POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

Vulnerabilità sismica degli edifici nei comuni di La Salle e Morgex

Relatore:

Ing. Alessandro P. Fantilli

Candidato:

Federico Gamba s267822

Anno accademico 2020/2021

Sommario

1 INTRODUZIONE 5
2 Rischio sismico (R) 7
2.1 Pericolosità sismica (P) 7
2.2 Valore esposto (E) 10
2.3 Vulnerabilità sismica (V) 11
2.4 Valutazione della vulnerabilità sismica 13
2.4.1 Metodi di valutazione per singoli edifici 14
2.4.2 Metodi di valutazione per nuclei urbani 16
2.4.3 Evoluzione storica delle scale macrosismiche e matrici delle probabilità di danno in Italia 16
3 Progetto ReLUIS e scheda CARTIS 21
3.1 Scheda Cartis 2014 25
3.1.1 Sezione 0 26
3.1.2 Sezione 1 28
3.1.3 Sezione 2 29
3.1.4 Sezione 3 30
3.2 Scheda cartis 2016 52
3.2.1 Sezione 0 52
3.2.2 Sezione 1, 2, 3 53
4 Scheda cartis nei comuni di La Salle e Morgex 54
4.1 Comune di La Salle 54
4.1.1 Il capoluogo 56
4.1.2 Derby 58

4.1.3 Tipologie strutturali nel comune di La Salle 59
4.2 Comune di Morgex 63
4.2.1 Tipologie strutturali nel comune di Morgex 65
5 Analisi strutturali su edificio campione 70
5.1 Edificio campione 71
5.2 Modellazione e impostazione del programma di calcolo 75
5.3 Calcolo del grado di difformità 86
5.4 Calcolo della vulnerabilità scalando i casi di carico 93
5.5 Calcolo della vulnerabilità riducendo la vita nominale 95
5.6 Calcolo vulnerabilità edificio fittizio Torino 98
6 Conclusioni 107
7 Bibliografia e sitografia 110
Ringraziamenti 112
Allegati 114

1 INTRODUZIONE

La progettazione sismica degli edifici in Italia è entrata ormai nella prassi della progettazione strutturale per fabbricati di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti che ne comportino quindi modifiche dal punto di vista del sistema resistente. Andando però ad analizzare il costruito oggi presente nel nostro paese si nota come la maggior parte dei fabbricati abitati sul territorio siano stati costruiti in periodi in cui le azioni sismiche sugli edifici non erano state ancora considerate a livello progettuale e le strutture venivano verificate secondo una normativa differente da quella attuale. Presupponendo che la pericolosità sismica di una determinata zona varia con periodi molto più grandi da quelli considerati in questo scritto, ci si pone come obiettivo quello di valutare quanto il costruito oggi presente nei comuni di La Salle e Morgex possa essere adeguato a sopportare le reali azioni sismiche definite dalla normativa in vigore (NTC18), considerata come la più completa ed esatta applicazione delle teorie sviluppate in ambito scientifico attualmente disponibile.

A tal proposito, in ingegneria sismica si definisce la vulnerabilità sismica come la propensione di un edificio o di un gruppo di edifici a subire danni sotto l'azione di un sisma di una determinata entità. Partendo quindi dalla definizione appena fornita si intuisce come tale parametro sia legato soltanto alle caratteristiche costruttive del fabbricato e sia del tutto indipendente dal luogo di costruzione o dai fattori ambientali esterni. Sempre dalla definizione si denota la possibilità di determinare tale caratteristica sismica sia per singole unità che per gruppi composti da più edifici.

Secondo questa dualità si definisce quindi la struttura di questa tesi che, in una prima parte, si occuperà dello studio della vulnerabilità sismica del complesso edilizio dei comuni di La Salle e Morgex, andando a censire in maniera oggettiva le tipologie strutturali presenti sul territorio e ad individuare la loro diffusione spaziale. In questo modo, completando le schede di caratterizzazione tipologiche

strutturali CARTIS, si potrà ottenere quindi un andamento su larga scala della vulnerabilità sismica basato sulle tipologie strutturali presenti.

Terminato lo studio a livello macroscopico dei due comuni, si passerà quindi alla seconda fase di studio durante la quale, su un edificio campione in calcestruzzo armato, si confronteranno le caratteristiche costruttive dello stesso con le caratteristiche di un edificio geometricamente identico che verrebbe però realizzato secondo la normativa attuale (NTC18). Lo studio terminerà infine con il confronto tra l'edificio reale analizzato e un edificio fittizio di simili dimensioni modellato secondo le caratteristiche tipiche di un edificio realizzato a Torino nello stesso periodo. In entrambi i casi si cercheranno di definire dei valori di vulnerabilità sismica secondo più metodi in modo da poter confrontare i risultati ottenuti secondo metodi diversi. La vulnerabilità verrà calcolata in particolare scalando le sollecitazioni sismiche nei casi di carico e riducendo la vita nominale nella determinazione dello spettro. Questo secondo metodo, permette di ricavare un valore numerico di vulnerabilità confrontando il valore di a_0 dello spettro di progetto calcolato con la vita nominale di 50 anni, con lo stesso valore dello spettro con tempo di ritorno massimo che permette la verificabilità allo Stato Limite Ultimo (SLU) delle pilastrate della costruzione. Infine, soltanto per l'edificio reale, si calcolerà il grado di difformità per confronto tra armatura reale e armatura necessaria a verificare le sezioni anche eccedendo i valori massimi d'armatura previsti dalla normativa. Nel confrontare i risultati ottenuti tra edificio reale e edificio fittizio, è bene ricordare che entrambi gli edifici sono basati su una progettazione non sismica degli edifici, in modo da limitare le variabili in gioco e da effettuare un confronto soltanto tra caratteristiche costruttive locali e metodologie differenti di applicare le stesse norme di verifica. Si potrà quindi definire se la tipologia strutturale presente a Torino sia più o meno vulnerabile della tipologia strutturale presente sul territorio dei comuni analizzati a parità di periodo costruttivo, di normativa applicata nella progettazione, di tipologia strutturale e di dimensione del fabbricato.

2 Rischio sismico (R)

Prima di procedere con la trattazione della tesi è bene definire alcuni concetti che formano la base teorica per svolgimento di questo scritto. Tra questi concetti rientra il rischio sismico, definito in ingegneria sismica come *la probabilità che nel corso di un preassegnato periodo temporale un sistema funzionale subisca danni a causa di uno o più eventi sismici, e da questi ne derivi una perdita materiale, sociale, economica o funzionale per la società*. Questo parametro, indicato con la lettera **R**, risulta essere funzione di tre parametri di diversa natura che sono la pericolosità sismica **P**, il valore esposto **E** e la vulnerabilità **V**.

$$\boldsymbol{R = P \times E \times V}$$

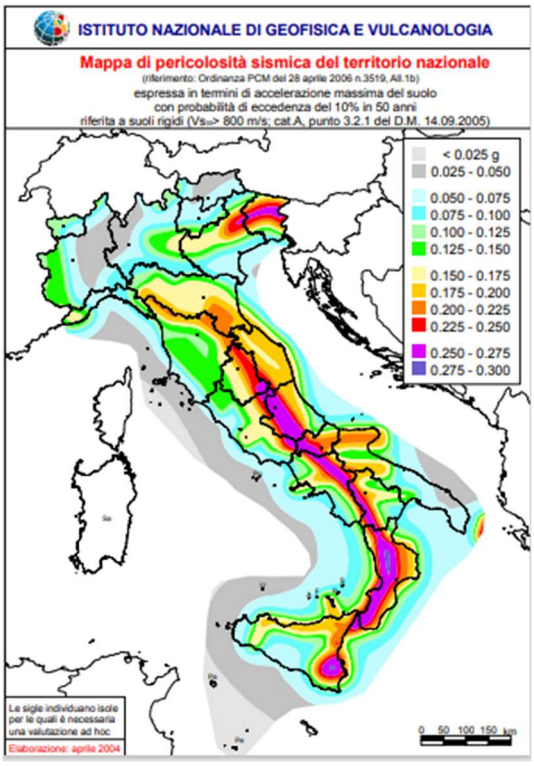
Analizzando dal punto di vista matematico l'equazione risulta immediatamente evidente che ponendo pari a zero uno dei tre valori il rischio sismico si annulla. Nonostante l'annullamento del rischio sia di difficile realizzazione, è bene considerare che l'obiettivo di una progettazione sismica di un edificio non dev'essere quello di rendere il rischio sismico nullo, ma di fare in modo che nel periodo di progetto considerato per un edificio, la probabilità di danneggiamento sia conforme a quanto preso in considerazione nelle NTC18. Nel seguito si analizzeranno nel dettaglio i vari termini dell'equazione.

2.1 Pericolosità sismica (P)

La pericolosità sismica è un parametro del tutto slegato dall'intervento umano su un determinato territorio e rappresenta soltanto la probabilità di osservare uno scuotimento del terreno di una certa intensità in un determinato periodo. Tale parametro risulta quindi legato più alla sismologia che all'ingegneria sismica ed è funzione della posizione relativa rispetto alla placca tettonica di appartenenza (in prossimità di una faglia o al centro della placca), del tipo di faglia, della natura del terreno di propagazione, della conformazione topografica e stratigrafica del

terreno di edificazione e di altri aspetti che non essendo deterministici, favoriscono un approccio in termini probabilistici con l'adozione di numerose semplificazioni. Essendo quindi la pericolosità sismica dipendente da fattori naturali su cui l'uomo non ha capacità di intervento, l'unico modo che abbiamo per ridurre il rischio sismico è quello di evitare di costruire in zone in cui il rischio sismico è elevato, agendo quindi a livello di strumenti di controllo dell'attività edificatoria sul territorio.

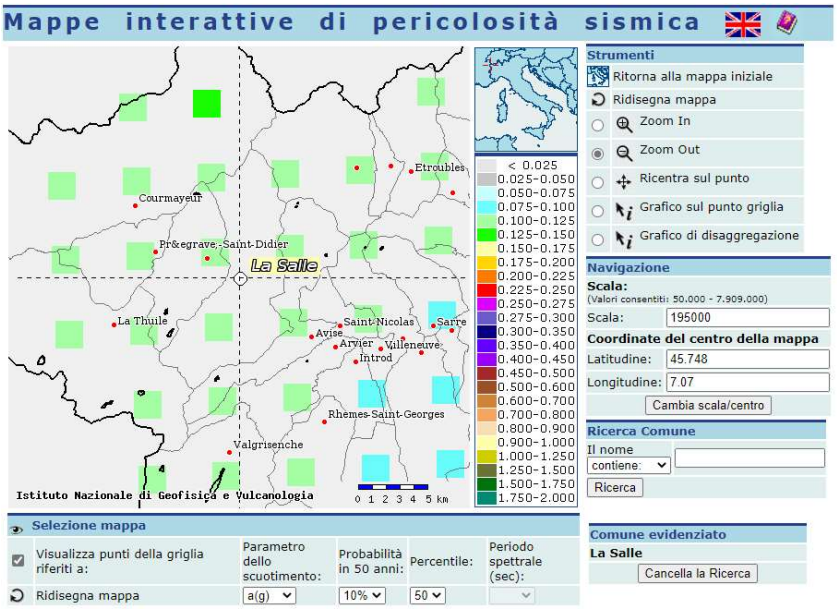
L'eventualità di costruire in un luogo in cui la pericolosità sismica sia nulla, non risulta però realistica sul territorio italiano in quanto, a partire dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 3274/2003, tutta la penisola è stata riconosciuta zona sismica e in particolare, in questo periodo i comuni da me analizzati sono stati riconosciuti come zona sismica 4, grazie alla delibera della giunta regionale 5130 del 30 dicembre 2003. Tale zonazione, che prevedeva l'utilizzo di un unico valore di accelerazione laterale in funzione della zona sismica di appartenenza, è stata sostituita successivamente dall'utilizzo delle mappe di pericolosità sismica, anche per via del nuovo approccio progettuale che prevede la verifica di più stati limite e di conseguenza, la necessità di avere più sollecitazioni sismiche. Il nuovo approccio, che prevede la determinazione di valori di intensità sismica utilizzando direttamente le mappe di pericolosità sismica al posto delle mappe di zonizzazione, ha portato numerosi vantaggi tra cui la possibilità di avere una variazione di intensità sismica considerata che rispecchi la reale probabilità di accadimento di un sisma dell'intensità prefissata (e non l'andamento delle unità amministrative) e la possibilità di avere più mappe di pericolosità sismica in base alla probabilità di accadimento prefissata, andando incontro così alla progettazione secondo gli stati limite.



Mappa di pericolosità sismica con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.

Queste mappe, costruite secondo una griglia che prevede una distanza di 0.05° in latitudine e longitudine tra i punti, permette di ricavare l'intensità sismica di un punto specifico in funzione dei quattro punti noti costituenti gli spigoli del più piccolo quadrato contenente il punto scelto. In particolare, l'intensità sismica dei punti noti viene indicata sulla mappa secondo una scala cromatica e una relativa legenda e la determinazione dell'azione sismica sul punto di interesse avviene considerando i valori dei quattro punti definiti in precedenza, presi con un peso inversamente proporzionale alla distanza dal punto di interesse secondo la formula fornita di seguito. Potendo ricavare più informazioni dalle mappe di pericolosità sismica si indicherà nella formula con la lettera p la grandezza considerata nella mappa e con la lettera d la distanza orizzontale tra il punto di interesse e il punto notevole.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1}{d_i}}$$



Mappa di pericolosità sismica sul territorio studiato con intensità sismica dei punti appartenenti al reticolo.

2.2 Valore esposto (E)

Il valore esposto è un parametro che si utilizza per quantificare il valore complessivo degli oggetti esposti al rischio sismico. Questa quantificazione non è da intendersi soltanto a livello economico, ma anche a livello sociale, funzionale, materiale e non interessa soltanto le opere antropiche ma anche gli individui stessi. In generale, tale valore quantifica la possibile perdita totale che si avrebbe su un territorio a fronte di un sisma di intensità tale da danneggiare tutte le strutture presenti. Una peculiarità del territorio italiano è la presenza di un valore esposto elevato e diffuso su tutta la superficie della penisola, che determina livelli di rischio sismico elevati anche in zone a moderata pericolosità sismica. Lo studio di piani regolatori che tengano in considerazione sia il valore esposto che la pericolosità sismica potrebbero, in linea teorica, favorire il controllo di tale valore e quindi mediare il rischio sismico sul territorio, inibendo le costruzioni in zone ad alta pericolosità sismica a favore di zone in cui tale valore sia inferiore. In un paese come il nostro però la maggior parte del potenziale valore esposto di una zona è già interamente costruito e lo ereditiamo dal passato, con la conseguenza che l'utilizzo di strumenti di sviluppo urbanistico non risultano essere molto efficaci nel ridurre il rischio sismico. Questo patrimonio che

ereditiamo dal passato è determinante sul territorio italiano principalmente per tre motivi. Il primo motivo è che l'Italia è un paese con una elevatissima densità abitativa, a differenza di altri paesi come la California, e questo determina un valore esposto di beni e vite umane per unità di superficie elevatissimo. In secondo luogo, la nostra penisola è sempre stata storicamente un centro culturale importante a livello europeo, tanto da richiamare al suo interno numerosi studiosi, artisti e progettisti, i quali venivano spesso ingaggiati da finanziatori locali che, per imporre la propria supremazia nei territori, ricorrendo alla costruzione di edifici sfarzosi, aumentando così il patrimonio artistico e storico del paese. Il terzo motivo è che da sempre l'Italia è molto legata alla religione cristiana, che ha favorito nel tempo la costruzione di numerosi edifici di carattere religioso sul territorio nazionale contribuendo in maniera omogenea ad aumentare il valore esposto su tutto il territorio nazionale, anche al di fuori dei centri di maggior sviluppo culturale. In effetti basti pensare che ogni comune ha almeno un edificio religioso e non è raro trovare territori che, oltre all'edificio principale di culto rappresentato dalla chiesa, ospitino diverse altre costruzioni dedicate a una o più Santità. Ne è un esempio lampante il comune di La Salle con le sue due parrocchie e le sue 18 cappelle rurali sul territorio comunale, tra cui quella di Charvaz appartenente al XVII secolo.

2.3 Vulnerabilità sismica (V)

Come definito nell'introduzione, la vulnerabilità è *la propensione di un edificio o di un aggregato a subire danni a fronte di un sisma di una prefissata entità*. Tale valore dipende soltanto dalle caratteristiche dell'oggetto studiato e, principalmente, dalla tipologia strutturale, dalla geometria stessa del fabbricato e dalla normativa/prassi costruttiva utilizzata nella progettazione/costruzione. Essendo la struttura composta non solo da elementi strutturali portanti ma anche da elementi funzionali, è bene ricordare che la possibilità di poter utilizzare un determinato edificio a seguito di un evento sismico dipende dalla sua funzionalità

nel complesso. A livello nazionale la vulnerabilità sismica si attesta su livelli abbastanza alti, principalmente perché il nostro è un paese il cui costruito appartiene quasi totalmente a periodi in cui la progettazione sismica non veniva tenuta in considerazione e sono solo pochi gli edifici costruiti per resistere ad eventi sismici. Inoltre, la presenza di particolari metodi costruttivi come, per esempio, l'utilizzo di murature a sacco diffuso in centro Italia (ovvero murature con doppio paramento separate da uno spazio che veniva riempito con materiali vari tra cui malta, scarti di lavorazione e inerti), fa sì che la vulnerabilità sismica di questi luoghi sia notevolmente più elevata.

Guardando la formulazione matematica del rischio sismico si nota come i tre fattori abbiano la stessa importanza nel determinare il risultato e, in particolare, la nostra penisola risulta ad elevato rischio sismico per la presenza di una medio-alta pericolosità sismica, di un'elevata vulnerabilità sismica e di un valore esposto tra i più elevati al mondo. Relazionando però le tre componenti alla possibilità di intervento dell'uomo sulle stesse, capiamo in realtà quanto la vulnerabilità assuma un valore maggiore rispetto agli altri due valori. In effetti in Italia, considerando che la maggior parte del costruito lo ereditiamo dal passato, il pericolo sismico e il valore esposto sono fattori che non possiamo modificare dato che la possibilità di controllo degli stessi può avvenire soltanto attraverso strumenti di pianificazione dell'attività edificatoria. Al contrario, la vulnerabilità sismica di un edificio può essere modificata con interventi strutturali e questo fa sì che assuma un'importanza preponderante nello studio del rischio sismico e della sua riduzione. Detto questo è bene ricordare che non tutti gli interventi effettuati nel passato risultano però efficaci nel ridurre la vulnerabilità delle opere. Una casistica molto ricorrente a partire dagli anni '70 è la sostituzione della struttura lignea della copertura con una composta da una soletta in calcestruzzo armato piena o con alleggerimento. Questo intervento, secondo un occhio poco esperto, potrebbe essere identificato come un intervento di miglioramento sismico dell'edificio, mentre in realtà, molto spesso l'aumento della massa all'estremo

della copertura provoca in caso di evento sismico, un aumento delle sollecitazioni orizzontali sulla sottostruttura che, in più casi osservati in situazioni post sismiche, può causare il collasso del fabbricato.

Il controllo della vulnerabilità può avvenire sia ad ampia scala che a scala ridotta. In particolare, a livello macroscopico questo avviene attraverso l'utilizzo di normative che impongano determinate prescrizioni e verifiche sugli edifici nuovi o su edifici soggetti a interventi di modifica strutturale. Per quanto riguarda la scala ridotta, il singolo progettista può intervenire su tale parametro realizzando, per esempio, edifici a massa e rigidezza simmetrica nel piano e costanti lungo l'altezza dell'edificio, progettando quindi edifici efficienti dal punto di vista sismico.

2.4 Valutazione della vulnerabilità sismica

Una volta definiti i concetti di rischio sismico e dei suoi tre fattori, occorre analizzare nello specifico la vulnerabilità sismica per comprendere il metodo con cui si effettueranno le fasi successive di determinazione di tale parametro. Iniziamo quindi questo paragrafo distinguendo la possibilità di studiare la vulnerabilità sismica per singole unità oppure per interi comparti. In base all'ambito scelto, è opportuno considerare che gli obiettivi dello studio devono essere completamente differenti. Nel caso di singoli edifici, lo studio potrà essere effettuato in maniera specifica, considerando la reale geometria del sistema in esame e produrrà a fronte di una mole considerevole di dati di input, risultati specifici ricavati molto spesso anche grazie a simulazioni numeriche e software di calcolo specifici. Nel caso invece di valutazioni su larga scala, lo scopo principale non è quello di individuare l'origine della crisi strutturale della singola struttura ma è quello di definire, in base alle tipologie strutturali esistenti sul

territorio, alle caratteristiche generali e alla distribuzione spaziale degli edifici, uno scenario complessivo di danno del sistema studiato.

2.4.1 Metodi di valutazione per singoli edifici

Nel caso di edifici singoli, uno dei parametri che può quantificare la vulnerabilità sismica è l'indice di vulnerabilità sismica, definito nelle NTC18 come il *rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima a cui si farebbe riferimento nel progetto di una nuova costruzione*. Per quanto appena specificato, possiamo affermare che valori dell'indice superiori o uguali a uno indicano un edificio la cui sicurezza è superiore o uguale a quella considerata nella progettazione secondo la normativa attuale, mentre valori inferiori a uno indicano un fabbricato le cui condizioni di sicurezza risultano inferiori a quelle di un edificio realizzato secondo l'NTC18.

Nonostante questo parametro risulti definito a livello teorico, non esiste una metodologia univoca nel calcolo dello stesso e, quindi, approcci diversi possono portare a risultati diversi nella determinazione dello stesso, anche sugli stessi fabbricati. Nel nostro caso, in particolare, questo valore verrà calcolato con due metodi diversi, basati entrambi sulla definizione, ma agenti a livello di calcolo su due fasi diverse del calcolo strutturale. Il primo metodo prevede di scalare nei casi di carico le componenti delle azioni sismiche, variando il coefficiente delle stesse premoltiplicandolo per il fattore di riduzione che si vuole testare. Nel secondo caso si agisce variando lo spetto di progetto, riducendo la vita nominale dell'opera e ricalcolando direttamente tutte le azioni sismiche. Entrambi i metodi prevedono la modellazione reale dell'armatura presente nella struttura e la ricerca iterativa della condizione di limite di resistenza della struttura, verificando la resistenza o meno dei pilastri alle sollecitazioni. La verifica dal punto di vista delle resistenze dei pilastri è giustificata dal fatto che, in generale, le strutture esistenti hanno un comportamento fragile e subiscono, in caso di eventi sismico, la rottura a taglio dei pilastri. Per avere quindi un confronto anche sulle travi presenti nell'edificio rappresentativo scelto, si è calcolato anche il grado di difformità.

In particolare, il grado di difformità effettua un confronto tra armatura realmente esistente e armatura che sarebbe richiesta riprogettando l'edificio con la normativa attuale e mantenendo le sezioni presenti nell'edificio. Tale parametro oltre ad avere una formulazione matematica precisa, permette di ottenere risultati dal confronto di un singolo modello sviluppato sul software con le tavole progettuali originali dell'edificio, e di poter ottenere un valore univoco per ogni singolo elemento strutturale dell'edificio.

La formulazione matematica della difformità sismica è definita come *la percentuale di armatura mancante rispetto all'armatura presente* e si può ricavare nello specifico attraverso la formula fornita di seguito:

$$gdd = \frac{c_1 - c_2}{c_2} \cdot 100 \quad [\%]$$

Risulta evidente che sia l'indice di vulnerabilità sismica che il grado di difformità sono valori numerici che forniscono soltanto un paragone tra un edificio che rispetti la normativa e l'edificio in esame e non forniscano in alcun modo una valutazione economica sulla stima dei danni che l'edificio potrebbe subire nel caso di evento sismico. Questi parametri in effetti, essendo dedicati a singoli edifici, sono più idonei al confronto tra edifici o al confronto tra situazione pre/post-intervento strutturale per valutare la bontà dell'intervento migliorativo e, nel caso del grado di difformità, suggeriscono inoltre gli elementi strutturali più vulnerabili su cui è bene concentrale gli interventi migliorativi. Eventuali stime economiche possono essere fatte, più che sulla riparazione dell'edificio a seguito di un evento sismico, direttamente sul costo dell'intervento volto a evitare che l'edificio subisca danni, ma visto il livello di dettaglio con cui si è affrontata la definizione dei parametri di confronto, tale valore sarà strettamente legato al singolo edificio preso in esame e sarà difficilmente generalizzabile.

2.4.2 Metodi di valutazione per nuclei urbani

Quando la scala di studio passa dal singolo edificio a interi complessi urbani, i metodi che si basano sulla modellazione numerica dei singoli edifici non risultano più applicabili in termini di costi benefici. Se da una parte in effetti tali metodi permettono di ottenere risultati molto dettagliati, dall'altra il dispendio temporale necessario all'ottenimento del risultato per ogni edificio rende impossibile l'applicazione di tale metodo a nuclei urbani. Per lo studio su larga scala, si deve quindi fare affidamento a metodi di valutazione rapida, che forniscano soltanto stime globali e che permettano in un tempo ragionevole, di ottenere un quadro spaziale delle previsioni di danno in caso di sisma. Strumenti adeguati alla previsione del danno diffuso sulle strutture risultano essere le matrici di probabilità di danno, ovvero delle tabelle che in funzione dell'intensità sismica e della tipologia costruttiva dei fabbricati permettono di prevedere quale sia la probabilità che il sistema studiato subisca un certo livello di danno.

Le matrici di danno derivano in maniera diretta delle scale macrosismiche e, in particolare, vengono costruite generalmente basandosi su analisi empiriche effettuate in situazioni di post evento sismico. Le scale macrosismiche nascono storicamente con la funzione di valutare l'intensità di un sisma o di confrontare sismi differenti, in base agli effetti generati dallo stesso sugli edifici e alla percezione umana dell'evento naturale. Le matrici di danno invece, nascono con l'idea di valutare per un determinato livello di intensità sismica, la previsione del danno subito dagli edifici di una determinata categoria costruttiva. Nonostante i dati necessari a generare i due strumenti siano quindi gli stessi, il loro utilizzo risulta molto diverso.

2.4.3 Evoluzione storica delle scale macrosismiche e matrici delle probabilità di danno in Italia

La prima scala macrosismica utilizzata per classificare i terremoti in Italia a partire dal XX secolo fu la scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) ideata da

Mercalli e perfezionata dai colleghi Cancani e Sieberg i quali, rispettivamente, aggiunsero un confronto in termini di accelerazioni al suolo alla classificazione e migliorarono la descrizione degli effetti previsti sugli edifici fino al 1930. Questa scala è caratterizzata da un'unica scala di valutazione che viene applicata per tutte le tipologie costruttive e che risulta corretta solo per edifici in muratura portante. L'utilizzo di un'unica scala, al tempo dell'ideazione, risultava del tutto adeguata a valutare gli effetti sismici sul patrimonio esistente in quanto, la quasi totalità degli edifici presenti, era costruita in muratura portante. Secondo questa omogeneità tipologica, ai tempi della creazione della scala, risultava più influente differenziare la qualità rispetto alla tipologia costruttiva. Questo parametro non venne però preso in considerazione con scale differenti di valutazione in base alla qualità costruttiva, ma venne semplicemente inserito nella descrizione dei danni osservati per alcuni livelli di intensità sismica. L'evoluzione tecnologica costruttiva e l'utilizzo sempre più diffuso in campo edile di nuove tecnologie, come il cemento armato e il metallo nel 1900, resero questa scala inadeguata alla valutazione dell'intensità sismica su edifici di nuova realizzazione, se non per gli edifici costruiti ancora in muratura e fu quindi necessario sviluppare nuovi metodi che seguissero il progresso tecnologico.

SCALA MCS	
Grado di intensità	***Descrizione***
I – impercettibile	Rilevato soltanto dai sismografi.
II – molto leggera	Sentito soltanto da persone estremamente sensibili o nervose, in perfetta quiete e quasi sempre nei piani superiori dei caseggiati.
III – leggera	Anche in zone densamente abitate viene percepito come terremoto soltanto da una piccola parte degli abitanti nell'interno delle case, come nel caso del passaggio di un pesante mezzo. Da alcuni viene riconosciuto come terremoto soltanto dopo averne parlato con altri.
IV – moderata	All'aperto è percepito da pochi. Nelle case è notato da numerose persone ma non da tutti, a seguito del tremolio o di oscillazioni leggere di mobili. Cristalleria e vasellame, posti a breve distanza, urtano come al passaggio di un pesante autocarro su strada dissestata. Finestre tintinnano; porte, travi e assi in legno scricchiolano, cricchiano i soffitti. In recipienti aperti, i liquidi vengono leggermente mossi. Si ha la sensazione che in casa si sia rovesciato un oggetto pesante; si oscilli con tutta la sedia o il letto come su una barca. In generale questi movimenti non provocano paura a meno che le persone non siano innervosite o spaventate a causa di terremoti precedenti. In rari casi i dormienti si svegliano.
V – piuttosto forte	Nel pieno delle attività giornaliere, il sisma viene percepito da numerose persone nelle strade e se sensibili anche in campo aperto. In casa si avverte in seguito allo scuotere dell'intero edificio. Piante e piccoli rami di cespugli ed alberi si muovono con evidenza, come se ci fosse

	un vento moderato. Oggetti pendenti come lampade, tendaggi, lampadari non troppo pesanti entrano in oscillazione, campanelle suonano. Gli orologi a pendolo si fermano od oscillano con maggior periodo, a seconda della direzione della scossa se perpendicolare o normale al moto di oscillazione. A volte orologi a pendolo fermi riprendono il movimento. La luce elettrica guizza o viene a mancare in seguito a movimenti della linea. I quadri urtano, battono contro le pareti oppure si spostano; da recipienti colmi e aperti vengono versate piccole quantità di liquido; ninnoli ed oggetti del genere possono cadere come pure gli oggetti addossati alle pareti; arredi leggeri possono essere spostati di poco; mobili rintronano; porte ed imposte sbattono; vetri delle finestre si infrangono. Quasi tutti i dormienti si svegliano. Sporadici gruppi di persone fuggono all'aperto.
VI – forte	Il terremoto viene notato da tutti con paura, molti fuggono all'aperto, alcuni hanno la sensazione d'instabilità. Liquidi si muovono fortemente; quadri, libri e cose simili cadono dalle pareti e dagli scaffali; porcellane si frantumano; suppellettili assai stabili, e perfino pezzi d'arredo vengono spostati se non rovesciati; piccole campane in cappelle e chiese, e orologi di campanili battono. Case isolate, solidamente costruite subiscono danni leggeri, spaccature all'intonaco, caduta del rinzaffo di soffitti e di pareti. Danni più forti, ma non ancora pericolosi, si hanno sugli edifici mal costruiti. Qualche tegola e pietra di camino cade.
VII – molto forte	Notevoli danni vengono provocati ad oggetti di arredamento anche di grande peso. Grandi campane rintoccano. Corsi d'acqua, stagni e laghi si agitano e s'intorbidiscono a causa della melma mossa. Qua e là, parte delle sponde di sabbia e ghiaia scivolano via. Varia la portata delle sorgenti. Danni moderati a numerosi edifici costruiti solidamente: piccole spaccature nei muri; caduta di toppe piuttosto grandi dell'incalcinatura e dello stucco, a volte anche di mattoni. Caduta generale di tegole. Molti fumaioli vengono lesi da incrinature. Camini già danneggiati si rovesciano sopra il tetto danneggiandolo. Da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate. Quando la casa è a pareti intelaiate, i danni all'incalcinatura e all'intelaiatura sono più gravi. In casi isolati distruzione di case mal costruite oppure riattate.
VIII – rovinosa	Interi rami d'albero pendono rotti e perfino si staccano. Anche i mobili più pesanti vengono spostati lontano e a volte rovesciati. Statue, monumenti in chiese, in cimiteri e parchi pubblici, ruotano sul proprio piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra si rompono e crollano. Circa 1/4 delle case è gravemente leso, alcune crollano, molte diventano inabitabili; gran parte di queste cadono. Negli edifici intelaiati cade gran parte della tamponatura. Case in legno vengono schiacciate o rovesciate. Spesso campanili di chiese e di fabbriche con la loro caduta causano danni agli edifici vicini più di quanto non avrebbe fatto da solo il terremoto. In pendii e terreni acquitrinosi si formano crepe. In terreni bagnati si ha l'espulsione di sabbia e di melma.
IX – distruttiva	Circa la metà di case in pietra sono distrutte; molte crollano; la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaiature sono divelte dalle proprie fondamenta e crollano; travi strappate a seconda delle circostanze contribuiscono alla rovina.
X – completamente distruttiva	Gravissima distruzione di circa 3/4 degli edifici, la maggior parte crolla. Perfino costruzioni solide di legno e ponti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe ecc., chi più, chi meno, sono danneggiati notevolmente, binari leggermente piegati e tubature (gas, acqua e scarichi) vengono troncate, rotte e schiacciate. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per pressione sporgono larghe pieghe ondose. In terreni meno densi e più umidi si creano spaccature fino alla larghezza di più decimetri; si notano parallelamente ai corsi d'acqua spaccature che raggiungono larghezze fino a un metro. Non solo pezzi di terreno scivolano dai pendii, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e da coste scoscese; riviere basse subiscono spostamenti di masse sabbiose e fangose, per cui il livello del terreno viene notevolmente variato. Le sorgenti subiscono frequenti cambiamenti di livello dell'acqua. Da fiumi, canali e laghi ecc. le acque vengono gettate contro le sponde.
XI – catastrofica	Crollo di tutti gli edifici in muratura, resistono soltanto le capanne di legno e le costruzioni ad incastro di grande elasticità. Anche i ponti più sicuri crollano a causa della caduta di pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. Binari si piegano fortemente e si spezzano. Tubature interrate vengono spaccate e rese irreparabili. Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione, a seconda della natura del suolo, si aprono grandi crepe e spaccature; soprattutto in terreni morbidi e acquitrinosi il dissesto è considerevole sia orizzontalmente che verticalmente. Ne segue il trabocco di sabbia e melma con diverse manifestazioni. Sono frequenti lo sfaldamento di terreni e la caduta di massi.
XII – apocalittica	Non regge alcuna opera dell'uomo. Lo sconvolgimento del paesaggio assume aspetti grandiosi. Corsi d'acqua sia superficiali che sotterranei subiscono mutamenti vari, si formano cascate, scompaiono laghi, fiumi deviano.

Tabella scala MCS 1930.

La successiva scala di valutazione utilizzabile sul territorio italiano fu la scala MSK (Medvedev-Sponheur-Karnik) che nonostante si basasse su dati empirici

ricavati principalmente nell'Est Europa, poteva essere applicata in Italia grazie alla presenza di tre categorie costruttive di edifici su cui basare le valutazioni. Le categorie considerate nella MSK-76 sono costruzioni in pietrame, costruzioni in mattoni e costruzioni armate indicate rispettivamente con le lettere A, B e C nelle tabelle della scala. Questa scala, come la MCS, prevede la valutazione dell'intensità sismica secondo 12 livelli di cui i primi 4 valutati secondo percezioni umane dell'evento sismico, i livelli dal quinto al decimo caratterizzati dall'osservanza dei danni subiti dagli edifici in base alla classe di appartenenza e gli ultimi due basati su fenomeni naturali causati dall'evento sismico. I livelli d'interesse maggiore nel nostro studio risultano essere in particolare quelli basati sul danno osservato sui fabbricati e in particolare per questi gradi, gli effetti sono quantificati secondo la diffusione dei vari livelli di danno. I livelli di danno servono a identificare in maniera oggettiva e univoca la gravità del danno subito secondo una scala di sei intensità in modo che soggetti diversi possano riconoscere uno stesso livello di danno su un edificio danneggiato. L'adozione di valori di diffusività dei vari livelli di danno deriva dalla reale osservazione di livelli di danneggiamento diversi su edifici strutturalmente simili e vicini a seguito dello stesso evento sismico. Senza l'adozione di valori percentuali sarebbe impossibile identificare in maniera precisa un'intensità sismica basandosi sulla descrizione di un unico livello di danno osservato. La percentuale di diffusione viene fornita per facilità di interpretazione e riconoscimento secondo un numero limitato di valori percentuali prefissati così da poter ricavare in maniera diretta e senza dover passare attraverso rilievi specifici e analisi statistiche vere e proprie il grado di intensità sismica agente. Le percentuali di diffusività possono essere anche equiparate ai seguenti aggettivi per facilitarne un utilizzo immediato: pochi edifici (5%), molti edifici (50%) e quasi tutti gli edifici (75%).

SCALA MSK-76			
Grado di intensità	***CLASSE A***	***CLASSE B***	***CLASSE C***
V	5% danno 1	-	-
VI	5% danno 2 50% danno 1	5% danno 1	-

VII	5% danno 4 50% danno 3	50% danno 2 5% danno 3	50% danno 1 5% danno 2
VIII	5% danno 5 50% danno 4	50% danno 3 5%danno 4	50% danno 2 5% danno 3
IX	50% danno 5	50% danno 4 5% danno5	50% danno 3 5% danno 4
X	75% danno 5	50% danno 5	50% danno 4 5% danno 5

Tabella scala MKS-76 per i gradi dal V al X. Per gli altri gradi fare riferimento alla scala MCS fornita in precedenza.

Osservando la scala MKS risulta subito evidente che tipologie differenti di edifici, risultano essere in media più o meno vulnerabili rispetto ad altre a parità di intensità sismica, a conferma dell'inadeguatezza della precedente scala MCS per la valutazione dell'intensità sismica su un costruito disomogeneo come quello attuale. Sebbene l'utilizzo di categorie tipologiche rese questo metodo molto più affidabile e preciso rispetto ai precedenti, la continua evoluzione dei sistemi costruttivi e tecnologici e la necessità di aumentare la precisione delle stime resero in pochi anni questa scala di valutazione obsoleta. Nonostante questo, è bene ricordare la MKS in quanto questa è stata usata in Italia per valutare gli effetti di un forte evento sismico avvenuto nel 1980: il terremoto dell'Irpinia.

L'evoluzione successiva alla MKS si ebbe dal 1992 con la prima scala di valutazione sismica europea, la quale venne migliorata nel '98 e nominata EMS-98 (European Macroseismic Scale). I vantaggi principali di questa scala, utilizzata ancora oggi come scala di intensità macrosismica più evoluta, sono la considerazione di più tipologie costruttive suddivise in sottocategorie in base alle caratteristiche realizzative e la categorizzazione degli edifici in sei classi di vulnerabilità definite in base alla tipologia costruttiva di appartenenza. Nello specifico, la presenza di sottocategorie non è fissa ma varia in base alla reale variabilità costruttiva presente nel costruito; si passa dunque da non avere sottocategorie per le classi di costruzioni in legno e in acciaio, ad avere

rispettivamente sette e sei sottoclassi per le strutture in muratura e in calcestruzzo armato, più diffuse e variabili tecnologicamente.

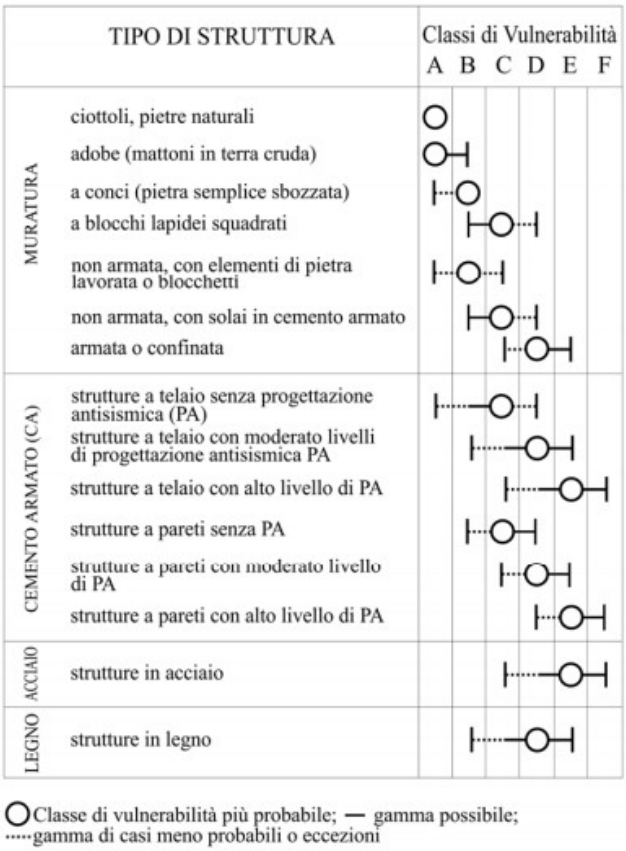


Tavola di vulnerabilità sismica secondo la EMS-98.

3 Progetto ReLUIS e scheda CARTIS

Il termine ReLUIS è l'acronimo di Rete Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e rappresenta un consorzio universitario con la funzione di coordinare i vari laboratori sismici e strutturali delle università aderenti, al fine di migliorare l'efficienza della ricerca scientifica. Questo consorzio, che è uno tra i maggiori centri di competenza del dipartimento della protezione civile, rappresenta un interlocutore scientifico dei vari organi di governo statali, regionali e comunali con le istituzioni e ha come principale obiettivo la valutazione e la riduzione della vulnerabilità e del rischio sismico. Nel 2014 è stato redatto dal consorzio un elenco di progetti e di obiettivi da raggiungere in un periodo pluriennale, su svariati temi divisi per tre categorie. La prima categoria affronta i temi generali,

ovvero lo studio diretto di vulnerabilità sismica di tipologie costruttive ordinarie e l'efficacia di sistemi di riduzione della vulnerabilità sismica. La terza categoria si occupa di progetti speciali, più dettagliati e specifici per determinate tipologie di edifici o per determinate opere, meno diffuse rispetto alle opere analizzate nella prima categoria. Il secondo gruppo, infine, si occupa di temi territoriali, ovvero di rilevare e valutare la vulnerabilità sismica sulle caratteristiche specifiche del territorio e delle sue tipologie costruttive. Analizzando in effetti il costruito in Italia e confrontando edifici costruiti con la stessa tipologia di materia prima, ci si rende conto che a luoghi diversi corrispondono metodi costruttivi diversi, dovuti sia a diverse necessità dell'edificio (per esempio sopportare un carico neve elevato piuttosto che uno esiguo) che a diverse usanze costruttive locali. In un patrimonio così eterogeneo come il nostro, effettuare delle previsioni di vulnerabilità precise a livello nazionale, senza avere a disposizione informazioni sulle caratteristiche e sulla distribuzione delle varie tipologie costruttive sul territorio, risulterebbe quindi impossibile. Secondo l'esigenza di censire e catalogare le varie tipologie costruttive e la loro diffusione, nasce il progetto delle schede CARTIS, il cui acronimo indica la CARatterizzazione Tipologica Strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari. Questo documento fa parte della linea "Sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico/strutturali degli edifici" ed è stato sviluppato nell'ambito del progetto triennale Reluis 2014-2016. La scheda ha quindi l'obiettivo di rilevare in territori comunali o sub comunali, le tipologie edilizie ordinarie prevalenti all'interno di zone omogenee per periodo di edificazione e per metodi costruttivi impiegati. Con il termine edifici ordinari, inoltre, si limita la ricerca ai soli edifici il cui uso prevalente sia quello abitativo o destinato a servizi, escludendo quindi sia edifici produttivi, sia beni monumentali, quali chiese e palazzi storici, sia edifici strategici, quali caserme, ospedali scuole o altri edifici che rientrino negli elenchi degli edifici strategici in caso di calamità naturale, redatti dalla protezione civile. La compilazione su vasta

scala di queste schede permetterebbe sicuramente una regionalizzazione delle funzioni di vulnerabilità sismica in base alle caratteristiche costruttive regionali, così da poter effettuare delle valutazioni più precise delle attuali, basate su funzioni di vulnerabilità uguali su tutto il territorio nazionale. Allo stato attuale, per esempio, vengono valutati ugualmente vulnerabili sia edifici a muratura con doppio paramento ammorsato che edifici con muratura a sacco, anche se nella realtà, sappiamo che questa seconda tipologia sia molto più suscettibile a cedimenti in caso di sollecitazione sismica.

Considerando infine le macrocategorie costruttive presenti in Italia e la loro diffusione sul territorio, risulta di estrema importanza la categorizzazione degli edifici costruiti in muratura. In primo luogo, questa tipologia costruttiva risultava essere la tipologia più diffusa in edifici destinati all'uso abitativo fino all'inizio del XX secolo e, in particolare, una buona parte degli attuali edifici dei centri storici di quell'epoca ha la struttura portante principale originale. In secondo luogo, lo scambio culturale più limitato e l'assenza di controllo sul costruito nel passato favoriva l'instaurarsi di tecniche costruttive locali, piuttosto che di tecniche costruttive omogenee, come invece si è visto successivamente con l'inizio dell'utilizzo del calcestruzzo armato. Questi aspetti fanno sì che la variabilità costruttiva su questa tipologia sia molto maggiore rispetto alla variabilità costruttiva che troviamo su opere in calcestruzzo armato o in acciaio e non è raro trovare comuni o villaggi limitrofi, caratterizzati da tecniche costruttive differenti in base al costruttore degli edifici e alla propria esperienza pregressa. Un esempio di questo fenomeno lo troviamo nelle baite di Tirecorne nel comune di Courmayeur. Nella zona che si estende da Aosta verso l'Alta Valle, la totalità degli edifici costruiti in tempi non del tutto recenti (escludendo quindi gli ultimi 30 anni) presentano una copertura con lastre di pietra naturale di 4 cm di spessore denominate lose. Il complesso di baite costruite a Tirecorne invece, presenta una copertura in scandole non tipica della nostra regione e risulta essere un unicum in Valle d'Aosta dovuto, con molta probabilità, all'arrivo di maestranza esterna nella

realizzazione di questo villaggio. Un altro esempio valdostano della variabilità costruttiva locale si ha, per esempio, con i Rascard nelle valli laterali della Bassa Valle. Questi edifici, costruiti nel tempo con funzione di essiccatoi e deposito di cereali e riconvertiti successivamente in edifici abitativi, sono realizzati con un piano inferiore in pietra al di sopra del quale veniva costruita una struttura in legno, separata dal piano inferiore e sollevata dallo stesso per mezzo di appoggi puntuali negli angoli del fabbricato, così da favorire il passaggio dell'aria, per garantire quindi l'essicazione dei cereali al suo interno.

Rascar ristrutturato in Val d'Ayas

Copertura in scandole a Tirecorne in Courmayeur

3.1 Scheda Cartis 2014

La scheda Cartis 2014 si applica a territori comunali o sub comunali e serve, una volta identificati i comparti omogenei, a definire il loro andamento cartografico e le loro caratteristiche. Il documento è suddiviso in quattro sezioni così identificate:

- Sezione 0: dedicata ai dati necessari alla localizzazione del comune, all'identificazione dell'unità di ricerca, ai dati relativi alle fonti di informazioni, alla definizione su mappa dei comparti individuati, alle caratteristiche generali dei comparti e alla diffusione delle tipologie individuate nei vari comparti.
- Sezione 1: dedicata alla definizione generale di ogni tipologia individuata nei comparti e ai riferimenti grafici della tipologia.
- Sezione 2: dedicata alle caratteristiche architettoniche degli edifici appartenenti alla tipologia in esame.
- Sezione 3: dedicata alle caratteristiche strutturali degli edifici e all'individuazione dei dettagli realizzativi, influenti dal punto di vista del comportamento sismico, degli edifici appartenenti alla tipologia analizzata.

Per prima cosa, per poter compilare il documento, occorre mettersi in contatto con gli enti responsabili dell'edilizia privata nel luogo di studio, in modo che questi possano indicarci un tecnico esperto che possa avere molte informazioni riguardo alle costruzioni e alle tecniche costruttive locali. Il tecnico cercato potrebbe anche essere una figura esterna all'ente interrogato e potrebbe essere quindi un libero professionista con particolari conoscenze sul territorio.

Una volta identificato il tecnico da intervistare risulta sicuramente doveroso iniziare a farsi un'idea di quella che è stata l'evoluzione temporale del centro abitato, individuando così le diverse zone di espansione da verificare poi con il tecnico esperto. Il flusso delle informazioni in genere deve quindi partire da una fase iniziale di studio del territorio, una successiva fase di intervista al tecnico

esperto e una fase finale di verifica delle informazioni raccolte. Le informazioni ricavate secondo questo metodo hanno un elevato grado di affidabilità e possono essere considerate valide per la compilazione della scheda, mentre, informazioni parziali, dubbi o incongruenze tra interviste e dati osservati, vanno valutate tenendo bene a mente l'utilità e lo scopo delle schede. L'incompletezza della scheda in alcuni suoi punti non pregiudica la validità della scheda ma, al contrario, evidenzia la totale mancanza di informazioni o l'incertezza del dato mancante.

Si fornirà quindi nel seguito una guida per poter completare la scheda in maniera appropriata.

3.1.1 Sezione 0

La sezione 0 è composta da quattro pagine in cui verranno richiesti i dati più generali riguardanti il luogo e i comparti individuati. Analizziamo ora i vari punti della sezione 0.

