	0,30				0,924	28,00	25,87	6.157,06
STR.005	Parete	5,00	Nord Ovest	1,15	No	0,30				1,751	28,00	49,03	252,98
STR.005	Parete	48,49	Nord Est	1,20	No	0,30				1,751	28,00	49,03	2.453,39
INF.002	Componente finestra	0,58	Nord Est	1,20	No			0,39	0,70	3,002	28,00	64,00	38,84
INF.002	Componente finestra	0,95	Nord Est	1,20	No			0,37	0,70	3,076	28,00	65,27	64,53
INF.002	Componente finestra	0,95	Nord Est	1,20	No			0,44	0,70	3,076	28,00	65,27	64,53
INF.002	Componente finestra	0,52	Nord Est	1,20	No			0,44	0,70	2,992	28,00	63,82	34,26
INF.002	Componente finestra	0,96	Nord Est	1,20	No			0,33	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,96	Nord Est	1,20	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,58	Nord Est	1,20	No			0,47	0,70	3,002	28,00	64,00	38,84
STR.005	Parete	27,12	Sud Est	1,10	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.372,16
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Est	1,10	No			0,37	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Est	1,10	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Est	1,10	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
STR.005	Parete	43,31	Sud Ovest	1,05	No	0,30				1,751	28,00	49,03	2.191,31
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Ovest	1,05	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Ovest	1,05	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Ovest	1,05	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06
INF.002	Componente finestra	0,96	Sud Ovest	1,05	No			0,47	0,70	3,073	28,00	65,22	65,06

## RESIDENZIALE PIANO TERRA

*Caratteristiche del vano*

INF.007	Componente finestrato	2,20	Sud Ovest	1,05	No				0,62	0,70	3,146	28,00	66,47	151,99
INF.007	Componente finestrato	2,20	Sud Ovest	1,05	No				0,70	0,70	3,146	28,00	66,47	151,99
INF.007	Componente finestrato	2,20	Sud Ovest	1,05	No				0,70	0,70	3,146	28,00	66,47	151,99

## RESIDENZIALE PIANO INTERRATO 1

### Caratteristiche del vano

**ZONA:** Zona Riscaldata

S	Superficie netta calpestable	282,00	m <sup>2</sup>
V	Volume netto	535,80	m <sup>3</sup>
T	Temperatura interna	20,00	°C
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	7.431,24	W
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	1.500,24	W
Q	Dispersione TOTALE	8.931,48	W

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINE o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	ΔT	Qu	Q
SOL.013	Solaio	282,00	Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,883	28,00		
STR.005	Parete	12,16	Nord Ovest	1,15	No	0,30				1,751	28,00	49,03	615,24
STR.005	Parete	15,39	Nord Est	1,20	No	0,30				1,751	28,00	49,03	778,67
STR.005	Parete	3,80	Nord Ovest	1,15	No	0,30				1,751	28,00	49,03	192,26
STR.005	Parete	28,27	Nord Est	1,20	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.430,35
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,47		0,70	2,992	28,00	63,82	34,26
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,33		0,70	2,992	28,00	63,82	34,26
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,33		0,70	2,992	28,00	63,82	34,26
INF.007	Componente finestrato	2,20	Nord Est	1,20	No		0,70		0,70	3,146	28,00	66,47	151,99
INF.007	Componente finestrato	1,80	Nord Est	1,20	No		0,70		0,70	3,133	28,00	66,25	123,94
STR.005	Parete	22,59	Sud Est	1,10	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.142,96
INF.002	Componente finestrato	0,45	Sud Est	1,10	No		0,33		0,70	2,979	28,00	63,60	29,73
INF.002	Componente finestrato	0,45	Sud Est	1,10	No		0,27		0,70	2,979	28,00	63,60	29,73
INF.002	Componente finestrato	0,45	Sud Est	1,10	No		0,27		0,70	2,979	28,00	63,60	29,73
STR.005	Parete	23,19	Sud Ovest	1,05	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.173,32
INF.002	Componente finestrato	0,48	Sud Ovest	1,05	No		0,27		0,70	2,981	28,00	63,63	31,73
INF.002	Componente finestrato	0,42	Sud Ovest	1,05	No		0,31		0,70	2,954	28,00	63,16	27,56
INF.002	Componente finestrato	0,42	Sud Ovest	1,05	No		0,29		0,70	2,954	28,00	63,16	27,56
STR.005	Parete	3,80	Sud Est	1,10	No	0,30				1,751	28,00	49,03	192,26
STR.005	Parete	18,19	Sud Ovest	1,05	No	0,30				1,751	28,00	49,03	920,34

## RESIDENZIALE PIANO INTERRATO 1

*Caratteristiche del vano*

INF.007	Componente finestrato	3,85	Sud Ovest	1,05	No		0,66	0,70	3,168	28,00	66,85	267,66
STR.005	Parete	3,23	Nord Ovest	1,15	No	0,30			1,751	28,00	49,03	163,43

## RESIDENZIALE PIANO INTERRATO 2

### Caratteristiche del vano

ZONA: Zona Riscaldata

S	Superficie netta calpestabile	64,00	m <sup>2</sup>
V	Volume netto	128,00	m <sup>3</sup>
T	Temperatura interna	20,00	°C
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	3.625,75	W
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	358,40	W
Q	Dispersione TOTALE	3.984,15	W

A	Superficie disperdente
L	Lunghezza del Ponte Termico
Confine	Nome dell'ambiente confinante
Orientamento	Orientamento della superficie
CE	Coefficiente di esposizione
ombra	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostacoli esterni (Si/No)
a	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare
FC	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)
FF	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetro/telaio)
g	Trasmittanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)
U	Trasmittanza convenzionale
UI	Trasmittanza lineare del Ponte Termico
δT	Differenza di temperatura
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio
Q	Dispersione totale del componente edilizio

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINE o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	δT	Qu	Q
SOL.013	Solaio	64,00	Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,883	28,00		
STR.005	Parete	10,24	Nord Est	1,20	No	0,30				1,751	28,00	49,03	518,10
STR.005	Parete	23,30	Sud Est	1,10	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.178,89
INF.001	Componente finestra	0,16	Sud Est	1,10	No		0,38		0,70	2,774	28,00	60,01	9,97
INF.001	Componente finestra	0,16	Sud Est	1,10	No		0,13		0,70	2,774	28,00	60,01	9,97
INF.001	Componente finestra	0,16	Sud Est	1,10	No		0,13		0,70	2,774	28,00	60,01	9,97
INF.007	Componente finestra	1,42	Sud Est	1,10	No		0,76		0,70	3,114	28,00	65,92	97,63
STR.005	Parete	10,40	Sud Ovest	1,05	No	0,30				1,751	28,00	49,03	526,20
STR.005	Parete	25,20	Nord Est	1,20	No	0,30				1,751	28,00	49,03	1.275,02

### 6.3.2. Riqualificazione energetica. Stato di progetto

Le pareti perimetrali del medesimo fabbricato, presentano un vincolo di carattere architettonico. Questo fatto indirizza lo studio della riqualificazione energetica verso l'isolamento interno. Generalmente in questi casi la soluzione più efficiente è il capotto esterno. Questo tipo di isolamento comporta dei disagi al committente in quanto va a diminuire la superficie utile del pavimento. Come si è visto nel sotto capitolo 7.2. le pareti perimetrali hanno subito un aumento dello spessore per via del consolidamento. Si è cercato di realizzare un isolamento interno efficace con il minimo spreco di spazio.

L'obiettivo impostato è quello di arrivare ad avere un edificio di classe B abbassando le trasmittanze degli involucri opachi e trasparenti sotto la soglia impostato dalla normativa. Per la realizzazione dell'obiettivo è stato scelto di aggiungere un pannello isolante EKOfiber isolante in poliestere composto da una speciale selezione di fibre provenienti da PET riciclato che permettono di realizzare un pannello dal peso e spessori ridotti, con caratteristiche termoacustiche migliorate rispetto ai normali pannelli in poliestere a norma UNI EN 13165 con una  $\lambda = 0,03$  [W/mK]. Il pannello utilizzato ha anche caratteristiche fonoassorbenti. Accoppiando alla muratura perimetrali il pannello isolante, al interno della struttura si crea una condensa interstiziale come si può vedere nella *Figura 0.6*. Per far fronte a questa problema è stato applicato una barriera al vapore tra la muratura esistente e lo strato aggiuntivo.

Verifica UNI EN ISO 13788

<b>STRUTTURA NON VERIFICATA</b>	
Verifica Interstiziale:	<b>NON VERIFICATA</b>
<b>La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 0.0007 kg/m<sup>2</sup>. Il materiale "Muratura pietrame in Pietra Arenaria" è interessato da una quantità stagionale di condensa pari a 0.0007 kg/m<sup>2</sup>, quantità non ammissibile (max = 0.0000</b>	
Verifica Superficiale:	<b>VERIFICATA</b>
<b>Valore massimo ammissibile di U = 0.2800 W/m<sup>2</sup>K (mese critico: Gennaio).</b>	

Figura 0.6- Esito di verifica della parete senza barriera al vapore

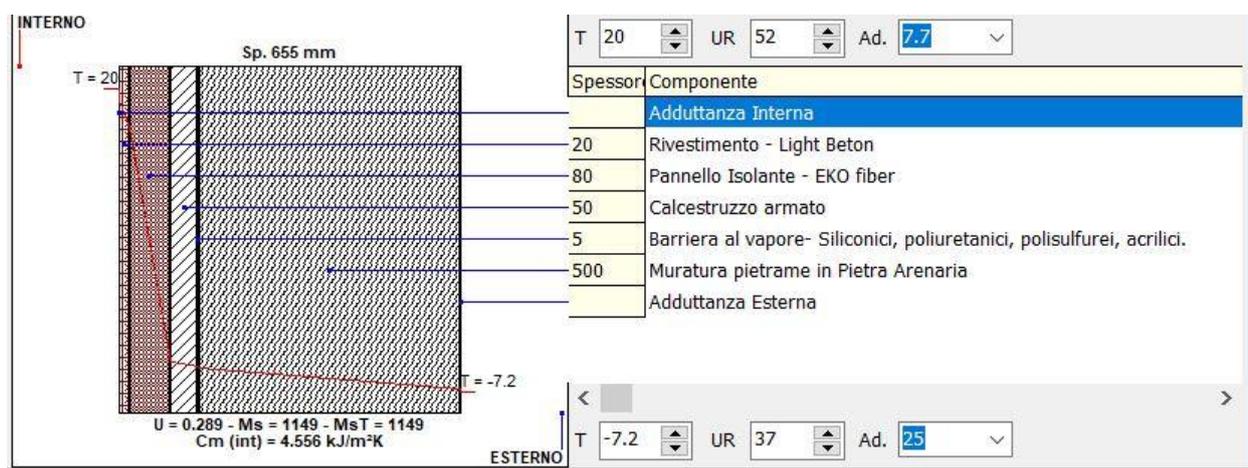


Figura 0.7- Stratigrafia Stato di Progetto. Termus-G

Per la determinazione degli indici di prestazione energetica dell'edificio di riferimento si utilizzano i valori di trasmittanza termica dei componenti dell'involucro indicati nelle tabelle seguenti. I valori sono indicizzati sulla base:

- della zona climatica
- della decorrenza a partire dalla quale devono essere applicati: dalla data di entrata in vigore del presente provvedimento per tutti gli edifici (valore della colonna "2015"), dal 1° gennaio 2017 per gli edifici pubblici e ad uso pubblico e dal 1° gennaio 2019 per tutti gli edifici (valori della colonna "2017/2019").

Trasmittanza termica  $U$  delle strutture opache verticali, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra:

Zona climatica	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015	2017/2019
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Trasmittanza termica  $U$  delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati:

Zona climatica	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015	2017/2019
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Trasmittanza termica  $U$  delle opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra:

Zona climatica	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015	2017/2019
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Trasmittanza termica  $U$  delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati:

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015	2017/2019
D	2,00	1,80
E	1,80	1,40
F	1,50	1,10

Trasmittanza termica  $U$  delle strutture opache verticali e orizzontali di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti:

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015	2017/2019
Tutte le zone	0,8	0,8

Valore del fattore di trasmissione solare totale  $g_{gl.sh}$  per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud:

Zona climatica	$g_{gl.sh}$	
	2015	2017/2019
Tutte le zone	0,35	0,35

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non riscaldati, si assume come trasmittanza il valore della pertinente tabella, diviso per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella corrispondente tabella riportata nella norma UNI TS 11300-1, in forma tabellare.<sup>51</sup>

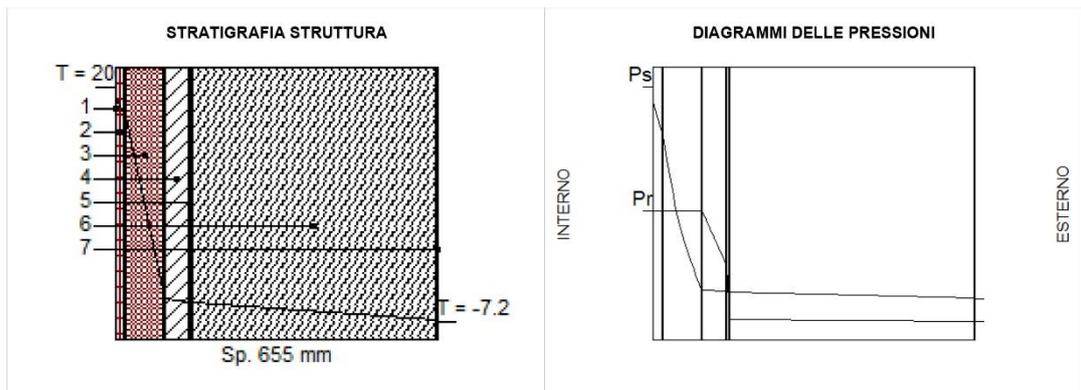
<sup>51</sup> DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 20 LUGLIO 2015, N. 967 Regione Emilia-Romagna Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.)

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** POV\_NS\_50CM  
**Descrizione Struttura:** Parete opaca verticale con spessore esistente di 50CM in muratura in pietrame. Integrazione con la nuova stratigrafia.

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Rivestimento - Light Beton	20	0.064	3.200	20.00	0.010	1	0.313	
3	Pannello Isolante - EKO fiber	80	0.030	0.375	2.40	0.010	1000	2.667	
4	Calcestruzzo armato	50	0.850	17.000	120.00	0.000	1000	0.059	
5	Barriera al vapore- Siliconici, poliuretanic, polisulfurei, acrilici.	5	0.400	80.000	6.63	0.000	1000	0.013	
6	Muratura pietrame in Pietra Arenaria	500	2.090	4.180	1 000.00	0.019	1000	0.239	
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
<b>RESISTENZA = 3.460 m²K/W</b>						<b>TRASMITTANZA = 0.289 W/m²K</b>			
<b>SPESSORE = 655 mm</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 4.556 kJ/m²K</b>				<b>MASSA SUPERFICIALE = 1 149 kg/m²</b>			
<b>TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m²K</b>		<b>FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.05</b>				<b>SFASAMENTO = -9.14 h</b>			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-7.2	332	123	37.0

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	55.00	56.40	56.80	52.00	65.70	62.40	63.70	67.90	66.00	58.70	55.10	54.00
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	19.00	21.50	20.80	18.00	20.00	20.00	20.00
URcf2	94.40	83.50	81.70	65.40	68.80	60.60	63.70	67.90	64.00	77.00	78.30	76.60
Tcf2	-2.30	0.30	5.70	10.50	14.40	19.00	21.50	20.80	17.00	10.90	4.80	-0.40
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
<b>Verifica Superficiale</b>	VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.2800 W/m²K (mese critico: Gennaio).									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Zona Riscaldata												
cf2 = Esterno												

Copyright - TerMus by ACCA software S.p.A. - Tel.0827/69504 - www.acca.it

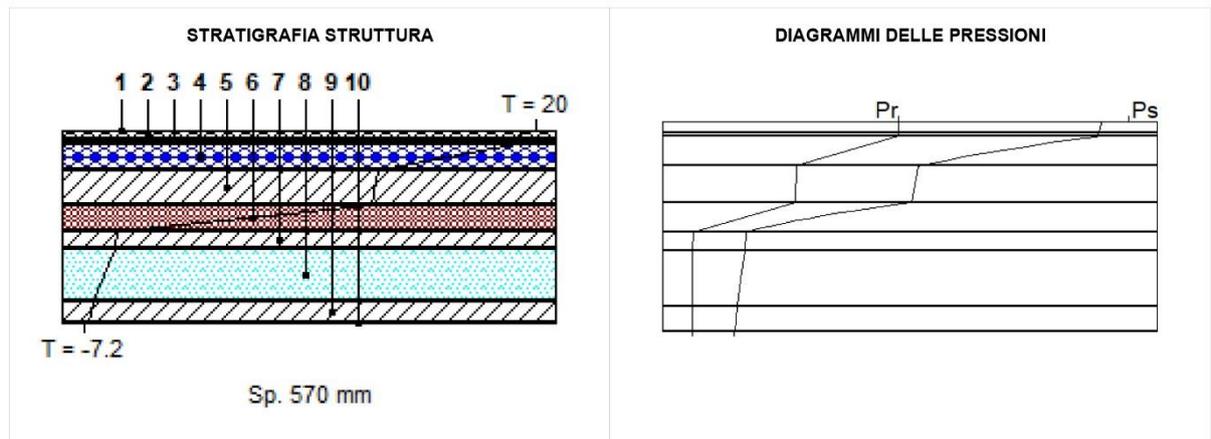
Figura 0.8- Verifica superficiale e la verifica interstiziale della parete perimetrale di 50 cm. Diagramma di Glaser

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** POO\_NS\_56CM  
**Descrizione Struttura:** Parete Opaca Orizzontale a contatto con il terreno.

