



## **Tecniche di valutazione ambientale**

*Laurea Magistrale in Ingegneria per l'ambiente ed il territorio*

*Digitalizzazione ed analisi della carta*

*IGM 1:25000*

*112\_II\_NE\_1947*

*Villamagna , Volterra (PI)*

**Studente:**

*Giampaolo Carducci*

**Matricola:**

*226785*

## Sommario

Tecniche di valutazione ambientale.....	0
1. INTRODUZIONE .....	2
2. SUPPORTO CARTOGRAFICO E MORFOLOGIA DEL TERRITORIO.....	3
3. OBIETTIVO DEL LAVORO .....	6
4. GEOREFERENZIAZIONE DELLA CARTA.....	6
5. DIGITALIZZAZIONE ISOIPSE E FASCE ALTIMETRICHE .....	6
I. Descrizione fasce altimetriche.....	9
II. Modello 3D della morfologia del territorio.....	10
6. FASCE CLIVOMETRICHE.....	12
7. ESPOSIZIONE DEI VERSANTI.....	15
8. MODELLO 3D.....	18
I. Indice copertura edilizia e indice di copertura arborea .....	18
II. Individuazione flussi superficiali.....	20
III. Vincoli idrogeologici .....	21
METADATA.....	23
1. OPERATORE.....	23
Generalità e recapiti .....	23
2. INFORMAZIONI SPECIFICHE .....	23
I. Utilizzo Software .....	23
II. Fonte Dati.....	23
III. Informazioni supporto cartografico.....	23
IV. Georeferenziazione.....	23
3. SVOLGIMENTO RICHIESTE MITTENTE .....	24
I. Isoipse e punti quotati.....	24
II. Analisi Spaziale.....	24
III. Risultati prodotti.....	24
4. ELENCO E DESCRIZIONE FILES .....	25

# 1. INTRODUZIONE

L'elaborato prodotto è il risultato di una elaborazione 3D a partire da una base cartografica formato immagine. Attraverso l'utilizzo del software ArcGIS v 10.1 è stato possibile esportare vettorialmente tutte le informazioni contenute in un file raster, derivante da un cartaceo.

Partendo da un file .jpeg della cartografia di una tavola 1:25000 prodotta dall'IGM nel 1947 che fa riferimento alla provincia toscana di Pisa (112\_II\_NE\_1957), sono state digitalizzate le curve altimetriche (isoipse) inerenti alla parte NE della carta in esame.

La rapidità e la facilità di utilizzo del software ha permesso di elaborare delle informazioni riguardo la morfologia del territorio in esame che potranno essere utilizzate sia per una pianificazione più attenta, sia per uno studio di scenario di impatto visivo. L'elaborato consta di tre prodotti finali relativi all'area di studio:

- Fasce altimetriche
- Carta delle pendenze
- Esposizione dei versanti

Inoltre è stato possibile effettuare degli studi riguardo le caratteristiche antropiche sul territorio relative all'anno di pubblicazione della carta altimetrica. Digitalizzando sulla carta anche la morfologia fluviale è stato messo in evidenza il percorso fluviale del torrente Capriggine, il quale si origina all'interno dell'area di studio, evidenziando il vincolo idrogeologico imposto dallo stesso.

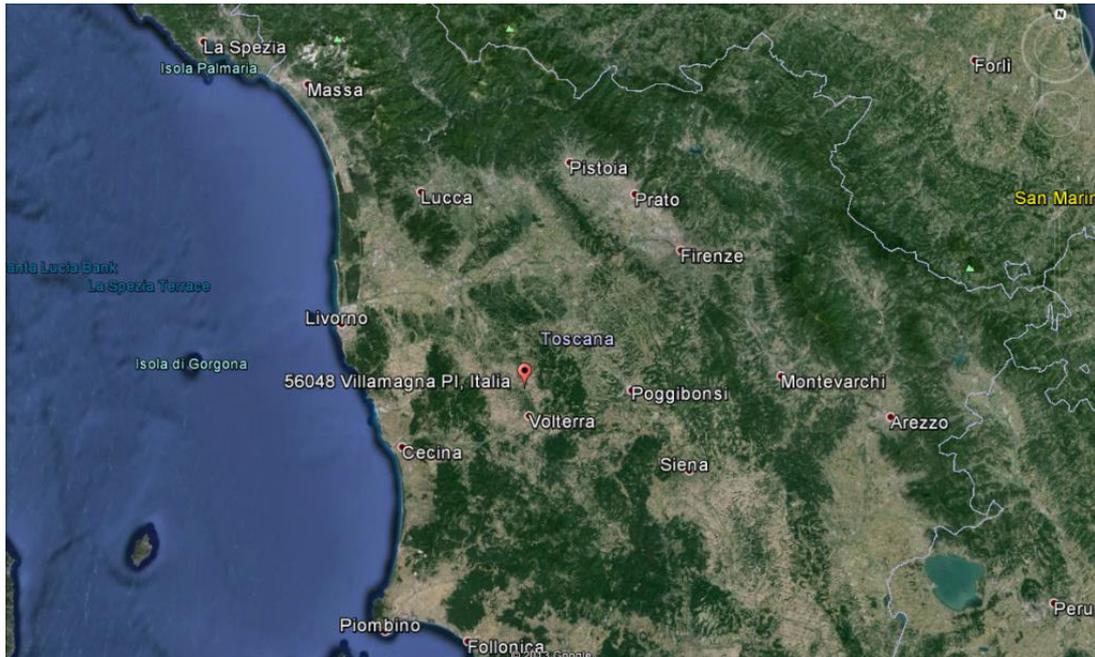


Figura 1 - Immagine satellitare dell'area di studio estratta da Google Earth

## 2. SUPPORTO CARTOGRAFICO E MORFOLOGIA DEL TERRITORIO

L'area di studio è inquadrata all'interno della regione toscana nella provincia di Pisa a circa 40 km dal Mar Tirreno che bagna le coste fiorentine. La superficie analizzata ha un'estensione di 32,25 km<sup>2</sup> di terreno collinare con quote minime inferiori a 150 m.s.l.m. fino ad arrivare ad un'altezza massima di 629 m.s.l.m. Da immagini aeree più dettagliate si può notare un uso del suolo principalmente destinato al settore primario con una scarsa presenza di urbanizzazione. Il principale fiume che attraversa l'area è identificato come Fiume Era, affluente dell'Arno.

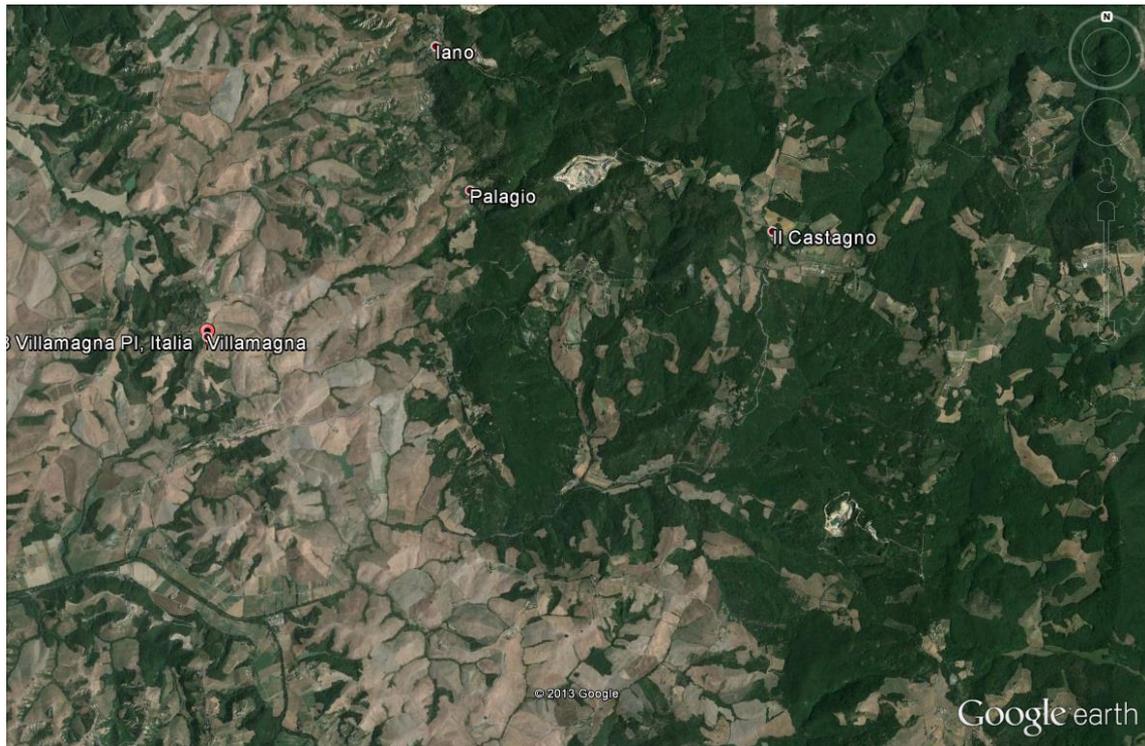


Figura 2 – Vista intera della carta 1:25000 soggetto di studio (fonte Google Earth)

L'elaborato cartografico fa riferimento alla carta dell'IGM foglio 112 , II quadrante, orientamento NE, ultimata nel 1947. Il centro abitato maggiormente esteso è Villamagna nella provincia toscana di Pisa (Fig. 3) ed ha un dettaglio di scala di 1:25000.

La carta risulta inquadrata secondo la proiezione cartografica Gauss\_Boaga nel datum ROMA 40 - riferito all'ellissoide di Heyford con punto di emanazione a Roma (Monte Mario) - . Sulla carta è presente anche il reticolato UTM (*Universal Transverse Mercator*) con datum ED50 - riferito all'ellissoide di Heyford con punto di emanazione a Postdam in Germania -. La presente carta è stata digitalizzata mediante un processo di scannerizzazione con bassa risoluzione (400 dpi) risultando e adatto al lavoro commissionato.

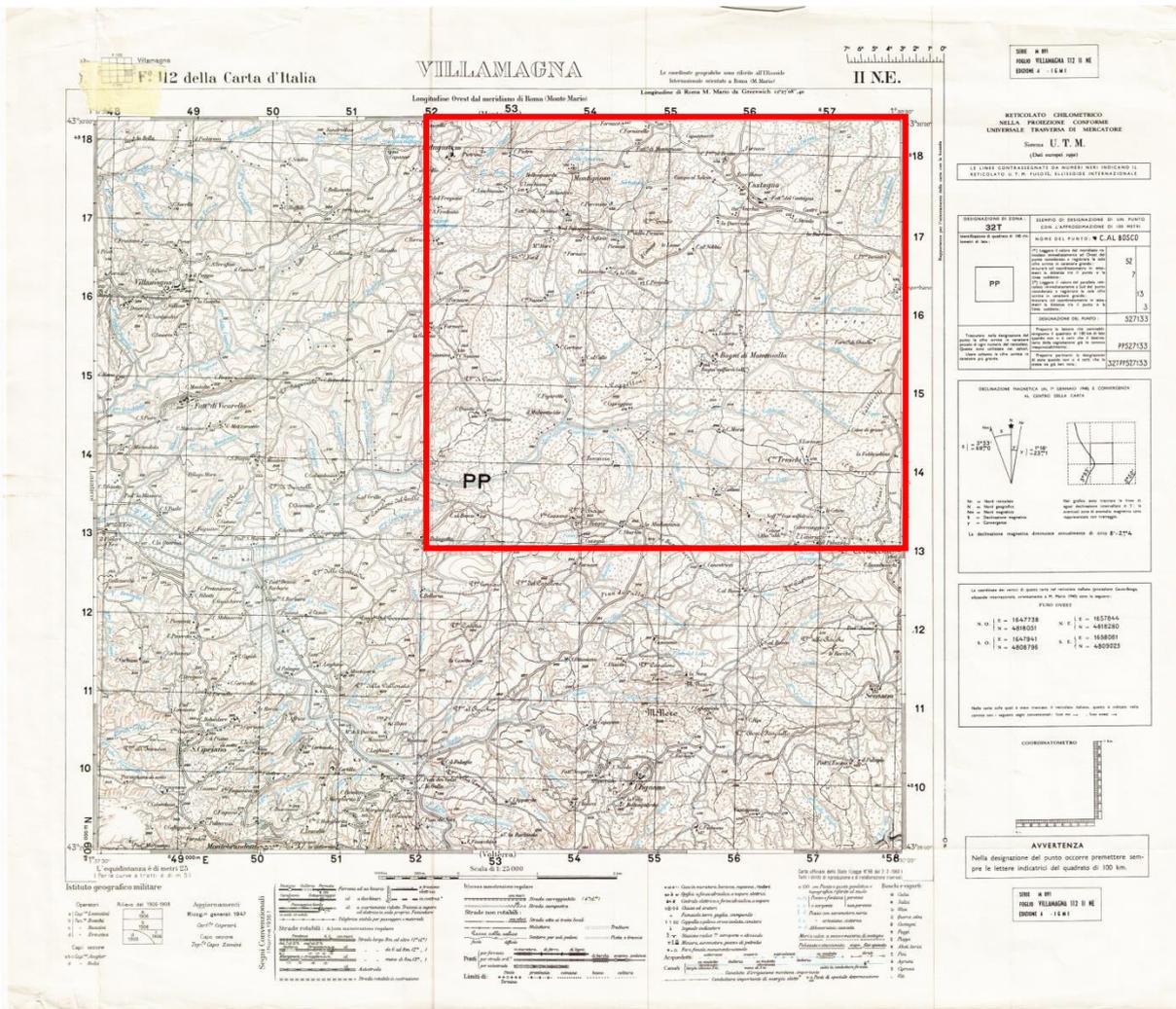


Figura 3 - Fonte IGM, carta 112\_II\_NE\_1947 scala 1:25000.