- **Dati di localizzazione:** vengono richiesti la regione, la provincia e il comune del luogo analizzato e i relativi codici ISTAT, reperibili direttamente sul sito principale dell'istituto nazionale di statistica attraverso "l'elenco dei codici statistici e denominazione delle unità territoriali". Nel caso in cui la scheda si riferisca soltanto a una parte del comune bisogna anche indicare, nell'apposito spazio, la porzione di territorio studiata.
- **Dati generali comune:** sono richiesti i dati generali del comune, tra cui il numero totale dei residenti e l'anno di prima classificazione sismica, in modo da avere una prima stima dell'estensione del caso di studio e della pericolosità sismica del sito. Si chiedono in seguito informazioni riguardanti gli strumenti di sviluppo urbanistico e il numero totale di abitazioni e di edifici, utile soprattutto in zone turistiche in cui il numero dei residenti potrebbe far sottostimare la presenza di edifici sul territorio.
- **Numero zone omogenee (comparti):** è richiesto il numero di comparti individuati in seguito alle attività di ricerca

- **Dati identificativi unità di ricerca (UR) RELUIS:** vengono richiesti nominativi, dati e contatti sia del compilatore che del referente. Il compilatore deve fugare eventuali dubbi riguardanti la compilazione della scheda attraverso il referente, che rappresenta quindi un esperto a cui fare affidamento in caso di necessità.
- **Dati identificativi tecnico intervistato:** sono richiesti i nominativi, i dati e i contatti sia del tecnico responsabile dell'ente territoriale che i dati del professionista intervistato.
- **Planimetria del centro urbano e con perimetrazione dei comparti e numerazione degli stessi:** in questa sezione bisogna inserire un elaborato grafico a scala adeguata contenente una rappresentazione chiara e leggibile dei comparti individuati e del loro andamento sul territorio. Per poter produrre questo elaborato grafico è necessario reperire presso gli enti locali o presso liberi professionisti il più alto numero di elaborati grafici storici, in modo da poter confrontare gli stessi e vedere così l'evoluzione del nucleo urbano. Un'altra operazione molto utile può essere quella di scannerizzare tutti gli elaborati grafici in modo da poterli poi sovrapporre e avere così un confronto temporale ancora più chiaro e diretto. Anche su piccoli comuni si consiglia di identificare almeno due comparti, dividendo così la parte di centro storico dalle successive espansioni.
- **Identificazione Comune e Comparti:** questa parte, in forma tabellare e composta da due pagine, permette di numerare e nominare tutti i comparti trovati, di indicare dati riguardanti gli edifici appartenenti a tale gruppo con funzione di identificare le dimensioni del comparto e di indicare le tipologie edilizie presenti in ciascun comparto.

  In ultimo viene anche data la possibilità di indicare l'affidabilità delle informazioni fornite. Considerando che alcune caratteristiche richieste, come la percentuale di armatura o la stratigrafia interna delle pareti, non

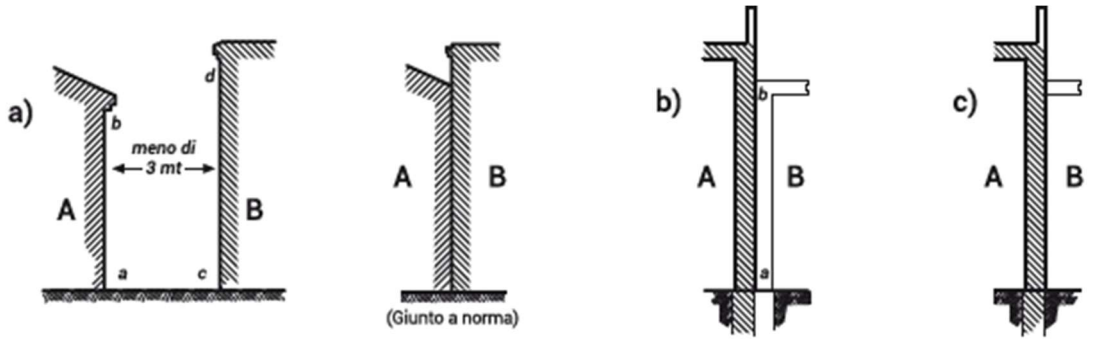
sono verificabili senza prove invasive si è considerato come valore massimo un'affidabilità media delle informazioni.

3.1.2 Sezione 1

La sezione 1 composta da una sola pagina può essere identificata come la carta d'identità della tipologia e permette di inquadrare in maniera visiva le caratteristiche di un edificio appartenente a questo gruppo.

- **Codice tipologia:** il codice tipologia è un codice alfanumerico composto da tre lettere e un numero e serve a identificare in maniera univoca e omogenea le tipologie edilizie su tutte le schede compilate. In totale sono presenti otto tipologie edilizie, di cui quattro dedicate alle costruzioni in muratura (MUR-) e quattro dedicate alle costruzioni in calcestruzzo armato (CAR-). Nonostante la possibilità di scegliere fino a otto tipologie edilizie, per una maggiore semplicità di lettura e applicazione delle schede, è bene utilizzare il numero minimo di tipologie necessario a descrivere in maniera esauriente il panorama costruttivo analizzato.
- **Codice identificativo della tipologia nel comparto (IDT):** completando la sequenza alfanumerica composta da codice ISTAT Regione, codice ISTAT Provincia, codice ISTAT Comune, codice comparto e codice tipologia si va a comporre il codice identificativo della scheda da riportare su tutte le pagine della sezione 1, 2 e 3. Questo codice è univoco e permette di collegare un singolo foglio alla sua scheda di appartenenza.
- **Posizione tipologica nel contesto urbano:** è richiesto di indicare se gli edifici considerati sono staticamente indipendenti rispetto ai limitrofi ovvero se sono isolati (a), se sono in adiacenza ovvero con strutture portanti separate ma con possibili problemi di martellamento in caso di sisma (b) oppure infine se sono accomunati da una stessa componente strutturale e sono quindi in connessione (c). In caso di variabilità nella tipologia è possibile indicare la percentuale di edifici appartenenti a ciascuna

categoria. Nel caso di edifici adiacenti isolati sismicamente tra di loro la definizione corretta è di posizione isolata.



Schema rappresentativo dell'interazione tra edifici.

- **Fotografia tipologia:** permette di avere un esempio di edificio appartenente alla tipologia analizzata.
- **Pianta e sezione:** permettono di ricavare diversi dati per poter verificare le informazioni ricevute dalle interviste. Questi documenti vanno ricercati presso l'ente locale che a fronte di una domanda di accesso agli atti e di un esito positivo della stessa fornirà quanto richiesto.

3.1.3 Sezione 2

La sezione 2, anch'essa di una pagina, richiede di inserire dati riguardanti le caratteristiche architettoniche dell'edificio e alcuni dati di facile verificabilità.

- **Piani totali compresi interrati:** è richiesto di indicare al massimo due valori che contengano la quasi totalità degli edifici. Nel caso in cui i valori più ricorrenti fossero molto diversi, è consigliabile attribuire ad ognuno dei casi una propria tipologia costruttiva.

- **Altezza media di piano:** indicare il range di valori in metri riscontrabile nella maggior parte degli edifici.
- **Altezza media di piano terra:** indicare il range di valori in metri riscontrabile nella maggior parte degli edifici. Questo valore differisce, in generale, dal primo in edifici antichi o in edifici in cui al piano terreno sono presenti box auto.
- **Piani interrati:** indicare il numero di piani interrati più ricorrente nella tipologia.
- **Superficie media di piano:** è richiesto di indicare al massimo due valori che rappresentino la quasi totalità degli edifici. Se nella stessa tipologia ipotizzata ci fossero numerosi edifici con superficie media di piano appartenente a due gruppi molto diversi si consiglia di separare in due tipologie edilizie gli edifici.
- **Età della costruzione:** indicare il periodo principale di edificazione degli edifici appartenenti al comparto, esprimendo al massimo due periodi contigui. Nonostante la scheda permetta due scelte, è opportuno verificare che la zona di edificazione non sia stata classificata zona sismica a metà di tale periodo. Se così fosse, è necessario separare gli edifici in due tipologie costruttive differenti in base alla progettazione o no secondo condizioni sismiche.
- **Uso prevalente:** è richiesto di indicare uno o più utilizzi prevalenti ricordando però che gli edifici considerati nella scheda devono essere soltanto quelli ordinari, ovvero quelli destinati prevalentemente ad abitazioni e/o servizi.

3.1.4 Sezione 3

La prima parte della sezione tre è differenziata nel caso in cui il caso analizzato interessi edifici in muratura o edifici in calcestruzzo armato. Questa distinzione risulta necessaria per ricavare informazioni specifiche della categoria di appartenenza.

Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE

- **Caratteristiche muratura:** in questa tabella bisogna indicare le caratteristiche delle pareti portanti della tipologia costruttiva. Per facilitare il riconoscimento a ogni categoria presente in tabella sono associate delle immagini, che permettono quindi un riconoscimento della tipologia più immediato. La prima distinzione indicata in tabella è tra *muratura irregolare*, *muratura sbozzata* e *muratura regolare*. Per *muratura irregolare* si intende una muratura composta da elementi lapidei posizionati all'interno della muratura senza aver subito nessun tipo di lavorazione finalizzata al miglioramento della forma. Con *muratura sbozzata* si intendono invece pareti i cui elementi lapidei hanno subito una lavorazione abbastanza grossolana, con l'unica funzione di rendere gli elementi il più possibile simili a parallelepipedi senza preoccuparsi però di produrre elementi tra di loro simili. La *muratura regolare* presenta, in più alla muratura sbozzata, elementi con dimensioni del tutto simili tra loro, in grado quindi di creare una matrice ben definita e costante lungo lo sviluppo della muratura. La fase successiva di riconoscimento interessa la natura stessa della pietra utilizzata e può essere facilmente riconosciuta confrontando la muratura presente con le immagini fornite nel seguito come esempio. L'ultima distinzione necessaria per categorizzare la muratura riguarda la presenza di ricorsi. I ricorsi sono strati orizzontali di altezza ridotta con funzione di regolarizzare per quanto possibile la matrice muraria principale. Questi elementi, nonostante forniscano un'immagine regolare alla muratura, possono dare origine a problemi strutturali soprattutto se realizzati con materiali diversi rispetto alla matrice muraria. Un

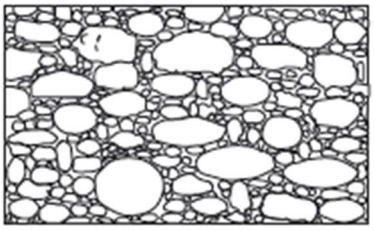
esempio ricorrente è la muratura in pietra costruita con ricorsi in laterizio. Il laterizio risulta essere in particolare il materiale meno performante dal punto di vista meccanico e, inoltre, essendo molto più permeabile dei materiali lapidei circostanti tende ad essere il canale principale della diffusione del vapore tra superficie interna ed esterna della muratura, fattore che nel tempo porta a un degrado delle caratteristiche meccaniche degli elementi. In caso di sisma quindi uno strato debole e continuo nella muratura potrebbe generare facilmente fenomeni di traslazione nel piano tra parte superiore e parte inferiore al ricorso. Si forniscono di seguito degli esempi utili al riconoscimento della tipologia di muratura estrapolati dal manuale AeDES.

A1: Pietra arrotondata

Costituita prevalentemente da elementi con superficie liscia e forma arrotondata, o da ciottoli di fiume di piccole e medie dimensioni; si presenta tanto con tessitura ordinata quanto disordinata.

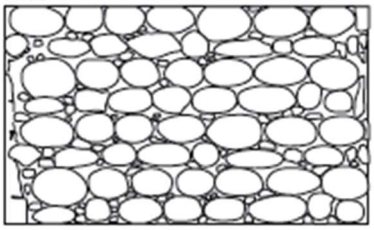
Senza Ricorsi (S.R.)

A1.1



- Senise (PZ) - Ciottoli con tessitura disordinata.

A1.2

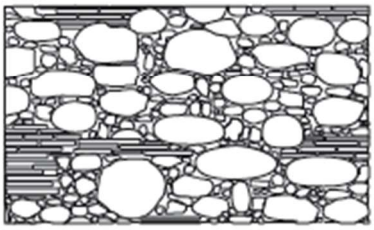


- Assisi - Ciottoli di varia natura con tessitura ordinata.

Foto tratta da "Manuale per la riabilitazione e ricostruzione postsismica degli edifici" Regione Umbria Edizione DEI Tipografia del Genio Civile 1998

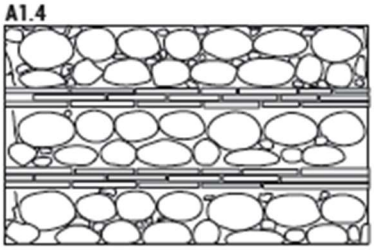
Con Ricorsi (C.R.)

A1.3



- Sassuolo (MO) - Ciottoli e mattoni.

A1.4



- Castel dei Sauri (FG) - Muratura di pietrame con ricorsi laterizi.

A1: Pietra grezza

Costituita prevalentemente da pietra grezza, generalmente non lavorata o di difficile lavorazione: elementi di forma irregilare o di varie dimensioni come scapoli di cava o spezzoni di pietre.

Senza Ricorsi (S.R.)

A2.1

- Benevento -
Pietrame a tessitura piuttosto ordinata.

A2.2

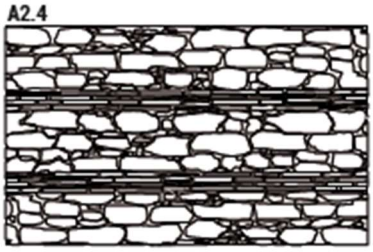
- S. Angelo Limosano -
Pietrame con tessitura disordinata.

Con Ricorsi (C.R.)

A2.3

- Alia (PA) -
Muratura disordinata con embrici e calcare.

A2.4



- Benevento -
Muratura disordinata con ricorsi laterizi.

B1: Pietra lastriforme

Costituita prevalentemente da elementi semilavorati, lastriformi (pietra a soletti) ottenute da rocce di scarsa potenza che tendono a sfaldarsi lungo il loro piano orizzontale. La forma quasi regolare degli elementi esclude quasi sempre la tessitura disordinata.

Senza Ricorsi (S.R.)

- Nocera Umbra (PG) -

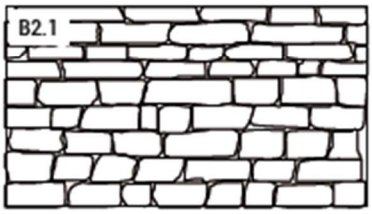
Con Ricorsi (C.R.)

- Isola del Piano (PS) -

B2: Pietra pseudo regolare

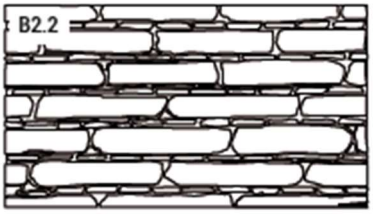
Costituita da pietra semilavorata quasi regolare e di dimensioni maggiori rispetto alla precedente. La pseudo-regolarità degli elementi esclude la tessitura disordinata.

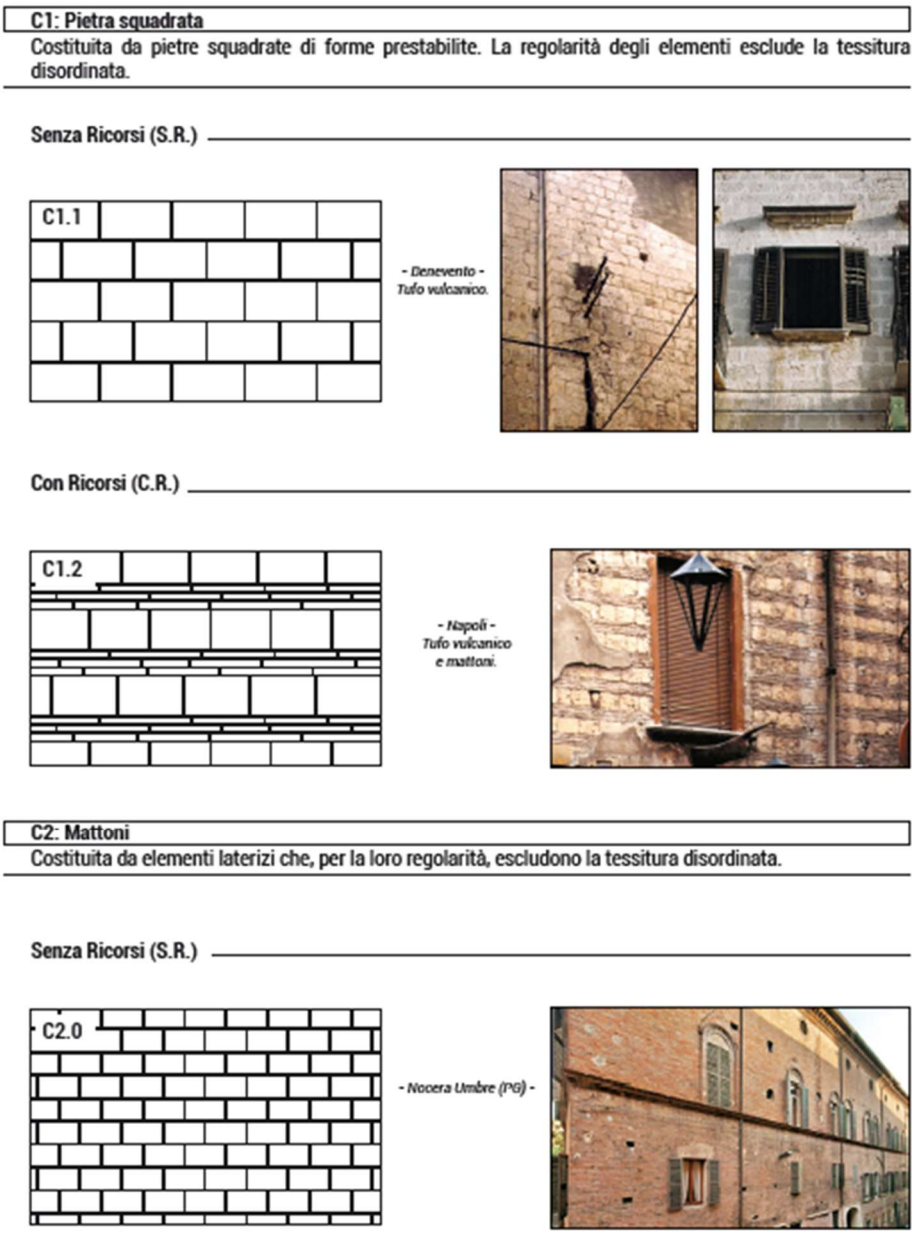
Senza Ricorsi (S.R.)



- Cerchiara (CS) - Pietra calcarea semilavorata.

Con Ricorsi (C.R.)



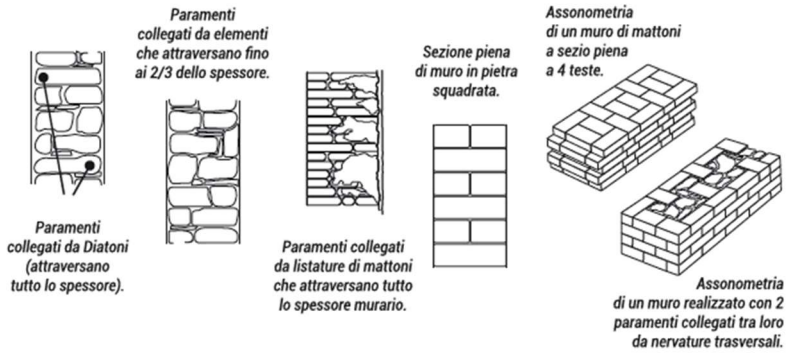


- **Presenza di muratura a sacco:** la muratura a sacco è una particolare tipologia stratigrafica della muratura molto diffusa in Italia. Questa è composta da due paramenti in materiale lapideo disposto in maniera ordinata, separati da uno spazio e senza collegamenti strutturali tra il paramento interno e quello esterno. Lo spazio vuoto rimanente tra i due paramenti veniva successivamente riempito con

materiali di scarto delle lavorazioni miscelati a leganti, sfruttando i paramenti come cassero. La muratura a sacco, non avendo collegamenti diretti tra i due paramenti ed essendo composta da strati a comportamento meccanico differente, non ha un comportamento monolitico nei confronti delle azioni verticali. Considerando poi che lo strato interno risulta essere quello più debole, l'attribuzione di carichi a questo strato comporta uno schiacciamento dello stesso con espansione sul piano orizzontale. Essendo tale strato a diretto contatto con i paramenti superficiali, l'espansione orizzontale dello stesso genera delle spinte orizzontali nella muratura, che risulta quindi più incline al collasso. Nel caso in cui vi sia una doppia muratura con assenza di cavità o nel caso in cui i paramenti risultino collegati tra loro in maniera adeguata, questa muratura non è da considerare come muratura a sacco.

- **Presenza di catene o cordoli:** le catene sono elementi metallici che sono inseriti nell'edificio per legare due pareti perimetrali opposte. I cordoli sono elementi in calcestruzzo armato che vengono gettati a intervalli regolari sulla muratura perimetrale per formare un perimetro rigido. Entrambi i sistemi sono utilizzati per favorire l'effetto scatolare in caso di evento sismico e per fare in modo che la sollecitazione sismica non produca spostamenti differenziali tra le pareti nel piano x-y. In caso di presenza di catene o cordoli in alcuni edifici, è richiesto di indicare la percentuale di edifici con tali sistemi.
- **Collegamento trasversale:** nel caso di murature a doppio paramento, è richiesto di indicare se sono presenti nella massa muraria elementi trasversali destinati a legare i due paramenti opposti tra di loro. Una muratura con doppio paramento trasversale risulta più efficiente staticamente di una muratura con paramenti

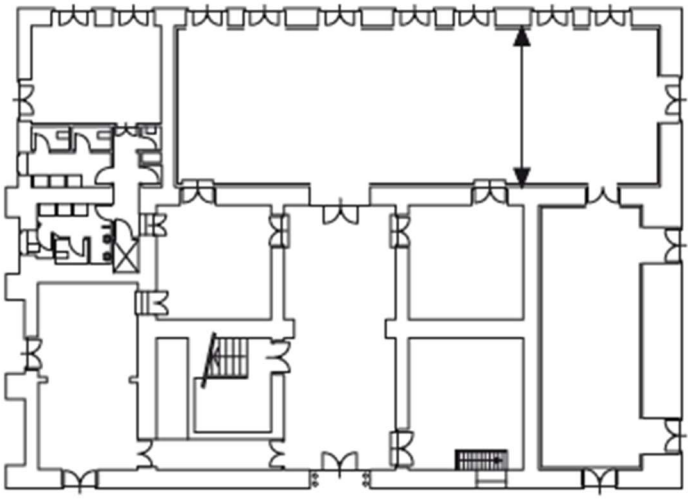
indipendenti e risulta meno vulnerabile a fenomeni di ribaltamento del paramento esterno.



Esempio di paramenti ben collegati

Esempio di paramenti mal collegati e degli effetti provocati dal sisma.

- **Presenza di speroni e contrafforti:** speroni e contrafforti sono entrambi elementi destinati ad assorbire le spinte orizzontali che possono essere generate da volte interne oppure, in alcuni casi, da fuori piombo di facciate. Entrambi gli elementi, avendo la capacità di contrastare le forze orizzontali, risultano efficaci in caso di sollecitazione sismica.
- **Spessore medio prevalente Pareti Piano Terra:** è richiesto di indicare il valore, espresso in cm, dello spessore medio delle pareti portanti a piano terreno nella tipologia esaminata.
- **Interasse medio prevalente Pareti:** è richiesto di indicare la distanza tra pareti portanti. In caso di edifici a pianta rettangolare si intende la distanza minore tra le due dimensioni, ovvero la distanza tra i muri di spina.

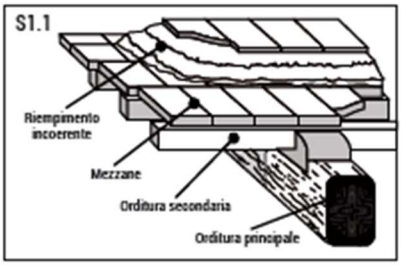


Indicazione della distanza da riportare in caso di edifici a pianta rettangolare.

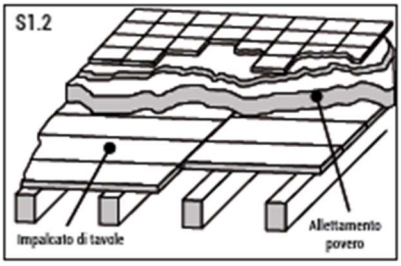
- **Caratteristiche Solai:** è richiesto di indicare la tipologia di solaio presente nella tipologia. Le tipologie possibili sono raggruppate in categorie in base alla deformabilità della soletta. Solai rigidi ben ammorsati permettono una miglior trasmissione delle sollecitazioni sismiche a tutti i muri portanti, favorendo quindi la trasmissione delle sollecitazioni agli elementi più rigidi in ogni direzione. Questo permette per esempio di distribuire la maggior parte delle forze sismiche originate in direzione x alle murature parallele all'asse x, in quanto più rigide rispetto alle murature che non agiscono nel proprio piano. Vengono fornite di seguito alcune immagini estrapolate dal manuale AeDES utili all'identificazione della tipologia di solaio presente.

4: Pietra lastriforme

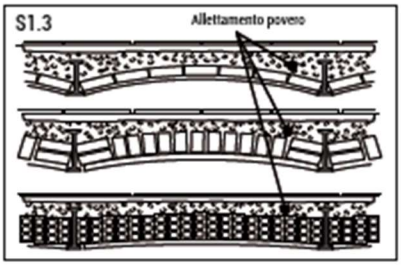
Solai in legno a semplice o doppia orditura (travi e travicelli) con tavolato ligneo semplice o elementi laterizi (mezzane), eventualmente finito con caldana in battuto di lapillo o materiali di riuscita (cretonato). Solai in putrelle e voltine realizzate in mattoni, pietra o conglomerati. In entrambi i casi, se è stato realizzato un irrigidimento, mediante tavolato doppio o, meglio ancora, soletta armata ben collegata alle travi, tali solai potrebbero intendersi rigidi o semirigidi, in base al livello di collegamento tra gli elementi.



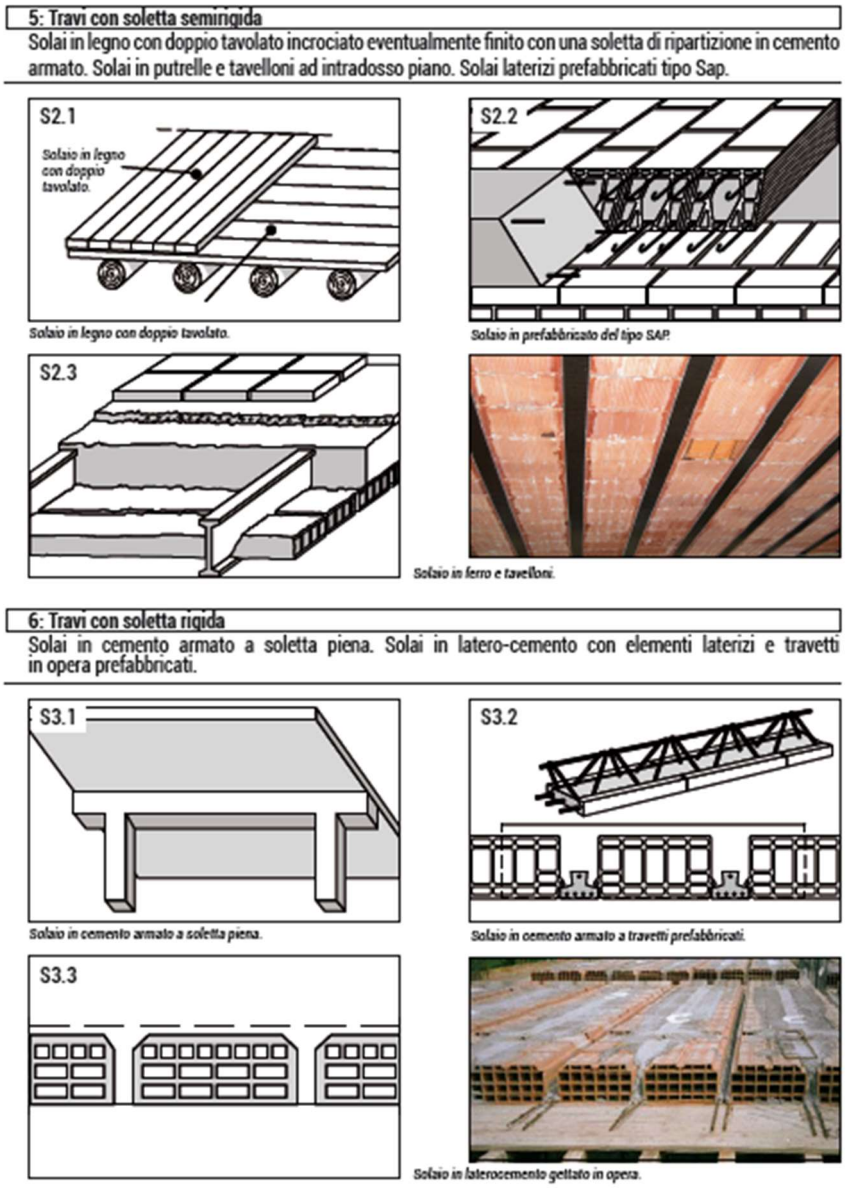
Solaio in legno con mezzana



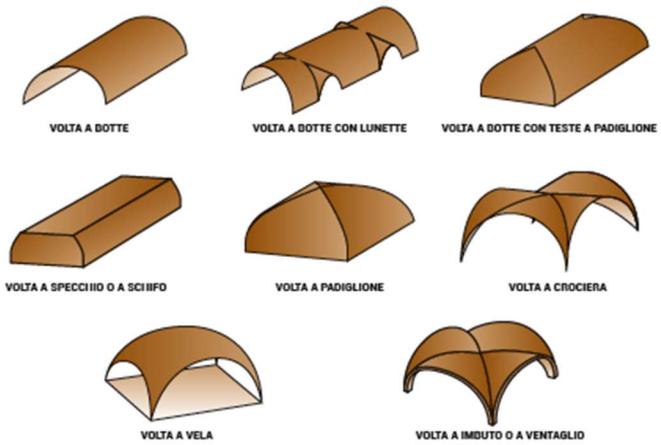
Solaio in legno con tavolata a semplice orditura.



Solaio con travi di ferro a voltine.



- **Caratteristiche Volte:** è richiesto di indicare la presenza o meno di volte a piano terra e/o ai piani intermedi e di indicare le tipologie di volta maggiormente diffuse all'interno degli edifici appartenenti alla tipologia. Per maggior chiarezza, si riportano di seguito alcuni schemi di volte estrapolati dal manuale AeDES.



Tipologie ricorrenti di volte.

- **Strutture miste:** è richiesto di indicare la percentuale di edifici caratterizzati da strutture miste in muratura e calcestruzzo armato e di indicare la tipologia di struttura mista tra i possibili casi presenti in elenco.
- **Malta:** è necessario indicare sia il tipo di legante utilizzato nei muri portanti che le condizioni di conservazione. Per ogni tipologia si possono scegliere al massimo due tipologie, indicando se possibile la percentuale di diffusione delle stesse nella tipologia in esame.
- **Portici, logge e cavedi:** è richiesto di indicare la presenza di questi tre elementi e la loro diffusione nella tipologia analizzata. Portici, logge e cavedi rappresentano una eterogeneità nel profilo perimetrale murario. In particolare, questi elementi compromettono l'effetto scatolare delle murature e hanno, in generale, elementi verticali a rigidezza molto ridotta rispetto al resto delle murature.
- **Ulteriori elementi di vulnerabilità:** sono elencati in questa parte tutti gli elementi rilevabili che compromettono un buon comportamento della muratura nel caso di eventi sismici. Nel caso di presenza di tali fattori su edifici appartenenti alla tipologia, è richiesto di indicare la percentuale di edifici aventi tali caratteristiche.

Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO

- **Qualifica delle strutture in cemento armato:** è richiesto di indicare la tipologia strutturale in base alla prevalenza di setti, pilastri, travi in spessore o travi ribassate in un elenco di sei tipologie strutturali. Nel caso di prevalenza di telai a pilastri risulta influente anche la tamponatura presente.
- **Giunti di separazione:** è richiesto di indicare la presenza o meno di giunti a norma e la percentuale di tale giunto nel comparto. Nel caso di edifici isolati è necessario indicare giunti a norma. Nel caso di strutture adiacenti e nei casi di progettazione non sismica, il giunto può essere considerato a norma se la distanza tra i due edifici affiancati è superiore a 1/100 dell'altezza dell'edificio. In questo caso le strutture avranno un comportamento dinamico separato, senza fenomeni di martellamento.
- **Bow windows strutturali:** è richiesto di indicare la presenza o meno di tali elementi e lo sbalzo rispetto al profilo della facciata. I bow windows sono elementi aggettanti, chiusi generalmente per mezzo di ampie superfici vetrate. L'elemento, che si sviluppa in genere a partire dal primo piano, risulta essere vincolato al resto del fabbricato con travi o solai a mensola, il che genera quindi sollecitazioni torsionali nelle travi perimetrali del telaio.
- **Telai in una sola direzione:** è richiesto di indicare la presenza di telai in una sola direzione. La presenza di telai in una sola direzione era molto diffusa su edifici costruiti in periodi in cui il luogo di costruzione non era considerato zona sismica. In tale tecnica costruttiva venivano costruite le travi soltanto nella direzione perpendicolare all'orditura dei solai in modo da sorreggere gli stessi. La sola presenza del solaio come collegamento tra i vari telai non

garantisce, in caso di sisma, un comportamento omogeneo della struttura e, per forze orizzontali nella direzione perpendicolare all'orditura delle travi, la struttura presenta una rigidezza molto inferiore rispetto alla rigidezza fornita nella direzione di orditura delle travi.

- **Elementi tozzi:** è richiesto di indicare la presenza di elementi verticali tozzi, la tipologia e la percentuale nella tipologia analizzata. Per elemento tozzo si intende un elemento che ha le tre dimensioni principali direttamente confrontabili, per cui non può essere applicata la teoria delle travi di De Saint-Venant e il meccanismo di rottura principale è quello della rottura fragile a taglio. I casi più ricorrenti di elementi tozzi si hanno quando si ha la presenza di piani sfalsati o quando si ha la presenza di finestre a nastro. Nel primo caso in genere sono soltanto gli elementi centrali ad essere tozzi mentre i pilastri lungo il perimetro esterno sono più snelli. In caso di evento sismico, essendo gli elementi tozzi più rigidi distribuiti in maniera omogenea sull'altezza ma non in pianta, questi assorbiranno la maggior parte dell'azione sismica di un piano. Nel caso delle finestre a nastro invece, la presenza degli elementi tozzi è generalmente perimetrale, distribuita in maniera omogenea sul piano dell'impalcato ma non lungo l'altezza dell'edificio. In caso di evento sismico gli elementi tozzi e rigidi dell'impalcato superiore faranno oscillare i due impalcati a cui sono vincolati come un unico impalcato, scaricando l'azione sismica dei due piani ai pilastri snelli del piano inferiore.
- **Tamponature piano terra:** è richiesto di indicare la disposizione delle tamponature al piano terra. Dal momento che le tamponature possono avere un effetto di irrigidimento del telaio in condizioni di sollecitazione sismica, una disposizione irregolare potrebbe

instaurare fenomeni di rotazione nel telaio. Un esempio ricorrente di disposizione irregolare è dovuto alla presenza di box auto al piano terra sul fronte verso la strada. L'assenza di tamponatura al piano terra, anche chiamata piano pilotis, è molto ricorrente negli edifici costruiti negli anni '70/'80. In tal caso l'assenza di tamponatura al piano terra fa sì che la rigidezza di tale piano sia inferiore a quella della parte superiore dell'edificio, che tenderà quindi a scaricare sui pilastri del piano terra la maggior parte dell'azione sismica. Si chiede inoltre di indicare la presenza di piano soffice ai piani intermedi, ovvero la presenza di un piano la cui rigidezza laterale sia molto inferiore rispetto alla rigidezza laterale degli altri piani. In genere, ai piani intermedi questo fenomeno può essere provocato dalla presenza di piano su doppia altezza oppure dalla presenza di un piano fortemente vetrato su un edificio i cui restanti piani sono caratterizzati dalla prevalenza di chiusure opache.

- **Posizione della tamponatura rispetto al telaio:** è richiesto di indicare la posizione relativa della tamponatura nei confronti del telaio in calcestruzzo armato. La posizione della tamponatura influenza fortemente la capacità della stessa di assorbire forze orizzontali. Nel caso di muratura inserita nel telaio, lo spostamento differenziale tra un piano e il successivo, anche chiamato drift, provoca nella muratura l'instaurarsi di un puntone triangolare compresso che contribuisce a contrastare la forza orizzontale. In caso di oscillazioni sismiche, l'alternanza del verso del drift provoca quindi un'alternanza del puntone compresso che, deformandosi rispetto al resto della muratura, tende a creare fessure diagonali nella muratura, evidenziando così l'instaurarsi di tale fenomeno.

  Questo contributo ha un effetto positivo soltanto se è stato previsto in fase di progetto e se la muratura è stata progettata per poter

sopportare tale sollecitazione. In caso contrario, un eccessivo carico sul puntone in muratura potrebbe portare al collasso fragile della parete, determinando quindi una repentina ridistribuzione delle forze sugli altri meccanismi resistenti e una variazione del centro di rigidezza di piano, eccentricità che potrebbe causare l'instaurarsi di moti rotazionali nella struttura. Nei casi di tamponatura esterna al telaio questo fenomeno si riduce drasticamente, ma possono instaurarsi comunque fenomeni di ribaltamento della parete, soprattutto in presenza di una cortina esterna in assenza di ancoraggio con la parte interna.

Nella parte destra tipiche fessure a croce a indicare l'instaurarsi del fenomeno del puntone in muratura. Nella parte sinistra le sollecitazioni hanno provocato il collasso della muratura con conseguente repentina ridistribuzione delle forze nei pilastri.

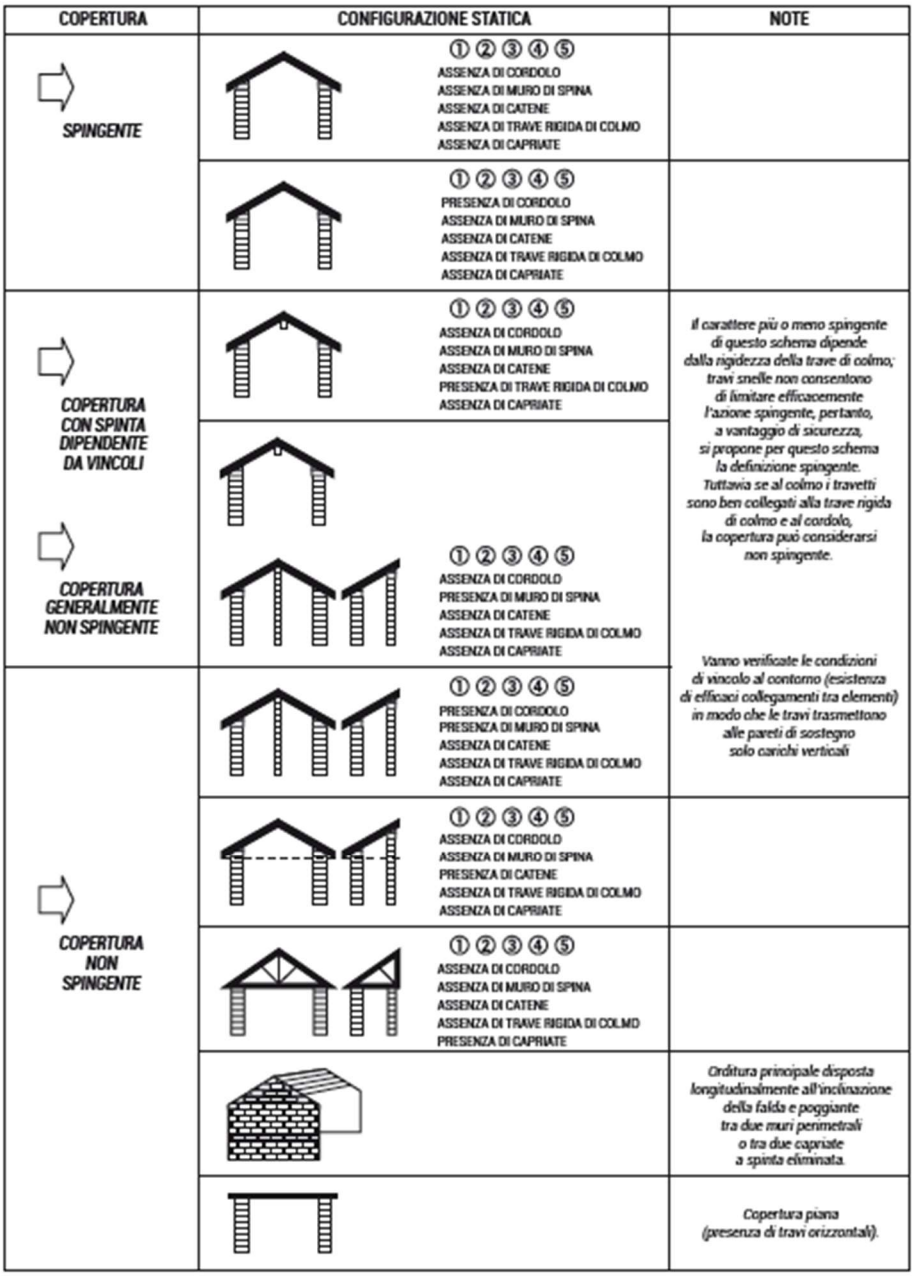
- **Dimensione pilastri piano terra:** è richiesto di indicare il range di valori entro cui ricade la dimensione media dei pilastri del piano terra e la percentuale di edifici ricadenti in tale categoria.

- **Armature pilastri:** sono richieste diverse informazioni sulle armature longitudinali, sulle staffe e sul tipo di barre d'armatura. Queste informazioni possono essere verificate soltanto recuperando gli elaborati progettuali al genio civile ma, considerando che inizialmente non era obbligatorio depositare tali documenti, non è quindi sempre possibile effettuare una verifica**.** Molto spesso, inoltre, si consegnavano soltanto gli elaborati riguardanti le travi, mentre i pilastri venivano armati tutti allo stesso modo con un'armatura standard. In comuni piccoli e poco estesi può essere utile consultare anche costruttori affidabili, per ricevere informazioni a riguardo.
- **Maglia strutturale:** è richiesto di indicare un range di valori di interasse medio tra pilastri.
- **Presenza di solai SAP o assimilabili:** è richiesto di indicare la presenza di solai SAP. I solai in questione sono composti dall'affiancamento di diversi travetti prefabbricati. Ciascun travetto è composto da elementi modulari in laterizio collegati di testa e uniti tra di loro tramite un minimo di tre tondini di acciaio, che attraversano tutto il travetto e vengono murati nel laterizio. I tondini d'acciaio, oltre a tenere unito il travetto prefabbricato, fungono anche da armatura del solaio. Questo viene in genere completato con una caldana di 2/3 cm, che non risulta comunque sufficiente a generare una condizione di piano rigido in caso di evento sismico (in genere sono richiesti almeno 4 cm di caldana).

Sezione comune: Altre informazioni e note

- **Copertura:** è richiesto di indicare la forma, la massa e il materiale della copertura e le relative percentuali di distribuzione scegliendo al massimo due categorie che includano insieme almeno l'80% degli edifici della tipologia. Si richiede inoltre di indicare la percentuale di edifici con copertura spingente presenti. Per quanto riguarda la

massa di una copertura, si definisce leggera generalmente una copertura realizzata con struttura portante in legno o in acciaio, mentre si definisce pesante una copertura realizzata in calcestruzzo armato. In alcuni casi, particolari rivestimenti possono rendere coperture lignee o in acciaio coperture pesanti, come per esempio l'utilizzo delle lose. Le lose sono lastre di pietra dello spessore di 4 cm in media che vengono sovrapposte a partire dalla linea di gronda verso il colmo, per creare lo strato superficiale del tetto. Queste lastre, molto resistenti nei confronti di accumuli nevosi tipici delle zone alpine, hanno un peso in opera sulla struttura che può raggiungere i 200 kg/m^2. Per quanto riguarda invece il termine di copertura spingente, si intende spingente una copertura che in condizioni sismiche possa avere un comportamento spingente nei confronti degli appoggi perimetrali. Secondo questa definizione, coperture staticamente non spingenti ma che presentano un cattivo ancoraggio al colmo degli elementi secondari oppure la presenza di un colmo flessibile o ancora un cattivo ancoraggio tra colmo e sottostruttura, devono essere considerate cautelativamente spingenti. Si riporta l'abaco delle coperture estratto dal manuale AeDES.



Manuale per la determinazione della natura spingente delle coperture

- **Aperture in facciate:** è richiesto di indicare il range di valori di percentuale di superficie aperta rispetto alla percentuale della facciata. Nel caso di edifici in muratura, se il sottomensola delle finestre è di spessore molto inferiore rispetto allo spessore del muro portante, si considererà come superficie aperta anche la parte di parete sottomensola.

- **Regolarità:** è richiesto di indicare la regolarità in pianta e in altezza degli edifici appartenenti al comparto. Si considerano regolari in pianta edifici compatti, la cui impronta a terra sia inscrivibile in un rettangolo con rapporto tra i due lati inferiore a quattro. Altri parametri utili per individuare edifici regolari è la presenza di assi di simmetria, la disposizione regolare e simmetrica delle strutture portanti e delle masse portate. Sono considerati regolari, inoltre, edifici che presentino rientranze inferiori al 20% della dimensione maggiore per ogni direzione. Nella valutazione della regolarità in pianta assume un ruolo chiave la posizione del corpo scala, soprattutto sugli edifici in calcestruzzo armato e in presenza di setti portanti. Essendo tale elemento molto rigido, una sua posizione eccentrica può spostare notevolmente il centro delle rigidezze dal centro delle masse. Per quanto riguarda invece la regolarità in altezza, l'indice principale di irregolarità è la variazione di superfici di piano tra due piani contigui o la forte variazione di percentuale di superficie aperta tra un piano limitrofi.
- **Interventi strutturali della tipologia:** si richiede di indicare il periodo temporale in cui siano stati effettuati la maggior parte degli interventi strutturali sugli edifici della tipologia e di indicare la tipologia di interventi effettuato nei confronti delle azioni sismiche. Interventi che non abbiano modificato le componenti strutturali dell'edificio non sono da considerarsi.
- **Aperture piano terra:** è richiesto di indicare il range di valori di percentuale di superficie aperta al piano terra rispetto alla percentuale della facciata. Questo valore si discosta generalmente dal valore calcolato per l'intera facciata in presenza di box auto al piano terra. La presenza di tali elementi sul fronte strada, oltre ad aumentare notevolmente la percentuale di aperture, provoca anche in

genere una irregolarità della distribuzione delle rigidezze, dovuta alla mancanza di contributo delle tamponature sul fronte strada.

- **Stato di conservazione (Sdc):** è richiesto al compilatore un giudizio sullo stato di conservazione di elementi strutturali, non strutturali e una valutazione sugli edifici nel complesso.
- **Tipologia scale:** è richiesto di indicare la tipologia delle scale presenti nella maggior parte delle strutture analizzate. La scala può rappresentare un elemento di collegamento rigido tra piani diversi dell'edificio, modificando in alcuni casi il modo di vibrare della struttura sottoposta ad azione sismica.
- **Elementi non strutturali vulnerabili:** è richiesto di indicare quali elementi tra quelli presenti in elenco siano presenti nella tipologia in esame. Si chiede inoltre di specificare per ognuno degli elementi presenti la percentuale degli oggetti che si trovano in cattive condizioni.
- **Fondazioni:** si chiede di indicare la categoria, la tipologia e la percentuale delle fondazioni presenti nella tipologia studiata. Le fondazioni discontinue, in particolare, risultano molto negative nell'eventualità di fenomeno sismico. Queste fondazioni non avendo un collegamento fisico alla base dei pilastri, sono soggette a fenomeni di spostamento differenziale che durante la calamità naturale possono verificarsi sia nel piano orizzontale che nel piano verticale.
- **Note:** in questa sezione è chiesto al compilatore di appuntare tutte le annotazioni rilevanti ai fini della definizione di vulnerabilità della tipologia. Possono essere inoltre indicate giustificazioni a particolari scelte fatte nel completamento della scheda.

3.2 Scheda cartis 2016

La scheda cartis 2016 è una scheda che serve non più a categorizzare un'intera tipologia edilizia, bensì a categorizzare il singolo edificio appartenente a una delle tipologie edilizie precedentemente descritte. Questo documento differisce principalmente dal precedente soltanto per la sezione 0, della quale forniamo una guida con interpretazioni e motivazioni delle diverse richieste.

3.2.1 Sezione 0

- **Dati di localizzazione:** vengono richiesti la regione, la provincia e il comune e la frazione dell'edificio analizzato e i relativi codici ISTAT, reperibili direttamente sul sito principale dell'istituto nazionale di statistica attraverso "l'elenco dei codici statistici e denominazione delle unità territoriali".
- **Dati identificativi unità di ricerca (UR) RELUIS:** vengono richiesti nominativi, dati e contatti sia del compilatore che del referente. Il compilatore deve fugare eventuali dubbi riguardanti la compilazione della scheda attraverso il referente, il quale rappresenta quindi un esperto a cui fare affidamento in caso di necessità.
- **Dati fonte:** è richiesto di indicare la fonte da cui si sono ottenute le informazioni fornite nel seguito e una breve descrizione dell'edificio analizzato.
- **Planimetria centro urbano con localizzazione geografica dell'edificio:** è richiesto di indicare la posizione dell'edificio analizzato su una mappa in scala adeguata. Per avere un rapido collegamento con la scheda CARTIS 2014 può essere utile impiegare come mappa di partenza la mappa contenete i vari comparti, inserita nella sezione 0 della scheda analizzata in precedenza.

3.2.2 Sezione 1, 2, 3

Per le sezioni successive, i punti analizzati rimangono gli stessi presenti nella scheda 2014, variano soltanto le possibilità di inserire alcuni valori percentuali o scelte multiple in ragione del fatto che l'edificio analizzato è soltanto uno e la presenza di una caratteristica esclude direttamente le altre. L'unica differenza riscontrabile con la scheda del 2014 è la presenza di un codice identificativo più lungo, composto dal codice identificativo della tipologia a cui appartiene l'edificio analizzato e seguito da un valore numerico progressivo di quattro cifre che identifica in maniera univoca il singolo edificio.

