POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Ingegneria Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica Magistrale

Tesi di Laurea

Procedura automatica per il calcolo delle correnti di cortocircuito e dei flussi di potenza nella rete tranviaria torinese



Relatori: Prof. Ing. Enrico Pons Dott. Ing. Pietro Colella Dott. Ing. Roberto Rizzoli - Infra.To

> Candidato: Lorenzo Bertolone Citin

Luglio 2018

Dedicata ai miei genitori Daniela e Claudio, alle mie sorelle Francesca e Sathya, ai nonni Melina, Salvatore e Luigi, ai miei cugini, zii, e Alessandra.

Grazie per aver sempre creduto in me.

Indice

1	Intr	oduzione	1
2	Siste	ema Tranviario Torinese	2
	2.1	La Rete Elettrica	2
	2.2	Le Motrici	3
3	Inte	rfaccia al Simulatore di rete tranviaria software RHS di Genova	6
	3.1	Consultazione/editazione della rete	7
	3.2	Importazione dei dati ed assegnazione della zona	8
	3.3	Calcolo e visualizzazione dei risultati	8
4	Prog	getto 'Augusta Tauringrid'	11
	4.1	Esportazione da ambiente Autocad	12
	4.2	Configurazione plugin ed importazione in ambiente QGIS	18
	4.3	Elaborazione dati in ambiente QGIS	24
	4.4	Esportazione da ambiente QGIS	41
	4.5	Importazione in ambiente MATLAB	43
	4.6	Elaborazione dati in ambiente MATLAB	51
	4.7	Visualizzazione dei Risultati su QGIS	53
5	Sim	ulazione di 'Augusta Tauringrid'	65
	5.1	Scenario 1: Rete elettrica tranviaria zona 40 in condizioni ordinarie	67
		5.1.1 Analisi dei Risultati	67
	5.2	Scenario 2: Rete elettrica tranviaria zona Politecnico di Torino in condizioni	
		di guasto a terra	69
		5.2.1 Analisi dei risultati	69
		5.2.2 Verifica dei risultati	70
	5.3	Scenario 3: Rete elettrica tranviaria zona circostante 30 Politecnico di	
		Torino in condizioni di guasto a terra	72
		5.3.1 Analisi dei risultati	72
		5.3.2 Verifica dei risultati	73

	5.4	Scenar	io 4: Rete elettrica tranviaria in condizioni di guasto a terra nella	
		zona 4	0 alimentata da due sottostazioni elettriche	75
		5.4.1	Analisi dei risultati	75
		5.4.2	Verifica dei risultati	76
6	Con	clusion	i	78
In	dice d	lelle fig	ire	84
Aj	opend	lice		85
A	Cod	ice Mat	lab Augusta Tauringrid	85
B	Lice	enze Ma	teriale Multimediale	138
Ri	ngraz	ziament	i	I

Capitolo 1 Introduzione

La rete tranviaria di Torino possiede 210 km di binari singoli, 500 km di cavi sotterranei, 49 sottozone elettriche alimentate da circa 20 cabine di conversione e circa 700 scambi totali. Ogni giorno centinaia di passeggeri usufruiscono del servizio di trasporto pubblico attraverso una o più delle 550 fermate dislocate su tutto il territorio. La complessa magliatura della rete permette non solo di ottenere normali percorsi di linea, ma anche collegamenti con depositi tranviari e deviazioni su tutta la rete ove necessario [1]. Infra. To è una società di progettazione e di realizzazione delle infrastrutture di proprietà della città di Torino nata nell'ottobre del 2010 a seguito della scissione di ramo d'azienda di Gruppo Trasporti Torino (G.T.T.) per separare la gestione dei servizi di trasporto pubblico locale dalla gestione delle infrastrutture [2]. Questa tesi è stata sviluppata nell'ambito di un progetto di ricerca stipulato tra Infra.To e il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino. L'obiettivo della tesi è realizzare una semplice interfaccia grafica, che permetta di risolvere la rete e consultare dati in differenti scenari e configurazioni di sistema per la progettazione, manutenzione, disegno ed aggiornamento della rete elettrica tranviaria. Con la supervisione del personale Infra. To, tramite incontri programmati e dei relatori della tesi, si è deciso di sfruttare l'ambiente di programmazione MATLAB per lo sviluppo dei calcoli e l'ambiente QGIS per l'interfaccia di visualizzazione grafica. La tesi fornisce brevi cenni sul sistema tranviario torinese al capitolo secondo, con l'intenzione di presentare la configurazione della rete elettrica e le motrici utilizzate per far comprendere al lettore le condizioni al contorno su cui verte la tesi e definire i vincoli fisici del sistema. Successivamente, nel capitolo terzo viene sviluppata un'analisi del software utilizzato da Infra. To allo scopo di analizzarne difetti e pregi. Si presenta infine la procedura di realizzazione ed il manuale di utilizzo del nuovo software implementato che prende il nome di Augusta Tauringrid.

Capitolo 2

Sistema Tranviario Torinese

2.1 La Rete Elettrica

La rete elettrica tranviaria è suddivisa in zone e ciascuna zona è alimentata da una sola sottostazione elettrica. Dalla linea in media tensione si giunge alle cabine di conversione dove si passa da un sistema in corrente alternata ad un sistema in corrente continua raddrizzata a bassa tensione pari a 600 V. Dalle cabine di conversione l'energia elettrica viene trasferita lungo cavi sotterranei in cassette di alimentazione dalle quali attraverso un complesso sistema di cavi positivi, negativi, di alimentazione e barrature in rame di collegamento si giunge alle linee di contatto costituenti la rete aerea. In ogni sottostazione elettrica ci sono uno o due trasformatori esafase dove a valle di ognuno c'è un solo gruppo di conversione. Ogni cabina di conversione ha delle partenze ognuna delle quali è protetta da un interruttore extrarapido. La rete aerea è suddivisa in zone tramite divisori di zona che sono costituiti da circa 70 cm di materiale isolante. Qualsiasi motrice necessita di una rete di alimentazione elettrica dalla quale poter assorbire corrente per il corretto funzionamento. Per far ciò il tram sfrutta un pantografo che struscia su di una linea di contatto in rame sospesa sopra ad ogni binario ad un'altezza media compresa tra i 4 e i 6 m di altezza sostenuta da un sistema di tiranti composti da funi in materiale isolante. La linea di contatto non è sospesa al centro delle due rotaie del binario ma ha un andamento di poligonazione a zig zag affinchè non vi sia disuniformità di usura dello strisciante in grafite del pantografo [1]. La corrente assorbita dalla motrice ritorna al generatore attraverso le ruote sulle rotaie ed attraverso cavi negativi e cavi sotterranei chiudono il circuito di alimentazione. Una motrice che transita sotto il divisore deve disinserire la trazione elettrica affinchè non sussista la formazione di archi elettrici che producano danni al divisore ed al pantografo. Trattando nello specifico l'argomento dei binari, è definito interbinario la distanza tra le sagome di due mezzi tranviari paralleli che procedono nello stesso senso oppure in quello opposto che deve essere sempre necessariamente superiore ai 40 cm e se non rispetta tale requisito necessita di segnalazione al manovratore tramite segnaletica apposita per dare

la precedenza al mezzo con senso di marcia opposto. Sulla rete tranviaria torinese sono presenti due tipologie di scambio elettrici: la cassa di manovra tradizionale e la cassa di manovra moderna. Entrambe le tipologie sono comandate elettricamente e possono essere azionate manualmente azionando un'apposita leva usualmente a bordo della motrice, da infilare in apposita feritoia. La *cassa di manovra tradizionale* sfrutta un attuatore elettrico con comando a radiofrequenza installata al di fuori della cassa che provoca lo spostamento dell'elemento mobile che determina la diramazione o la confluenza delle rotaie. Il comando a radiofrequenza viene attivato quando la motrice si trova a circa 23 m prima dello scambio e nella rete tranviaria di Torino sono circa presenti 240 scambi di questo tipo. La *cassa di manovra moderna* di dimensioni maggiori invece contiene azionamenti elettrici o elettroidraulici di ultima generazione per l'azionamento a distanza. Gli scambi a molla invece consentono l'accesso ad una zona successiva ma impediscono l'uscita dalla medesima zona in contromano e non sono controllabili con comandi a radiofrequenza e necessitano di apposita segnaletica [1].

