



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

MANUALE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI 1° LIVELLO
PER LA **C**ARATTERIZZAZIONE **T**IPOLOGICO-**S**TRUTTURALE
DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

CARTIS 2014

a cura di:



Progetto Reluis 2014-2016

Linea "Sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico-strutturali degli edifici"

Unità di ricerca Università degli Studi di Napoli Federico II

prof. Giulio Zuccaro (coordinatore), ing. Daniela De Gregorio



Dipartimento della Protezione Civile

prof. Mauro Dolce, arch. Elena Speranza, ing. Claudio Moroni

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

CARTIS 2014

INDICE

Introduzione	4
Criteri generali di compilazione della scheda	5
Criteri per la perimetrazione dei comparti	5
Istruzioni alla compilazione della Scheda Cartis	6
Istruzioni alla compilazione della Sezione 0: <i>Identificazione Comune e Comparti</i>	7
Istruzioni alla compilazione della Sezione 1: <i>Identificazione Tipologia</i>	8
Istruzioni alla compilazione della Sezione 2: <i>Caratteristiche generali</i>	9
Istruzioni alla compilazione della Sezione 3: <i>Caratterizzazione tipologica della struttura</i>	10
Tabella 1. Abaco delle murature irregolari	14
Tabella 2. Abaco delle murature irregolari	15
Tabella 3. Abaco delle murature sbazzate	16
Tabella 4. Abaco delle murature regolari	17
Tabella 5. Abaco delle strutture orizzontali deformabili	18
Tabella 6. Abaco delle strutture orizzontali semirigide e rigide	19
Tabella 7. Abaco delle coperture. Valutazione della spinta	27
Riferimenti bibliografici	28

Introduzione

La scheda di primo livello CARTIS è finalizzata al rilevamento delle tipologie edilizie ordinarie prevalenti nell'ambito di zone comunali o sub-comunali, nel seguito denominate Comparti, caratterizzate da omogeneità del tessuto edilizio per età di primo impianto e/o tecniche costruttive e strutturali.

La scheda CARTIS si riferisce ai soli edifici ordinari, quali quelli, prevalentemente per abitazioni e/o servizi, oggetto della scheda AeDES e del relativo manuale. Si tratta, per lo più, di edifici multipiano, caratterizzati da struttura in muratura o in c.a. intelaiato o a setti, altezze interpiano e interasse tra elementi strutturali verticali contenuti. Sono, perciò, escluse dalla caratterizzazione tipologie riconducibili a beni monumentali (edifici religiosi, palazzi storici, etc.), a strutture speciali, (capannoni industriali, centri commerciali, etc.) o strategiche (ospedali, scuole, caserme, prefetture, sedi di protezione civile, etc.), le cui caratteristiche non rientrano in quelle degli edifici ordinari.

La scheda è stata sviluppata nell'ambito del Progetto triennale ReLUIS 2014-2016, nella Linea "Sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico/strutturali degli edifici", in stretta collaborazione con il DPC.

Essa mette a frutto le conoscenze ed esperienze maturate in un precedente lavoro di caratterizzazione tipologica sul territorio nazionale svolto dall'Unità di Ricerca di Napoli (oggi Centro Studi PLINIVS/LUPT), nell'ambito di una convenzione con il Servizio Sismico Nazionale, oggi Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) dal titolo "Modello di Caratterizzazione Tipologico Strutturale a Scala Nazionale", nonché analoghe esperienze, condotte anche dallo stesso DPC.

Come evidenziato nella relazione finale della suddetta convenzione, lo studio di caratterizzazione tipologico strutturale nasce con l'intento di indagare sul panorama costruttivo nazionale, individuando sotto il profilo qualitativo caratteristiche costruttive locali. Sull'intero territorio nazionale, infatti, le tecniche costruttive si sono differenziate nel corso dei secoli, in ragione di culture e condizionamenti locali, che in taluni casi hanno notevolmente inciso sulle caratteristiche e sulla qualità della costruzione, determinando sostanziali differenze anche in termini di risposta sismica. Ne deriva che le ricadute operative derivanti da un'analisi di dettaglio di questo tipo sono sembrate molteplici e tutte particolarmente significative.

Tra queste, una seconda ed ugualmente importante ricaduta derivante da analisi di caratterizzazione tipologico strutturale va individuata nella possibilità di fornire indicazioni per una regionalizzazione delle funzioni di vulnerabilità attualmente impiegate indifferentemente su tutto il territorio nazionale.

L'individuazione ed il riconoscimento di tipologie strutturali prevalenti negli insediamenti italiani, rappresenta, senza dubbio, il primo passo da compiere nell'ambito di valutazioni di vulnerabilità del costruito più attente e consapevoli. Allo stato attuale, infatti, i ricercatori del settore sono da un lato impegnati nella definizione di metodologie di lavoro che, sulla base di dati "poveri", consentano di ricostruire l'inventario del patrimonio edilizio nazionale (distinto in classi tipologiche di vulnerabilità secondo quanto definito dalla scale macrosismiche); dall'altro sulla possibile regionalizzazione delle Matrici di Probabilità di Danno (DPM), attualmente calibrate sulla base di dati riferiti a circoscritti ambiti territoriali, molto caratterizzati sotto il profilo tipologico strutturale. L'individuazione di aree omogenee per caratteristiche tipologico strutturali (con particolare attenzione alle costruzioni in muratura, che, com'è noto, sono presenti nei nostri centri storici con un'enorme varietà di configurazioni), accompagnata da analisi di dettaglio, che contemplino approfondimenti significativi in grado di sostanziare una regionalizzazione tipologico strutturale, è indirizzata a contestualizzare le attuali DPM ed a fornire gli strumenti necessari per una loro più razionale utilizzazione in campo nazionale.

E' indubbio, come già si evince dai passaggi sopra riportati, che l'analisi di caratterizzazione tipologico strutturale si presta a molteplici applicazioni e fornisce diverse ricadute operative. Tra queste è primario obiettivo della presente metodologia, **fornire gli elementi utili a migliorare l'inventario delle distribuzioni tipologico strutturali sul territorio nazionale che, come è noto, rappresenta un punto cardine per le analisi di vulnerabilità e quindi di rischio a larga scala svolte con qualsiasi specifico approccio (statistico-empirico, meccanico-numeric, combinato o altro).**

Criteri generali di compilazione della scheda

Per ciascun Comune investigato, la scheda dovrà essere compilata da un esperto dell'Unità di Ricerca ReLUIS di riferimento, con il necessario ausilio di un'intervista ad un tecnico locale, afferente ad un Ente Pubblico (Regione, Provincia, Comune, Comunità montana, Genio Civile) o che svolga professione privata, e che abbia approfondita ed affidabile conoscenza dell'area oggetto di studio.

Preliminarmente, il compilatore dovrà contattare il referente del Comune investigato, che potrà indirizzare l'indagine suggerendo gli interlocutori più idonei allo scopo, all'interno e/o all'esterno dell'Amministrazione stessa.