4 Scheda cartis nei comuni di La Salle e Morgex

La scheda CARTIS 2014 è stata applicata al territorio dei comuni di La Salle e Morgex per poter studiare l'evoluzione di due comuni alpini di una zona mediamente turistica, contraddistinti dalla presenza sia di edifici residenziali monofamiliari, più diffusi tra le proprietà dei residenti del luogo con quindi funzione di prima casa, sia da condomini con diverse proprietà al loro interno, tipici delle zone di espansione, utilizzati principalmente come seconde case.

Si esporranno quindi nel seguito i due comuni studiati, partendo dai comparti studiati e descrivendo brevemente le caratteristiche principali delle tipologie edilizie presenti.

4.1 Comune di La Salle

Il comune di La Salle è un piccolo comune di 2040 abitanti situato in Valle d'Aosta, a circa 25 km da Aosta e a 10 km circa dalla più conosciuta Courmayeur. Il capoluogo si trova a un'altitudine di 1000 metri s.l.m. ma, essendo il comune caratterizzato da una forte frammentazione dell'edificato sul territorio e essendosi sviluppato molto sul versante destro orografico della valle centrale, possiamo trovare aggregati costantemente abitati fino a un'altitudine di 1600 metri s.l.m.. Considerando che nel passato le attività principali degli abitanti di La Salle erano basate sull'agricoltura e considerando inoltre la morfologia del territorio, che sale con pendii poco scoscesi e ben esposti alle radiazioni solari, risulta giustificata la frammentazione ancora oggi presente degli edificati e la loro estensione in altitudine principalmente sul versante più produttivo. In effetti, la frammentazione è giustificata dalla necessità di costruire le abitazioni nei pressi dei terreni coltivati e l'estensione in altitudine sul versante destro è giustificata dal fatto che per un agricoltore, soprattutto nel passato, avere un terreno ben esposto significava principalmente poter iniziare a lavorare e coltivare il terreno quando il fondovalle o i terreni sul versante opposto erano ancora innevati. All'inizio del XX secolo,

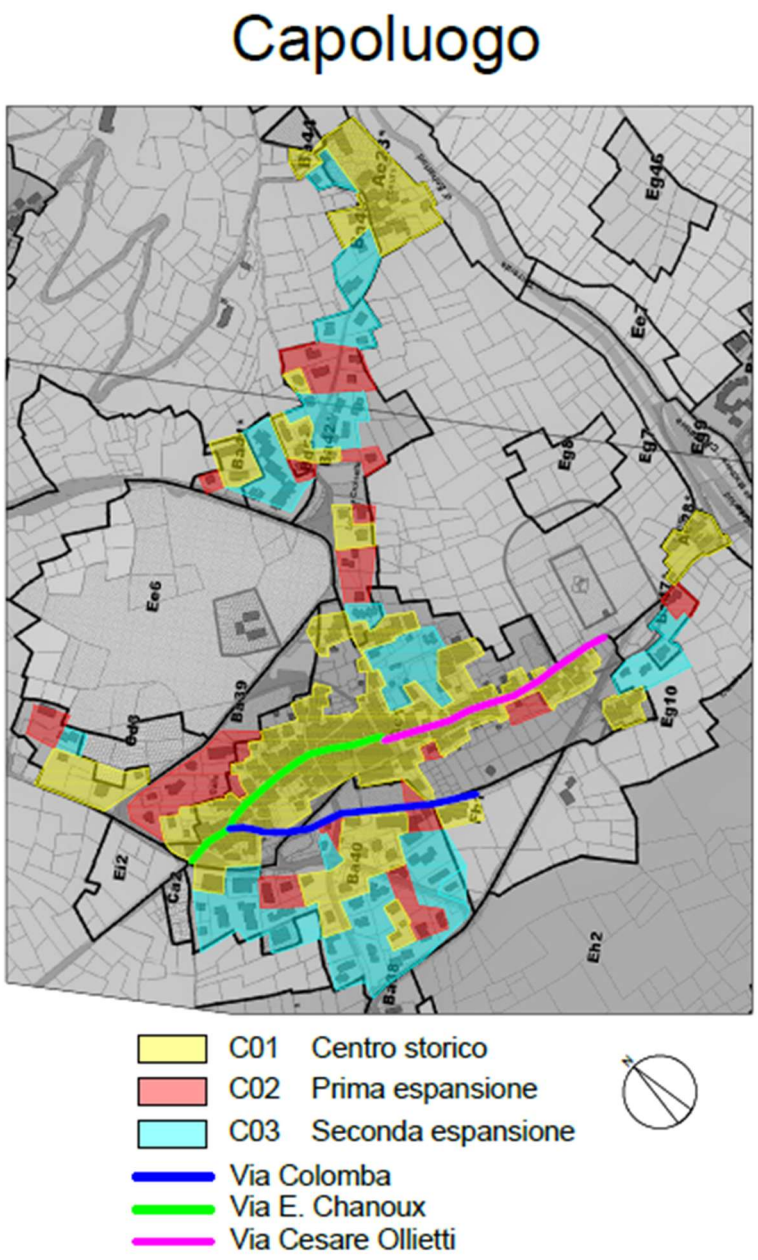
la dispersione degli aggregati e la limitata capacità di spostamento degli abitanti aveva portato alla creazione di diversi nuclei indipendenti. Si contavano in totale 5 scuole in un paese che all'epoca era abitato da circa 2000 persone.

Nel passato più lontano, in particolare fino al 1782, l'attuale frazione di Derby, una delle più grandi del comune, costituiva un comune a sé stante, con quindi i propri edifici dedicati a funzioni amministrative e religiose e tutt'ora mantiene una parrocchia separata rispetto al resto del paese. Oltre ad essere separato amministrativamente, questo aggregato si distingueva anche dai territori circostanti sottomessi alla contea di Savoia per essere sotto il controllo diretto della Diocesi di Aosta. Come primo passo per applicare la scheda Cartis al comune di La Salle si è quindi scelto di effettuare delle ricerche storiche sia sul capoluogo che sulla frazione di Derby, in modo da valutare una parte più ampia dell'edificato, verificando inoltre la presenza o meno di differenze negli edifici più antichi dei due nuclei urbani.

La ricerca di mappe storiche presso gli enti locali è stata però meno proficua di quanto sperato, soprattutto per quanto riguarda le mappe più antiche. In effetti sono stati trovati documenti cartografici a partire dal 1978, i più recenti documenti del '88, 2001 e l'attuale piano regolatore del 2013. Procedendo quindi la ricerca presso liberi professionisti in attività prima del '78, si è trovata una riproduzione cartografica del capoluogo datata 1960 che era molto simile alla mappa del '78 trovata in comune, documento allegato a una prima versione del piano regolatore comunale. Considerando che, da fonti certe e verificate, lo sviluppo del paese è attribuibile principalmente a partire dagli anni '60, gli edifici presenti nella mappa del 1960 sono, con molta probabilità, gli stessi che erano presenti all'inizio del XX secolo, se non per il complesso di case costruito lungo la parte più a sud-est di Via Colomba attribuibile alla prima metà del 1900. Per quanto riguarda Derby, purtroppo non sono state trovate mappe precedenti al 1978, ma considerando l'assenza di nuovi edifici nel capoluogo tra la mappa del '78 e la mappa del '60, verranno considerati anche in questo caso come edifici del centro storico quelli

riportati nella mappa del ’78. Le singole mappe trovate saranno fornite nella sezione finale degli allegati.

4.1.1 Il capoluogo



Planimetria del centro urbano con numerazione e indicazione dei comparti.

L’evoluzione del capoluogo a partire dagli anni ’60 ha fatto sì che venissero inglobate nel tessuto urbano principale sia la frazione di Ecours, a nord-est, che la frazione del Favrey, a Est, un tempo separate da terreni agricoli. Lo sviluppo in generale è avvenuto in più direzioni, in alcuni casi andando a saturare aree tra

complessi esistenti, come per esempio nella zona a nord-est del centro storico, mentre in altri casi espandendosi in maniera radiale rispetto ai fabbricati esistenti. Da interviste effettuate in zona si è anche individuata la parte più antica dell'aggregato che seguiva l'andamento di Via Cesare Ollietti e Via E. Chanoux, ma viste le difficoltà nel ricavare un perimetro preciso di zona e nel distinguere gli edifici più antichi in un complesso che ha subito per la quasi totalità interventi di ristrutturazione intorno agli anni'50/60, si è scelto di indicare soltanto le zone individuate dalle mappe, considerate quindi come zone certe.

Per quanto riguarda le tipologie edilizie, si sono riscontrate tre tipologie edilizie differenti: una in muratura, presente nella zona più antica del costruito e due in calcestruzzo armato, attribuibili più precisamente agli edifici costruiti nel decennio '78/'88 e ai successivi edifici costruiti per la quasi totalità tra l'88 e il 2001. Gli edifici più recenti sono stati inglobati in quest'ultima categoria non tanto per similitudini strutturali, quanto più per il numero molto limitato di elementi e la disposizione sparsa (in totale non superano le 5 unità e non sono raggruppati in un'unica zona).

4.1.2 Derby

Planimetria del centro urbano con numerazione e indicazione dei comparti.

La frazione di Derby ha avuto uno sviluppo ben più limitato rispetto al capoluogo e, nel complesso, gli edifici presenti nel 1960 rappresentano in buona parte il totale degli edifici oggi presenti. Nonostante questa differenza geografica nello sviluppo del costruito, sopralluoghi effettuati non hanno riscontrato particolari differenze tra le tipologie costruttive utilizzate nella frazione e nel capoluogo di La Salle. Se questo risulta del tutto scontato per gli edifici più recenti in

calcestruzzo armato, non è del tutto immediato per i più antichi edifici in muratura. Un elemento sicuramente molto influente per questa categoria è l'assenza di edifici abitati che non abbiano subito almeno un intervento di ristrutturazione a partire dall'inizio del XX secolo. Questi interventi hanno in particolare molto uniformato la tipologia soprattutto per quanto riguarda gli elementi strutturali orizzontali e le scale. Per quanto riguarda invece le murature portanti, queste sono ancora spesso quelle originali e all'interno del comparto di Derby, non si sono individuate difformità particolari rispetto alle murature presenti nel capoluogo. A fronte di queste osservazioni, si è scelto di compilare un'unica scheda Cartis di livello 0 per l'intero territorio del comune di La Salle, duplicando solamente la facciata dedicata alla planimetria del centro urbano e alle relative perimetrazioni. Le sezioni successive, dedicate alla descrizione delle tipologie edilizie individuate, saranno quindi valide sia per il capoluogo di La Salle che per la frazione di Derby.

4.1.3 Tipologie strutturali nel comune di La Salle

Forniamo ora una breve descrizione delle caratteristiche principali di ogni tipologia lasciando i particolari visionabili nelle schede fornite in allegato.

MUR1

Edificio appartenente alla tipologia strutturale MUR1.

La tipologia Mur1 è presente principalmente negli edifici appartenenti al comparto C01, ovvero il comparto storico e soltanto in alcuni casi isolati è presente negli edifici del comparto C02. Gli edifici sono per la maggior parte in adiacenza gli uni con gli altri, mantenendo quindi strutture verticali indipendenti ma che interagiscono tra di loro in caso di sollecitazione sismica. Questi edifici, aventi uno sviluppo in altezza che non supera mai i quattro piani, sono caratterizzati da una struttura in muratura sbozzata legata principalmente con malta di calce, una copertura lignea con strato superiore in lose, una limitata percentuale di superficie aperta anche sul fronte principale e un piano interrato o semi interrato con presenza di più volte affiancate. Quest'ultimo dettaglio risulta influente soprattutto per quanto riguarda la tipologia delle fondazioni in quanto, se le fondazioni perimetrali dei muri sono sempre continue, la presenza ricorrente di quattro volte a crociera con un pilastro comune al piano più basso fanno sì che la fondazione dello stesso sia di tipo puntuale e isolata rispetto alle altre fondazioni. Il piano seminterrato o interrato era usato in passato principalmente per il ricovero degli animali ed è usato principalmente al giorno d'oggi per la conservazione di cibi e bevande. Lo stato di conservazione degli edifici è molto vario e va dal buono, con eventualmente qualche segno di ammaloramento in facciata per gli edifici abitati, a uno medio scadente per gli edifici non abitati e non ancora ristrutturati, che rappresentano circa il 10% del totale degli edifici. Gli elementi in calcestruzzo armato più ricorrenti sono sicuramente i balconi degli edifici ristrutturati, che erano originariamente in legno per balconi di gradi dimensioni e in pietra per balconi di piccole dimensioni. Nella ristrutturazione degli edifici era inoltre molto ricorrente trasformare sottotetti destinati alla conservazione della paglia e dei prodotti agricoli in abitazioni residenziali, andando quindi a chiudere le ampie aperture, destinate al passaggio dell'aria necessaria all'essicazione, con della muratura del tutto simile alla muratura già

presente nell'edificio e a sostituire i solai lignei con solai realizzati principalmente in latero-cemento gettato in opera.

CAR1

Edificio appartenente alla tipologia strutturale CAR1.

La tipologia strutturale CAR1 è caratteristica degli edifici del comparto C02 e, a differenza della categoria precedente, è composta principalmente da strutture in calcestruzzo armato. Le caratteristiche peculiari di questa tipologia sono la disposizione degli edifici in maniera isolata, l'altezza media di quattro piani compreso il piano interrato, dedicato molto spesso a box auto, la presenza di alcuni edifici con copertura in calcestruzzo (caratteristica riscontrabile soltanto in edifici di tale periodo in zona) e la forma in pianta mediamente regolare. Questi edifici presentano inoltre la tamponatura inserita nel telaio, aspetto non sempre favorevole in quanto fa sì che la muratura partecipi alla definizione della rigidezza per forze laterali. Nonostante questo, la presenza di aperture di medie e grandi dimensioni all'interno di ogni spazio di maglia strutturale e la consuetudine di

utilizzare laterizi forati per costruire i tamponamenti fanno sì che il contributo meccanico delle pareti sia comunque marginale rispetto al contributo dato dal telaio in calcestruzzo armato.

CAR2

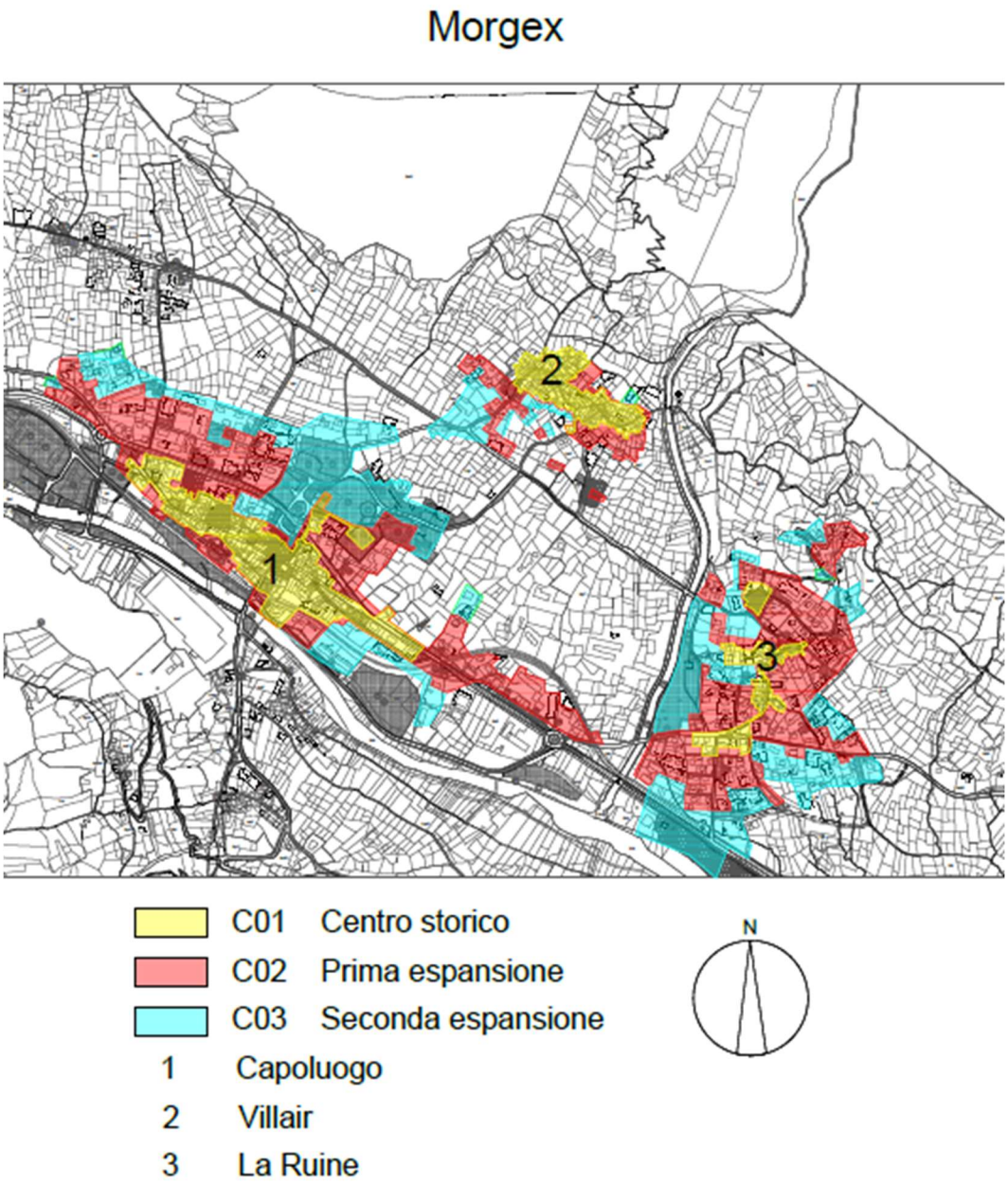
Edificio appartenente alla tipologia strutturale CAR2.

La categoria CAR2, nonostante presenti molti edifici con finitura esterna in pietra a vista, tipica locale, è in realtà costituita interamente da edifici con telaio in calcestruzzo e lo strato superficiale in pietra a vista viene creato all'esterno del profilo in pianta del solaio con uno spessore di 20/30 cm. Nonostante la pietra abbia caratteristiche meccaniche migliori dei laterizi forati, la posizione relativa rispetto al telaio strutturale fa sì che questa non partecipi in maniera consistente nella definizione della rigidezza strutturale nel piano X-Y e partecipi soltanto la muratura in laterizi forati presente tra la maglia strutturale. Quindi, nonostante questi edifici abbiano caratteristiche strutturali molto simili agli edifici della tipologia CAR1, la distanza temporale di costruzione non permette di inserire entrambi gli edifici all'interno della stessa tipologia strutturale. Un elemento di

distinzione tra le due tipologie, oltre al rivestimento esterno in pietra, è l'assenza di coperture in calcestruzzo armato a favore di coperture lignee, più caratteristiche e tradizionali della zona valdostana.

4.2 Comune di Morgex

Il comune di Morgex è un comune di 2100 persone circa confinante a Est con il comune di La Salle e situato a un'altitudine di 923 metri s.l.m.. Nonostante la vicinanza con il comune analizzato in precedenza, la diversa conformazione geografica del territorio ha portato a uno sviluppo degli aggregati completamente diverso rispetto al comune di La Salle. Il comune di Morgex, infatti, essendo caratterizzato da un versante destro orografico molto ripido e scosceso, ha avuto una minore frammentazione dell'edificato sulla propria superficie a favore, invece, di uno sviluppo localizzato principalmente nei pressi del capoluogo e di qualche frazione situata nel fondovalle. L'analisi storica effettuata sul comune si è quindi concentrata sull'evoluzione del capoluogo, della frazione del Villair e della frazione di La Ruine e, presso gli uffici comunali, sono state trovate mappe del '68, '78, '95 e l'attuale piano regolatore del 2013 così da poter ricostruire l'evoluzione cartografica dei nuclei urbani. Anche nel caso di Morgex, l'evoluzione principale del paese è avvenuta principalmente fino agli anni '90 mentre successivamente gli edifici di nuova edificazione sono limitati a pochi casi sparsi sul territorio comunale. A differenza del comune di La Salle però, l'evoluzione del costruito è stata molto maggiore per aumento percentuale di edifici rispetto al centro storico e, temporalmente, in anticipo di dieci anni rispetto a quanto avvenuto a pochi km di distanza. Nel comune di La Salle, infatti, si era evidenziata una situazione di stallo costruttivo tra il '60 e il '78 e un successivo sviluppo marcato tra il '78 e l'88. Al contrario nel comune di Morgex si è osservata una forte evoluzione già a partire dal decennio 1968-1978, proseguita poi fino al 1995.



Planimetria del centro urbano con numerazione e indicazione dei comparti.

Lo sviluppo del capoluogo si è concentrato molto in direzione parallela al fondovalle, andando inizialmente a saturare gli spazi costruibili compresi tra la Dora Baltea e la strada statale e, successivamente, andando a espandersi al di là della stessa con un complesso di condomini utilizzati principalmente come seconda casa. Lo sviluppo delle frazioni è avvenuto invece secondo forme dell'aggregato più compatte rispetto al capoluogo, ma evidenziando sempre una fase di sviluppo maggiore negli anni '70. Analizzando il costruito in funzione della ricerca storica effettuata, si sono trovate tre tipologie edilizie appartenenti a

ogni periodo analizzato e, per certi aspetti, differenti rispetto alle tipologie riscontrate nel comune di La Salle.

4.2.1 Tipologie strutturali nel comune di Morgex

Forniamo ora una breve descrizione delle caratteristiche principali di ogni tipologia, lasciando i particolari visionabili nelle schede fornite in allegato.

MUR1

Edificio appartenente alla tipologia strutturale MUR1.

La tipologia strutturale MUR1 è caratteristica degli edifici appartenenti al centro storico, anche se si trova qualche caso isolato di tale tipologia strutturale negli edifici appartenenti alla prima zona di espansione. La maggior parte degli edifici si trovano in adiacenza strutturale e un 20% circa di casi, derivanti molto spesso da suddivisioni nel tempo di edifici unici, sono in connessione con strutture verticali in comune. Il fatto principale di considerare questi edifici come singole strutture in connessione piuttosto che come un'unica struttura, deriva spesso dall'aver subito interventi di ristrutturazione in periodi diversi oppure dall'aver ristrutturato nel tempo, solo una parte dell'edificio originale.

Un'altra caratteristica principale è, inoltre, il limitato sviluppo verticale degli edifici, che raramente raggiunge i quattro piani, con una distribuzione degli edifici di due e tre piani abbastanza simile che rappresentante la quasi totalità del costruito. La muratura con pietra pseudo regolare senza ricorsi, tipica della zona valdostana, è realizzata con giunti in calce dello spessore medio di 80 cm con un interasse medio tra murature opposte di 7 metri. Per quanto riguarda lo stato di conservazione degli edifici, una più diffusa ristrutturazione rispetto al comune di La Salle e una maggior occupazione degli edifici presenti fanno sì che, nel complesso, la tipologia edilizia abbia valori di stato di conservazione migliori. La quasi totalità degli edifici presenta inoltre solai attribuibili alle fasi di ristrutturazione, realizzati principalmente in latero cemento gettato in opera, mentre, per quanto riguarda le murature portanti, molti edifici mantengono la muratura originale, con interventi soprattutto per quanto riguarda il ripristino dei giunti tra elementi lapidei. Si riscontrano nella tipologia edilizia alcuni edifici ristrutturati mediante strutture miste con nucleo in calcestruzzo armato interno alla muratura, con funzione portante per gli impalcati orizzontali e utilizzo della muratura esistente con sola funzione di chiusura. Le fondazioni degli edifici sono principalmente di tipo continuo, anche se gli edifici più grandi presentano spesso più volte a crociera negli interrati, sorrette nei punti centrali da singoli pilastri con fondazione puntuale.

CAR1

Edificio appartenente alla tipologia strutturale CAR1.

La tipologia edilizia CAR1 è tipica del comparto C02, ovvero degli edifici costruiti tra il ’68 e il ’78. Le caratteristiche principali di questa tipologia sono la struttura isolata nel 100% degli edifici, la struttura portante in calcestruzzo armato, un’estensione verticale di 3/4 piani fuori terra con interrato o piano terra dedicati a autorimessa, una superficie media di piano di circa 170 m^2, con valori dipendenti, comunque, dal numero di appartamenti per piano, una copertura prevalentemente in calcestruzzo armato (80% degli edifici totali) e il telaio presente soltanto in una direzione, con un passo strutturale compreso tra i 4 e i 6,5 metri. Una particolarità legata alla copertura è il legame tra tipologia di edificio e tipologia di copertura. Più in particolare gli edifici destinati a prima casa, generalmente edifici monofamiliari con più appartamenti al loro interno, presentano nella maggior parte dei casi una copertura in legno più tipica e

tradizionale, mentre gli edifici destinati a seconda casa presentano in generale una copertura in calcestruzzo armato.

Nonostante questa differenza, gli edifici destinati a prima casa, più diffusi nello sviluppo delle frazioni, sono in numero inferiore rispetto agli edifici destinati a seconda casa presenti nel capoluogo, localizzati principalmente nella zona a nord della SS26.

Gli edifici sono tutti mediamente regolari con corpo scala generalmente disposto in posizione centrale, soprattutto negli edifici con più appartamenti per piano. Il 90% degli edifici presenta inoltre regolarità in altezza, mentre il restante 10% circa degli edifici, avendo al piano terra parte della superficie in pianta destinata a piano pilotis, presenta forte irregolarità in elevazione. I tamponamenti sono in genere inseriti all'interno del telaio strutturale, ma presentano numerose aperture e sono realizzati in laterizi forati. Questi aspetti determinano una ridotta partecipazione delle tamponature nella definizione della rigidezza strutturale. Un elemento diffuso di irregolarità nelle strutture osservate è la presenza di box auto a piano terreno sul lato strada. Questa caratteristica, aumentando molto la percentuale di apertura su un solo lato della pianta dell'edificio, rischia di spostare il baricentro delle rigidezze dell'edificio, generando quindi, in caso di evento sismico, moti torsionali. La tipologia strutturale CAR1 è infine caratterizzata da una struttura del piano interrato annegata nei getti realizzati per creare i muri contro terra. In particolare, il muro perimetrale veniva armato soltanto in corrispondenza dei pilastri strutturali superiori e nella parte inferiore del muro, così da avere uno scheletro armato annegato in un unico getto in calcestruzzo. Secondo questo schema realizzativo si è quindi scelto di considerare a fondazione continua la tipologia di appoggio a terra degli elementi perimetrali, mentre gli elementi interni hanno la propria fondazione a plinti isolati.

CAR2

Edificio appartenente alla tipologia strutturale CAR2.

La tipologia CAR2 è in realtà del tutto simile alla precedente, dalla quale però si differenzia principalmente per il periodo costruttivo. In particolare, la suddivisione è stata obbligata dal punto f della sezione 2 della scheda CARTIS la quale, limitando la scelta del periodo di costruzione al massimo a due intervalli, non permetteva di includere in un'unica tipologia gli edifici costruiti dal '68 al '78 e gli edifici costruiti tra il '78 e il '95. Una peculiarità della tipologia CAR2 è la presenza di complessi di edifici simili, affiancati tra loro.

5 Analisi strutturali su edificio campione

Una volta terminate le fasi preliminari di analisi del costruito e caratterizzazione tipologica dello stesso, si è deciso di calcolare, per un edificio rappresentativo di una tipologia strutturale, diversi fattori riguardanti la vulnerabilità sismica, considerando tale edificio come rappresentativo dell'intera tipologia. Si è quindi scelto un edificio campione appartenente alla tipologia CAR1, ovvero quegli edifici in calcestruzzo armato costruiti tra il 1970 e il 1980 circa, in quanto a questo periodo è attribuibile una forte espansione dei comuni analizzati e quindi un numero elevato di costruzioni edificate, come ben visibile nelle schede cartis compilate. Gli edifici appartenenti a questo periodo, inoltre, risultano spesso abitati senza aver subito alcun tipo di intervento strutturale successivo alla loro realizzazione, se non sporadici interventi di sostituzione della copertura lignea.

Ricavati i valori di vulnerabilità per la struttura campione secondo il grado di difformità e la vulnerabilità sismica, si è quindi deciso di confrontare tali valori con dei valori caratteristici della città di Torino. Per fare questo si è deciso di costruire un modello fittizio avente le stesse dimensioni geometriche esterne del fabbricato analizzato sul territorio valdostano, ma modellato nel software di calcolo secondo le caratteristiche geometriche tipiche degli edifici realizzati a Torino nello stesso periodo. Tali informazioni, sono state ricavate da un abaco realizzato da Paolo Caruso nello svolgimento della sua Tesi Magistrale, dal titolo "Analisi di strutture esistenti in cemento armato". Il confronto tra i risultati ottenuti per l'edificio reale e l'edificio fittizio evidenzieranno quindi se esistono discrepanze tra edifici progettati secondo la stessa normativa non sismica e costruiti in territori diversi.

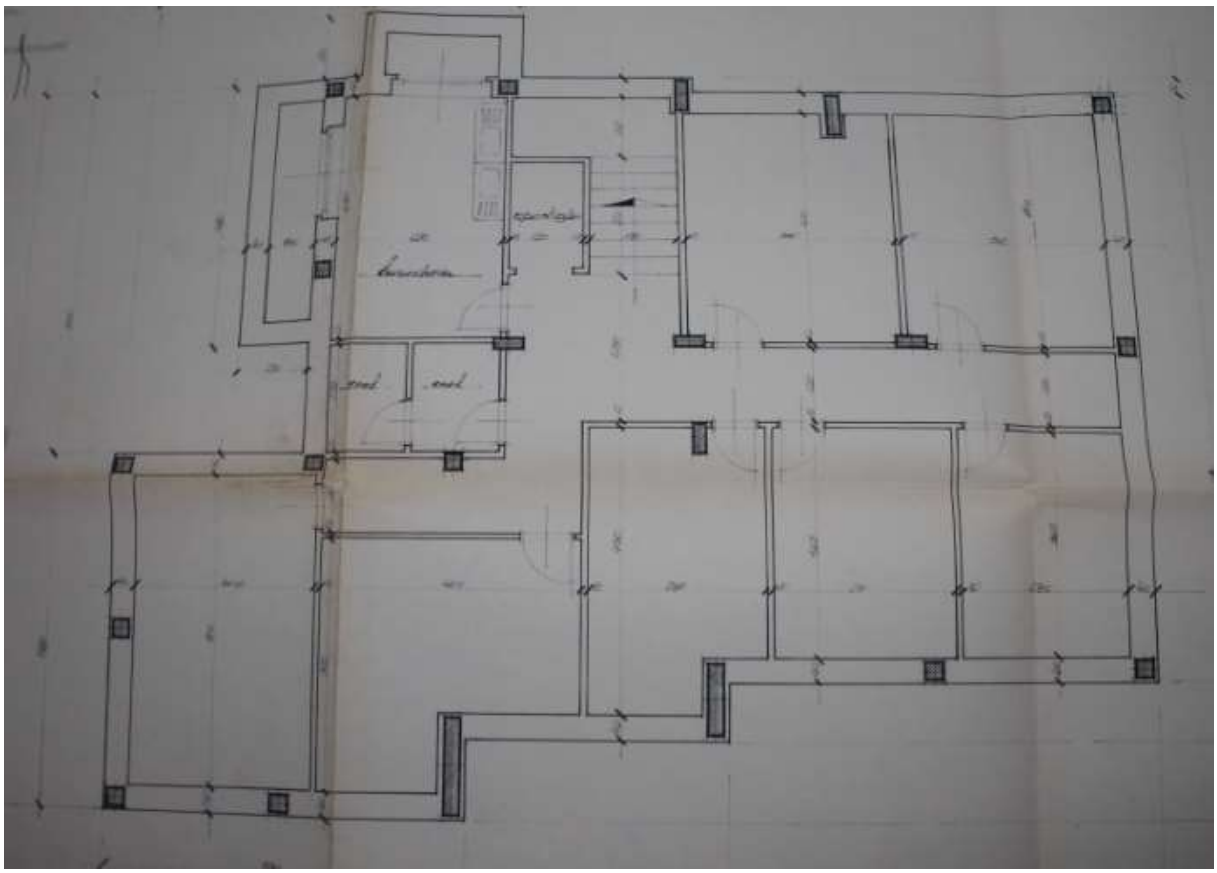
Passiamo quindi ora a trattare nel dettaglio le analisi effettuate partendo dall'inquadramento dell'edificio campione scelto.

5.1 Edificio campione

Immagine dell'edificio campione scelto come rappresentativo.

L'edificio campione scelto è situato nel comune di Morgex, nella frazione del Villair ed è stato costruito nel 1973. Il fabbricato, composto da tre piani abitabili fuori terra, un sottotetto non abitabile e un piano interrato, è realizzato con una struttura portante a telaio monodirezionale in calcestruzzo armato con solai orditi parallelamente al lato corto della pianta e con una "box type foundation" alla base. Questo tipo di fondazione è caratterizzato dalla presenza di muri perimetrali controterra in calcestruzzo armato, su cui posano i pilastri perimetrali e da plinti interni isolati, portanti i pilastri interni della struttura. La particolarità realizzativa di questo tipo di struttura interrata nei comuni studiati riguarda l'assenza di un vero reticolo di armatura distribuito nei muri perimetrali e l'inserimento in fase realizzativa dell'armatura soltanto in corrispondenza dei pilastri superiori e della parte inferiore del muro in calcestruzzo. Durante le fasi di modellazione si è

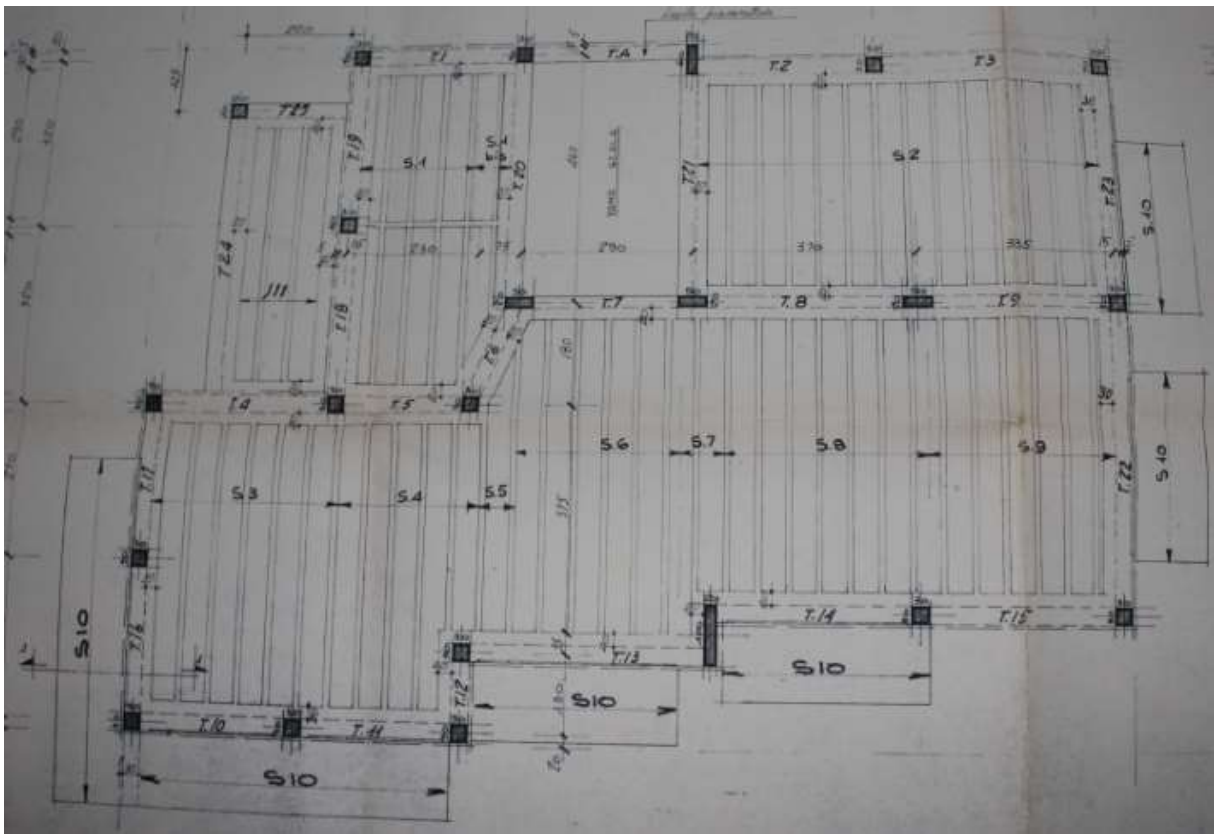
comunque scelto di modellare il muro perimetrale come un elemento continuo, considerando che lo scopo delle analisi svolte non era la verifica o il progetto delle strutture interrate ma, piuttosto, il progetto degli elementi strutturali fuori terra della costruzione e la determinazione della vulnerabilità degli stessi.



Pianta piano interrato.

Per quanto riguarda le sezioni dei pilastri perimetrali, questi sono in genere da 30x30 cm e a metà della dimensione massima in pianta sono presenti due pilastri rispettivamente da 20x60 cm e da 20x100 cm disposti con il lato maggiore del pilastro parallelo al lato minore della pianta. In realtà, inizialmente, il numero di pilastri con sezioni poco compatte doveva essere maggiore, come visibile nelle piante architettoniche, mentre in fase realizzativa si è scelto di sostituire tali elementi con più elementi a sezione quadrata collegati da travi, in modo da seguire l'andamento della facciata principale. I pilastri centrali hanno invece una sezione di 20x50cm, disposti con il lato maggiore parallelo al lato maggiore dell'edificio e hanno anche la funzione di sostenere, con un appoggio centrale, le travi inclinate

della copertura. In effetti, nonostante la copertura sia realizzata con elementi lignei, la presenza di terzere sfalsate rispetto alla disposizione in pianta dei pilastri ha reso necessaria la realizzazione di questi elementi in conglomerato cementizio, al fine di ripartire le azioni verticali sui pilastri centrali e laterali dell'edificio.



Pianta strutturale secondo solaio.

Per quanto riguarda le sezioni delle travi invece, queste hanno una dimensione di 30x24 cm in genere per i solai a quota 0, 2.8, 5.6 metri, mentre hanno una sezione generica di 30x20 cm nel solaio di sottotetto dovuta al minor spessore del solaio stesso. Perimetralmente a tutti i solai, in realtà, è stata lasciata una fascia piena in calcestruzzo, armata soltanto per mezzo dell'elemento di chiusura superiore delle staffe della trave che veniva sagomato secondo la sezione dell'intera parte in calcestruzzo (trave e fascia piena). Considerando però che la maggior parte dei ferri d'armatura è disposta all'interno della sola sezione della trave e che i ferri presenti nella fascia piena sono in realtà assimilabili ai correnti superiori del solaio, la sezione resistente della trave è stata tenuta pari alla sezione delle staffe

aumentata del rispettivo copriferro mentre la fascia piena di solaio si è considerata funzionale soltanto dal punto di vista della resistenza a taglio del solaio.

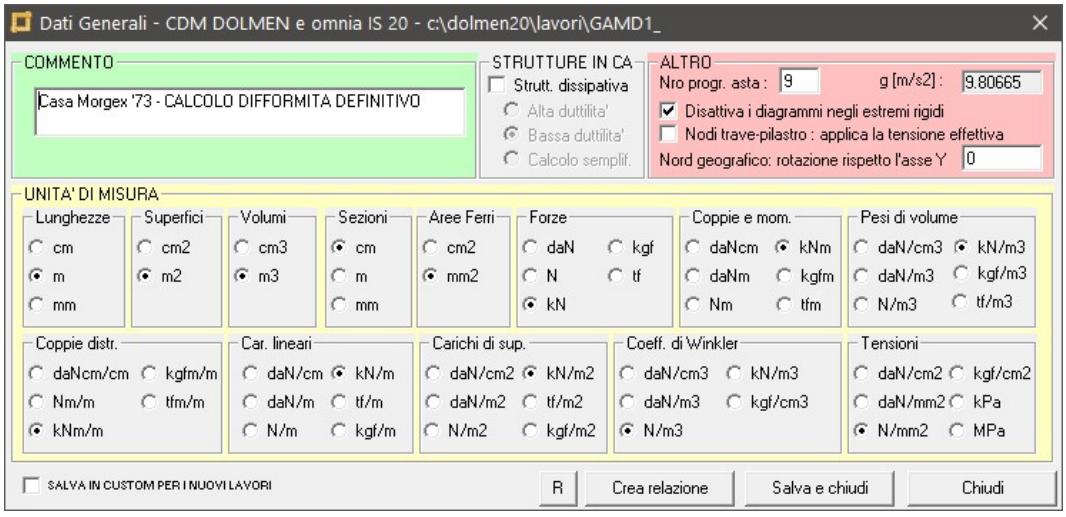
Il fabbricato presenta inoltre un corpo scala disposto nella parte nord della pianta e in posizione abbastanza centrale, realizzato con scale a soletta rampante e trave di pianerottolo a quota +1.4m rispetto al solaio inferiore. Il solaio s11 visibile nella pianta strutturale è in realtà un terrazzo esterno al fabbricato di spessore 20cm che viene sorretto dalla trave T4 e dalla trave T25 la quale, a sua volta, è portata dalla T19 e da un pilastro esterno al perimetro chiuso dell'edificio. Tutti i solai interni sono realizzati in latero cemento e lo spessore è di 24 cm per i solai di piano terra, piano primo e piano secondo, mentre è di 20 cm per il solaio di sottotetto. Per quanto riguarda i balconi, invece, sono stati realizzati con una soletta piena in conglomerato cementizio e armati con 2ϕ8 e 1ϕ6 ogni 50 cm entranti per almeno due travetti nei balconi sul lato ad est dell'edificio.

La copertura, oltre alle caratteristiche già fornite, presenta anche un forte sbalzo al di sopra della terrazza ad ovest realizzato per mezzo della sovrapposizione di tre elementi lignei di sezione 21x26 cm, collegati per mezzo di barre d'armatura sagomate a "U" filettate in testa, piastre forate e dadi di serraggio. La copertura è composta da due tetti distinti, aventi in comune la linea di gronda a nord e l'inclinazione delle falde ma con quote diverse di colmo così che la parte più a ovest risulti più alta sul fronte strada della parte ad est. Nell'intersezione dei due tetti, in particolare, gli elementi della parte a quota più bassa si appoggiano direttamente sulle travi inclinate in C.A., mentre per gli elementi superiori sono stati realizzati dei pilastri verticali a partire dalle travi inclinate così da creare l'appoggio necessario per il colmo e la terzera della parte più elevata della copertura.

5.2 Modellazione e impostazione del programma di calcolo

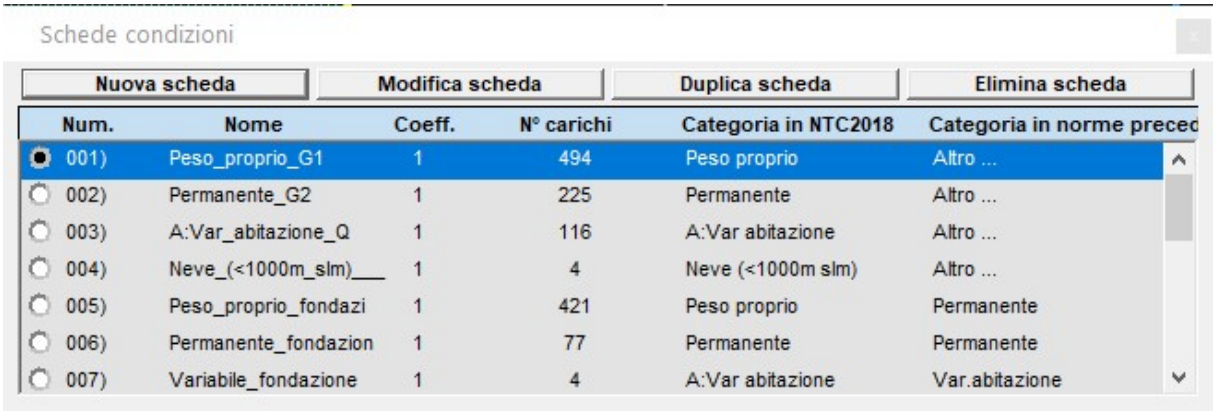
L'edificio è stato modellato secondo gli elaborati strutturali reperiti presso il genio civile di Aosta, verificando in sito, per quanto possibile, la corrispondenza tra manufatto realizzato e manufatto progettato. Nella modellazione e nel calcolo strutturale della struttura si è utilizzato il software CDM Dolmen, fornito gentilmente in versione completa e gratuita grazie al Professor Fantilli, all'Ing. Marcella Avalle e alla software house CDM DOLMEN S.r.l. con sede in Via Drovetti 9F a Torino. Si fornirà nel seguito una descrizione dettagliata su quanto impostato per la realizzazione del file base utilizzato e modificato in seguito per poter ottenere i vari risultati cercati.

La prima fase di modellazione è stata l'impostazione dei dati generali del calcolo, operazione che se da un lato risulta banale, in quanto richiede le unità di misura da utilizzare nel seguito delle analisi strutturali, è in realtà fondamentale in quanto permette di definire se la struttura che si intende modellare sia dissipativa o no, preimpostando quindi i moduli successivi in base alla scelta. Considerando che la struttura analizzata è stata realizzata senza il calcolo delle forze sismiche in fase di progetto, possiamo riconoscere la struttura progettata come una struttura fragile, soggetta, in caso di sisma, a fenomeni di rottura fragile dei pilastri piuttosto che a danneggiamento plastico delle travi.



Dati generali della struttura analizzata.

Una volta impostati quindi i dati generali si è passato alla modellazione geometrica degli elementi strutturali, seguendo quanto indicato negli elaborati strutturali, inserendo in una prima fase soltanto le sezioni geometriche degli elementi strutturali presenti e dei gusci. Le armature non risultano influenti nella determinazione delle sollecitazioni sismiche della struttura con l'analisi dinamica lineare e per questo non è necessario inserirle in questa fase. Conclusa la definizione di tutti gli elementi geometrici della struttura si sono utilizzati i comandi spezza asta in automatico ed elimina elementi sovrapposti per evitare problemi di calcolo e si è quindi passati a definire i carichi agenti sugli elementi strutturali. In questa fase è stato necessario dividere in schede di condizioni diverse i carichi attribuibili all'interrato e al piano terra dai carichi attribuibili ai piani elevati. Questa particolarità, suggerita dall'assistenza Dolmen, ha permesso di evitare di considerare le masse di fondazione nella considerazione delle masse sismiche dell'analisi dinamica lineare, così da ottenere valori più significativi della percentuale di massa partecipante nei vari modi e il raggiungimento del complessivo 85% della massa sollecitata come indicato in normativa. Questa procedura, considerando la necessità di sostituire i vincoli cedevoli (plinto, trave continua…) con vincoli rigidi per l'esecuzione dell'analisi dinamica lineare, deriva dall'impossibilità di poter includere tale massa nella percentuale di massa sollecitata, a seguito appunto della variazione dei vincoli di base. Di seguito una rappresentazione delle schede di condizioni prima di effettuare l'analisi sismica.



Num.	Nome	Coeff.	N° carichi	Categoria in NTC2018	Categoria in norme preced
001)	Peso_proprio_G1	1	494	Peso proprio	Altro ...
002)	Permanente_G2	1	225	Permanente	Altro ...
003)	A:Var_abitazione_Q	1	116	A:Var abitazione	Altro ...
004)	Neve_(<1000m_slm)___	1	4	Neve (<1000m slm)	Altro ...
005)	Peso_proprio_fondazi	1	421	Peso proprio	Permanente
006)	Permanente_fondazion	1	77	Permanente	Permanente
007)	Variabile_fondazione	1	4	A:Var abitazione	Var.abitazione

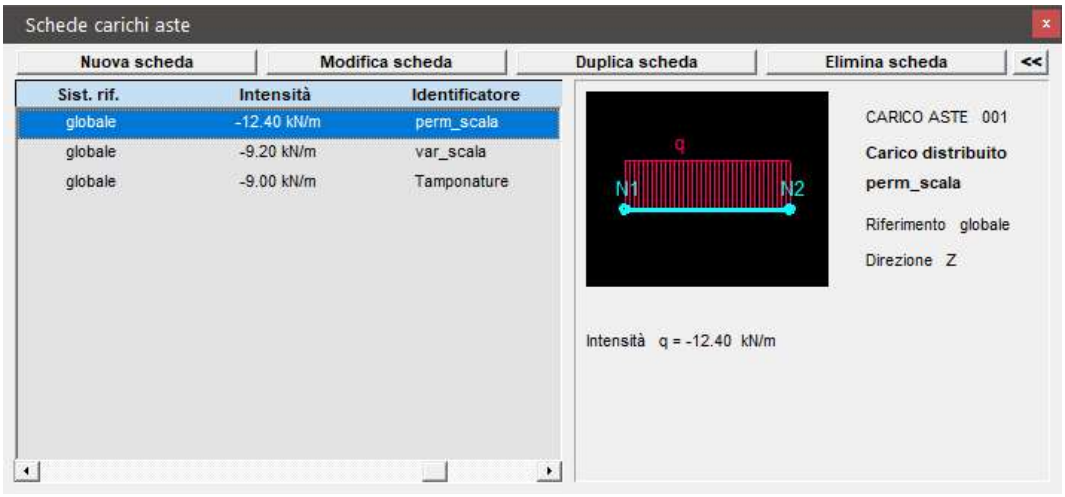
Schede condizioni non sismiche della struttura analizzata.