2.2 Le Motrici

Pur non concentrando l'attenzione della tesi sui mezzi è necessario almeno conoscerne le *caratteristiche principali* e gli *aspetti costruttivi* in maniera tale da comprenderne il funzionamento durante la simulazione della rete. Su tutto il capoluogo piemontese si manovrano tre fondamentali tipologie di motrici illustrate in figura 2.1:



(a) Motrice serie 6000



(c) Motrice serie 2800

Figura 2.1: Tipologie di motrici

La serie 2800 è la rielaborazione dei tram più vecchi e diversificati tra loro. La *prima* serie fu costruita intorno al 1960 dalle officine Stanga, Moncenisio e Seac caratterizzata da una velocità di punta di 48 km/h, dotati di 3 porte, 27 posti a sedere ed un sistema di apertura e chiusura della porta semiautomatica dove con una leva il manovratore azionava la porta che a sua volta si apriva esclusivamente se il passeggero era sopra una pedana localizzata vicino alla porta e veniva segnalato al manovratore con una spia bianca in accensione. Questo sistema era molto pericoloso perchè non appena il passeggero scendeva dal secondo scalino la porta si richiudeva immediatamente alle sue spalle ed il manovratore era sprovvisto di specchietto retrovisore e non poteva verificare se avvenissero incidenti

durante la discesa. Nella postazione anteriore era posto il sedile del bigliettaio e la discesa avveniva nei pressi della porta posteriore, motivazione per il quale negli anni è rimasta la comune abitudine di salire da davanti e di scendere di dietro. La *seconda serie* fu invece costruita esclusivamente dalle **officine Seac** intorno al 1980, dove la nuova serie 2800 fu dotata di 4 porte e la velocità di punta fu ridotta a 45 km/h. La lunghezza del tram è approssimativamente di 20 m. Il tram è provvisto di sei assi che lavorano a coppie dove subito a valle del pantografo è posizionato un interruttore extrarapido in serie ad un interruttore di linea. Una rete di resistenze poste a monte rispetto ai motori consente tramite un inseritore manuale a tacche, che la corrente di avviamento non sia troppo elevata durante la fase transitoria. L'inversione della marcia è gestita tramite un sistema di contattori che escludono il motore su di un asse per alimentare quello opposto sull'altro asse [5].

La serie 5000 T.P.R. (Tram a Pianale Ribassato) fu introdotta circa nel 1990 e costruita dalle officine Stanga. Il vantaggio fondamentale di questa vettura è la mancanza di gradini per l'accesso ai disabili e alle carrozzine. La vettura raggiunge una lunghezza approssimativa di 22 m, con 51 posti a sedere, con una velocità di punta di 60 km/h ed una tensione di alimentazione di 600 V. L'equipaggiamento elettrico è caratterizzato da azionamenti a chopper con tiristori GTO raffreddati al freon. Il chopper controlla e regola la corrente di avviamento e di frenatura del motore di trazione in base agli ordini imposti dal manovratore attraverso il banco di manovra sottoposto a blocco meccanico e manipolatore a leva per effettuare manovre di marcia. Dal pantografo si ha una derivazione di 2 circuiti identici ed indipendenti tra loro ognuno dei quali va ad alimentare un gruppo motore di trazione composto da un motore serie a quattro poli. Ogni circuito si suddivide in 4 sottogruppi funzionali ovvero: una linea di alimentazione comprensiva di organi di protezione, una linea di filtro per attenuare le armoniche di corrente trasmesse in rete e ridurre il ripple di corrente nel motore, una colonna chopper e relativo motore di trazione ed un circuito di resistenze tampone e di frenatura. I contattori sono coordinati al fine di aprire in caso di sovracorrenti o sovratensioni. Lo scaricatore a valle del pantografo ha il compito di proteggere i circuiti contro le sovratensioni di origine atmosferica.

Dato che i raddrizzatori delle sottostazioni sono unidirezionali in corrente non è possibile reimmettere potenza nella rete di distribuzione MT ma può essere esclusivamente assorbita da altri tram che si trovano in una zona alimentata dalla medesima sottostazione elettrica. Motivazione per il quale la frenata rigenerativa è attuata in presenza di più tram con medesima alimentazione da sottostazione elettrica, viceversa si ha la frenatura di tipo reostatica con reostati posti sul tetto della vettura. In sintesi, il tram frena se la rete è recettiva ed immette potenza in rete, altrimenti la dissipa sulla resistenza. In caso di frenatura ho esclusione immediata del manipolatore a leva e in caso di guasti o anomalie nel funzionamento del chopper apertura automatica degli interruttori extrarapidi. La chiusura degli interruttori extrarapidi può essere svolta soltanto attraverso il manovratore dal banco di comando [5].

La serie 6000 detta anche *Cityway* fu costruita intorno al 2004 dalla Alstom negli impianti della Fiat Ferroviaria di Savigliano. La vettura dispone di 42 posti a sedere ed il pianale risulta totalmente ribassato non essendoci alcun asse che collega le ruote che risultano a loro volta totalmente indipendenti. L'alimentazione avviene in corrente continua a 600 V e la velocità di punta è pari a 70 km/h con avviamento non dissipativo attraverso l'utilizzo di convertitore statico di potenza dell'energia elettrica inverter. Subito a valle del pantografo è posizionato un contattore di linea, coordinato con un relè differenziale e con un fusibile, che permette la messa in sicurezza del sistema ed attraverso apposito regolatore di trazione e sezionatore il corretto sezionamento con messa a terra e la protezione da sovratensioni e cortocircuiti del convertitore statico dell'energia elettrica. Invece di utilizzare un interruttore extrarapido si sfrutta la configurazione fusibile più contattore perchè è più affidabile e si riducono i tempi di manutenzione. Per ottenere compatibilità di inserzione del convertitore statico dell'energia elettrica con la rete si interpone a monte del sistema un'induttanza di filtro in serie ed un sistema di condensatori e resistenze di scarica in parallelo, affinchè la corrente assorbita di picco non superi i 1300 A riducendo la tensione ai capi dei condensatori al di sotto dei 50 V in corrente continua in tempi di scarica molto brevi. Si sfruttano anche un chopper per il sistema di frenatura e trasduttori per il controllo degli azionamenti [5].