La compilazione della scheda deve seguire un percorso nel quale le informazioni siano acquisite dal compilatore, ricercatore dell'UR, con spirito critico, avvalendosi delle notizie ricavate attraverso le "interviste" a uno o più tecnici "locali" aventi un'approfondita conoscenza del territorio in esame, sia esso l'intero ambito comunale o i singoli "comparti". In ogni caso sarà opportuno che, preliminarmente, durante e/o al termine dell'intervista, il compilatore esegua uno o più sopralluoghi per avere una prima idea dell'ambito territoriale in esame e per riscontrare sul campo la correttezza delle informazioni acquisite, cominciando dalla stessa rispondenza dei "confini" assegnati ai comparti e delle caratteristiche ipotizzate per gli stessi. Sarà opportuno che almeno uno dei sopralluoghi sia condotto congiuntamente all'intervistato, così che le eventuali incongruenze possano essere immediatamente risolte.

Infine si sottolinea come sia importante che il compilatore della scheda, preliminarmente alle interviste, proceda ad un autonomo "studio" del territorio, così da migliorare lo spirito critico nella raccolta delle informazioni stesse e, soprattutto, comprendere meglio le informazioni che gli verranno fornite. La stessa compartimentazione del territorio comunale in esame è opportuno che sia affrontata tenendo conto di informazioni derivanti da indagini storiche, di tipo bibliografico e documentario, che consentano di definire le varie fasi costruttive dell'edificato, e da queste implicitamente trarre delle indicazioni per la compartimentazione definitiva.

Alle fonti bibliografiche e documentarie, si può aggiungere quella cartografica e catastale. Utile la consultazione di foto aeree e foto satellitari, anche utilizzando i più moderni strumenti messi a disposizione attraverso il WEB.

Infine si sottolinea come nella scheda vadano riportate esclusivamente le informazioni effettivamente reperite attraverso le interviste o comunque da fonti affidabili e complete, e non quelle dedotte al solo fine di compilare la scheda in tutte le sue parti. La scheda, infatti, deve riportare esclusivamente le informazioni di cui si ha buona "certezza", ovviamente nei limiti dell'affidabilità dell'interlocutore che le ha fornite e dei riscontri che il compilatore è riuscito a effettuare. Pertanto la scheda non deve essere compilata necessariamente in tutte le sue parti. I campi lasciati vuoti indicheranno l'assenza di informazione affidabile sul relativo parametro.

È importante precisare che qualunque dubbio relativo alle modalità di compilazione della scheda deve essere fugato nell'ottica del suo obiettivo principale, ossia la valutazione della risposta sismica della tipologia in esame.

Criteri per la perimetrazione dei comparti

Oggetto dell'indagine Cartis è l'intero territorio comunale incluse eventuali frazioni o località, purché significative dal punto di vista della popolazione degli edifici e della caratterizzazione tipologica. La fase preliminare del lavoro prevede il riconoscimento dei Comparti omogenei, che andranno opportunamente perimetrati su mappa (da allegare alla scheda), tracciandone i confini, e progressivamente numerati. I Comparti sono aree omogenee che si caratterizzano per la presenza, al loro interno, di edifici omogenei dal punto di vista tipologico strutturale e per età di costruzione.

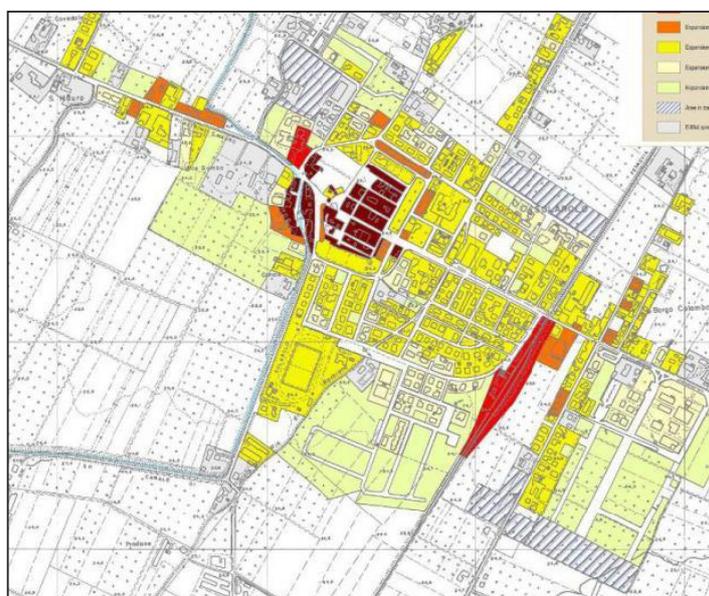
Sebbene la scheda Cartis offra la possibilità di caratterizzare ciascun comparto con un numero massimo di 8 tipologie (4 di muratura e 4 di c.a.), è nello spirito dell'intera metodologia limitarsi a descrivere quelle effettivamente rappresentative dello stesso.

Il materiale propedeutico alla perimetrazione dei comparti è costituito, possibilmente, da:

- cartografia comunale di base CTR (consigliata per piccoli medi centri 1:5.000 o superiore nel caso di centri urbani più grandi);
- ortofoto;
- eventuali carte catastali di epoca diversa;
- eventuali foto aeree anche di epoche differenti;
- PRG ed eventuali PP;
- eventuali altri strumenti urbanistici già in possesso dell'amministrazione (piani di recupero, piani strutturali).

La sovrapposizione della cartografia di base con l'elaborato relativo allo sviluppo cronologico o in mancanza di essa la comparazione tra carte catastali di epoca diversa, consentono di inquadrare le fasi di accrescimento della città e di poterle datare (Figura 1).

Figura 1. Tavola dell'evoluzione cronologica della città di Solarolo (RA).



Da tali elaborati è possibile identificare i nuclei o ambiti storici (ovvero realizzati antecedentemente al 1919), quelli realizzati antecedentemente al 1974 e alla data di classificazione sismica del comune, e le zone costruite successivamente a tali date "spartiacque" per gli edifici più recenti. Questo primo screening servirà, ad esempio, a circoscrivere con sufficiente confidenza le zone caratterizzate da edifici in muratura (poiché storici), da quelli in c.a. e, tra questi ultimi, anche a perimetrare gli ambiti realizzati con criteri antisismici.

Laddove elaborati di questo tipo non siano disponibili, un'attenta disamina dell'ortofoto consentirà la perimetrazione quantomeno dei nuclei storici.

Istruzioni alla compilazione della Scheda CARTIS

La scheda è divisa nelle 4 sezioni seguenti:

- 1. Sezione 0** per l'identificazione del Comune in esame e dei Comparti in esso individuati;
- 2. Sezione 1** per l'identificazione di ciascuna delle tipologie prevalenti caratterizzanti il generico Comparto dell'assegnato Comune;
- 3. Sezione 2** per l'identificazione delle caratteristiche generali delle tipologia in esame;
- 4. Sezione 3** per la caratterizzazione degli elementi strutturali della tipologia in esame.