La presente è stata fornita dal dipartimento DICEAA dell'università degli studi dell'Aquila, Facoltà di Ingegneria.

Della totalità della carta è selezionato esclusivamente il quadrante Nord-Est ; l'area evidenziata è di 32.25 km<sup>2</sup> e presenta una dislivello che va da un minimo di 150 m.s.l.m. ad un massimo di 625 m.s.l.m. Come si nota dalla carta l'area di studio presenta un rilievo collinare che si estende da NE a SE che costituisce il bacino del torrente Capriggine, il quale ha un percorso di 11 km sfociando poi nel fiume Era, affluente dell'Arno.

Dalle immagini aeree si deduce che il territorio è prevalentemente boschivo e scarsamente antropizzato con assenza di insediamenti produttivi considerevoli. Si evince inoltre la presenza di un uso del suolo prevalentemente riguardante il settore primario (Fig. 2) nell'area Ovest.

### **3. OBIETTIVO DEL LAVORO**

Scopo principale del lavoro è di generare files vettoriali relativi alla carta IGM e in particolare digitalizzando le isoipse correlandole di tutte le informazioni disponibili. In secondo luogo si utilizzano i suddetti dati per caratterizzare fasce altimetriche, esposizione dei versanti, fasce clivometriche e le relative incidenze sul territorio in esame.

Avendo inoltre digitalizzato i dati riguardanti la morfologia del principale corso fluviale presente nell'area di studio e gli sporadici nuclei abitativi presenti sulla carta all'epoca della sua stesura, verrà effettuata un'analisi dell'area complessiva occupata dagli stessi sul territorio e verrà esposta una caratterizzazione del corso idrico principale.

### **4. GEOREFERENZIAZIONE DELLA CARTA**

Punto essenziale di un buon lavoro attraverso il software GIS è quello di georeferenziare il supporto cartografico. Per fare ciò bisogna prima attribuire un DATUM di base al software SIT (sistema informativo territoriale), il quale rappresenta il mezzo attraverso cui poter georeferenziare la carta. Nel caso specifico si è fatto riferimento al datum ED50. Sono stati successivamente selezionati 4 punti sulla carta corrispondenti ai 4 incroci più esterni del reticolo UTM presente su di essa e la carta è stata traslata e ruotata in relazione alle coordinate dei punti definiti. Ultimata l'operazione, ogni punto della carta è univocamente definito in relazione alle coordinate dei 4 punti selezionati; per una maggiore precisione potrebbe essere opportuno georeferenziarla attraverso un numero maggiore di punti.

### **5. DIGITALIZZAZIONE ISOIPSE E FASCE ALTIMETRICHE**

Mediante un'accurata digitalizzazione effettuata ad una scala variabile da 1:2000 e 1:3500 è stato prodotto l'elaborato esposto in *Fig. 4*, rappresentante delle curve di livello ad equidistanza di 25 m. Per avere una maggiore precisione e dettaglio riguardo al rendering 3D, sono state digitalizzate anche curve con equidistanza pari a 5 m ad una scala compresa tra 1:1500 e 1:2500 laddove si presentano zone pianeggianti non realisticamente presenti sul territorio. Queste curve vengono evidenziate nella carta con il tratto "grigio", come suggerito nella legenda della *Fig. 4*.

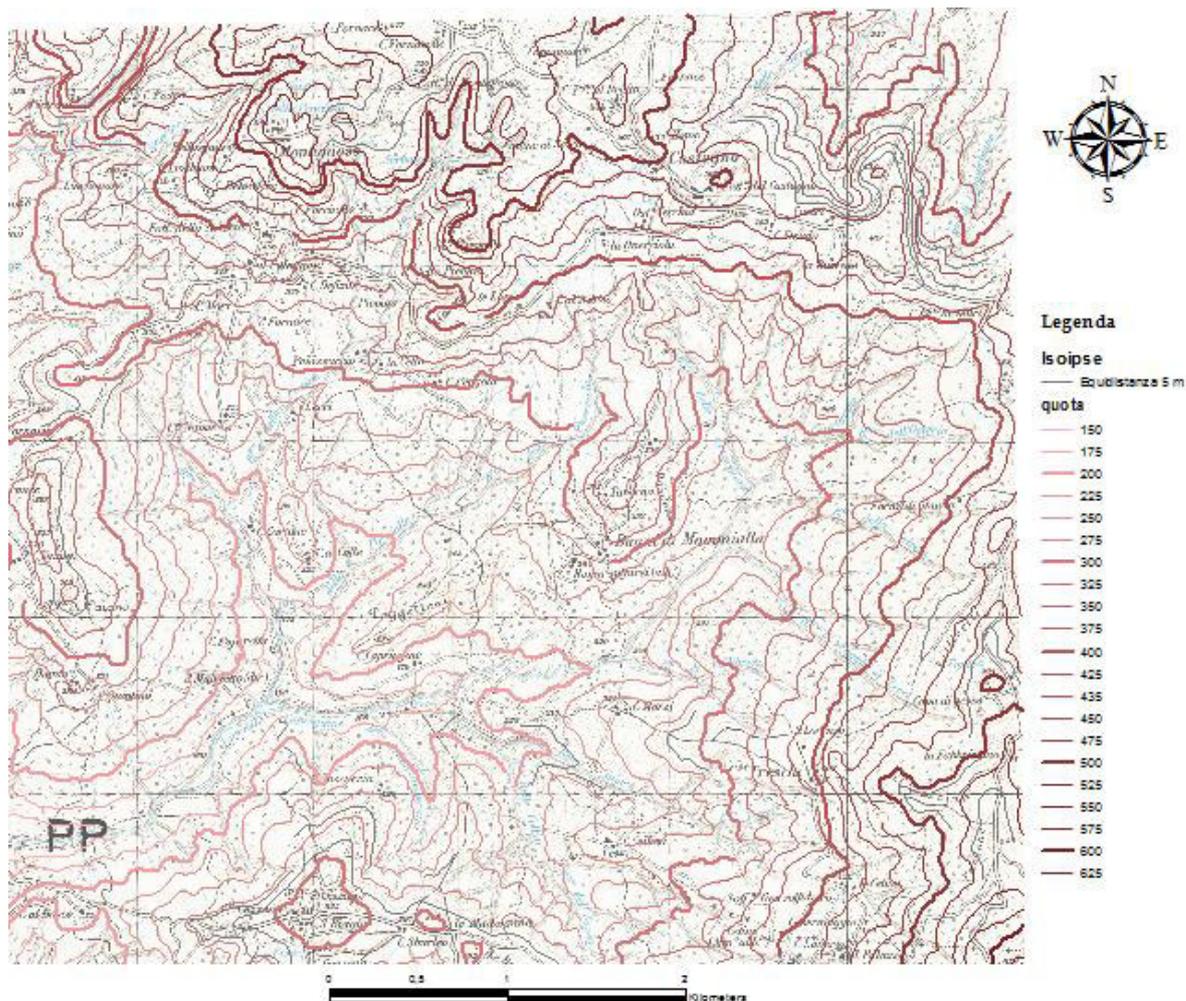


Figura 4 – Isoipse digitalizzate sovrapposte alla cartografia analizzata 112\_II\_NE\_1947

Dalla figura si può evincere eloquentemente la morfologia del territorio. Sono state evidenziate con tratti più marcati le isoipse di equidistanza a 100 m mentre, con un tratto più sottile sono evidenziate le isoipse poste ad equidistanza di 25 m.

Nel metadata è viene riportato un estratto del database del file "curve.shp"

La feature creata permette quindi di poter creare un file vettoriale generato dalla triangolazione dei punti delle curve digitalizzate ottenendo come risultato il TIN (Triangulated Irregular Network) che permette di generare un modello apparentemente tridimensionale della superficie interessata come mostrato in Fig.5

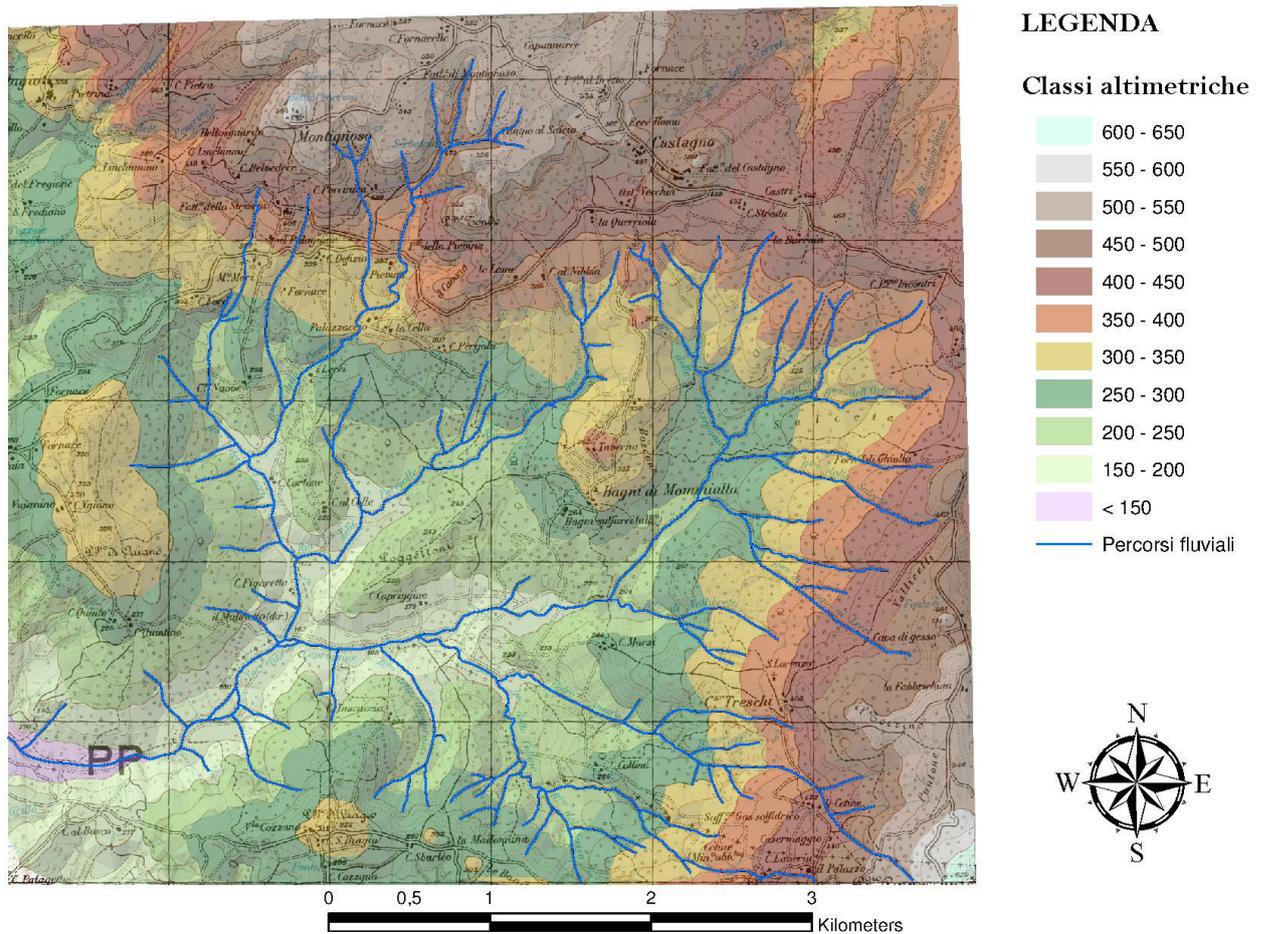


Figura 5 - TIN realizzato a partire da dati digitalizzati dalla carta IGM 112\_II\_NE\_1947 (sovrapposti ad essa) che evidenzia le fasce alimetriche dell'area NE di studio e il bacino fluviale del torrente Caprignine (affluente del Fiume Era).

Da questa possiamo notare come sia molto intuitivo e realisticamente prospettico il risultato ottenuto; grazie ad informazioni presenti sul supporto cartografico di dati geomorfologici, si ottiene un intuitivo file che mostra la variazione morfologica dell'area presa in esame. Vengono evidenziate le fasce altimetriche presenti sul territorio e, già al primo sguardo, si può notare la prevalenza sul territorio di fasce pianeggianti nella parte SW dell'area in esame ed una zona più aspra morfologicamente che si estende attraverso la parte NE-SE. È stato inoltre evidenziato il percorso fluviale del torrente Caprignine con tutti gli affluenti che ne determinano la lunghezza totale, mediante digitalizzazione sulla carta dello stesso.

## I. Descrizione fasce altimetriche

La definizione di fasce altimetriche sul territorio ha prodotto 11 classi così suddivise:

- Altitudine inferiore a 150 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 150 m.s.l.m. e 200 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 200 m.s.l.m. - 250 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 250 m.s.l.m. - 300 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 300 m.s.l.m. - 350 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 350 m.s.l.m. - 400 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 400 m.s.l.m. - 450 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 450 m.s.l.m. - 500 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 500 m.s.l.m. - 550 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 550 m.s.l.m. - 600 m.s.l.m.
- Altitudine compresa tra 600 m.s.l.m. - 650 m.s.l.m.