I pesi propri degli elementi strutturali sono stati inseriti in automatico attraverso un apposito comando, rispettando la divisione secondo elementi di fondazione/piano terra ed elementi in elevazione. Per quanto riguarda i carichi di solaio, questi sono stati inseriti attraverso l'apposito comando "SOLAI" che permette, una volta definita una direzione principale d'orditura e un perimetro, di ripartire in maniera automatica i carichi superficiale attribuiti al solaio sulle travi principali interne o confinanti con il perimetro dello stesso. Tra i carichi attribuiti ai solai rientrano anche quelli derivanti dalle tramezzature interne che, secondo quanto indicato nelle NTC18 e in base alle stratigrafie presenti realmente, sono stati stimati in 0,8 kN/m^2. Si riportano di seguito i carichi inseriti.

Num.	Sist. rif.	Intensi[kN/m2]	Identificatore
001)	globale	-2.30	p.proprioh=16+4
002)	globale	-2.70	p.proprioh=20+4
003)	globale	-0.80	tramezzature
004)	globale	-1.50	SottofondoPav_+_Pav
005)	globale	-2.00	var.abitazione
006)	globale	-4.00	var.scaleebalconi
007)	proiez.	-3.00	Neve
008)	globale	-2.60	Tetto
009)	globale	-1.50	Manutenzione

Carichi di solaio della struttura analizzata.

Per quanto riguarda invece i carichi attribuibili alla tamponatura perimetrale, sono stati inseriti come carichi lineari sugli elementi trave perimetrali, così come i carichi attribuibili alla scala, sono stati inseriti attraverso dei carichi distribuiti equivalenti soltanto sugli elementi di sbarco e di pianerottolo della struttura, come indicato dalla guida del Dolmen.



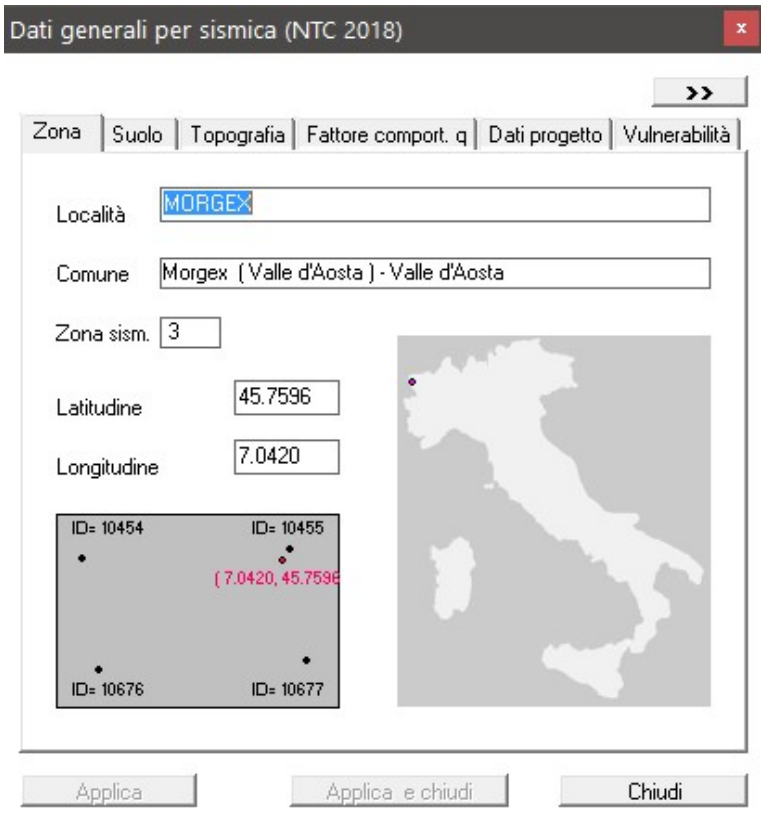
Definiti quindi geometria e carichi, si sono inseriti i vincoli esterni della struttura e i vincoli interni tra nodi. Per quanto riguarda i vincoli esterni, come indicato in precedenza, in questa prima fase di determinazione delle azioni sismiche è stato necessario inserire dei vincoli di incastro alla base della fondazione, sostituiti successivamente con dei vincoli di blocco orizzontale per le fondazioni continue e con dei vincoli di plinto per gli omonimi elementi strutturali. Per quanto riguarda invece i vincoli interni, questi servono a simulare la condizione di solaio rigido nel proprio piano, condizione reale in caso di caldana in calcestruzzo dello spessore di almeno 4 cm. Nel caso di vincoli interni appartenenti a superfici ortogonali all'asse z, questi possono essere inseriti attraverso il comando livelli "Livelli…" che permette di definire le quote dei piani rigidi, la tolleranza entro cui ricercare i nodi appartenenti al livello, la condizione di piano rigido e la considerazione del piano nella verifica del Drift di piano. Il primo livello inserito viene considerato dal programma come il livello base dell'azione sismica. Questo tipo di vincolo è stato quindi utilizzato per tutti i piani orizzontali dell'edificio. Si fornisce nel seguito un'immagine dei livelli inseriti.

Livelli della struttura analizzata.

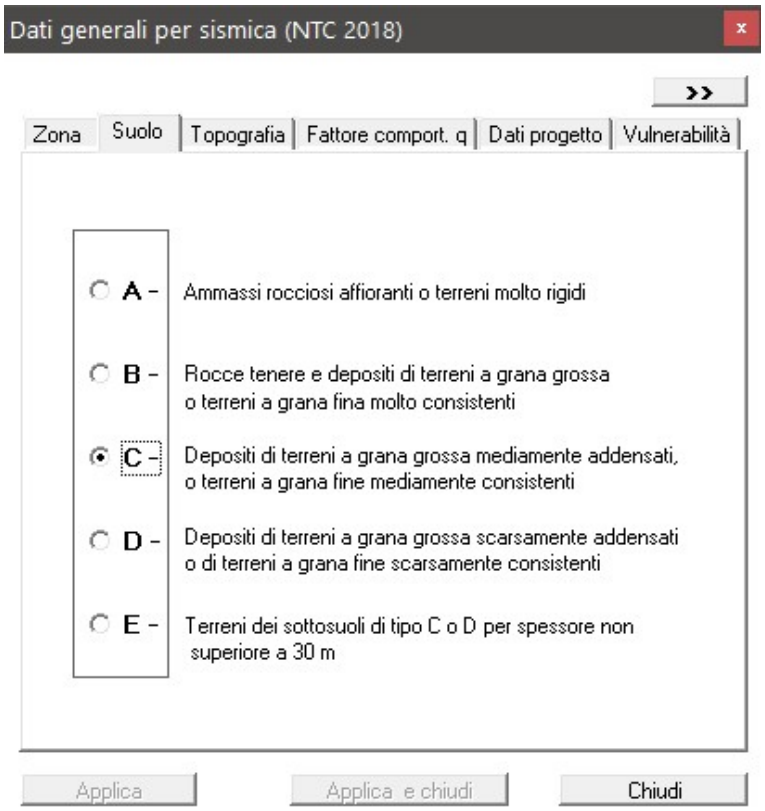
Nel caso di elementi inclinati, come per esempio la copertura del tetto è necessario inserire dei gusci fittizi con spessore di membrana pari a 10 cm e spessore di piastra nullo in modo da simulare il vincolo. Risulta molto importante aver inserito tutti i carichi prima di inserire questi particolari gusci in quanto, inserendo i pesi propri in una seconda fase, si andrebbero a considerare anche questi elementi che in realtà hanno soltanto una funzione di simulare il vincolo tra nodi e non vi deve quindi essere associato un reale peso proprio. Nel caso studiato, in particolare, sono stati utilizzati i gusci fittizi nella copertura, non tanto per simulare la reale condizione di vincolo tra i nodi della stessa, quanto più per evitare di avere numerosissimi modi di vibrare locali associati agli elementi della copertura aventi una massa partecipante più che trascurabile in quanto sempre inferiore all'1%.

Inseriti tutti i vincoli relativi e assoluti, si può quindi effettuare l'analisi dinamica lineare necessaria a determinare le azioni sismiche iniziando, in particolare, dalla definizione dei "dati generali per il sisma" necessari a costruire lo spettro di progetto. Lo spettro di progetto è in particolare funzione della posizione geografica di costruzione, delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche del sito di realizzazione, del fattore di comportamento, del periodo di riferimento della struttura e dello stato limite considerato. Per quanto riguarda la posizione geografica, si è scelto di utilizzare le coordinate esatte del luogo di realizzazione

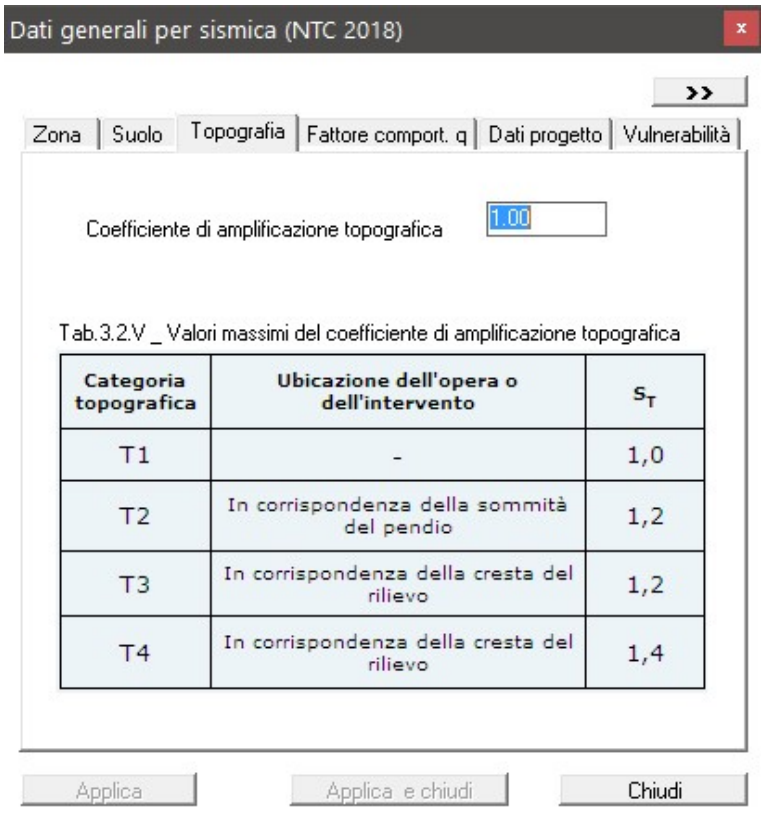
dell'edificio, in modo da avere così una stima dell'azione sismica più accurata. Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche, non potendo effettuare delle reali prove, ci si è invece basati sulle interviste effettuate durante il completamento delle schede cartis. Il fattore di comportamento della struttura è stato posto pari a 1.5, in accordo con l'ipotesi di struttura non dissipativa e la vita nominale dell'opera è stata posta pari a 50 anni, con coefficiente d'uso pari a 1. Da notare che la voce "Struttura esistente" permette soltanto di costruire lo spettro anche con valori di vita nominale dell'opera inferiori ai 10 anni, mentre non modifica in alcun modo lo spettro per valori periodi considerati più lunghi. Si riportano di seguito le immagini delle impostazioni inserite e dello spettro ottenuto.



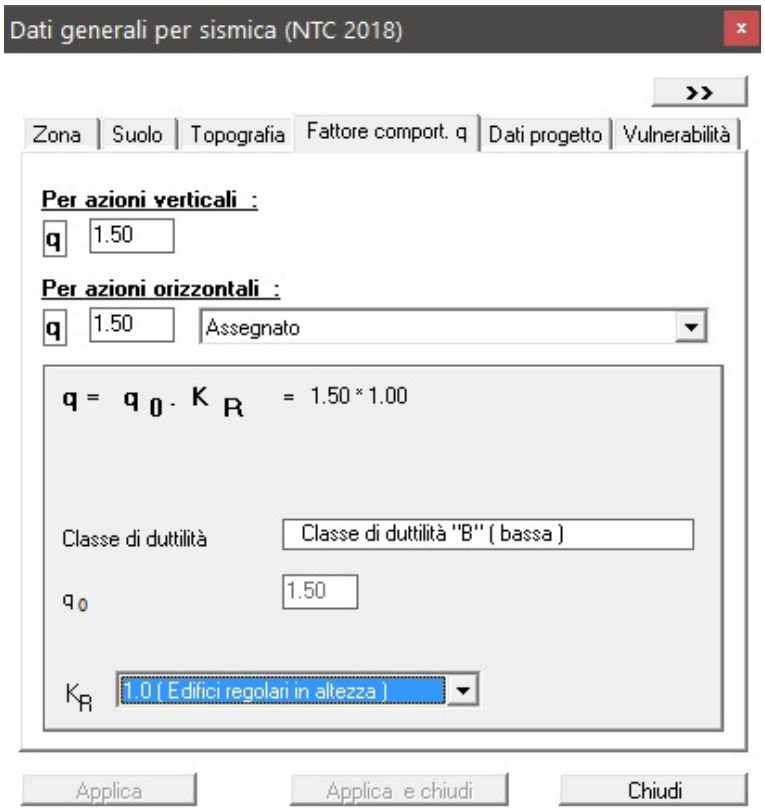
Dati geografici per costruzione dello spettro di progetto.



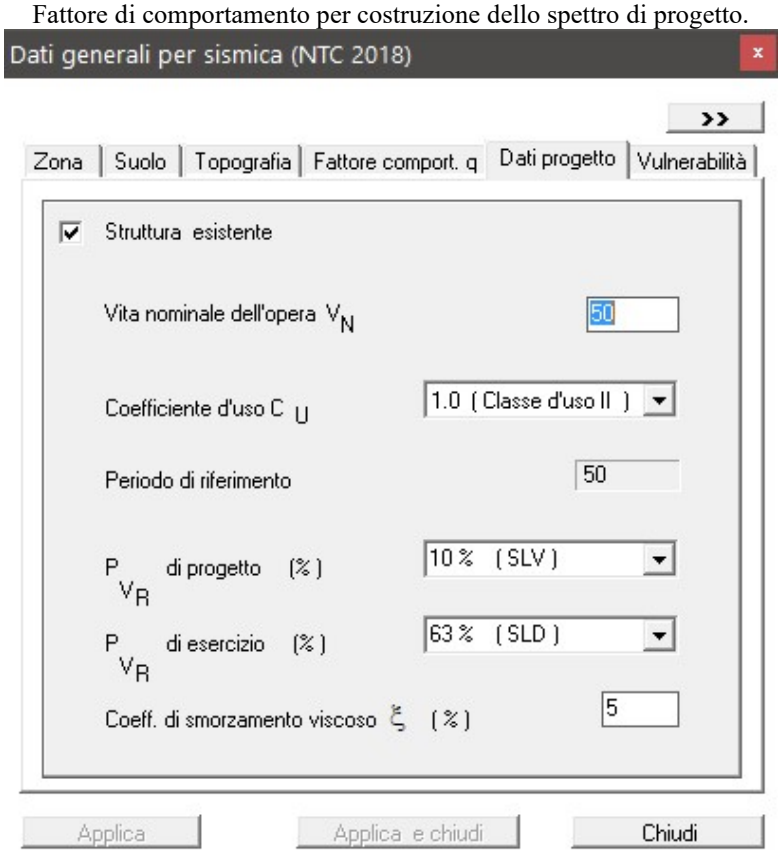
Dati stratigrafici per costruzione dello spettro di progetto.



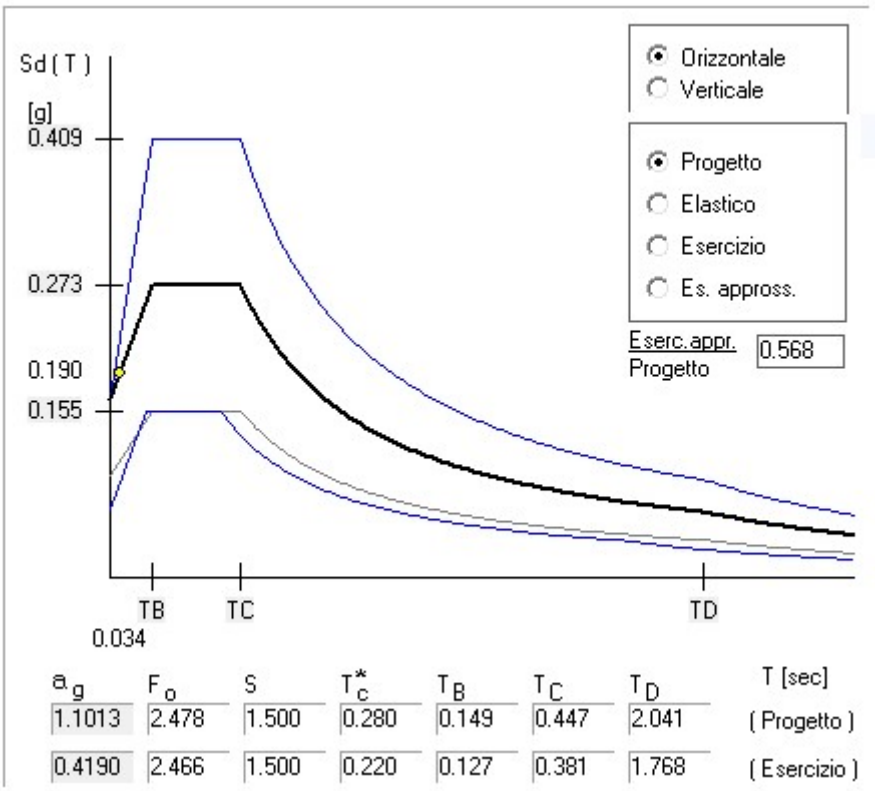
Dati topografici per costruzione dello spettro di progetto.



Fattore di comportamento per costruzione dello spettro di progetto.

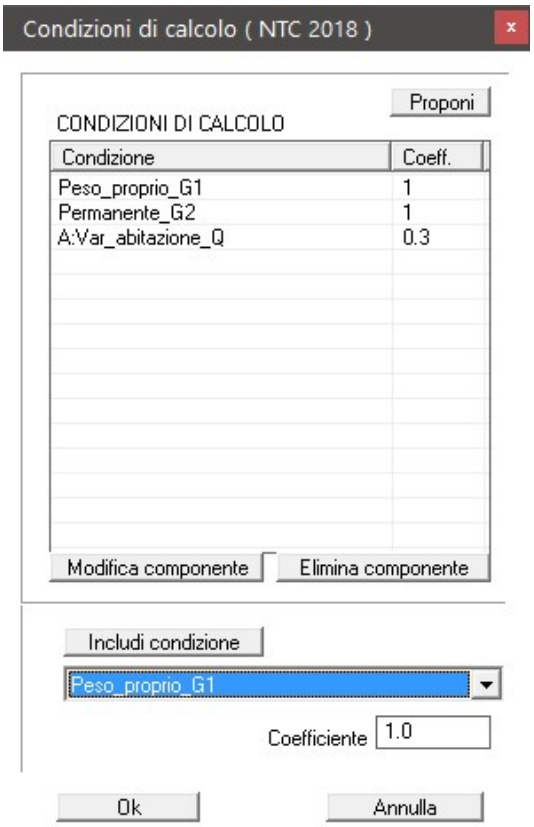


Dati vari per la costruzione dello spettro di progetto.



Spettro di progetto ottenuto.

Una volta ottenuto lo spettro e prima di avviare l'analisi dinamica lineare, è stato necessario definire le condizioni di calcolo da considerare nella determinazione delle masse sismiche. In particolare, in questa fase è risultato molto utile aver diviso i carichi del piano terreno in schede di condizioni separate rispetto al resto della struttura, in quanto sono state così escluse le masse dell'interrato dalla determinazione delle sollecitazioni sismiche. Si riporta nel seguito un'immagine delle condizioni di calcolo considerate.



Condizioni di calcolo per analisi sismica.

Arrivati a questo punto si sono quindi calcolate le sollecitazioni sismiche, effettuando in sequenza la condensazione statica e il calcolo degli autovalori. Un primo controllo che è stato effettuato per capire se la modellazione fosse stata realizzata correttamente è stato verificare i risultati ottenuti dall'analisi dinamica lineare sia dal punto di vista dei periodi individuati, che dal punto di vista della percentuale complessiva di massa attivata dai vari modi di vibrare. Si riportano nel seguito i risultati ottenuti nella versione definita utilizzata per le fasi successive.

*** TABELLA AUTOVETTORI ***

n	PERIODO	MASSA ATTIVATA			COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE						
	[sec]	%X	%Y	%Z	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	n+6	n+7
1	7.702630	0.000	0.048	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	
2	1.910876	0.000	0.050	0.000	0.012	0.009	0.007	0.001	0.001		
3	0.820444	1.670	59.841	0.000	0.556	0.203	0.004	0.004			
4	0.750368	83.305	0.548	0.000	0.460	0.004	0.004				
5	0.673482	0.658	20.395	0.000	0.005	0.005					
6	0.207336	1.572	3.185	0.000	0.975						
7	0.204035	8.250	2.820	0.000							
	MASSA TOTALE	95.454	86.887	0.000							

Risultati ottenuti dalla dinamica lineare.

Osservando i risultati ottenuti e visualizzando le deformate animate degli autovettori, si è arrivati a capire come i primi due modi di vibrare fossero in realtà dei moti locali residui degli elementi a sbalzo della copertura. Considerando inoltre che tali modi attivassero in realtà una componente poco influente della massa della struttura, si è quindi deciso di trascurarli nella generazione delle condizioni sismiche. Arrivati a questo punto, la risoluzione generale della struttura prevede il calcolo delle sollecitazioni in base alle varie condizioni di carico e la combinazione lineare dei risultati ottenuti, attraverso la definizione dei casi di carico secondo le NTC18.

Di seguito una rappresentazione tridimensionale del modello strutturale ottenuto.

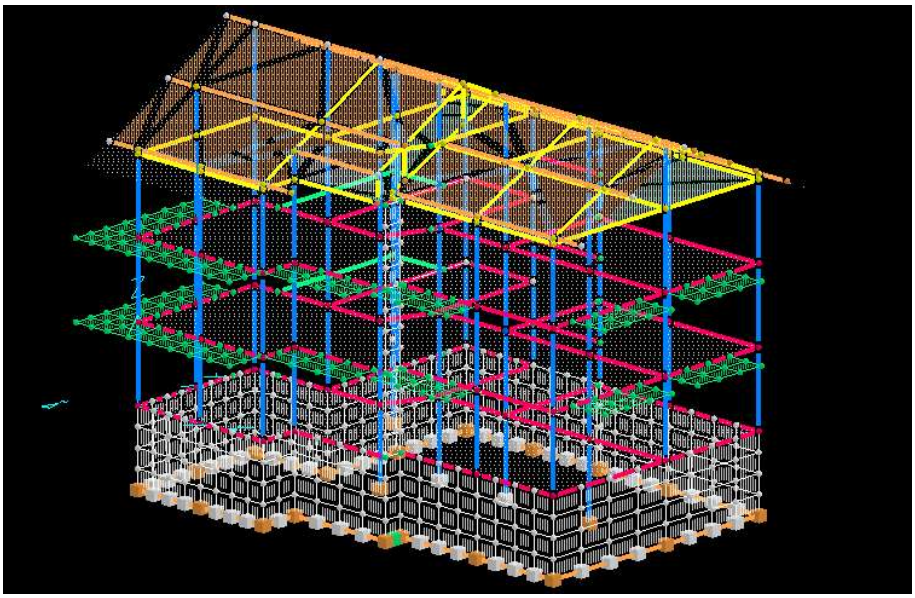


Immagine tridimensionale del modello ottenuto.

5.3 Calcolo del grado di difformità

Il grado di difformità, definito in precedenza come la percentuale di armatura mancante rispetto all'armatura presente, si può ricavare attraverso la formula fornita di seguito:

$$gdd = \frac{c_1 - c_2}{c_2} \cdot 100 \quad [\%]$$

I dati del problema da ricavare sono quindi soltanto il valore c_2, ovvero l'area dell'armatura realmente presente nella struttura, e il valore c_1, ovvero l'area di armatura che sarebbe necessaria a parità di sezione per verificare le sezioni in base alle sollecitazioni determinate secondo la NTC18. Per avere un confronto più completo, si è scelto di ricavare i valori di *gdd* per tutti gli elementi strutturali fuori terra in tre sezioni per le travi (inizio, centro e fine) e a tutti i livelli per i pilastri. La ricerca dei valori di c_2 è stata effettuata attraverso gli elaborati progettuali depositati al Genio civile e andando a registrare in un foglio di calcolo le armature presenti nelle tre sezioni caratteristiche. Per quanto riguarda i valori c_1 si è invece progettata l'armatura delle travi utilizzando come sollecitazioni i valori ottenuti in precedenza, come materiali i materiali utilizzati all'epoca e indicati negli elaborati progettuali (FEB 44 – R_{28} 250kg/cm^2) e applicando i minimi di armatura del capitolo 7 delle NTC, sforando però l'armatura massima teorica nel caso in cui il diagramma delle resistenze non fosse in grado di coprire in maniera opportuna i diagrammi delle sollecitazioni. I risultati ottenuti secondo questa progettazione sono stati quindi inseriti nel foglio di calcolo precedentemente realizzato per registrare i valori di c_2, in modo da poter calcolare in maniera rapida e organizzata i valori del *gdd*. Le tabelle complete del foglio di calcolo sono fornite negli allegati, mentre si fornirà nel seguito un resoconto sui risultati ottenuti e delle immagini relative alla determinazione di c_1 e c_2 per le travi T1, T2 e T3 del primo solaio. In particolare, le travi seguono una numerazione differente ed è riportato nel seguito sia quella utilizzata nei progetti originali che

quella utilizzata sul software per riprogettare le travate. Nel foglio di calcolo i valori sono registrati seguendo la numerazione originale.

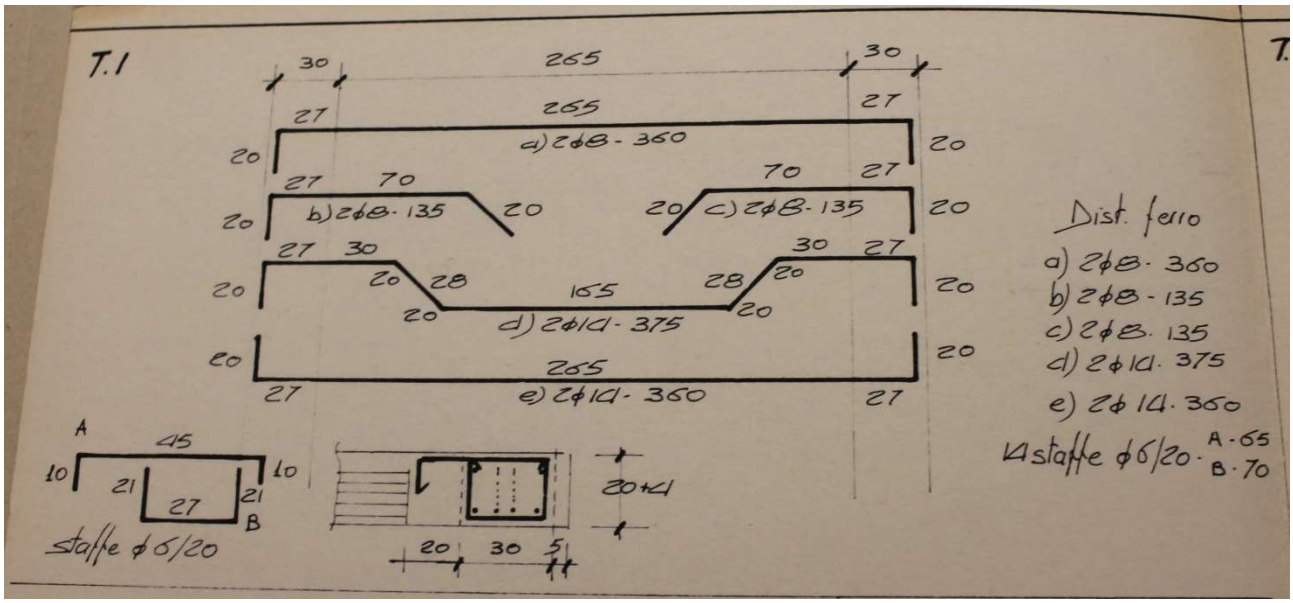
VALORI MEDI DI GDD TRAVI			
	inizio	centro	fine
Travi solaio1	227.02%	209.51%	224.18%
Travi solaio 2	193.22%	175.41%	188.46%
Travi solaio 3	189.58%	184.44%	210.52%

Valori medi di *gdd* ottenuti per le travi.

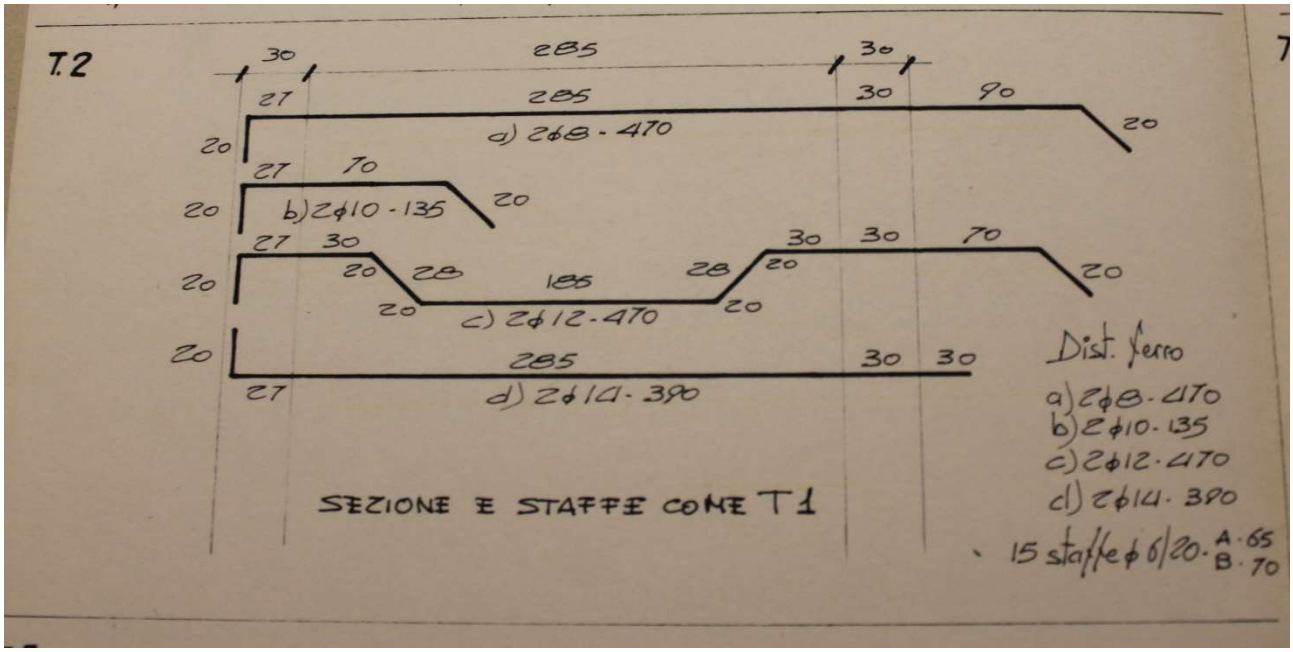
VALORI MEDI DI GDD PILASTRI		
	Bordo	Interni
Pilastri 1° livello	467.47%	150.81%
Pilastri 2° livello	293.40%	150.81%
Pilastri 3° livello	353.71%	53.39%

Valori medi di *gdd* ottenuti per i pilastri.

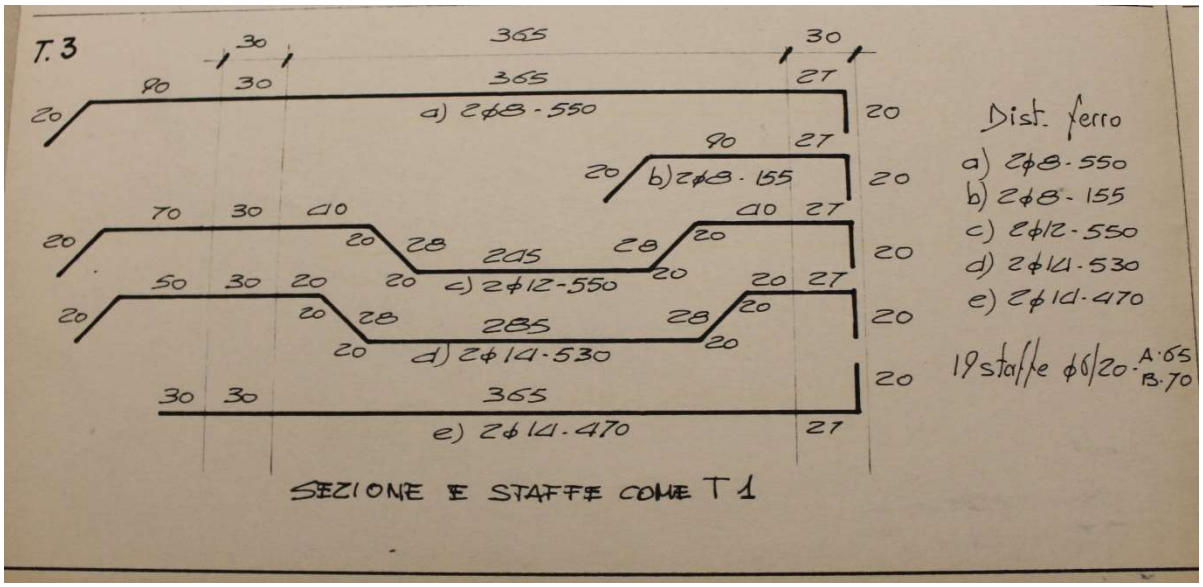
Travi T1-T2-T3 primo solaio – armatura presente



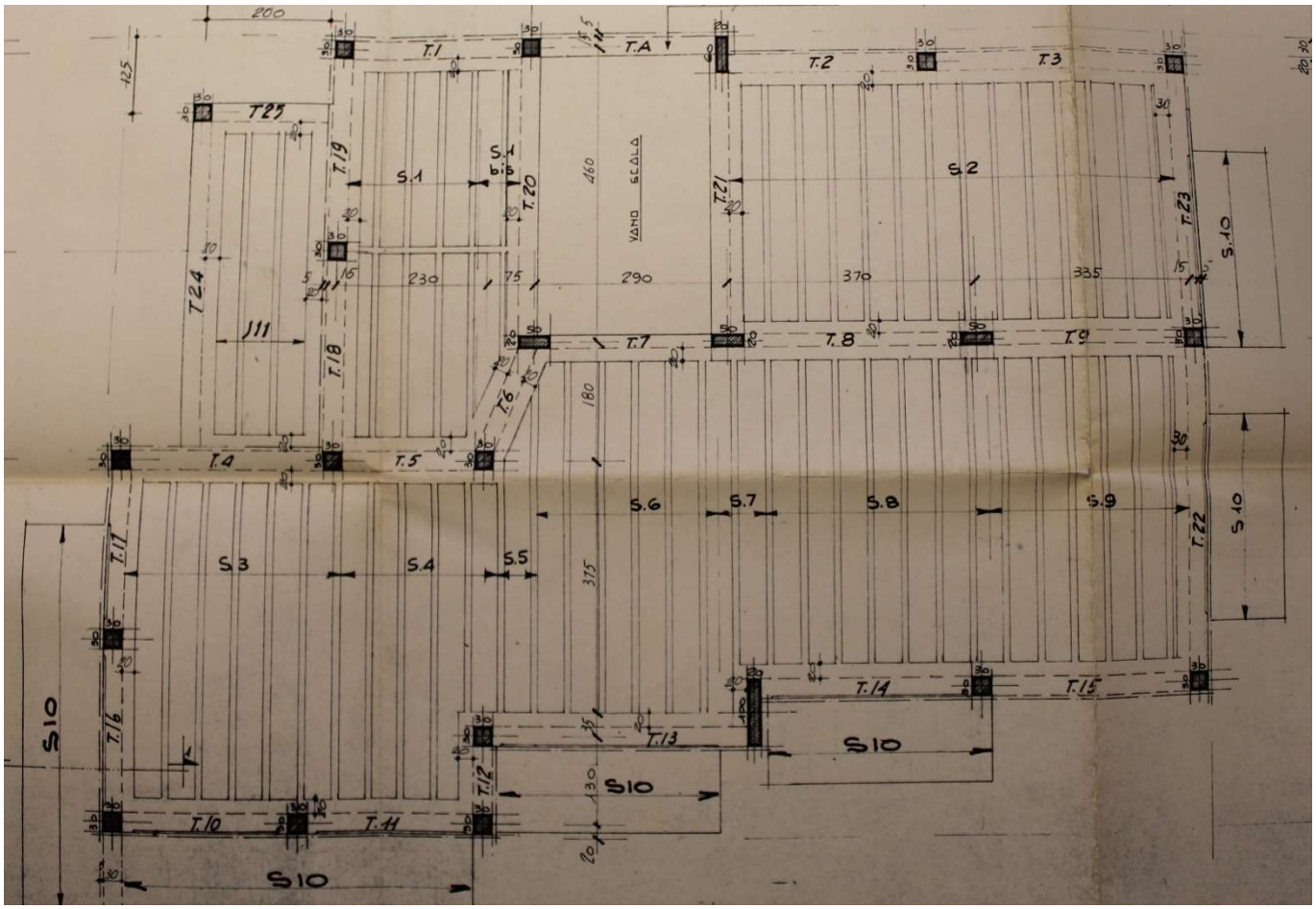
Armatura originale della trave T1 del primo solaio.



Armatura originale della trave T2 del primo solaio.

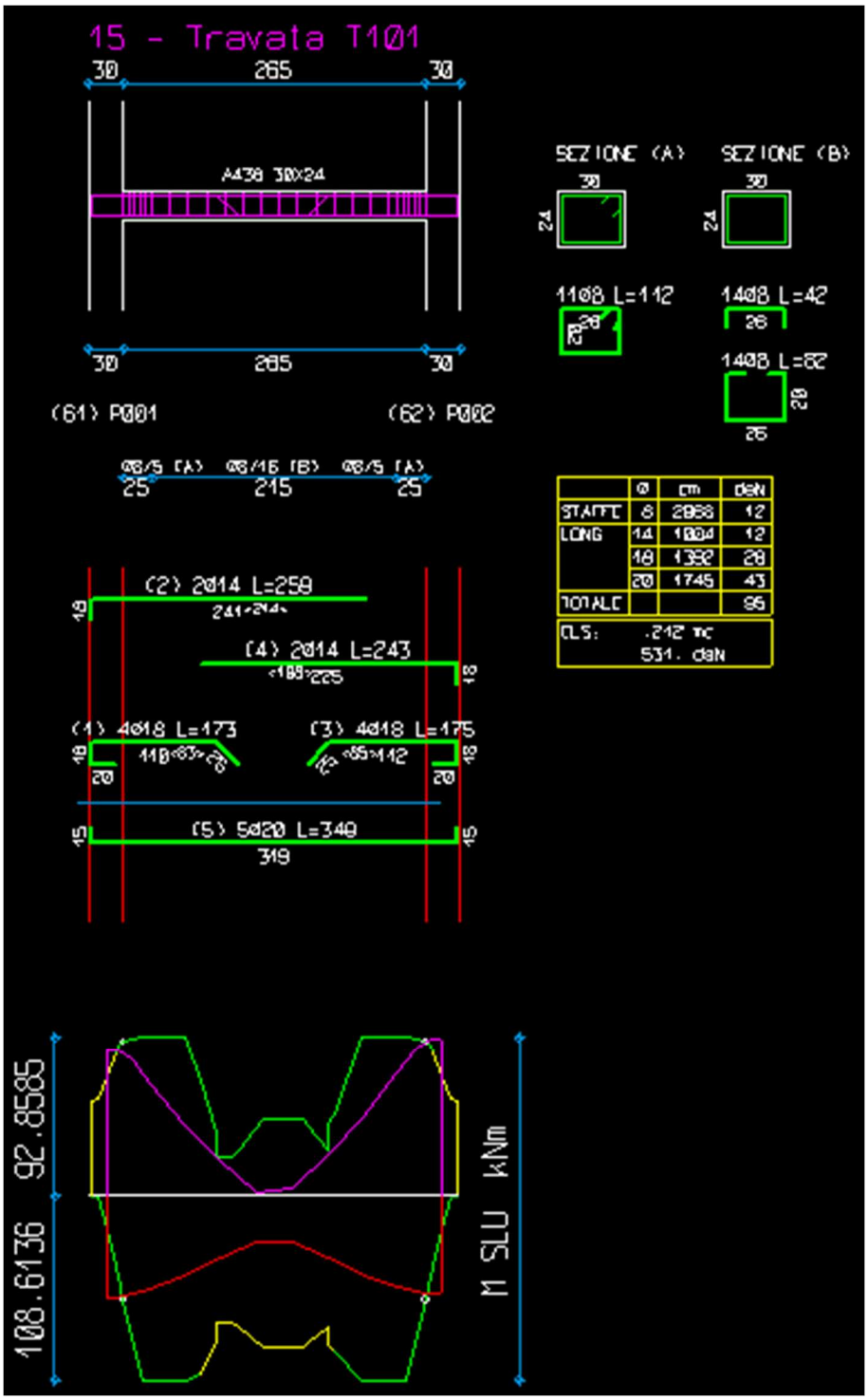


Armatura originale della trave T3 del primo solaio.

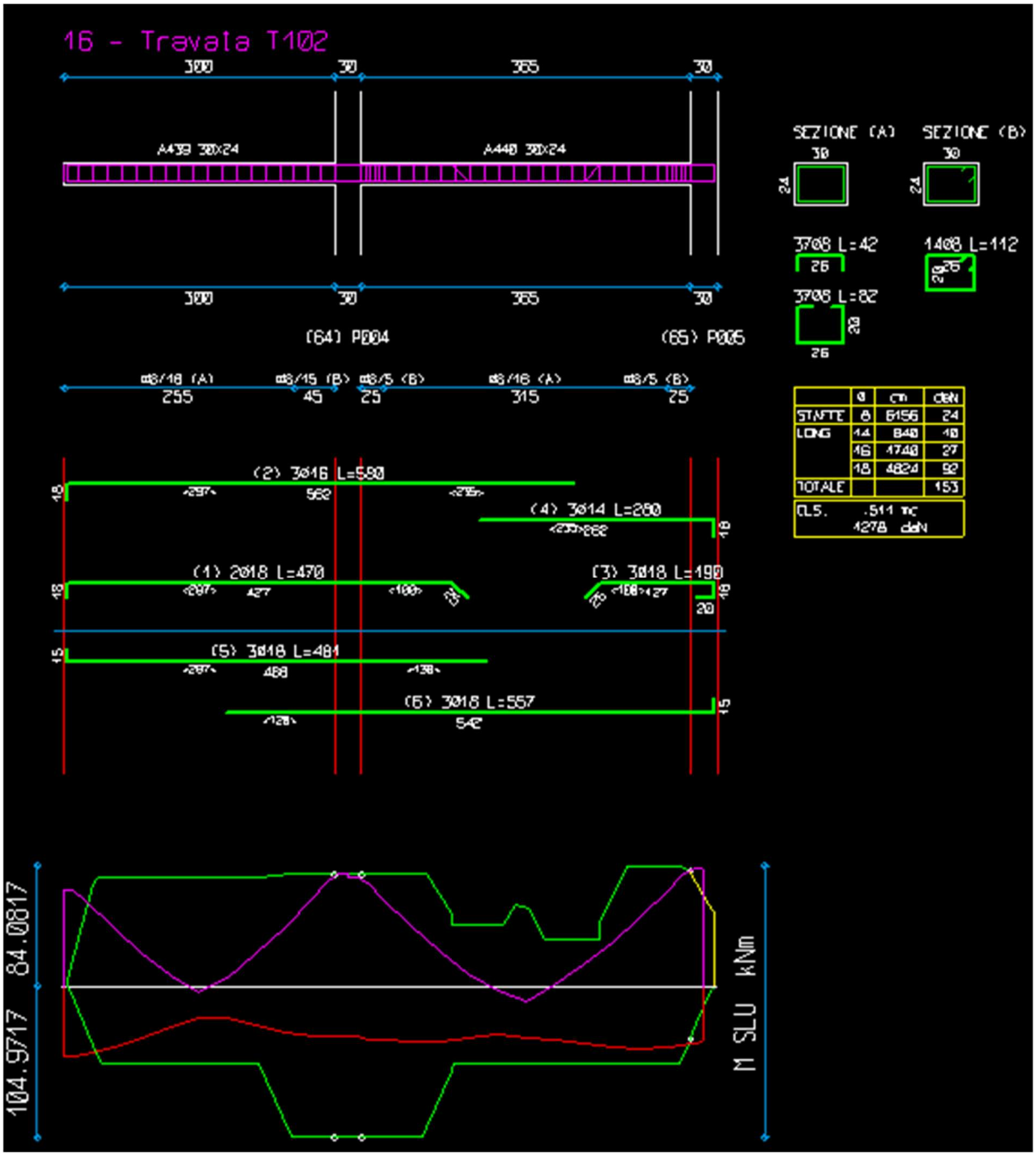


Pianta generale del secondo solaio con numerazione delle travi originale.

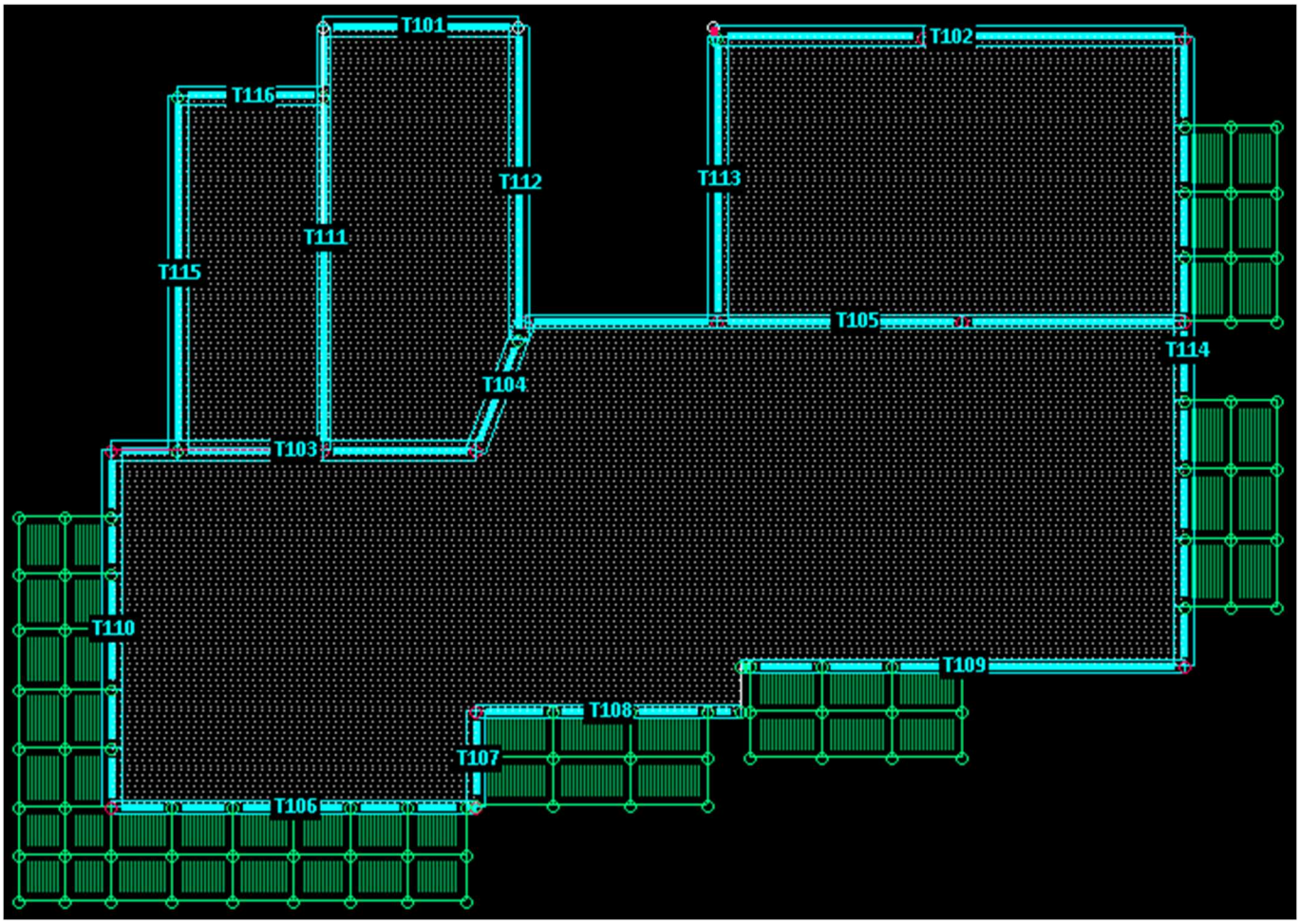
Travi T1-T2-T3 primo solaio – armatura progettata



Progetto realizzato per la travata T101, corrispondente alla T1 del progetto originale.



Progetto realizzato per la travata T102, corrispondente alle T2 e T3 del progetto originale.