Le informazioni richieste devono essere specificate annerendo le caselle corrispondenti oppure inserendo dati alfanumerici. La presenza di caselle quadrate (■) indica la possibilità di multiscelta, mentre le caselle tonde (●) indicano la possibilità di una singola scelta.

Dove sono presenti le caselle □ si richiede l'inserimento di testo o numeri in stampatello appoggiando il testo a sinistra ed i numeri a destra. Le percentuali, laddove richieste, vanno arrotondate all'unità, mentre le misure richieste saranno opportunamente arrotondate in relazione al livello di conoscenza e alla significatività statistica del valore nell'ambito della tipologia in esame. È importante sottolineare che l'individuazione delle tipologie prevalenti in ciascun comparto deve essere condotta con particolare riferimento ai seguenti campi, presenti nelle Sezioni 2 e 3, ritenuti fondamentali nella caratterizzazione di un differente comportamento sismico:

- Numero piani totali (Sezione 2, campo a);
- Età della costruzione (Sezione 2, campo f);
- Caratteristiche della muratura (Sezione 3.1A, campo a);
- Caratteristiche dei solai (Sezione 3.1A, campo h);
- Caratteristiche delle volte (Sezione 3.1A, campo i);
- Caratteristiche delle strutture miste (Sezione 3.1A, campo j);
- Qualifica della struttura in cemento armato (Sezione 3.1B, campo a);
- Presenza di giunti di separazione (Sezione 3.1B, campo b);
- Presenza di telai in una sola direzione (Sezione 3.1B, campo d);
- Presenza di tamponature al piano terra (Sezione 3.1B, campo f);
- Caratteristiche della copertura (Sezione 3.2, campo a);
- Interventi strutturali eseguiti sulla tipologia (Sezione 3.2, campo d).

Nella scheda, i dodici campi sopra elencati sono contrassegnati con un riquadro dal tratto più spesso.

Istruzioni alla compilazione della Sezione 0: *Identificazione Comune e Comparti*

La Sezione 0 ha l'obiettivo di identificare il Comune in esame ed i Comparti in esso individuati dall'UR con l'ausilio del tecnico intervistato. Essa deve essere compilata per ciascun Comune esaminato ed è suddivisa in due parti, A e B. **La Parte A** raccoglie le informazioni seguenti:

- a. Dati di localizzazione:** Regione, Provincia, Comune e Municipalità/ Frazione/Località.
- b. Dati generali del Comune:** numero totale di residenti; anno di prima classificazione sismica; anno di adozione dell'ultimo Piano Regolatore Generale o del Programma di Fabbricazione; presenza di Piano Particolareggiato per il Centro Storico; numero totale di abitazioni e di edifici¹ ottenuti da Censimento ISTAT e da rilievo sul campo².
- c. Numero di comparti** (zone sub comunali).

Il numero di comparti è funzione dell'estensione del costruito e della omogeneità del tessuto edilizio per età di primo impianto e/o tecniche costruttive.

Nella individuazione dei comparti può essere d'ausilio uno studio dell'evoluzione cronologica del Comune in ragione degli eventi storici che lo hanno caratterizzato, secondo i criteri precedentemente esposti. In generale, anche per piccoli comuni è consigliabile si assumano almeno 2 comparti, distinguendo tra "Centro Storico" e "Zona di espansione", iniziando la numerazione sempre dal Centro Storico (numero 1) e procedendo la numerazione progressivamente. Qualora il centro storico sia caratterizzato da più comparti, la loro numerazione sarà progressiva, a partire sempre da 1.

[1] Si intende per edificio un'unità strutturale "cielo terra", individuabile per caratteristiche tipologiche e quindi distinguibile dagli edifici adiacenti per tali caratteristiche e anche per differenza di altezza e/o età di costruzione e/o piani sfalsati, etc. (AeDES).

[2] I numeri di abitazioni ed edifici "rilevati" possono essere ottenuti da indagini in loco precedentemente operate dal Comune (ad esempio, per ragioni tributarie), dalla UR medesima oppure da conteggio attraverso cartografie di dettaglio in grado di operare con un accettabile margine di errore un conteggio delle Unità strutturali presenti a partire dalla distinzione delle coperture. Ulteriori strumenti d'ausilio a tali operazioni sono le immagini satellitari, il riconoscimento automatico con software dedicati, foto georeferenziate (tipo Google Street View), etc.

- d. Dati identificativi dell'Unità di Ricerca (UR) Reluis:** codice identificativo assegnato dal Coordinamento della Linea II Reluis "Rischio territoriale"; referente dell'UR (individuato dal Responsabile della Linea Reluis); ente di appartenenza (Università o Istituto di Ricerca), qualifica, titolo di studio, indirizzo, mail e recapiti telefonici del referente dell'UR; nominativo, mail e firma del compilatore della scheda.
- e. Dati identificativi dei tecnici intervistati:** nome e recapito telefonico del Referente del Comune; nominativi dei tecnici intervistati; enti di appartenenza (Regione, Provincia, Comune, Comunità montana, Genio Civile, Studio privato, Libero professionista, ecc.) e, ove applicabile, qualifica (direttore/capo, funzionario, ingegnere/ architetto/ geometra); indirizzo stradale, mail e recapiti telefonici dei due possibili intervistati (uno dei quali può coincidere o meno con il Referente del Comune).
- f. Planimetria del Comune con perimetrazione dei COMPARTI e numerazione degli stessi.**
Dal momento che lo spazio dedicato alla mappa è molto ridotto, è consigliabile lavorare su cartografia in scala, secondo quanto specificato al paragrafo precedente, e riportare nello spazio dedicato una riduzione della mappa in pulito. Ciascun comparto dovrà essere indicato con una sigla costituita dalla lettera "C" seguita da un numero progressivo (ad esempio, C1, C2, etc.), congruente con la numerazione di cui al punto C.

La Parte B raccoglie, per ciascun comparto individuato nella planimetria di Sezione 0/ Parte A, le informazioni seguenti:

- a. Codice comparto** (C01, C02, C03, ..., prefissato).
- b. Denominazione comparto** (ad esempio: Centro Storico 1, Centro Storico 2, Zona di espansione 1, Zona di espansione 2, Zona turistica, ...).
- c. Epoca di primo impianto del comparto**, indicando, in ragione delle informazioni disponibili, il secolo (ad esempio, per centro storico o primo insediamento) o la decade (ad esempio, per le aree di espansione). Il secolo deve comunque essere espresso come anno, attraverso 4 cifre (secolo XIV = 1300; anni '70 = 1970).
- d. Numero di residenti del comparto.**
- e. Numero di edifici del comparto e relativa superficie coperta.** Per il numero di edifici vale quanto espresso alla nota 2 del presente testo. La superficie coperta deve intendersi come impronta a terra degli edifici e può desumersi da elaborati cartografici o vettorializzati qualora disponibili.
- f. Numero di abitazioni del comparto.** L'elaborazione di questo dato potrà eventualmente essere richiesto all'Ufficio Anagrafe del Comune.
- g. Tipologie prevalenti presenti nel comparto.** La scheda prevede, per ciascun comparto, l'individuazione e la distribuzione percentuale delle tipologie più rappresentative dello stesso, con possibilità di individuare fino a 4 tipologie di muratura (denominate MUR 1, MUR 2, MUR 3 e MUR 4) e 4 tipologie in cemento armato (denominate CAR 1, CAR 2, CAR 3 e CAR 4). Ad ogni tipologia individuata va associata una percentuale di presenza rispetto al comparto, da stimarsi in riferimento al numero di edifici totali del comparto.
La somma delle distribuzioni percentuali delle tipologie individuate può essere inferiore a 100% qualora nel comparto fossero presenti tipologie non rappresentative dello stesso in percentuale non superiore al 5%. Sebbene sia data la possibilità di individuare sino ad 8 tipologie complessivamente per comparto, è opportuno limitare il numero di tipologie a quelle effettivamente rappresentative dello stesso, allo scopo di non vanificare la caratterizzazione del comparto territoriale.
- h. Affidabilità informazione.** Al tecnico intervistato è richiesto di esprimere il grado medio di affidabilità delle informazioni fornite (bassa, media, alta) ai punti a-g.

Istruzioni alla compilazione della Sezione 1: *Identificazione Tipologia*

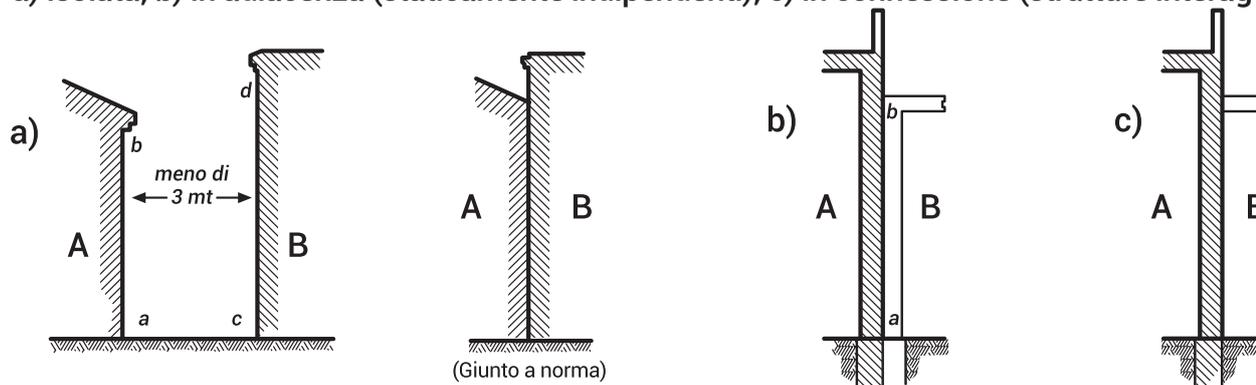
La **Sezione 1** ha l'obiettivo di identificare ciascuna delle tipologie prevalenti caratterizzanti il generico Comparto dell'assegnato Comune. Così come le sezioni successive, essa deve essere compilata per ciascuna tipologia del generico Comparto dell'assegnato Comune.

La Sezione 1 raccoglie le informazioni seguenti:

- a. **Codice Tipologia.** E' richiesto di barrare il codice della tipologia individuato nella Sezione 0 (MUR 1, MUR 2, MUR 3, MUR 4, CAR 1, CAR 2, CAR 3 o CAR 4) con riferimento al generico comparto per l'assegnato Comune.
- b. **Codice identificativo delle tipologia nel Comparto**, che identifica in maniera univoca la tipologia in esame. Esso è costituito da una stringa alfanumerica di 15 cifre ottenuta dalla successione di 5 codici: codice ISTAT Regione, Codice ISTAT Provincia, Codice ISTAT Comune, Codice Comparto, Codice Tipologia.
- c. **Posizione Tipologia nel contesto urbano.** Allo scopo di investigare la natura delle possibili interazioni tra edifici sotto sisma (come, ad esempio, il martellamento tra strutture contigue staticamente indipendenti), è richiesta una descrizione percentuale (la somma delle tre percentuali deve sommare a 100) della posizione degli edifici della tipologia in esame nel contesto urbano: isolata; in adiacenza/ strutture staticamente indipendenti (ma eventualmente dinamicamente interagenti); in connessione/ strutture interagenti, sia staticamente che dinamicamente (Figura 2). Qualora, il tecnico intervistato non avesse informazioni sufficienti a distinguere percentualmente le strutture "in adiacenza" da quelle "in connessione", è possibile indicare esclusivamente la percentuale degli edifici "in aggregato".
- d. **Fotografia Tipologia.** E' richiesta una fotografia di un edificio rappresentativo della tipologia in esame.
- e. **Pianta e Sezione.** Sono richieste una pianta ed una sezione tipo della tipologia in esame, non necessariamente relative all'edificio rappresentato in foto al punto "d".

Figura 2. Posizione tipologia nel contesto urbano:

a) isolata; b) in adiacenza (staticamente indipendenti); c) in connessione (strutture interagenti).



Istruzioni alla compilazione della Sezione 2: *Caratteristiche generali*

La **Sezione 2** ha l'obiettivo di descrivere le caratteristiche generali delle tipologia in esame. Essa deve essere compilata per ciascuna tipologia del generico Comparto del Comune in esame. In questa sezione, come nelle successive, sono evidenziati (attraverso un riquadro con bordo più spesso) i fattori fondamentali alla definizione della tipologia.

La Sezione 2 raccoglie le informazioni seguenti:

- a. **Piani totali compresi interrati.** E' richiesto di indicare al più due valori che individuino il range di variabilità del numero di piani totali (incluso gli interrati) di almeno l'80% degli edifici della tipologia in esame (approssimativamente l'intervallo 10%-90%). Qualora il rapporto (massimo/minimo) tra i valori indicati fosse superiore a 3, sarebbe consigliabile l'introduzione

di due tipologie, caratterizzate essenzialmente dal diverso numero di piani (ad es. se il minimo fosse 2 e il massimo fosse 7, si potrebbero individuare due tipologie con intervalli del n. piani 2-4 e 5-7). Si precisa che per "numero totale di piani" ci si riferisce a quelli che si contano a partire dallo spiccato di fondazione, incluso l'eventuale piano di sottotetto solo se praticabile, mentre per "piani interrati" si intende quelli in cui l'altezza fuori terra (ovvero l'altezza media fuori terra nel caso di edifici posti su pendio) è inferiore ad 1/2 dell'altezza totale del piano (Manuale AeDES).