In particolare, facendo un'analisi rispetto all'area relativa ad ogni intervallo di fasce altimetriche (TAV. 2) in relazione all'area totale soggetta allo studio si evince una caratterizzazione del territorio come mostrato dal grafico in Tab. 2 . Essa risulta supportata dai dati presenti in Tab. 1

<b>Classi altimetriche</b>	<b>Area kmq</b>	<b>% di incidenza</b>
<150	0,18	0,6
150 - 200	3,01	9,3
200 - 250	5,08	15,8
250 - 300	6,24	19,4
300 - 350	5,01	15,5
350 - 400	3,58	11,1
400 - 450	3,91	12,1
450 - 500	2,47	7,6
500 - 550	2,61	8,1
550 - 600	0,14	0,4
600 - 650	0,03	0,1
Tot superficie	32,25	

Tabella 1 – Valori ricavati dall'analisi spaziale nel software ArcGis riguardante la percentuale di incidenza delle fasce altimetriche sul territorio analizzato ("fasce altimetriche.xlsx" in (\*)).

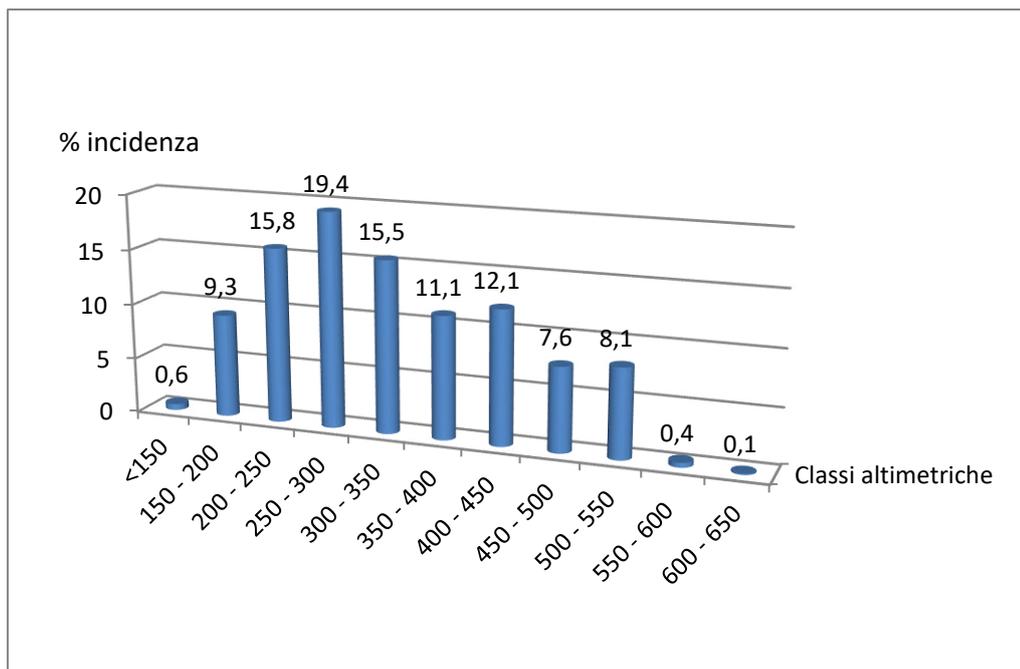


Tabella 2 - Estratto esplicativo dell'incidenza delle classi altimetriche sul territorio in esame ("fasce altimetriche.xlsx" in (\*)).

Da questo grafico notiamo una particolare caratteristica del territorio che va ad attestare al 19,4% del totale analizzato un'altitudine compresa tra i 250 - 300 m.s.l.m. L'analisi morfologica effettuata ci permette di affermare che la zona analizzata è prevalentemente collinare nella parte centrale dell'area di studio e presenta una zona di maggiore asperità nella parte Nord e Sud-Est come evidenziato nella Fig.5.

La digitalizzazione del profilo morfologico del torrente Capriggine e dei suoi affluenti ha permesso anche di ricavare la lunghezza complessiva di 63 km del suddetto torrente nella zona in esame come mostrato in Tab. 3 .

Sum_Output			
OID	Id	Count Id	Sum Lunghezza
0	0	102	63,00449

Tabella 3 - Tabella derivante dalla somma dei singoli tratti (count\_id) digitalizzati "Sum\_Lunghezza" espressa in [km].(\* riferirsi all'allegato METADATA)

## II. Modello 3D della morfologia del territorio

Avendo ottenuto un file vettoriale riguardante le altezze, è possibile ricavare un file raster che associ ad ogni pixel in esso contenuto un valore (in questo caso di altezza). In questo modo, associando una determinata gradazione di colore per ogni valore di altezza e imponendo una grandezza adeguata della griglia di

campionamento otteniamo il file raster del tipo mostrato in Fig. 6 . Nel caso specifico è stata adottata una grandezza di cella di campionamento corrispondente a un'area di 10 m<sup>2</sup> in quanto, scegliendo una grandezza di campionamento di area 25 m<sup>2</sup> che sarebbe idonea alla scala della carta in dotazione, venivano generati degli errori riguardo alcune funzioni di semplificazione grafica meglio esplicitate nel “metadata” (\*) allegato alla presente relazione.

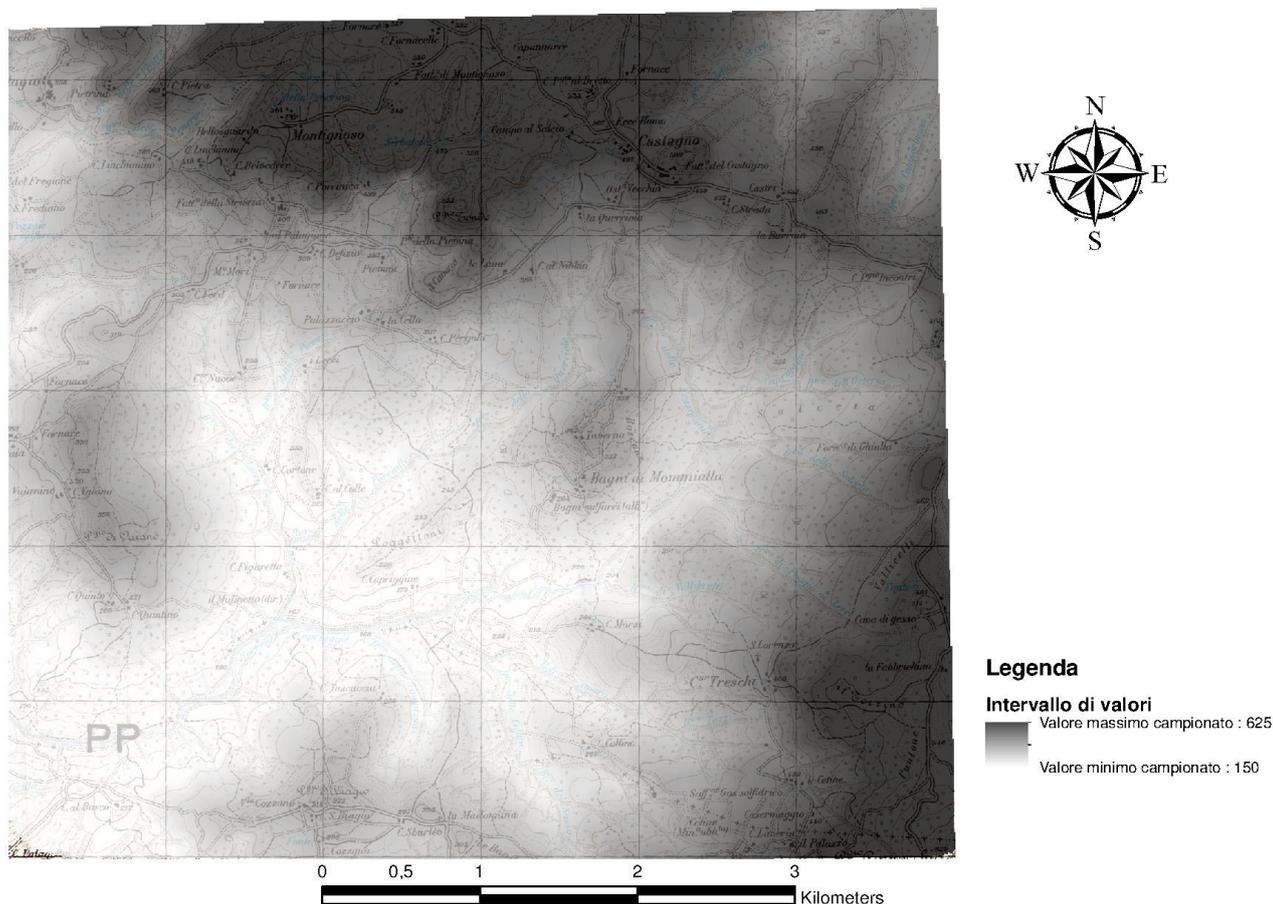


Figura 6 - File raster derivante dal TIN dell'area analizzata sovrapposto alla carta dell'IGM (valori da intendersi in [m.s.l.m.]

Intuitivamente si evincono le zone a maggior altitudine evidenziate da un colore più scuro rispetto a zone meno aspre e pianeggianti caratterizzate da un livello di trasparenza elevato.

Tramite questo file, servendosi del software ArcScene, è stato possibile creare un modello 3D del territorio analizzato. Il risultato ottenuto è evidente nella Fig. 7 . In essa, per evidenziare la morfologia del territorio, è stato scelto un fattore di esagerazione verticale di 2; ovvero, l'altezza visualizzata nella rappresentazione 3D risulta essere 2 volte maggiore rispetto alla scala spaziale della rappresentazione.

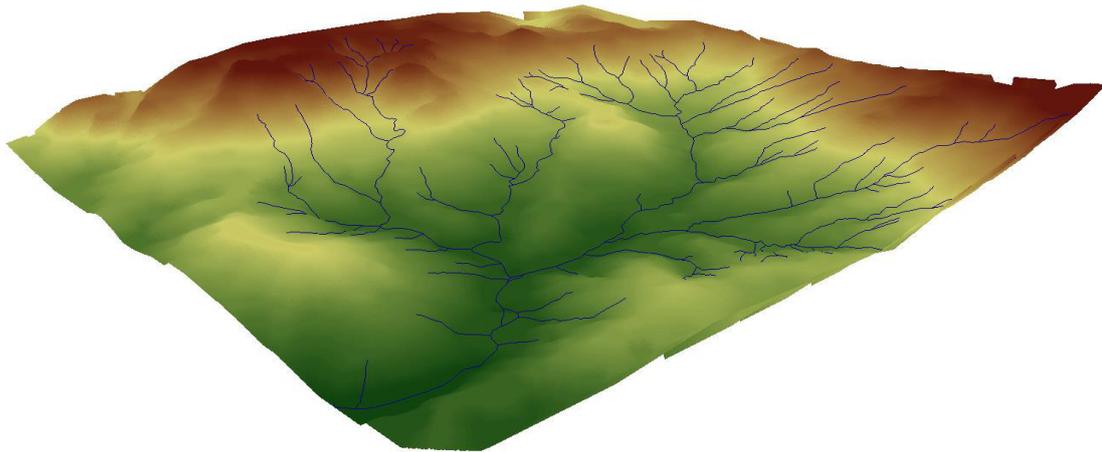
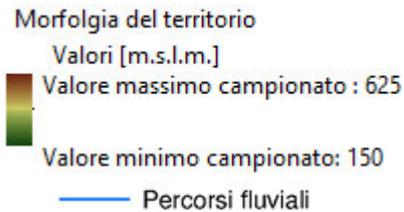


Figura 7 - Immagine 3D dell'area di studio con sovrapposizione del tratto fluviale del torrente Capriggine con tutti i suoi affluenti

## 6. FASCE CLIVOMETRICHE

Utilizzando allo stesso modo il file vettoriale “tin” è stata ricavata la percentuale di incidenza delle fasce clivometriche caratteristiche del territorio. Esse vanno a rappresentare il gradiente di pendenza per ogni singola zona dell’area analizzata permettendone una resa grafica.