Capitolo 3

Interfaccia al Simulatore di rete tranviaria software RHS di Genova

Scopo di questa sezione è fornire una panoramica del programma *Catasto rete di alimentazione* e delle applicazioni autocad realizzate dal *geometra Claudio Viale, Ivo Giammò* ed i tecnici del Servizio Lavori, che hanno fornito planimetrie e tutti i dati necessari per ricostruire la rete ed interfacciarsi al software della **RHS di Genova**. Il software sfrutta delle *autolisp* generate per la gestione, la manutenzione della rete e la collocazione geografica delle motrici. Le autolisp di Autocad prevedono la conversione diretta dei dati presenti in ambiente Autocad trasformati in ambiente Microsoft Access adatto per l'importazione nel programma **Catasto rete alimentazione** che a sua volta implementerà questi dati in un formato adatto all'elaborazione tramite software **Simulatore di rete tranviaria**. Si illustra il funzionamento del software tramite schema a blocchi di figura 3.1:



Figura 3.1: Schema concettuale funzionamento software Simulatore di rete tranviaria

3.1 Consultazione/editazione della rete

All'interno del software Autocad visibile in figura 3.2 è possibile inserire: motrici, cavi positivi, cavi di alimentazione, cavi negativi, cabine, pozzetti, cassette negative, lame per la connessione tra i cavi situati nei pozzetti e sui pali e nodi di linea aerea. Una volta inseriti tutti gli oggetti desiderati si procede all'esportazione dei dati in estensione .out apribile per visualizzazione tramite blocco note. Nell'esportazione la presenza della cartografia non è consigliabile perchè rallenta enormemente la velocità di esportazione. Si riscontra anche che le autolisp implementate con gli aggiornamenti successivi di Autocad inducono nel sistema delle anomalie nel funzionamento ed è necessario sfruttare un approccio differente per la risoluzione del problema che si pone.



1405322.3398, 4992240.2510, 0.0000 SNAPI GRIGLIAI ORTOI POLAREI OSNAPI OPUNTAMENTOI SPLI MODEL

Figura 3.2: Schermata Software Applicazione Autocad

3.2 Importazione dei dati ed assegnazione della zona

La fase successiva è quella di importare i dati in estensione .out all'interno dell'ambiente Microsoft Access tramite applicativo Catasto rete di alimentazione visibile in figura 3.3. E' possibile possano effettuarsi errori dovuti ad eventuali difetti di sistema ed è preferibile effettuare necessariamente copia di back-up. Il software Catasto rete di alimentazione è realizzato in ambiente Microsoft Access tramite interfaccia programmata in Visual Basic e consente di ordinare dati, effettuare stampe con l'elenco dei cavi, delle cassette e di tutti gli elementi costituenti la rete di alimentazione, semplificare i circuiti, calcolare le resistenze dei cavi, unire due o più zone di alimentazione, importare o esportare file. dwg da Autocad ed esportare file per l'utilizzo sul Simulatore di rete tranviaria visibile in figura 3.4. Tramite la funzione importa da file Autocad si susseguono quattro fasi in cui nelle prime due si autorizza la procedura di aggiornamento dei record nel database, la terza fase accoda i dati e la quarta comunica che l'importazione è avvenuta correttamente. E' possibile applicare appositi filtri per importare determinate zone di alimentazione. Successivamente all'importazione dei dati nel database è necessario effettuare un'assegnazione manuale della zona ai cavi agendo all'interno del database tramite la funzione Gestione manovra. Tramite dei codici alfanumerici univoci riesco a definire connessioni, proprietà ed identificazioni di elementi connessi tra di loro. Una volta effettuate le assegnazioni manuali, chiuso e riaperto il database sarà possibile visualizzare l'aggiornamento delle modifiche apportate. Se tutte le connessioni sono state effettuate correttamente ed assegnate alla zona di alimentazione di appartenenza, è possibile effettuare l'analisi del circuito in una sezione del software dedicata. Terminato l'inserimento e l'elaborazione dei dati vengono le esportazioni in modo da consentire il calcolo del circuito da parte del simulatore di rete tranviaria in estensione .xls contenenti i dati dei nodi e dei lati della zona prescelta per il test. I programmi realizzati con Access ed Autocad tramite autolisp risultano efficaci, in sinergia con il simulatore di rete tranviaria, per la gestione della manutenzione, dello studio e della manipolazione della rete. In sintesi, grazie ai seguenti software di interfaccia è possibile: inserire vetture tranviarie distinguendone tipo e stato, interrogare dati anagrafici delle entità presenti in planimetria, ricercare varie entità tramite codici generati univocamente, esportare o importare dati, gestire la manutenzione della rete di alimentazione, gestire i vari layer di planimetria e gestire le stampe.

3.3 Calcolo e visualizzazione dei risultati

Il simulatore di rete tranviaria è costituito da un'interfaccia che sfrutta in background il programma MATLAB che costituisce il motore di calcolo di tutto il sistema. Mediante il pulsante di carica configurazione si effettua l'import dei dati precedentemente esportati e viene effettuato il calcolo della resistenza di ogni cavo. Successivamente attraverso il



Figura 3.3: Schermata Software Catasto Rete di Alimentazione



Figura 3.4: Schermata Software Simulatore di Rete Tranviaria

pulsante di configurazione nodi si caricano ulteriori dati relativi ai nodi e si può procedere alla simulazione avviando il processo relativo al calcolo delle correnti e delle tensioni della zona caricata. Al termine della procedura di calcolo si agisce sul pulsante risultati simulazione per la visualizzazione. Successivamente vengono esportati in ambiente Microsoft Excel i valori calcolati delle correnti circolanti nei rami e nei nodi e le cadute di tensione ai nodi. Qualsiasi modifica non può essere effettuata direttamente sul file esportato in excel, ma esclusivamente dal software di interfaccia Catasto reti di alimentazione, dal file con estensione textsl.out o dal simulatore di rete tranviaria. Rimane comunque il fatto che il committente desidera spostarsi verso *l'open-source* con un **software decisa-mente semplificato**. Viene rilasciato un file .*dwg* successivamente all'incontro nominato Agg_EL_cartografia.dwg creato in data 29 settembre 2009 contenente la planimetria di rete elettrica tranviaria della città di Torino in ambiente Autocad in riferimento alla figura 3.5.



Figura 3.5: File Agg_EL_cartografia Torino InfraTo

Capitolo 4 Progetto 'Augusta Tauringrid'

Il commitente richiede la possibilità di avere un ambiente di programmazione tale per cui si possano editare i blocchi, interrogare gli elementi individuando le proprietà di ciascuno di essi ed aggiornare facilmente qualsiasi tipo di modifica. Sulla base del file consegnato da **Infra.To** è stato possibile riscontrare preliminarmente che ciascuna tipologia di elemento risulta suddivisa in layer differenti e che le linee aeree risultano suddivise in zone e ciascuna di esse ha un suo layer specifico. Si decide di passare da ambiente Autocad ad ambiente QGIS e di effettuare esportazione in formato *.csv* e *.shp* tale per cui i dati vengono importati in Matlab e li elaborati per poi riportarli in QGIS ed effettuare visualizzazione grafica intuitiva e semplificata. Il codice sorgente verrà compilato in *.m* e si riporta uno schema a blocchi concettuale per la soluzione applicativa proposta in figura 4.1:



Figura 4.1: Schema concettuale funzionamento software Augusta Tauringrid

4.1 Esportazione da ambiente Autocad

In questo capitolo si illustrano sotto forma di manuale d'utilizzo tutti i vantaggi intrinseci del software e la loro reale applicazione per la parte sperimentale di calcolo. Si procede alla sperimentazione esportando vari tipi di dati appartenenti alla cartografia e ci si avvale dell'utilizzo della storia degli aggiornamenti e dei manuali di supporto per analizzare simbologie di forma e strutture utili all'identificazione di eventuali codici presenti. In seguito ad un incontro con i relatori si decide di esaminare l'ambiente di QGIS e analizzare se sia possibile l'importazione di dati Autocad senza particolari problematiche. Si procede all'esaminazione del software e si riscontra che è possibile importare vettori di dati al suo interno esportando i singoli layer da Autocad in formato .*dxf*. Si esegue la seguente procedura di analisi dell'ambiente di Autocad:

1. Si apre il file Agg_EL_cartografia in ambiente Autocad e si procede alla visualizzazione di tutti i layer presenti in maniera tale che non ve ne siano erroneamente alcuni nascosti che non possono essere esportati in ambiente QGIS come è possibile notare in figura 4.2.