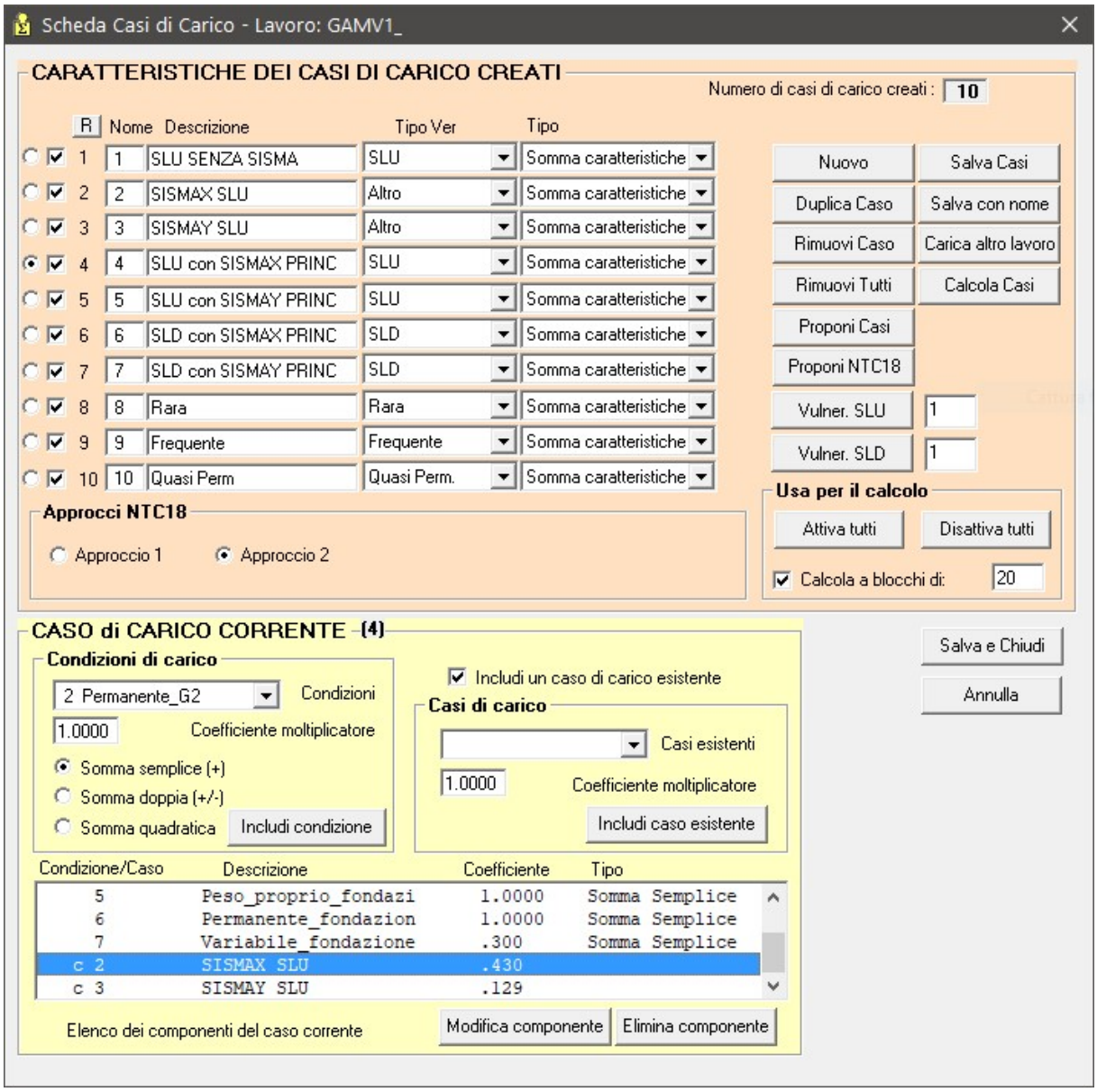


Pianta generale del secondo solaio con numerazione delle travi utilizzata nel progetto delle sezioni.

5.4 Calcolo della vulnerabilità scalando i casi di carico

Il primo metodo di calcolo della vulnerabilità secondo quanto indicato in normativa, viene effettuato agendo sui casi di carico, ovvero agendo sui coefficienti di combinazione lineare delle varie condizioni di carico. Partendo dal modello base descritto in precedenza, si sono quindi impostati i dati relativi al progetto delle pilastrate secondo la disposizione dell'armatura originale, sia longitudinale che trasversale e secondo i materiali utilizzati nella costruzione. Si è inoltre disattivata la casella di verifica del rispetto dei minimi di armatura definiti nel capitolo 7 delle NTC18, in modo da avere esito negativo di verifica dei pilastri soltanto nel caso di reale superamento della domanda rispetto alla capacità. Ulteriori modifiche effettuate in fase di calcolo sono state il leggero aumento del fattore di struttura in considerazione della sezione ridotta delle travi (30x24 cm) e l'inserimento di svincoli parziali a momento negli elementi molto sollecitati, per simulare la ridistribuzione delle forze sismiche sugli altri pilastri. Tutte queste modifiche sono state valutate in accordo con l'assistenza del software di calcolo, che ha suggerito gli interventi necessari all'ottenimento di un risultato reale di vulnerabilità.,

Una volta modificato il modello base si è effettuata la ricerca della vulnerabilità secondo un processo iterativo di modifica dei coefficienti legati alle condizioni sismiche (rimoltiplicando i valori da normativa in entrambe le direzioni per un valore compreso tra 0 e 1), di aggiornamento delle sollecitazioni agenti e di verifica delle pilastrate progettate in precedenza. Si riporta nel seguito un'immagine della modifica dei casi di carico rispetto a quanto indicato in normativa. In particolare, i casi da variare sono i casi 4 e il caso 5, andando a variare i coefficienti delle condizioni sismiche con il prodotto tra il coefficiente originale e il fattore di riduzione scelto. Nell'immagine il coefficiente di riduzione è pari a 0.430. Altre modifiche propedeutiche possono essere la modifica delle verifiche agli SLE riducendo le condizioni presenti, in modo da valutare soltanto le verifiche agli SLU.



Scheda dei casi di carico modificata secondo quanto indicato nei precedenti paragrafi.

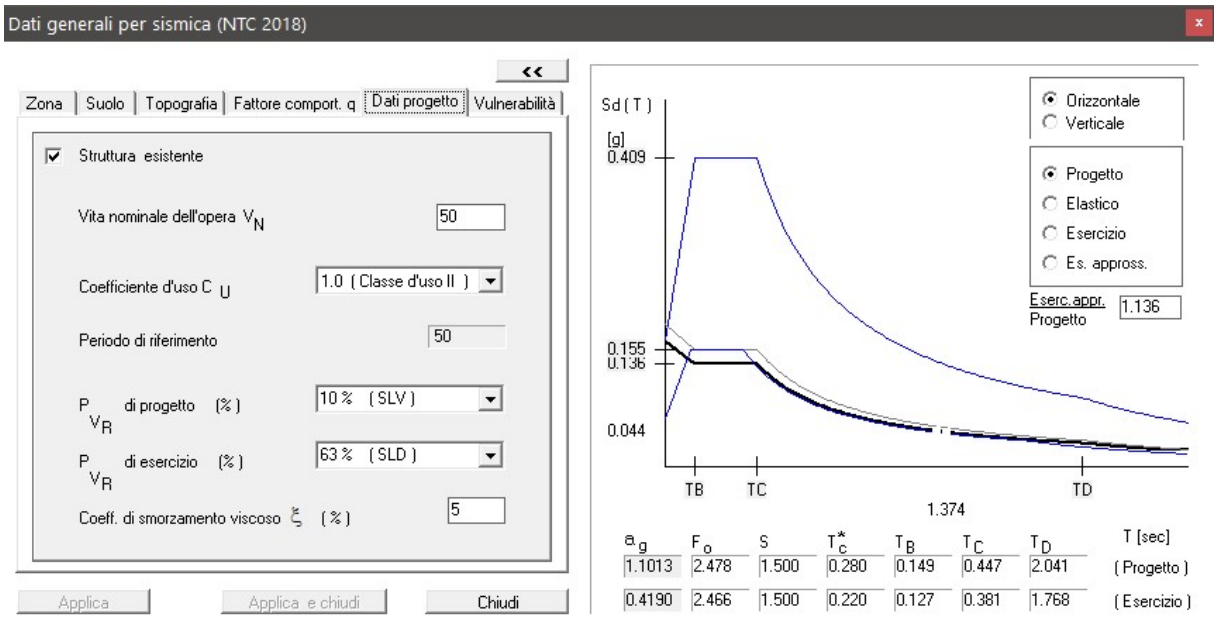
Tramite tale processo si è individuato quindi il coefficiente massimo di premoltiplicazione per cui la struttura resiste alle sollecitazioni, che viene chiamato in normativa ζ_E.

$$\zeta_E = \frac{azione\ sismica\ massima\ sopportabile\ dalla\ struttura\ analizzata}{azione\ sismica\ che\ dovrebbe\ sopportare\ la\ struttura\ se\ venisse\ progettata\ adesso}$$

Il valore di ζ_E ottenuto con questo metodo è pari a 0,42.

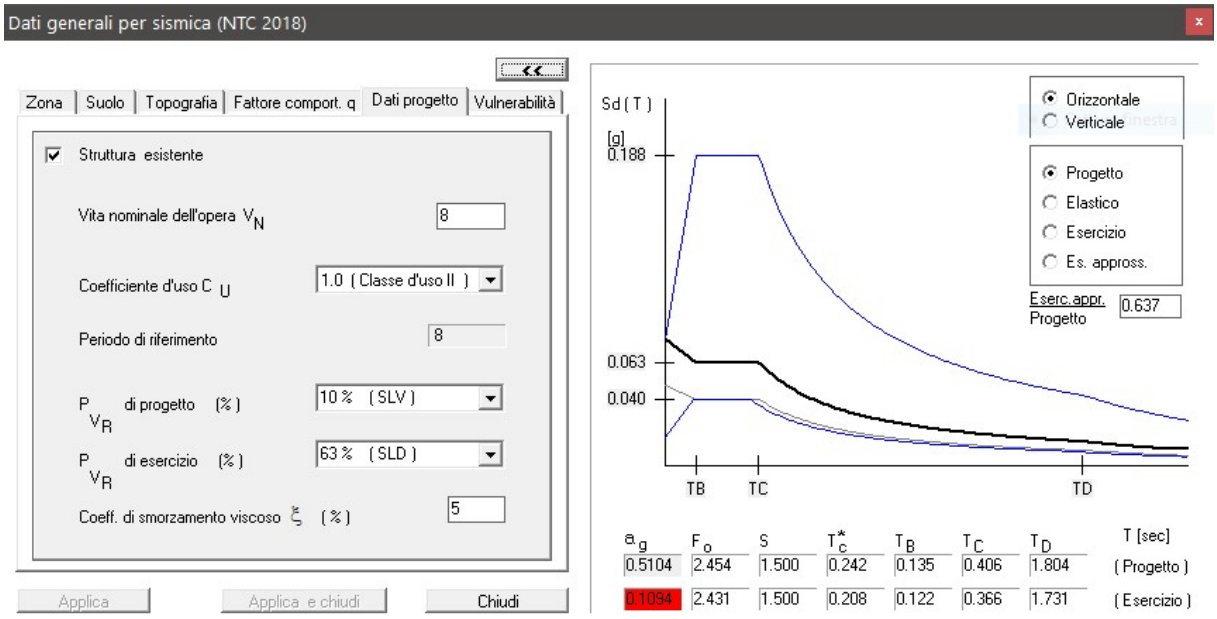
5.5 Calcolo della vulnerabilità riducendo la vita nominale

Il secondo metodo di calcolo utilizzato per ricavare un valore di vulnerabilità si effettua modificando lo spettro di progetto, riducendo la vita nominale dell'opera. In questo caso risulta molto importante aver impostato la struttura come struttura esistente poiché questo ci permetterà di ridurre lo spettro anche per periodi di vita nominale inferiori ai 10 anni. Come nel caso precedente, partendo dal modello base descritto in precedenza, si sono quindi impostati i dati relativi al progetto delle pilastrate secondo la disposizione dell'armatura originale, sia longitudinale che trasversale e secondo i materiali utilizzati nella costruzione. Anche in questo caso sono state effettuate le modifiche concordate con l'assistenza Dolmen riguardanti il fattore di struttura e lo svincolo parziale a momento di alcuni pilastri, per favorire una ridistribuzione delle forze sismiche sugli altri elementi strutturali. Una volta effettuate queste modifiche, si è attuato un processo iterativo di modifica della vita nominale, di ricalcolo delle azioni sismiche, di ricalcolo delle sollecitazioni e dei casi di carico e, infine, di verifica delle pilastrate. Si fornisce di seguito un'immagine della scheda non modificata per la ricerca della vulnerabilità.



Scheda dei dati di progetto necessaria a definire lo spettro di progetto.

Le analisi effettuate hanno permesso di individuare il valore di vita nominale maggiore per cui tutte le pilastrate della struttura risultano verificate e il valore individuato è pari a 8 anni. Si fornisce nel seguito un'immagine dello spettro relativo alla vita nominale di 8 anni.



Scheda dei dati di progetto modificata per la ricerca della vulnerabilità.

Ottenuto il valore in termini di anni, per ricavare il valore in termini di ζ_E si è scelto di effettuare il rapporto tra i valori di a_g relativi alla vita nominale di 8 anni e di 50 anni. Il risultato ottenuto è pari a 0,46.

Confrontando i risultati ottenuti con il primo e il secondo metodo, notiamo una leggera differenza dell'ordine del 10%, giustificata in parte dalla differente precisione del metodo e in parte dal rapporto non costante tra spettri per periodi diversi. La differente precisione di ricerca della vulnerabilità tra i due metodi deriva dal fatto che il primo metodo permette un avanzamento continuo nella ricerca della massima azione resistente, potendo variare con una precisione di tre cifre decimali i coefficienti delle condizioni di carico, mentre nel secondo metodo l'aumento dell'azione entrante avviene su una scala discreta, non potendo inserire le frazioni degli anni di vita nominale. Il secondo problema deriva dal fatto che il rapporto tra due spettri non è costante, bensì varia se si cambia il periodo

considerato e si hanno valori minori a mano a mano che aumenta il valore delle ascisse.

Volendo quindi riassumere i pregi e i difetti dei due metodi, possiamo dire che il primo, basato sulla modifica dei casi di carico, è più rapido, più preciso ma leggermente meno accurato, in quanto effettua un confronto tra accelerazione di progetto e accelerazione resistente della struttura. Il secondo metodo, invece, risulta essere molto più oneroso dal punto di vista computazionale, meno preciso ma più accurato, in quanto effettua il confronto in termini di accelerazione al suolo, come indicato nella Circolare 21 gennaio 2019 riferita alle NTC18. Considerando infine la differenza trascurabile tra i risultati ottenuti con i due metodi possiamo affermare che per periodi propri di vibrare delle strutture tipici delle costruzioni edilizie, entrambi i metodi possono essere ritenuti accettabili nell'individuazione della vulnerabilità sismica degli edifici.

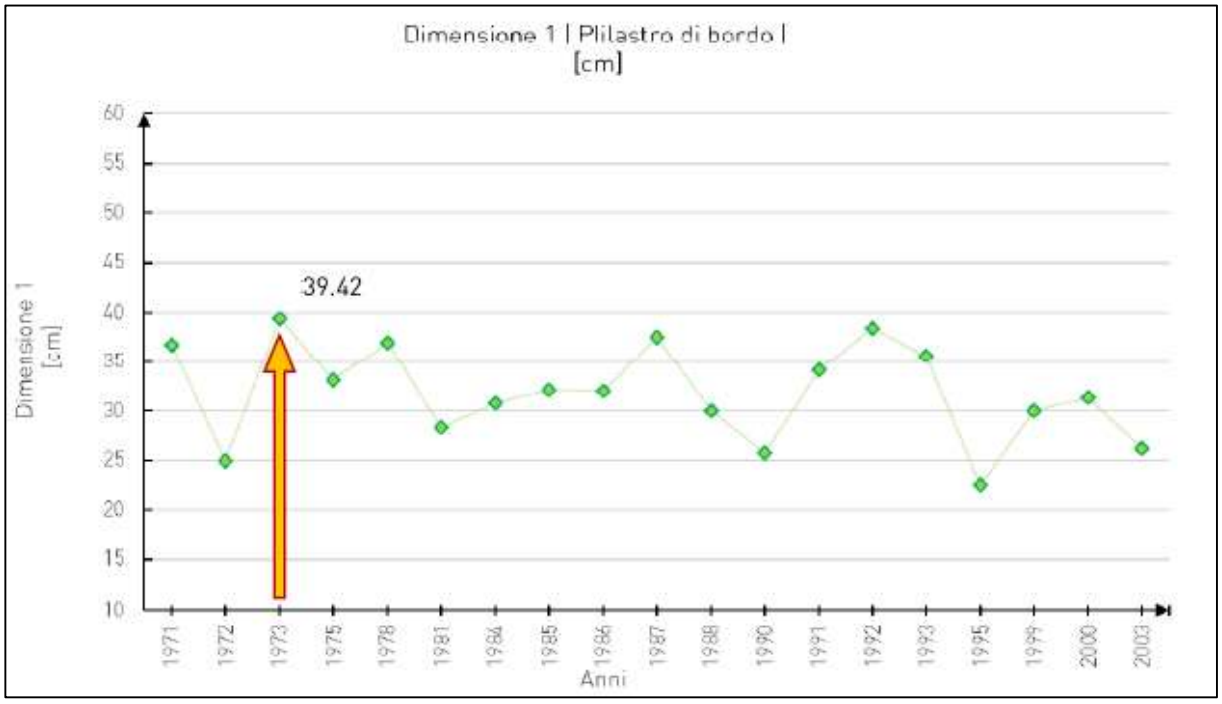
Edificio	ζ_E - casi di carico	ζ_E - vita nominale
Edificio Morgex	0,42	0,46

Tabella riassuntiva dei risultati ottenuti sull'edificio reale.

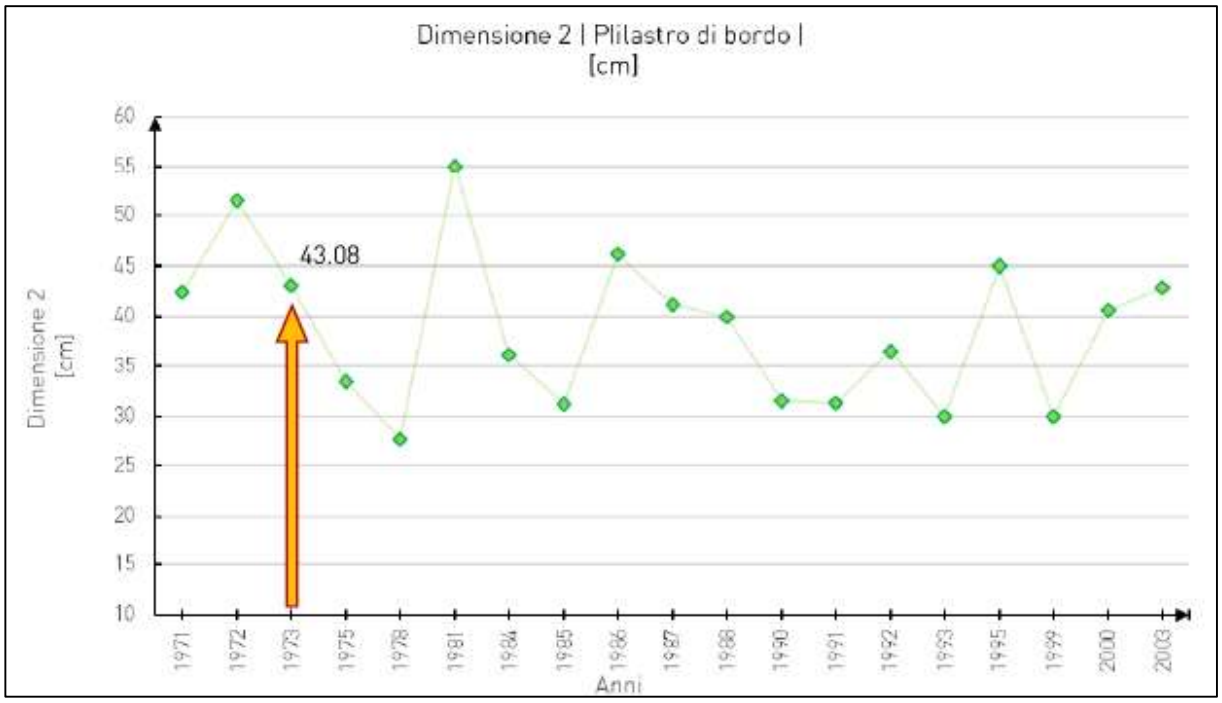
5.6 Calcolo vulnerabilità edificio fittizio Torino

Una volta effettuato il calcolo della vulnerabilità sull'edificio reale, si è voluto confrontare tale edificio con un edificio costruito nello stesso periodo di quello analizzato a Morgex ma situato in un ambiente diverso da quello valdostano. Il confronto è stato effettuato attraverso la creazione di un edificio fittizio, realizzato rispettando le dimensioni spaziali massime dell'edificio reale, ma con il dimensionamento e la disposizione degli elementi strutturali basati sulle caratteristiche costruttive degli edifici a Torino. Per fare questo, si è utilizzato un database di informazioni sugli edifici di Torino realizzato da Paolo Caruso per lo svolgimento della sua tesi e si sono utilizzati i dati relativi al 1973, anno di costruzione dell'edificio analizzato a Morgex. Si riportano di seguito le componenti del database di Caruso estratte dalla sua tesi magistrale e utilizzate nella definizione degli elementi strutturali dell'edificio fittizio.

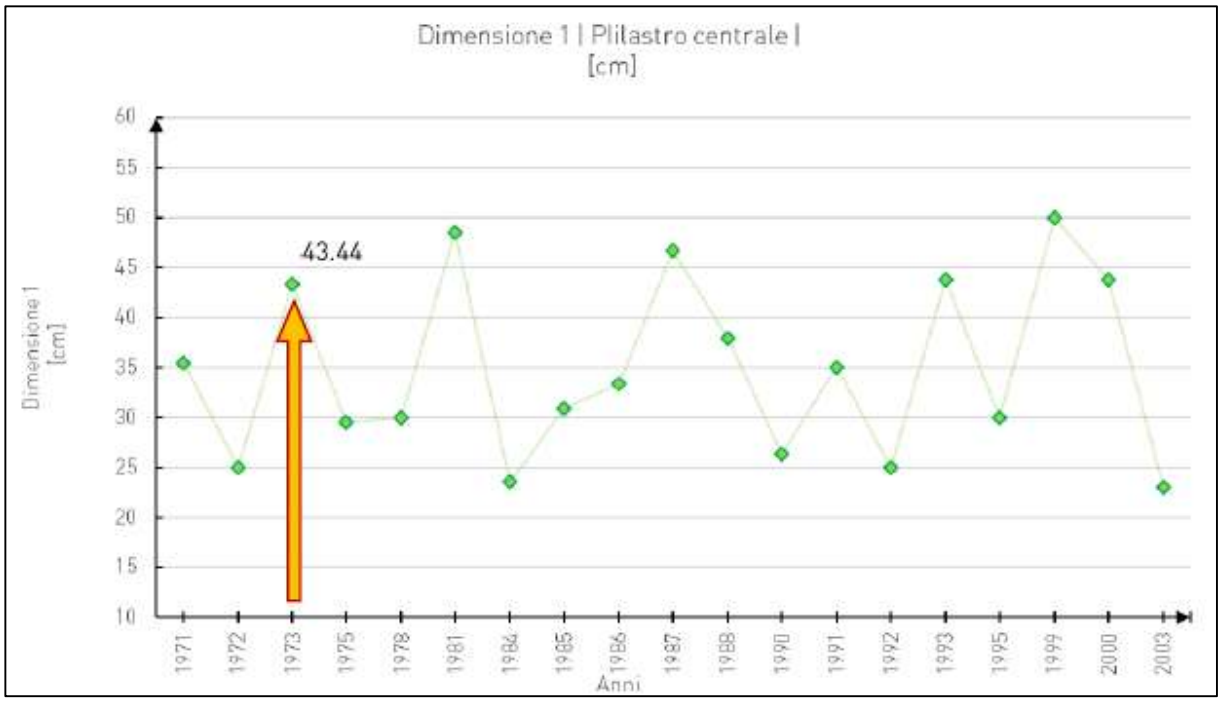
PILASTRI



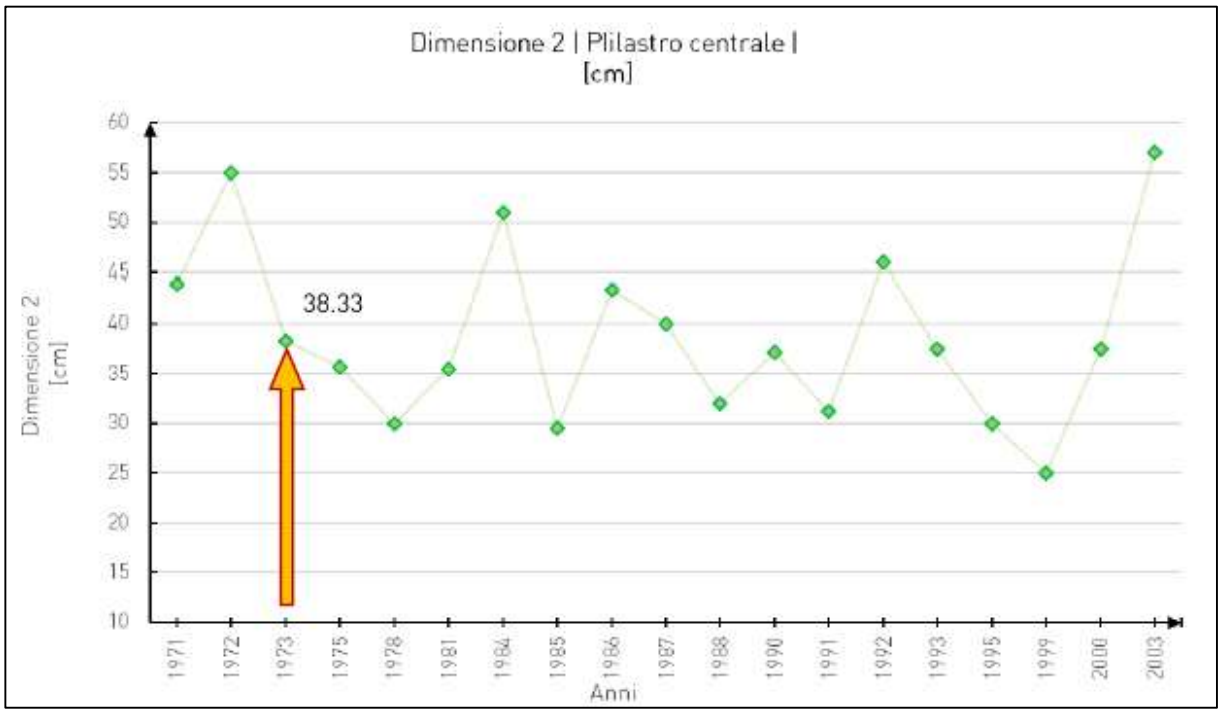
Dimensione 1 pilastro di bordo.



Dimensione 2 pilastro di bordo.

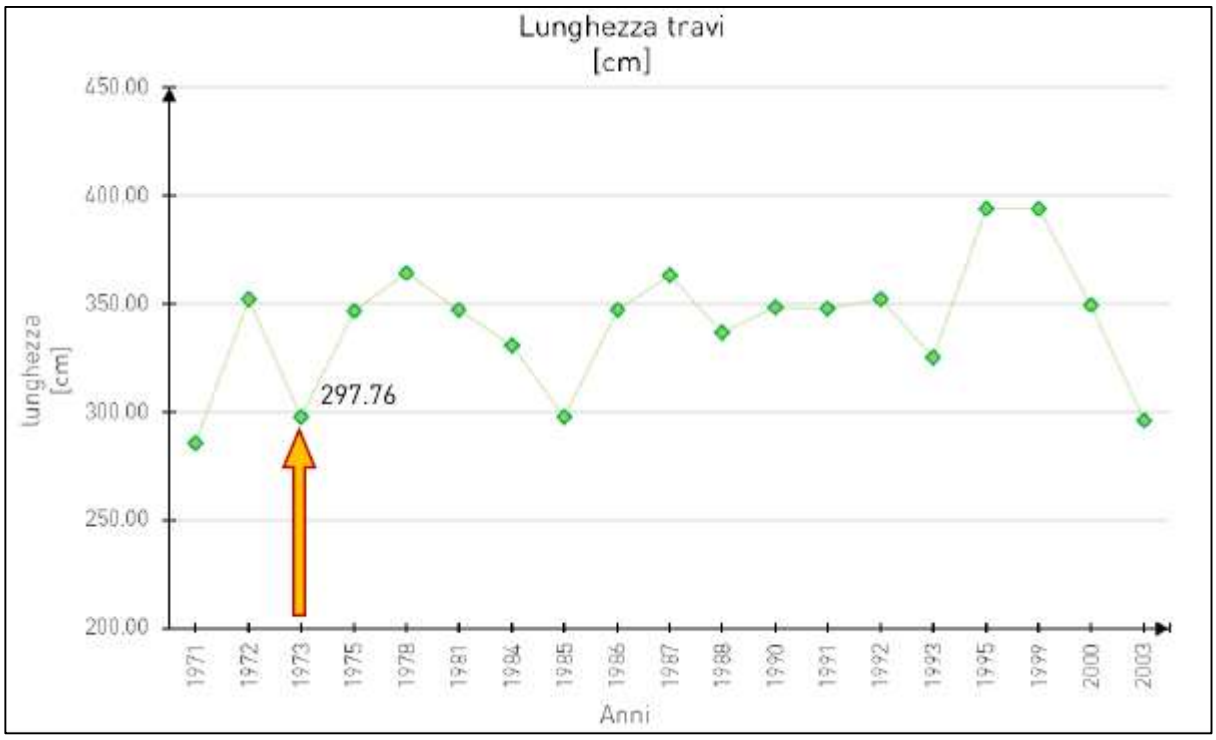


Dimensione 1 pilastro centrale.

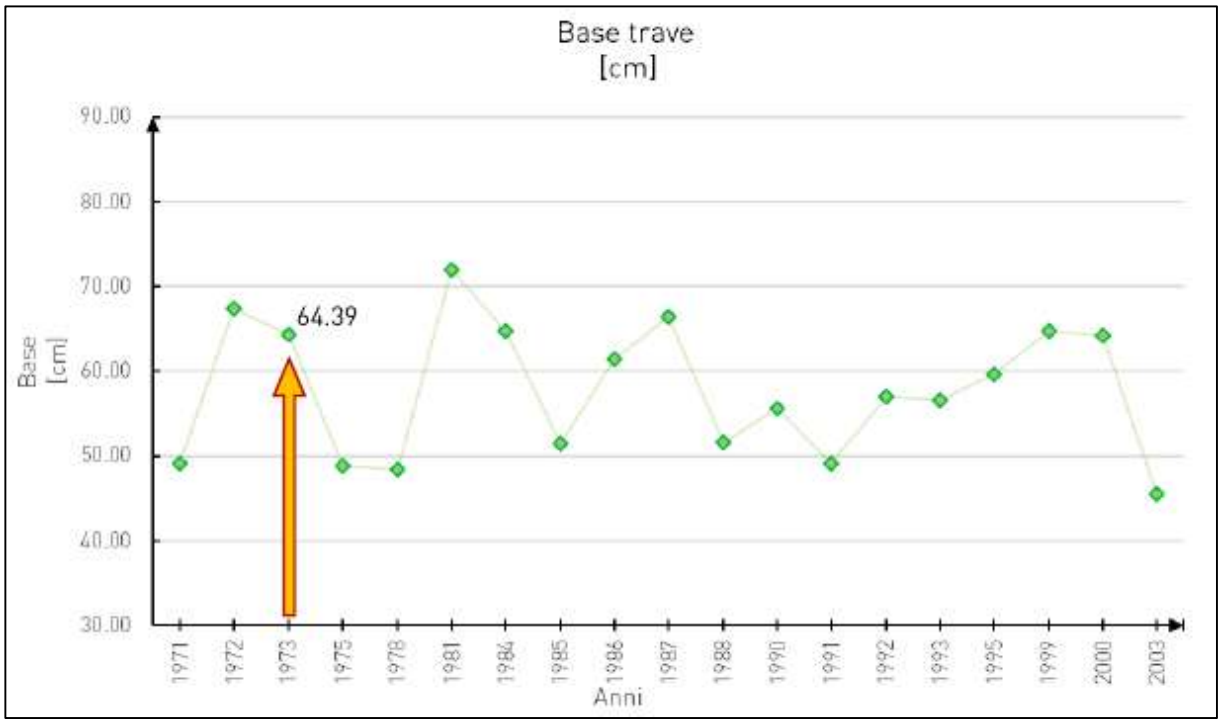


Dimensione 2 pilastro centrale.

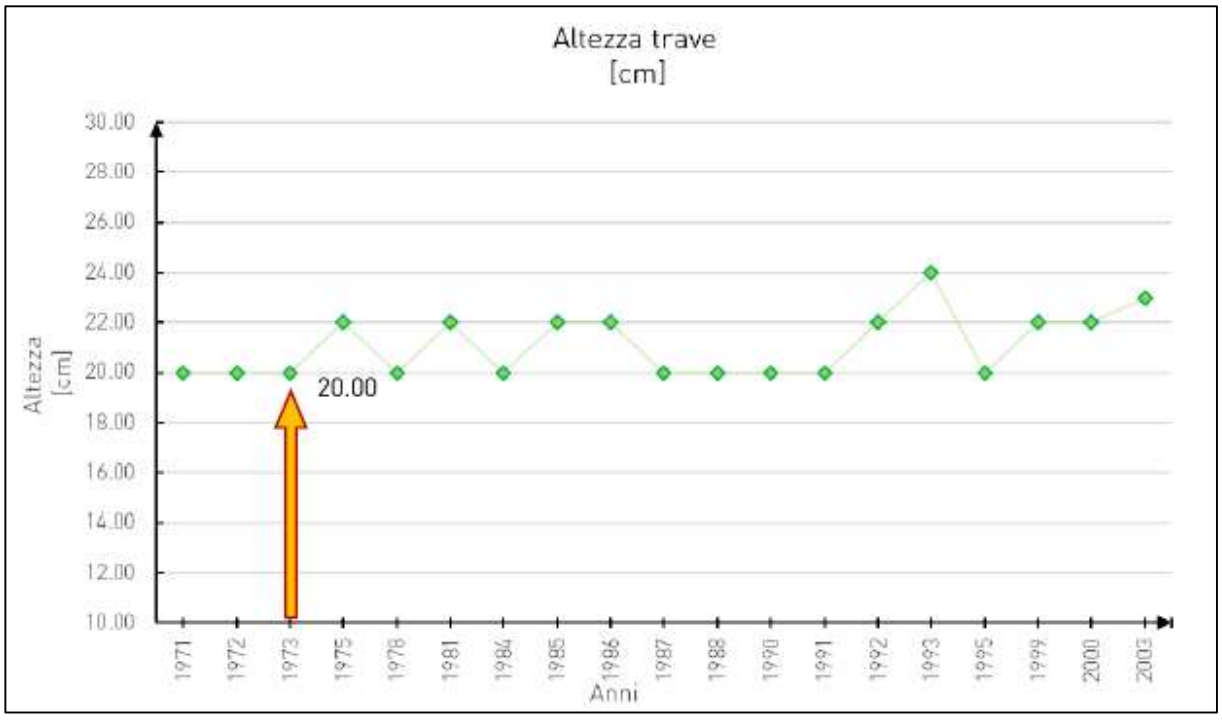
TRAVI



Lunghezza travi.



Base della trave.

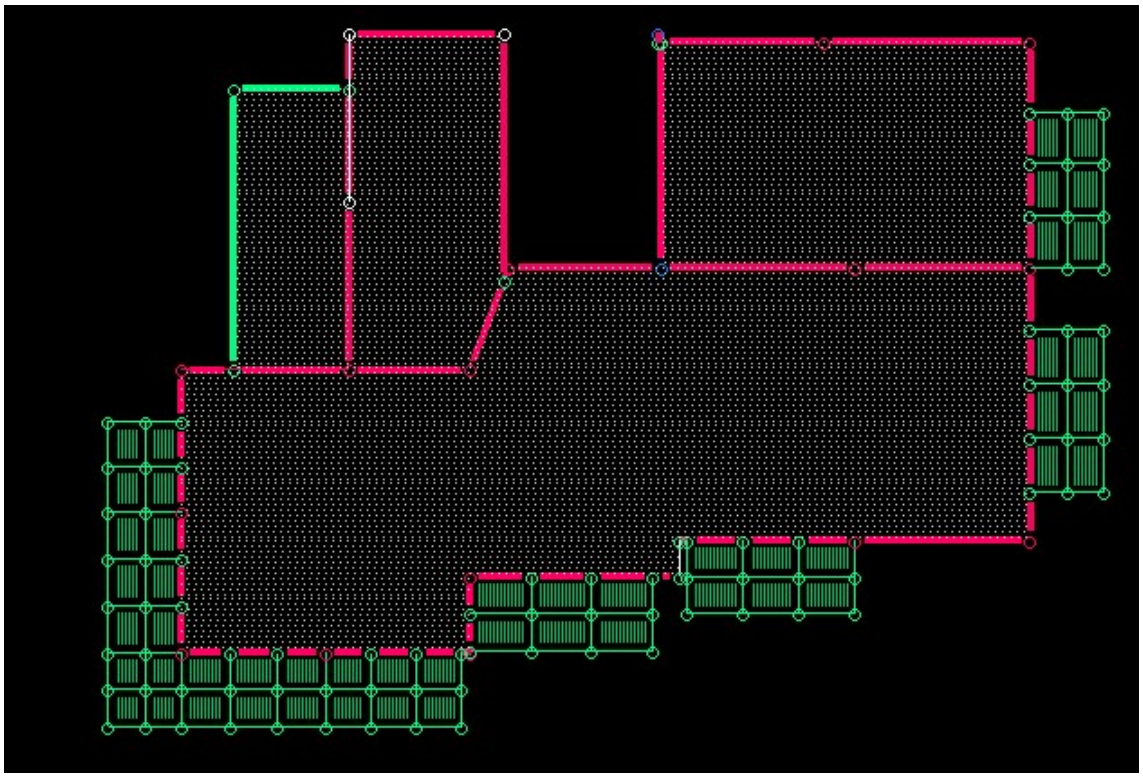


Altezza della trave.

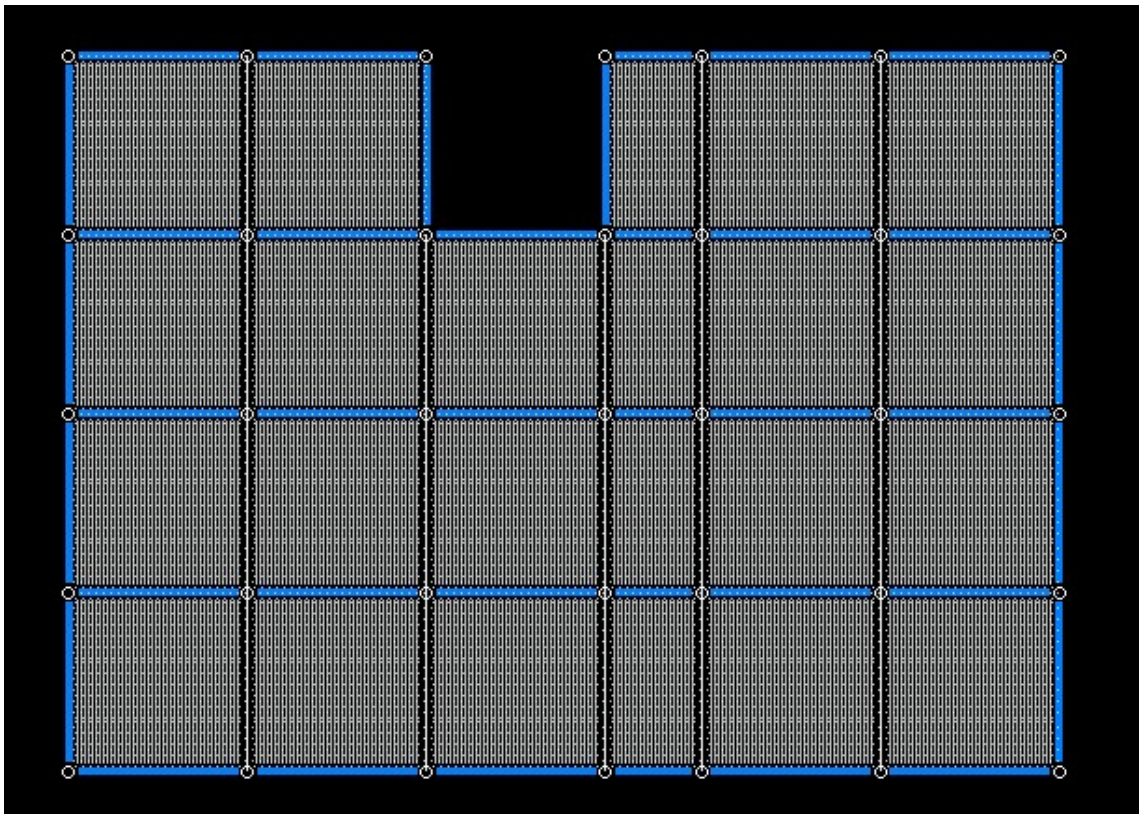
Considerando quindi i dati ricavati dai diagrammi riassuntivi, i dati ricavati dal database e l'arrotondamento di tali valori, otteniamo le seguenti caratteristiche dell'edificio fittizio:

- Pilastri di bordo 40x45 cm;
- Pilastro centrale 45x40 cm;
- Travi 65x20 cm;
- Passo strutturale 3,00 m;
- Altezza di interpiano 3,00 m.

In base ai dati ottenuti si è quindi creato l'edificio fittizio che, per via del diverso passo strutturale,, presenta una fila di pilastri in più parallela al lato lungo dell'edificio. Si riportano di seguito delle rappresentazioni tridimensionali e di pianta dell'edificio creato e dell'edificio di Morgex per poter confrontare le due strutture.



Pianta edificio reale a Morgex.



Pianta edificio fittizio.

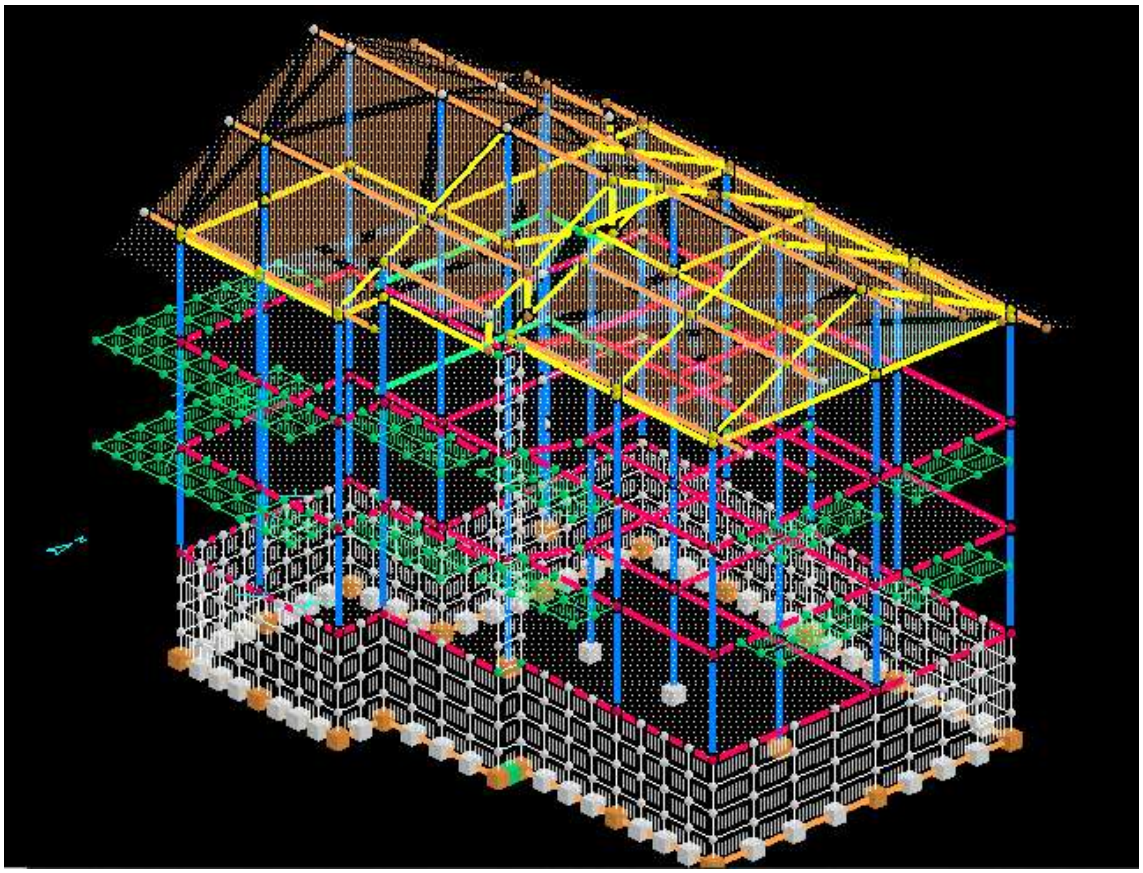


Immagine tridimensionale dell'edificio reale.

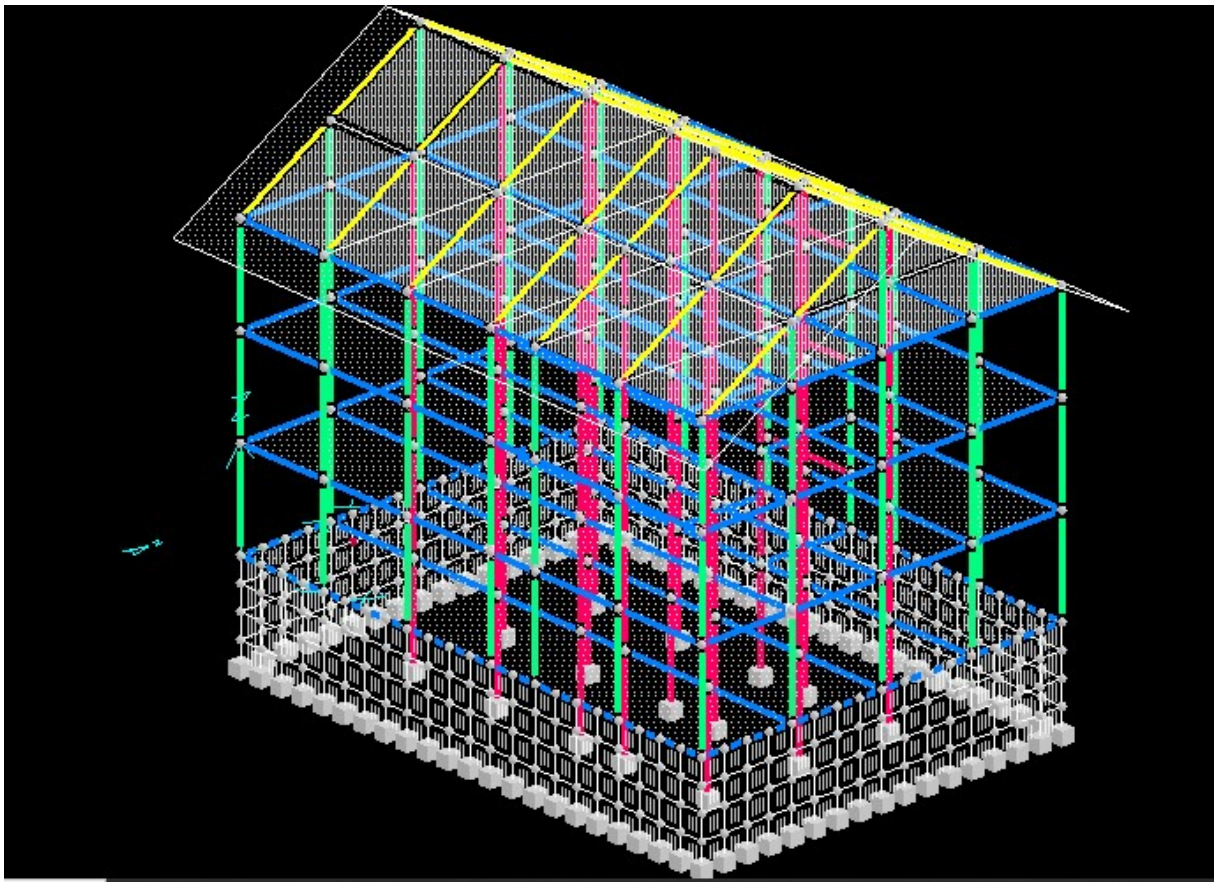


Immagine tridimensionale dell'edificio fittizio.

Come si può notare nelle immagini, le strutture sono notevolmente differenti tra loro, pur avendo le stesse dimensioni massime nelle tre direzioni principali. Nonostante questo, alcuni elementi caratteristici sono stati mantenuti uguali per limitare le variabili in gioco e per valutare quindi il solo contributo degli elementi definiti secondo il database utilizzato, come per esempio il tipo di fondazione con una "box type foundation" e la presenza del vano scala con travi perimetrali sfalsate di mezzo piano per portare il pianerottolo della scala. Una modifica che è presente tra il modello reale e quello fittizio riguarda la modellazione degli elementi di copertura. In particolare, nella struttura reale una disposizione non ordinata e non simmetrica degli appoggi e degli elementi strutturali, ha reso necessaria la modellazione anche degli elementi lignei primari della copertura per valutare in maniera appropriata la distribuzione delle forze sui vari appoggi. Nel modello fittizio, invece, la regolarità e la simmetria della struttura hanno permesso di evitare l'inserimento degli elementi lignei della copertura, distribuendo

direttamente i carichi superficiali del tetto sulle capriate in calcestruzzo della copertura, progettate secondo la stessa geometria dell'edificio reale. Questo ha facilitato molto sia le fasi di modellazione che le fasi di ricerca dei periodi propri di vibrazione, non avendo in questo caso la presenza di moti locali dovuti agli sbalzi della copertura. La vulnerabilità è stata calcolata inserendo le barre d'armatura, in modo che queste rispettassero la percentuale di armatura ricavata dal database. Anche per questo edificio è stato effettuato il calcolo sia secondo il metodo agente sui casi di carico, sia secondo il metodo agente attraverso la vita nominale. Nel primo caso il valore di ζ_E trovato è pari a 0,56 mentre nel secondo caso si è ottenuto un valore in anni pari a 14 anni, che corrisponde a un valore di ζ_E di 0,61.