Sono state scelte delle classi di pendenza suddivise nel modo seguente:

- Pendenza minore del 5%
- Pendenza compresa tra il 5% ed il 10 %
- Pendenza compresa tra il 10 % ed il 20 %
- Pendenza compresa tra il 20% ed il 50 %
- Pendenza superiore al 50 %

Il risultato ottenuto ha prodotto una carta delle pendenze che viene articolata secondo la legenda riportata in Fig.8

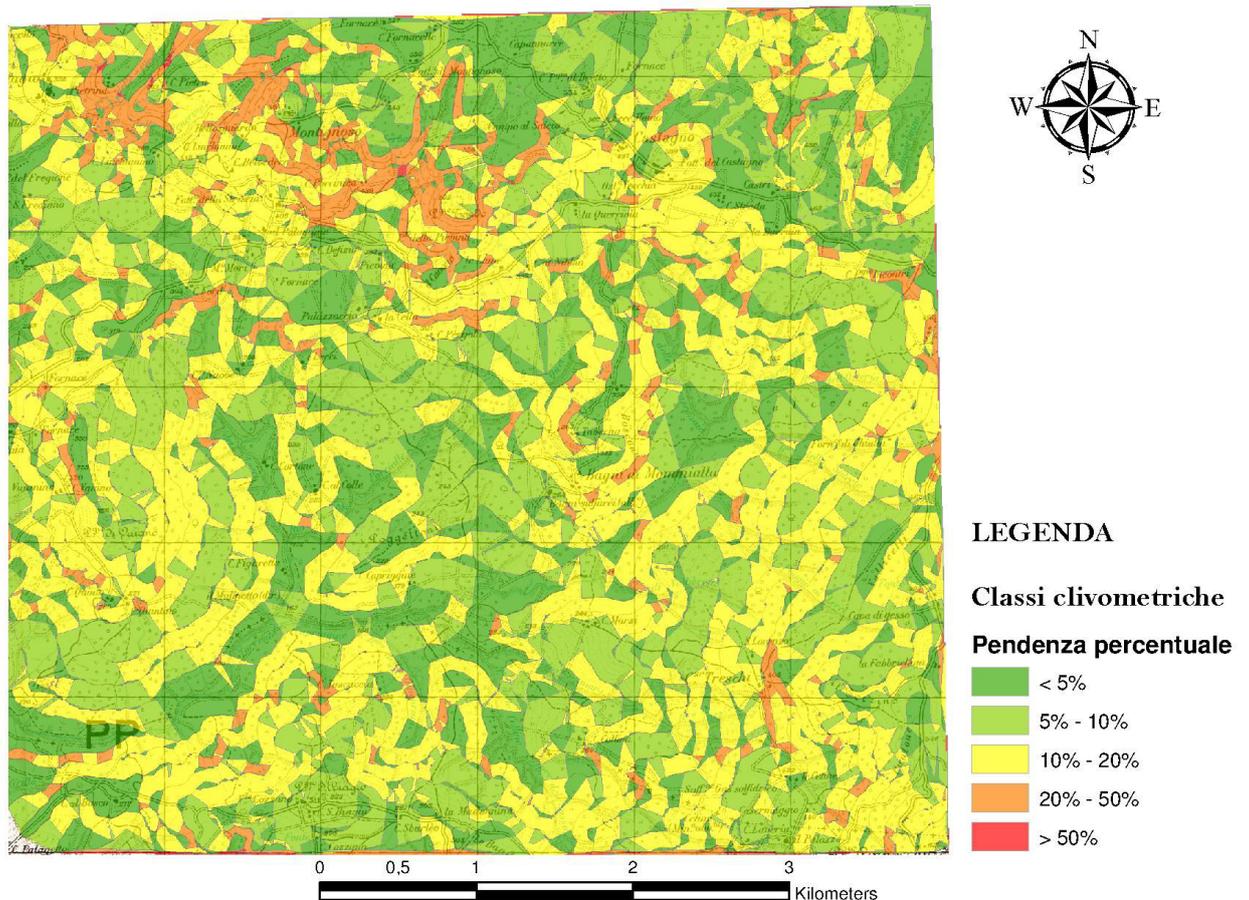


Figura 8 – Rappresentazione delle classi clivometriche sovrapposta alla carta IGM

Graficamente possiamo osservare come la zona settentrionale dell'area analizzata sia caratterizzata da un basso fattore di acclività. Corredando la presente carta con una carta relativa alla geologia del territorio, sarebbe possibile anche introdurre un fattore di rischio legato alla presenza di corpi di frana potenzialmente presenti sul territorio così da evitare, ad esempio, una pianificazione sconosciuta per il territorio allo studio.

Attraverso un'analisi dei dati più approfondita si evince la percentuale di incidenza delle classi clivometriche sul territorio in esame ed in particolare dalla *Tab.4* sono messi in evidenza, in termini di km<sup>2</sup>, l'estensione delle aree soggette alle varie classi di pendenza del territorio.

Classi percentuali di pendenza	Area km <sup>2</sup>	% sul territorio
< 5%	7,86	24,4
5% - 10%	9,11	28,2
10% - 20%	12,95	40,1
20% - 50%	2,23	6,9
> 50%	0,10	0,3
Tot	32,25	

Tabella 4 - "classi clivometriche.xlsx"(\*) \_Percentuale di incidenza delle varie classi di pendenza (estratto dall'analisi sul software GIS)

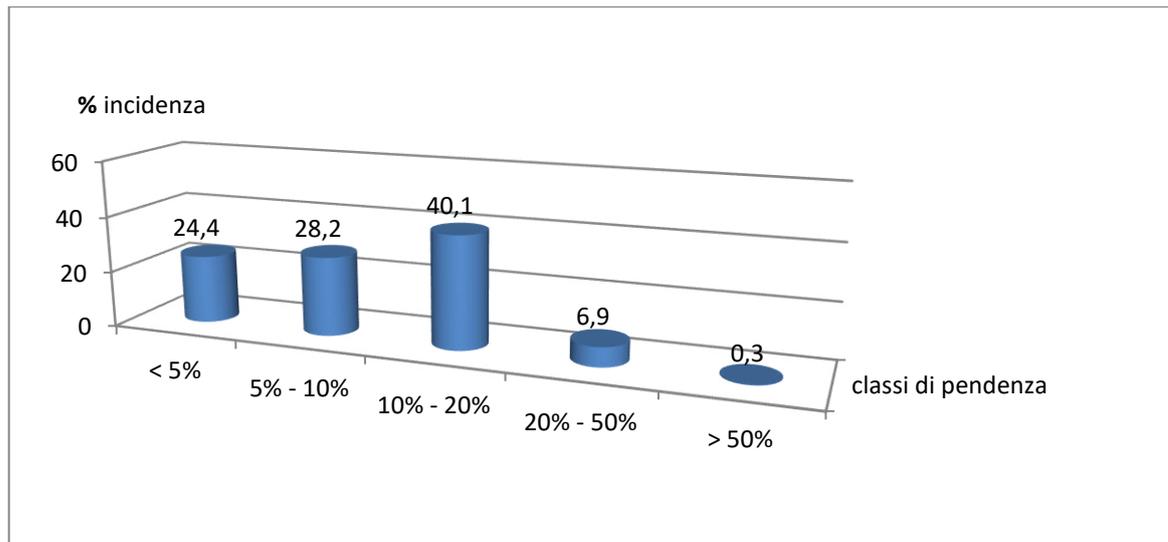


Tabella 5 - Grafico delle percentuali di incidenza delle classi clivometriche sul territorio in esame ("classi clivometriche.xlsx"(\*) )

La Tab. 5 risulta eloquente riguardo alla distribuzione delle pendenze morfologiche sull'area analizzata. In particolare è possibile affermare che nella maggior parte del territorio la pendenza prevalente è quella relativa al 10% - 20% . Tale dato va a conferma del risultato ottenuto dalle classi altimetriche, le quali delineavano un andamento collinare della morfologia esaminata.

Il territorio risulta relativamente collinare con una percentuale molto bassa di acclività del territorio.

Facendo un'analisi incrociata tra la Fig. 8 e la Fig. 5 (Fig. 9) si evince che il territorio è caratterizzato da presenza di pianure nella zona SW dell'area analizzata ma, più interessante, la presenza di superfici pianeggianti nella parte NE dell'area evidenziato con la colorazione in rosso; l'area evidenziata è caratterizzata da un'altitudine media di 350 m.s.l.m. .

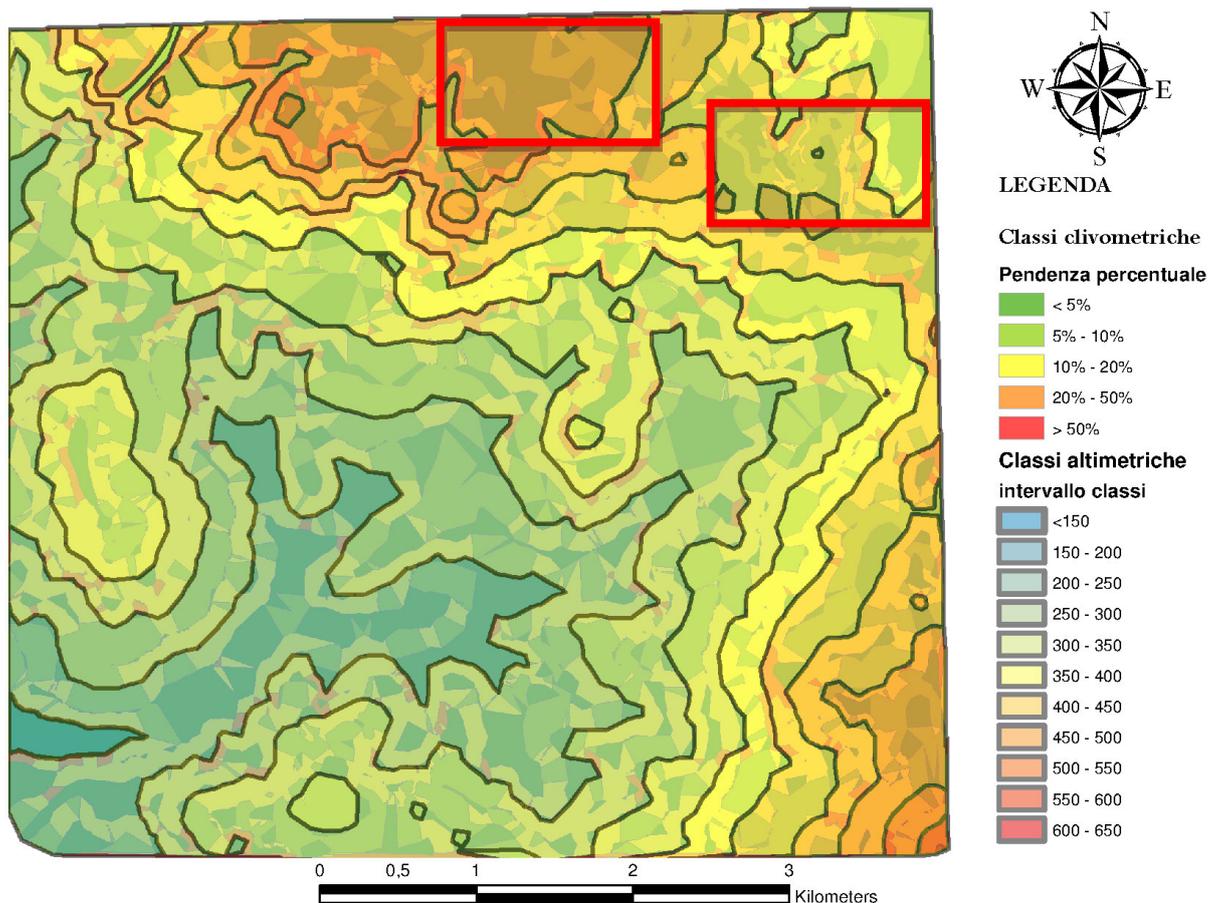


Figura 9 - Sovrapposizione classi clivometriche con classi altimetriche: **Le rosse** sono evidenziate zone pianeggianti comprese in una fascia alimetrica variante da 300-350 m.s.l.m

## 7. ESPOSIZIONE DEI VERSANTI

Viene di seguito proposta una caratterizzazione riguardante l'esposizione dei versanti relativa alla morfologia del territorio individuando 5 classi di appartenenza:

- Pianura
- NW - NE
- NE - SE
- SE - SW
- SW - NW

Facendo sempre riferimento al file vettoriale "tin" è possibile produrre un file raster che abbia come proprietà di ogni singola cella (pixel) l'esposizione verso determinati intervalli direzionali. Poiché le classi di appartenenza sono quelle suddette, la suddivisione effettuata è basata su una circonferenza dove, ipotizzandola centrata in un piano di assi cartesiani di ascissa NORD e ordinata EST, impongo come asse 0 quello Nord ed in senso orario definisco gli intervalli.

Nel caso specifico, come evidenziato in Fig. 9 , la suddivisione per le categorie prefissate è:

- Pianura -----> valore "-1"
- NW - NE ----->  $315 < \alpha < 45$
- NE - SE ----->  $45 < \alpha < 135$
- SE - SW ----->  $135 < \alpha < 225$
- SW - NW ----->  $225 < \alpha < 315$

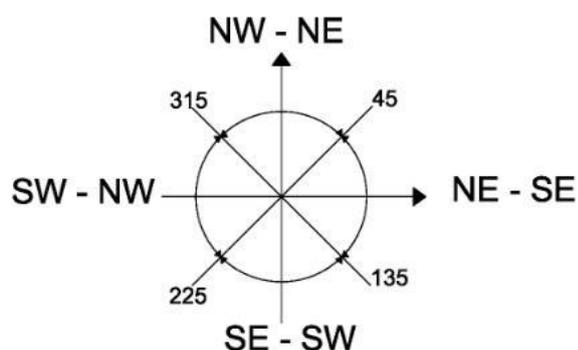


Figura 10 – Base angolare per classificazione esposizione dei versanti.

Il risultato prodotto è esposto nella Fig. 11 nella quale vengono rappresentate le zone di esposizione dei versanti secondo i colori definiti dalla legenda.