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		5.900			0	0.169
2	Pavimentazione interna Pietra	30	1.470	49.000	51.00	193.000	1000	0.020
3	Malta di calce o di calce e cemento.	10	0.900	90.000	18.00	8.500	1000	0.011
4	Isolamento forte	80	0.055	0.688	2.40	0.010	1000	1.455
5	Sottofondo in calcestruzzo	100	1.400	14.000	200.00	2.600	1000	0.071
6	Pannello Isolante - EKO fiber	80	0.030	0.375	2.40	0.010	1000	2.667
7	Calcestruzzo armato-getto	50	1.910	38.200	120.00	1.300	1000	0.026
8	Strato d'aria orizzontale (flusso DISCENDENTE) da 15 cm	150	0.673	4.484	0.20	193.000	1008	0.223
9	Calcestruzzo ordinario	70	1.162	16.593	140.00	2.600	1000	0.060
10	Adduttanza Inferiore	0		25.000			0	0.040
<b>RESISTENZA = 4.743 m²K/W</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (sup) = 48.801 kJ/m²K</b>			<b>TRASMITTANZA = 0.211 W/m²K</b>			
<b>SPESSORE = 570 mm</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (inf) = 115.496 kJ/m²K</b>			<b>MASSA SUPERFICIALE = 534 kg/m²</b>			
<b>TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K</b>		<b>FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.02</b>			<b>SFASAMENTO = -7.96 h</b>			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs. 192/05 e s.m.i..



	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-7.2	332	123	37.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	55.00	56.40	56.80	52.00	65.70	62.40	63.70	67.90	66.00	58.70	55.10	54.00
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	19.00	21.50	20.80	18.00	20.00	20.00	20.00
URcf2	94.40	83.50	81.70	65.40	68.80	60.60	63.70	67.90	64.00	77.00	78.30	76.60
Tcf2	-2.30	0.30	5.70	10.50	14.40	19.00	21.50	20.80	17.00	10.90	4.80	-0.40
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
<b>Verifica Superficiale</b>	VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.2800 W/m²K (mese critico: Gennaio).									

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.  
 cf1 = Zona Riscaldata  
 cf2 = Esterno

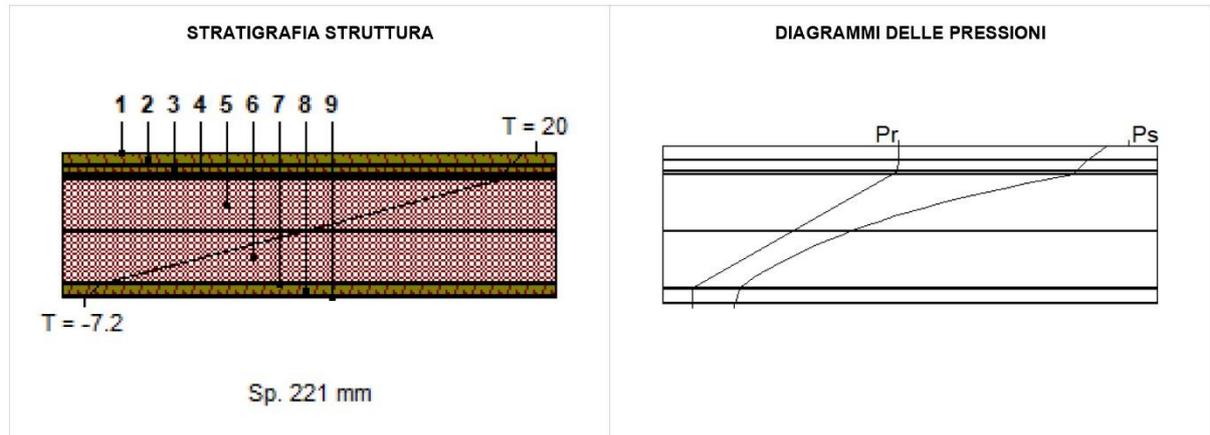
Figura 0.9-Verifica superficiale e la verifica interstiziale della parete opaca orizzontale a contatto con il terreno. Diagramma di Glaser

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** COP\_IN\_NS\_01  
**Descrizione Struttura:** Copertura inclinata in legno

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		5.900			0	0.169
2	Assito in legno per tetto	20	0.120	6.000	11.00	4.500	1600	0.167
3	Pannello legno compensato	15	0.160	10.667	6.75	0.300	1000	0.094
4	Fogli di materiale sintetico.	5	0.170	34.000	5.50	0.010	900	0.029
5	Pannello Isolante - EKO fiber	80	0.030	0.375	2.40	0.010	1000	2.667
6	Pannello Isolante - EKO fiber	80	0.030	0.375	2.40	0.010	1000	2.667
7	Membrana impermeabile traspirante	1		10 000.000	0.30	1.000	1	0.000
8	Assito in legno per tetto	20	0.120	6.000	11.00	4.500	1600	0.167
9	Adduttanza Inferiore	0		25.000			0	0.040
<b>RESISTENZA = 5.999 m²K/W</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (sup) = 26.036 kJ/m²K</b>			<b>TRASMITTANZA = 0.167 W/m²K</b>			
<b>SPESSORE = 221 mm</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (inf) = 20.162 kJ/m²K</b>			<b>MASSA SUPERFICIALE = 39 kg/m²</b>			
<b>TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.14 W/m²K</b>		<b>FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.83</b>			<b>SFASAMENTO = 4.23 h</b>			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-7.2	332	123	37.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	55.00	56.40	56.80	52.00	65.70	62.40	63.70	67.90	66.00	58.70	55.10	54.00
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	19.00	21.50	20.80	18.00	20.00	20.00	20.00
URcf2	94.40	83.50	81.70	65.40	68.80	60.60	63.70	67.90	64.00	77.00	78.30	76.60
Tcf2	-2.30	0.30	5.70	10.50	14.40	19.00	21.50	20.80	17.00	10.90	4.80	-0.40
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
<b>Verifica Superficiale</b>	VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.2300 W/m2K (mese critico: Gennaio).									

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.  
 cf1 = Zona Riscaldata  
 cf2 = Esterno

Figura 0.10-Verifica superficiale e la verifica interstiziale della parete opaca orizzontale inclinata. Diagramma di Glaser

È stato effettuato la verifica superficiale e la verifica interstiziale per tutte le pareti perimetrali, nella Figura 0.8 è stato riportato il diagramma di Glaser riguardante la parete di 50 cm seguendo lo stesso ragionamento, visto che l'unica caratteristica che cambia è lo spessore della muratura in pietrame, si assume verificata anche la parete con spessore maggiore il quale è a nostro favore.

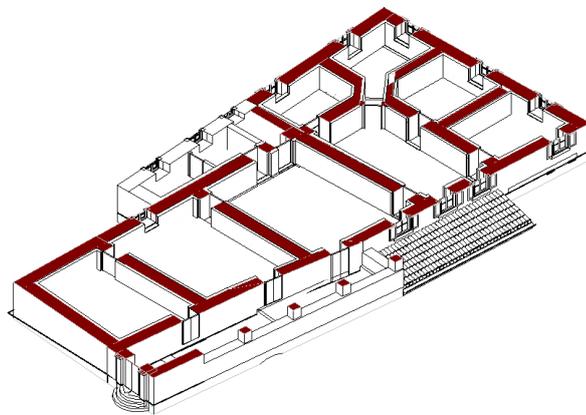
Per la realizzazione del modello energetico in BIM ci sono due possibilità:

- affiancare alle pareti esistenti la nuova stratigrafia
- realizzare una nuova parete con la stratigrafia completa

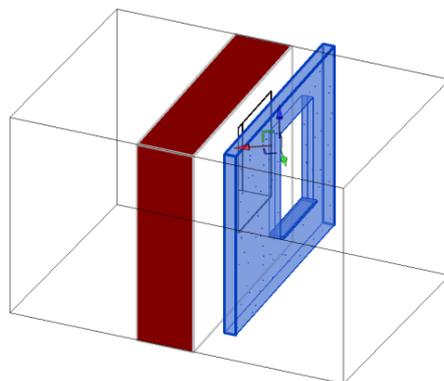
L'affiancamento della nuova stratigrafia permette di mantenere le murature esistenti che non subiscono variazioni, intatti nel modello. In questo modo però non è possibile avere una trasmittanza reale della parete in quanto si comportano come due murature separate semplicemente affiancate.

La realizzazione della nuova parete elimina il suddetto problema e tiene conto di tutti gli strati nel calcolo della trasmittanza. Per avere un modello completo in tutti gli aspetti questa soluzione non è dei migliori in quanto significherebbe che le pareti esistenti sarebbero soggetto a demolizione e la muratura verrebbe ricostruita da zero. Questa ipotesi complica la gestione delle fasi, dei abachi e dei costi.

In questo caso è stato scelto di procedere con l'affiancamento della nuova stratigrafia alla muratura esistente e modificare il modello manualmente nel software di certificazione energetica.



*Figura 0.11- Spaccato assometrico del piano terra, in evidenza i muri esistenti*



*Figura 0.12-Affiancamento della nuova stratigrafia alla parete esistente*

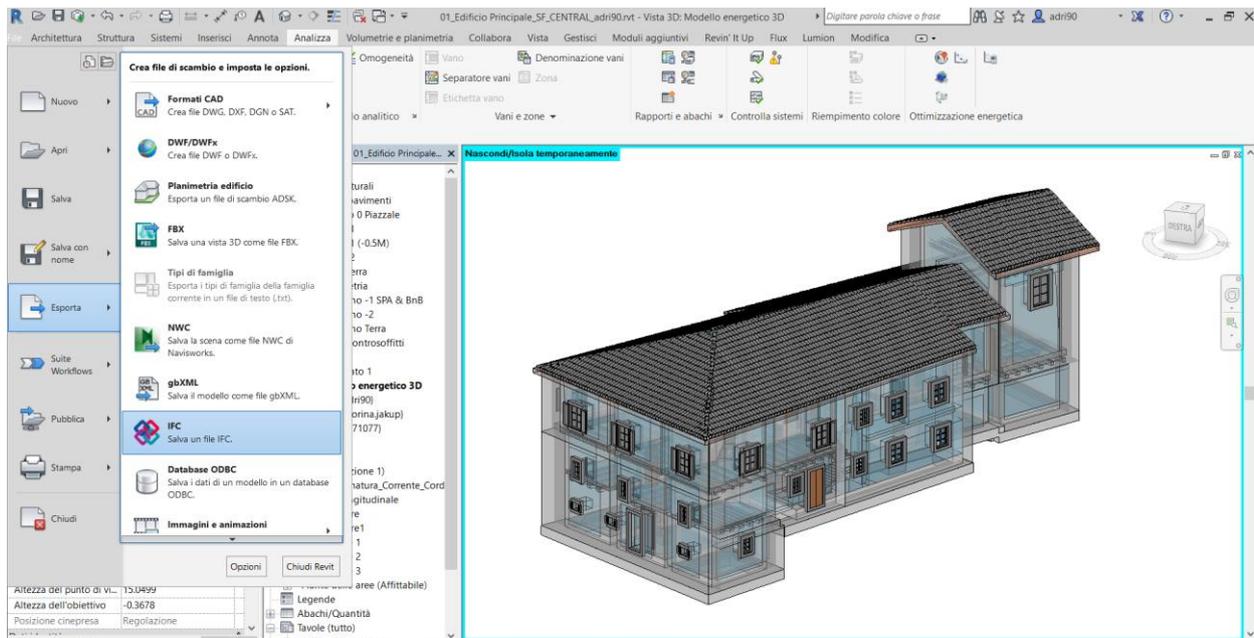


Figura 0.13-L'interfaccia del modello energetico generato da Revit ed il salvataggio come un file IFC



Figura 0.14-File IFC

Come si vede dalle verifiche riportate sopra (Figura 0.8, Figura 0.9, Figura 0.10) le nuove trasmittanze sono agli limiti della normativa, per quanto riguarda le finestre sono state progettate su misura mantenendo l'aspetto originale ma integrando materiali e tecniche innovativi per avere una trasmittanza che soddisfa la normativa e sono stati orientati secondo il loro orientamento originale. Analogamente come per lo stato di fatto è stato esportato il modello energetico con un file IFC (Figura 0.14). La zona riscaldata è stata suddivisa in quattro vani riscaldati con caratteristiche simili.

Su suggerimento dello software Euclide Certificazione Energetiche è stato scelto la caldaia VAILLANT ecoBlock exclusiv VM IT 656/4-7 con una potenza termica nominale pari a 63,70 kW.

Il risultato ottenuto è stato molto soddisfacente in quanto su un edificio esistente un buon risultato si ritiene quando si arriva a far parte della classe B. Il fabbricato rientra nella classe energetica A1 con un indice della prestazione energetica  $EP_{gl,nren}$  pari a 63,20 kWh/m<sup>2</sup> anno.



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: Prestazioni energetiche SP-Ranzano      VALIDO FINO AL: 10/10/2027



## DATI GENERALI

<b>Destinazione d'uso</b> <input checked="" type="checkbox"/> Residenziale <input type="checkbox"/> Non residenziale  Classificazione D.P.R. 412/93: <b>E1 (1)</b>	<b>Oggetto dell'attestato</b> <input checked="" type="checkbox"/> Intero edificio <input type="checkbox"/> Unità immobiliare <input type="checkbox"/> Gruppo di unità immobiliari  Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio:	<input type="checkbox"/> Nuova costruzione <input type="checkbox"/> Passaggio di proprietà <input checked="" type="checkbox"/> Locazione <input type="checkbox"/> Ristrutturazione importante <input type="checkbox"/> Riqualificazione energetica <input type="checkbox"/> Altro:
--	---	---

<b>Dati identificativi</b>																															
Regione: EMILIA ROMAGNA Comune: PALANZANO (PR) Indirizzo: Piano: Interno: Coordinate GIS: Lat: 44°26' " Long: 10°11' "	Zona climatica: F Anno di costruzione: Superficie utile riscaldata (m <sup>2</sup> ): 541,80 Superficie utile raffrescata (m <sup>2</sup> ): Volume lordo riscaldato (m <sup>3</sup> ): 1.370,40 Volume lordo raffrescato (m <sup>3</sup> ):																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <th style="width: 15%;">Comune catastale</th> <td colspan="3">PALANZANO (G255)</td> <th style="width: 15%;">Sezione</th> <td></td> <th style="width: 15%;">Foglio</th> <td></td> <th style="width: 15%;">Particella</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Subalterni</td> <td>da</td> <td>a</td> <td>da</td> <td>a</td> <td>da</td> <td>a</td> <td>da</td> <td>a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altri subalterni</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Comune catastale	PALANZANO (G255)			Sezione		Foglio		Particella		Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a		Altri subalterni									
Comune catastale	PALANZANO (G255)			Sezione		Foglio		Particella																							
Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a																							
Altri subalterni																															

<b>Servizi energetici presenti</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione invernale	<input type="checkbox"/> Ventilazione meccanica	<input type="checkbox"/> Illuminazione	
<input type="checkbox"/> Climatizzazione estiva	<input checked="" type="checkbox"/> Prod. acqua calda sanitaria	<input type="checkbox"/> Trasporto di persone o cose	

## PRESTAZIONE ENERGETICA E GLOBALE DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, a netto dei rendimenti degli impianti presenti.

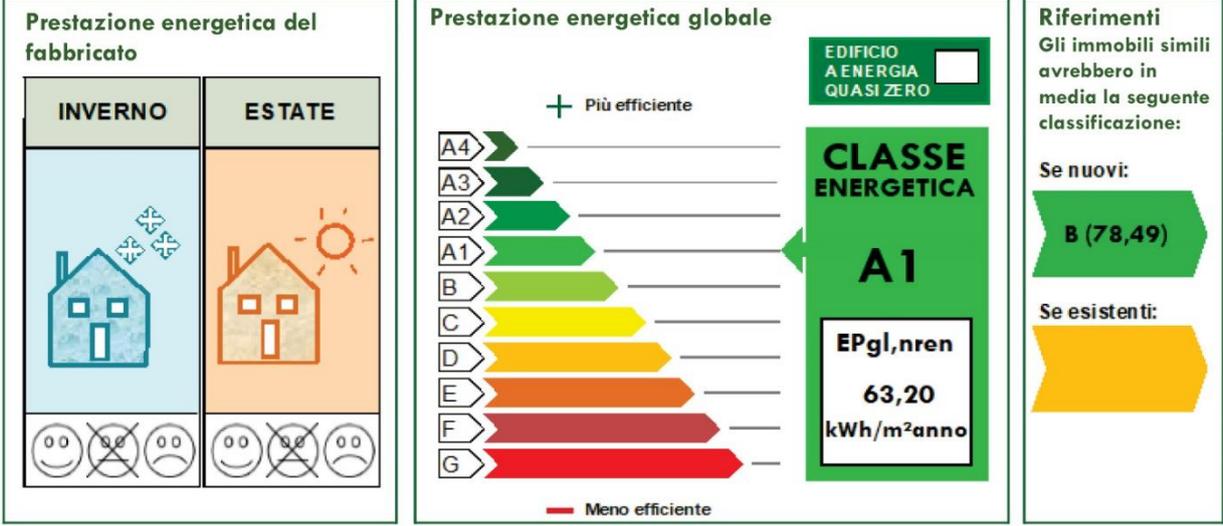


Figura 0.15- Attestato di prestazioni energetiche del fabbricato allo stato di fatto

## OUTPUT DELLA CERTIFICAZIONE ENERGETICA CON LE REALTIVE VERIFICHE

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

DESCRIZIONE IMPIANTO: CALDAIA A BIOMASSA

Volume lordo riscaldato	1.370,40	m <sup>3</sup>
Superficie involucro edilizio	651,00	m <sup>2</sup>
Rapporto S / V	0,4750	
Superficie utile calpestabile	541,80	m <sup>2</sup>
Superficie totale vetrate	15,47	m <sup>2</sup>
Rapporto Superficie vetrate / Superficie utile	0,0286	
Capacità Termica	102.252,54	kJ/K
Durata stagione di riscaldamento	200	gg
Durata stagione di raffrescamento	61	gg

FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO ED A.C.S.		OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	TOTALE	U.M.
gg H	Giorni della stagione di riscaldamento	27,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	22,00	200,00	gg
Qtr.sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	204,01	234,03	249,11	201,65	205,12	226,86	182,13	1.502,91	kWh
QH,tr	Scambio termico per trasmissione	5.688,01	10.027,90	13.848,46	14.872,68	11.824,47	9.326,70	4.565,78	70.154,00	MJ
QH,ve	Scambio termico per ventilazione	3.368,86	5.989,87	8.311,19	9.086,41	7.248,91	5.822,32	2.927,41	42.754,97	MJ
QH,ht	Scambio termico totale	9.056,87	16.017,77	22.159,65	23.959,09	19.073,38	15.149,02	7.493,19	112.908,97	MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetriati	2.639,39	1.798,43	1.374,04	1.551,18	2.232,86	3.550,79	2.917,00	16.063,69	MJ
Qint	Apporti interni	1.049,76	1.166,40	1.205,28	1.205,28	1.088,64	1.205,28	855,36	7.776,00	MJ
QH,nd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per riscaldamento	1.494,35	3.625,85	5.438,98	5.889,62	4.375,55	2.888,02	1.043,35	24.755,73	kWh
QH,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per riscaldamento	5.379,66	13.053,07	19.580,34	21.202,64	15.751,99	10.396,88	3.756,06	89.120,64	MJ
Vw	Volume giornaliero di ACS richiesto	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	l/gg
QW,nd	Fabbisogno energia termica utile ideale per ACS	267,49	258,86	267,49	267,49	241,60	267,49	258,86	3.149,44	kWh
Qirh,W	Energia per ACS persa e recuperata in riscaldamento	9,32	10,36	10,70	10,70	9,66	10,70	7,59	69,03	kWh
Q' H	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	1.485,03	3.615,50	5.428,28	5.878,92	4.365,89	2.877,32	1.035,76	24.686,70	kWh
etaE	Rendimento sottosistema di emissione	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	%
etaRg	Rendimento sottosistema di regolazione	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	%
QH,d,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	1.648,39	4.013,21	6.025,40	6.525,61	4.846,14	3.193,83	1.149,69	27.402,27	kWh
QH,i,d	Perdite di distribuzione per riscaldamento	42,27	102,90	154,50	167,32	124,26	81,89	29,48	702,63	kWh
etaD	Rendimento sottosistema di distribuzione	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	%
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	1.690,65	4.116,11	6.179,90	6.692,93	4.970,40	3.275,73	1.179,17	28.104,89	kWh

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

etaGn	Rendimento sottosistema di generazione	93,63	93,90	93,98	93,99	93,96	93,83	93,55	%
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	1.707,73	4.157,69	6.242,32	6.760,54	5.020,61	3.308,81	1.191,08	28.388,78 kWh
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per riscaldamento	26,81	38,01	45,31	46,87	39,05	35,99	20,90	252,94 kWh,e
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	1.845,40	4.439,69	6.642,80	7.189,96	5.347,79	3.544,43	1.291,39	30.301,46 kWh
Ep,H,ren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	12,60	17,87	21,30	22,03	18,35	16,91	9,82	118,88 kWh
Ep,H,tot	Energia primaria per riscaldamento	1.858,00	4.457,56	6.664,09	7.211,99	5.366,14	3.561,35	1.301,21	30.420,34 kWh
QW,gn,out	Fabbisogno energia termica in uscita alla generazione per ACS	288,89	279,57	288,89	288,89	260,93	288,89	279,57	3.401,40 kWh
QW,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione per ACS	291,43	282,39	291,80	291,80	263,56	291,80	281,64	3.420,22 kWh
QW,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per ACS	7,84	2,58	2,12	2,02	2,05	3,18	11,33	178,39 kWh,e
Ep,W,ren	Fabbisogno energia primaria rinnovabile per ACS	321,29	301,54	310,53	310,34	280,74	312,58	317,82	3.939,08 kWh
Ep,W,ren	Energia primaria non rinnovabile per ACS	3,69	1,21	0,99	0,95	0,96	1,49	5,33	83,85 kWh
Ep,W,tot	Energia primaria per ACS	324,97	302,76	311,52	311,29	281,70	314,08	323,15	4.022,93 kWh

FABBISOGNO PER RAFFRESCAMENTO ESTIVO		GIU	LUG	AGO	TOTALE	U.M.
gg C	Giorni della stagione di raffrescamento	8,00	31,00	22,00	61,00	gg
Qtr,sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	71,94	285,78	196,86	554,58	kWh
QC,tr	Scambio termico per trasmissione	945,07	2.613,97	2.225,30	5.784,34	MJ
QC,ve	Scambio termico per ventilazione	637,02	1.823,81	1.470,95	3.931,78	MJ
QC,ht	Scambio termico totale	1.582,09	4.437,78	3.696,25	9.716,12	MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetrati	1.257,62	5.086,84	3.387,44	9.731,90	MJ
Qint	Apporti interni	311,04	1.205,28	855,36	2.371,68	MJ
Aso,lest	Area solare equivalente estiva	2,37	4,29	2,65		m <sup>2</sup>
QCnd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per raffrescamento	33,24	521,79	184,92	739,96	kWh
QC,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per raffrescamento	33,24	521,79	184,92	739,96	kWh

VERIFICHE DI LEGGE		VALORE	VALORE LIMITE	U.M.	ESITO
EpH,nd	Indice prestazione energetica dell'involucro per climatizzazione invernale	45,69	50,55	kWh/m <sup>2</sup>	VERIFICATO
EpC,nd	Indice prestazione energetica dell'involucro per climatizzazione estiva	1,37		kWh/m <sup>2</sup>	NON Verificato
EpGI,tot	Indice prestazione energetica globale dell'edificio, totale	63,57	78,49	kWh/m <sup>2</sup>	VERIFICATO
EtaH	Efficienza per climatizzazione invernale	0,81	0,73		VERIFICATO
EtaW	Efficienza per Acqua Calda per uso Sanitario	0,80	0,60		VERIFICATO

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Ht	Coefficiente globale di scambio termico DM 26/06/2015	0,37	0,53	W/m <sup>2</sup> K	VERIFICATO
Asol,est	Area solare equivalente estiva DM 26/06/2015	0,01	0,03		VERIFICATO
U lim	Trasmittanze divisorii (comma 7, All. I, D.Lgs. 311/2006)				VERIFICATO
%ren	% del Fabbisogno di Energia Primaria per ACS coperto da fonti rinnovabili (punto 1, all. 3, D.Lgs. 28/2011)	99,31	50,00	%	VERIFICATO
%ren	% del Fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento, raffrescamento e ACS coperto da fonti rinnovabili (punto 1, lett. c), all. 3, D.Lgs. 28/2011)	99,39	50,00	%	VERIFICATO

## CALDAIA A BIOMASSA

### Caratteristiche del generatore

**DESCRIZIONE:** Agro Eco 68 kW Caldaia a biomassa

Potenza termica utile nominale	68,00	kW
Potenza termica utile a carico intermedio	13,70	kW
Potenza elettrica ausiliari (a carico nominale)	260	W
Potenza elettrica ausiliari (a carico intermedio)	78	W
Potenza elettrica ausiliari (a carico nullo)	39	W
Rendimento utile al 100% di potenza	%	
Rendimento utile al 30% di potenza	%	
Fluido termovettore	ACQUA	
Combustibile	Pellet, Legna, Granulati	

FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO ED A.C.S.		OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	TOTALE	U.M.
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	1.690,65	4.116,11	6.179,90	6.692,93	4.970,40	3.275,73	1.179,17	28.104,89	kWh
etaGn	Rendimento sottosistema di generazione	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00		%
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	1.707,73	4.157,69	6.242,32	6.760,54	5.020,61	3.308,81	1.191,08	28.388,78	kWh
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per riscaldamento	26,81	38,01	45,31	46,87	39,05	35,99	20,90	252,94	kWh,e
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	12,60	17,87	21,30	22,03	18,35	16,91	9,82	118,88	kWh
Ep,H,nren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	1.845,40	4.439,69	6.642,80	7.189,96	5.347,79	3.544,43	1.291,39	30.301,46	kWh
Ep,H,tot	Energia primaria per riscaldamento	1.858,00	4.457,56	6.664,09	7.211,99	5.366,14	3.561,35	1.301,21	30.420,34	kWh
QW,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione per ACS	288,89	279,57	288,89	288,89	260,93	288,89	279,57	3.401,40	kWh
QW,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione per ACS	291,43	282,39	291,80	291,80	263,56	291,80	281,64	3.420,22	kWh
QW,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per ACS	7,84	2,58	2,12	2,02	2,05	3,18	1,33	178,39	kWh,e
Ep,W,ren	Energia primaria rinnovabile per ACS	3,69	1,21	0,99	0,95	0,96	1,49	5,33	83,85	kWh
Ep,W,nren	Energia primaria non rinnovabile per ACS	321,29	301,54	310,53	310,34	280,74	312,58	317,82	3.939,09	kWh
Ep,W,tot	Energia primaria per ACS	324,97	302,76	311,52	311,29	281,70	314,08	323,15	4.022,93	kWh

## ZONA RISCALDATA

### Caratteristiche della zona

T	Temperatura		20,00 °C
	Temperatura a generatore spento		15,00 °C
	Umidità Relativa massima sulla superficie interna		80,00 %
	Superficie netta		541,80 m <sup>2</sup>
	Capacità termica		102.252,54 kJ/K
	Apporti interni		450,00 W
	Ricambi d'aria naturali		0,2116 vol/h
	Coefficiente di dispersione termica per ventilazione		2,8000 W/m <sup>3</sup>
	Rendimento di regolazione (UNI/TS 11300-2 Prospetto 20): Solo zona con regolatore		
	Tipologia di prodotto: Regolatore modulante (banda passante 1 °C)		
	Terminali di erogazione: Pannelli isolati annegati a pavimento		
Qtr,max	Dispersione massima per trasmissione		7.043,96 W
Qve,max	Dispersione massima per ventilazione		4.265,35 W
Qg	Dispersione per scambi termici con il terreno		0,00 W
Qht,max	Dispersione massima TOTALE		11.309,31 W

DESCRIZIONE DEL VANO		S	V	Qt	Qu	Qg	Q
Torre		21,80	132,54	1.171,51	371,11		1.542,62
Residenziale Piano Terra		238,00	714,00	3.527,65	1.999,20		5.526,85
Residenziale Interrato 1		282,00	676,80	1.667,28	1.895,04		3.562,32
Residenziale Interrato 1				677,52			677,52

DESCRIZIONE		OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	TOTALE	U.M.
gg H	Giorni della stagione di riscaldamento	27,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	22,00	200,00	gg
Qtr,sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	734,44	842,49	896,79	725,93	738,43	816,70	655,68	5.410,46	MJ
QH,tr	Scambio termico per trasmissione	5.688,01	10.027,90	13.848,46	14.872,68	11.824,47	9.326,70	4.565,78	70.154,00	MJ
QH,ve	Scambio termico per ventilazione	3.368,86	5.989,87	8.311,19	9.086,41	7.248,91	5.822,32	2.927,41	42.754,97	MJ
QH,ht	Scambio termico totale	9.056,87	16.017,77	22.159,65	23.959,09	19.073,38	15.149,02	7.493,19	112.908,97	MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetrati	2.639,39	1.798,43	1.374,04	1.551,18	2.232,86	3.550,79	2.917,00	16.063,69	MJ
Qint	Apporti interni	1.049,76	1.166,40	1.205,28	1.205,28	1.088,64	1.205,28	855,36	7.776,00	MJ

**ZONA RISCALDATA**  
Caratteristiche della zona

etaU,H	Fattore di utilizzazione degli apporti termici	99,68	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,07		%	
QH,nd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per riscaldamento	5.379,66	13.053,07	19.580,34	21.202,64	15.751,99	10.396,88	3.756,06	89.120,64	MJ		
QH,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per riscaldamento	5.379,66	13.053,07	19.580,34	21.202,64	15.751,99	10.396,88	3.756,06	89.120,64	MJ		
Vw	Volume giornaliero di ACS richiesto	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	l/gg		
QW,nd	Fabbisogno energia termica utile ideale per ACS	962,95	931,89	962,95	962,95	869,76	962,95	931,89	11.337,97	MJ		
Qlth,W	Energia per ACS persa e recuperata in riscaldamento	33,55	37,28	38,52	38,52	34,79	38,52	27,34	248,52	MJ		
QH	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	5.346,12	13.015,80	19.541,82	21.164,12	15.717,20	10.358,36	3.728,73	88.872,15	MJ		
etaE	Rendimento sottosistema di emissione	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	%		
QH,i,e	Perdite di emissione per riscaldamento	54,00	131,47	197,39	213,78	158,76	104,63	37,66	897,69	MJ		
etaRg	Rendimento sottosistema di regolazione	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	91,00	%		
QH,d,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	5.934,19	14.447,55	21.691,44	23.492,20	17.446,11	11.497,79	4.138,89	98.648,17	MJ		
QH,i,d	Perdite di distribuzione per riscaldamento	152,16	370,45	556,19	602,36	447,34	294,82	106,13	2.529,45	MJ		
etaD	Rendimento sottosistema di distribuzione	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	%		
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	6.086,35	14.818,00	22.247,63	24.094,56	17.893,45	11.792,61	4.245,02	101.177,62	MJ		
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	6.147,83	14.967,68	22.472,35	24.337,94	18.074,19	11.911,73	4.287,90	102.199,62	MJ		
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari	96,52	136,84	163,13	168,73	140,58	129,56	75,24	910,60	MJ		
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	45,36	64,32	76,67	79,30	66,07	60,89	35,36	427,97	MJ		
Ep,H,ren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	6.643,43	15.982,90	23.914,07	25.883,85	19.252,03	12.759,96	4.649,00	109.085,24	MJ		
QW,i,d	Perdite di distribuzione per ACS	77,04	74,55	77,04	77,04	69,58	77,04	74,55	907,06	MJ		
QW,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione per ACS	1.039,99	1.006,44	1.039,99	1.039,99	939,34	1.039,99	1.006,44	12.245,03	MJ		
QW,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione per ACS	1.049,14	1.016,61	1.050,49	1.050,49	948,83	1.050,49	1.013,90	7.179,95	MJ		
QW,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per ACS	28,22	9,29	7,63	7,28	7,38	11,43	40,80	642,19	MJ		
Ep,W,ren	Fabbisogno energia primaria rinnovabile per ACS	13,27	4,37	3,58	3,42	3,47	5,37	19,18	301,85	MJ		
Ep,W,ren	Energia primaria non rinnovabile per ACS	1.156,63	1.085,56	1.117,89	1.117,22	1.010,66	1.125,30	1.144,15	14.180,70	MJ		
<b>FABBISOGNO PER RAFFRESCAMENTO ESTIVO</b>												
gg C	Giorni della stagione di raffrescamento	8,00							31,00	22,00	61,00	gg
Qtr-sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	258,99							1.028,82	708,68	1.996,49	MJ
QC,tr	Scambio termico per trasmissione	945,07							2.613,97	2.225,30	5.784,34	MJ
QC,ve	Scambio termico per ventilazione	637,02							1.823,81	1.470,95	3.931,78	MJ
QC,ht	Scambio termico totale per raffrescamento	1.582,09							4.437,78	3.696,25	9.716,12	MJ

**ZONA RISCALDATA**  
*Caratteristiche della zona*

Qsol,w	Apporti solari su elementi vetrati	1.257,62	5.086,84	3.387,44	9.731,89	MJ
Qint	Apporti interni	311,04	1.205,28	855,36	2.371,68	MJ
etaU,C	Fattore di utilizzazione degli scambi termici	91,59	99,46	96,78		%
Asol,est	Area solare equivalente estiva	2,37	4,29	2,65		m²
QCnd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per raffrescamento	119,68	1.878,45	665,71	2.663,84	MJ
QC,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per raffrescamento	119,68	1.878,45	665,71	2.663,84	MJ

## ZONA TORRE

### Caratteristiche del vano

ZONA: Zona Riscaldata

S	Superficie netta calpestabile	21,80	m <sup>2</sup>
V	Volume netto	132,54	m <sup>3</sup>
T	Temperatura interna	20,00	°C
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	1.171,51	W
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	371,11	W
Q	Dispersione TOTALE	1.542,62	W

A	Superficie disperdente
L	Lunghezza del Ponte Termico
Confine	Nome dell'ambiente confinante
Orientamento	Orientamento della superficie
CE	Coefficiente di esposizione
ombra	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostruzioni esterne (S/No)
a	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare
FC	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)
FF	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetro/telaio)
g	Trasmittanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)
U	Trasmittanza convenzionale
UI	Trasmittanza lineare del Ponte Termico
ΔT	Differenza di temperatura
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio
Q	Dispersione totale del componente edilizio

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINE o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	ΔT	Qu	Q
SOL.191	Solaio	21,80	Esterno inclinato	1,00	No	0,30				0,230	28,00	6,44	149,09
SOL.001	Solaio	21,80	Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,290	28,00		
STR.006	Parete	40,46	Nord Ovest	1,15	No	0,30				0,255	28,00	7,14	298,11
INF.002	Componente finestrato	1,58	Nord Ovest	1,15	No		0,29		0,70	1,700	28,00	39,83	64,96
INF.002	Componente finestrato	0,53	Nord Ovest	1,15	No		0,58		0,70	1,700	28,00	39,83	21,78
INF.002	Componente finestrato	0,42	Nord Ovest	1,15	No		0,33		0,70	1,700	28,00	39,83	17,32
STR.006	Parete	30,98	Nord Est	1,20	No	0,30				0,255	28,00	7,14	228,26
INF.002	Componente finestrato	0,64	Nord Est	1,20	No		0,29		0,70	1,700	28,00	39,83	26,39
STR.006	Parete	31,62	Sud Est	1,10	No	0,30				0,255	28,00	7,14	232,98
STR.006	Parete	18,00	Sud Ovest	1,05	No	0,30				0,255	28,00	7,14	132,62

## RESIDENZIALE PIANO TERRA

### Caratteristiche del vano

ZONA: Residenziale Piano Terra

S	Superficie netta calpestabile	238,00	m <sup>2</sup>
V	Volume netto	714,00	m <sup>3</sup>
T	Temperatura interna	20,00	°C
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	3.527,65	W
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	1.999,20	W
Q	Dispersione TOTALE	5.526,85	W

A	Superficie disperdente		m <sup>2</sup>
L	Lunghezza del Ponte Termico		m
Corfime	Nome dell'ambiente confinante		
Orientamento	Orientamento della superficie		
CE	Coefficiente di esposizione		
ombra	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostruzioni esterne (S/No)		
a	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare		
FC	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)		
FF	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetro/telaio)		
g	Trasmittanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)		
U	Trasmittanza convenzionale		
UI	Trasmittanza lineare del Ponte Termico		W/m·K
ΔT	Differenza di temperatura		°C
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio		W/m <sup>2</sup>
Q	Dispersione totale del componente edilizio		W