- b. Altezza media di piano.** E' richiesto di indicare l'intervallo di variabilità dell'altezza media di piano della maggior parte degli edifici della tipologia in esame.
- c. Altezza media piano terra.** E' richiesto di indicare l'intervallo di variabilità dell'altezza media del piano terra della maggior parte degli edifici della tipologia in esame.
- d. Piani interrati.** E' richiesto di indicare il numero di piani interrati della maggior parte degli edifici della tipologia in esame.
- e. Superficie media di piano.** E' richiesto di indicare al più due valori che individuino il range di variabilità della superficie media (sul singolo edificio) di piano rappresentativa di almeno l'80% degli edifici della tipologia in esame. Qualora il rapporto (massimo/minimo) tra i valori indicati fosse superiore a 3, sarebbe consigliabile l'introduzione di una diversa tipologia.
- f. Età della costruzione.** E' richiesto di indicare al più due valori che individuino il range di variabilità dell'età media di costruzione rappresentativa di almeno l'80% della tipologia in esame.
- g. Uso prevalente.** E' richiesto di indicare le destinazioni d'uso prevalenti rappresentative di almeno l'80% degli edifici della tipologia in esame.

Istruzioni alla compilazione della Sezione 3: *Caratterizzazione tipologica della struttura*

La **Sezione 3** ha l'obiettivo di caratterizzare gli elementi strutturali della tipologia in esame.

Essa deve essere compilata per ciascuna tipologia del generico Comparto dell'assegnato Comune. La Sezione 3 si divide in tre parti: 3.1A, 3.1B e 3.2. Le Sezioni 3.1A e 3.1B sono alternative l'una all'altra, mentre la Sezione 3.2 deve essere sempre compilata.

La **Sezione 3.1A** è relativa alle tipologie di muratura e strutture miste. Differentemente dalla scheda AeDES, la scheda CARTIS prevede l'associazione di un solo tipo di muratura, la cui classificazione avviene attraverso le informazioni seguenti:

- a. Caratteristiche muratura.** E' richiesto di indicare la tipologia di struttura verticale della tipologia in esame, prevalente rispetto alla risposta sismica attesa.

La scheda CARTIS prevede una classificazione della muratura di tipo sintetico riconducendo i tipi di apparecchi murari in tre macro classi, "regolari", "sbozzate" ed "irregolari", in relazione alla loro tessitura. Si precisa che seppur il criterio di classificazione sia ripreso dal manuale della scheda AeDES, in quest'ultimo la suddetta classificazione è a supporto del giudizio finale sulla qualità meccanica dell'apparecchio, unico parametro effettivamente richiesto al rilevatore AeDES.

Allo scopo di guidare il riconoscimento e la corretta caratterizzazione della tipologia costruttiva secondo il suddetto criterio (regolare/ sbozzata/ irregolare) viene proposta nelle Tabelle 1 - 4 una classificazione più dettagliata della muratura, che tiene conto della varietà di situazioni che caratterizzano il panorama costruttivo italiano (Manuale AeDES).

Su tali basi la muratura viene classificata a partire dai materiali costitutivi e dal relativo grado di lavorazione in tre grandi famiglie (Manuale AeDES):

- **Muratura irregolare (cod. A)**, costituita da elementi informi, che si possono presentare o come ciottoli di fiume, di piccole o medie dimensioni, levigati e con spigoli dalla forma decisamente arrotondata (provenienti dalle alluvioni o da letti di torrenti e fiumi) o come scapoli di cava, scaglie, etc., ovvero elementi di diversa pezzatura a spigoli vivi, generalmente in calcare o pietra lavica (Tabelle 1 e 2);

- **Muratura sbazzata (cod. B)**, costituita da elementi sommariamente lavorati, dal taglio non perfettamente squadrato, che si presentano in forma pseudo - regolare o con orditura lastriforme di pietra detta a soletti (Tabella 3);
- **Muratura regolare (cod. C)**, realizzata con elementi dal taglio regolare perfettamente squadrato, quale viene consentito dal tufo e da talune pietre, nonché naturalmente dal laterizio (Tabella 4). In tutti i casi, la tessitura può essere o non essere rinforzata e regolarizzata con ricorsi di mattoni o pietre regolari con passo abbastanza costante (dello stesso ordine di grandezza dello spessore).

La presenza di ricorsi è da assumersi qualora gli strati orizzontali (detti anche "corsi" o "filari") si trovino ad una distanza non superiore ad 1 / 1,5 m. In assenza di informazioni di dettaglio sui materiali e sulla lavorazione degli stessi, si suggerisce di indicare almeno la caratterizzazione macroscopica della muratura (irregolare, sbazzata o regolare).

- b. Presenza di muratura a sacco.** E' richiesto di indicare la presenza/ assenza di muratura a sacco nella maggior parte degli edifici della tipologia in esame.

Per "muratura a sacco" si intende una muratura costituita da due paramenti realizzati in mattoni o elementi lapidei di diversa lavorazione e fattura distanziati fra loro, che hanno funzione di cassero di contenimento e finitura superficiale, ed un riempimento incoerente tra di essi, spesso costituito da una miscela di pietrisco ed avanzi di lavorazione dei paramenti, sciolti o legati da malta di cemento o di calce. In caso di muratura con due paramenti accostati, priva di riempimento a sacco, va indicata l'opzione "NO".

- c. Presenza di catene o cordoli.** E' richiesto di indicare la percentuale di edifici con presenza/ assenza di catene o cordoli tra quelli della tipologia in esame. La valutazione della presenza di catene va fatta globalmente.

- d. Collegamento trasversale.** E' richiesto di indicare se il collegamento trasversale (mediante diatoni, semidiatoni o altro) nello spessore delle murature a doppio paramento sia presente o meno negli edifici della tipologia in esame. A titolo esemplificativo, nelle Figure 3 e 4, sono riportati degli esempi tipici.

- e. Collegamento trasversale.** E' richiesto di indicare la presenza di speroni e/o contrafforti negli edifici della tipologia in esame.

Figura 3.

Sezione a paramenti ben collegati o ad unico paramento - sezione piena - (Manuale AeDES).