Questi risultati, confrontati con i valori trovati per la struttura reale, indicherebbero una peggior resistenza alle forze sismiche, a parità di periodo costruttivo e azione sismica considerata, degli edifici valdostani. Sebbene questo potrebbe essere vero, nel processo di costruzione dell'edificio fittizio si sono utilizzate direttamente le sezioni di Torino senza però considerare le differenze medie di dimensione degli edifici nei due territori. In effetti, la dimensione media degli edifici nel comune di Torino è maggiore rispetto a quella degli edifici Valdostani. Se le dimensioni in pianta influenzano poco le caratteristiche ricavate dal database di Torino, il numero medio di piani ha un'elevata importanza nel determinare i carichi agenti alla base dei pilastri e, quindi, le loro sezioni. Volendo quindi effettuare un'altra prova, si è deciso di duplicare la struttura fittizia ottenuta in precedenza, di modificare le dimensioni di sezione dei pilastri con la sezione tipica dell'edificio originale (30x30 cm) e di inserire l'armatura in modo che la percentuale di armatura presente nei pilastri 30x30 cm, fosse la stessa, in percentuale, presente negli edifici di Torino. Questo processo ha portato a parità di sezione dei pilastri ad avere un'armatura di 4ϕ12+4 ϕ10 nei pilastri dell'edificio fittizio rispetto ai 4ϕ12 dell'edificio reale. Effettuando quindi nuovamente la ricerca della vulnerabilità sul modello aggiornato si sono ottenuti i seguenti

risultati: con il primo metodo il valore di ζ_E ricavato è pari a 0,43 mentre con il secondo metodo il valore in termini temporali è pari a 8 anni, che corrisponde in termini di ζ_E a un valore di0,46.

Confrontando i risultati ottenuti con le sezioni dei pilastri modificati, osserviamo come i risultati ottenuti siano del tutto simili a quelli ottenuti per l'edificio reale.

Considerando che, nonostante non vi siano indicazioni sul numero di piani degli edifici censiti nella creazione del database, la dimensione media degli edifici in Valle d'Aosta è sicuramente minore della dimensione media degli edifici a Torino, possiamo ritenere più affidabili e veritieri della reale situazione presente, i risultati ottenuti con il secondo metodo. Alla luce dei risultati ottenuti e delle considerazioni fatte, possiamo quindi affermare che gli edifici costruiti con le caratteristiche costruttive valdostane degli anni '70 risultano ugualmente vulnerabili, a parità di periodo costruttivo e di dimensione, agli edifici costruiti nel comune di Torino.

Edificio	ζ_E - casi di carico	ζ_E - vita nominale
Edificio Fittizio pilastri database	0,56	0,61
Edificio Fittizio pilastri 30x 30 cm	0,43	0,46

Tabella riassuntiva dei risultati dell'edificio fittizio.

6 Conclusioni

Lo studio della vulnerabilità secondo i tre metodi applicati, ha permesso di ottenere risultati complementari e concordanti tra loro riguardanti la vulnerabilità degli edifici costruiti negli anni '70 a La Salle e Morgex. In primo luogo, il calcolo del grado di difformità ha permesso di evidenziare come il *gdd* delle travi sia maggiore per gli elementi dei solai inferiori del telaio rispetto agli stessi elementi localizzati a una quota più elevata. Per quanto riguarda i pilastri, il calcolo ha restituito un valore molto maggiore per questi elementi rispetto a quello ottenuto per le travi, a conferma delle ipotesi effettuate sul meccanismo di rottura dei pilastri nella struttura. La vulnerabilità ottenuta con il metodo della riduzione della vita nominale è stata considerata in questo scritto come il metodo di riferimento per il confronto con gli altri metodi. Questa scelta è motivata dal fatto che il calcolo risulta essere il più accurato, rispettando letteralmente le indicazioni relative alla determinazione della vulnerabilità sismica, contenute nelle NTC18 e nella relativa circolare (confronto tra accelerazione sismica al suolo). Pur essendo il più accurato, tale metodo soffre in realtà di alcuni problemi di precisione nella determinazione del risultato, dovuti alla scala discreta di valori di vulnerabilità verificabili, legati alla scala discreta di valori di vita nominale espressi in anni. Questo metodo ha quindi permesso di definire un valore di ζ_E pari a 0,46 per l'edificio campione e, considerando tale edificio come rappresentativo della tipologia strutturale CAR1 dei comuni di La Salle e Morgex, questo valore di vulnerabilità può essere considerato valido per tutta la tipologia rappresentata.

Il calcolo della vulnerabilità effettuato agendo sui casi di carico, infine, si è rivelato un ottimo metodo, in quanto ha portato a risultati del tutto simili a quelli ottenuti con il metodo di riferimento e, in ogni caso, sottostimando leggermente il valore di ζ_E dando quindi risultati a favore di sicurezza. La possibilità di utilizzare questo metodo risulta fondamentale soprattutto nelle fasi preliminari di stima della vulnerabilità, in quanto permette, in un tempo inferiore rispetto al

metodo di riferimento e con un dispendio computazionale minore, di ottenere valori veritieri che possono poi essere affinati applicando il metodo della riduzione della vita nominale a partire dai risultati ottenuti in precedenza.

Per quanto riguarda infine il confronto tra edifici con caratteristiche tipiche valdostane e torinesi, si è evidenziato come il metodo basato sull'applicazione diretta del database strutturale storico non dia in realtà risultati veritieri della reale situazione. In particolare, la differenza tra dimensioni medie degli edifici nelle due zone influenza fortemente le caratteristiche di sezione dei pilastri strutturali. Effettuando quindi un confronto a parità di sezione dei pilastri e inserendo nel modello rappresentativo degli edifici piemontesi la percentuale di armatura ricavata dal database strutturali, si sono ottenuti risultati del tutto simili a quelli ottenuti per l'edificio reale valdostano. Ciò conferma che, a parità di periodo costruttivo e di normativa applicata, gli edifici costruiti nei due territori risultano ugualmente inadeguati a sopportare l'azione sismica richiesta dalla normativa attuale. Si riporta una tabella riassuntiva sui risultati ottenuti.

Edificio	ζ_E - casi di carico	ζ_E - vita nominale
Edificio Morgex	0,42	0,46
Edificio Fittizio pilastri database	0,56	0,61
Edificio Fittizio pilastri 30x 30 cm	0,43	0,46

Valori di ζ_E ottenuti nelle analisi.

VALORI MEDI DI GDD TRAVI			
	inizio	centro	fine
Travi solaio1	227.02%	209.51%	224.18%
Travi solaio 2	193.22%	175.41%	188.46%
Travi solaio 3	189.58%	184.44%	210.52%

Valori di *gdd* ottenuti per le travi.

VALORI MEDI DI GDD PILASTRI		
	Bordo	Interni
Pilastri 1° livello	467.47%	150.81%
Pilastri 2° livello	293.40%	150.81%
Pilastri 3° livello	353.71%	53.39%

Valori di *gdd* ottenuti per i pilastri.

7 Bibliografia e sitografia

- "Manuale per la compilazione della scheda di primo livello per la caratterizzazione tipologico – strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari. Cartis 2014", a cura del consorzio universitario Reluis e del Dipartimento della Protezione Civile.
- "Nuove norme tecniche per le costruzioni e circolare applicativa. DM Infrastrutture 17 gennaio 2018. Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP.", DEI, Tipografia del genio civile.
- Manuale del software di calcolo DOLMEN
- Slide del corso di ingegneria sismica fornite durante il corso a cura del Prof. G.P. Cimellaro, Politecnico di Torino
- https://www.regione.vda.it/
- D.G. 30 dicembre 2003, "Approvazione della riclassificazione sismica del territorio della Regione Autonoma Valle d'Aosta in applicazione dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Prime disposizioni" https://www.regione.vda.it/operepubbliche/normativa_regllpp/file/DG_5130_2003.pdf
- http://www.comune.lasalle.ao.it/
- http://www.comune.morgex.ao.it/
- http://www.reluis.it/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=53&lang=it
- http://www.reluis.it/index.php?option=com_content&view=article&id=199%3Astil&catid=42%3Asoftware&Itemid=136&lang=it
- http://www.reluis.it/index.php?option=com_content&view=article&id=399
- http://www.protezionecivile.gov.it/
- http://www.protezionecivile-imbersago.com/rischio-sismico.html

- https://strutturisti.wordpress.com/2009/04/26/effetti-delle-tamponature-negli-edifici-in-cemento-armato-meccanismo-di-puntone-compresso-con-riferimento-al-terremoto-in-abruzzo/
- http://www.cias-italia.it/PDF/MELONI%20-%20Vulnerabilita%20Sismica.pdf
- https://webapi.ingenio-web.it/immagini/file/byname?name=Sl8F2uqQXW.pdf
- https://www.certificazionesismica.eu/fenomeni-sismici-placca-euroasiatica-adriatica

La documentazione utilizzata per lo svolgimento delle schede cartis è stata reperita presso gli uffici comunali dei comuni di La Salle e Morgex, nei quali è depositata in forma cartacea e presso lo studio del geometra Bruno Salice. La documentazione relativa al fabbricato analizzato con il software di calcolo è reperibile presso gli uffici del Genio civile di Aosta e presso gli archivi comunali del comune di Morgex.

Ringraziamenti

Per lo svolgimento di questa tesi devo ringraziare inizialmente il mio relatore A.P. Fantilli, per la disponibilità generale e per il tempo dedicatomi e la società "CDM DOLMEN S.r.l.", non solo per la versione gratuita del loro software, ma anche per l'assistenza fornitami durante le fasi di calcolo delle strutture.

Detto ciò, la redazione di questo scritto rappresenta per me non solo la conclusione di un percorso di apprendimento, ma anche di un periodo di crescita personale. Il Politecnico, infatti, oltre ad aver aumentato la mia competenza sulle tematiche dell'Ingegneria Edile mi ha permesso di affinare aspetti quali la perseveranza, l'organizzazione del lavoro, la capacità di affrontare il lavoro di squadra e la maturità in generale.

Il percorso affrontato non è stato sempre facile e, soprattutto arrivato a questo punto, mi rendo conto dell'importanza che ha avuto il contesto esterno, rispetto al successo raggiunto.

In primo luogo, devo ringraziare i miei genitori, che mi hanno sempre supportato moralmente ed economicamente durante tutto il percorso affrontato e che hanno plasmato nel tempo la persona che sono adesso.

In secondo luogo, voglio ringraziare la mia fidanzata, che mi ha sempre sostenuto, sopportato e che si è adeguata, nei miei momenti di studio più intensi, alla vita in eremitaggio.

Un grande grazie va anche ai miei coinquilini, Jean Pierre, Didier, André e Daniele e ai miei compagni di corso, Edoardo e Valentina, che mi hanno regalato bellissime esperienze nella vita quotidiana a Torino e con cui, allo stesso tempo, ho potuto condividere momenti di grande serietà, rispetto e voglia di collaborare nei momenti di lavoro e studio più intenso.

In ultimo non posso che ringraziare tutta la mia famiglia e i miei amici, che con piccoli o grandi gesti mi hanno permesso di vivere serenamente e di raggiungere questo obiettivo nel migliore dei modi possibili.

Allegati

Sono forniti nel seguito gli allegati prodotti nel corso di questa tesi.

L'indice degli allegati è il seguente:

- **A scheda cartis del comune di La Salle**
- **B scheda cartis del comune di Morgex**
- **C risultati ottenuti nel calcolo del grado di difformità**

ALLEGATO A

Scheda cartis del comune di La Salle

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

CARTIS 2014

SCHEDA DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti | **PARTE A**

DATA 29 / 12 / 2020

a. DATI DI LOCALIZZAZIONE

Regione: VALLE D'AOSTA — Codice ISTAT 02
Provincia: AOSTA — Codice ISTAT 007
Comune: LA SALLE — Codice ISTAT 040
Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT)

b. DATI GENERALI COMUNE

Numero totale residenti del Comune 2040
Anno di prima classificazione sismica 2003
Anno di approvazione Piano Regolatore Generale 2013
Anno di approvazione Programma di fabbricazione
Piano Particolareggiato Centro Storico: ○ SI ○ NO

Numero totale abitazioni
Dato ISTAT 3431 — Dato rilevato

Numero totale edifici
Dato ISTAT 1798 — Dato rilevato

c. NUMERO ZONE OMOGENEE (COMPARTI) 3

d. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS

Codice UR:
Referente: ALESSANDRO FANTILLI — Mail: alessandro.fantilli@polito.it
Ente di appartenenza: POLITECNICO DI TORINO
Qualifica: PROFESSORE ASSOCIATO
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
Indirizzo: CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 24, TORINO
Tel. ufficio: 011/0904900 — Cell.:
Compilatore: FEDERICO GAMBA — Mail: fegamba.95@gmail.com
Firma del Compilatore: Federico Gamba

e. DATI IDENTIFICATIVI TECNICO INTERVISTATO

Referente del Comune: MARCO AVERONE — Tel./Cell.:

Nominativo: MARCO AVERONE
Ente di appartenenza: COMUNE DI LA SALLE
Qualifica: RESPONSABILE EDILIZIA PRIVATA
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA
Indirizzo: VIA COL SERENA 9, LA SALLE
Mail: m.averone@comune.lasalle.ao.it
Tel. ufficio: — Cell.:

Nominativo: BRUNO SALICE
Ente di appartenenza: /
Qualifica: GEOMETRA -
Titolo di studio: GEOMETRA - DIPLOMA
Indirizzo:
Mail:
Tel. ufficio: — Cell.:

f. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON PERIMETRAZIONE DEI COMPARTI E NUMERAZIONE DEGLI STESSI

Capoluogo

C01 Centro storico
C02 Prima espansione
C03 Seconda espansione
Via Colomba
Via E. Chanoux
Via Cesare Ollietti

f. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON PERIMETRAZIONE DEI COMPARTI E NUMERAZIONE DEGLI STESSI

Derby

C01 Centro storico
C02 Prima espansione
C03 Seconda espansione

N

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis

SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti | **PARTE B**

ELENCO COMPARTI

a. Codice	b. Denominazione Comparto	c. Epoca di Primo Impianto	d. Residenti	e. Edifici e Superficie Coperta		f. Abitazioni	g. Tipologie presenti nel comparto								h. Affidabilità Informazione		
							MURATURA (Codice)				CEMENTO ARMATO (Codice)						
			[N°]	[N°]	[mq]	[N°]	MUR 1	MUR 2	MUR 3	MUR 4	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4	Bassa	Media	Alta
C 01	CENTRO STORICO	1700					☒ 100 %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	⊗	○
C 02	PRIMA ESPANSIONE	1978					☒ 5 %	☐ %	☐ %	☐ %	☒ 95 %	☐ %	☐ %	☐ %	○	⊗	○
C 03	SECONDA ESPANSIONE	1988					☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☒ 100 %	☐ %	☐ %	○	⊗	○
C 04							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 05							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 06							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 07							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 08							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 09							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 10							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 11							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C 12							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT 012 007 040 C01 MUR1

a. CODICE TIPOLOGIA

MUR 1	MUR 2	MUR 3	MUR 4	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4
⊗	○	○	○	○	○	○	○

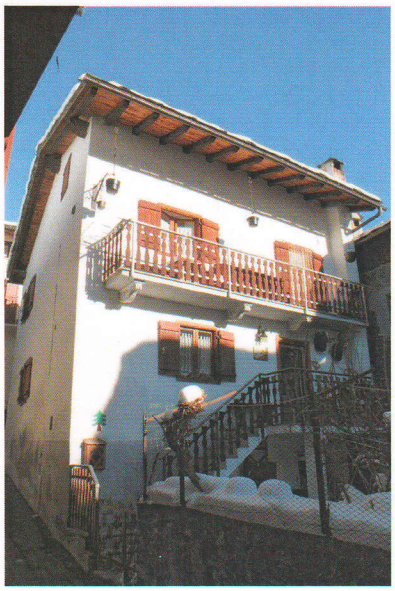
b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

012	007	040	C01	MUR1
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia

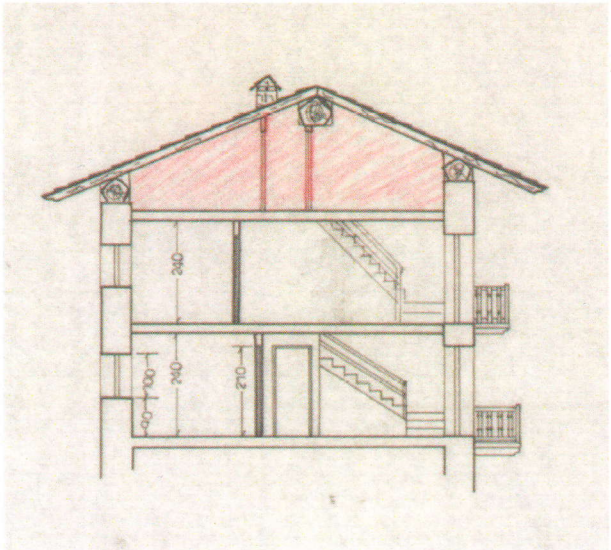
c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO

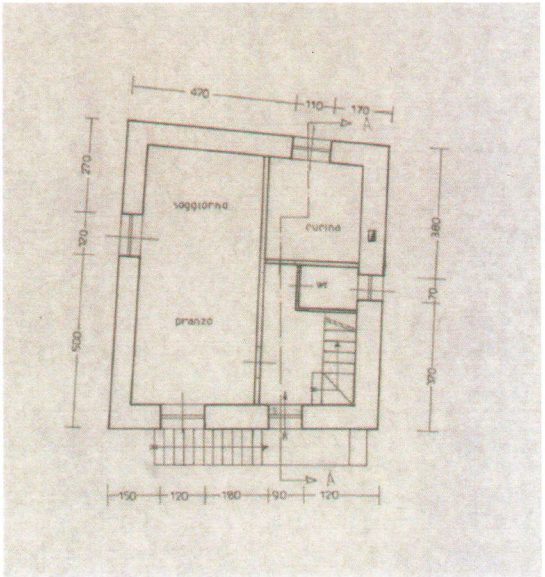
ISOLATA IN AGGREGATO	IN AGGREGATO	
	90%	
	In adiacenza (strutture staticamente indipendenti)	*In connessione* (strutture interagenti)
10%	80%	10%

d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA



d. PIANTA E SEZIONE





PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 A | **Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)*

IDT 02007040C01HVR1

a. Caratteristiche Muratura

A 1.1	MURATURA IRREGOLARE ○	Pietra arrotondata	Senza ricorsi	Ciottoli con tessitura disordinata nel parametro	○
A 1.2				Ciottoli con tessitura ordinata nel parametro	○
A 1.3			Con ricorsi	Ciottoli e mattoni	○
A 1.4				Ciottoli e mattoni con ricorsi in laterizio	○
A 2.1		Pietra grezza	Senza ricorsi	Pietrame con tessitura disordinata nel parametro	○
A 2.2				Pietrame con tessitura ordinata nel parametro	○
A 2.3			Con ricorsi	Murata disordinata con embrici e calcare	○
A 2.4				Pietrame con ricorsi in laterizio	○
B 1.1	MURATURA SBOZZATA ☒	Pietra lastriforme	Senza ricorsi		○
B 1.2			Con ricorsi		○
B 2.1		Pietra pseudo regolare	Senza ricorsi		☒
B 2.2			Con ricorsi		○
C 1.1	MURATURA REGOLARE ○	Pietra squadrata	Senza ricorsi		○
C 1.2			Con ricorsi		○
C 2.0		Mattoni			○

b. Presenza muratura a Sacco ○ SI ☒ NO ○ NON SO

c. Presenza Catene o Cordoli *(% nella tipologia)* 10 %

d. Collegamento trasversale ☒ SI ○ NO ○ NON SO

e. Presenza di Speroni/Contrafforti ○ SI ☒ NO ○ NON SO *

f. Spessore medio prevalente Pareti Piano Terra 070 cm

g. Interasse medio prevalente Pareti 6,000 m

h. Caratteristiche Solai *(max 2)*

S 1.1	SOLETTA DEFORMABILE ☐	Solaio in legno con mezzane	☐	%
S 1.2		Solaio in legno con tavolato singolo	☐	%
S 1.3		Solaio con travi di ferro a voltine	☐	%
S 2.1	SOLETTA SEMIRIGIDA ☒	Solaio in legno con doppio tavolato	☐	%
S 2.2		Solaio prefabbricato del tipo SAP	☐	%
S 2.3		Solaio in ferro e tavelloni	☒	10 %
S 3.1	SOLETTA RIGIDA ☒	Solaio in cemento armato a soletta piena	☐	%
S 3.2		Solaio in cemento armato a travetti prefabbricati	☐	%
S 3.3		Solaio in latero-cemento gettato in opera	☒	80 %

i. Caratteristiche Volte *tipologia (max 2)*

○ ASSENZA DI VOLTE

☒ PRESENZA DI VOLTE AL PIANO TERRA

☐ PRESENZA DI VOLTE AI PIANI INTERMEDI

V 1	Volta a botte	☒	20 %
V 2	Volta a botte con lunette	☐	%
V 3	Volta a botte con teste a padiglione	☐	%
V 4	Volta a specchio o a schifo	☐	%
V 5	Volta a padiglione	☐	%
V 6	Volta a crociera	☒	80 %
V 7	Volta a vela	☐	%
V 8	Volta a imbuto o ventaglio su pianta quadrata	☐	%

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 A | **Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)*

IDT 0 2 0 0 7 0 4 0 C 0 1 H V E 1

j. Strutture miste

Percentuale nella tipologia ☐☐0%

○ C.A. (o altre strutture Intelaiate) su muratura (G1)	○ Muratura perimetrale e pilastri interni in C.A. (G3.2)
○ Muratura su C.A. (o altre strutture intelaiate) (G2)	○ Muratura perimetrale e pilastri esterni (G3.3)
○ Muratura con ampliamento in pianta in C.A. (G3.1)	○ Muratura confinata (G3.4)

k. Malta *(max 2 scelte)*

	Tipo		Condizioni		
○ Nessuna informazione	1 Calce	☒ ☐☐☐%	○ BUONE	☒ MEDIE	○ CATTIVE
	2 Gesso	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	3 Argilla	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	4 Calce idraulica	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	5 Calce pozzolanica	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	6 Malta bastarda	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	7 Cemento portland	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE

l. Portici, logge e cavedi *(% nella tipologia)*

☐ 1 - PORTICI ☐☐☐%	☒ 2 - LOGGE 0 1 0%	☐ 3 - CAVEDI ☐☐☐%

m. Ulteriori elementi di vulnerabilità per le murature

		SI	NO	NON SO
1	Mancanza di ammorsamenti tra pareti ortogonali.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
2	Presenza di cordoli in breccia su murature a doppio paramento.	☒ ☐☐☐%	☐	☐
3	Presenza di architravi con ridotta rigidezza flessionale o con inadeguata lunghezza di appoggio.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
4	Presenza di archi ribassati e/o piattabande con imposte inadeguate.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
5	Riduzioni localizzate della sezione muraria (presenza di canne fumarie, cavedi, nicchie, etc.).	☒ ☐☐☐%	☐	☐
6	Discontinuità localizzate (chiusura vecchie aperture, sarciture mal realizzate, etc.).	☐ ☐☐☐%	☒	☐
7	Presenza di aperture poste in prossimità della linea di colmo della copertura.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
8	Presenza di pilastri isolati.	☒ ☐☐☐%	☐	☐
9	Aperture in prossimità degli angoli del fabbricato.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
10	Presenza di pareti in muratura ad una testa, molto caricate e di snellezza inadeguata a carichi verticali.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
11	Sopraelevazioni in muratura su muratura esistente.	☒ ☐☐☐%	☐	
12	Elevata percentuale di aperture di vani al piano terra.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
13	Presenza di struttura di copertura rigida e mal collegata.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
14	Presenza di travi di colmo di notevoli dimensioni mal collegate.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
15	Orizzontamenti di qualsiasi tipo mal collegati alle pareti.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
16	Mancanza di connessione della parete alla copertura.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
17	Fondazione inadeguata a sostenere l'incremento di carico verticale dovuto al sisma.	☒ ☐☐☐%	☐	☒
18	Presenza di grotte o cavità al di sotto del solaio di piano terra.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
19	Irregolarità della forometria rispetto alla scatola muraria esterna.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
20	Presenza di piccoli corpi aggiunti di differente rigidezza e/o con collegamenti localizzati.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
21	Presenza di piani sfalsati anche rispetto ad edifici contigui nell'aggregato.	☐ ☐☐☐%	☒	☐

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 Altre informazioni

IDT 02 007 040 C01 MUR1

a. Copertura (max 2)

a1. Forma	a2. Tipo Leggera (1)	a2. Tipo Pesante (2)
1 Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2 Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3 Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4 Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5 Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale		
Legno	☒	100 [%]
Acciaio	☐	[%]
Cemento Armato	☐	[%]
Muratura	☐	[%]

a4. Spingente ☒ SI [%] ○ NO [%]

b. Aperture in facciata

(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	☒
20/29 %	○
30/50 %	○
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta (max 2)		Elevazione (max 2)	
☒ Regolare (1)	030 [%]	☒ Regolare (1)	100 [%]
☒ Mediamente regolare (2)	070 [%]	☐ Mediamente regolare (2)	[%]
☐ Irregolare (3)	[%]	☐ Irregolare (3)	[%]

d. Interventi strutturali della tipologia

1 - Anno 1940÷1980

2 - Interventi tipici		
☒	A. Interventi locali	80 [%]
☐	B. Miglioramento sismico	20 [%]
☐	C. Adeguamento sismico	[%]

e. Aperture Piano terra (PT)

(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	☒
20/29 %	○
30/50 %	○
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)*

		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	☒	○
2	SdC strutture verticali	○	☒	○
3	SdC strutture orizzontali	○	☒	○
4	SdC elementi non strutturali	○	☒	○

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	☒
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 012007040C01MUR1

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI		*(elementi a tipologia vulnerabile e/o in cattive condizioni)*	
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	[%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	[%] *
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	[%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	[%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	[%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	[%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	[%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	[%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	[%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	[%]

i. Fondazioni (max 2)

☒ **Superficiale** 100 [%]

☐ **Profonda** [%]

☒ **Continua** 80 [%]

☒ **Discontinua** 20 [%]

1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☒	80 [%]
2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
3. Fondazione su archivi rovesci	☐	[%]
4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	20 [%]
5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	[%]
6. Travi rovesce	☐	[%]
7. Reticolo di travi rovesce	☐	[%]
8. Platee	☐	[%]
9. Plinti su pali	☐	[%]
10. Travi rovesce su pali	☐	[%]
11. Platee su pali	☐	[%]
Nessuna informazione		○

NOTE

IDT 012007040C01MUR1

* COPERTURA: MANTO DI COPERTURA TIPICO IN LASTRE LAPIDEE (LOSE) DI SPESSORE 4 CM. CARICO DELLE SOLE LOSE PUÓ RAGGIUNGERE 1200 kg/m².

* SPERONI: NEI CASI IN CUI IL SEMI INTERRATO AFFIORA COMPLETAMENTE SU UN FRONTE PER LA PENDENZA DEL SUOLO, SI HA UN INSPESSIMENTO DI TUTTA LA SEZIONE DEL MURO VERSO IL BASSO PER CONTRASTARE LE SPINTE DELLA VOLTA DEL SEMI INTERRATO

STATO DI CONSERVAZIONE: PRESENZA DI NUMEROSI EDIFICI ABBANDONATI IN CATTIVO STATO DI CONSERVAZIONE

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT 02 007 040 C02 CAR1

a. CODICE TIPOLOGIA

○ MUR 1	○ MUR 2	○ MUR 3	○ MUR 4	☒ CAR 1	○ CAR 2	○ CAR 3	○ CAR 4

b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

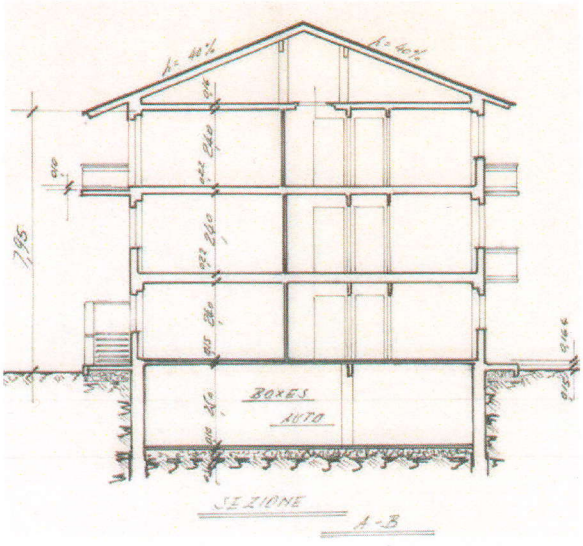
02	007	040	C02	CAR1
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia

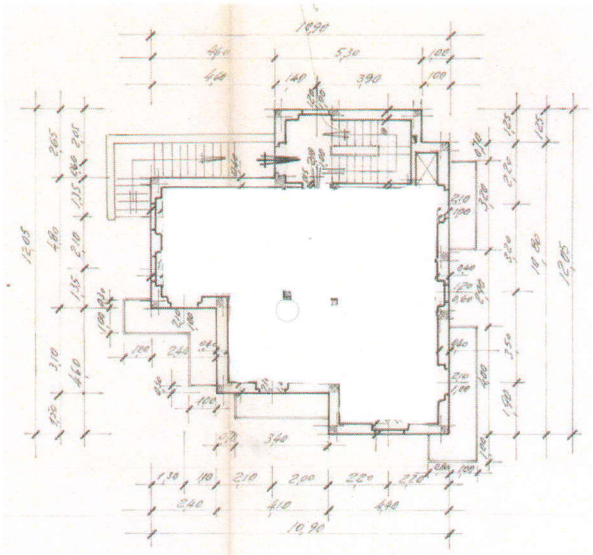
c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO

ISOLATA IN AGGREGATO	IN AGGREGATO	
	___%	
	In adiacenza (strutture staticamente indipendenti)	*In connessione* (strutture interagenti)
100%	___%	___%

d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA

d. PIANTA E SEZIONE





PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 B | **Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)*

IDT 02 007 010 C02 CA21

a. Qualifica della struttura in cemento armato

A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti *(senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)*	○
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistentI *(con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)*	☒
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	○
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	○
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	○
F	Prevalenza di setti	○
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	○

b. Giunti di separazione 1) Giunti a norma ☒ | 2) Giunti fuori norma ○ | % nella tipologia 100 [%]

c. Bow windows strutturali % nella tipologia ___ [%]

1) Assenza di Bow windows ☒ | 2) Bow windows inferiori a 1,5m ○ | 3) Bow windows superiori a 1,5m ○

d. Telai in una sola direzione SI ☒ | NO ○ | % nella tipologia 80 [%]

e. Elementi tozzi % nella tipologia ___ [%]

A - Assenti ☒ | B - Travi a ginocchio/piani sfalsati ○

C - Per finestre a nastro ○ | D - Per altre cause ○

f. Tamponature Piano Terra

A - Disposizione regolare ☒ | B - Disposizione irregolare ○ | C - Assente ○

Piano soffice piani intermedi SI ○ NO ○

g. Posizione dellatamponatura rispetto al telaio

1 - Tamponatura inserita nel telaio ☒ | 2 - Tamponatura non inserita nel telaio ☐

3 - Pilastri arretrati ☐ | 4 - Cortina esterna non inserita nel telaio ☐

h. Dimensione pilastri piano terra % nella tipologia 100 [%]

1) Dimensione media < 25cm ○ | 2) Dimensione media 25/45cm ☒ | 3) Dimensione media > 45cm ○

i. Armature pilastri

1	Armatura longitudinale	0,5 [%]
2	Interasse staffe pilastri	15 [cm]
3	Diametro staffe pilastri	6 [mm]
4	Lunghezza d'ancoraggio	10 [Φ]
5	Tipo armature ☒ Liscia ○ Aderenza migliorata	

j. Maglia strutturale

1	Interasse medio tra pilastri < 4,5m	○
2	Interasse medio tra pilastri 4,5/6m	☒
3	Interasse medio tra pilastri > 6m	○

k. Presenza solai SAP o Assimilabili ○ SI ___ [%] | ☒ NO

SEZIONE 3.2 Altre informazioni

IDT 02 007 040 C02 CAB1

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)
1	Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2	Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5	Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale		
Legno	☒	080 [%]
Acciaio	☐	[%]
Cemento Armato	☒	020 [%]
Muratura	☐	[%]

a4. Spingente: ☒ SI [%] ○ NO [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	☒
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta (max 2)		Elevazione (max 2)	
☐ Regolare (1)	[%]	☒ Regolare (1)	100 [%]
☒ Mediamente regolare (2)	100 [%]	☐ Mediamente regolare (2)	[%]
☐ Irregolare (3)	[%]	☐ Irregolare (3)	[%]

d. Interventi strutturali della tipologia

1 - Anno	÷	
2 - Interventi tipici	☐ A. Interventi locali	[%]
	☐ B. Miglioramento sismico	[%]
	☐ C. Adeguamento sismico	[%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	☒
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)

	f. Stato di Conservazione (SdC)	Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○		☒
2	SdC strutture verticali	○		☒
3	SdC strutture orizzontali	○		☒
4	SdC elementi non strutturali	○		☒

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	☒
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 02 00 A 04 0 C 02 C A R 1

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI	*(elementi a tipologia vulnerabile e/o in cattive condizioni)*		
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	___ [%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	___ [%] *
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	___ [%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	___ [%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	___ [%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	___ [%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	___ [%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	___ [%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	___ [%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	___ [%]

i. Fondazioni (max 2)

☒ **Superficiale** 100 [%]	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☐	___ [%]
	2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	___ [%]
☐ **Profonda** ___ [%]	3. Fondazione su archivi rovesci	☐	___ [%]
	4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	30 [%]
	5. Plinti isolati con travi di collegamento		___ [%]
	6. Travi rovesce	☒	70 [%]
	7. Reticolo di travi rovesce	☐	___ [%]
☒ **Continua** 70 [%] *	8. Platee	☐	___ [%]
	9. Plinti su pali	☐	___ [%]
☒ **Discontinua** 30 [%]	10. Travi rovesce su pali	☐	___ [%]
	11. Platee su pali	☐	___ [%]
Nessuna informazione			○

NOTE

IDT 12007010C012CAR1

COPERTURA: TIPICA IN LOSE CON ALTO CARICO (200 kg/m²)

FONDAZIONI: CONTINUE SU ELEMENTI PERIMETRALI, DISCONTINUE SU ELEMENTI CENTRALI

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT 012 007 040 C03 CAR2

a. CODICE TIPOLOGIA

MUR 1	MUR 2	MUR 3	MUR 4	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4
○	○	○	○	○	⊗	○	○

b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

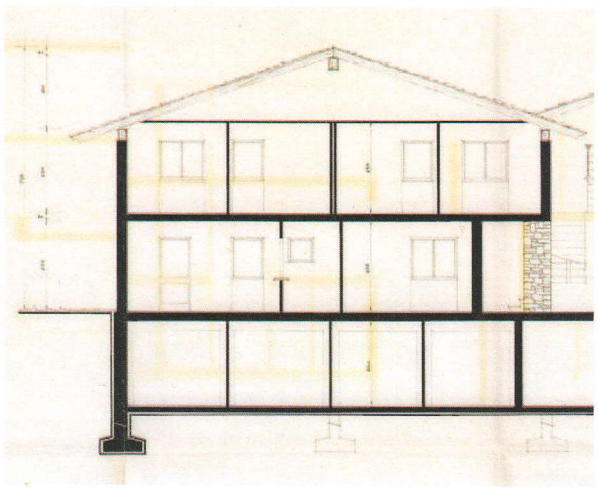
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia
02	007	040	C03	CAR2

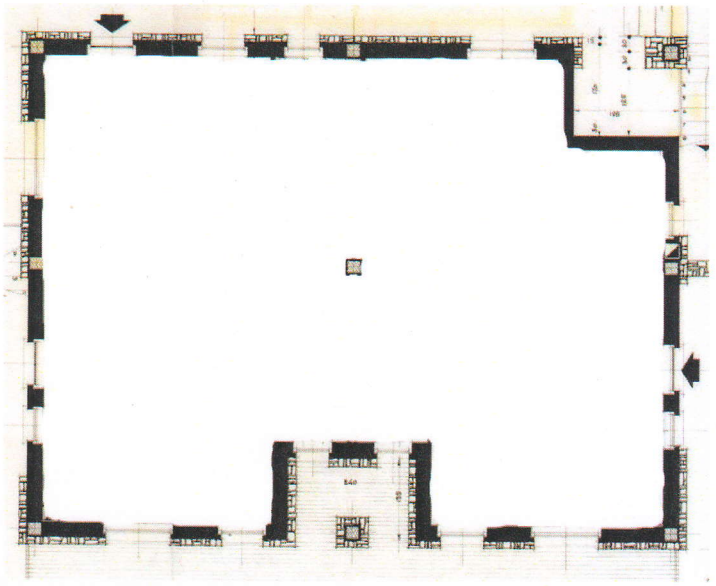
c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO

ISOLATA IN AGGREGATO	IN AGGREGATO	
	___%	
	In adiacenza (strutture staticamente indipendenti)	*In connessione* (strutture interagenti)
100%	___%	___%

d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA

d. PIANTA E SEZIONE





PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 B | **Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)*

IDT 0 2 0 0 7 0 1 0 C 0 3 C A R 2

a. Qualifica della struttura in cemento armato

A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti *(senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)*	
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistentI *(con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)*	☒
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	○
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	○
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	○
F	Prevalenza di setti	○
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	○

b. Giunti di separazione 1) Giunti a norma ☒ | 2) Giunti fuori norma ○ | % nella tipologia 1 0 0 [%]

c. Bow windows strutturali | % nella tipologia [%]

1) Assenza di Bow windows ☒ | 2) Bow windows inferiori a 1,5m ○ | 3) Bow windows superiori a 1,5m ○

d. Telai in una sola direzione SI ○ | NO ○ | % nella tipologia [%]

e. Elementi tozzi | % nella tipologia [%]

A - Assenti ☒	B - Travi a ginocchio/piani sfalsati ○
C - Per finestre a nastro ○	D - Per altre cause ○

f. Tamponature Piano Terra

A - Disposizione regolare ☒	B - Disposizione irregolare ○	C - Assente ○

Piano soffice piani intermedi SI ○ NO ☒

g. Posizione dellatamponatura rispetto al telaio

1 - Tamponatura inserita nel telaio ☒	2 - Tamponatura non inserita nel telaio ☐
3 - Pilastri arretrati ☐	4 - Cortina esterna non inserita nel telaio ☐

h. Dimensione pilastri piano terra | % nella tipologia 1 0 0 [%]

1) Dimensione media < 25cm ○ | 2) Dimensione media 25/45cm ☒ | 3) Dimensione media > 45cm ○

i. Armature pilastri

1	Armatura longitudinale	0 0 ,5 [%]
2	Interasse staffe pilastri	2 0 [cm]
3	Diametro staffe pilastri	0 6 [mm]
4	Lunghezza d'ancoraggio	1 0 [Φ]
5	Tipo armature ○ Liscia ☒ Aderenza migliorata	

j. Maglia strutturale

1	Interasse medio tra pilastri < 4,5m	○
2	Interasse medio tra pilastri 4,5/6m	☒
3	Interasse medio tra pilastri > 6m	○

k. Presenza solai SAP o Assimilabili ○ SI [%] | ☒ NO

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 012 007 040 003 CAR2

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)
1	Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2	Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5	Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale

- Legno ☒ 100 [%]
- Acciaio ☐ [%]
- Cemento Armato ☐ [%]
- Muratura ☐ [%]

a4. Spingente ○ SI [%] ○ NO [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	⊗
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta (max 2)		Elevazione (max 2)	
☐ Regolare (1)	[%]	☒ Regolare (1)	100 [%]
☒ Mediamente regolare (2)	100 [%]	☐ Mediamente regolare (2)	[%]
☐ Irregolare (3)	[%]	☐ Irregolare (3)	[%]

d. Interventi strutturali della tipologia

1 - Anno ÷

2 - Interventi tipici
- ☐ A. Interventi locali [%]
- ☐ B. Miglioramento sismico [%]
- ☐ C. Adeguamento sismico [%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	⊗
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)

		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	⊗	○
2	SdC strutture verticali	○	⊗	○
3	SdC strutture orizzontali	○	⊗	○
4	SdC elementi non strutturali	○	⊗	○

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	⊗
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 012007010C03CAER2

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI	*(elementi a tipologia vulnerabile e/o in cattive condizioni)*		
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☐	[%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	100 [%] *
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☐	[%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☐	[%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	[%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	[%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	[%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	[%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	[%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	[%]

i. Fondazioni (max 2)

- ☒ **Superficiale** 100 [%]
- ☐ **Profonda** [%]
- ☒ **Continua** 70 [%] *
- ☒ **Discontinua** 30 [%]

1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
3. Fondazione su archivi rovesci	☐	[%]
4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	30 [%]
5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	[%]
6. Travi rovesce	☒	70 [%]
7. Reticolo di travi rovesce	☐	[%]
8. Platee	☐	[%]
9. Plinti su pali	☐	[%]
10. Travi rovesce su pali	☐	[%]
11. Platee su pali	☐	[%]
Nessuna informazione		○

NOTE

IDT 012009070C03CAR2

FONDAZIONE: CONTINUA PER ELEMENTI PERIMETRALI, A PLINTO PER PILASTRI INTERNI

ALLEGATO B

Scheda cartis del comune di Morgex

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

CARTIS 2014

SCHEDA DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti | **PARTE A**

DATA 27 / 12 / 2020

a. DATI DI LOCALIZZAZIONE

Regione: VALLE D'AOSTA — Codice ISTAT 02
Provincia: AOSTA — Codice ISTAT 007
Comune: MORGEX — Codice ISTAT 041
Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT)

b. DATI GENERALI COMUNE

Numero totale residenti del Comune: 2123
Anno di prima classificazione sismica: 2003
Anno di approvazione Piano Regolatore Generale: 2014
Anno di approvazione Programma di fabbricazione:
Piano Particolareggiato Centro Storico: ○ SI ⊗ NO

Numero totale abitazioni
Dato ISTAT: 3191 — Dato rilevato:

Numero totale edifici
Dato ISTAT: 1041 — Dato rilevato:

c. NUMERO ZONE OMOGENEE (COMPARTI) 3

d. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS

Codice UR:
Referente: ALESSANDRO FANTILLI — Mail: alessandro.fantilli@polito.it
Ente di appartenenza: POLITECNICO DI TORINO
Qualifica: PROFESSORE ASSOCIATO
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
Indirizzo: CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 24, TORINO
Tel. ufficio: 011/0904900 — Cell.:
Compilatore: FEDERICO GAMBA — Mail: fegamba95@gmail.com
Firma del Compilatore: Fed. Gamba

e. DATI IDENTIFICATIVI TECNICO INTERVISTATO

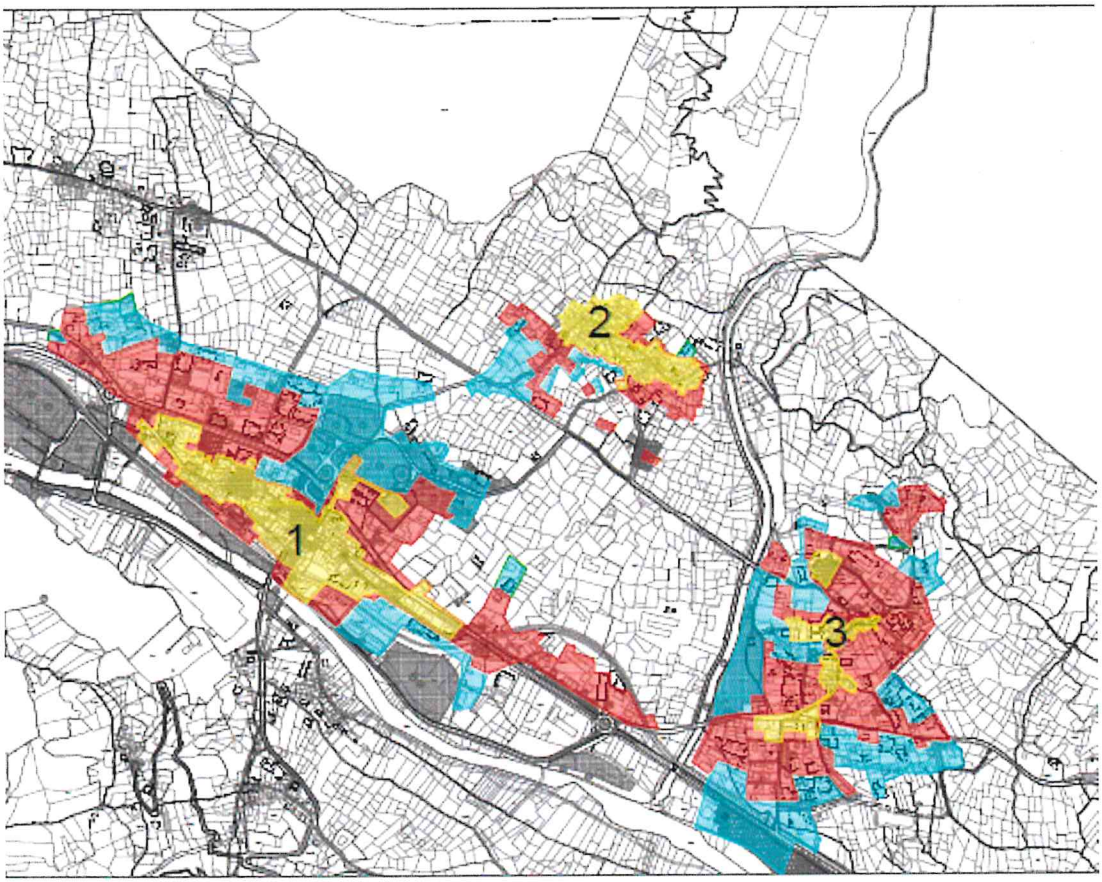
Referente del Comune: MARCO AVERONE — Tel./Cell.:

Nominativo: MARCO AVERONE
Ente di appartenenza: COMUNE DI LA SALLE
Qualifica: RESPONSABILE EDILIZIA PRIVATA
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA
Indirizzo: PIAZZA PRINCIPE TOMMASO 6, MORGEX
Mail: m.averone@comune.lasalle.ao.it
Tel. ufficio: 0165801727 — Cell.:

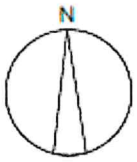
Nominativo: ROMINA JOLY
Ente di appartenenza: COMUNE DI MORGEX
Qualifica: IMPIEGATA UFFICIO TECNICO
Titolo di studio:
Indirizzo:
Mail:
Tel. ufficio: 0165801731 — Cell.:

f. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON PERIMETRAZIONE DEI COMPARTI E NUMERAZIONE DEGLI STESSI

Morgex



C01 Centro storico
C02 Prima espansione
C03 Seconda espansione
1 Capoluogo
2 Villair
3 La Ruine



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis

SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti | **PARTE B**

ELENCO COMPARTI

a. Codice	b. Denominazione Comparto	c. Epoca di Primo Impianto	d. Residenti	e. Edifici e Superficie Coperta		f. Abitazioni	g. Tipologie presenti nel comparto								h. Affidabilità Informazione		
							MURATURA (Codice)				CEMENTO ARMATO (Codice)						
			[N°]	[N°]	[mq]	[N°]	MUR 1	MUR 2	MUR 3	MUR 4	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4	Bassa	Media	Alta
C01	CENTRO STORICO						☒ 100 %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	⊗	○
C02	PRIMA ESPANSIONE	1968					☒ 10 %	☐ %	☐ %	☐ %	☒ 90 %	☐ %	☐ %	☐ %	○	⊗	○
C03	SECONDA ESPANSIONE	1978					☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☒ 100 %	☐ %	☐ %	○	⊗	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○
C__							☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	☐ %	○	○	○

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT 02 007 044 C01 MUR1

a. CODICE TIPOLOGIA

MUR 1	MUR 2	MUR 3	MUR 4	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4
☒	○	○	○	○	○	○	○

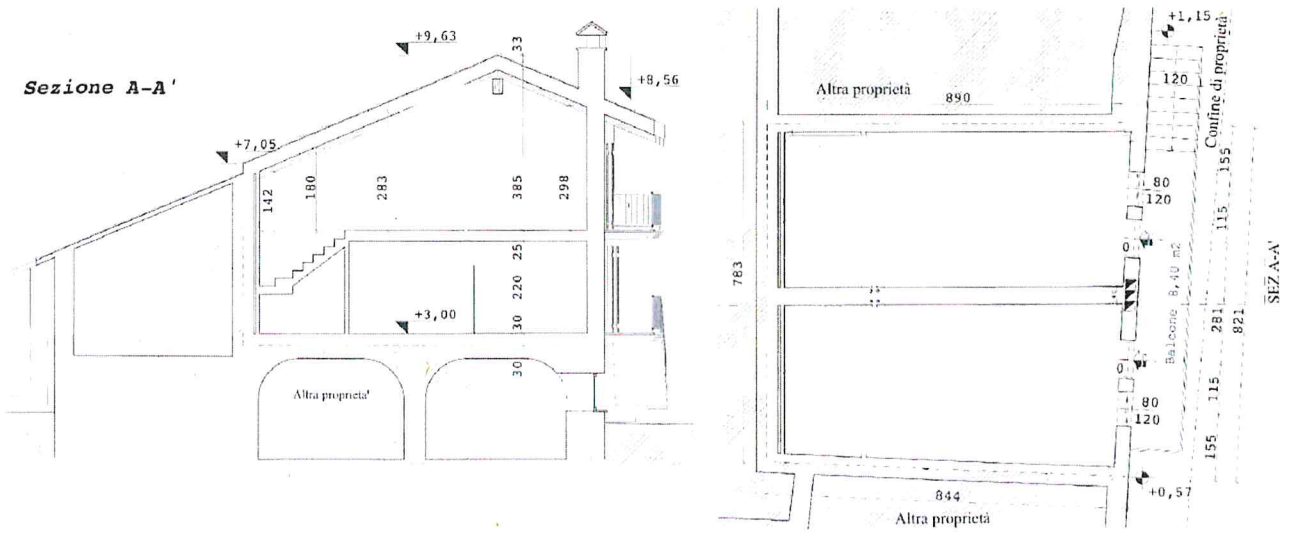
b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