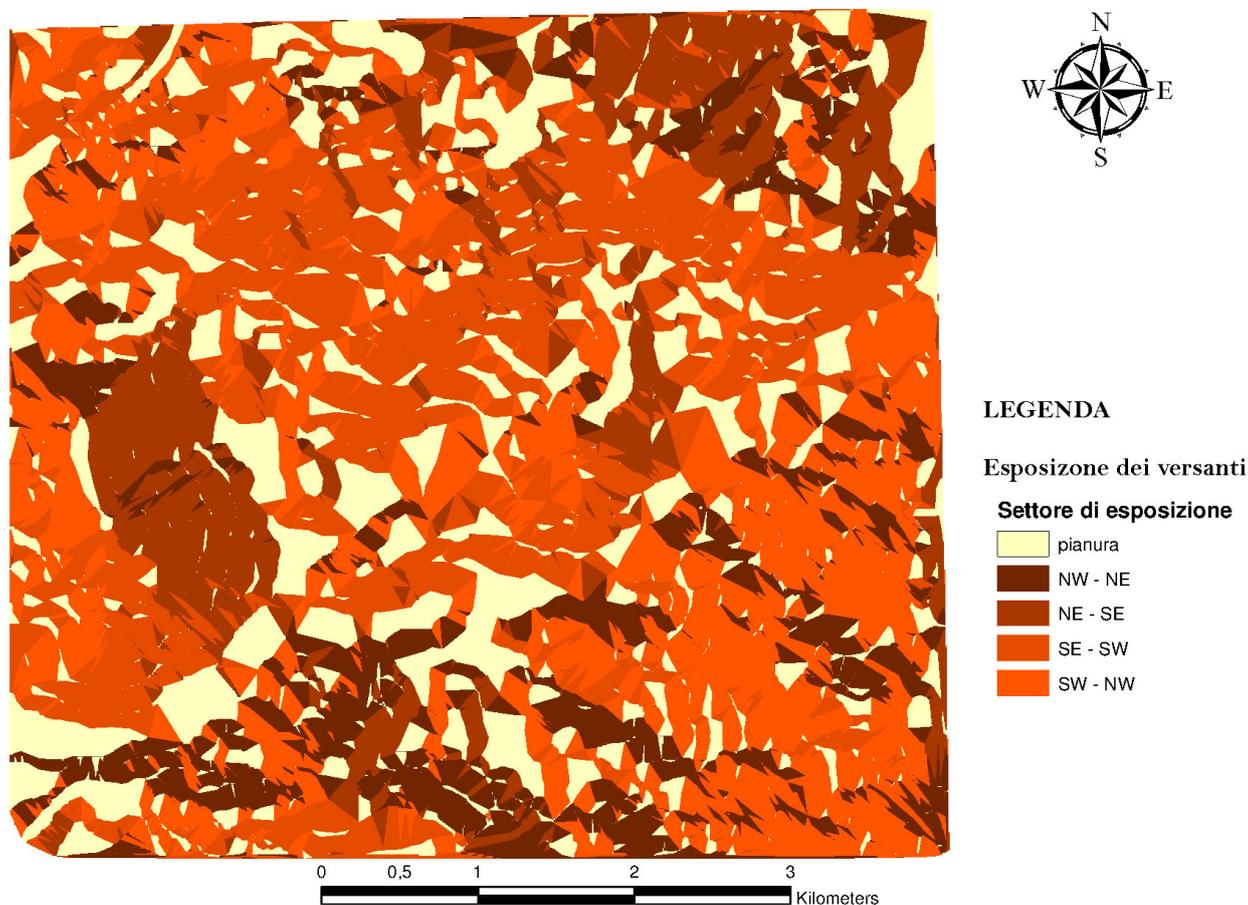
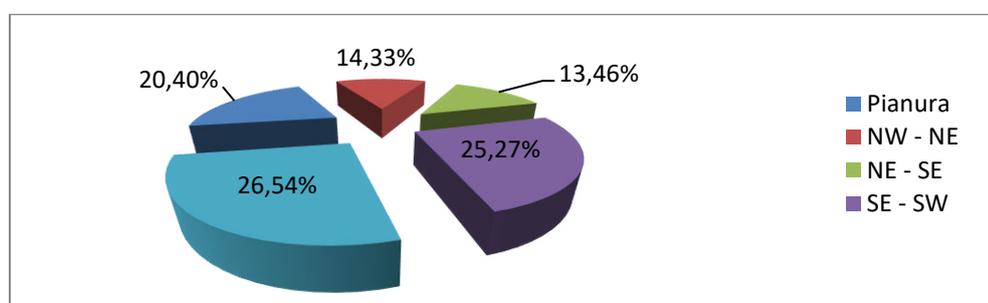


Figura 11 – carta raffigurante l'esposizione dei versanti della carta

Allo stesso modo delle altre caratteristiche del territorio analizzato si è andati a studiare l'incidenza dei settori di esposizione sulla superficie totale; il risultato di tale studio è ben evidente nella *Tab. 6* e più intuitivamente dal grafico in *Fig. 12*

Settore di esposizione	Area in Km <sup>2</sup>	% incidenza esposizione
Pianura	6,58	20,35
NW - NE	4,62	14,33
NE - SE	4,34	13,45
SE - SW	8,15	25,26
SW - NW	8,56	26,54
TOT superficie	32,25	

*Tabella 6 - Percentuale di incidenza sul territorio per i vari settori di esposizione ("esposizione.xlsx" in (\*))*



*Figura 12 - Percentuale incidenza per i vari settori di esposizione in relazione al territorio preso in esame ("esposizione.xlsx" in (\*))*

Risulta opportuno specificare che la percentuale di pianura presente non è del tutto veritiera; poiché la digitalizzazione delle curve di livello è stata effettuata su una carta su scala 1:25000 non è stato possibile riportare i punti quotati presenti su di essa. Questa scelta deriva dal fatto che un punto su una scala 1:25000 preso su un formato digitale (raster) si possono commettere errori grossolani riguardo la posizione effettiva del punto. Ragon per cui, non essendoci delle singolarità con cui poter effettuare una triangolazione realistica, otteniamo un area pianeggiante maggiore rispetto a quella effettiva. Nonostante questo possiamo considerare un incrocio di dati relativamente alle classi clivometriche.

Come evidente nella *Tab. 4*, la percentuale di territorio con una pendenza minore del 5% afferisce al 24,4 %; per questi motivi potremmo considerare che la percentuale di territorio pianeggiante sia < 24,4 % e non effettivamente uguale al 26,54% dell'area totale considerata.

Analizzando il grafico a torta, fatta eccezione per il dato relativo alla pianura, si nota come l'area di studio abbia una prevalenza di esposizione verso il settore SE - SW. Questi dati possono essere utili riguardo l'installazione di parchi fotovoltaici nella zona, qualora si voglia utilizzare il territorio per questi scopi, oppure impiegarli riguardo ad un'analisi di visibilità.

## 8.

### MODELLO 3D

#### I. Indice copertura edilizia e indice di copertura arborea

Per la creazione del modello 3D è stato utilizzato il file "tingrid" che ha come proprietà associata ad ogni cella l'altezza nel punto considerato. A questo punto, grazie alla digitalizzazione dei nuclei abitativi presenti sul territorio e della morfologia fluviale principale si è arrivati a definire un modello 3D realistico e georeferenziato.

Di seguito, prendendo dei file delle foto aeree presenti sul web o tramite il software gratuito Google Earth, si è riusciti ad estrinsecare l'area di studio e creare un file immagine della stessa.

Conseguentemente sono stati presi dei punti su di essa a cui corrispondevano delle coordinate nel sistema UTM (WGS84) e tramite il software gratuito "CartLab1" è stata effettuata una trasformazione di datum che desse le coordinate relative al datum di lavoro (ED50).

Utilizzando il software ArcScene e "spalmando" il raster delle foto aeree dell'area di studio sul file relativo alle quote dei tutti i punti dell'area si è riusciti ad ottenere un profilo 3D come mostrato in Fig. 13.

- Percorsi fluviali
- Nuclei abitativi



Figura 13 – Modello 3D con sovrapposizione dell'immagine aerea tratta da Google Earth, estrusione aree urbanizzate, sovrapposizione scorrimento superficiale del torrente Capriggine.

Va precisato che tutte le immagini sono state ottenute mediante un'esagerazione della quota altimetrica dei punti di un valore doppio rispetto a quello normalmente utilizzato dalla scala del software; quest'accorgimento ha un significato del tutto grafico non compromettendo il database di partenza.

Di particolare evidenza la sporadicità dei nuclei abitativi presenti sul territorio analizzato, anche essi ottenuti tramite estrusione dal territorio con una altezza puramente rappresentativa degli edifici.

Come database della copertura del suolo da attribuire a costruzioni antropiche risalenti al 1947 otteniamo i dati presenti nella *Tab. 7*

<b>Somma area urbanizzata [kmq]</b>
0,076
<b>Area totale [kmq]</b>
32,25
<b>indice di copertura del suolo</b>
0,237 %

*Tabella 7 - Indice di copertura del suolo, derivante dal rapporto tra la somma delle aree urbanizzate sull'area totale analizzata ("indice copertura suolo.xlsx" in (\*))*

Da tale tabella, come del resto evidente dall'analisi 3D, possiamo affermare che la parte di suolo detratto per l'edificazione edilizia è minimo, non raggiungendo il punto percentuale. In altro modo, graficamente, possiamo osservare che la dotazione boschiva dell'area è considerevole; per tastare con mano la percentuale di suolo coperto per dotazione arborea è stata digitalizzata la copertura di suolo dovuta a vegetazione e messa in relazione alla superficie totale (*Tab. 8*); dati derivanti dalla digitalizzazione da foto aerea, presa da Google Earth, delle zone con presenza di superficie boschiva come evidenziato nella *Fig.14*

<b>copertura arborea [kmq]</b>
23,23
<b>Superficie totale [kmq]</b>
32,24
<b>Indice di dotazione arborea</b>
72,04 %

*Tabella 8 - Indice di dotazione arborea derivante dal rapporto tra la somma delle aree con presenza di vegetazione e non coltivate e la superficie totale analizzata ("Superfici arboree.xlsx" in (\*))*

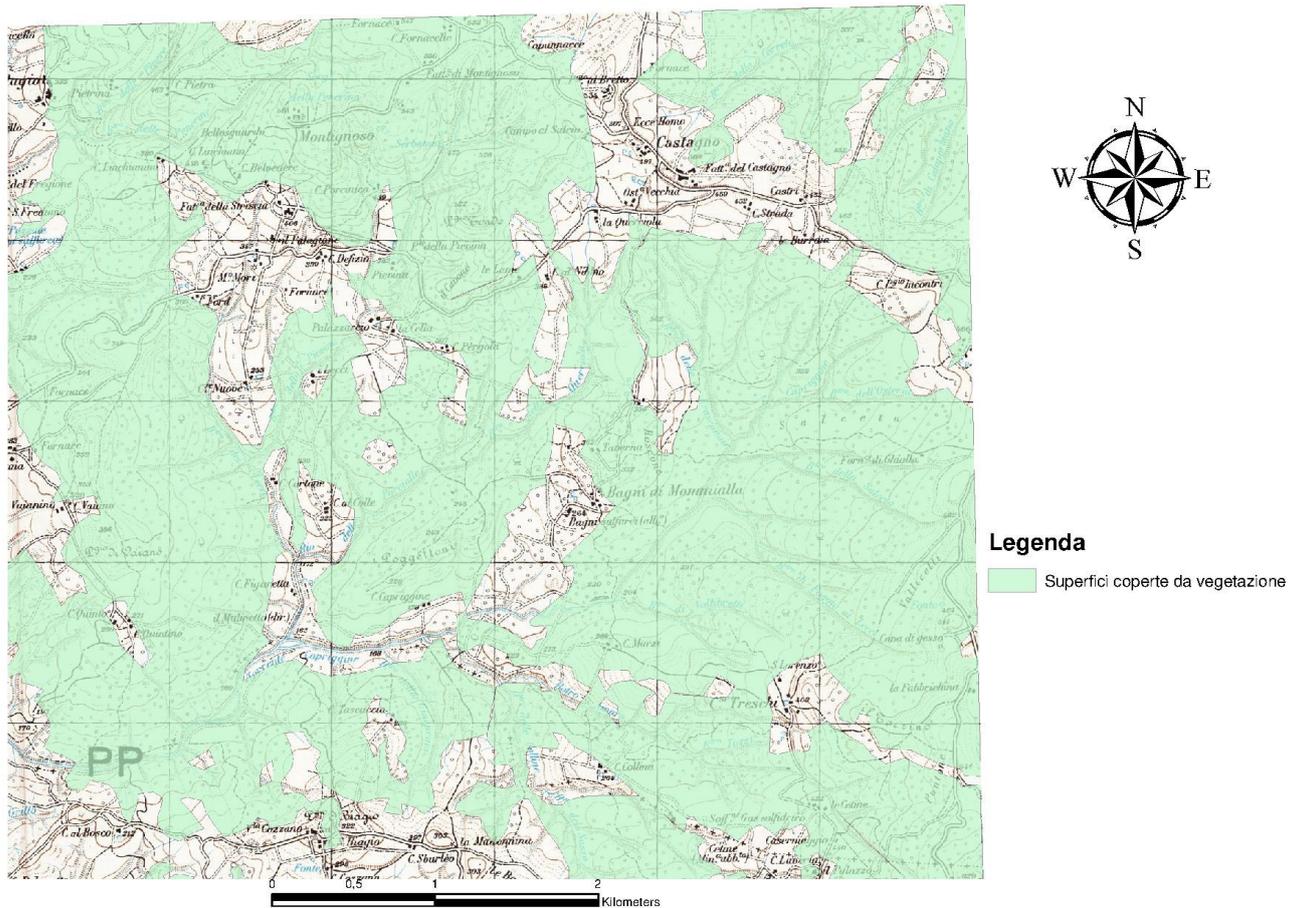


Figura 14 – Immagine rappresentativa della copertura da superfici arboree dell'area oggetto di studio; derivante da analisi di foto aeree acquisite da Google Earth.

## II. Individuazione flussi superficiali

Applicazione importante in grado di essere prodotta dal software ArcScene è quella di individuare, in relazione alle altezze dei singoli punti e alle diverse fasce di pendenza, la direzione preferenziale dei flussi superficiali al momento di afflussi meteorici.

Per poter ottenere una carta di questo tipo c'è bisogno di costruire una carta della direzione di prevalenza del flusso a scorrimento superficiale che si sta considerando. Il risultato ottenuto è mostrato nella Fig. 15; è evidente come l'immagine della direzione preferenziale degli scorrimenti superficiali rispecchi l'andamento del torrente Capriogine e dei suoi affluenti digitalizzato attraverso la carta.