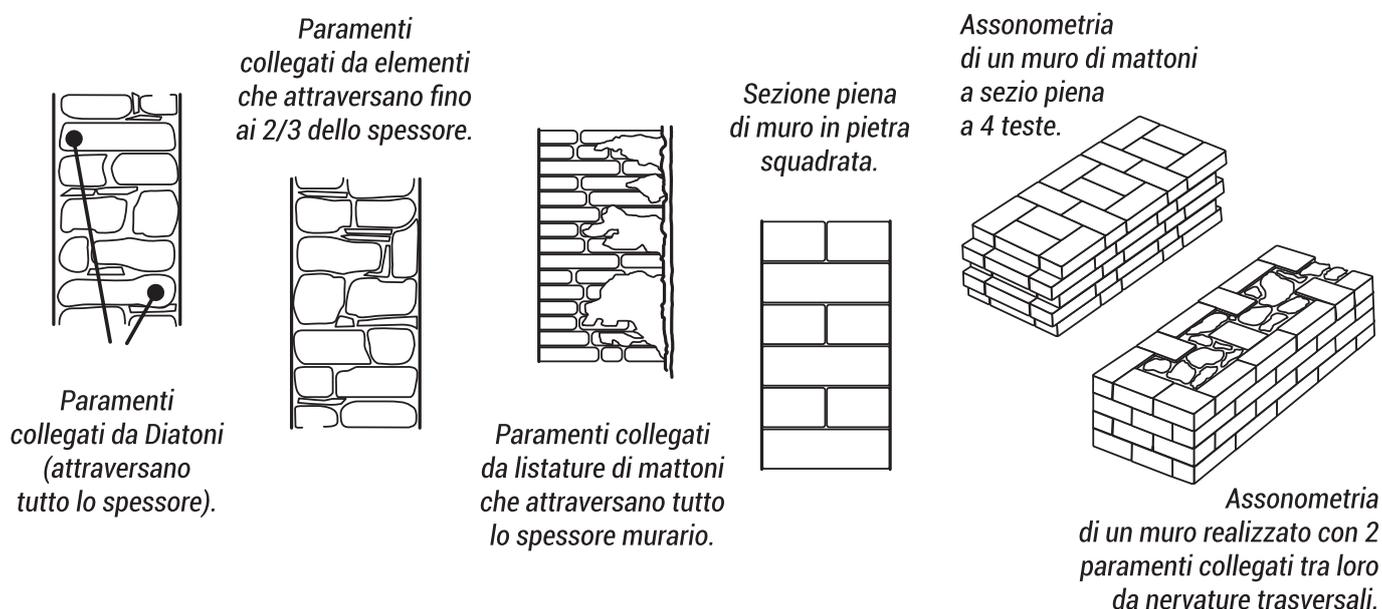
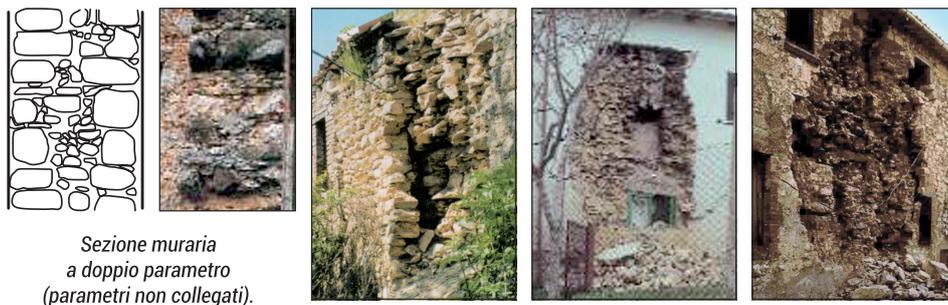


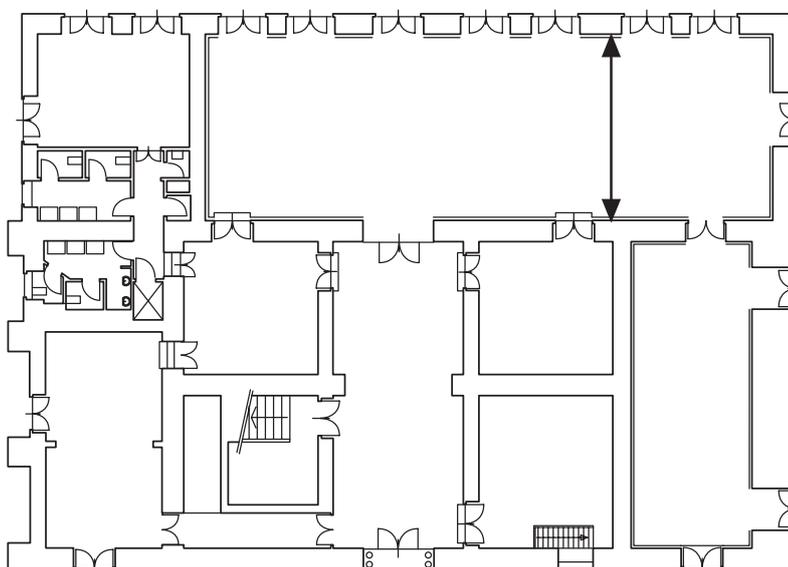
Figura 4.
Sezione a paramenti
con elementi scollegati
o male ammorinati,
come evidenziato
da crolli rovinosi
provocati da sisma
(Manuale AeDES).



Sezione muraria
 a doppio parametro
 (parametri non collegati).

- f. **Spessore medio prevalente pareti piano terra.** E' richiesto di indicare lo spessore medio prevalente (in centimetri) della muratura del piano terra, che caratterizza gli edifici della tipologia in esame.
- g. **Interasse medio prevalente pareti.** E' richiesto di indicare la lunghezza dell'interasse medio prevalente (in metri) tra le pareti di muratura poste di spina, che caratterizza gli edifici della tipologia in esame (Figura 5).

Figura 5.
Interasse tra pareti
in muratura.



- h. **Caratteristiche solai.** E' richiesto di indicare le tipologie prevalenti (al massimo due) di struttura orizzontale, coesistenti o no nello stesso edificio, che caratterizzano la maggior parte degli edifici della tipologia in esame. In analogia alla scheda AEDES, la scheda CARTIS distingue le strutture piane (solai) nelle seguenti tre tipologie, in relazione alla loro deformabilità nel piano (Manuale AeDES).
- **Travi con soletta deformabile.** La deformabilità orizzontale e/o la scarsa resistenza di questa tipologia fanno sì che, pur se ben collegate alla struttura verticale (condizione peraltro che si riscontra raramente), non siano in grado di costituire vincolo alle pareti sollecitate fuori del piano né di redistribuire le forze sismiche tra le pareti, sollecitandole prevalentemente nel piano; può quindi accadere che questi orizzontamenti sollecitino le pareti fuori del loro piano, agevolando il crollo. Per solai deformabili si intendono 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 risulta (gretonato); nonché solai in putrelle e voltine realizzate in mattoni, pietra o conglomerati. In entrambi i casi se è stata 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 (Tabella 5).