Figura 4.2: Step 1: Accensione visualizzazione di tutti i layer

2. Si procede con lo sblocco di tutti i layer presenti come illustrato nella figura 4.3.

4 - Progetto 'Augusta Tauringrid'



Figura 4.3: Step 2: Sblocco di tutti i layer bloccati

3. In seguito si scongelano i layer congelati notando che affianco al testo di scongelamento è possibile eseguire velocemente accensione della visualizzazione e sbloccaggio del layer tramite i tastini associabili a dei comandi rapidi visibili in figura 4.4.



Figura 4.4: Step 3: Scongelamento di tutti i layer bloccati

4. Inoltre è possibile visualizzare dal file velocemente ciò che risulta di interesse tramite il comando Percorri i layer che tramite una procedura di filtraggio mi permette di verificare in maniera affidabile e veloce la presenza di determinati elementi presenti all'interno di specifici layer. Viene elencata la procedura corretta di esecuzione da figura 4.5 a figura 4.8:



Figura 4.5: Step 4: Fase 1 - Comando Percorri i layer

- 5. Come fase iniziale bisogna duplicare il file ed aprirlo perchè bisognerà generare un .*dwg* per ogni layer. Bisogna procedere all'esportazione in formato .*dxf* di ogni singolo layer del file .*dwg* per l'importazione sottoforma di testo delimitato come vettore in ambiente QGIS e per farlo bisogna assicurarsi che siano attivi scongelati e non bloccati tutti i layer per poi bloccare il layer interessato e selezionando tutto l'insieme cancellare il resto affinchè rimanga esclusivamente il layer interessato e salvarlo come *NOMELAYER.dwg*. Per puro esempio dimostrativo rimarranno non cancellati oggetti del **layer CASSETTE** sul nuovo disegno .*dwg*. Successivamente si procederà nell'illustrazione della corretta procedura di esportazione del layer in oggetto a titolo puramente dimostrativo a figura 4.9 e figura 4.10.
- 6. Per l'esportazione del layer selezionato in formato .*dxf* per l'importazione in ambiente QGIS, si decide di applicare la seguente convenzione come **standard univoco** per tutte le esportazioni che verranno effettuate salvando nel seguente modo: *NOMELAYER.dxf* per far ciò dal prompt dei comandi basta digitare *DXFOUT* oppure fare "*Salva con nome*" e specificare la tipologia .*dxf* della versione Autocad più aggiornata a seconda della compatibilità del sistema come mostrato in figura 4.11.

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'



Figura 4.6: Step 4: Fase 2 - Comando Percorri i layer



Figura 4.7: Step 4: Fase 3 - Comando Percorri i layer

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'



Figura 4.8: Step 4: Fase 4 - Comando Percorri i layer



Figura 4.9: Step 4: Fase 5 - Comando Blocca

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

🚵 Salva con nome	×
Salvar:	
None He: CASETTE.dwg v Salva Tipo file: Desgno d AutoCAD 2013 ("dwg) v Annula	

Figura 4.10: Step 4: Fase 6 - Salvataggio CASSETTE.dwg

a serie con none							
Salva in:	Autocad		¥	() ()	(⊻iste •	 Strumenti
ASC Consistent Decument	Nome	^ Io_ATTRIBUTI ITE.dbf		Anteprima			
Norders Desistor				Opzioni Aggioma fogl anteprime ad Copia feed pr (accedere ad	io e visu lesso ogettazi (A360 p	alizza one er attivare)
TT	¢		>				
	Nome file:	CASSETTE				~	≦alva
	Traffe	DXE di ArtoCAD 20	3(* 44)			~	Annulla

Figura 4.11: Step 5: Esportazione con estensione .dxf

7. Infine, una volta salvato il layer è sufficiente ripetere la procedura 5 e 6 per ogni singolo layer fino ad aver salvato ogni singolo layer in formato .dxf.

4.2 Configurazione plugin ed importazione in ambiente QGIS

L'ambiente QGIS risulta un ambiente ricco di plugin e versatile. Molte funzioni sono simili a quelle dell'ambiente Autocad dove è possibile generare linee, polilinee, circonferenze editare blocchi e molto ancora. Interessante è anche la funzionalità di snapping che mi consente di ottenere con estrema precisione connessioni tra elementi. L'ambiente di sviluppo si presenta con questa configurazione iniziale e necessita per completezza l'installazione di tre plugin scaricabili con la seguente procedura dettagliata. Sarà possibile per versioni del programma successivamente implementate aggiungere o modificare altri plugin a discrezione del committente. Si descrive la procedura dettagliata per l'installazione ed il settaggio iniziale dei plugin su calcolatore.

1. Effettuo attraverso la repository ufficiale l'aggiornamento dei plugin disponibili. Verifico che nelle impostazioni vi sia effettiva connessione online per scaricare i plugin direttamente dal sito ufficiale di QGIS. Nella figura 4.12 e figura 4.13, è possibile visualizzare l'interfaccia per la configurazione dei plugin.



Figura 4.12: Step 1: Installazione Plugin

20 Flugin j impostazioni	?	×
🗼 Tutto	🗌 Controlla aggiornamenti all'avvio	
Installati	ogni volta che QGIS parte 🛩	
Non installati	Nota: Con questa funzione abilitata, QGIS vi informerà ogni volta sia disponibile un plugin nuovo o uno aggiomato. Altrimenti, il controllo dei repository sarà eseguito all'apertura dellafinestra del gestore dei plugin.	
	🔻 🗌 Mostra anche plugin sperimentali	
Turbostazioni	Nota: Solitamente i plugin sperimental non sono adatti per il lavoro produttivo. Questi sono allo stato di sviluppo, e vanno considerati come 'incompleti' oppure come 'idee concettuali'. QGIS non raccomanda di installare questi plugin a meno che non si vogla sperimentani.	
	▼	
	Nota: I plugin obsoleti non sono adatti per la produzione. Questi plugin non sono più mantenuti e devono quindi essere considerati come strumenti obsoleti. QGIS raccomanda di non installare questi plugin a meno che non sia necessario e non ci sano altre valide alternative.	
	Repository dei plugin	-
	Stato Nome URL	1
	Connesso kepository pogin u incae Qala inclus://pogins.tgis.org/pogins/pogins.xmirtgis=2.16	
	Ricarica repository Aggiungi Modifica Elimina	

Figura 4.13: Step 2: Installazione Plugin

2. Installo tre plugin: AutoFields, QuickExport e NNJoin e noto che si aggiungerà una barra applicativa per ogni plugin installato sul pannello di interfaccia principale dell'applicazione visibile da figura 4.14 a figura 4.16.