Sono evidenziati inoltre gli scorrimenti superficiali di altri bacini che non afferiscono a quello del torrente Capriogine nella parte NORD della carta; tali valori, se confrontati con la cartografia in possesso, combaciano quasi perfettamente. Lo strumento quindi rappresenta un buon supporto per individuare, approssimativamente, la direzione di principale accumulo, qualora non si disponesse di altri dati.

Scorrimento superficiale  
Scala dei valori  
Valore massimo  
Valore minimo  
Percorso Fluviale



*Figura 15 - Andamento risultante dei flussi superficiali calcolati in base alle altezze della tigris in relazione allo scorrimento digitalizzato dalla carta IGM del torrente Capriggine*

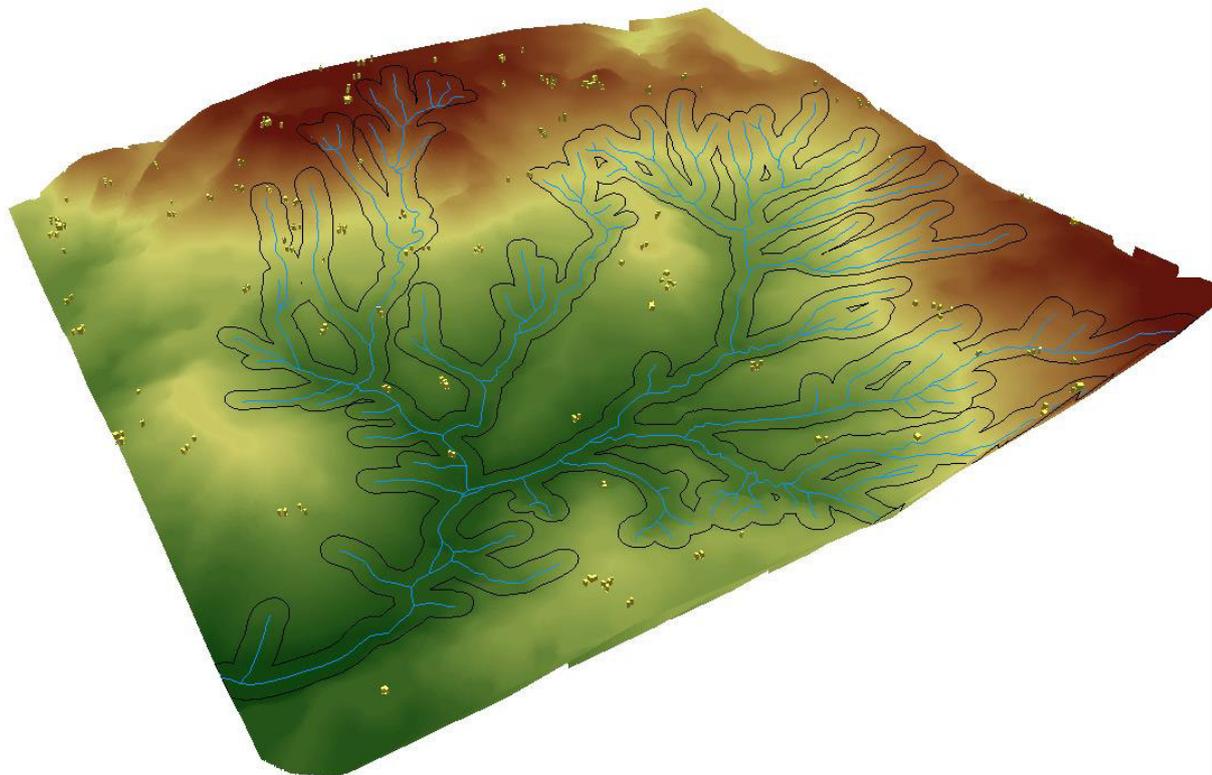
Va evidenziato che la non perfetta coincidenza del flusso calcolato con il flusso digitalizzato dalla carta IGM è derivante dal non perfetto livello di dettaglio della carta. Con una cartografia in scala più piccola (ad esempio 1: 10000) sarebbe stato possibile giungere ad un risultato più fedele alla realtà.

### **III. Vincoli idrogeologici**

L'imposizione dei vincoli idrogeologici è da attribuire al Piano di Bacino della regione Toscana in particolare del fiume Era e dei suoi affluenti. Prendendo come riferimento il sopracitato documento è stato possibile definire una zona prossimale al torrente Capriggine entro la quale è vietata la costruzione edilizia, in quanto soggetta a vincolo idrogeologico.

Presupponendo che la distanza minima di intervento in prossimità del corso idrico deve essere di 150 m in linea d'aria, attraverso il comando di "buffering" interno al software utilizzato è stato possibile definire tali confini come mostrato in Fig. 16.

- Morfologia del territorio  
Valori [m.s.l.m.]  
Valore massimo campionato : 625  
Valore minimo campionato: 150
- Nuclei abitativi
- Percorsi idrici
- Vincolo idrogeologico (150 m)



*Figura 16 - Immagine 3D del territorio analizzato con evidenziati i vincoli idrogeologici definiti dalla presenza di scorrimenti superficiali.*

Analizzando la Fig. 16 possiamo evidenziare come circa il 17.5% dei nuclei abitativi presenti nell'area di studio, all'epoca in cui è stata ultimata la carta di riferimento, si trova all'interno del vincolo idrogeologico imposto dalla normativa tuttora vigente (risultato ottenuto dall'intersezione delle case presenti all'interno del vincolo). Questa carta aiuta ad individuare in maniera inequivocabile e speditiva le zone dove è permessa la costruzione e le aree in cui non è permesso costruire, costituendo un buon supporto per la pianificazione territoriale dell'aria di studio.

## METADATA

# 1. OPERATORE

### Generalità e recapiti

L'elaborato è stato prodotto dallo studente Giampaolo Carducci nato ad Arpino (FR) il 23/08/1989, residente a Strangolagalli (FR), via Cerreto I, 3; sotto delega de l'Università Degli Studi dell'Aquila, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento DICEA.

e-mail : [giampaolo.carducci@gmail.com](mailto:giampaolo.carducci@gmail.com)

Cellulare : 3339217550

# 2. INFORMAZIONI SPECIFICHE

### I. Utilizzo Software

L'intera elaborazione è stata portata avanti tramite il software ArcGis v 10.1 ed implementata per la costruzione di grafici con il software Microsoft Office Excel 2007.

### II. Fonte Dati

La file raster cartografico è stato fornito da l'Università degli studi dell'Aquila, Facoltà di Ingegneria, sede Montelucio di Roio.

### III. Informazioni supporto cartografico

Il file raster cartografico in esame è 112\_II\_NE\_1947 che fa riferimento al comune di VILLAMAGNA (PI), Toscana; derivante dalla cartografia IGM del foglio 112 in scala 1:100000. La carta in possesso è in scala 1:25000 redatta attraverso la rappresentazione di Gauss\_boaga con Datum Roma 40. Presenta una griglia nella rappresentazione UTM (ED50).

### IV. Georeferenziazione

La georeferenziazione del file cartografico sul software GIS è stata effettuata attraverso la proiezione UTM con riferimento all'ellissoide internazionale di Heyford orientato a Postdam ed afferente al datum ED 50. Nello specifico si è usato il Datum ED50 UTM 32N. Le unità del sistema di riferimento sono state prese in metri [m]

## 3. SVOLGIMENTO RICHIESTE MITTENTE

### I. Isoipse e punti quotati

La digitalizzazione delle isoipse ad equidistanza 25 m è stata effettuata con una scala variabile tra l'1:2000 e 1:3500. Per avere una risoluzione migliore nelle parti più acclivi è stata effettuata la digitalizzazione di isoipse ad equidistanza a 5 m con una scala di risoluzione 1:1500.

L'area su cui viene effettuata la digitalizzazione delle isoipse fa riferimento alla parte NE del raster 112\_II\_NE\_1947 con un'estensione di 32,24 kmq.

Per avere una maggiore interpolazione di dati sono stati digitalizzati anche dei punti quotati interni all'area in esame ad una scala di risoluzione 1:5000. Essi non sono stati utilizzati per la determinazione dei file vettoriali quale "tin".

### II. Analisi Spaziale

Dalla digitalizzazione delle isoipse si è passati alla rappresentazione vettoriale mediante un TIN (comando interno al software in grado di triangolare i punti con valori diversi) "tin". Successivamente viene effettuata la conversione dal vettoriale "tin" al raster "tingrid" calcolando le unità grafiche con unità pari a 10 m<sup>2</sup>.

Questa risoluzione, anche se non indicata in relazione alla scala della carta in esame, è stata adottata in quanto la conversione dal TIN al poligonale (vettoriale) presentava dei problemi di risoluzione, dovuti ad errori di interpolazione del software.

Dal raster "tingrid", mediante una riclassificazione (comando interno al software in uso), è stato possibile ricavare un raster rappresentante le fasce altimetriche dell'area in esame.

Da esso, è stato possibile estrapolare un raster delle pendenze mediante il comando "SLOPE", a cui è seguita una riclassificazione per portarlo in formato vettoriale.

Mediante il comando "ASPECT" è stato creato un file raster con indicato l'esposizione dei versanti ("esposizione").

### III. Risultati prodotti

In ultima analisi sono stati prodotti i seguenti files vettoriali richiesti dal mittente

- Fasce altimetriche
- Carta delle pendenze
- Esposizione dei versanti
- Rappresentazione 3D con moduli abitativi
- Caratterizzazione vincoli idrogeologici

Vengono allegati ad essi dei fogli di lavoro formato Excel (2007), riguardanti le percentuali relative alle classi richieste.

È stato prodotto un elaborato 3D nel quale l'elevazione naturale è stata amplificata di un fattore  $z=2$  per aumentare la percezione visiva della variazione clivometrica della morfologia del territorio.

## 4. ELENCO E DESCRIZIONE FILES

"112(figlio) II(quadrante) NE 1947 villamagna.jpg" immagine della carta IGM con selezione dell'area di lavoro non ancora ritagliata.

"3D carta.sxd" - file contenente le informazioni ed impostazioni effettuate in Arc Scene.

"altim\_vett.shp" - file contenente il passaggio dal formato raster di riclassificazione delle altezze al formato vettoriale.

Significato abbreviazioni tabella relativa:

FID	Shape	GRIDCODE	Area_kmq	f a
44	Polygon	5	0,12	300 - 350 m.s.l.m.
48	Polygon	10	0,12	550 - 600 m.s.l.m.
38	Polygon	8	0,09	450 - 500 m.s.l.m.
22	Polygon	3	0,08	200 - 250 m.s.l.m.
10	Polygon	5	0,08	300 - 350 m.s.l.m.
21	Polygon	8	0,06	450 - 500 m.s.l.m.
20	Polygon	8	0,04	450 - 500 m.s.l.m.
19	Polygon	9	0,04	500 - 550 m.s.l.m.
49	Polygon	11	0,03	600 - 650 m.s.l.m.
37	Polygon	6	0,03	350 - 400 m.s.l.m.
13	Polygon	10	0,02	550 - 600 m.s.l.m.
17	Polygon	8	0,02	450 - 500 m.s.l.m.
30	Polygon	6	0,02	350 - 400 m.s.l.m.
12	Polygon	8	0,01	450 - 500 m.s.l.m.
46	Polygon	3	0,01	200 - 250 m.s.l.m.
9	Polygon	8	0,01	450 - 500 m.s.l.m.
45	Polygon	5	0,01	300 - 350 m.s.l.m.
43	Polygon	5	0,01	300 - 350 m.s.l.m.

*FID* = numero associato alla digitalizzazione

*Shape* = tipologia vettoriale

*Gridcode* = risultato della riclassificazione

*Area\_kmq* = area dei poligoni in [km<sup>2</sup>]

*F\_a* = fasce altimetriche

"Area\_esposizione.dbf" - tabella risultante del Summarise atto ad effettuare la somma delle aree dei singoli componenti digitalizzati, nello specifico analizza l'area di incidenza dell'esposizione dei versanti.

"Area\_fasce\_altim.dbf" - tabella risultante del Summarise atto ad effettuare la somma delle aree dei singoli componenti digitalizzati, nello specifico analizza l'area di incidenza delle fasce altimetriche

"Area\_fasce\_clivo.dbf" - tabella risultante del Summarise atto ad effettuare la somma delle aree dei singoli componenti digitalizzati, nello specifico analizza l'area di incidenza delle fasce clivometriche.

"Corpi\_idrici.shp" - file vettoriale contenente la digitalizzazione del percorso fluviale principale, nel caso specifico del torrente Capriggine

“Curve.shp” - file vettoriale contenente la digitalizzazione delle singole isoipse caratterizzanti la morfologia del territorio allo studio.

FID	Shape *	quota
174	Polyline	175
175	Polyline	175
176	Polyline	175
177	Polyline	175
96	Polyline	200
97	Polyline	200
99	Polyline	200
100	Polyline	200
170	Polyline	200
173	Polyline	200
129	Polyline	215
130	Polyline	215
131	Polyline	220
85	Polyline	225
86	Polyline	225
87	Polyline	225
88	Polyline	225
95	Polyline	225

*FID* = numero associato alla singola digitalizzazione

*Shape* = tipologia della digitalizzazione

*Quota* = proprietà della singola isoipsa in [m.s.l.m.]

“esame.mxd” - file comprensivo delle impostazioni e delle informazioni presenti in ArcMap.

“Punti quotati.shp” - file contenente la digitalizzazione dei punti quotati noti presenti sulla carta IGM e relativi all’area di studio.