02	007	044	C01	MUR1
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia

c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO	ISOLATA IN AGGREGATO	IN AGGREGATO	
		100%	
		In adiacenza (strutture staticamente indipendenti)	*In connessione* (strutture interagenti) *
	___%	80%	20%

d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA

d. PIANTA E SEZIONE



SEZIONE 2: Caratteristiche generali

IDT 012007047C01HUB1

DATI METRICI

a. Piani totali compresi interrati [N°] (max 2)	☐ 1 ☐ 4 ☐ 7 ☐ 10 ☒ 2 ☐ 5 ☐ 8 ☐ 11 ☒ 3 ☐ 6 ☐ 9 ☐ ≥ 12
b. Altezza media di piano [m]	A ⊗ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ○ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
c. Altezza media di piano terra [m]	A ⊗ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ○ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
d. Piani interrati [N°]	A ○ 0 B ⊗ 1 C ○ 2 D ○ ≥ 3
e. Superficie media di piano [m^2] (max 2)	A ☐ 50 E ☐ 170 I ☐ 500 O ☐ 1600 B ☐ 70 F ☐ 230 L ☐ 650 P ☐ 2200 C ☒ 100 G ☐ 300 M ☐ 900 Q ☐ 3000 D ☐ 130 H ☐ 400 N ☐ 1200 R ☐ > 3000
f. Età della costruzione (max 2)	A ☐ ≤ 1860 H ☐ 82 ÷ 86 B ☐ 1861 - 19 I ☐ 87 ÷ 91 C ☐ 19 ÷ 45 L ☐ 92 ÷ 96 D ☒ 46 ÷ 61 M ☐ 97 ÷ 01 E ☒ 62 ÷ 71 N ☐ 02 ÷ 08 F ☐ 72 ÷ 75 O ☐ 09 ÷ 11 G ☐ 76 ÷ 81 P ☐ ≥ 2011
g. Uso prevalente	A ☒ Abitativo B ☐ Produttivo C ☐ Commercio D ☐ Uffici D ☐ Servizi pubblici D ☐ Deposito D ☐ Strategico D ☐ Turistico - ricettivo

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 A | **Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)*

IDT 02 | 001 | 014 | C01 | MUR | 1

a. Caratteristiche Muratura

A 1.1	MURATURA IRREGOLARE ○	Pietra arrotondata	Senza ricorsi	Ciottoli con tessitura disordinata nel parametro	○
A 1.2				Ciottoli con tessitura ordinata nel parametro	○
A 1.3			Con ricorsi	Ciottoli e mattoni	○
A 1.4				Ciottoli e mattoni con ricorsi in laterizio	○
A 2.1		Pietra grezza	Senza ricorsi	Pietrame con tessitura disordinata nel parametro	○
A 2.2				Pietrame con tessitura ordinata nel parametro	○
A 2.3			Con ricorsi	Murata disordinata con embrici e calcare	○
A 2.4				Pietrame con ricorsi in laterizio	○
B 1.1	MURATURA SBOZZATA ☒	Pietra lastriforme	Senza ricorsi		○
B 1.2			Con ricorsi		○
B 2.1		Pietra pseudo regolare	Senza ricorsi		☒
B 2.2			Con ricorsi		○
C 1.1	MURATURA REGOLARE ○	Pietra squadrata	Senza ricorsi		○
C 1.2			Con ricorsi		○
C 2.0		Mattoni			○

b. Presenza muratura a Sacco ○ SI ☒ NO ○ NON SO

c. Presenza Catene o Cordoli *(% nella tipologia)* 20 %

d. Collegamento trasversale ☒ SI ○ NO ○ NON SO

e. Presenza di Speroni/Contrafforti ○ SI ☒ NO ○ NON SO

f. Spessore medio prevalente Pareti Piano Terra 80 cm

g. Interasse medio prevalente Pareti 7,0 m

h. Caratteristiche Solai *(max 2)*

S 1.1	SOLETTA DEFORMABILE ☐	Solaio in legno con mezzane	☐	%
S 1.2		Solaio in legno con tavolato singolo	☐	%
S 1.3		Solaio con travi di ferro a voltine	☐	%
S 2.1	SOLETTA SEMIRIGIDA ☒	Solaio in legno con doppio tavolato	☐	%
S 2.2		Solaio prefabbricato del tipo SAP	☐	%
S 2.3		Solaio in ferro e tavelloni	☒	10 %
S 3.1	SOLETTA RIGIDA ☒	Solaio in cemento armato a soletta piena	☐	%
S 3.2		Solaio in cemento armato a travetti prefabbricati	☒	10 %
S 3.3		Solaio in latero-cemento gettato in opera	☒	80 %

i. Caratteristiche Volte *tipologia (max 2)*

☐ ASSENZA DI VOLTE	V 1	Volta a botte	☐	%
	V 2	Volta a botte con lunette	☐	%
	V 3	Volta a botte con teste a padiglione	☐	%
☒ PRESENZA DI VOLTE AL PIANO TERRA	V 4	Volta a specchio o a schifo	☐	%
	V 5	Volta a padiglione	☐	%
	V 6	Volta a crociera	☒	90 %
☐ PRESENZA DI VOLTE AI PIANI INTERMEDI	V 7	Volta a vela	☐	%
	V 8	Volta a imbuto o ventaglio su pianta quadrata	☐	%

SEZIONE 3.1 A | **Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)*

IDT 02 007 047 C01 MUR 1

j. Strutture miste

Percentuale nella tipologia 10 %

○ C.A. (o altre strutture Intelaiate) su muratura (G1)	○ Muratura perimetrale e pilastri interni in C.A. (G3.2)
○ Muratura su C.A. (o altre strutture intelaiate) (G2)	⊗ Muratura perimetrale e pilastri esterni (G3.3)
○ Muratura con ampliamento in pianta in C.A. (G3.1)	○ Muratura confinata (G3.4)

k. Malta *(max 2 scelte)*

	Tipo		Condizioni		
○ Nessuna informazione	1 Calce	☒	○ BUONE	⊗ MEDIE	○ CATTIVE
	2 Gesso	☐	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	3 Argilla	☐	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	4 Calce idraulica	☐	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	5 Calce pozzolanica	☐	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	6 Malta bastarda	☐	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
	7 Cemento portland	☐	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE

l. Portici, logge e cavedi *(% nella tipologia)*

☐ 1 - PORTICI % | ☐ 2 - LOGGE % | ☐ 3 - CAVEDI %

m. Ulteriori elementi di vulnerabilità per le murature

		SI	NO	NON SO
1	Mancanza di ammorsamenti tra pareti ortogonali.	☐ %	☒	☐
2	Presenza di cordoli in breccia su murature a doppio paramento.	☐ %	☐	☒
3	Presenza di architravi con ridotta rigidezza flessionale o con inadeguata lunghezza di appoggio.	☐ %	☒	☐
4	Presenza di archi ribassati e/o piattabande con imposte inadeguate.	☐ %	☒	☐
5	Riduzioni localizzate della sezione muraria (presenza di canne fumarie, cavedi, nicchie, etc.).	☒ %	☐	☐
6	Discontinuità localizzate (chiusura vecchie aperture, sarciture mal realizzate, etc.).	☐ %	☒	☐
7	Presenza di aperture poste in prossimità della linea di colmo della copertura.	☐ %	☒	☐
8	Presenza di pilastri isolati.	☒ %	☐	☐
9	Aperture in prossimità degli angoli del fabbricato.	☐ %	☒	☐
10	Presenza di pareti in muratura ad una testa, molto caricate e di snellezza inadeguata a carichi verticali.	☐ %	☒	☐
11	Sopraelevazioni in muratura su muratura esistente.	☐ %	☐	☐
12	Elevata percentuale di aperture di vani al piano terra.	☐ %	☒	☐
13	Presenza di struttura di copertura rigida e mal collegata.	☐ %	☒	☐
14	Presenza di travi di colmo di notevoli dimensioni mal collegate.	☐ %	☒	☐
15	Orizzontamenti di qualsiasi tipo mal collegati alle pareti.	☐ %	☒	☐
16	Mancanza di connessione della parete alla copertura.	☐ %	☒	☐
17	Fondazione inadeguata a sostenere l'incremento di carico verticale dovuto al sisma.	☐ %	☐	☒
18	Presenza di grotte o cavità al di sotto del solaio di piano terra.	☐ %	☒	☐
19	Irregolarità della forometria rispetto alla scatola muraria esterna.	☒ 10 %	☐	☐
20	Presenza di piccoli corpi aggiunti di differente rigidezza e/o con collegamenti localizzati.	☒ 10 %	☐	☐
21	Presenza di piani sfalsati anche rispetto ad edifici contigui nell'aggregato.	☐ %	☒	☐

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 Altre informazioni

IDT 02 007 044 C01 MUR1

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)	a3. Materiale	
1	Singola falda	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]	Legno	☒ 100 [%]
2	Falde inclinate	☐ ___ [%]	☒ 100 [%]	Acciaio	☐ ___ [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]	Cemento Armato	☐ ___ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]	Muratura	☐ ___ [%]
5	Volte	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]		

a4. Spingente ☒ SI ___ [%] ○ NO ___ [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	☒
30/50 %	○
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta (max 2) *		Elevazione (max 2)	
☒ Regolare (1)	50 [%]	☒ Regolare (1)	100 [%]
☒ Mediamente regolare (2)	50 [%]	☐ Mediamente regolare (2)	___ [%]
☐ Irregolare (3)	___ [%]	☐ Irregolare (3)	___ [%]

d. Interventi strutturali della tipologia *

1 - Anno	1960 ÷ 2000	
2 - Interventi tipici	☒ A. Interventi locali	40 [%]
	☒ B. Miglioramento sismico	60 [%]
	☐ C. Adeguamento sismico	___ [%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	☒
30/50 %	○
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)

		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	○	☒
2	SdC strutture verticali	○	○	☒
3	SdC strutture orizzontali	○	○	☒
4	SdC elementi non strutturali	○	○	☒

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	☒
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 012 007 014 C01 MUR1

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI	*(elementi a tipologia vulnerabile e/o in cattive condizioni)*		
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	[%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	[%]
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	[%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	[%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	[%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	[%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	[%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	[%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	[%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	[%]

i. Fondazioni (max 2)

☒ **Superficiale** 100 [%]

☐ **Profonda** [%]

☒ **Continua** 80 [%]

*

☒ **Discontinua** 20 [%]

1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☒	80 [%]
2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
3. Fondazione su archivi rovesci	☐	[%]
4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	20 [%]
5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	[%]
6. Travi rovesce	☐	[%]
7. Reticolo di travi rovesce	☐	[%]
8. Platee	☐	[%]
9. Plinti su pali	☐	[%]
10. Travi rovesce su pali	☐	[%]
11. Platee su pali	☐	[%]
Nessuna informazione		○

NOTE

IDT 02007044C01AUR1

REGOLARITÁ IN PIANTA: SPESSO POCO REGOLARI PER LA POSIZIONE DEL CORPO SCALA NONOSTANTE LA FORMA IN PIATA PIU RICORRENTE SIA QUELLA RETTANGOLARE

EDIFICI IN CONNESSIONE: DERIVANTI PRINCIPALMENTE DALLA SUDDIVISIONE DI EDIFICI COSTRUITI COME UN UNICO CORPO E RISTRUTTURATI IN PERIODI DIFFERENTI

INTERVENTI STRUTTURALI: IL 100% DEGLI EDIFICI ABITATI HA SUBITO INTERVENTI SUGLI ORIZZONTAMENTI E SULLA COPERTURA. IL 90% DEGLI EDIFICI HA SUBITO INTERVENTI IN FACCIATA

MANTO DI COPERTURA: TIPICO IN LOSE NEL 100% DEI CASI

FONDAZIONI ISOLATE: PRESENTI NEGLI EDIFICI CON VOLTE A PIANO TERRA (CASI RARI)

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

CARTIS EDIFICIO - 2016

SCHEDA DI 2° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE DI UN EDIFICIO ORDINARIO

SEZIONE 0: Identificazione Comune ed Edificio | **PARTE A**

DATA 28 / 12 / 2020

a. DATI DI LOCALIZZAZIONE

Regione: VALLE D'AOSTA — Codice ISTAT 02
Provincia: AOSTA — Codice ISTAT 002
Comune: MORGEX — Codice ISTAT 047
Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT)
CAPOLUOGO

b. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS

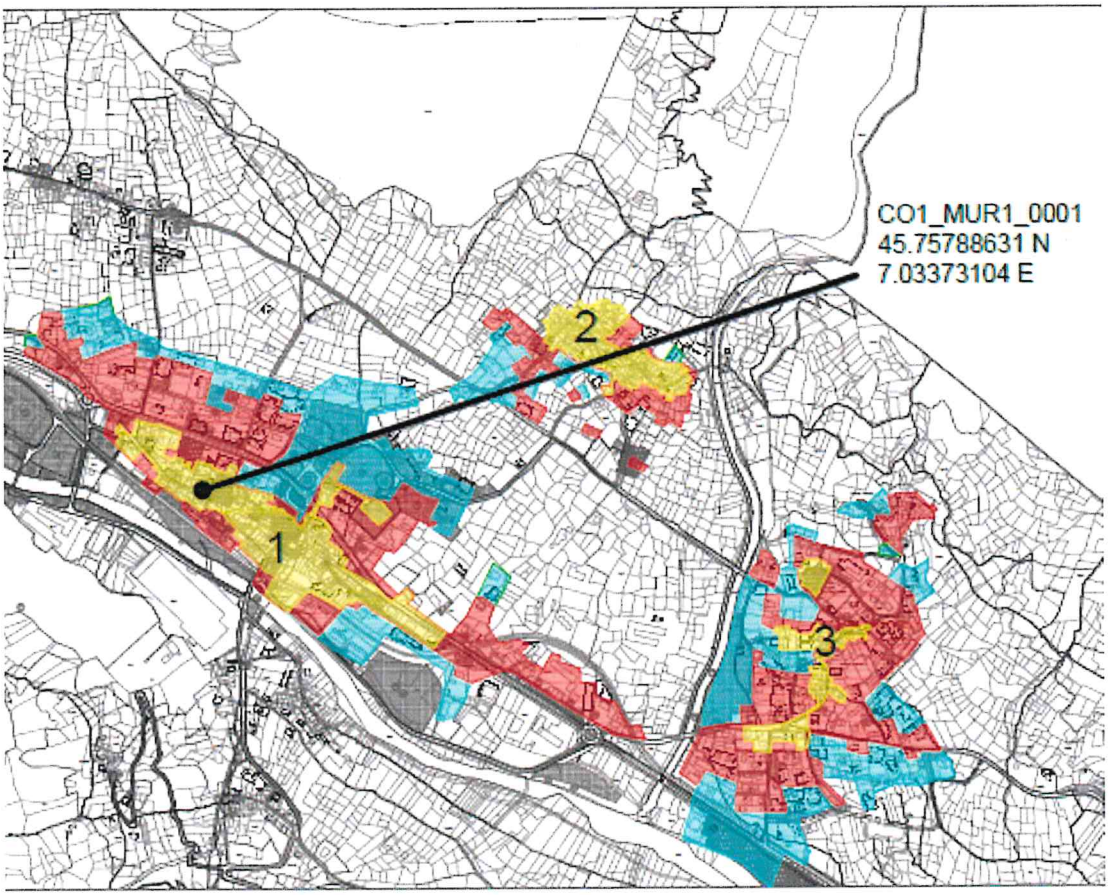
Codice UR:
Referente: ALESSANDRO FANTILLI — Mail: alessandro.fantilli@polito.it
Ente di appartenenza: POLITECNICO DI TORINO
Qualifica: PROFESSORE ASSOCIATO
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
Indirizzo: CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 24, TORINO
Tel. ufficio: 011 0904900 — Cell.: -
Compilatore: FEDERICO GAMBA — Mail: fegamba95@gmail.com
Firma del Compilatore:

c. DATI FONTE

Tecnico/i: ROMINA JOLY — Tel./Cell.: 0165 80 17 31
Progetto/i:

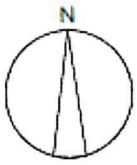
d. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'EDIFICIO

Morgex



C01 Centro storico
C02 Prima espansione
C03 Seconda espansione

1 Capoluogo
2 Villair
3 La Ruine



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Edificio

IDE 012 007 044 C01 MUR1 0001

a. CODICE TIPOLOGIA

MUR 1	MUR 2	MUR 3	MUR 4	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4
☒	○	○	○	○	○	○	○

b. CODICE IDENTIFICATIVO DELL'EDIFICIO (IDE)

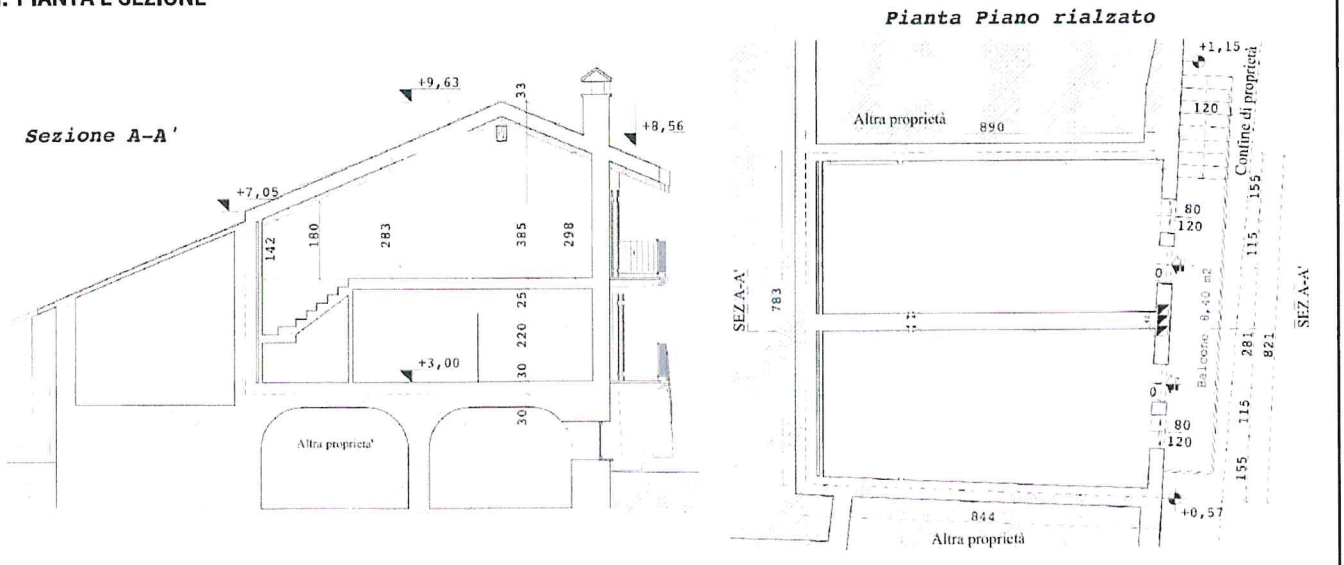
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia	Codice Edificio
012	007	044	C01	MUR1	0001

c. POSIZIONE EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

○ ISOLATA IN AGGREGATO	○ IN AGGREGATO	
	○ *In adiacenza* (strutture staticamente indipendenti)	☒ *In connessione* (strutture interagenti)

d. FOTOGRAFIA EDIFICIO

d. PIANTA E SEZIONE



SEZIONE 2: Caratteristiche generali

IDE 02 007 044 C01 MUR1 0001

DATI METRICI

a. Piani totali compresi interrati [N°]	○ 1 ○ 4 ○ 7 ○ 10 ○ 2 ○ 5 ○ 8 ○ 11 ⊗ 3 ○ 6 ○ 9 ○ ≥12
b. Altezza media di piano [m]	A ⊗ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ○ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
c. Altezza media di piano terra [m]	A ⊗ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ○ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
d. Piani interrati [N°]	A ○ 0 B ⊗ 1 C ○ 2 D ○ ≥ 3
e. Superficie media di piano [m^2]	A ○ 50 E ○ 170 I ○ 500 O ○ 1600 B ⊗ 70 F ○ 230 L ○ 650 P ○ 2200 C ○ 100 G ○ 300 M ○ 900 Q ○ 3000 D ○ 130 H ○ 400 N ○ 1200 R ○ > 3000
f. Età della costruzione	A ○ ≤ 1860 H ○ 82 ÷ 86 B ⊗ 1861 - 19 I ○ 87 ÷ 91 C ○ 19 ÷ 45 L ○ 92 ÷ 96 D ○ 46 ÷ 61 M ○ 97 ÷ 01 E ○ 62 ÷ 71 N ○ 02 ÷ 08 F ○ 72 ÷ 75 O ○ 09 ÷ 11 G ○ 76 ÷ 81 P ○ ≥ 2011
g. Uso prevalente	A ☒ Abitativo B ☐ Produttivo C ☐ Commercio D ☐ Uffici D ☐ Servizi pubblici D ☐ Deposito D ☐ Strategico D ☐ Turistico - ricettivo

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 A | **Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)*

IDE 02 007 044 C01 MUR1 0001

a. Caratteristiche Muratura

A 1.1	**MURATURA IRREGOLARE** ○	**Pietra arrotondata**	Senza ricorsi	Ciottoli con tessitura disordinata nel parametro	○
A 1.2				Ciottoli con tessitura ordinata nel parametro	○
A 1.3			Con ricorsi	Ciottoli e mattoni	○
A 1.4				Ciottoli e mattoni con ricorsi in laterizio	○
A 2.1		**Pietra grezza**	Senza ricorsi	Pietrame con tessitura disordinata nel parametro	○
A 2.2				Pietrame con tessitura ordinata nel parametro	○
A 2.3			Con ricorsi	Murata disordinata con embrici e calcare	○
A 2.4				Pietrame con ricorsi in laterizio	○
B 1.1	**MURATURA SBOZZATA** ☒	**Pietra lastriforme**	Senza ricorsi		○
B 1.2			Con ricorsi		○
B 2.1		**Pietra pseudo regolare**	Senza ricorsi		☒
B 2.2			Con ricorsi		○
C 1.1	**MURATURA REGOLARE** ○	**Pietra squadrata**	Senza ricorsi		○
C 1.2			Con ricorsi		○
C 2.0		**Mattoni**			○

b. Presenza muratura a Sacco ○ SI ☒ NO ○ NON SO

c. Presenza Catene o Cordoli *(% nell'edificio)* ___ %

d. Collegamento trasversale ☒ SI ○ NO ○ NON SO

e. Presenza di Speroni/Contrafforti ○ SI ☒ NO ○ NON SO

f. Spessore medio prevalente Pareti Piano Terra 60 cm

g. Interasse medio prevalente Pareti 4,00 m

h. Caratteristiche Solai *(max 2)*

S 1.1	SOLETTA DEFORMABILE ☐	Solaio in legno con mezzane	☐	___ %
S 1.2		Solaio in legno con tavolato singolo	☐	___ %
S 1.3		Solaio con travi di ferro a voltine	☐	___ %
S 2.1	SOLETTA SEMIRIGIDA ☐	Solaio in legno con doppio tavolato	☐	___ %
S 2.2		Solaio prefabbricato del tipo SAP	☐	___ %
S 2.3		Solaio in ferro e tavelloni	☐	___ %
S 3.1	SOLETTA RIGIDA ☒	Solaio in cemento armato a soletta piena	☐	___ %
S 3.2		Solaio in cemento armato a travetti prefabbricati	☐	___ %
S 3.3		Solaio in latero-cemento gettato in opera	☒	100 %

i. Caratteristiche Volte *tipologia (max 2)*

○ ASSENZA DI VOLTE	V 1	Volta a botte	☒	100 %
	V 2	Volta a botte con lunette	☐	___ %
☒ PRESENZA DI VOLTE AL PIANO TERRA	V 3	Volta a botte con teste a padiglione	☐	___ %
	V 4	Volta a specchio o a schifo	☐	___ %
	V 5	Volta a padiglione	☐	___ %
☐ PRESENZA DI VOLTE AI PIANI INTERMEDI	V 6	Volta a crociera	☐	___ %
	V 7	Volta a vela	☐	___ %
	V 8	Volta a imbuto o ventaglio su pianta quadrata	☐	___ %

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 A | **Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)*

IDE 0 2 0 0 7 0 4 4 C 0 1 M U E 1 0 0 0 1

j. Strutture miste

Percentuale nell'edificio ☐☐☐%

○ C.A. (o altre strutture Intelaiate) su muratura (G1)	○ Muratura perimetrale e pilastri interni in C.A. (G3.2)
○ Muratura su C.A. (o altre strutture intelaiate) (G2)	○ Muratura perimetrale e pilastri esterni (G3.3)
○ Muratura con ampliamento in pianta in C.A. (G3.1)	○ Muratura confinata (G3.4)

k. Malta *(max 2 scelte)*

○ **Nessuna informazione**

	Tipo		Condizioni		
1	Calce	☒ ☐☐☐%	○ BUONE	⊗ MEDIE	○ CATTIVE
2	Gesso	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
3	Argilla	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
4	Calce idraulica	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
5	Calce pozzolanica	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
6	Malta bastarda	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE
7	Cemento portland	☐ ☐☐☐%	○ BUONE	○ MEDIE	○ CATTIVE

l. Portici, logge e cavedi *(% nell'edificio)*

☐ 1 - PORTICI ☐☐☐% | ☐ 2 - LOGGE ☐☐☐% | ☐ 3 - CAVEDI ☐☐☐%

m. Ulteriori elementi di vulnerabilità per le murature

		SI	NO	NON SO
1	Mancanza di ammorsamenti tra pareti ortogonali.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
2	Presenza di cordoli in breccia su murature a doppio paramento.	☐ ☐☐☐%	☐	☒
3	Presenza di architravi con ridotta rigidezza flessionale o con inadeguata lunghezza di appoggio.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
4	Presenza di archi ribassati e/o piattabande con imposte inadeguate.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
5	Riduzioni localizzate della sezione muraria (presenza di canne fumarie, cavedi, nicchie, etc.).	☐ ☐☐☐%	☒	☐
6	Discontinuità localizzate (chiusura vecchie aperture, sarciture mal realizzate, etc.).	☐ ☐☐☐%	☒	☐
7	Presenza di aperture poste in prossimità della linea di colmo della copertura.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
8	Presenza di pilastri isolati.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
9	Aperture in prossimità degli angoli del fabbricato.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
10	Presenza di pareti in muratura ad una testa, molto caricate e di snellezza inadeguata a carichi verticali.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
11	Sopraelevazioni in muratura su muratura esistente.	☒ ☐☐☐%	☐	☐
12	Elevata percentuale di aperture di vani al piano terra.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
13	Presenza di struttura di copertura rigida e mal collegata.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
14	Presenza di travi di colmo di notevoli dimensioni mal collegate.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
15	Orizzontamenti di qualsiasi tipo mal collegati alle pareti.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
16	Mancanza di connessione della parete alla copertura.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
17	Fondazione inadeguata a sostenere l'incremento di carico verticale dovuto al sisma.	☐ ☐☐☐%	☐	☒
18	Presenza di grotte o cavità al di sotto del solaio di piano terra.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
19	Irregolarità della forometria rispetto alla scatola muraria esterna.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
20	Presenza di piccoli corpi aggiunti di differente rigidezza e/o con collegamenti localizzati.	☐ ☐☐☐%	☒	☐
21	Presenza di piani sfalsati anche rispetto ad edifici contigui nell'aggregato.	☐ ☐☐☐%	☒	☐

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDE 02 | 090 | 014 | CON | HUB1 | 00001

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)
1	Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2	Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5	Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale	
Legno	☒ 100 [%]
Acciaio	☐ [%]
Cemento Armato	☐ [%]
Muratura	☐ [%]

a4. Spingente ○ SI [%] ⊗ NO [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	⊗
20/29 %	○
30/50 %	○
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta	Elevazione
⊗ Regolare (1)	⊗ Regolare (1)
○ Mediamente regolare (2)	○ Mediamente regolare (2)
○ Irregolare (3)	○ Irregolare (3)

d. Interventi strutturali

1 - Anno ☐☐☐☐÷☐☐☐☐

2 - Interventi tipici	
☒ A. Interventi locali	100 [%]
☐ B. Miglioramento sismico	[%]
☐ C. Adeguamento sismico	[%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	⊗
20/29 %	○
30/50 %	○
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	○	⊗
2	SdC strutture verticali	○	○	⊗
3	SdC strutture orizzontali	○	○	⊗
4	SdC elementi non strutturali	○	○	⊗

g. Tipologia scale	
A - Scale a soletta rampante	⊗
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDE 02 007 047 C01 MUR M 0001

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI		*(elementi vulnerabili e/o in cattive condizioni)*	
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	☐☐☐ [%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	☐☐☐ [%]
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	☐☐☐ [%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☐	☐☐☐ [%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	☐☐☐ [%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	☐☐☐ [%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	☐☐☐ [%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	☐☐☐ [%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	☐☐☐ [%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	☐☐☐ [%]

i. Fondazioni *(Max 2)*			
☒ **Superficiale**	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☒	100 [%]
	2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	☐☐☐ [%]
	3. Fondazione su archivi rovesci	☐	☐☐☐ [%]
☐ **Profonda**	4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☐	☐☐☐ [%]
	5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	☐☐☐ [%]
	6. Travi rovesce	☐	☐☐☐ [%]
☒ **Continua**	7. Reticolo di travi rovesce	☐	☐☐☐ [%]
	8. Platee	☐	☐☐☐ [%]
	9. Plinti su pali	☐	☐☐☐ [%]
☐ **Discontinua**	10. Travi rovesce su pali	☐	☐☐☐ [%]
	11. Platee su pali	☐	☐☐☐ [%]
Nessuna informazione			○

NOTE

IDE 02 007 044 C01 MUR1 0001

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT 02 | 007 | 044 | C02 | CAR1

a. CODICE TIPOLOGIA

○ MUR 1	○ MUR 2	○ MUR 3	○ MUR 4	⊗ CAR 1	○ CAR 2	○ CAR 3	○ CAR 4

b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

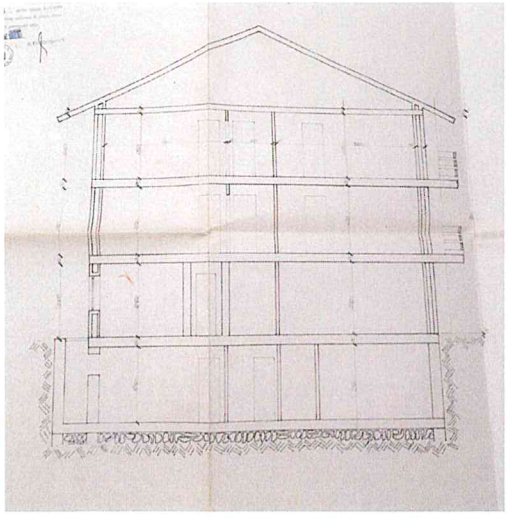
02	007	044	C02	CAR1
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia

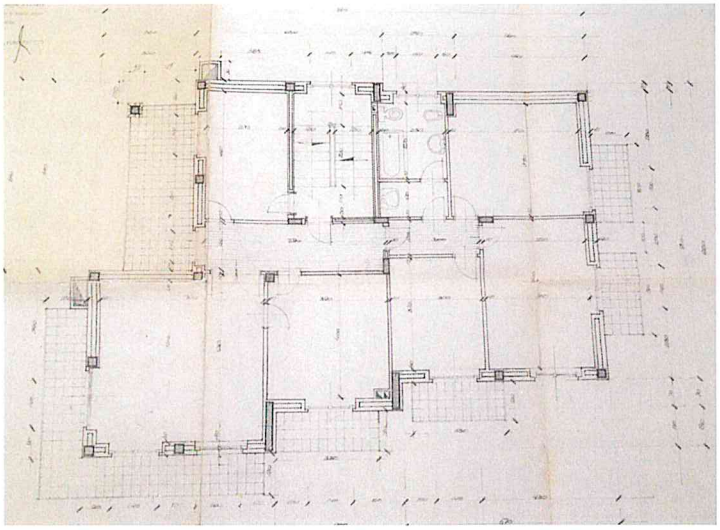
c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO

ISOLATA IN AGGREGATO	IN AGGREGATO	
	___%	
	In adiacenza (strutture staticamente indipendenti)	*In connessione* (strutture interagenti)
100%	___%	___%

d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA

d. PIANTA E SEZIONE





SEZIONE 2: Caratteristiche generali

IDT 012007044C012CAR1

DATI METRICI

a. Piani totali compresi interrati [N°] (max 2)	☐ 1 ☒ 4 ☐ 7 ☐ 10 ☐ 2 ☐ 5 ☐ 8 ☐ 11 ☒ 3 ☐ 6 ☐ 9 ☐ ≥ 12
b. Altezza media di piano [m]	A ○ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ⊗ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
c. Altezza media di piano terra [m]	A ○ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ⊗ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
d. Piani interrati [N°]	A ○ 0 B ⊗ 1 C ○ 2 D ○ ≥ 3
e. Superficie media di piano [m^2] (max 2)	A ☐ 50 E ☒ 170 I ☐ 500 O ☐ 1600 B ☐ 70 F ☐ 230 L ☐ 650 P ☐ 2200 C ☐ 100 G ☐ 300 M ☐ 900 Q ☐ 3000 D ☐ 130 H ☐ 400 N ☐ 1200 R ☐ > 3000
f. Età della costruzione (max 2)	A ☐ ≤ 1860 H ☐ 82 ÷ 86 B ☐ 1861 - 19 I ☐ 87 ÷ 91 C ☐ 19 ÷ 45 L ☐ 92 ÷ 96 D ☐ 46 ÷ 61 M ☐ 97 ÷ 01 E ☐ 62 ÷ 71 N ☐ 02 ÷ 08 F ☒ 72 ÷ 75 O ☐ 09 ÷ 11 G ☒ 76 ÷ 81 P ☐ ≥ 2011
g. Uso prevalente	A ☒ Abitativo B ☐ Produttivo C ☐ Commercio D ☐ Uffici D ☐ Servizi pubblici D ☐ Deposito D ☐ Strategico D ☐ Turistico - ricettivo

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 B | **Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)*

IDT 02007017C02CAR1

a. Qualifica della struttura in cemento armato		
A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti *(senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)*	⊗
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistentI *(con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)*	○
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	○
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	○
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	○
F	Prevalenza di setti	○
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	○

b. Giunti di separazione	1) Giunti a norma ⊗	2) Giunti fuori norma ○	% nella tipologia ___ [%]

c. Bow windows strutturali			% nella tipologia ___ [%]
1) Assenza di Bow windows ⊗	2) Bow windows inferiori a 1,5m ○	3) Bow windows superiori a 1,5m ○	

d. Telai in una sola direzione	SI ⊗	NO ○	% nella tipologia 100 [%]

e. Elementi tozzi			% nella tipologia ___ [%]
A - Assenti	⊗	B - Travi a ginocchio/piani sfalsati	○
C - Per finestre a nastro	○	D - Per altre cause	○

f. Tamponature Piano Terra ✳		
A - Disposizione regolare ○	B - Disposizione irregolare ⊗	C - Assente ○
Piano soffice piani intermedi	SI ○	NO ⊗

g. Posizione dellatamponatura rispetto al telaio			
1 - Tamponatura inserita nel telaio	☒	2 - Tamponatura non inserita nel telaio	☐
3 - Pilastri arretrati	☐	4 - Cortina esterna non inserita nel telaio	☐

h. Dimensione pilastri piano terra			% nella tipologia 100 [%]
1) Dimensione media < 25cm ○	2) Dimensione media 25/45cm ⊗	3) Dimensione media > 45cm ○	

i. Armature pilastri			
1	Armatura longitudinale	00,5 [%]	
2	Interasse staffe pilastri	020 [cm]	
3	Diametro staffe pilastri	06 [mm]	
4	Lunghezza d'ancoraggio	12 [Φ]	
5	Tipo armature	⊗ Liscia	○ Aderenza migliorata

j. Maglia strutturale		
1	Interasse medio tra pilastri < 4,5m	○
2	Interasse medio tra pilastri 4,5/6m	⊗
3	Interasse medio tra pilastri > 6m	○

k. Presenza solai SAP o Assimilabili	○ SI ___ [%]	⊗ NO

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 02007041C012CAR1

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)
1	Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2	Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5	Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale	
Legno	☒ 040 [%]
Acciaio	☐ [%]
Cemento Armato	☒ 060 [%]
Muratura	☐ [%]

a4. Spingente ○ SI [%] ○ NO [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	☒
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta (max 2)		Elevazione (max 2)	
☐ Regolare (1)	[%]	☒ Regolare (1)	090 [%]
☒ Mediamente regolare (2)	100 [%]	☐ Mediamente regolare (2)	[%]
☐ Irregolare (3)	[%]	☒ Irregolare (3)	010 [%]

d. Interventi strutturali della tipologia *

1 - Anno ____÷____

2 - Interventi tipici		
	☒ A. Interventi locali	10 [%]
	☐ B. Miglioramento sismico	[%]
	☐ C. Adeguamento sismico	[%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	☒
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	○	☒
2	SdC strutture verticali	○	○	☒
3	SdC strutture orizzontali	○	○	☒
4	SdC elementi non strutturali	○	○	☒

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	☒
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 02 007 04 C02 CAR1

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI	*(elementi a tipologia vulnerabile e/o in cattive condizioni)*		
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	[%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	[%]
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	[%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	[%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	[%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	[%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	[%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	[%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	[%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	[%]

i. Fondazioni (max 2)

☒ **Superficiale** 100 [%]	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
	2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
☐ **Profonda** [%]	3. Fondazione su archivi rovesci	☐	[%]
	4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	30 [%]
	5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	[%]
	6. Travi rovesce	☒	70 [%]
	7. Reticolo di travi rovesce	☐	[%]
☒ **Continua** 70 [%] *	8. Platee	☐	[%]
	9. Plinti su pali	☐	[%]
☒ **Discontinua** 30 [%]	10. Travi rovesce su pali	☐	[%]
	11. Platee su pali	☐	[%]
Nessuna informazione			○

NOTE

IDT 012007014C012CAR1

COPERTURA: STRUTTURA DA CONSIDERARSI SEMPRE PESANTE PER LA PRESENZA DI LOSE (LASTRE IN PIETRA DA 3-4 CM) NEL 100% DEGLI EDIFICI

INTERRATO: MURI GETTATI CONTROTERRA CON SPESSORE MEDIO DI 40 CM E IN ASSENZA DI ARMATURA. ARMATURA INSERITA SOLO IN CORRISPONDENZA DEI PILASTRI SUPERIORI

FONDAZIONI: PER ELEMENTI PERIMETRALI (COINCIDENTI CON MURI CONTROTERRA) TRAVE DI FONDAZIONE CONTINUA DELLO SPESSORE DEL MURO
PER ELEMENTI INTERNI PLINTI QUADRATI DI DIMENSIONI IN MEDIA 1/1,2 M

INTERVENTI: GENERALMENTE INTERVENTI RIGUARDANTI GLI ELEMENTI PORTANTI DELLA COPERTURA

APERTURE PIANO TERRA: ELEVATE SU FRONTE STRADA PER INGRESSO BOX AUTO, IN LINEA CON VALORI MEDI SU ALTRI LATI

NOTE

IDT 02001A0414C02CAE1

TAMPONATURE PIANO TERRA: IRREGOLARE PER PRESENZA BOX AUTO SU LATO STRADA O PER SEMI PIANO PILOTIS

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

CARTIS EDIFICIO - 2016

SCHEDA DI 2° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE DI UN EDIFICIO ORDINARIO

SEZIONE 0: Identificazione Comune ed Edificio | **PARTE A**

DATA 27 / 12 / 2020

a. DATI DI LOCALIZZAZIONE

Regione: VALLE D'AOSTA — Codice ISTAT 02
Provincia: AOSTA — Codice ISTAT 007
Comune: MORGEX — Codice ISTAT 041
Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT)
FRAZ. VILLAIR

b. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS

Codice UR:
Referente: ALESSANDRO FANTILLI Mail: alessandro.fantilli@polito.it
Ente di appartenenza: POLITECNICO DI TORINO
Qualifica: PROFESSORE ASSOCIATO
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
Indirizzo: CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 24 TORINO
Tel. ufficio: 011 0904900 Cell.:
Compilatore: FEDERICO GAMBA Mail: fegamba95@gmail.com
Firma del Compilatore:

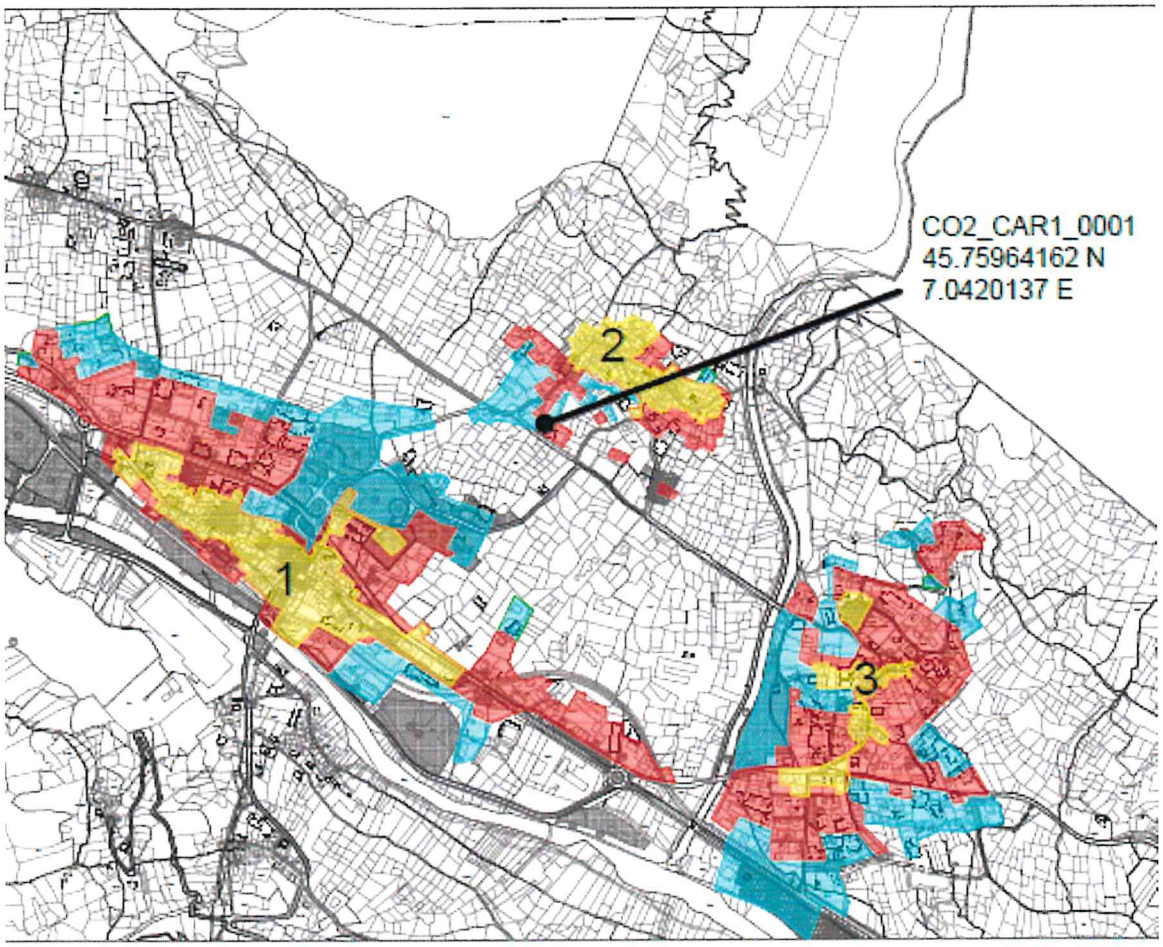
c. DATI FONTE

Tecnico/i: ROMINA JOLY Tel./Cell.: 0165 801731

Progetto/i: EDIFICIO RESIDENZIALE IN C.A. DI TRE PIANI FUORI TERRA E PIANO INTERRATO.
FRAZ. VILLAIR, STRADA DEL VILLAIR

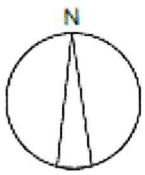
d. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'EDIFICIO

Morgex



C01 Centro storico
C02 Prima espansione
C03 Seconda espansione

1 Capoluogo
2 Villair
3 La Ruine



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Edificio

IDE 02 007 044 C02 CAR1 0001

a. CODICE TIPOLOGIA

○ MUR 1	○ MUR 2	○ MUR 3	○ MUR 4	⊗ CAR 1	○ CAR 2	○ CAR 3	○ CAR 4

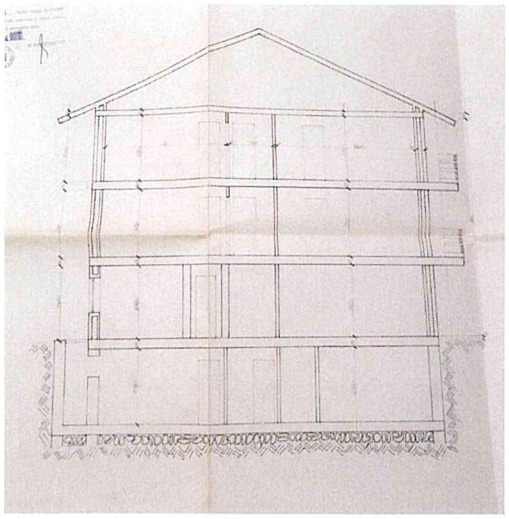
b. CODICE IDENTIFICATIVO DELL'EDIFICIO (IDE)

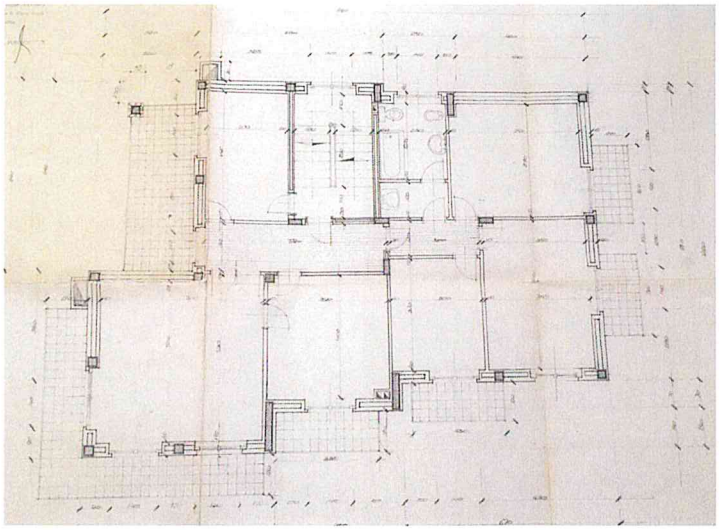
02	007	044	C02	CAR1	0001
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia	Codice Edificio

c. POSIZIONE EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO		○ IN AGGREGATO	
	⊗ ISOLATA IN AGGREGATO	○ *In adiacenza* (strutture staticamente indipendenti)	○ *In connessione* (strutture interagenti)

d. FOTOGRAFIA EDIFICIO

d. PIANTA E SEZIONE





PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 2: Caratteristiche generali

IDE 02 007014 C02 CAR1 0001

DATI METRICI

a. Piani totali compresi interrati [N°]	○ 1 ○ 4 ○ 7 ○ 10 ○ 2 ⊗ 5 ○ 8 ○ 11 ○ 3 ○ 6 ○ 9 ○ ≥12
b. Altezza media di piano [m]	A ⊗ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ○ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
c. Altezza media di piano terra [m]	A ⊗ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ○ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
d. Piani interrati [N°]	A ○ 0 B ⊗ 1 C ○ 2 D ○ ≥ 3
e. Superficie media di piano [m^2]	A ○ 50 E ⊗ 170 I ○ 500 O ○ 1600 B ○ 70 F ○ 230 L ○ 650 P ○ 2200 C ○ 100 G ○ 300 M ○ 900 Q ○ 3000 D ○ 130 H ○ 400 N ○ 1200 R ○ > 3000
f. Età della costruzione	A ○ ≤ 1860 H ○ 82 ÷ 86 B ○ 1861 - 19 I ○ 87 ÷ 91 C ○ 19 ÷ 45 L ○ 92 ÷ 96 D ○ 46 ÷ 61 M ○ 97 ÷ 01 E ○ 62 ÷ 71 N ○ 02 ÷ 08 F ⊗ 72 ÷ 75 O ○ 09 ÷ 11 G ○ 76 ÷ 81 P ○ ≥ 2011
g. Uso prevalente	A ☒ Abitativo B ☐ Produttivo C ☐ Commercio D ☐ Uffici D ☐ Servizi pubblici D ☐ Deposito D ☐ Strategico D ☐ Turistico - ricettivo

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 B | **Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)*

IDE 02 | 007 | 074 | C02 | CART | 0001

a. Qualifica della struttura in cemento armato

A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti *(senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)*	☒
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistentI *(con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)*	○
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	○
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	○
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	○
F	Prevalenza di setti	○
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	○

b. Giunti di separazione

1) Giunti a norma ☒ | 2) Giunti fuori norma ○

c. Bow windows strutturali

% nell'edificio ___ [%]