Figura 4.14: Step 3: Installazione Plugin



4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.15: Step 4: Installazione Plugin

🌠 QGIS 2	2.18.14					
Progetto	Modifica	Visualizza	Layer	Imposi	tazioni	Plug
		8 🔒	Z	2 6) 🕸	A
1. 6		•°° / 0		1% í	j ~«	A
1	b	CSV HTM	PDF	PR 0		
9 90						

Figura 4.16: Step 5: Installazione Plugin

3. Successivamente alla loro installazione mi occupo delle impostazioni di sistema dei plugin con una convenzione di lettura dei dati esportati univoca che si interfacci in maniera ottimale con l'applicazione **Augusta Tauringrid** come visibile da figura 4.17 a figura 4.20.

🔏 QGIS 2.18.14	
Progetto Modifica Visualizza Layer Impostazioni Plugins Vettore Raster Database Web Processing Guida	
🗅 🖿 🖥 🖥 🖓 🖏 🔇 🗞 🖗 🔎 🖉 🥦 🖓 🦕 🦧 🖫 🛄 🈂 🔍 🍭 - 🔣 - 🖏 - 🌄 🛯 🔤 Σ 🚍 - 💭 🗖 -	
///局部后部友面≥000 = ◎ ■ 電気電気電気 =	
Auto-Felde plugn	AutoFields
V _o	Configuration List of AutoFields
P.	Layers
Q	Layer Name
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
M2	
V ₀ ⁻ -	
	New Field
	Name
	Type Integer
	Length 1 🤤
	Precision 0
	Value or Expression:
	Custom Expression
	🔿 X coordinate

Figura 4.17: Step 1: Configurazione Plugin

💋 QGIS 2.18.14	an annan ananananan maranan ananan maranan maranan marananan	1
Progetto Modifica Visualiz	ta Layer Impostazioni Plugins Vettore Raster Database Web Processing	Guida
🗋 🗁 🖥 🛃 🖵) 🖳 R R Q Q 👯 C P P A 🔹 🖑 🔊] 🔁 🔍 🔍 🖲
W. / B .: .		be csw 🜏
📑 🎄 🎄 🔀	TM PDF PR 0	
Va I	1	
	2 QuickExport - Settings	ŕ×
Ro	General settings	
@ -	Export hidden attributes	
~ @	CSV export	
	Delimiter () tab () comma () pipe ()	semicolon
A		
9 0		
V.	OK	Cancel
Vo-		

Figura 4.18: Step 2: Configurazione Plugin

ugin Tutto (554)		1
Tutto	Cerca	
	AultiEdit /	
Installati	🚖 Multiline Join	NNJoin
	🚖 Multipart Split	
Non installati	Aultiple Layer Selection	Nearest neighbour join. Join vector layers based on nearest neighbour
	🐅 multiPrint	relationships.
Impostazioni	🐅 MultiQml	
	🐅 Multitemporal Analyzer	The NNPlugin joins two vector layers (the input and the join layer) based on nearest neighbour
	🐅 Mutant	relationships. All geometry type combinations are supported. A feature from the input layer is joined to
	🐅 My Configs	nearest feature in the join layer. The result of the join is a new vector layer with the same geometry ty
	hysQL Importer	and coordinate reference system as the input layer, Joining layers with different Coordinate Reference
	🚖 Natural Earth Raster	distance calculations is performed using the join layer CRS. Self joins are supported For self joins and
	A NatusferaQGIS	feature in the layer is joined to its nearest neighbour within the layer. A spatial index (OosSpatialIndex)
	🐅 navidata.pl geocoder	the join layer is used to speed up the join for layers with non-multi-geometry types.
	A NetCDF Browser	
	🐅 networks	│
	🖕 New layers to the top	
	🐅 New Memory Layer	Etichette: closest,neighbor,neighbour,join,nearest,spatial join,distance,analysis,vector,vector layer
	hextGIS Connect	Maggiori informazioni: homepage bug tracker code repository
	🐅 NITF Toolbox	
	🙀 NNJoin	Autore: Havard Tveite, NMBU
	☆ norGIS ALKIS-Einbindung	Versione disponibile: 1.3.2 (in Repository plugin ufficiale OGIS)
	🐅 NTS Data Download	Versione dispondule. 1.5.2 (in Reportory plagin dirictale Quis)
	hNTv2 Datum Transformations	
	🖕 Numerical Vertex Edit	
	🐅 NumericalDigitize	
	🔲 🥪 OffineEditing	
	☆ OGR2Layers	
	📥 Online Routing Manner	Aggiorna tutto

Figura 4.19: Step 1: Installazione Plugin



Figura 4.20: Step 2: Installazione Plugin

4. In seguito si provvederà a spiegare le funzionalità dei tre software installati per cercare di far comprendere al lettore la loro utilità. In prima analisi il plugin AutoFields è necessario per aggiornare automaticamente delle espressioni di campo formulate ed esportarle ed importarle in un formato *.json* standard. Il plugin QuickExport invece consente facilmente una volta selezionato un vettore di esportarlo in una cartella preimpostata con un determinato formato preimpostato ed estensione specifica che nel nostro caso sarà un *.csv* leggibile da Matlab. Infine il plugin NNJoin consente di associare in maniera corretta il tram alla linea aerea con l'ulteriore supporto della funzione snapping che verrà successivamente illustrata. E' necessaria l'esportazione del file .csv tramite il plugin NNJoin per associare il tram ad un punto di interesse della linea aerea durante la simulazione.

4.3 Elaborazione dati in ambiente QGIS

Una volta fatta una panoramica generale dell'ambiente QGIS si importano i file .*dxf* esportati precedentemente da Autocad tramite la seguente procedura e si illustrerà sempre esclusivamente a titolo esemplificativo la corretta procedura di impostazione per un unico layer. Gli altri layer da importare dovranno seguire la medesima procedura per effettuare una corretta importazione dei dati.

1. Bisogna preliminarmente inserire un nuovo layer in QGIS basandosi sul file precedentemente esportato e seguendo i sottopassaggi illustrati a figura 4.21 e figura 4.22.



Figura 4.21: Step 1: Aggiunta di un vettore layer

 ● File ○ Cartella ○ Database ○ Protocollo Codifica System ✓ Sorgente Insieme di dati a Tauringrid v. 1.0\Esportazioni\Autocad\CASSETTE.dxf Sfoglia 	Tipo sor	gente			
Codifica System ▼ Sorgente Insieme di dati a Tauringrid v. 1.0\Esportazioni\Autocad\CASSETTE.dxf Sfoglia	• File	O Cartella	O Database	O Protocollo	
Sorgente Insieme di dati a Tauringrid v. 1.0\Esportazioni\Autocad\CASSETTE.dxf Sfoglia	Codifica	System			•

Figura 4.22: Step 2: Aggiunta di un vettore layer

 Bisogna sempre evitare di inserire dati non necessari per alleggerire il programma. Qualunque layer importi introduco esclusivamente il tipo di geometria Point e LineString rispettando la convenzione di *sistema di riferimento* QGIS illustrata in figura sempre ed in qualunque caso venga richiesto come predefinito il Monte Mario Italy zone 1 come è possibile notare in figura 4.23 e figura 4.24.