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINO o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	ΔT	Qu	Q
SOL.191	Solaio	238,00	Esterno inclinato	1,00	No	0,30				0,230	28,00	6,44	1.627,67
SOL.001	Solaio	238,00	Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,290	28,00		
STR.006	Parete	6,00	Nord Ovest	1,15	No	0,30				0,255	28,00	7,14	44,21
STR.006	Parete	59,29	Nord Est	1,20	No	0,30				0,255	28,00	7,14	436,85
INF.002	Componente finestrato	0,58	Nord Est	1,20	No		0,39		0,70	1,700	28,00	39,83	24,09
INF.002	Componente finestrato	0,95	Nord Est	1,20	No		0,37		0,70	1,700	28,00	39,83	39,23
INF.002	Componente finestrato	0,95	Nord Est	1,20	No		0,44		0,70	1,700	28,00	39,83	39,23
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,44		0,70	1,700	28,00	39,83	21,31
INF.002	Componente finestrato	0,96	Nord Est	1,20	No		0,33		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,96	Nord Est	1,20	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,58	Nord Est	1,20	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	24,09
STR.006	Parete	33,12	Sud Est	1,10	No	0,30				0,255	28,00	7,14	244,03
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Est	1,10	No		0,37		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Est	1,10	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Est	1,10	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
STR.006	Parete	54,06	Sud Ovest	1,05	No	0,30				0,255	28,00	7,14	398,32
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Ovest	1,05	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Ovest	1,05	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Ovest	1,05	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60
INF.002	Componente finestrato	0,96	Sud Ovest	1,05	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	39,60

**RESIDENZIALE PIANO TERRA**  
*Caratteristiche del vano*

INF.001	Componente finestrato	2,20	Sud Ovest	1,05	No	0,13	0,70	1,700	28,00	39,83	90,74
INF.001	Componente finestrato	2,20	Sud Ovest	1,05	No	0,70	0,70	1,700	28,00	39,83	90,74
INF.001	Componente finestrato	2,20	Sud Ovest	1,05	No	0,70	0,70	1,700	28,00	39,83	90,74

## RESIDENZIALE INTERRATO 1

### Caratteristiche del vano

ZONA: Residenziale Interrato 1

S	Superficie netta calpestabile	282,00	m <sup>2</sup>	
V	Volume netto	676,80	m <sup>3</sup>	
T	Temperatura interna	20,00	°C	
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	1.667,28	W	
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	1.895,04	W	
Q	Dispersione TOTALE	3.562,32	W	

A	Superficie disperdente		m <sup>2</sup>	
L	Lunghezza del Ponte Termico		m	
Corfina	Nome dell'ambiente confinante			
Orientamento	Orientamento della superficie			
CE	Coefficiente di esposizione			
ombra	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostruzioni esterne (S/No)			
a	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare			
FC	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)			
FF	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetrotelaio)			
g	Trasmissanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)			
U	Trasmissanza convenzionale			W/m <sup>2</sup> ·K
UI	Trasmissanza lineare del Ponte Termico			W/mK
ΔT	Differenza di temperatura			°C
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio			W/m <sup>2</sup>
Q	Dispersione totale del componente edilizio			W

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINAMENTO o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	ΔT	Qu	Q
SOL.001	Solaio	282,00	Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,290	28,00		
STR.006	Parete	15,36	Nord Ovest	1,15	No	0,30				0,255	28,00	7,14	113,17
STR.006	Parete	19,44	Nord Est	1,20	No	0,30				0,255	28,00	7,14	143,23
STR.006	Parete	4,80	Nord Ovest	1,15	No	0,30				0,255	28,00	7,14	35,36
STR.006	Parete	36,93	Nord Est	1,20	No	0,30				0,255	28,00	7,14	272,10
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,47		0,70	1,700	28,00	39,83	21,31
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,33		0,70	1,700	28,00	39,83	21,31
INF.002	Componente finestrato	0,52	Nord Est	1,20	No		0,33		0,70	1,700	28,00	39,83	21,31
INF.001	Componente finestrato	2,20	Nord Est	1,20	No		0,70		0,70	1,700	28,00	39,83	21,31
INF.001	Componente finestrato	1,80	Nord Est	1,20	No		0,70		0,70	1,700	28,00	39,83	90,74
STR.006	Parete	28,89	Sud Est	1,10	No	0,30				0,255	28,00	7,14	212,86
INF.002	Componente finestrato	0,45	Sud Est	1,10	No		0,33		0,70	1,700	28,00	39,83	18,56
INF.002	Componente finestrato	0,45	Sud Est	1,10	No		0,27		0,70	1,700	28,00	39,83	18,56
INF.002	Componente finestrato	0,45	Sud Est	1,10	No		0,27		0,70	1,700	28,00	39,83	18,56
STR.006	Parete	29,64	Sud Ovest	1,05	No	0,30				0,255	28,00	7,14	218,39
INF.002	Componente finestrato	0,48	Sud Ovest	1,05	No		0,27		0,70	1,700	28,00	39,83	19,80
INF.002	Componente finestrato	0,42	Sud Ovest	1,05	No		0,31		0,70	1,700	28,00	39,83	17,32
INF.002	Componente finestrato	0,42	Sud Ovest	1,05	No		0,29		0,70	1,700	28,00	39,83	17,32
STR.006	Parete	4,80	Sud Est	1,10	No	0,30				0,255	28,00	7,14	35,36
STR.006	Parete	23,99	Sud Ovest	1,05	No	0,30				0,255	28,00	7,14	176,76

**RESIDENZIALE INTERRATO 1**  
*Caratteristiche del vano*

INF.006	Componente finestrato	3,85	Sud Ovest	1,05	No			0,39	0,70	0,907	28,00	22,86	90,97
STR.006	Parete	4,08	Nord Ovest	1,15	No	0,30				0,255	28,00	7,14	30,06

## RESIDENZIALE INERRATO 2

*Caratteristiche del vano*

ZONA: Residenziale Interrato 2

S	Superficie netta calpestabile	0,00	m <sup>2</sup>	Superficie disperdente	
V	Volume netto	0,00	m <sup>3</sup>	Lunghezza del Ponte Termico	m
T	Temperatura interna	20,00	°C	Nome dell'ambiente confinante	
				Orientamento della superficie	
				Coefficiente di esposizione	
				Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostruzioni esterne (S/No)	
				Coefficiente di assorbimento della radiazione solare	
				Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)	
				Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetrotelaio)	
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	677,52	W	Trasmissione di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)	
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	0,00	W	Trasmissione convenzionale	W/m <sup>2</sup> ·K
				Trasmissione lineare del Ponte Termico	W/mK
				Differenza di temperatura	°C
Q	Dispersione TOTALE	677,52	W	Dispersione unitaria del componente edilizio	W/m <sup>2</sup>
				Dispersione totale del componente edilizio	W

CODICE	STRUTTURA	A o L	CONFINO o ORIENTAMENTO	CE	ombra	a	FC	FF	g	U o UI	δ T	Qu	Q
SOL.001	Solaio		Interno alla zona	1,00	No	0,30				0,290	28,00		
STR.006	Parete	10,24	Nord Est	1,20	No	0,30				0,255	28,00	7,14	75,45
STR.006	Parete	29,60	Sud Est	1,10	No	0,30				0,255	28,00	7,14	218,09
INF.001	Componente finestrato	0,16	Sud Est	1,10	No		0,66		0,70	1,700	28,00	39,83	6,60
INF.006	Componente finestrato	1,42	Sud Est	1,10	No		0,68		0,70	0,986	28,00	24,66	36,31
INF.001	Componente finestrato	0,16	Sud Est	1,10	No		0,13		0,70	1,700	28,00	39,83	6,60
INF.001	Componente finestrato	0,16	Sud Est	1,10	No		0,13		0,70	1,700	28,00	39,83	6,60
STR.006	Parete	13,00	Sud Ovest	1,05	No	0,30				0,255	28,00	7,14	95,78
STR.006	Parete	31,50	Nord Est	1,20	No	0,30				0,255	28,00	7,14	232,09

### 6.3.3. Considerazioni sul metodo

Un aspetto fondamentale del BIM è l'interoperabilità, cioè la possibilità di scambio dati tra diversi utilizzatori di BIM secondo un formato aperto e condiviso. In un progetto, architettonico così come energetico, diversi settori interagiscono tra loro; l'interscambio di informazioni volto alla realizzazione del progetto è ormai la chiave per un iter progettuale fluido e con limitati errori.

Questo processo facilita la trasmissione e gestione dei dati tra i diversi attori partecipanti ad un progetto. Affinché questo scambio di dati avvenga in modo effettivo in un workflow BIM, esistono dei passaggi di verifica della coerenza dei dati, sia che essi provengano dalla stessa azienda sia da collaboratori esterni. L'interoperabilità è il concetto che permette di dialogare correttamente tra tutti, ottimizzando il processo progettuale.

La collaborazione tra *Revit Architecture* ed *Euclide Certificazioni Energetiche*, nel caso specifico, non è stata tra i migliori in quanto si sono riscontrati vari problemi di associazione di locali i quali sono stati successivamente associati manualmente. Il software utilizzato non è tra i migliori nel settore BIM ma tuttavia ha contribuito ad avere dei risultati soddisfacenti con un basso margine di errore.

## 6.4. Progettazione impiantistica

### 6.4.1. Progettazione impiantistica nel ambiente BIM



Quando parliamo di progettazione impiantistica nel mondo BIM, stiamo parlando di progetto MEP (Mechanical, electrical, and plumbing) l'acronimo del quale tradotto in italiano si riferisce al progetto meccanico, elettrico ed idraulico.

Il flusso di lavoro della progettazione impiantistica rimane sempre quello tradizionale, con la possibilità di testare, e vedere la collisione tra gli progetti prima della loro realizzazione in cantiere.

In un progetto tradizionale, il progetto impiantistico viene realizzato in 2D con un controllo a posteriori sulla terza dimensione. Con il software parametrico Revit Architecture, la progettazione si effettua in 3D con dei vantaggi che indiscutibilmente ne derivano.

Nel nostro caso, in via semplificativa, è stato effettuato solo un progetto preliminare dell'impianto idraulico o se vogliamo associare il grado di dettaglio riconosciuto nel mondo BIM, è stato raggiunto un livello LOD 200. L'obiettivo del progetto idraulico del LOD 200 è quello di capire se gli spazi all'interno delle nuove stratigrafie o eventuali cavedi, sono abbastanza per contenere l'ingombro degli impianti. Tutte le attrezzature e le canalizzazioni sono modellati con il grado di dettaglio che serve per dimensionare spazi necessari per contenere i vari ingombri con il dovuto margine di sicurezza per tenere conto che il progetto può variare all'aumentare del grado di dettaglio.

Per quanto riguarda il riscaldamento, è stato progettato un riscaldamento a pavimento in tutta la struttura, tranne in tre locali, dove era necessario di minimizzare al massimo lo spessore del solaio, in cui sono stati pensati dei radiatori a parete. La caldaia che serve tutto l'edificio per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria, è posizionata nel edificio adiacente nel piano interrato a soli 5 m distanti dall'edificio in esame.

L'edificio si serve da un piccolo acquedotto esistente a monte della montagna dov'è collocato il complesso. È stato progettato un sistema della raccolta delle acque meteoriche per essere utilizzate per l'irrigazione del verde. Lo smaltimento delle acque nere è stato progettato di essere effettuato mediante una vasca Imhoff vista la mancanza della rete fognaria in quella zona.

La vasca Imhoff è un dispositivo utilizzato per il trattamento dei liquami nei piccoli o medi impianti di depurazione. Tali vasche settiche offrono il vantaggio di avere in un unico recipiente i compartimenti destinati rispettivamente alla sedimentazione primaria e alla digestione del fango.



Figura 6.4.1 - Schema d funzionamento della vasca Imhoff e la sua posa in opera

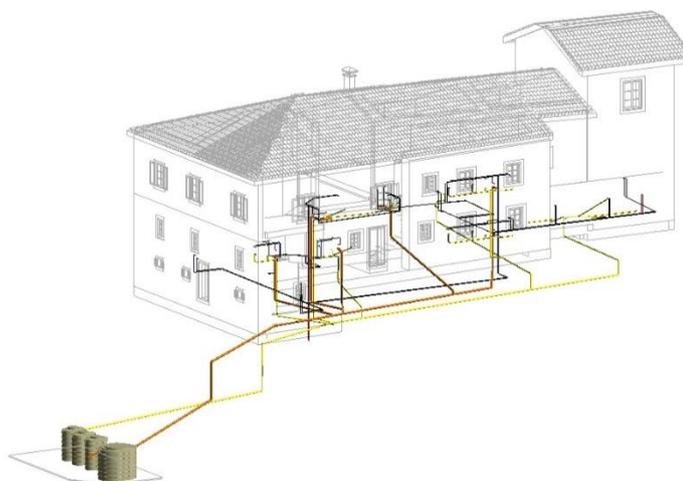


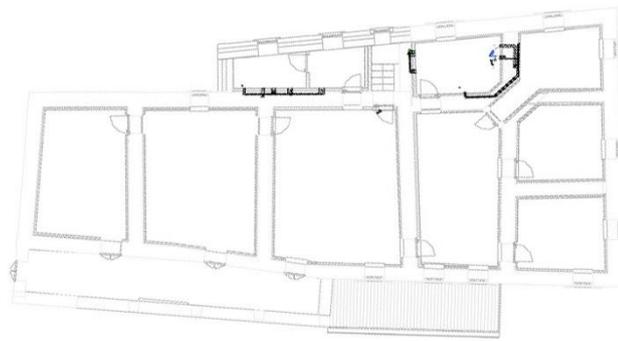
Figura 6.4.2 - Schema della raccolta delle acque e lo smaltimento delle acque nere

Nella Figura 6.4.3 è rappresentato il pannello degli strumenti utili per la progettazione degli impianti nel Revit Architecture. È stato fatto uso anche delle famiglie scaricate e caricabili di vari tubi e raccordi utilizzati nel progetto.

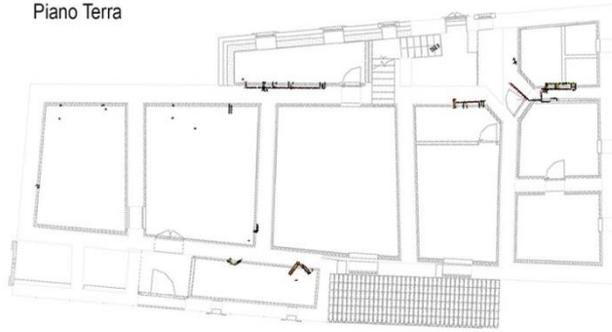


Figura 6.4.3 - Pannello degli strumenti degli impianti

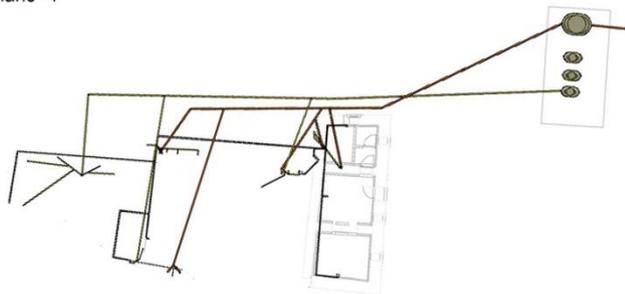
Nella figura Figura 6.4.4 sono rappresentate le piante di tutti i piani con riferimento degli impianti. Come si può vedere dalle tavole, le acque grigie vengono raccolte in una tubazione laterale che converge nelle vasche di raccolta per poi essere riutilizzate per lo scarico degli water. La tubazione delle acque nere invece, converge nella vasca Imhoff.



Piano Terra



Piano -1



Piano -2

Figura 6.4.4 - Tavole progettuali degli impianti in tutti i piani

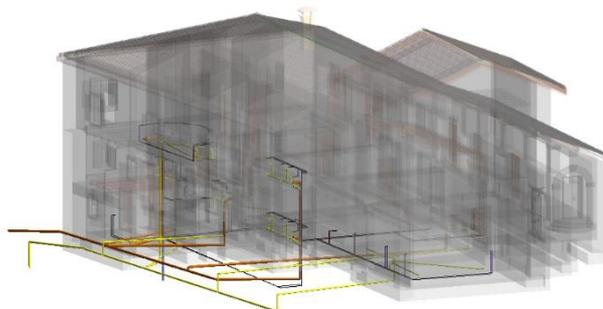


Figura 6.4.5 - Render dell'impianto idraulico

## 6.4.2. Considerazioni sul metodo

I vantaggi che ne derivano dalla realizzazione del progetto tramite i software parametrici sono numerosi. È possibile visualizzare i dettagli costruttivi in ogni fase del processo anticipando le incongruenze. L'estrazione di tavole architettoniche in ogni momento del progetto comporta un vantaggio riducendo i tempi per gli impiantisti. La possibilità di rappresentare il progetto in forme più chiare con l'ausilio di opportune colorazioni, etichette numeriche ecc.