1) Assenza di Bow windows ☒ | 2) Bow windows inferiori a 1,5m ○ | 3) Bow windows superiori a 1,5m ○

d. Telai in una sola direzione

SI ☒ | NO ○

e. Elementi tozzi

% nell'edificio ___ [%]

A - Assenti ☒ | B - Travi a ginocchio/piani sfalsati ○

C - Per finestre a nastro ○ | D - Per altre cause ○

f. Tamponature Piano Terra

A - Disposizione regolare ○ | B - Disposizione irregolare ☒ | C - Assente ○

Piano soffice piani intermedi SI ○ NO ☒

g. Posizione dellatamponatura rispetto al telaio

1 - Tamponatura inserita nel telaio ☒ | 2 - Tamponatura non inserita nel telaio ☐

3 - Pilastri arretrati ☐ | 4 - Cortina esterna non inserita nel telaio ☐

h. Dimensione pilastri piano terra

1) Dimensione media < 25cm ○ | 2) Dimensione media 25/45cm ☒ | 3) Dimensione media > 45cm ○

i. Armature pilastri

1	Armatura longitudinale	00,5 [%]	
2	Interasse staffe pilastri	020 [cm]	
3	Diametro staffe pilastri	06 [mm]	
4	Lunghezza d'ancoraggio	10 [Φ]	
5	Tipo armature	☒ Liscia	○ Aderenza migliorata

j. Maglia strutturale

1	Interasse medio tra pilastri < 4,5m	○
2	Interasse medio tra pilastri 4,5/6m	☒
3	Interasse medio tra pilastri > 6m	○

k. Presenza solai SAP o Assimilabili

○ SI ___ [%] | ☒ NO

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDE 02007044C02CAR10001

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)	a3. Materiale	
1	Singola falda	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]	Legno	☒ 100 [%]
2	Falde inclinate	☐ ___ [%]	☒ 100 [%]	Acciaio	☐ ___ [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]	Cemento Armato	☐ ___ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]	Muratura	☐ ___ [%]
5	Volte	☐ ___ [%]	☐ ___ [%]		

a4. Spingente ○ SI ___ [%] ○ NO ___ [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	☒
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta	Elevazione
○ Regolare (1)	☒ Regolare (1)
☒ Mediamente regolare (2)	○ Mediamente regolare (2)
○ Irregolare (3)	○ Irregolare (3)

d. Interventi strutturali

1 - Anno ____ ÷ ____

2 - Interventi tipici
- ☐ A. Interventi locali ___ [%]
- ☐ B. Miglioramento sismico ___ [%]
- ☐ C. Adeguamento sismico ___ [%]

e. Aperture Piano terra (PT) *
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	○
> 50%	☒

f. Stato di Conservazione (SdC)

		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	○	☒
2	SdC strutture verticali	○	○	☒
3	SdC strutture orizzontali	○	○	☒
4	SdC elementi non strutturali	○	○	☒

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	☒
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDE 02007014C02CAE100001

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI		*(elementi vulnerabili e/o in cattive condizioni)*	
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	___ [%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	___ [%]
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	___ [%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	___ [%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	___ [%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	___ [%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	___ [%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	___ [%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	___ [%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	___ [%]

i. Fondazioni *(Max 2)*			
☒ **Superficiale**	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☐	___ [%]
	2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	___ [%]
	3. Fondazione su archivi rovesci	☐	___ [%]
☐ **Profonda**	4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	30 [%]
	5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	___ [%]
	6. Travi rovesce	☒	70 [%]
☒ **Continua**	7. Reticolo di travi rovesce	☐	___ [%]
	8. Platee	☐	___ [%]
*	9. Plinti su pali	☐	___ [%]
☒ **Discontinua**	10. Travi rovesce su pali	☐	___ [%]
	11. Platee su pali	☐	___ [%]
Nessuna informazione			○

NOTE

IDE 02007074C02CAR10001

APERTURE PIANO TERRA: ELEVATA PERCENTUALE PER PRESENZA DI BOX AUTO (4) SU LATO STRADA

FONDAZIONE: CONTINUA PER ELEMENTI PERIMETRALI, DISCONTINUA PER ELEMENTI INTERNI

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT 02 007 044 C03 CAR2

a. CODICE TIPOLOGIA

○ MUR 1	○ MUR 2	○ MUR 3	○ MUR 4	○ CAR 1	☒ CAR 2	○ CAR 3	○ CAR 4

b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

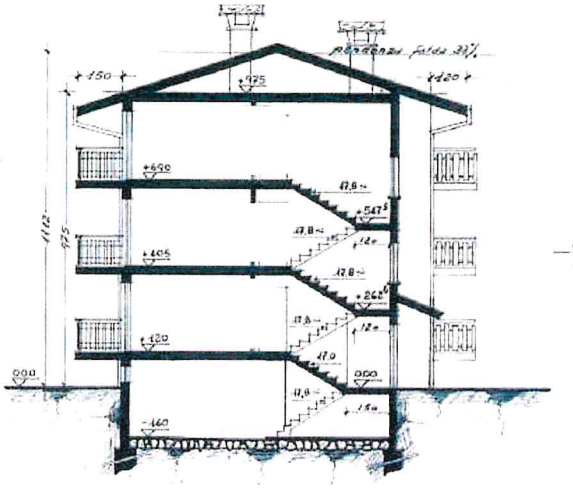
02 Codice ISTAT Regione	007 Codice ISTAT Provincia	044 Codice ISTAT Comune	C03 Codice Comparto	CAR2 Codice Tipologia

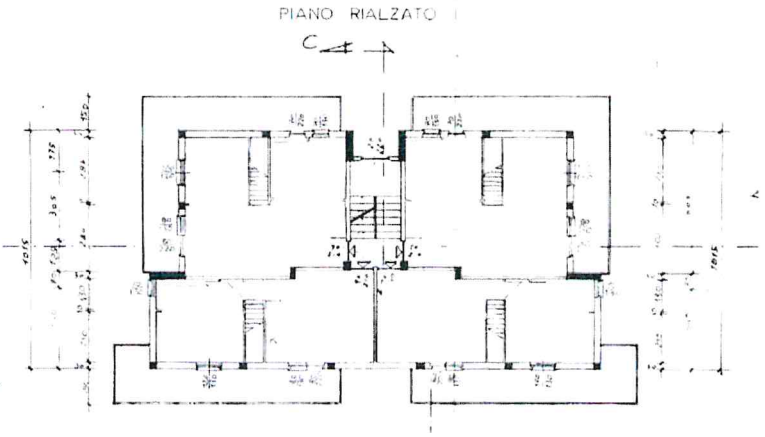
c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO

ISOLATA IN AGGREGATO	IN AGGREGATO	
	___%	
	In adiacenza (strutture staticamente indipendenti)	*In connessione* (strutture interagenti)
100%	___%	___%

d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA

d. PIANTA E SEZIONE





SEZIONE 2: Caratteristiche generali

IDT 02 009 0047 C03 CAR2

DATI METRICI

a. Piani totali compresi interrati [N°] (max 2)	☐ 1 ☒ 4 ☐ 7 ☐ 10 ☐ 2 ☒ 5 ☐ 8 ☐ 11 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 9 ☐ ≥ 12
b. Altezza media di piano [m]	A ○ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ⊗ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
c. Altezza media di piano terra [m]	A ○ ≤ 2.50 C ○ 3.50 ÷ 5.00 B ⊗ 2.50 ÷ 3.49 D ○ > 5.00
d. Piani interrati [N°]	A ○ 0 B ⊗ 1 C ○ 2 D ○ ≥ 3
e. Superficie media di piano [m²] (max 2)	A ☐ 50 E ☐ 170 I ☐ 500 O ☐ 1600 B ☐ 70 F ☒ 230 L ☐ 650 P ☐ 2200 C ☐ 100 G ☐ 300 M ☐ 900 Q ☐ 3000 D ☐ 130 H ☐ 400 N ☐ 1200 R ☐ > 3000
f. Età della costruzione (max 2)	A ☐ ≤ 1860 H ☒ 82 ÷ 86 B ☐ 1861 - 19 I ☒ 87 ÷ 91 C ☐ 19 ÷ 45 L ☐ 92 ÷ 96 D ☐ 46 ÷ 61 M ☐ 97 ÷ 01 E ☐ 62 ÷ 71 N ☐ 02 ÷ 08 F ☐ 72 ÷ 75 O ☐ 09 ÷ 11 G ☐ 76 ÷ 81 P ☐ ≥ 2011
g. Uso prevalente	A ☒ Abitativo B ☐ Produttivo C ☐ Commercio D ☐ Uffici D ☐ Servizi pubblici D ☐ Deposito D ☐ Strategico D ☐ Turistico - ricettivo

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 B | **Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)*

IDT 02 007 047 C03 CAR1

a. Qualifica della struttura in cemento armato

A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti *(senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)*	○
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistentI *(con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)*	⊗
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	○
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	○
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	○
F	Prevalenza di setti	○
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	○

b. Giunti di separazione 1) Giunti a norma ⊗ | 2) Giunti fuori norma ○ | % nella tipologia ___ [%]

c. Bow windows strutturali % nella tipologia ___ [%]

1) Assenza di Bow windows ⊗ | 2) Bow windows inferiori a 1,5m ○ | 3) Bow windows superiori a 1,5m ○

d. Telai in una sola direzione SI ⊗ | NO ○ | % nella tipologia 100 [%]

e. Elementi tozzi % nella tipologia ___ [%]

A - Assenti ⊗	B - Travi a ginocchio/piani sfalsati ○
C - Per finestre a nastro ○	D - Per altre cause ○

f. Tamponature Piano Terra

A - Disposizione regolare ○	B - Disposizione irregolare ⊗	C - Assente ○

Piano soffice piani intermedi SI ○ NO ⊗

g. Posizione dellatamponatura rispetto al telaio

1 - Tamponatura inserita nel telaio ☒	2 - Tamponatura non inserita nel telaio ☐
3 - Pilastri arretrati ☐	4 - Cortina esterna non inserita nel telaio ☐

h. Dimensione pilastri piano terra % nella tipologia ___ [%]

1) Dimensione media < 25cm ○ | 2) Dimensione media 25/45cm ⊗ | 3) Dimensione media > 45cm ○

i. Armature pilastri

1	Armatura longitudinale	00,5 [%]
2	Interasse staffe pilastri	020 [cm]
3	Diametro staffe pilastri	06 [mm]
4	Lunghezza d'ancoraggio	10 [Φ]
5	Tipo armature ⊗ Liscia	○ Aderenza migliorata

j. Maglia strutturale

1	Interasse medio tra pilastri < 4,5m	○
2	Interasse medio tra pilastri 4,5/6m	⊗
3	Interasse medio tra pilastri > 6m	○

k. Presenza solai SAP o Assimilabili ○ SI ___ [%] | ⊗ NO

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT 02 | 007 | 044 | 003 | CAR2

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)
1	Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2	Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5	Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale	
Legno	☒ 60 [%]
Acciaio	☐ [%]
Cemento Armato	☒ 40 [%]
Muratura	☐ [%]

a4. Spingente ○ SI [%] ○ NO [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	⊗
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta (max 2)		Elevazione (max 2)	
☐ Regolare (1)	[%]	☒ Regolare (1)	90 [%]
☒ Mediamente regolare (2)	100 [%]	☐ Mediamente regolare (2)	[%]
☐ Irregolare (3)	[%]	☐ Irregolare (3)	10 [%]

d. Interventi strutturali della tipologia

1 - Anno ☐☐☐☐ ÷ ☐☐☐☐

2 - Interventi tipici		
☒	A. Interventi locali	100 [%]
☐	B. Miglioramento sismico	[%]
☐	C. Adeguamento sismico	[%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	⊗
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)

		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	○	⊗
2	SdC strutture verticali	○	○	⊗
3	SdC strutture orizzontali	○	○	⊗
4	SdC elementi non strutturali	○	⊗	○

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	⊗
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDT IT | 007 | 047 | C03 | CAR2

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI	*(elementi a tipologia vulnerabile e/o in cattive condizioni)*		
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	[%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	[%]
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	[%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	[%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	[%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	[%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	[%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	[%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	[%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	[%]

i. Fondazioni (max 2)

☒ **Superficiale** 100 [%]	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
	2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	[%]
☐ **Profonda** [%]	3. Fondazione su archivi rovesci	☐	[%]
	4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	40 [%]
	5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	[%]
	6. Travi rovesce	☒	60 [%]
	7. Reticolo di travi rovesce	☐	[%]
☒ **Continua** 60 [%] *	8. Platee	☐	[%]
	9. Plinti su pali	☐	[%]
☒ **Discontinua** 40 [%]	10. Travi rovesce su pali	☐	[%]
	11. Platee su pali	☐	[%]
Nessuna informazione			○

NOTE

IDT 02007044C03CAR2

* FONDAZIONE: CONTINUA PER ELEMENTI PERIME=
TRALI, DISCONTINUA PER PILASTRI
CENTRALI

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

CARTIS EDIFICIO - 2016

SCHEDA DI 2° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE DI UN EDIFICIO ORDINARIO

SEZIONE 0: Identificazione Comune ed Edificio | **PARTE A**

DATA 04 / 01 / 2021

a. DATI DI LOCALIZZAZIONE

Regione: VALLE D'AOSTA — Codice ISTAT 02
Provincia: AOSTA — Codice ISTAT 007
Comune: HORGEX — Codice ISTAT 044
Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT)
CAPOLUOGO

b. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS

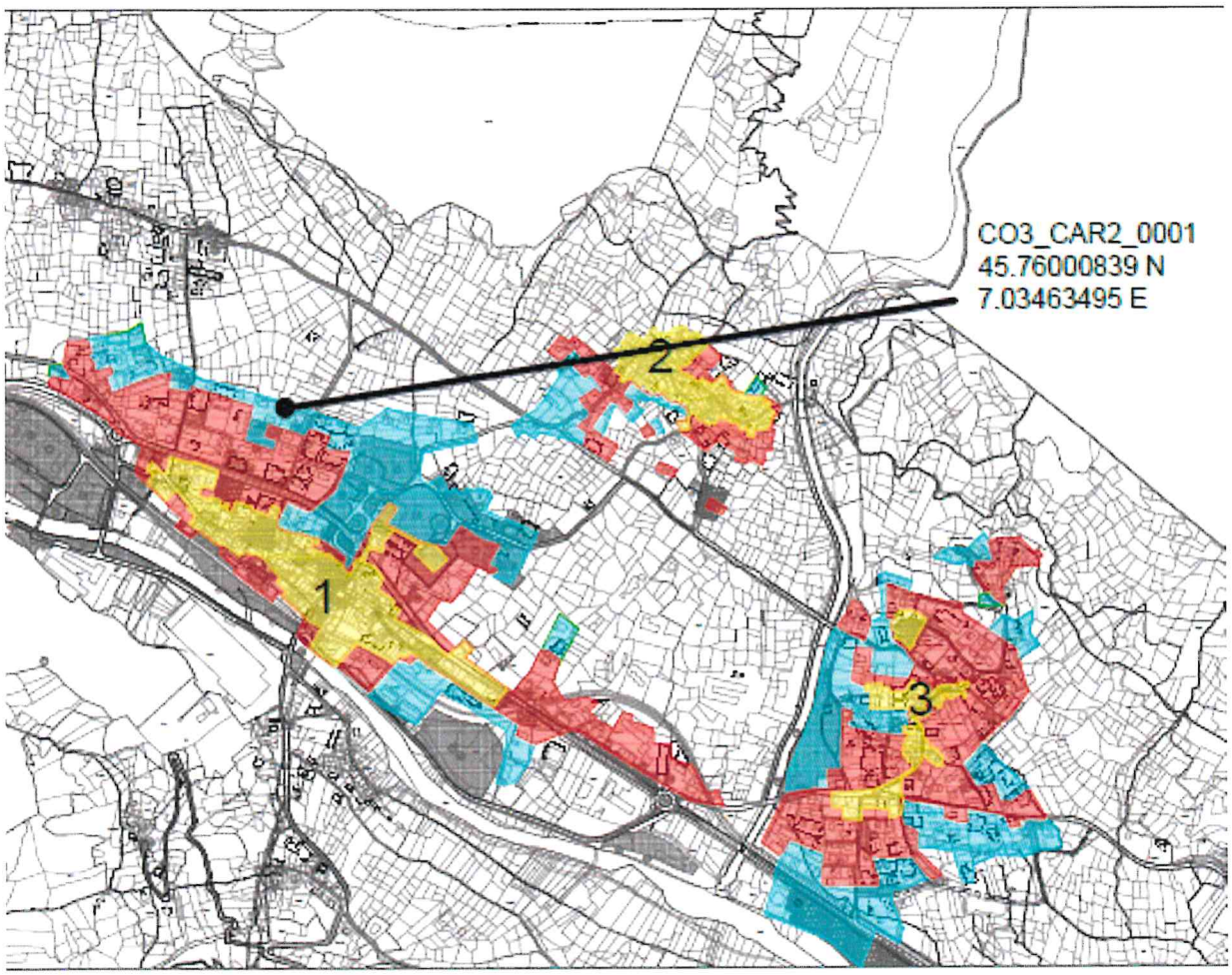
Codice UR:
Referente: ALESSANDRO FANTILLI Mail: alessandro.fantilli@polito.it
Ente di appartenenza: POLITECNICO DI TORINO
Qualifica: PROFESSORE ASSOCIATO
Titolo di studio: LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
Indirizzo: CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI, 24 TORINO
Tel. ufficio: 011 090 4900 Cell.: -
Compilatore: FEDERICO GAMBA Mail: fegamba95@gmail.com
Firma del Compilatore:

c. DATI FONTE

Tecnico/i: ROMINA JOLY Tel./Cell.: 0165 807731
Progetto/i:

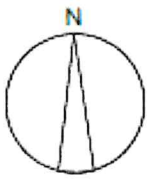
d. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'EDIFICIO

Morgex



C01 Centro storico
C02 Prima espansione
C03 Seconda espansione

1 Capoluogo
2 Villair
3 La Ruine



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 1: Identificazione Edificio

IDE 02 007 044 C03 CAR2 0001

a. CODICE TIPOLOGIA

○ MUR 1	○ MUR 2	○ MUR 3	○ MUR 4	○ CAR 1	⊗ CAR 2	○ CAR 3	○ CAR 4

b. CODICE IDENTIFICATIVO DELL'EDIFICIO (IDE)

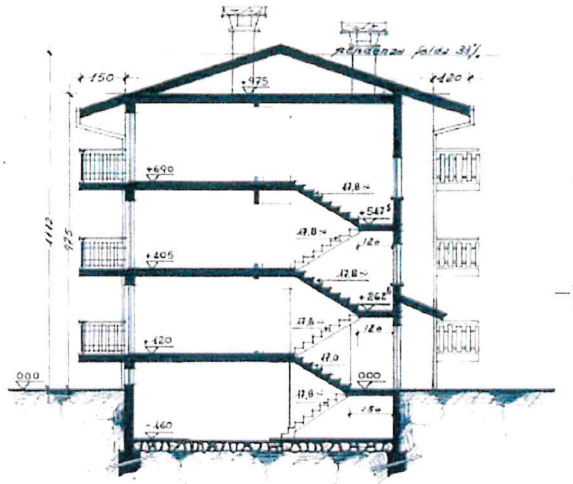
02	007	044	C03	CAR2	0001
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia	Codice Edificio

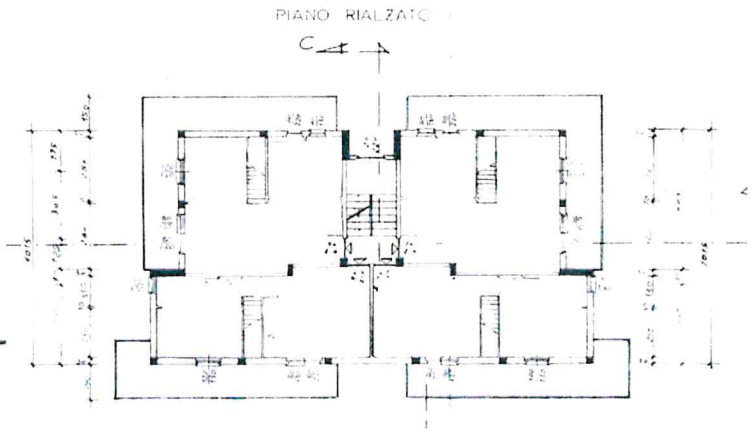
c. POSIZIONE EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

⊗ ISOLATA / IN AGGREGATO	○ IN AGGREGATO	
	○ *In adiacenza* (strutture staticamente indipendenti)	○ *In connessione* (strutture interagenti)

d. FOTOGRAFIA EDIFICIO

d. PIANTA E SEZIONE





PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 2: Caratteristiche generali

IDE 02 007 014 C03 CAR2 0001

DATI METRICI

a. Piani totali compresi interrati [N°]	○ 1	⊗ 4	○ 7	○ 10
	○ 2	○ 5	○ 8	○ 11
	○ 3	○ 6	○ 9	○ ≥ 12
b. Altezza media di piano [m]	A ○ ≤ 2.50		C ○ 3.50 ÷ 5.00	
	B ⊗ 2.50 ÷ 3.49		D ○ > 5.00	
c. Altezza media di piano terra [m]	A ○ ≤ 2.50		C ○ 3.50 ÷ 5.00	
	B ⊗ 2.50 ÷ 3.49		D ○ > 5.00	
d. Piani interrati [N°]	A ○ 0	B ⊗ 1	C ○ 2	D ○ ≥ 3
e. Superficie media di piano [m²]	A ○ 50	E ⊗ 170	I ○ 500	O ○ 1600
	B ○ 70	F ○ 230	L ○ 650	P ○ 2200
	C ○ 100	G ○ 300	M ○ 900	Q ○ 3000
	D ○ 130	H ○ 400	N ○ 1200	R ○ > 3000
f. Età della costruzione	A ○ ≤ 1860		H ○ 82 ÷ 86	
	B ○ 1861 - 19		I ○ 87 ÷ 91	
	C ○ 19 ÷ 45		L ○ 92 ÷ 96	
	D ○ 46 ÷ 61		M ○ 97 ÷ 01	
	E ○ 62 ÷ 71		N ○ 02 ÷ 08	
	F ○ 72 ÷ 75		O ○ 09 ÷ 11	
	G ⊗ 76 ÷ 81		P ○ ≥ 2011	
g. Uso prevalente	A ☒ Abitativo			
	B ☐ Produttivo			
	C ☐ Commercio			
	D ☐ Uffici			
	D ☐ Servizi pubblici			
	D ☐ Deposito			
	D ☐ Strategico			
	D ☐ Turistico - ricettivo			

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.1 B | **Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO** *(da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)*

IDE 02007047C03CAR2090001

a. Qualifica della struttura in cemento armato		
A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti *(senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)*	○
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistentI *(con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)*	○
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	⊗
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	○
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	○
F	Prevalenza di setti	○
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	○

b. Giunti di separazione	1) Giunti a norma ⊗	2) Giunti fuori norma ○

c. Bow windows strutturali		% nell'edificio ⌊_⌋⌊_⌋⌊_⌋ [%]
1) Assenza di Bow windows ⊗	2) Bow windows inferiori a 1,5m ○	3) Bow windows superiori a 1,5m ○

d. Telai in una sola direzione	SI ⊗	NO ○

e. Elementi tozzi		% nell'edificio ⌊_⌋⌊_⌋⌊_⌋ [%]
A - Assenti ⊗	B - Travi a ginocchio/piani sfalsati ○	
C - Per finestre a nastro ○	D - Per altre cause ○	

f. Tamponature Piano Terra		
A - Disposizione regolare ⊗	B - Disposizione irregolare ○	C - Assente ○
Piano soffice piani intermedi	SI ○	NO ○

g. Posizione dellatamponatura rispetto al telaio	
1 - Tamponatura inserita nel telaio ⊗	2 - Tamponatura non inserita nel telaio ☐
3 - Pilastri arretrati ☐	4 - Cortina esterna non inserita nel telaio ☐

h. Dimensione pilastri piano terra		
1) Dimensione media < 25cm ○	2) Dimensione media 25/45cm ⊗	3) Dimensione media > 45cm ○

i. Armature pilastri			
1	Armatura longitudinale	⌊_⌋⌊_⌋,⌊_⌋ [%]	
2	Interasse staffe pilastri	⌊_⌋⌊_⌋⌊_⌋ [cm]	
3	Diametro staffe pilastri	⌊_⌋⌊_⌋ [mm]	
4	Lunghezza d'ancoraggio	⌊_⌋⌊_⌋ [Φ]	
5	Tipo armature ○ Liscia	○ Aderenza migliorata	

j. Maglia strutturale		
1	Interasse medio tra pilastri < 4,5m	⊗
2	Interasse medio tra pilastri 4,5/6m	○
3	Interasse medio tra pilastri > 6m	○

k. Presenza solai SAP o Assimilabili	○ SI ⌊_⌋⌊_⌋⌊_⌋ [%]	⊗ NO

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS EDIFICIO - 2016

reluis
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDE 012 007 014 C03 CAR 2 0001

a. Copertura (max 2)

a1. Forma		a2. Tipo: Leggera (1)	a2. Tipo: Pesante (2)
1	Singola falda	☐ [%]	☐ [%]
2	Falde inclinate	☐ [%]	☒ 100 [%]
3	Terrazzo praticabile	☐ [%]	☐ [%]
4	Terrazzo non praticabile	☐ [%]	☐ [%]
5	Volte	☐ [%]	☐ [%]

a3. Materiale	
Legno	☐ [%]
Acciaio	☐ [%]
Cemento Armato	☒ 100 [%]
Muratura	☐ [%]

a4. Spingente ○ SI [%] ⊗ NO [%]

b. Aperture in facciata
(% sulla superficie della facciata)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	⊗
> 50%	○

c. Regolarità

Pianta	Elevazione
⊗ Regolare (1)	⊗ Regolare (1)
○ Mediamente regolare (2)	○ Mediamente regolare (2)
○ Irregolare (3)	○ Irregolare (3)

d. Interventi strutturali

1 - Anno [ ][ ][ ][ ] ÷ [ ][ ][ ][ ]

2 - Interventi tipici	
	☒ A. Interventi locali [%]
	☐ B. Miglioramento sismico [%]
	☐ C. Adeguamento sismico [%]

e. Aperture Piano terra (PT)
(% sulla superficie della facciata al PT)

< 10 %	○
10/19 %	○
20/29 %	○
30/50 %	⊗
> 50%	○

f. Stato di Conservazione (SdC)

		Scadente	Medio	Buono
1	SdC d'insieme	○	○	⊗
2	SdC strutture verticali	○	○	⊗
3	SdC strutture orizzontali	○	○	⊗
4	SdC elementi non strutturali	○	○	⊗

g. Tipologia scale

A - Scale a soletta rampante	⊗
B - Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	○
D - Scale con gradini a sbalzo	○
E - Scale in legno	○
F - Scale su volta rampante	○

SEZIONE 3.2 | **Altre informazioni**

IDE 02007944C03CAR2000011

h. ELEMENTI NON STRUTTURALI VULNERABILI		*(elementi vulnerabili e/o in cattive condizioni)*	
1	Tramezzi non strutturali (forati, etc.)	☒	☐☐☐ [%]
2	Manto di copertura tipico (tegole, coppi)	☒	☐☐☐ [%]
3	Comignoli ed altri aggetti verticali	☒	☐☐☐ [%]
4	Balconi (in muratura, acciaio, c.a., etc.)	☒	☐☐☐ [%]
5	Cornicioni (muratura, scarsa qualità ancoraggi, etc.)	☐	☐☐☐ [%]
6	Parapetti (in muratura, c.a. etc.)	☐	☐☐☐ [%]
7	Controsoffitti leggeri	☐	☐☐☐ [%]
8	Controsoffitti pesanti	☐	☐☐☐ [%]
9	False volte pesanti (mattoni in foglio)	☐	☐☐☐ [%]
10	False volte leggere (incannucciata)	☐	☐☐☐ [%]

i. Fondazioni *(Max 2)*			
☒ **Superficiale**	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati	☐	☐☐☐ [%]
	2. Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati	☐	☐☐☐ [%]
	3. Fondazione su archivi rovesci	☐	☐☐☐ [%]
☐ **Profonda**	4. Plinti isolati senza travi di collegamento	☒	☐10 [%]
	5. Plinti isolati con travi di collegamento	☐	☐☐☐ [%]
	6. Travi rovesce	☒	☐60 [%]
☒ **Continua**	7. Reticolo di travi rovesce	☐	☐☐☐ [%]
	8. Platee	☐	☐☐☐ [%]
	9. Plinti su pali	☐	☐☐☐ [%]
☒ **Discontinua**	10. Travi rovesce su pali	☐	☐☐☐ [%]
	11. Platee su pali	☐	☐☐☐ [%]
Nessuna informazione			○

NOTE

IDE 02 | 007 | 017 | C03 | CAR | 0001

ALLEGATO C

Risultati ottenuti nel calcolo del grado di difformità

TRAVI 1°SOLAIO

Numero trave	Armatura iniziale			Armatura centrale			Armatura finale		
	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd
T1	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	5ϕ20+4ϕ18+2ϕ14	254.62%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	5ϕ20+4ϕ18+2ϕ14	304.39%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	5ϕ20+4ϕ18+2ϕ14	254.62%
	816.79	2896.46		716.26	2896.46		816.79	2896.46	
T2	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	5ϕ18+3ϕ16	136.90%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	5ϕ18+3ϕ16	195.54%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+3ϕ16	315.84%
	791.66	1875.48		634.58	1875.48		634.58	2638.86	
T3	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+3ϕ16	180.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ18+3ϕ14+3ϕ16	94.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ14	90.66%
	942.45	2638.86		942.45	1828.35		1042.98	1988.57	
T4	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	10ϕ18	170.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	8ϕ18+5ϕ14	291.67%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	10ϕ18+5ϕ14	362.72%
	942.45	2544.62		716.26	2805.36		716.26	3314.28	
T5	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ18+5ϕ14	499.43%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ18+5ϕ14+5ϕ16	405.11%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	7ϕ18+5ϕ16	326.44%
	552.90	3314.28		552.90	2792.79		653.43	2786.51	
T6	2ϕ12+2ϕ12	3ϕ18+2ϕ16+2ϕ12	207.64%	2ϕ12+2ϕ12	3ϕ18+6ϕ12	218.75%	2ϕ12+2ϕ12	5ϕ18+4ϕ12	281.25%
	452.38	1391.68		452.38	1441.95		452.38	1724.68	
T7	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ18+2ϕ12	129.86%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	3ϕ18+5ϕ12	85.53%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	8ϕ18+3ϕ12	231.58%
	873.34	2007.42		716.26	1328.85		716.26	2374.97	
T8	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+3ϕ12	175.91%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ18+2ϕ16+3ϕ12	74.82%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ16	183.21%
	860.77	2374.97		860.77	1504.78		860.77	2437.80	
T9	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ16	183.21%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ18+4ϕ16	82.12%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	5ϕ18+2ϕ16	74.18%
	860.77	2437.80		860.77	1567.61		961.30	1674.42	
T10	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ12	128.46%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	4ϕ18+9ϕ12	184.21%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	11ϕ18+6ϕ12	385.53%
	816.79	1866.05		716.26	2035.69		716.26	3477.64	
T11	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	11ϕ18+6ϕ12	385.53%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	9ϕ18+6ϕ12	314.47%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	11ϕ18	242.69%
	716.26	3477.64		716.26	2968.72		816.79	2799.08	
T12	2ϕ10+2ϕ10	9ϕ18	629.00%	2ϕ10+2ϕ10	7ϕ18+4ϕ12	611.00%	2ϕ10+2ϕ10	7ϕ18+4ϕ12	611.00%
	314.15	2290.15		314.15	2233.61		314.15	2233.61	
T13	ϕ16+2ϕ16+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ	7ϕ18+3ϕ14	47.52%	ϕ16+2ϕ16+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ	5ϕ18+3ϕ14	14.05%	ϕ16+2ϕ16+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ	9ϕ18+4ϕ16	103.51%
	1520.49	2243.03		1520.49	1734.11		1520.49	3094.38	
T14	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	10ϕ18	143.98%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	7ϕ18+2ϕ12	113.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	11ϕ18+2ϕ12	221.00%
	1042.98	2544.62		942.45	2007.42		942.45	3025.26	
T15	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	11ϕ18+2ϕ12	221.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	7ϕ18+2ϕ12	113.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	9ϕ18	119.58%
	942.45	3025.26		942.45	2007.42		1042.98	2290.15	
T16	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	2ϕ18+3ϕ16+2ϕ14	117.31%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ16+2ϕ14+2ϕ12	105.68%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ18+5ϕ16+2ϕ12	306.82%
	653.43	1419.96		552.90	1137.22		552.90	2249.31	
T17	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ18+5ϕ16+2ϕ12	306.82%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ18+2ϕ14+2ϕ12	180.68%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	6ϕ18+2ϕ14	180.77%
	552.90	2249.31		552.90	1551.90		653.43	1834.64	
T18	2ϕ14+2ϕ12	4ϕ16+2ϕ12	92.94%	2ϕ14+2ϕ12	2ϕ16+4ϕ12	60.00%	2ϕ14+2ϕ12	6ϕ16+4ϕ12	210.59%
	534.06	1030.41		534.06	854.49		534.06	1658.71	
T19	2ϕ14+2ϕ12	6ϕ16+4ϕ12	210.59%	2ϕ14+2ϕ12	2ϕ16+4ϕ12	60.00%	2ϕ14+2ϕ12	4ϕ16+2ϕ12	92.94%
	534.06	1658.71		534.06	854.49		534.06	1030.41	
T20	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ14+5ϕ12	19.34%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ14+5ϕ12	19.34%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ14+5ϕ12	19.34%
	860.77	1027.27		860.77	1027.27		860.77	1027.27	
T21	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ14	78.83%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ14	78.83%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ14	78.83%
	860.77	1539.34		860.77	1539.34		860.77	1539.34	
T22	3ϕ16+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	5ϕ18+4ϕ16	21.06%	3ϕ16+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	3ϕ18+4ϕ16+3ϕ12	11.17%	3ϕ16+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	6ϕ18+4ϕ16+3ϕ12	55.68%
	1715.26	2076.53		1715.26	1906.89		1715.26	2670.28	

T23	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	6ϕ18+4ϕ16+3ϕ12	210.22%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	7ϕ16+3ϕ12	102.92%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	2ϕ18+7ϕ16	99.35%
	860.77	2670.28		860.77	1746.67		961.30	1916.32	
T24	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	7ϕ12	2.44%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	7ϕ12	2.44%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	9ϕ12	31.71%
	772.81	791.66		772.81	791.66		772.81	1017.85	
T25	2ϕ14+2ϕ12	8ϕ18+5ϕ14	425.29%	2ϕ14+2ϕ12	8ϕ18+5ϕ14	425.29%	2ϕ14+2ϕ12	3ϕ18+5ϕ14	187.06%
	534.06	2805.36		534.06	2805.36		534.06	1533.05	
TA	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+4ϕ16	201.33%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	8ϕ18+4ϕ16	296.49%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	12ϕ18	224.00%
	942.45	2839.92		716.26	2839.92		942.45	3053.54	

TRAVI 2°SOLAIO

Numero trave	Armatura iniziale			Armatura centrale			Armatura finale		
	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd
T1	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ12	176.92%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	4ϕ18+4ϕ12	105.26%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ12	176.92%
	816.79	2261.88		716.26	1470.22		816.79	2261.88	
T2	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	5ϕ18+3ϕ16	136.90%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	5ϕ18+3ϕ16	195.54%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+3ϕ16	315.84%
	791.66	1875.48		634.58	1875.48		634.58	2638.86	
T3	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+3ϕ16	180.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ18+3ϕ16+3ϕ14	94.00%	4ϕ14+2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ14	80.86%
	942.45	2638.86		942.45	1828.35		1099.53	1988.57	
T4	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10+2ϕ10	9ϕ18	146.28%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	7ϕ18+5ϕ12	203.66%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	9ϕ18+5ϕ12	269.51%
	929.88	2290.15		772.81	2346.70		772.81	2855.62	
T5	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	9ϕ18+5ϕ12	298.68%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	3ϕ18+4ϕ16+5ϕ12	197.81%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	5ϕ18+4ϕ16	137.77%
	716.26	2855.62		716.26	2133.08		873.34	2076.53	
T6	2ϕ12+2ϕ8	5ϕ18+2ϕ16+2ϕ12	481.73%	2ϕ12+2ϕ8	5ϕ18+5ϕ12	462.50%	2ϕ12+2ϕ8	7ϕ18+3ϕ12	549.04%
	326.72	1900.61		326.72	1837.78		326.72	2120.51	
T7	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	3ϕ18+3ϕ16+2ϕ12	82.37%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	3ϕ18+4ϕ12	69.74%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ12	215.79%
	873.34	1592.74		716.26	1215.76		716.26	2261.88	
T8	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ12	162.77%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ18+2ϕ12+2ϕ14	50.73%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ14	172.26%
	860.77	2261.88		860.77	1297.44		860.77	2343.56	
T9	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ14	172.26%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ18+2ϕ14+2ϕ12	50.73%	2ϕ14+4ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	5ϕ18+2ϕ12	47.22%
	860.77	2343.56		860.77	1297.44		1017.85	1498.50	
T10	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	5ϕ18+2ϕ12	83.46%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	3ϕ18+4ϕ12	69.74%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ12	215.79%
	816.79	1498.50		716.26	1215.76		716.26	2261.88	
T11	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	8ϕ18+2ϕ12	215.79%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	3ϕ18+2ϕ14+2ϕ12	81.14%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8+2ϕ8	7ϕ18+2ϕ14	155.77%
	716.26	2261.88		716.26	1297.44		816.79	2089.10	
T12	2ϕ10+2ϕ10	9ϕ18	629.00%	2ϕ10+2ϕ10	9ϕ18+3ϕ12	737.00%	2ϕ10+2ϕ10	7ϕ18+3ϕ12	575.00%
	314.15	2290.15		314.15	2629.44		314.15	2120.51	
T13	2ϕ16+2ϕ16+4ϕ14+2ϕ16	7ϕ18+2ϕ12	10.17%	2ϕ16+2ϕ16+4ϕ14+2ϕ16	5ϕ18+2ϕ12	-17.76%	2ϕ16+2ϕ16+4ϕ14+2ϕ16	9ϕ18+4ϕ16	69.83%
	1822.07	2007.42		1822.07	1498.50		1822.07	3094.38	
T14	2ϕ14+4ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ18	115.43%	2ϕ14+4ϕ14+2ϕ8	7ϕ18+2ϕ12	96.01%	2ϕ14+4ϕ14+2ϕ8	11ϕ18+2ϕ12	195.40%
	1181.20	2544.62		1024.13	2007.42		1024.13	3025.26	
T15	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	11ϕ18+2ϕ12	195.40%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	5ϕ18+2ϕ12	46.32%	2ϕ14+4ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ18	50.80%
	1024.13	3025.26		1024.13	1498.50		1181.20	1781.23	
T16	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	2ϕ18+3ϕ14+2ϕ12	83.17%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	3ϕ14+3ϕ12	44.89%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ14+1ϕ12	280.11%
	653.43	1196.91		552.90	801.08		552.90	2101.66	
T17	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ14+1ϕ12	280.11%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ18+3ϕ12	145.45%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	6ϕ18+2ϕ12	146.90%
	552.90	2101.66		552.90	1357.13		709.98	1752.96	
T18	2ϕ14+2ϕ12	4ϕ16+2ϕ12	92.94%	2ϕ14+2ϕ12	2ϕ16+4ϕ12	60.00%	2ϕ14+2ϕ12	6ϕ16+2ϕ12	168.24%
	534.06	1030.41		534.06	854.49		534.06	1432.52	
T19	2ϕ14+2ϕ12	6ϕ16+2ϕ12	168.24%	2ϕ14+2ϕ12	2ϕ16+4ϕ12	60.00%	2ϕ14+2ϕ12	4ϕ16+2ϕ12	92.94%
	534.06	1432.52		534.06	854.49		534.06	1030.41	
T20	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ12	5.11%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ12	5.11%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ12	5.11%
	860.77	904.75		860.77	904.75		860.77	904.75	
T21	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ14	43.07%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ14	43.07%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	8ϕ14	43.07%
	860.77	1231.47		860.77	1231.47		860.77	1231.47	
T22	3ϕ16+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	5ϕ18+4ϕ16	21.06%	3ϕ16+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	3ϕ18+4ϕ16+3ϕ12	11.17%	3ϕ16+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	6ϕ18+4ϕ16+3ϕ12	55.68%
	1715.26	2076.53		1715.26	1906.89		1715.26	2670.28	

T23	2ϕ14+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	6ϕ18+4ϕ16+3ϕ12	88.05%	2ϕ14+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	7ϕ16+3ϕ12	23.01%	2ϕ14+2ϕ16+2ϕ16+2ϕ14	7ϕ16+2ϕ18	34.96%
	1419.96	2670.28		1419.96	1746.67		1419.96	1916.32	
T24	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	7ϕ12	2.44%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	7ϕ12	2.44%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10	9ϕ12	31.71%
	772.81	791.66		772.81	791.66		772.81	1017.85	
T25	2ϕ14+2ϕ12	8ϕ18+5ϕ14	425.29%	2ϕ14+2ϕ12	8ϕ18+5ϕ14	425.29%	2ϕ14+2ϕ12	3ϕ18+5ϕ14	187.06%
	534.06	2805.36		534.06	2805.36		534.06	1533.05	
TA	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ12	185.58%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	6ϕ18+3ϕ12	237.50%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	9ϕ18	250.48%
	653.43	1866.05		552.90	1866.05		653.43	2290.15	

TRAVI 3°SOLAIO

Numero trave	Armatura iniziale			Armatura centrale			Armatura finale		
	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd
T1	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ12+3ϕ16	188.31%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+3ϕ16	258.44%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+6ϕ16	383.12%
	483.79	1394.83		483.79	1734.11		483.79	2337.28	
T2	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+6ϕ16	383.12%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+3ϕ16	258.44%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ12+3ϕ16	188.31%
	483.79	2337.28		483.79	1734.11		483.79	1394.83	
T3	2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	7ϕ12+3ϕ16	226.47%	2ϕ12+2ϕ8	12ϕ12+3ϕ16	500.00%	2ϕ12+2ϕ8	9ϕ12+3ϕ14+3ϕ16	537.50%
	427.24	1394.83		326.72	1960.30		326.72	2082.81	
T4	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ12+3ϕ14+3ϕ16	297.16%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ12+3ϕ14	188.07%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	5ϕ14+5ϕ12	141.48%
	552.90	2195.91		552.90	1592.74		552.90	1335.14	
T5	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	2ϕ12+2ϕ14+3ϕ16	105.68%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	6ϕ12+3ϕ16	131.82%	2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	6ϕ12+6ϕ16+2ϕ18	332.95%
	552.90	1137.22		552.90	1281.73		552.90	2393.82	
T6	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	4ϕ12+3ϕ16	47.37%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	4ϕ12+3ϕ16	47.37%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	4ϕ12+3ϕ16	20.86%
	716.26	1055.54		716.26	1055.54		873.34	1055.54	
T7	2ϕ12+2ϕ8	4ϕ12+3ϕ14	179.81%	2ϕ12+2ϕ8	4ϕ12+3ϕ14	179.81%	2ϕ12+2ϕ8	2ϕ12+5ϕ14	204.81%
	326.72	914.18		326.72	914.18		326.72	995.86	
T8	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ10+2ϕ8	4ϕ12+2ϕ14	-12.95%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	4ϕ12+2ϕ14	6.14%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	2ϕ12+4ϕ14+2ϕ18	88.60%
	873.34	760.24		716.26	760.24		716.26	1350.85	
T9	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	2ϕ12+4ϕ14+2ϕ18	43.33%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ12+2ϕ18	2.00%	2ϕ14+2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	2ϕ12+2ϕ16+4ϕ18	74.67%
	942.45	1350.85		942.45	961.30		942.45	1646.15	
T10	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	2ϕ12+2ϕ16+4ϕ18	91.24%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	4ϕ12+2ϕ18	11.68%	2ϕ14+4ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	4ϕ12+2ϕ18	-5.56%
	860.77	1646.15		860.77	961.30		1017.85	961.30	
T11	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12+3ϕ16	208.33%	2ϕ12+2ϕ12	10ϕ12+3ϕ16	283.33%	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12+6ϕ16	341.67%
	452.38	1394.83		452.38	1734.11		452.38	1997.99	
T12	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12+6ϕ16	341.67%	2ϕ12+2ϕ12	10ϕ12+3ϕ16	283.33%	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12+3ϕ16	208.33%
	452.38	1997.99		452.38	1734.11		452.38	1394.83	
T13	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12	75.00%	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12	75.00%	2ϕ12+2ϕ12	7ϕ12	75.00%
	452.38	791.66		452.38	791.66		452.38	791.66	
T14	2ϕ16+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	5ϕ12+2ϕ14	-21.91%	2ϕ16+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	7ϕ12	-29.21%	2ϕ16+2ϕ14+2ϕ14+2ϕ8	6ϕ12+2ϕ14	-11.80%
	1118.37	873.34		1118.37	791.66		1118.37	986.43	
T15	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	12ϕ12+3ϕ16	305.19%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+3ϕ16	258.44%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ12+6ϕ16	312.99%
	483.79	1960.30		483.79	1734.11		483.79	1997.99	
T16	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ12+6ϕ16	312.99%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+3ϕ16	258.44%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ12+3ϕ16	188.31%
	483.79	1997.99		483.79	1734.11		483.79	1394.83	
T17	2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	5ϕ12+2ϕ14	104.41%	2ϕ12+2ϕ8	7ϕ12	142.31%	2ϕ12+2ϕ8	10ϕ12	246.15%
	427.24	873.34		326.72	791.66		326.72	1130.94	
T18	2ϕ12+2ϕ8	10ϕ12	246.15%	2ϕ12+2ϕ8	7ϕ12	142.31%	2ϕ12+2ϕ8+2ϕ8	7ϕ12	85.29%
	326.72	1130.94		326.72	791.66		427.24	791.66	
T19	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	6ϕ12	40.26%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	6ϕ12	40.26%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	8ϕ12	87.01%
	483.79	678.56		483.79	678.56		483.79	904.75	
T20	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	8ϕ12	87.01%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	8ϕ12	87.01%	2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	10ϕ12+2ϕ14	197.40%
	483.79	904.75		483.79	904.75		483.79	1438.81	
T21	ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ10+2ϕ	7ϕ12	-22.22%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	7ϕ12	-8.03%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ12	31.39%
	1017.85	791.66		860.77	791.66		860.77	1130.94	
T22	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	10ϕ12	78.22%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ8	7ϕ12	24.75%	2ϕ14+2ϕ12+2ϕ10+2ϕ8	7ϕ12	0.00%
	634.58	1130.94		634.58	791.66		791.66	791.66	

PILASTRI

Numero pilastro	Armatura livello 1			Armatura livello 2			Armatura livello 3		
	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd	reale [mm - mm²]	necessaria [mm - mm²]	gdd
P001	4ϕ12	4ϕ20+8ϕ16	533.33%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	2865.05		452.38	1256.60		452.38	1256.60	
P002	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	1256.60		452.38	1256.60		452.38	2060.82	
P003	8ϕ12	16ϕ20	455.56%	8ϕ12	8ϕ14	36.11%	8ϕ12	8ϕ14	36.11%
	904.75	5026.40		904.75	1231.47		904.75	1231.47	
P004	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2060.82		452.38	1256.60		452.38	2060.82	
P005	4ϕ12	12ϕ20	733.33%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	12ϕ20	733.33%
	452.38	3769.80		452.38	2060.82		452.38	3769.80	
P006	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	2060.82		452.38	1256.60		452.38	1256.60	
P007	4ϕ12	8ϕ20	455.56%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	2513.20		452.38	1256.60		452.38	1256.60	
P008	4ϕ12	4ϕ20+8ϕ16	533.33%	4ϕ12	8ϕ20	455.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2865.05		452.38	2513.20		452.38	2060.82	
P009	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	2060.82		452.38	2060.82		452.38	1256.60	
P010	8ϕ12	4ϕ20	38.89%	8ϕ12	4ϕ20	38.89%	8ϕ12	4ϕ16	-11.11%
	904.75	1256.60		904.75	1256.60		904.75	804.22	
P011	8ϕ12	4ϕ20	38.89%	8ϕ12	4ϕ20	38.89%	8ϕ12	4ϕ16	-11.11%
	904.75	1256.60		904.75	1256.60		904.75	804.22	
P012	8ϕ12	4ϕ20	38.89%	8ϕ12	4ϕ20	38.89%	8ϕ12	4ϕ14	-31.94%
	904.75	1256.60		904.75	1256.60		904.75	615.73	
P013	4ϕ12	8ϕ20	455.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2513.20		452.38	2060.82		452.38	2060.82	
P014	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	8ϕ16	255.56%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	2060.82		452.38	1608.45		452.38	1256.60	
P015	4ϕ12	4ϕ20+8ϕ16	533.33%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	2865.05		452.38	1256.60		452.38	1256.60	
P016	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	8ϕ16	255.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2060.82		452.38	1608.45		452.38	2060.82	
P017	4ϕ12	4ϕ20+8ϕ16	533.33%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2865.05		452.38	2060.82		452.38	2060.82	
P018	4ϕ12	4ϕ20+8ϕ16	533.33%	4ϕ12	8ϕ20	455.56%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2865.05		452.38	2513.20		452.38	2060.82	
P019	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	8ϕ20	455.56%
	452.38	1256.60		452.38	2060.82		452.38	2513.20	
P020	4ϕ12	4ϕ20+8ϕ16	533.33%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%
	452.38	2865.05		452.38	1256.60		452.38	2060.82	
P021	4ϕ12	4ϕ20	177.78%	4ϕ12	4ϕ20+4ϕ16	355.56%	4ϕ12	4ϕ20	177.78%
	452.38	1256.60		452.38	2060.82		452.38	1256.60	