ID del layer	Nome del layer	Numero di geometrie	Tipo di geometria	
0	entities	3095	Point	
0	entities	38	LineString	

Figura 4.23: Step 3: Aggiunta di un vettore layer

		?	×
Specifica il SR per il layer CASSETTE entities Point			
iltro			
istemi di riferimento usati di recente			
Sistema di Riferimento	ID dell'autorità		
Monte Mario / Italy zone 1	EPSG:3003		
<			2
Sistema di Riferimento	ID dell'autorità	condi i SR sco	nsigliat
Sistema di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt	ID dell'autorità EPSG:26392	condi i SR sco	nsigliat
Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Mente Maria (Rema) / Italy zono 1 (depresated)	ID dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26391 EDSG:25591	condi i SR sco	nsigliat
Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated) Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated)	ID dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26391 EPSG:26591 EPSG:26592	condi i SR sco	nsigliai
 Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated) Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated) Monte Mario / Italy zone 1 	ID dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26591 EPSG:26591 EPSG:26592 EPSG:3003	condi i SR sco	nsigliat
 Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated) Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated) Monte Mario / Italy zone 1 Monte Mario / Italy zone 2 	ID dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26591 EPSG:26591 EPSG:26592 EPSG:3003 EPSG:3004	condi i SR sco	nsigliat
 Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated) Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated) Monte Mario / Italy zone 1 Monte Mario / Italy zone 2 	D dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26391 EPSG:26591 EPSG:26592 EPSG:3003 EPSG:3004	condi i SR sco	nsiglia ,
 Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated) Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated) Monte Mario / Italy zone 1 Monte Mario / Italy zone 2 Se selezionato: Monte Mario / Italy zone 1 	D dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26391 EPSG:26591 EPSG:26592 EPSG:3003 EPSG:3004	condi i SR sco	nsiglia ,
Sistemi di riferimento mondiali Sistema di Riferimento Minna / Nigeria Mid Belt Minna / Nigeria West Belt Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated) Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated) Monte Mario / Italy zone 1 Monte Mario / Italy zone 2 Sistemato: Monte Mario / Italy zone 1 Horizonato: Monte Mario / Italy zone 1 Horizonato: Horizonato: Monte Mario / Italy zone 2 Monte Mario / Italy zone 1 Horizonato: Monte Mario / Italy zone 1 Horizonato / Italy zone 1 Monte Mario / Italy	□ Naso ID dell'autorità EPSG:26392 EPSG:26391 EPSG:26591 EPSG:26592 EPSG:3003 EPSG:3004 =0 +ellps=intl +no_defs	condi i SR sco	nsiglia ,

Figura 4.24: Step 4: Aggiunta di un vettore layer

3. Una volta inserito il vettore nel pannello di visualizzazione dei layer è possibile visualizzare determinati elementi o meno e creare sottogruppi per dividere gli elementi in categorie di interesse. Per esempio è possibile realizzare una sezione simulazione che possa a sua volta includere simulazioni di zone facenti parte delle rete in un unico file effettuando confronti dato che ogni simulazione che verrà lanciata risulterà essere un layer sovrapponibile agli elementi già presenti nella rete. Inoltre è possibile selezionando il layer e con il tasto destro del mouse aprire la tabella degli attributi che potrà essere modificabile con aggiunta o rimozione di campi di calcolo in funzione delle esigenze del committente come visibile a figura 4.25 e figura 4.26.



4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.25: Step 1: Gestione di un vettore layer

💋 QGIS 2.18.14							
Progetto Modifica Visualizza Layer Impostazioni	Augins Vettore Raster Database Web Processing Guida	-					
0 📁 🖯 🔂 🖓 🖓 💽 🧇	🍽 🗩 🖉 🗰 🖓 이 🖓 이 🖓 이 🖓 이 🖓 이 🖓 이 🖓 🖉 🖉 🖸 🔤 🛛 🖉 🖓 이 🖓 이 🖓 이 🖓 이 🏹 이 🏹 이 🌾	2					
₩./局站品·站灰面≈	1) 🗋 🛲 🌍 📲 🖷 🖷 🦏 🦏 👘 🔤 👶						
🎇 🏂 素 CSV HTM PDF 📧 0							
g po Layers Panel & X							
Vo < /2 × 7 4. • 3 11 12							
CASSETTE entities Point CASSETTE entities lineString							
		🕺 CASSETTE en	tities LineString :: Feati	ures total: 38, filtered	I: 38, selected: 0		
		/ # 8 2	8 B S S T	1 & P 0 0		(#	
		22 CADDETTE	SubClasses	ExtendedEntity	Linetype	EntityHandle	Text
(F) -		23 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45AE96	
9_		24 CASSETTE	AcObEntity:AcOb			3565DA	
VA.		25 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45AEB1	
V		26 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45AEB5	
		27 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45AEB9	
		28 CASSETTE	AdDbEntty:AdDb			45A280	
		29 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45ADD8	
		30 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45ADDC	
	•••	31 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45ADF7	
		32 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			182AE3	
		33 CASSETTE	AdDbEntty:AdDb			45ADPB	
		34 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			1CFEC8	
		35 CASSETTE	AcObEntity:AcOb			10004C	
		36 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45ADFF	
		37 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45AE03	
		38 CASSETTE	AdDbEntity:AdDb			45AE11	
		🍸 Mostra tutti gli e	slementi,				

Figura 4.26: Step 2: Gestione di un vettore layer

Il software come versione iniziale è stato impostato includendo al suo interno le cabine di alimentazione con nominativo e codice univoco, i cavi positivi, i cavi di alimentazione, le lame e le linee aeree. Al committente viene rilasciata versione QGIS già impostata secondo la procedura precedentemente illustrata e con successivi affinamenti aggiungendo campi di calcolo alle tabelle ed escludendo dati non necessari all'interno della cartella di sottogruppo extra. Si mostrano gli strumenti attraverso il quale è stato possibile svolgere ulteriori affinamenti sul file da figura 4.27 a figura 4.29:



Figura 4.27: Panoramica Augusta Tauringrid 1



Figura 4.28: Panoramica Augusta Tauringrid 2



Figura 4.29: Panoramica Augusta Tauringrid 3

1. I campi vengono inseriti manualmente su AutoField sfruttando la seguente procedura guidata da figura 4.30 a figura 4.33 in funzione delle estrapolazioni di entità geometriche da elemento ad elemento. Una volta inseriti tutti i campi necessari si può procedere all'esportazione in un formato *.json* che sarà importabile esclusivamente la prima volta direttamente ove necessita il suo utilizzo.

aye	rs		4
22	Layer Name _Varie_Ruby_punti	Group Ferrovie/Ruby	^
K	ASSE_CAVIDOTTO_linee	Cavidotti	
K	BOTOLE_linee	Botole	
6	carta_sintesi_geo	Dati di base	
¥.	CASSETTE_linee	Lame/Cassette/Bo	.
K	CAVI_ALIMENTAZIONE_li	CAVI	
K	CAVI_NEGATIVI_linee	Linee/Cavi	
14	CAVI POSTITVI linee	CAVI	v
P	recision 0	id orig_ogc_ x y	f
/alue	e or Expression:		
0	X coordinate		
	Y coordinate		
0	Length		
	Perimeter		
0	Area		
0	Time stamp		

Figura 4.30: Step: 1 - Plugin AutoFields



4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.32: Step: 3 - Plugin AutoFields

```
LUNGHEZZA
length( $geometry )
INIZIO POLILINEA/LINEA
to_string(geom_to_wkt(start_point($geometry)) )
FINE POLILINEA/LINEA
to_string(geom_to_wkt(end_point($geometry)) )
SEQUENZA VERTICI LAME/BOTOLE
to_string( geom_to_wkt( nodes_to_points( $geometry )))
```

Figura 4.33: Step: 4 - Codici Plugin AutoFields

2. Tramite il plugin NNJoin è possibile associare ciascun tram alla linea aerea di contatto più vicina e verrà creato un layer automatico di associazione che dovrà essere correttamente esportato durante la fase di esportazione dei dati .csv da QGIS a Matlab per le corrette elaborazioni. E' strettamente necessario nominare il file di output in maniera corretta come layer_TRAM. Il plugin in caso di modifiche strutturali alla rete o modifiche del layer TRAM_punti va rieseguito ed esportato nuovamente per l'associazione corretta tra i layer come visibile in figura 4.34 e figura 4.35.