“reclass\_altim” - file raster derivante dalla riclassificazione delle fasce altimetriche a partire dal file “tingrid”

“reclass\_esxp” - file raster derivante dalla riclassificazione dei settori di esposizione dei versanti a partire dal file “tingrid\_exp”

“reclass\_slope” - file raster derivante dalla riclassificazione dei settori clivo metrici derivanti dal file raster “tingrid\_slope”.

“esposiz\_vett.shp” - file vettoriale rappresentativo delle aree caratterizzate dall’esposizione dei versanti, derivante dalla trasformazione da raster a poligoni del file “reclass\_esxp.cpg”.

FID	Shape	GRIDCOD	Area	class cliv
103	Polygon	4	100	SW - NW
102	Polygon	5	354,38	NW - NE
101	Polygon	5	100	NW - NE
100	Polygon	4	5565,21	SW - NW
99	Polygon	4	100	SW - NW
98	Polygon	4	100	SW - NW
97	Polygon	1	68,47	NW - NE
96	Polygon	2	400	NE - SE
95	Polygon	4	64,04	SW - NW
94	Polygon	3	68,47	SE - SW
93	Polygon	3	3039	SE - SW
92	Polygon	4	100	SW - NW
91	Polygon	4	68,47	SW - NW
90	Polygon	5	68,47	NW - NE
89	Polygon	3	100	SE - SW
88	Polygon	4	100	SW - NW
87	Polygon	1	136,54	NW - NE

0 (0 out of 4989 Selected)

*Fid* = numero associato alla figura vettoriale

*Shape* = tipologia di figura vettoriale

*GRIDCODE* = risultato della riclassificazione

*Area* = dei poligoni espressa in [m<sup>2</sup>]

*Class\_cliv* = differenziazione per tipologia di esposizione dei versanti

“immmmmmmmm.png” - immagine relativa a foto aeree prese da Google Earth riguardante l’area di studio.

“mask.shp” - file vettoriale contenente la selezione dell’area di studio, utilizzata per il ritaglio della carta IGM.

“Punti quotati.shp” - file contenente la digitalizzazione dei punti quotati noti presenti sulla carta IGM e relativi all’area di studio.

“reclass\_alm” - file raster derivante dalla riclassificazione delle fasce altimetriche a partire dal file “tingrid”

“reclass\_esxp” - file raster derivante dalla riclassificazione dei settori di esposizione dei versanti a partire dal file “tingrid\_exp”

“reclass\_slope” - file raster derivante dalla riclassificazione dei settori clivo metrici derivanti dal file raster “tingrid\_slope”.

“slope\_vett.shp” - file vettoriale derivante dalla trasformazione da raster a poligoni delle classi clivometriche presenti sul territorio.

FID	Shape	GRIDCOD	Area mq	fasc clivo
1478	Polygon	2	45181,98	5 % - 10%
1479	Polygon	1	308,77	< 5 %
1480	Polygon	3	68,47	10 % - 20%
1481	Polygon	1	74471,89	< 5 %
1482	Polygon	1	354,11	< 5 %
1483	Polygon	1	200	< 5 %
1484	Polygon	3	68,47	10 % - 20%
1485	Polygon	1	17893,95	< 5 %
1486	Polygon	1	7487,63	< 5 %
1487	Polygon	4	365,63	20 % - 50%
1488	Polygon	3	100	10 % - 20%
1489	Polygon	1	1849,72	< 5 %
1490	Polygon	1	4259,28	< 5 %
1491	Polygon	1	1483,97	< 5 %
1492	Polygon	4	100	20 % - 50%
1493	Polygon	3	200	10 % - 20%

0 (0 out of 2210 Selected)

*Fid* = numero associato alla figura vettoriale

*Shape* = tipologia di figura vettoriale

*GRIDCODE* = risultato della riclassificazione

*Area\_mq* = dei poligoni espressa in [m<sup>2</sup>]

*Fasc\_clivo* = fasce clivometriche percentuali

"strade.shp" - file vettoriale derivante dalla digitalizzazione dell'urbanizzato primario presente sul territorio in esame derivante dalla carta IGM.

"Sum\_Output.dbf" - (\*) tabella contenente l'operazione di summarise riguardante l'area boschiva presente sul territorio di studio.

"Superfici\_Arboree.shp" - file vettoriale derivante dalla digitalizzazione delle superfici dell'area di studio coperte da vegetazione. Digitalizzazione effettuata sul file immagine georeferenziato delle foto aeree prese da Google Earth

"tin" - file vettoriale rappresentante l'interpolazione dei punti derivanti dalla digitalizzazione delle isoipse ma non dei punti quotati.

"tingrid" - file raster derivante dal "tin" riguardante la caratteristica di altitudine associata ad ogni punto dell'area considerata; effettuato mediante una dimensione di campionamento della cella di 10 mq

"tingrid\_exp" - file raster derivante dal "tin" riguardante la caratteristica di esposizione dei versanti associata ad ogni punto dell'area considerata, effettuato mediante una dimensione della cella di campionamento di 10 mq.

"tingrid\_slope" - file raster derivante dal "tin" riguardante la caratteristica clivometrica associata ad ogni punto dell'area considerata; effettuato mediante una dimensione di campionamento della cella di 10 mq.

"Urbanizzato.shp" - file vettoriale derivante dalla digitalizzazione delle superfici coperte dovute a presenza di edifici presenti sull'area di studio. (digitalizzazione effettuata ad una scala compresa tra 1:2000 e 1:13000)

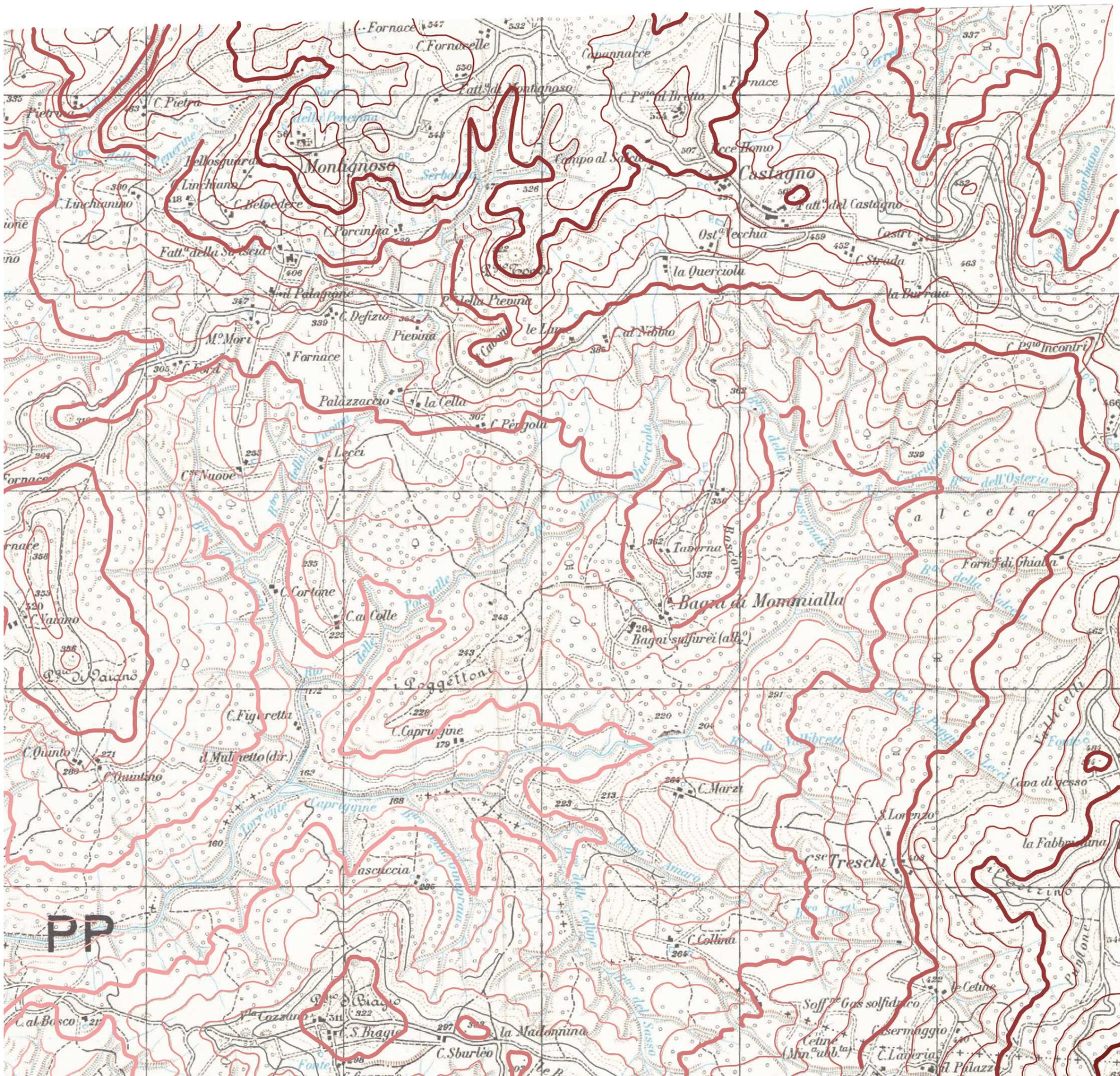
"classi\_clivometriche.xlsx" - file Excel contenente le operazioni per il calcolo dell'incidenza percentuale delle fasce clivometriche sulla cartografia analizzata.

"Esposizione" - file Excel contenente le operazioni per il calcolo dell'incidenza percentuale dei settori di esposizione dei versanti sulla cartografia analizzata.

"fasce altimetriche" - file Excel contenente le operazioni per il calcolo dell'incidenza percentuale delle fasce altimetriche sulla cartografia analizzata

"indice di copertura del suolo" - file Excel contenente le operazioni per il calcolo atte ad individuare l'indice di copertura edilizia sulla cartografia analizzata.

"superfici arboree" - file Excel contenente le operazioni per il calcolo dell'indice di copertura arborea sulla cartografia analizzata



Studio morfologico area NE  
della tavola 122\_II\_NE\_1947  
in scala 1 : 20000

Legenda

Isoipse

— Equidistanza 5 m

quota

- 150
- 175
- 200
- 225
- 250
- 275
- 300
- 325
- 350
- 375
- 400
- 425
- 435
- 450
- 475
- 500
- 525
- 550
- 575
- 600
- 625

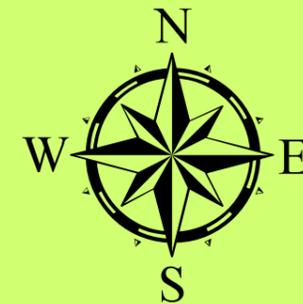
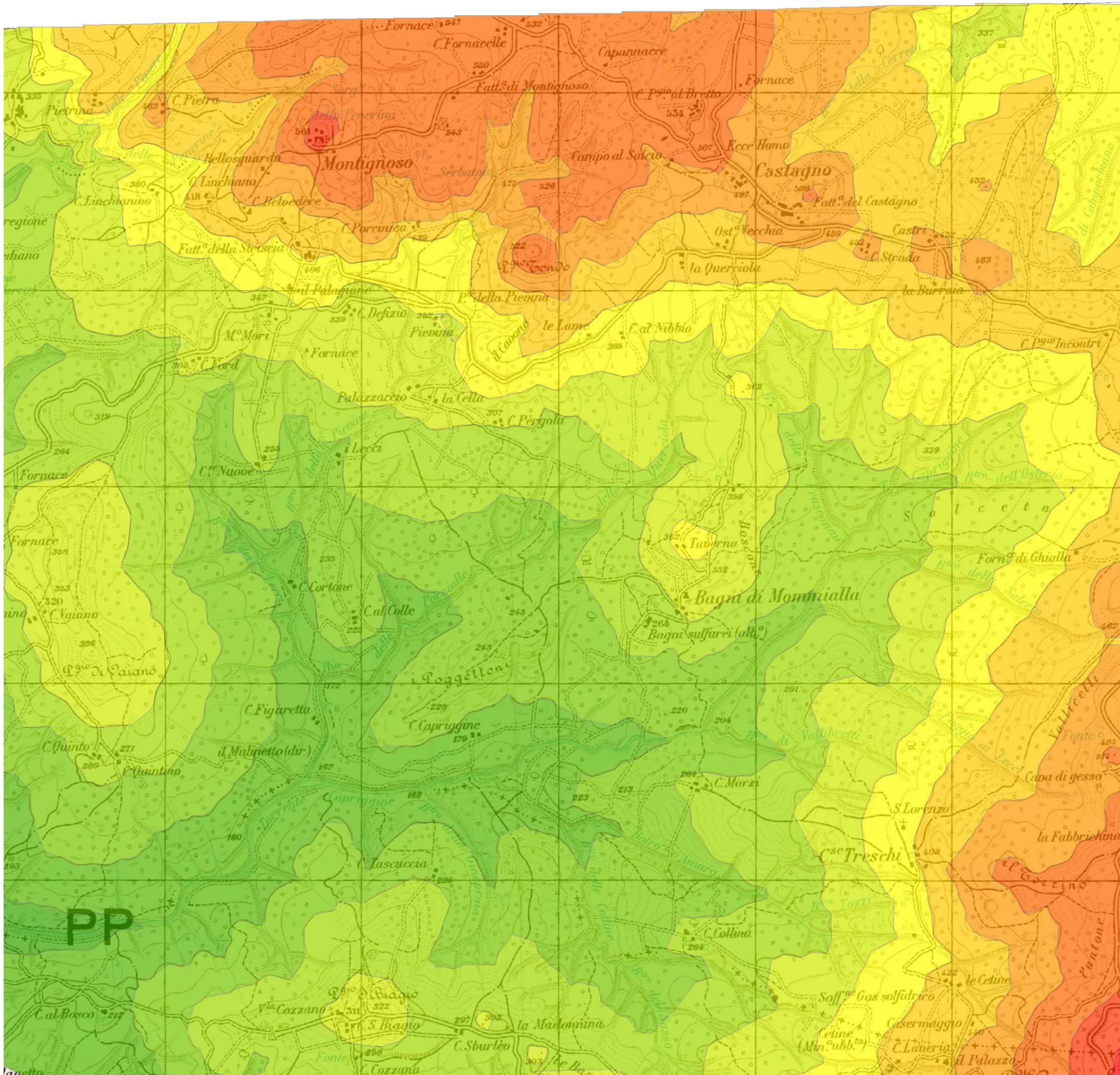
Carta rappresentativa  
delle isoipse relative  
all'area di studio

Studente :  
Giampaolo Carducci

Matricola :  
226785



TAVOLA 2



Studio morfologico area NE  
della tavola 122\_II\_NE\_1947  
in scala 1 : 20000

Legenda

Fasce altimetriche

Intervalli [m.s.l.m.]