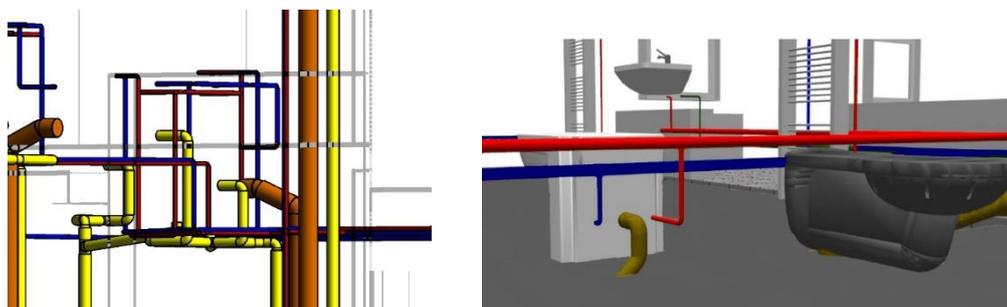


Figura 6.4.6 - Rappresentazione con opportuni colori differenti

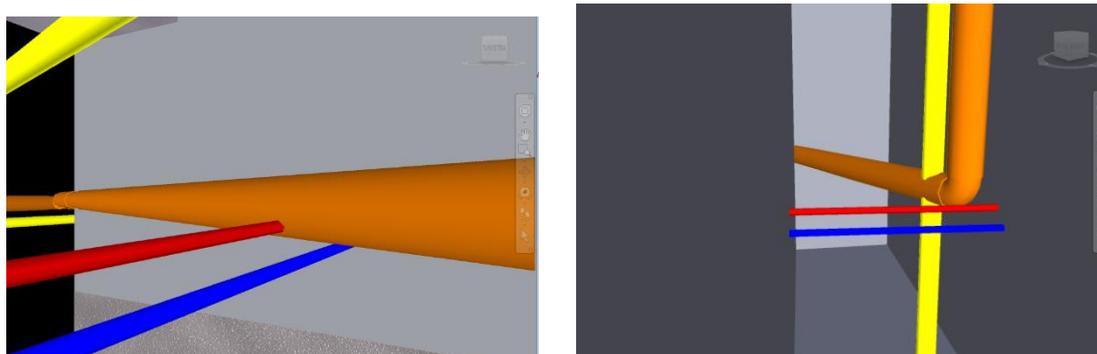


Figura 6.4.7 – Interferenze tra le tubazioni (Hard Clash)

Il modello BIM garantisce la congruenza tra le tavole emesse, la qualità e l'autenticità dell'informazione riportata. Inoltre fornisce una fonte precisa di informazioni su spazi e sistemi as-built. Esso serve anche come utile punto di partenza per la gestione e il funzionamento dell'edificio. Come negli altri aspetti della progettazione, anche nella progettazione impiantistica, l'estrazione degli abachi è un punto forte della progettazione parametrica.

Tramite un modello 'intelligente' in fase pre-costruttiva, la committenza ha la possibilità di valutare la fattibilità economica dell'opera, ed eventualmente valutare possibili modifiche. Inoltre si ha la possibilità di sapere le dimensioni reali delle singole componenti costituenti l'impianto al fine di minimizzare gli interventi distruttivi per la canalizzazione trattandosi di un edificio esistente.

Le più ricorrenti interferenze progettuali si riscontrano nella progettazione degli impianti. Nel nostro caso è stato realizzato solo l'impianto idraulico, le interferenze si sono riscontrate tra l'impianto idraulico e la progettazione strutturale.

Il clash detection in BIM viene suddiviso in tre categorie. La prima si chiama *Hard Clash*. Questo è il *Clash* più comune e si verifica quando due oggetti sono fisicamente in conflitto. Generalmente la risoluzione di questi clash avviene già nel modello. La seconda categoria dei *Clash* si chiama *Clearance Clash* (o *Soft Clash*) e si verifica quando due oggetti non si compenetrano fisicamente ma la loro prossimità è tale da rendere impossibile o eccessivamente difficoltosi il montaggio e/o la manutenzione. L'individuazione di essi è estremamente difficile. Per tutte le discipline impiantistiche, è richiesto che gli spazi di tolleranza vengano modellati. La terza categoria di *Clash*, si chiama *4D* o *Workflow Clash*. Quest'ultimo è un conflitto temporale che si verifica quando due oggetti dell'edificio sono progettati in modo da collidere o sovrapporsi in fase di montaggio. La sua risoluzione potrebbe essere responsabilità del progettista, ma più spesso è responsabilità del direttore dei lavori.<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup> <http://www.shelidon.it/>

## 6.5. Modello di coordinamento in Navisworks 2018

In questo capitolo ci occupiamo della gestione dei tempi (4D) del progetto realizzato nel mondo BIM. Il risultato raggiunto da ogni singolo attore della filiera necessita di essere coordinato all'interno del progetto globale. Al fine di ottenere un modello di sintesi complessivo dell'opera, fluido ed accessibile in qualsiasi momento, deve essere fatto un coordinamento generale.

Facciamo un passo indietro e andiamo ad introdurre le figure professionali nel mondo BIM.

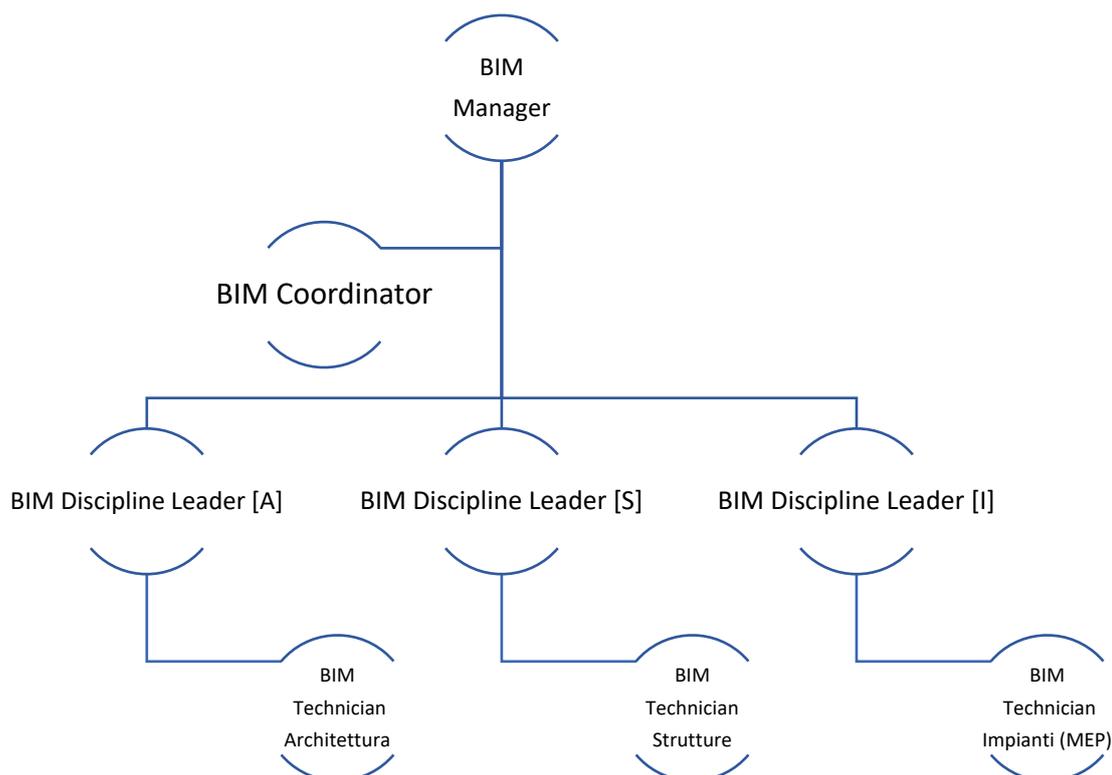


Figura 6.5.1 - La gerarchia delle figure professionali nel mondo BIM

Il BIM Manager ha la responsabilità strategica. I suoi compiti principali sono: - la definizione di obiettivi BIM aziendali; - la ricerca ed applicazione di best practice; - la creazione dei processi; - la creazione di standard e protocolli interni; - implementazione dei processi; - definizione della strategia di formazione.

Il BIM Coordinator ha la responsabilità gestionale. I suoi compiti principali sono: - BIM execution plan; - BIM audit; - Impostazione e avvio della commessa; - Coordinamento BIM interdisciplinare.

Il BIM Discipline Leader/Technician invece, ha la responsabilità operativa nella sua disciplina. I suoi compiti li possiamo sintetizzare come; - modellazione; - produzione tavole esecutivi; - coordinamento della singola disciplina.<sup>53</sup>

Arrivati a questo punto della progettazione, si ha un quadro completo di tutte le discipline, ovvero il modello architettonico, strutturale ed impiantistico. Prima di arrivare alla cantierizzazione delle opere, il progetto deve essere assemblato e coordinato secondo i tempi e costi previsti coordinato dal BIM Coordinator.

La metodologia BIM consente di gestire in modo parametrico queste n-dimensioni progettuali, focalizzando sul caso studio, esse sono state tradotte in una serie di sviluppi al raggiungimento di un modello 5D (Costi). Non si tratta di un'evoluzione nel senso delle dimensioni spaziali, ma bensì ogni dimensione rappresenta un'attività svolta nella progettazione

Il processo BIM durante la fase 4D permette di implementare al modello geometrico 3D la possibilità di programmazione del progetto nella sua interezza ed in ogni fase decisionale. Il vantaggio di avere un modello 4D consente di organizzare le fasi progettuali dall'inizio al termine del cantiere, con la possibilità di pianificare anche gli interventi di manutenzione a cui l'opera deve essere soggetta. In accordo con tale approccio si ha una visione globale delle fasi di progetto. Questa serie di vantaggi fortifica ulteriormente l'interdisciplinarietà fonte di una diminuzione dei costi dell'opera. Attraverso la modellazione 5D si ha un'ulteriore possibilità organizzativa aggiunta al servizio offerto dal modello 4D, data dalla realizzazione dettagliata della computazione degli elementi e delle lavorazioni. Si tratta di una stima estremamente precisa e dinamica in quanto basata su modelli parametrici.

La simulazione in 5D della pianificazione del progetto di costruzione, permette di comunicare in modo visivo e analizzare le varie attività di progetto riducendo ritardi e problemi nelle sequenze. Si tratta di uno step necessario per l'efficienza progettuale in ambito BIM che garantisce alle fasi successive alla progettazione l'utilizzo del modello ai fini di un miglioramento del processo complessivo. In fase di direzione lavori i membri maggiormente responsabili (Direttore Lavori, Responsabile Unico del Procedimento) godono dei vantaggi attraverso l'utilizzo del software di coordinamento in quanto strumento di maggiore controllo.

### 6.5.1. Simulazione di cantiere

Come già spiegato all'inizio di questo lavoro di tesi, uno degli obiettivi posti, è quello trattare i diversi aspetti di un progetto per capire come questa metodologia aiuta uno studio di progettazione. In questa ottica i temi trattati sono sviluppati a titolo di esempio di conseguenza i modelli realizzati non sono completi. Il grado di dettaglio raggiunto è diverso tra un modello all'altro. Nell'ipotesi di realizzare questo lavoro nel mondo di lavoro, avremmo avuto tre diversi BIM Technician che rispondono agli rispettivi BIM Discipline Leader e un

---

<sup>53</sup><http://www.fedspinoff.com> – Sistema di Progettazione BIM

BIM Coordinator che avrebbe avuto il compito di eseguire questo tipo di simulazione e coordinamento virtuale prima della cantierizzazione dell'opera. Di conseguenza, questa simulazione è stata effettuata allo scopo di verificare l'andamento dell'intervento e verificare le interferenze ovvero i *clash detection*, senza essere in grado di eseguire un vero e proprio coordinamento in termini di 4D e 5D.

L'obiettivo di questo capitolo è quello di raccogliere quanto prodotto e metterlo in relazione al *project management* prestabilito, testando i possibili risultati finali e verificare che quanto fatto sino ad ora risulti un strumento utile e attuabile per gestire gli interventi in cantiere. Per far sì che funzioni questa sperimentazione, bisogna che i componenti siano in sintonia l'uno con l'altro. I componenti necessari per la simulazione sono il modello tridimensionale, fasi di progetto il diagramma di Gantt prodotto con Microsoft Project.

Il software scelto per l'esecuzione di questa simulazione è *Navisworks 2018*. Ci sono due versioni di *Navisworks* utilizzati in due aspetti diversi. *Navisworks Simulate* per la simulazione virtuale della realizzazione dell'opera e *Navisworks Manage* utilizzato per il coordinamento ed il rilevamento di interferenze tra i progetti.

La prima operazione eseguita è stato quello di esportare il file .nwc dal modello in Revit. Durante l'esportazione è possibile scegliere le modalità in cui si vuole esportare il modello. Generalmente è utile esportare tutto il modello, avendo in un progetto di nuova costruzione la realizzazione delle fondazioni poi tutto il resto a venire, è più facile coordinare il modello completo. Nel nostro caso, avendo murature esistenti che non subiscono modifiche esterne ma i lavori sono prevalentemente all'interno dell'edificio, è stato scelto di esportare il modello visto in sezione aperta per notare i cambiamenti che avvengono. A questo scopo è stato scelto l'opzione "esporta vista corrente".

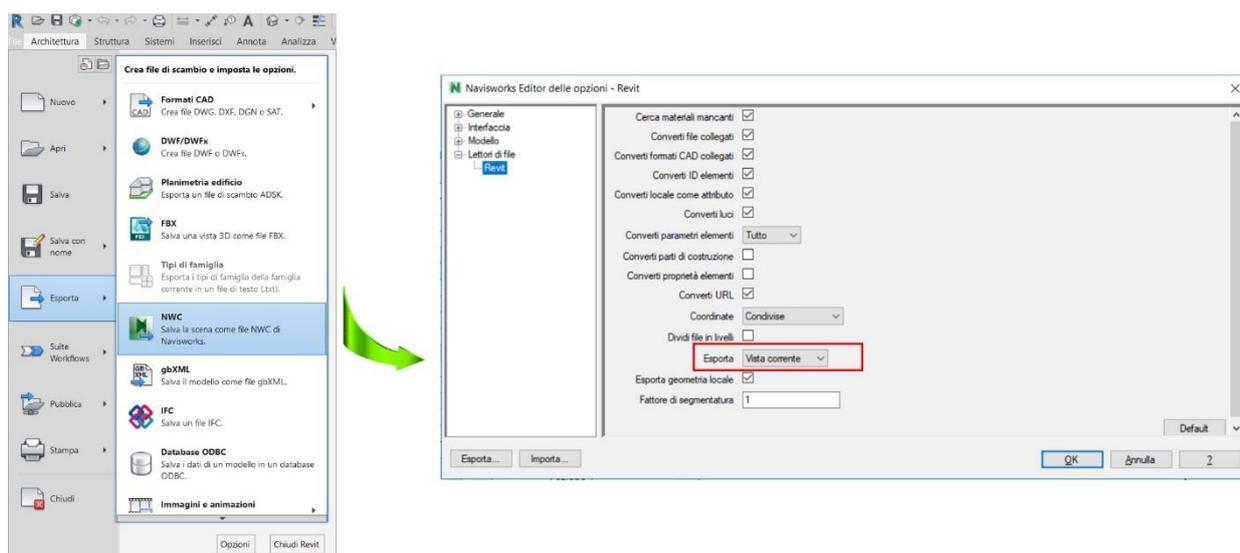


Figura 6.5.2 - Esportazione del modello

Per effettuare una simulazione, il software ha bisogno di un Timeline, ovvero un cronoprogramma della realizzazione del cantiere. Questo cronoprogramma può essere realizzato nel software Navisworks Simulate aggiungendo attività impostando la data d'inizio e la data della fine dell'attività. Bisogna inoltre specificare se si tratta di una lavorazione di demolizione, temporanea o costruzione. Dopo l'inserimento di questi informazioni bisogna associare l'elemento selezionato dal modello. Dall'esperienza sull'utilizzo, si può dire che il lavoro dell'assegnamento degli elementi alle attività si fa dopo aver inserito tutte le attività.

Un altro metodo per impostare il cronoprogramma è quello di importare uno realizzato tramite un altro strumento riconosciuto dal software che potrebbe essere: CSV, Microsoft Project MPX, Microsoft Project 2007-2013, Primavera P6 ecc. come mostrato nella Figura 6.5.3. il nostro cronoprogramma è stato realizzato tramite Microsoft Project 2013 (Figura 6.5.4).

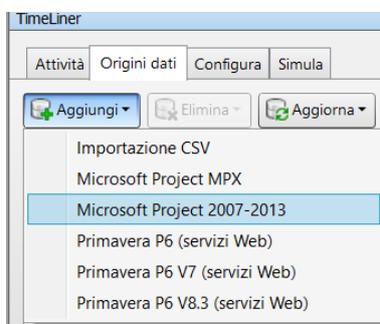


Figura 6.5.3 - Importazione del cronoprogramma

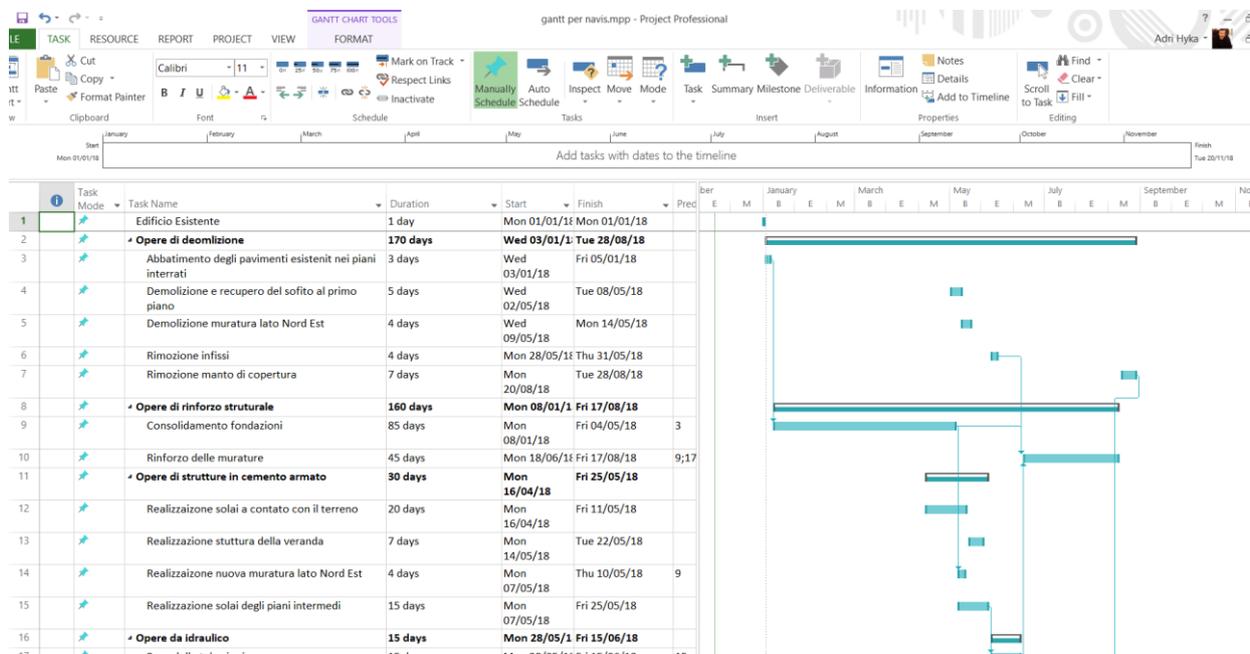


Figura 6.5.4 - Cronoprogramma realizzato con Microsoft Project 2013

L'associazione degli elementi del modello, può essere effettuato in diversi modi. Uno di essi si fa tramite il riconoscimento di codici. Nel capitolo 4 si è parlato del parametro "Contrassegno" che identifica in

maniera univoca ogni singolo elemento interessato dall'intervento in atto. Già in fase di modellazione abbiamo parlato del vantaggio derivante da questa possibilità, ma in questo caso lo strumento diventa fondamentale per snellire e velocizzare notevolmente le pratiche di gestione del software.