NNJoin						?	×
Input vector layer							
TRAM_punti			•	Geometr	y type: <i>Point</i>	f Selecte	ed only
Join vector layer							
LA_GENERALE_linee			▼ Geo	metry typ	e: LineString	Selecte	ed only
—				loin pref	iv: ioin		
Approximate geometries				Joinpici	Join_		
Approximate geometries Output layer				Join pren			
Approximate geometries Output layer layer_TRAM				Sourpren			
Approximate geometries Output layer layer_TRAM	Ne	eighbour distanc	e field:	distance			
Approximate geometries Output layer layer_TRAM	Ne	eighbour distanc	e field:	distance			
Approximate geometries Output layer layer_TRAM	Ne	eighbour distanc	e field:	distance			
Approximate geometries Output layer layer_TRAM	Ne	eighbour distanc	e field: [a	distance			
Approximate geometries Output layer	Ne	eighbour distanc	e field: [c	listance			

Figura 4.34: Step: 4 - Codici Plugin AutoFields

4 - Progetto 'Augusta Tauringrid'



Figura 4.35: Step: 4 - Codici Plugin AutoFields

3. Il software risulta molto utile per la modifica tabulare dei dati ma anche grafica tramite la possibilità di aggiungere entità, connettere elementi tramite snapping, effettuare misure o quotature in maniera diretta, modificare entità che si aggiorneranno automaticamente in tabella grazie al plugin AutoFields e per completezza vengono illustrati da figura 4.36 a figura 4.51. Viene effettuata una breve panoramica delle potenzialità del software oltre alla possibilità di ulteriore supporto grazie ad una vasta repository di documentazione aggiornata online.



Figura 4.36: Step: 1 - Aggiunta elementi
🕺 Opzioni Digitalizza	zione		?	×
K Generale	 Creazione di geometrie 			
💸 Sistema	 Non aprire il modulo dopo la creazione di ogni geometria Ripeti i valori degli attributi usati per ultimi 			
Sorgenti dei dati	Verifica le geometrie	QGIS		•
🞸 Visualizzazione	▼ Elastico			
ኛ Colori	Spessore della linea 1 🗘 Colore della linea	Colore di riempimento		(-
🕎 Mappa & Legenda	Don't update rubber band during node editing			
Strumenti mappa	 Aggancio Apri le opzioni di aggancio in una finestra agganciata (ric 	chiede il riavvio di QGIS)		
Compositore	Modalità di aggancio predefinita	Al vertice e al segmento)	•
Digitalizzazione	Tolleranza di aggancio predefinita	1,00000	unità mappa	a 🔻
	Raggio di ricerca per le modifiche dei vertici	10,00000	pixel	•
	▼ Simboli del vertice			
🐨 SR	Usa simboli solo per le geometrie selezionate			
🚬 Lingua	Stile simbolo	Croce		•
	Dimensioni simbolo	3		÷
	 Strumento per la curva di offset 			
Rete	Stile unione	Tondo		-
 Variabili 	Segmenti di quadrante	8		-
🛕 Avanzato	Limite di smusso	5,00		-
	<			
		OK Cancel	н	leip

Figura 4.37: Step: 2 - Aggiunta elementi



Figura 4.38: Step: 3 - Aggiunta elementi





Figura 4.39: Step: 4 - Aggiunta elementi



Figura 4.40: Step: 5 - Aggiunta elementi



Figura 4.42: Step: 7 - Aggiunta elementi

Layer	NULL	^ ٦
SubClasses	NULL	
Linetype	NULL	
EntityHand	NULL	
orig_ogc_f	NULL	
lunghezza	NULL	
start	NULL	
end	NULL	
id	NULL	٦.

Figura 4.43: Step: 8 - Aggiunta elementi



Figura 4.44: Step: 9 - Aggiunta elementi



Figura 4.45: Step: 10 - Aggiunta elementi



Figura 4.46: Misurazione entità



Figura 4.47: Step: 1 - Modifica elementi



Figura 4.49: Step: 3 - Modifica elementi



4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.51: Step: 5 - Modifica elementi

4.4 Esportazione da ambiente QGIS

Una volta impostate tutte le modifiche e realizzata la rete è possibile esportare il contenuto tramite il plugin QuickExport in maniera molto semplice, affidabile e veloce. Tramite la barra apposita precedentemente illustrata facendo click su **CSV**, dopo aver selezionato il singolo layer da esportare, verrà data la possibilità di indirizzare una cartella di salvataggio predefinita e di effettuare il salvataggio con le convenzioni precedentemente illustrate affinché sia possibile l'importazione corretta in Matlab come illustrato da figura 4.52 a figura 4.54. Se per esempio si vuole analizzare esclusivamente una determinata zona della rete oppure determinati componenti è sufficiente modificare il formato salvato in *.csv* del layer corrispondente in maniera veloce ed estrememente affidabile.