- **Travi con soletta semirigida.** La rigidezza e la resistenza di questa tipologia fanno sì che, se ben collegate alla struttura verticale (condizione per lo più verificata in presenza di cordoli e/o code di rondine e apposite cuciture), siano in grado di costituire vincolo sufficientemente rigido alle pareti sollecitate fuori del piano e ridistribuire le forze sismiche tra le pareti parallele alla direzione dell'azione, che racchiudono il campo di solaio. Questi solai non sono invece sufficientemente rigidi da determinare una redistribuzione delle forze sismiche tra tutte le pareti dell'edificio. Per solai semirigidi si intendono solai in legno con doppio tavolato incrociato eventualmente finito con una soletta di ripartizione in cemento armato; solai in putrelle e tavelloni ad intradosso piano; solai in laterizi prefabbricati tipo SAP senza soletta superiore armata (Tabella 6).
- **Travi con soletta rigida.** La rigidezza e la resistenza di questa tipologia fanno sì che, se ben collegate alla struttura verticale (condizione per lo più verificata in presenza di cordoli e/o code di rondine e apposite cuciture), siano in grado di costituire vincolo alle pareti sollecitate fuori del piano e ridistribuire le forze sismiche tra le pareti parallele alla direzione dell'azione. Si determina un corretto comportamento della scatola muraria, nella quale le pareti sollecitate fuori del piano sono ben vincolate ai solai, funzionando secondo uno schema favorevole a trave o piastra vincolata sui bordi, e le forze sismiche vengono riportate a terra attraverso le pareti ad esse parallele. Per solai rigidi si intendono solai in cemento armato a soletta piena; solai in latero-cemento con elementi laterizi e travetti in opera o prefabbricati, o comunque solai dotati di soletta superiore di c.a. adeguatamente armata, connessa a tutte le murature e connessa fra campo e campo (Tabella 6).
- i. **Caratteristiche volte.** E' richiesto di indicare le tipologie prevalenti (al massimo due) di struttura orizzontale "a volta", coesistenti o no nello stesso edificio, che caratterizzano la maggior parte degli edifici della tipologia in esame. In assenza di informazioni di dettaglio sugli schemi delle tipologie di volte, indicare almeno l'assenza o la presenza di volte ai piani terra e/o intermedi. Informazioni relative alla presenza di volte in copertura sono riportate nella Sezione 3.2. A scopo esemplificativo, in FIGURA 6, sono indicati gli schemi delle tipologie di volte indicate nella scheda.
- j. **Strutture miste c.a.** Qualora la tipologia in esame sia di tipo misto (ovvero veda la compresenza di muratura e c.a o altre tipologie costruttive), una volta completate le informazioni precedenti di cui alla sezione 3.1.a , è richiesto di specificare la tipologia di struttura mista, secondo la casistica offerta dalla scheda, indicando la percentuale di edifici della tipologia in esame in cui la struttura in muratura si presenti mista.
E' possibile indicare la tipologia di struttura mista prevalente tra le seguenti: c.a. (o altre strutture intelaiate) su muratura; muratura su c.a. (o altre strutture intelaiate); muratura con ampliamento in pianta in c.a.; Muratura perimetrale e pilastri interni in c.a.; muratura perimetrale e pilastri esterni (Figura 7) ; muratura confinata.
- k. **Tipologia malta.** E' richiesto di indicare le tipologie prevalenti (al massimo due) di malta, coesistenti o no nello stesso edificio, e le distribuzioni percentuali che caratterizzano la maggior parte degli edifici della tipologia in esame, specificandone le condizioni (buone, medie o cattive).
- l. **Presenza di portici, logge e cavedi.** E' richiesto di indicare la percentuale di edifici con presenza di portici, logge e /o cavedi tra quelli della tipologia in esame.
- m. **Presenza di ulteriori elementi di vulnerabilità.** E' richiesto di indicare, ove possibile, la percentuale di edifici, tra quelli della tipologia in esame, con presenza di ulteriori elementi di vulnerabilità (mancanza di ammorsamenti, presenza di cordoli, ecc.). Gli elementi di vulnerabilità sono raggruppati come segue: il primi 12 sono relativi alle strutture verticali, i seguenti 4 alle strutture orizzontali e alle loro connessioni con le strutture verticali, il diciassettesimo e il diciottesimo alle fondazioni, gli ultimi tre a irregolarità strutturali.

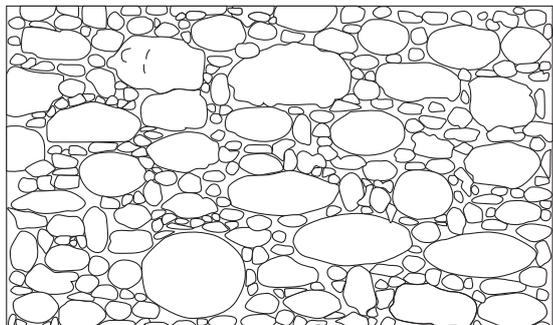
Tabella 1. Abaco delle murature irregolari (Manuale AeDES).

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.)

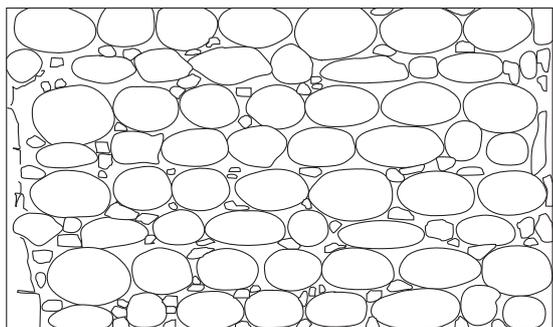
A1.1



- Senise (PZ) -
Ciottoli con tessitura
disordinata.



A1.2



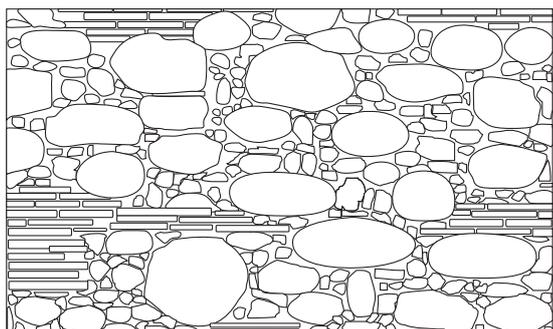
- Assisi -
Ciottoli di varia natura
con tessitura ordinata.



Foto tratta da "Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione
postsismica degli edifici" - Regione Umbria - Edizione DEI -
Tipografia del Genio Civile - 1999 -

Con Ricorsi (C.R.)

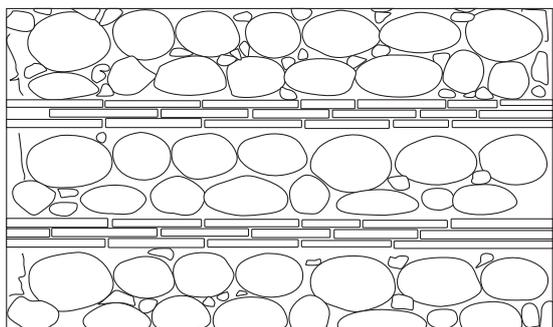
A1.3



- Sassuolo (MO) -
Ciottoli e mattoni.



A1.4



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



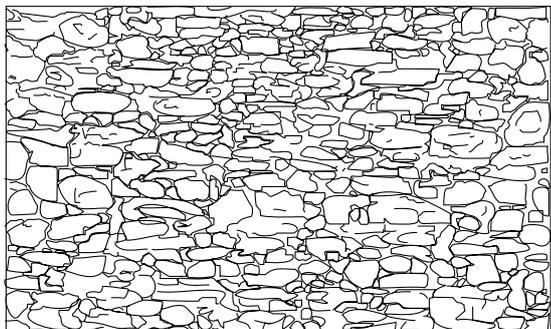
Tabella 2. Abaco delle murature irregolari (Manuale AeDES).

A1: Pietra grezza

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

Senza Ricorsi (S.R.)