Nel pannello "Proprietà", potremmo richiamare tutte le informazioni impostate nella fase di modellazione. Questa capacità di trasmettere informazioni è la dimostrazione come queste piattaforme siano pensate e sviluppate per favorire il dialogo e la collaborazione di più figure professionali lungo tutto il processo. Riconoscendo tutte le informazioni assegnate in fase di modellazione il software può associare automaticamente gli elementi tramite regole (le regole vengono definite in una seconda finestra). La procedura consiste nell'assegnazione dei parametri di ricerca all'interno del modello per selezionare, e successivamente associare ad una attività, oggetti che rientrano nella regola data. La ricerca può essere svolta basandosi su qualsiasi informazione legata agli oggetti e precedentemente caricata tramite l'importazione del modello, ma in questo caso aver associato ad ogni elemento un codice composto da codifiche che specificano la posizione oppure la tipologia di elemento, ha reso questo strumento molto utile, comportando una notevole semplificazione del processo di project management.

Un altro modo per associare gli elementi, è quello per elementi selezionati. Tramite lo strumento "trova elementi" si può facilmente cercare un elemento specifico all'interno del modello. Il software ti dà la possibilità di selezionare tutti gli elementi con un specifico nome, codice, fase ecc. Una volta selezionato l'elemento desiderato, si può associare alla sua attività.

Associazione per gruppi di selezione, è un modo simile alla precedente ma richiede una preparazione preliminare. Elementi con codici e informazioni diversi, si possono raggruppare per poi essere associati ad un'attività specifica. Lo svantaggio di questa procedura è l'attenzione e l'accuratezza che devono essere adottate in fase di creazione dei gruppi. Qualora si accorgesse di un errore commesso nel raggruppamento degli elementi, è molto complesso andare a modificare il gruppo nella fase successiva.

### *Clash Detection*

Una volta che il modello è associato alle attività di cantiere, risulta pronto per la simulazione finale. Tuttavia prima di effettuare il test è utile verificare che non vi siano errori o incongruenze a tutti i livelli del modello. La funzione di ricerca di interferenze è regolata al comando chiamato Clash Detective. Il termine l'avevamo già spiegato nel capitolo precedente.

Per identificare le interferenze, bisogna eseguire dei test. I test si effettuano per due gruppi di selezioni A e B. nella casella Selezione A mettiamo il primo gruppo, elemento oppure fase da controllare l'interferenza con un altro elemento, gruppo di elementi selezionabili nella casella Selezione B.

A scopo illustrativo sono stati effettuati vari test di clash detection. Nella Figura 6.5.5 sono riportati delle finestre del primo test effettuato. Il medesimo controllo è stato effettuato per trovare le interferenze tra i tubi delle acque nere e i tubi delle acque grigie. Come si può vedere dagli risultati sono stato trovati tre interferenze tra queste due tipologie di tubazioni.

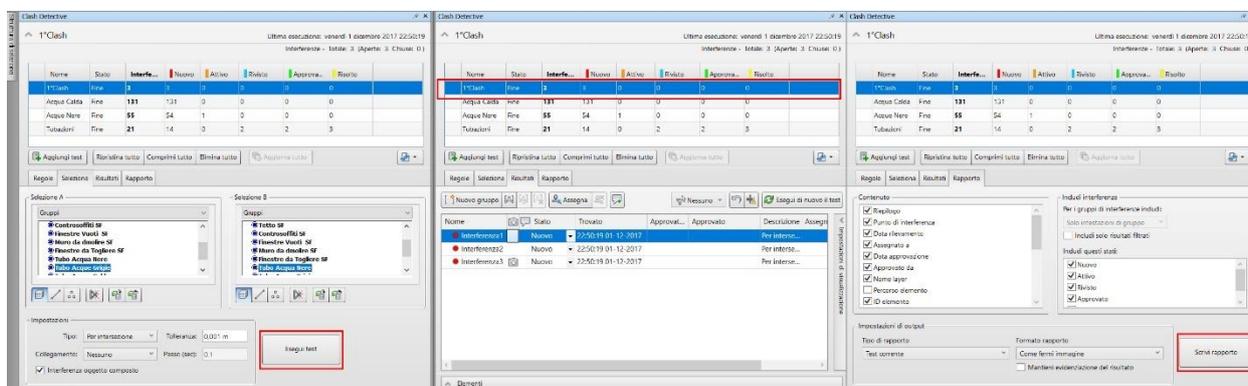


Figura 6.5.5 - Finestra dei test di Clash Detection

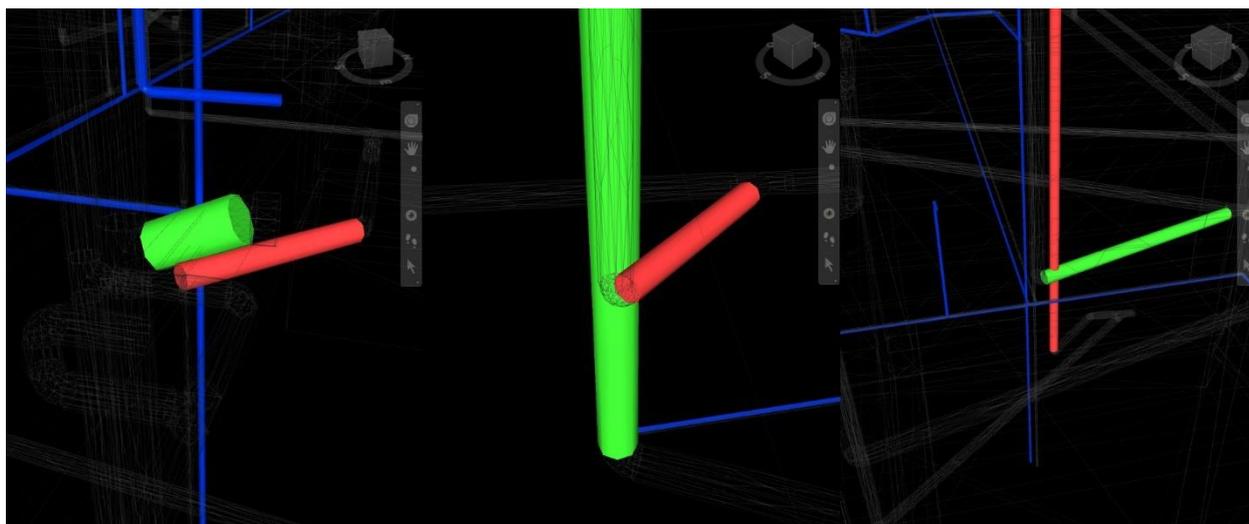


Figura 6.5.6 - Le tre interferenze tra le tubazioni delle acque nere e le acque grigie

Le interferenze possono essere segnalate come attivi, rivisti, approvati oppure risolti. Una volta segnalate le interferenze, il software ti dà la possibilità di scrivere un rapporto con tutte le informazioni necessari per identificare gli elementi, accompagnati con immagini che illustrano l'interferenza. Se le interferenze vengono risolte nel modello, l'avvio dello steso test dei clash, risulterà negativo.

### Simulazione del Cantiere

Dopo aver effettuati tutti i test necessari e aggiustati le eventuali interferenze, il modello può considerarsi pronto alla fase successiva che è quella della simulazione del cantiere. Tramite la finestra di

comando della simulazione si potrà monitorare l'andamento delle operazioni controllando l'avanzamento temporale.

Un aspetto interessante è la possibilità di agire sulla visualizzazione del modello anche durante la riproduzione ruotando o ingrandendo in base all'area su cui si vuole focalizzare l'attenzione. Questa fase rappresenta un punto fondamentale del processo di ricerca effettuato fino ad ora in quanto questo processo dà l'esito di tutto il processo. Il modello e le sue componenti, interagiscono con il cronoprogramma realizzato. La simulazione restituisce un'immagine verosimile di quelle che saranno le operazioni svolte in cantiere.

Dal pannello della simulazione, è possibile accedere alle impostazioni del video dove si può personalizzare la simulazione secondo le esigenze. Nell'opzione Date inizio/fine è possibile gestire l'intervallo di tempo che si vuole analizzare, senza quindi dover riprodurre l'intera sequenza. Nell'opzione Dimensioni intervallo, in base alle esigenze, si possono settare gli intervalli temporali dei vari frame riprodotti. Si può scegliere se gestirli su una base oraria, giornaliera, settimanale e così via. Se ad esempio, impostiamo l'intervallo di un giorno, il video risulterà composto da una sequenza di immagini che rappresentano la situazione ogni ventiquattrore. In un intervallo minore di conseguenza si ha un'accuratezza migliore nella riproduzione.

La durata della riproduzione, indica indipendentemente dall'intervallo impostato, quanto tempo si vuole fare durare il riprodurre. Lo strumento animazione, non è stato utilizzato per questa simulazione. Qualora si fosse creato un'animazione del modello, questa opzione lega l'animazione con il scorrere del tempo in cantiere. Un'opzione molto importante è la Vista. Tramite questa personalizzazione il software ci consente di dedicare quali attività mostrare, in relazione alle date previste o effettive. Ad esempio, se andiamo a scegliere l'opzione di visualizzazione prevista, verrà mostrata la sequenza basata sulle date inserite nelle colonne inizio previsto e fine previsto. Se invece si sceglie la data effettiva, il software mette in evidenza i ritardi e le eventuali anticipazioni delle attività.

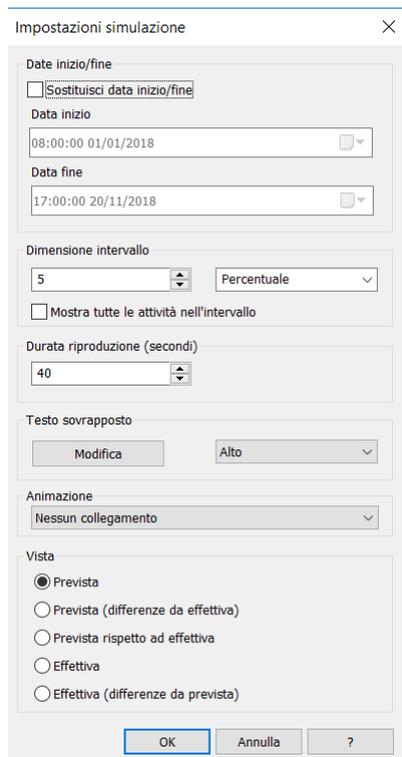
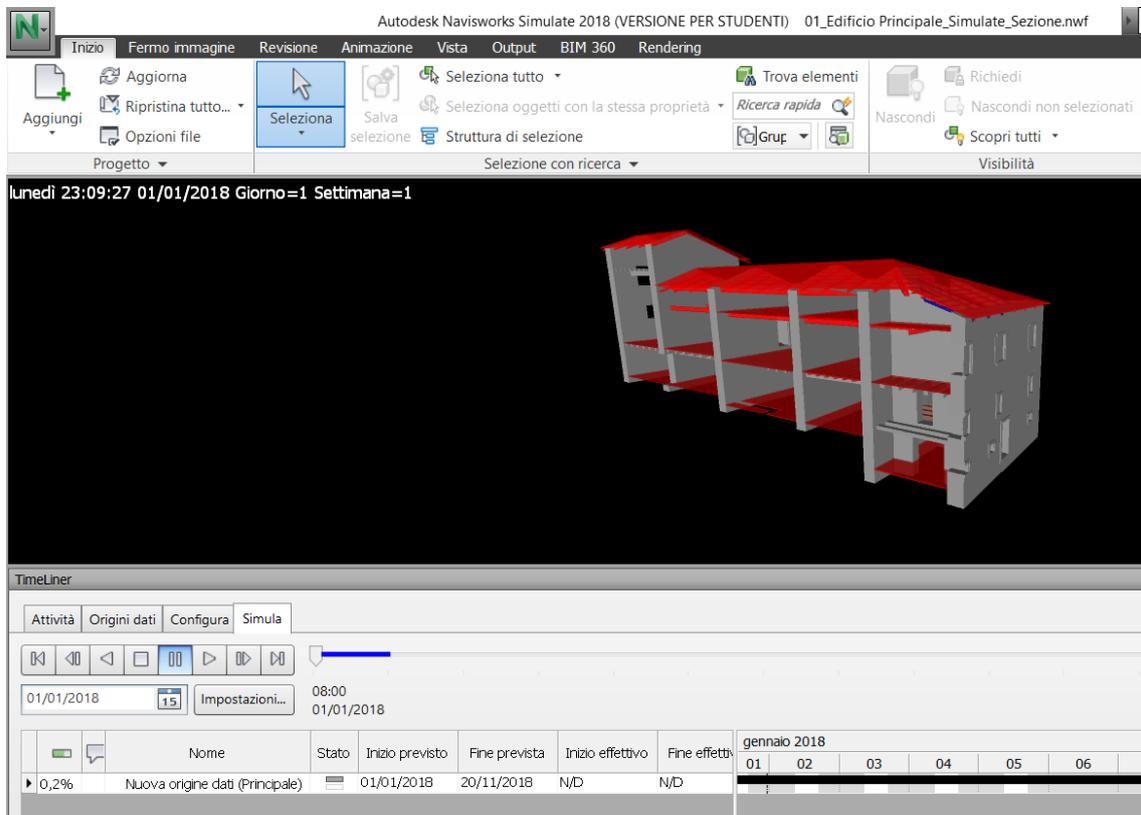


Figura 6.5.7 - Finestra delle impostazioni della simulazione



Autodesk Navisworks Simulate 2018 (VERSIONE PER STUDENTI) 01\_Edificio Principale\_Simulate\_Sezione.nwf

Inizio Fermo immagine Revisione Animazione Vista Output BIM 360 Rendering

Aggiungi Aggiorna Ripristina tutto... Opzioni file

Seleziona

Salva selezione

Struttura di selezione

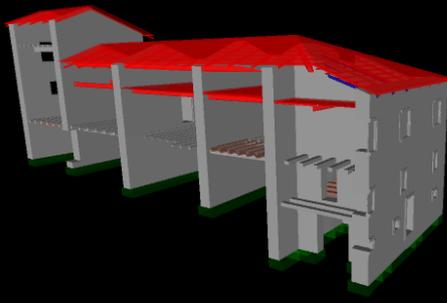
Trova elementi Ricerca rapida

Nascondi Richiedi Nascondi non selezionati Scopri tutti

Progetto Selezione con ricerca

visibilità

venerdì 00:23:03 16/03/2018 Giorno=74 Settimana=11



TimeLiner

Attività Origini dati Configura Simula

16/03/2018 08:00

Impostazioni... 01/01/2018

	Nome	Stato	Inizio previsto	Fine prevista	Inizio effettivo	Fine	marzo 2018					
							28	01	02	03	04	05
22,79%	Nuova origine dati (Principale)		01/01/2018	20/11/2018	N/D	N/D						
30,58%	Opere di deomlizione		03/01/2018	25/08/2018	N/D	N/D						
30,12%	Opere di rinforzo strutturale		08/01/2018	17/08/2018	N/D	N/D						
57,3%	Consolidamento fondazioni		08/01/2018	04/05/2018	N/D	N/D						

Autodesk Navisworks Simulate 2018 (VERSIONE PER STUDENTI) 01\_Edificio Principale\_Simulate\_Sezione.nwf

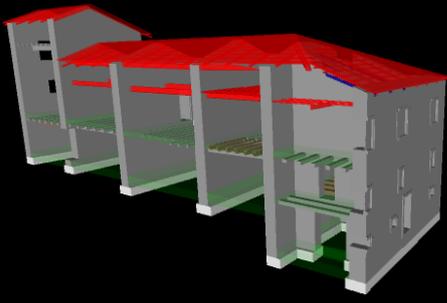
Inizio Fermo immagine Revisione Animazione Vista Output BIM 360 Rendering

Aggiungi Aggiorna Ripristina tutto... Opzioni file Selezione Salva selezione Selezione tutto Selezione oggetti con la stessa proprietà Struttura di selezione Trova elementi Ricerca rapida Grup

Progetto Selezione con ricerca

Richiedi Nascondi non selezionati Scopri tutti Visibilità

mercoledì 13:01:09 09/05/2018 Giorno=129 Settimana=19



TimeLiner

Attività Origini dati Configura Simula

09/05/2018 15 08:00 01/01/2018

	Nome	Stato	Inizio previsto	Fine prevista	Inizio effettivo	aprile 2018			maggio 2018	
						27	28	29	30	01
39,65%	Nuova origine dati (Principale)		01/01/2018	20/11/2018	N/D					
53,85%	Opere di deomlizione		03/01/2018	25/08/2018	N/D					
3,89%	Demolizione muratura lato Nord Est		09/05/2018	14/05/2018	N/D					
54,75%	Opere di rinforzo strutturale		08/01/2018	17/08/2018	N/D					
58,94%	Opere di strutture in cemento armato		16/04/2018	25/05/2018	N/D					
91,46%	Realizzazione solai a contatto con il terreno		16/04/2018	11/05/2018	N/D					
65,46%	Realizzazione nuova muratura lato Nord Est		07/05/2018	10/05/2018	N/D					
12,02%	Realizzazione solai degli piani intermedi		07/05/2018	25/05/2018	N/D					

Autodesk Navisworks Simulate 2018 (VERSIONE PER STUDENTI) 01\_Edificio Principale\_Simulate\_Sezione.nwf