- <150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300
- 300 - 350
- 350 - 400
- 400 - 450
- 450 - 500
- 500 - 550
- 550 - 600
- 600 - 650

Carta rappresentativa  
delle classi altimetriche  
dell'area di studio

Studente :  
Giampaolo Carducci

Matricola :  
226785

Percentuale incidenza classi altimetriche sul territorio

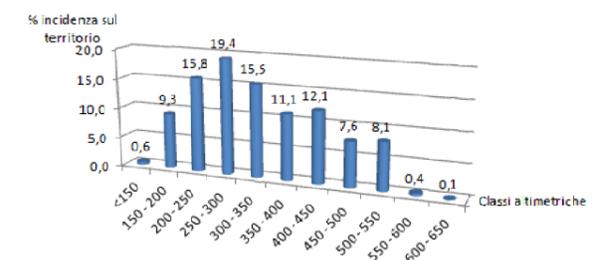
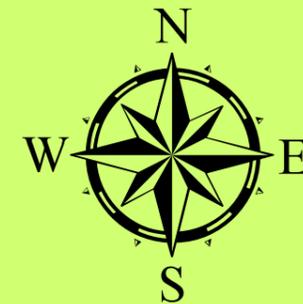
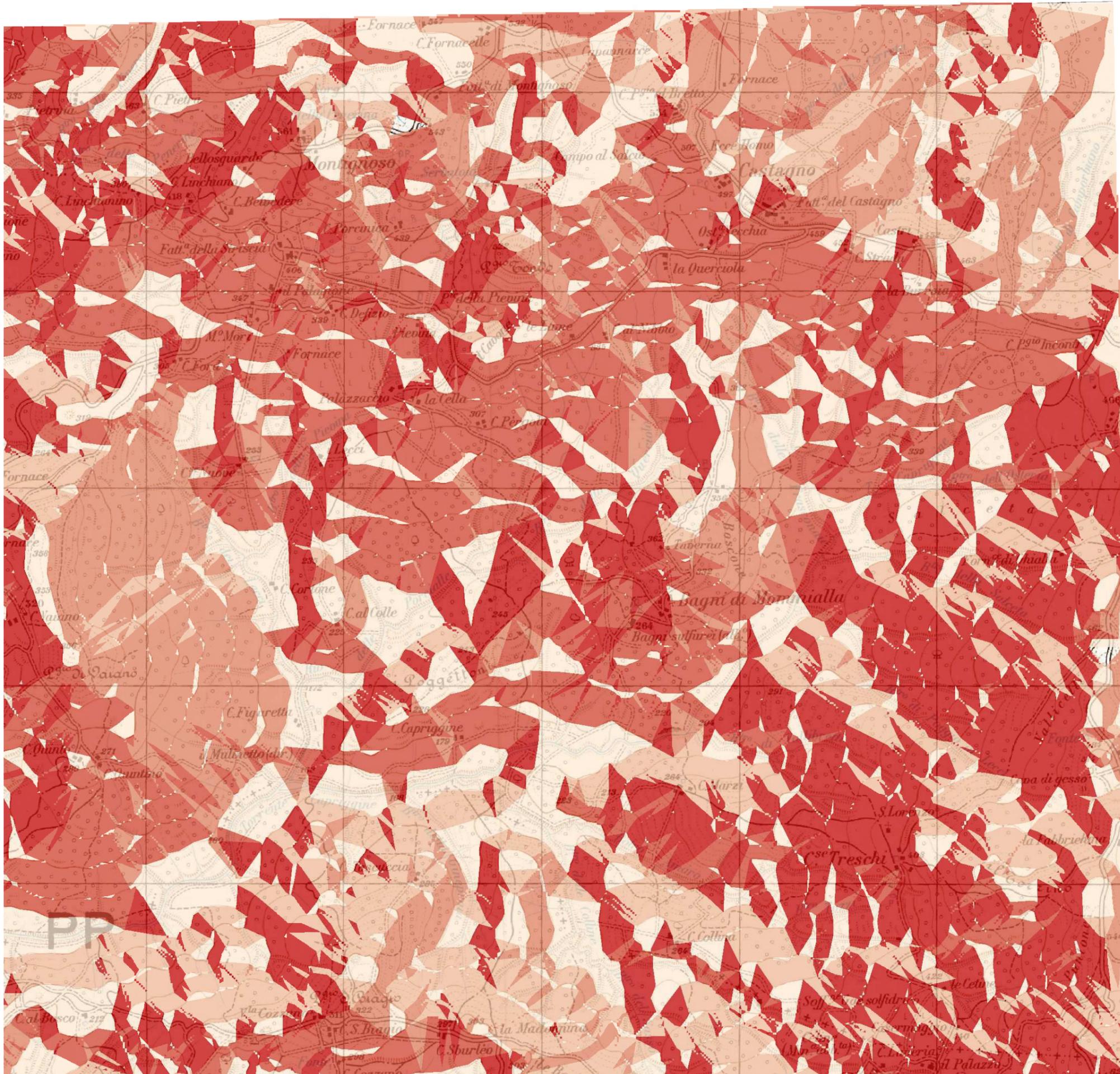


TAVOLA 3



Studio morfologico area NE  
della tavola 122\_II\_NE\_1947  
in scala 1 : 20000

Carta rappresentativa  
dell'esposizione dei  
versanti dell'area  
di studio

Studente :  
Giampaolo Carducci

Matricola :  
226785

Legenda

Esposizione versanti

Settori di esposizione

- pianura
- NW - NE
- NE - SE
- SE - SW
- SW - NW

Settori di esposizione

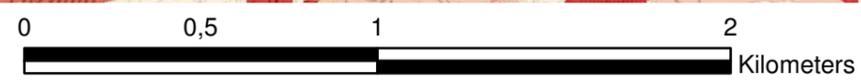
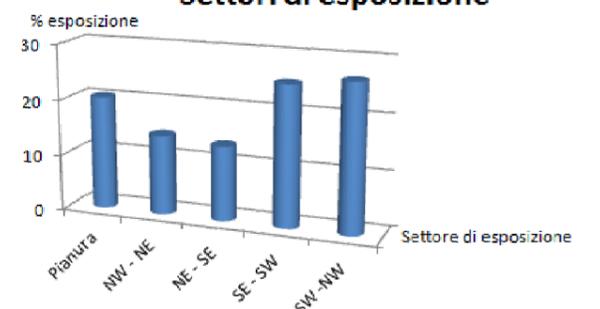
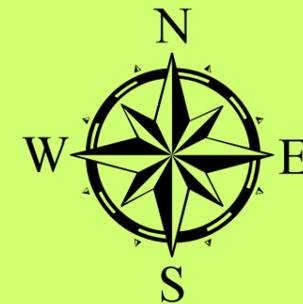
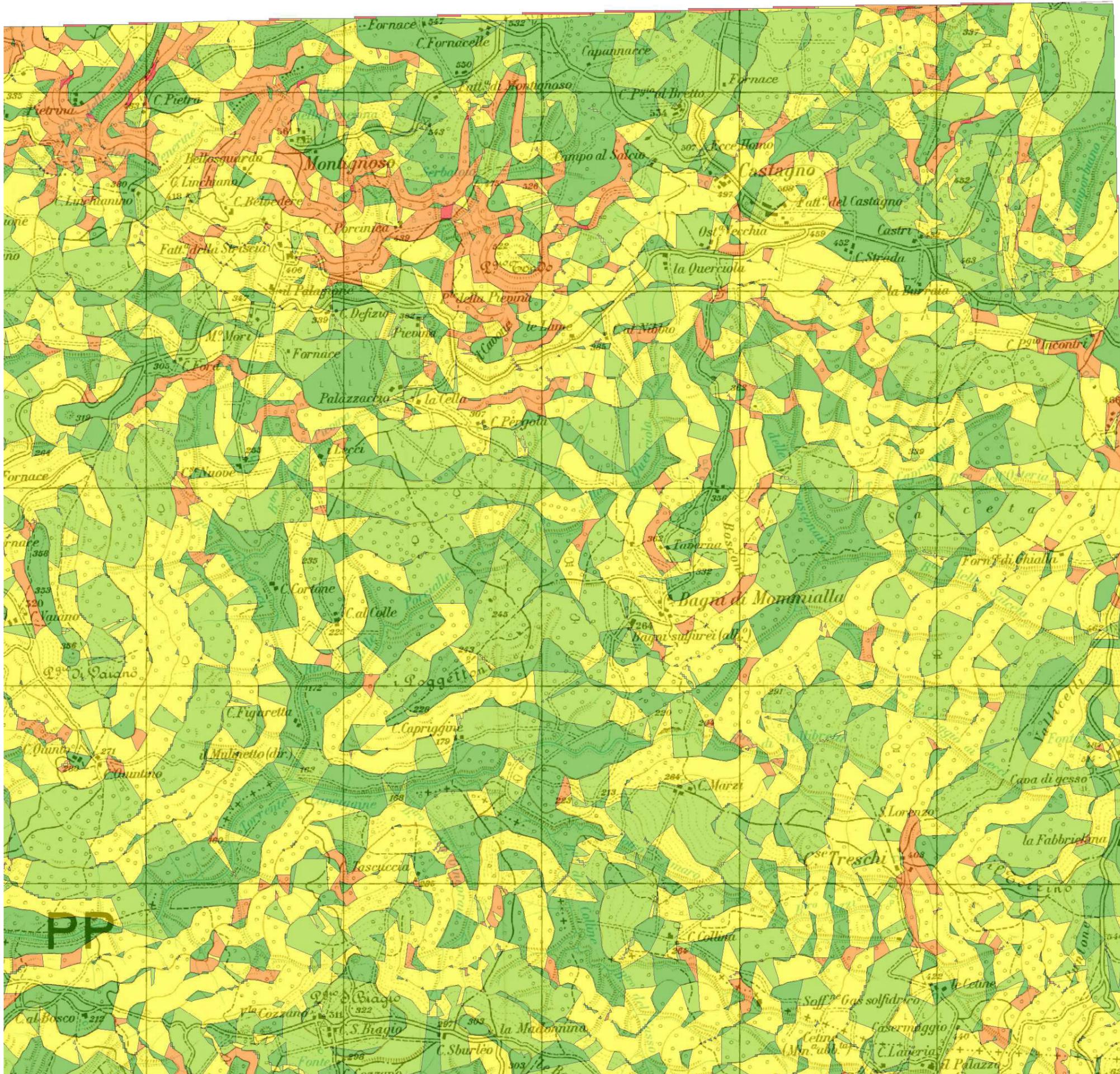


TAVOLA 4



Studio morfologico area NE  
della tavola 122\_II\_NE\_1947  
in scala 1 : 20000

Legenda

Fasce clivometriche  
valori [%]

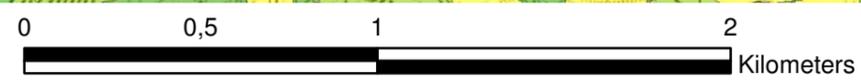
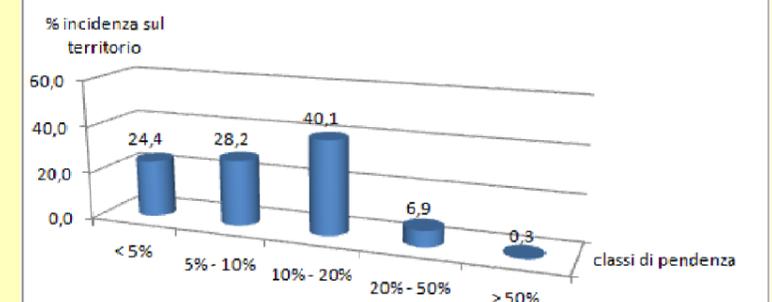
- <5
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 50
- > 50

Carta rappresentativa  
delle classi clivometriche  
relative all'aera di studio

Studente :  
Giampaolo Carducci

Matricola :  
226785

Percentuali di incidenza di classi clivometriche nell'area di studio



0 0,5 1 2  
Kilometers



Università degli studi dell'Aquila

## TAVOLA 5

### Carta rappresentativa del vincolo idrogeologico in prossimità del torrente Capriggine

#### Legenda

- Vincolo Idrogeologico
- Percorsi fluviali
- Superfici urbanizzate
- Costruzioni interne al vincolo

Studio morfologico area NE  
della tavola 122\_II\_NE\_1947  
in scala 1 : 20000

Studente :  
Giampaolo Carducci

Matricola :  
226785