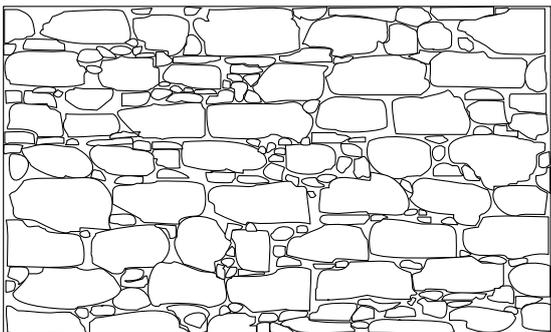
A2.1



- Benevento -
Pietrame a tessitura
piuttosto ordinata.



A2.2

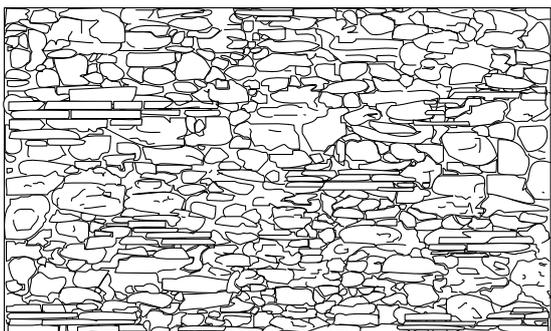


- S. Angelo Limosano -
Pietrame con tessitura
disordinata.



Con Ricorsi (C.R.)

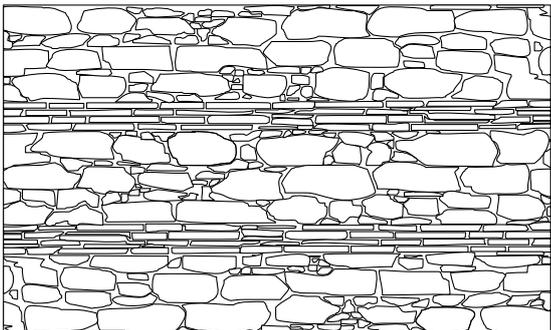
A2.3



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



A2.4



- Benevento -
Muratura disordinata
con ricorsi laterizi.

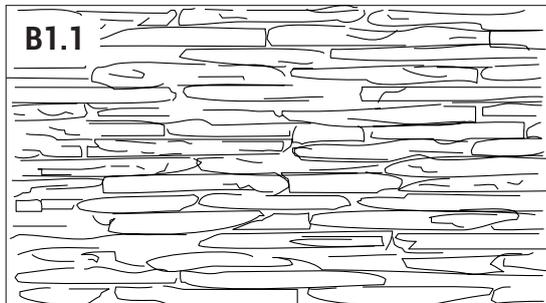


Tabella 3. Abaco delle murature sbazzate (Manuale AeDES).

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.

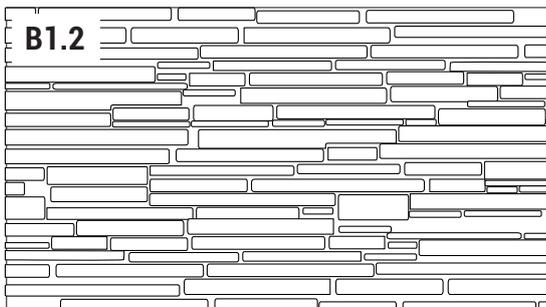
Senza Ricorsi (S.R.)



- Nocera Umbra (PG) -



Con Ricorsi (C.R.)



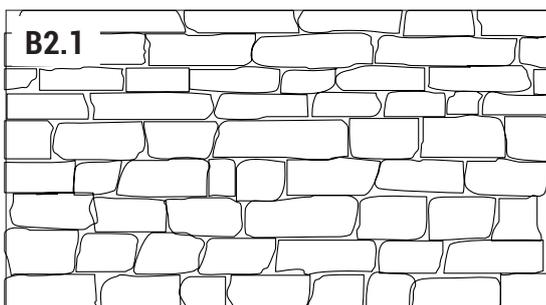
- Isola del Piano (PS) -



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.)

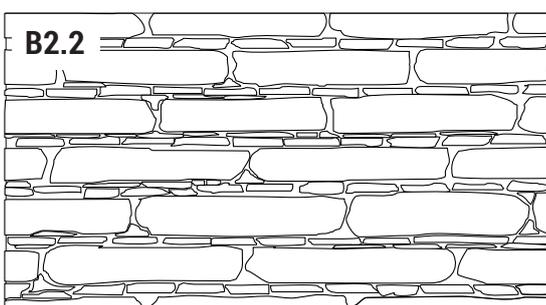
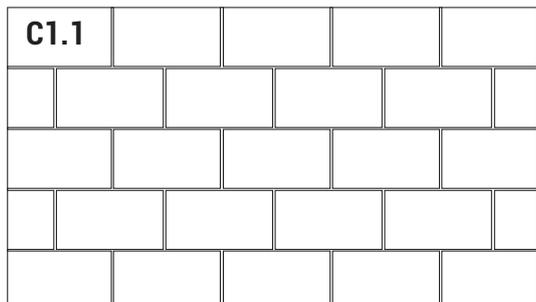


Tabella 4. Abaco delle murature regolari (Manuale AeDES).

C1: Pietra squadrata

Costituita da pietre squadrate di forme prestabilite. La regolarità degli elementi esclude la tessitura disordinata.

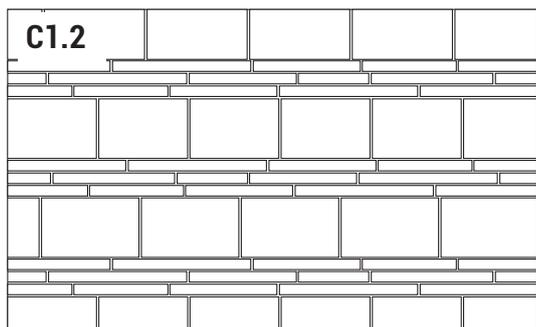
Senza Ricorsi (S.R.)



- Benevento -
Tufo vulcanico.



Con Ricorsi (C.R.)



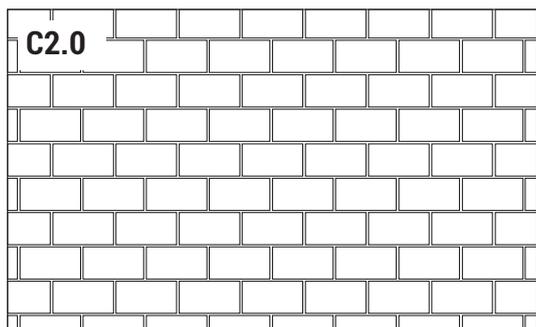
- Napoli -
Tufo vulcanico
e mattoni.



C2: Mattoni

Costituita da elementi laterizi che, per la loro regolarità, escludono la tessitura disordinata.

Senza Ricorsi (S.R.)



- Nocera Umbre (PG) -