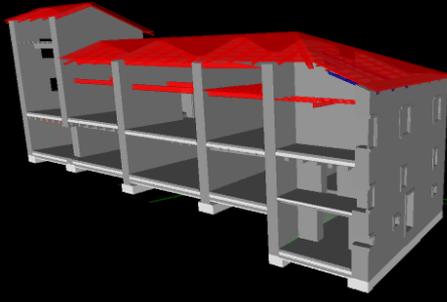
Inizio Fermo immagine Revisione Animazione Vista Output BIM 360 Rendering

Aggiungi Aggiorna Ripristina tutto... Opzioni file Selezione Salva selezione Selezione oggetti con la stessa proprietà Struttura di selezione Trova elementi Ricerca rapida Grup

Progetto Selezione con ricerca

Richiedi Nascondi non selezionati Scopri tutti Visibilità

giovedì 23:06:48 14/06/2018 Giorno=165 Settimana=24



TimeLiner

Attività Origini dati Configura Simula

14/06/2018 15 08:00 01/01/2018

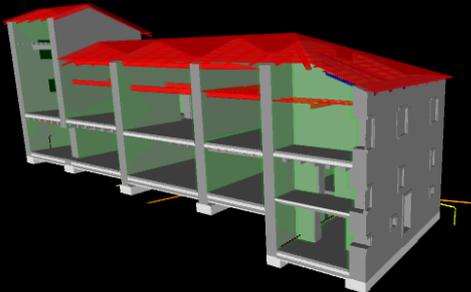
	Nome	Stato	Inizio previsto	Fine prevista	Inizio effettivo	Fine	maggio 2018		giugno 2018			
							30	31	01	02	03	04
50,91%	Nuova origine dati (Principale)		01/01/2018	20/11/2018	N/D	N/D						
69,39%	Opere di deomlizione		03/01/2018	25/08/2018	N/D	N/D						
71,2%	Opere di rinforzo strutturale		08/01/2018	17/08/2018	N/D	N/D						
95,94%	Opere da idraulico		28/05/2018	15/06/2018	N/D	N/D						
95,94%	Posa delle tubazioni		28/05/2018	15/06/2018	N/D	N/D						

Autodesk Navisworks Simulate 2018 (VERSIONE PER STUDENTI) 01\_Edificio Principale\_Simulate\_Sezione.nwf

Inizio Fermo immagine Revisione Animazione Vista Output BIM 360 Rendering  
 Aggiorna Ripristina tutto... Opzioni file Seleziona Salva selezione Struttura di selezione Trova elementi Ricerca rapida Grup. Nascondi Richiedi Nascondi non selezionati Scopri tutti

Progetto Selezione con ricerca Visibilità

giovedì 01:36:08 16/08/2018 Giorno=227 Settimana=33



**TimeLiner**

Attività Origini dati Configura Simula

16/08/2018 08:00 01/01/2018

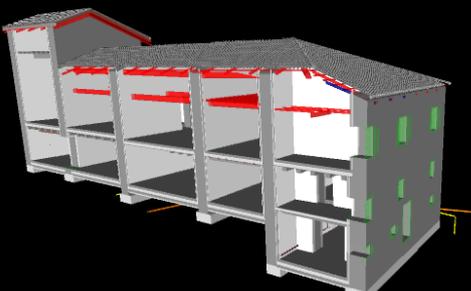
	Nome	Stato	Inizio previsto	Fine prevista	Inizio effettivo	Fine	agosto 2018						
							31	01	02	03	04	05	
70,11%	Nuova origine dati (Principale)		01/01/2018	20/11/2018	N/D	N/D							
95,89%	Opere di deomolizione		03/01/2018	25/08/2018	N/D	N/D							
99,26%	Opere di rinforzo strutturale		08/01/2018	17/08/2018	N/D	N/D							
97,28%	Rinforzo delle murature		18/06/2018	17/08/2018	N/D	N/D							

Autodesk Navisworks Simulate 2018 (VERSIONE PER STUDENTI) 01\_Edificio Principale\_Simulate\_Sezione.nwf

Inizio Fermo immagine Revisione Animazione Vista Output BIM 360 Rendering  
 Aggiorna Ripristina tutto... Opzioni file Seleziona Salva selezione Struttura di selezione Trova elementi Ricerca rapida Grup. Nascondi Richiedi Nascondi non selezionati Scopri tutti

Progetto Selezione con ricerca Visibilità

giovedì 11:40:11 08/11/2018 Giorno=312 Settimana=45



**TimeLiner**

Attività Origini dati Configura Simula

08/11/2018 08:00 01/01/2018

	Nome	Stato	Inizio previsto	Fine prevista	Inizio effettivo	Fine	ottobre 2018						
							23	24	25	26	27	28	
96,22%	Nuova origine dati (Principale)		01/01/2018	20/11/2018	N/D	N/D							
95,18%	Posa del pavimento e dei rivestimenti		15/10/2018	09/11/2018	N/D	N/D							
72,07%	Posa degli infissi		05/11/2018	09/11/2018	N/D	N/D							

Dalle sequenze della simulazione illustrata, si può vedere frame dopo frame la data che indica il giorno e la settimana del cantiere. L'animazione viene accompagnata con l'avanzamento del lavoro nel cronoprogramma. Si nota come prima di ogni attività si indica la percentuale del lavoro effettuato. L'attività di nuova costruzione rimane verde trasparente finché non arriva il 100% dell'attività. Analogamente la stessa cosa succede per le opere di demolizione, che rimangono rosso trasparente finché il lavoro non è completato.

### 6.5.2. Considerazioni sul metodo

Il risultato ottenuto può considerarsi abbastanza soddisfacente in base agli obiettivi posti all'inizio. Il software offre numerosi vantaggi sul project management. In realtà non sono stati sfruttati tutte le potenzialità del software per i vari motivi spiegati all'inizio del capitolo.

Tuttavia ci sono stati dei piccoli problemi durante la realizzazione di questa ricerca. La mancanza del user friendly ha comportato un rallento del processo in quanto c'era bisogno sempre di andare a vedere i manuali e i tutorial online. Nel Revit ad esempio, l'icona stessa descrive la funzione che svolge aiutando l'operatore. Un problema pratico riscontrato riguarda la fase. Ad ogni attività bisogna associare un tipo di attività che può essere; demolizione, costruzione oppure temporaneo. Gli elementi che non sono associati a nessun tipo di attività, non compaiono sulla simulazione. In questo caso c'erano le murature che rimanevano invariate. Il problema è stato risolto impostando tutti gli elementi esistenti come se fossero costruiti il primo giorno del cantiere. Bisogna specificare che queste problematiche possono derivare dall'inesperienza sull'utilizzo di questo software.

Dall'esperienza maturata durante questo lavoro di tesi, si è arrivati a conclusione che questa metodologia applicativa del project management, si presenta come una risorsa pregiatissima di monitoraggio e controllo, non solo del progetto in sé, ma anche delle figure professionali. Tutto questo vale per i cantieri di complessi e di dimensioni considerevoli. Per i cantieri piccoli o interventi che non contano molti professionisti, si può considerare un valore aggiunto e non si ritiene indispensabile per la gestione del progetto.

Questo capitolo tratta lo studio di fattibilità economica del progetto in esame. L'obiettivo è quello di stimare il più probabile valore di mercato del bene *As Is* e la metodologia adottata si basa sia sul *Metodo della trasformazione* sia sul *metodo DCF (Discounted Cash Flow)*.

Questo approccio viene utilizzato nel caso di beni suscettibili di trasformazione o attualmente in trasformazione che verranno successivamente messi a reddito..

La metodologia estimativa adottata si basa sull'attualizzazione, alla data della valutazione, dei flussi di cassa generati dall'operazione immobiliare (sia in fase di sviluppo che in fase di gestione) tramite una procedura di sconto finanziario. Il modello simula le assunzioni di un tipico investitore, che mira a ricevere un soddisfacente saggio di ritorno dell'investimento. In particolare, il modello si articola in uno schema di flussi di cassa con entrate (ricavi) ed uscite (costi) imputati in specifici archi temporali in base alle assunzioni fatte. Le principali voci di costo sono legate alla fase di trasformazione, risultano: costo di costruzione, costo di demolizione, opere di urbanizzazione, progettazione, direzione lavori e collaudo, ulteriori costi saranno meglio dettagliati nell'allegato di calcolo. I principali ricavi derivano dalla locazione del bene ad un promotore immobiliare che ne effettuerà la gestione. Di seguito sono elencati i principali drivers utilizzato per la valutazione:

### *I costi*

La trasformazione dell'asset implica dei costi, alcuni costanti ed altri attinenti a periodi specifici:

#### **Costi diretti (hard cost)**

Costi di costruzione: opportunamente stimati sulla base delle tipologie e destinazioni d'uso previste sulla scorta di analoghe e recenti realizzazioni o sulla base di prezziari ufficiali.

#### **Costi indiretti (soft cost)**

Oneri di urbanizzazione primaria e secondaria (se dovuti): stimati su analisi di progetti similari

Contributo al costo di costruzione (se dovuto): stimati su analisi di progetti similari;

Costi di progettazione, direzione lavori, collaudo: stimati come percentuale dei costi diretti di costruzione (9% CC);

Costi dovuti a eventi imprevisti: stimati come percentuale dei costi diretti di costruzione (3% CC);

Costi di promozione commerciale: stimati come percentuale sui ricavi potenziali (0,5% Ricavi);

Commissioni di vendita e locazione: stimati come percentuale sul valore di vendita;

Le percentuali stimate derivano da ricerche di mercato con gli operatori del settore.

HARD COST			
NUOVE EDIFICAZIONI			
Destinazione	Superficie GBA mq	Costo €/mq	Costo €
Aree Esterne	3.040,00	50,00	€ 152.000,00
Stalla	375,00	350,00	€ 131.250,00
Bungalow	210,00	850,00	€ 178.500,00
Piscina	350,00	175,00	€ 61.250,00
RISTRUTTURAZIONE			
Destinazione	Superficie GBA mq	Costo €/mq	Costo €
Ricettivo	1.788,00	600,00	€ 1.072.800,00
<b>TOTALE GBA - mq</b>	<b>5.763,00</b>	<b>HARD COST</b>	<b>€ 1.595.800,00</b>
SOFT COST			
Eventi Impevisti	Hp su Hard Cost	3%	€ 48.000,00
Urbanizzazione I e II	Hp su Hard Cost	8%	€ 127.500,00
Contributo al Costo di Costruzione	Hp su Hard Cost	5%	€ 80.000,00
Direzione Lavori	Hp su Hard Cost	2%	€ 32.000,00
Progettazione	Hp su Hard Cost	7%	€ 111.500,00
<b>SOFT COST</b>			<b>€ 399.000,00</b>
COSTI DI GESTIONE			
Imu/Tasi/Premio Assicurativo	Hp su Ricavo da Locazione	5,0%	€ 9.000,00
Marketing	Hp su Ricavo da Vendita	0,5%	€ 12.500,00
Fee Agency - Locazione	Hp su Ricavo da Locazione	8,0%	€ 14.000,00
Fee Agency - Vendita	Hp su Ricavo da Vendita	2,0%	€ 50.500,00

Tabella 0.1 Hard cost e Soft cost

Di seguito si può apprezzare in dettaglio la definizione della:

- GBA (Gross Building Area) cioè la superficie costruita alla quale viene applicato il costo di costruzione;
- Superficie Commerciale, cioè la valorizzazione della superficie lorda per la definizione dei ricavi.

I costi unitari sono riferiti al prezzo DEI.

Identificativo	Sup. Lorda mq	k <sub>GBA</sub>	Sup. GBA mq	k <sub>Comm.le</sub>	Sup. Comm.le mq	DESTINAZIONE PER VALUTAZIONE	GBA mq	Sup. Comm.le mq
<b>Nuova Costruzione</b>								
Parcheeggio a raso_ Asfalto	400,00	100%	400,00	0%	0,00	Aree Esterne	3.037,00	0,00
Strada Asfaltata	675,00	100%	675,00	0%	0,00			
Piazzale in pietra	600,00	180%	1.080,00	0%	0,00			
Pavimento esterno in doghe	490,00	180%	882,00	0%	0,00			
Stalla Bovini	250,00	100%	250,00	50%	125,00	Stalla	250,00	125,00
Bungalow	205,00	100%	205,00	70%	143,50	Bungalow	205,00	143,50
		0%	0,00	0%	0,00			
Piscina all'aperto	340,00	100%	340,00	60%	204,00	Piscina	340,00	204,00
				60%	0,00			
<b>Ristrutturazione</b>								
Residenziale destinato a B&B	980,00	100%	980,00	100%	980,00	Ricettivo Esistente	1.320,00	1.320,00
Ristorante	340,00	100%	340,00	100%	340,00			
<b>TOTALE</b>	<b>4.280,00</b>		<b>5.152,00</b>		<b>1.792,50</b>		<b>5.152,00</b>	<b>1.792,50</b>

Tabella 0.2 Consistenze

## I ricavi

I ricavi sono generati dai flussi di cassa prodotti dalla locazione del bene. Si è proceduto in modo parametrico per stimare un eventuale canone che sia sostenibile dal gestore.

Una volta stimato il Fatturato Annuo, che si basa su assunzioni derivanti da ricerche di mercato e consultazioni dei dati ISTAT, il mercato indica che un gestore possa sostenere fino ad un massimo del 22% del fatturato come canone, in modo cautelativo si è adottato il 20%, se ne deriva il fatturato sostenibile.

STIMA DEL FATTURATO ANNUO	
B&B	
N. Posti letto	41
ADR - €/notte a persona	55
Occupancy	55%
Fatturato Annuo B&B	€ 452.691,25
RISTORANTE	
N. Coperti	50
Prezzo Medio	35
Occupancy	55%
Fatturato Annuo Ristorante	€ 351.312,50
<b>FATTURATO ANNUO DELLA STRUTTURA</b>	<b>€ 804.003,75</b>
DEFINIZIONE DEL CANONE SOSTENIBILE	
Canone Sostenibile	20%
<b>CANONE SOSTENIBILE ANNUO</b>	<b>€ 160.800,75</b>
DEFINIZIONE DEL TEKE UP	
1	80%
2	90%
3	100%

Tabella 0.3 – Stima del fatturato annuo

L'ADR (Average Daily Rate) indica una media, per le diverse tipologie di stanze, di spesa che un utente tipo è disposto a sostenere per il tipo di struttura, in media stagione in quella determinata location (Stima derivante da analisi di mercato) Nel prezzo sono compresi tutti gli altri servizi come la SPA, la piscina, l'escursione, il noleggio della bici e altri servizi offerti dalla struttura. Dall'indagine di mercato, il prezzo risulta coerente, in quanto il prezzo medio a persona in una struttura simile in zona, varia da 40,00 € a 50,00 € senza comprendere il costo di alcuni servizi.

Per la stima del fatturato del ristorante si sono considerati 50 coperti, numero cautelativo in quanto d'estate con l'utilizzo dello spazio esterno i posti aumentano, e secondo le analisi di mercato effettuate si stima che il 55% degli occupanti si serva del servizio di ristorazione che prevede un costo medio di 35 €/persona.

Nei ricavi non è stato tenuto conto della produzione propria della struttura. È stato assunto che tali ricavi compensano i costi della gestione della stalla e dell'orto, e contribuiscono al ricavo del ristorante. Lo stesso ragionamento è stato fatto per il punto vendita dei prodotti DOC e DOP all'interno del ristorante.

Gestione				
Ristorante			B&B	
Cuocco	1	2 turni da 4/5 ore	Adetto alla reception	3 1 turno da 8 ore
Aiuto cuocco	1	2 turni da 4/5 ore	Adetto alle pulizie	2 1 turno da 8 ore
Lava piatti	1	2 turni da 4/5 ore	Gestore	2 1 turno da 8 ore
Cassiere	1	2 turni da 4/5 ore	<b>Orto</b>	
Cameriere	2	2 turni da 4/5 ore	Gestore	1 1 turno da 8 ore
Adetto alle pulizie	1	2 turni da 4/5 ore	<b>Giardino</b>	
Barista	2	2 turni da 4/5 ore	Giardinaio	2 1 turno da 8 ore
Gestore	1	2 turni da 4/5 ore	<b>Stalla</b>	
			Gestore	1 1 turno da 8 ore
			<b>Piscina (Mesi estivi)</b>	
			Bagninno	2 1 turno da 8 ore
			<b>Mini SPA</b>	
			Dipendente	4 1 turno da 8 ore

Tabella 0.4 - Personale

Nella Tabella 0.4 sono elencati tutte le figure professionale necessarie per la gestione del complesso turistico. Questo dato viene riportato per completezza e non incide sulla valutazione in quanto questi costi sono sostenuti dal gestore della struttura e non dalla proprietà.

Il Tasso di capitalizzazione, con il quale viene capitalizzato il canone a mercato, e il saggio di attualizzazione sono tali da rendere appetibile l'operazione a un promotore finanziario. Il saggio di attualizzazione viene usato per attualizzare i ricavi e i costi, il tasso di capitalizzazione viene utilizzato per capitalizzare l'ultimo canone nel modello e definire il valore futuro del bene nel momento della vendita.

Mediante quest'analisi è stato possibile generare un Discounted Cash Flow ovvero un flusso monetario scontato impostando come *vaccancy* (periodo di costruzione, senza fatturato) di 2 anni.

Facendo l'ipotesi di una società promotrice, alla fine del periodo di capitalizzazione, con l'ipotesi di iniziare nel 2018, posizionare la vendita nel 2038, il Valore di Mercato è pari a 2.297.153,57 €. Nel caso i promotori decidessero di gestire la struttura, avrebbero anche il reddito percepito dallo stipendio come gestore della struttura.

Il valore attuale netto (VAN) è il valore di una somma di flussi di cassa attualizzati al tempo zero a un tasso pari al costo opportunità del capitale finanziario.

COSTI E RICAVI		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ricavi	€ 160.800,75	€ 0,00	€ 0,00	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75
Ricavi agg. ISTAT		€ 0,00	€ 0,00	€ 131.486,26	€ 149.549,16	€ 167.993,58	€ 169.841,51	€ 171.709,77
SAL LAVORI	%	50%	50%					
Hard Cost	€ 1.595.800,00	€ 797.900,00	€ 797.900,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Soft Cost	€ 399.000,00	€ 199.500,00	€ 199.500,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Inu/Tasi/Premio Assicurativo	€ 8.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00
Fee Agency - Locazione	€ 13.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 13.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Imposta di Registro	0,5%	€ 0,00	€ 0,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00
<b>REDDITO OPERATIVO</b>		<b>-€ 997.400,00</b>	<b>-€ 997.400,00</b>	<b>€ 109.682,25</b>	<b>€ 140.745,18</b>	<b>€ 159.189,58</b>	<b>€ 161.037,51</b>	<b>€ 162.906,77</b>
Cap Rate	7,0%							
Marketing	€ 11.500,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Fee Agency - Vendita	€ 46.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Valore di Vendita		€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
<b>FLUSSI DI CASSA NETTI</b>		<b>-€ 997.400,00</b>	<b>-€ 997.400,00</b>	<b>€ 109.682,25</b>	<b>€ 140.745,18</b>	<b>€ 159.189,58</b>	<b>€ 161.037,51</b>	<b>€ 162.906,77</b>
Tasso di attualizzazione	7,2%							
Periodi		1	2	3	4	5	6	7
Fattori di attualizzazione		0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,66	0,62
<b>FLUSSI DI CASSA ATTUALIZZATI</b>		<b>-€ 930.844,61</b>	<b>-€ 868.730,39</b>	<b>€ 89.157,90</b>	<b>€ 106.773,83</b>	<b>€ 112.707,74</b>	<b>€ 106.407,93</b>	<b>€ 100.459,55</b>

Tabella 0.5 - Discounted Cash Flow dal 2018 al 2024

2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75
€ 173.598,58	€ 175.508,16	€ 177.438,75	€ 179.390,58	€ 181.363,87	€ 183.358,88	€ 185.375,82	€ 187.414,96	€ 189.476,52	€ 191.560,76
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00
<b>€ 164.794,57</b>	<b>€ 186.704,16</b>	<b>€ 168.634,75</b>	<b>€ 170.586,57</b>	<b>€ 172.559,87</b>	<b>€ 174.554,87</b>	<b>€ 176.571,82</b>	<b>€ 178.610,95</b>	<b>€ 180.672,52</b>	<b>€ 182.756,76</b>
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
<b>€ 164.794,57</b>	<b>€ 186.704,16</b>	<b>€ 168.634,75</b>	<b>€ 170.586,57</b>	<b>€ 172.559,87</b>	<b>€ 174.554,87</b>	<b>€ 176.571,82</b>	<b>€ 178.610,95</b>	<b>€ 180.672,52</b>	<b>€ 182.756,76</b>
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,58	0,54	0,50	0,47	0,44	0,41	0,38	0,35	0,33	0,31
<b>€ 94.843,05</b>	<b>€ 89.539,95</b>	<b>€ 84.532,81</b>	<b>€ 79.805,15</b>	<b>€ 75.341,40</b>	<b>€ 71.128,87</b>	<b>€ 67.147,67</b>	<b>€ 63.390,69</b>	<b>€ 59.843,54</b>	<b>€ 56.494,54</b>

Tabella 0.6 Discounted Cash Flow dal 2025 al 2034

2035	2036	2037	2038	TOTALI
€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 160.800,75	€ 0,00	€ 2.894.413,50
€ 193.667,93	€ 195.798,28	€ 197.952,06	€ 0,00	€ 3.202.485,46
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 1.595.800,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 399.000,00
€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 8.000,00	€ 0,00	€ 144.000,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 13.000,00
€ 804,00	€ 804,00	€ 804,00	€ 0,00	€ 14.472,07
<b>€ 184.863,93</b>	<b>€ 186.994,28</b>	<b>€ 189.148,06</b>	<b>€ 0,00</b>	<b>€ 1.036.213,39</b>
€ 0,00	€ 0,00	€ 11.500,00	€ 0,00	€ 11.500,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 46.000,00	€ 0,00	€ 46.000,00
€ 0,00	€ 0,00	€ 2.297.153,57	€ 0,00	€ 2.297.153,57
<b>€ 184.863,93</b>	<b>€ 186.994,28</b>	<b>€ 2.428.801,63</b>	<b>€ 0,00</b>	<b>€ 3.275.866,96</b>
18	19	20	21	
0,29	0,27	0,25	0,00	
<b>€ 53.332,63</b>	<b>€ 50.347,39</b>	<b>€ 610.307,26</b>	<b>€ 0,00</b>	<b>€ 171.984,91</b>

Tabella 0.7- Discounted Cash Flow dal 2035 al 2038 e la tabella di tutti i flussi di cassa

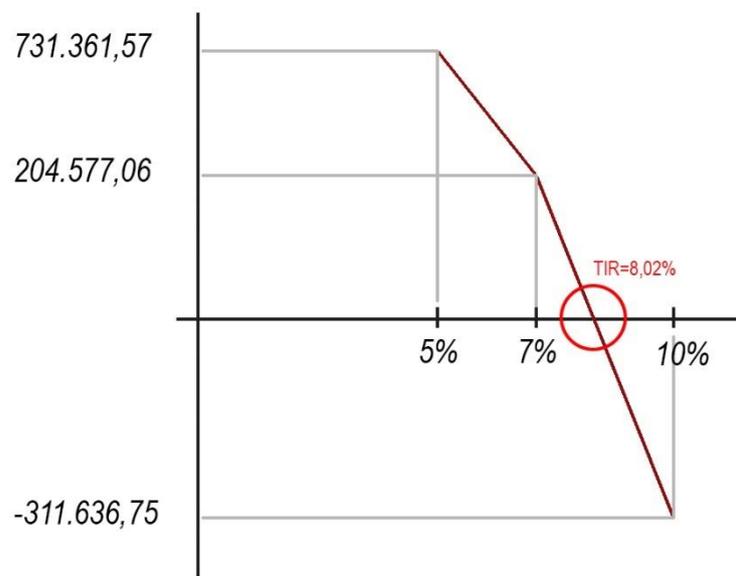
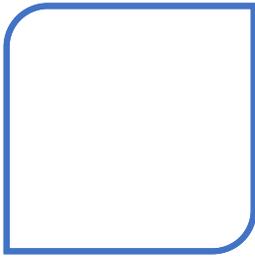


Figura 6.5.1 - Grafico del Van e del Tir

Il Tasso Interno di Rendimento (TIR) è il tasso di sconto che rende nullo il valore attuale netto dei flussi di cassa generati da un progetto d'investimento. Esso esprime il rendimento implicito di un progetto d'investimento, ovvero il costo massimo della raccolta affinché permanga la convenienza economica dell'investimento.<sup>54</sup>

L'analisi finanziaria ha messo in luce come questo tipo di investimento si dimostri non solo fattibile, ma anche proiettato verso interessanti margini di guadagno. Il fatto che la valutazione di fattibilità di questo complesso in particolare, sia risultata positiva, fa presumere gli ampi margini di guadagno di un'operazione del genere considerando che gli dati inseriti hanno dietro un ragionamento cautelativo, cosa che si può notare nella vacanza ipotizzata ed il tasso di capitalizzazione che generalmente nelle strutture ricettive corrisponde a 6,5%.

<sup>54</sup> <http://www.newsmercati.com>



## Conclusioni

Come già annunciato nell'introduzione questo lavoro di tesi nasce con lo scopo di dare una nuova vita agli edifici abbandonati, Case Beretta, nel comune di Palanzano conservando il suo valore storico-architettonico. Dopo un'analisi del contesto è stato arrivato deciso di adibire questa borgata in una struttura ricettiva di turismo rurale, ovvero un agriturismo.

Per la realizzazione di questo progetto sono stati progettati altri fabbricati ausiliari che rendono il complesso funzionale sia dal punto di vista normativo che quello economico. Per la verifica di esso è stato effettuata uno studio di fattibilità economica del progetto verificandosi un progetto fattibile e anche proiettato verso interessanti margini di guadagno. La realizzazione di questo progetto è stato eseguito mediante il software parametrico Revit Architecture 2018 approfondendo ad un Lod (livello di dettaglio) 200, che nei termini della normativa italiana corrisponde ad un progetto preliminare.

L'altro obiettivo posto riguarda l'uso della metodologia BIM per il recupero edilizio. A questo scopo è stato scelto di approfondire nel dettaglio utilizzando diversi software BIM e *BIM-oriented*, solo uno dei quattro edifici antichi.

L'esecuzione di questo approfondimento parte con diversi sopralluoghi nel sito raccogliendo informazioni preziosi per il progetto futuro. È stato effettuato l'analisi delle patologie e del degrado presente negli elementi strutturali e negli materiali che compongono l'edificio. Successivamente tutte le informazioni raccolte sono state catalogate in un database e associate agli elementi presenti nel modello dello stato di fatto.

Alla fine del progetto è stato possibile di avere due modelli "intelligenti", quello dello stato di fatto e quello dello stato di progetto, ricchi di informazioni.

I problemi operativi riscontrati sono di diversa entità. Cercando di realizzare un progetto completo, si è spinto a realizzare ed effettuare operazioni nuovi e/o diversi da quelli realizzati durante il percorso degli studi. Queste difficoltà sono state superate consultando i vari testi disponibili e i tutorial online.

I problemi più seri si sono riscontrati nell'interoperabilità e lo scambio di dati tra i software diversi. Questo fatto è dovuta dall'impossibilità di utilizzare software *BIM-oriented* all'avanguardia che permetterebbero una interoperabilità migliore tra i software. Un'altra carenza del software Revit Architecture è l'impossibilità di salvare i file di progetto in formati di Revit precedenti a quelli della versione utilizzata, in quanto non tutti i software *BIM-oriented* oppure *Plug-in*, sono aggiornati all'ultima versione di Revit Architecture.

Tuttavia, quanto detto prima, non significa che l'interscambio con altri software non è fattibile. Al contrario, l'interscambio di informazioni tra i software *BIM-oriented* ha permesso di mettere a punto il concetto di interoperabilità tra applicativi di case produttrici differenti con riscontri positivi sulla computazione.

In conclusione si può affermare che il BIM nel settore del recupero edilizio, può essere considerato come un ottimo processo in grado di portare a termine la progettazione integrata di una o più fasi del ciclo di vita di un'opera. I limiti riscontrati risultano legati potenzialmente al software di modellazione BIM adottato.

I vantaggi che questa metodologia offre agli studi di ingegneria e architettura di piccola e grande entità, sono numerosi. Facilita l'operazione di estrapolare dal progetto i documenti utili per l'ottenimento del permesso di costruire. Facilita la computazione e la stima dei costi con margini di errore molto più piccoli della computazione tradizionale. Inoltre permette di realizzare simulazioni, per vedere le collisioni tra diversi progetti in fase di progettazione prima di andare in cantiere dove la correzione di essi richiede tempi più lunghi e costi maggiori.

## Bibliografia

- Autodesk. "How to Adopt and Adapt to a BIM Workflow for Civil Projects." *White Paper BIM for Civil Series N.3*, 2015.
- Bardelli P.G., Coppo S. *Il cantiere edile*. Palermo: Dario Flaccovio, 2010.
- Beatrice Manzoni, Leonardo Caporarello, Francesco Andrea Saviozzi. *L'architetto. Sette sfide manageriali per la crescita professionale*. Milano: Egea, 2014.
- Bertagnin, Mauro. *Bioedilizia, progettare e costruire in modo ecologicamente consapevole*. Padova: Edizioni GB, 1996.
- Caldera Carlo, Mangosio Marika, Mele Caterina. "Tradizioni e tecniche in relazione al concetto di costruzione sostenibile." *Costruire l'Architettura*. Napoli: Luciano Editore, 2001. 470-478.
- Chiabrando, F., G. Sammartano, and A. Spanò. "HISTORICAL BUILDINGS MODELS AND THEIR HANDLING VIA 3D SURVEY: FROM POINTS CLOUDS TO USER-ORIENTED HBIM." *INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL*, 2016: vol. XLI-B5, pp. 633-640.
- Chuck Estman, Giuseppe Martino Di Giuda, Valentina Villa. *Il BIM. Guida completa al Building Information Modeling per committenti, architetti, ingegneri, gestori immobiliari e imprese*. Milano: Ulrico Hoepli, 2016.
- Corrado, Maurizio. *Architettura Bio-Ecologica, nuove tendenze per la casa del benessere*. Milano: De Vecchi, 1990.
- Curini, Spiridone Alessandro. *Guida allo studio diretto dell'edificio storico*. Pisa: PLUS-Pisa University press, 2009.
- Daniela, Allodi. *Project Management per l'architettura*. Milano: Franco Angeli, 2008.
- Domenici, Giorgio. *Le tecniche per il recupero edilizio. Dal rilievo al progetto*. NIS, 1994.
- Dominik Holzer. *The Bim Manager's Handbook: Guidance For Professionals In*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2015.
- Fabrizio Astrua, Riccardo Nelva. *Manuale del recupero edilizio. Edifici in muratura e in cemento armato*. Santaracangelo di Romagna: Maggioli, 2016.
- Francesca, Dora. *Architettura bioclimatica, risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*. Torino: UTET, 1996.
- Fregonara, Elena. "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano." *AESTIMUM*, 2011: 141-169.

- Garzino, Giorgio. *Disegno (e) in\_ formazione : disegno politecnico*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli, 2011.
- Giovanni, Tortorici. *Architettura Tecnica per gli allievi ingegneri junior*. Firenze: Alinea, 2005.
- Giuseppe Martino Di Giuda, Villa Valentina, Piantanida Paolo. "BIM and energy efficient retrofitting in school buildings." *Energy Procedia*, 2015: 1045-1050.
- Lo Turco, Massimiliano, and Edoardo Bruno. "Historic Building Information Modeling: from historical database platform to fully suitable and multidisciplinary design instruments." *XIV Forum Internazionale di Studi "Le vie dei Mercanti"*, 2016: pp. 233-242.
- Lo Turco, Massimiliano, Cettina Santagati, Sandro Parrinello, Graziano Mario Valenti, and Inzerillo. "BIM and architectural heritage : towards an operational methodology for the knowledge and the management of the Cultural Heritage." *Disegnare Con*, 2016: vol. 9 n. 16, pp. 161-169.
- Malighetti, Elisabetta Laura. *Recupero Edilizio*. IL SOLE 24 ORE PIROLA, 2011.
- Marco, Alberto De. *La gestione sistemica dei progetti di recupero in "Intervenire sul patrimonio edilizio: cultura e tecnica"*. Torino: Celid, 2006.
- Migliari, Riccardo. *Frontiere del rilievo Dalla matita alle scansioni 3D*. Roma: Gangemi Editore, 2001.
- Musso, Stefano F. *Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica*. Roma: EPC, 2010.
- Neufert Ernst. *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*. Milano: Ulrico Hoepli, 2013.
- Osello, Anna. *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Palermo: Flaccovio Dario, 2012.
- Paolo Scarzella, Marco Zerbinatti. *Recupero e conservazione dell'edilizia storica. L'insieme, le parti: interrati, fondazioni, partizioni, coperture, chiusure e oggetti*. Firenze: Alinea, 2009.
- Pascalis, Salvatore De. *Progettazione Bioclimatica*. Palermo: Dario Flaccovio, 2001.
- Rossi, Dott. Agr. Paolo. "Seminario C.R.P.A. "Stalle a cucette per cacche da latte"." Reggio Emilia: C.R.P.A., Maggio 30, 2007.
- Ryan Duell, Tobias Hathorn, Tessa Reist Hathorn. *AUTODESK REVIT Essentials*. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2013.
- Simone Cappochin, Andrea Torre. *Recupero Edilizio e Restauro*. Il Sole 24 Ore Pirola, 2010.
- Teicholz, Paul. *BIM for facility managers*. New Jersey: Hoboken, 2013.
- Torsello, B. Paolo. "La materia del restauro." In *La materia del restauro*, by B. Paolo Torsello, 128. Venezia: Marsilio, 1988.
- Turco, Massimiliano Lo. *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio*. Roma: Aracne, 2015.

—. "Software interoperabili a supporto della progettazione edilizia. Trasmissione e condivisione dei dati tra progetto architettonico e modello di calcolo strutturale. Analisi condotta sul progetto del nuovo ristorante Ferrari a Maranello." Torino: Risorsa Elettronica, 2007.

Weygant, Robert S. *BIM content development: standards, strategies and best practices*. New Jersey: Hoboken, 2014.

## Norme e Regolamenti di riferimento

UNI 11337- 2017 - Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni

UNI 11182 - Beni culturali Materiali lapidei naturali ed artificiali Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni

UNI 8290 – Sistema Edilizio

UNI 11035-2010- Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica

UNI TS 11300 – Certificazione energetica degli edifici

NTC 2008 (NTC 2017) – Norme tecniche per le costruzioni

Legge 5 dicembre 1985, n. 730

Legge 3 agosto 2013, n.90

Regolamento Urbanistico Edilizio – Regione Emilia Romagna

REGIONE EMILIA-ROMAGNA. DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 20 LUGLIO 2015

## Sitografia

<http://www.autodesk.it/>

<http://www.bimtaskgroup.org/>

<http://constructingexcellence.org.uk/>

<http://www.edilportale.com>

<https://www.nationalbimstandard.org>

<http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling/overview>

<http://www.autodesk.it/campaigns/bim-aec/bds/interoperability-guide>

<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>

<http://www.harpaceas.it/bim-cose-il-building-information-modeling/>

<http://www.ediliziaeterritorio.ilsole24ore.com/art/progetti-e-concorsi/>

<http://www.revitforum.com>

<http://www.revitlandia.com>

<http://www.revitcity.com>

<http://www.archiportale.com>  
<http://revitfactory.com>  
<http://www.cad3d.it>  
<http://academy.autodesk.com/courses/www/student.php>  
<http://www.newsmercati.com>  
<http://www.familit.com>  
[http://www.arcat.com/bim/bim\\_objects.shtml](http://www.arcat.com/bim/bim_objects.shtml)  
<http://library.smartbim.com/>  
<http://www.eebuild.it/>  
<http://bimobject.com/product>  
<https://ithinkbim.wordpress.com/>  
<http://www.progettarearchitettura.it/ladozione-del-bim-nella-comunita-europea/>  
<http://www.ibimi.it>  
<http://www.archweb.it>  
<http://www.archdaily.com>  
<http://www.shelidon.it/>  
<http://www.biblus-net.acca.it>  
<http://www.regione.emilia-romagna.it/>