Figura 4.52: Fase: 1 - Esportazione .CSV

Imagini	Please choose the	destination file path.					>
Imagini i	→ • ↑ 📙	« Progetto Augusta Tauringrid > Augusta	a Tauringrid v.1.0 → Esportazioni ⇒	QGIS	5 V	Cerca in QGIS	Q
Accesso rapido Nome Ultima modifica Tipo Dimensione Desktop Iayer_CASSETTE.csv 25/03/2018 15:10 File con valori sep 3 KB Download Iayer_CAVL_POSITIVI.csv 25/03/2018 14:53 File con valori sep 50 KB Immagini Iayer_CAVL_POSITIVI.csv 25/03/2018 14:55 File con valori sep 318 KB ESEMPLIFICAZIC Esemptatione ser JUFFICIALE UFFICIALE VIFFICIALE VIFFICIALE OneDrive ConeDrive Salva come CSV (*.csv *.txt) Esemptatione ser 1 ks	rganizza 🔻 Nu	Jova cartella					2
Accesso rapido Desktop Desktop Download Download Documenti Documenti Imagini Espentazione ser UFFICIALE OneDrive Onebrive Imagini Imagini Conebrive Onebrive Salva come CSU (*.csv *.txt)	a	^ Nome	Ultima modifica	Тіро	Dimension	ie	
Desktop Imagini Imagini So KB Download Imagini	Accesso rapido	layer_CASSETTE.csv	25/03/2018 15:10	File con valori sep	31	KB	
Download	Desktop	layer_CAVI_ALIMENTAZIONE.cs	sv 25/03/2018 14:53	File con valori sep	50 H	KB	
Documenti D	Download	Iayer_CAVI_POSITIVI.csv	25/03/2018 14:54	File con valori sep	110 H	KB	
 Immagini * ESEMPLIFICAZIC Espontazione ser UFFICIALE UFFICIALE Questo PC Nome file: Iayer_CAVL_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.txt) 	Documenti	ayer_LA.csv	25/03/2018 14:55	File con valori sep	318	KB	
ESEMPLIFICAZIC Image: SEMPLIFICAZIC Espontazione ser UFFICIALE UFFICIALE OneDrive Questo PC V Nome file: Iayer_CAVI_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.txd)	📰 Immagini	* 🚯 layer_LAME.csv	25/03/2018 14:54	File con valori sep	135 H	KB	
Esportazione ser UFFICIALE UFFICIALE Questo PC Nome file: Tayer_CAVI_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.txt)	ESEMPLIFICAZ	ZIC 🔹 layer_TRAM.csv	25/03/2018 14:55	File con valori sep	11	KB	
UFFICIALE UFFICIALE OneDrive Questo PC Nome file: layer_CAVI_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.bst)	Esportazione s	er					
UFFICIALE OneDrive Questo PC Nome file: layer_CAVI_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.bd)	UFFICIALE						
OneDrive Questo PC Nome file: layer_CAVI_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.bxt)	UFFICIALE	1					
Questo PC V V V V V V V V V V V V V V V V V V V	ConeDrive						
Nome file: layer_CAVI_POSITIVI.csv Salva come: CSV (*.csv *.bxt)	Questo PC	•					
Salva come: CSV (*.csv *.bd)	Nome file:	layer_CAVI_POSITIVI.csv					
	Salva come:	CSV (*.csv *.bd)					

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'



																	layer_C#	WI_POSITIV	l.csv - Excel		
File Home	e Ins	erisci	Layout	di pagin	a	Form	ule	Dati	Revisior	ne Vi	isualizza	Componer	ti aggiuni	tivi A	CROBA	TEAM	Ŷ	Che cosa si	desidera fare?		
Taglia		Calibri		* 11	- 1	A A	=	= =	87 -	Er Test	to a capo		General	e		P			Normale	N	eutr
Incolla	ormato	G C	<u>s</u> -	-	<u>ð</u> -	Α.	=	= =	€ ≣ → ≣	拱 Uni	sci e allinea	a al centro 👻	5 - 9	% 000	38 -58	Formattazio	ne Forn	natta come	Calcolo	C	ella
Appunti	5		Car	attere		6			Alli	neament	D	15	1	Numeri	rs.	condizional	e- 1	abella *			Stili
Δ1 ×		×	fx	Lave	r Sub(Class	es Line	etyne F	ntityHan	d orig o	oge flung	thezza start	end id								
		C		D	.,	cia str	E	ey p e j e	c	LI			v	1.		N	N	0	D	0	
		EntiturAc	DhRol	uline 0	E 00 D	D4 50	106.1	11 Doir	+ /129404	1 02062	740 4000	51 0001742	P) Doint	(120409	09754	244 400040	7 20212	966) 22	P	ų	-
5 CAVL POSITI	VI AcDb	Entity:Ac	DhPol	vline 0	500 DE	BB 51	185 5	72 Poir	+ (139404	13 94060	004 4988	551 1376972	8) Point	(139/15	93863	263 498846	0 56384	243) 33			
6 CAVI DOSITI	VI AcDb	Entitu Ac	DhRol	lylino 0	00,01	DC 53	105.0	02, Poir	+ (12040/	12 05156	261 4000	51 1022201	9) Doint	(120415	0.0000	702 400046	0.30504	(024) 24			
7 CAVI POSITI	VI,ACDE	Entity Ac	DbRol	lylino 0	00,D1	PD 52	196.2	96 Doi	+ (129404	12 7625	517 4000	551 2207420	8) Doint	(139415	2.60303	204 400046	0.23022	(626) 25			
CAVI_POSITI	VI AcDb	Entity:Ac	DbRol	lylino 0	00,D1	DE 54	196.6	22 Doir	+ (129404	2 67249	772 4000	51 2742659	a) Doint	(120/15	52106	074 4000450	76100	217) 26			
CAVI_POSITI	VI,ACDL	Entity Ac	DhDel	white 10	00,01	02,54	1151	402 De	nt (130404	44 7410	2600 4000	51.2742005	17) Dein	(133413	10 450	0764 40000	C E E E E E E E	8040) 27			
9 CAVI_POSITI	VI,ACDL	Entity Ac	DbPol	lyline, 10		16 56	415.00	405,PO	(1204042	503560	00000 4000EE	1 21608204	Doint (1	202690	2.4367	3/04 436500	50.5001	721 28			
CAVI_POSITI	VI,ACDL	Entity AC	DUPOI	lynne, 10	00,64	10,50,	415.00	S,POIIIL	(1554045	.382300	704 40000	1.51006504	Point (1	.555065.	0120142	04 4300037.	507772	/2),50			
	VI,ACDL	Entity Ac	DbPol	lyline 0	00,E4	+D, 57,	435.23	SS,POIN	+ (120404	2.25270	100 40005	52.0020655) Doint	120266	74670	16 4000700	710703	10) 40			
CAVI_POSITI	VI,ACDL	Entity AC	DUPUI	lynne,o.	00,64	+C, Jo,	453.25	D. Dela	1 (135404	2.01353	130 43003	51.40001604	Delet	139300	204670	10 4566700.	110/92	15,40			
S CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:Ac	Dbpol	lyline,u:	000,E0	52,59,	433.70	3,Poin	t (139404	3.22079	014 49885	51.49891030),Point (1393090	.38408	215 4988752	.10054	017),41			
4 CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:Ac	Dbpol	lyline, 10	000,E7	A,00,	405.5	S7,POIR	1 (139407	3.000000	594 49890	0 20107222	Delet (1	139492	.09700	3/0 49893//	14418	837),42			
CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:AC	Dbpol	lyline, 10	000,E8	33,01,	348.48	S9,Poin	1 (139492	4.18093	19 498937	8.3018/22/)	,Point (1	395139.	091070	55 4989020.0	20202	30),43			
6 CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:AC	DOPOI	lynne, 10	000,E8	37,02,	338.00	io, Poin	1 (139514	0.04233	514 49890	21.97032008),Point (1395351	.01133	18/49898/9	.29203	/28),44			
CAVI_POSITI	VI,ACDE	Entity:Ac	DOPOL	lyline, 10	000,F5	51,65,	80.18,	Point (1394045.3	1769849	1 4988550	.405/3/13),	20Int (13	94076.5	214263	9 4988499.20	534793	5),45			
B CAVI_POSITI	VI,ACDE	Entity:Ac	DOPOL	lyline,us	00,15	2,66,	1304.3	26,201	nt (13940	82.52/3	/555 4988	511.0098084	B),Point	(13946)	5.6/42	2774 498961	7.4915	2775),46			
3 CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:Ac	DOPOI	lyline,us	00,15	DE, 70,	414.91	4,Poin	t (139461	5.40642	624 49896	17.62674002),Point (1394230	.60492	292 4989 737	.87391	5/5),4/			
CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:Ac	DBPOI	lyline,u:	000,F5	or,/1,	415.64	2,Poin	t (139461	5.94202	923 49896	17.3563154),Point (1394230	.45692	527 4989737	.61296	4/5),48			
CAVI_POSITI	VI,ACDD	Entity:Ac	DBPOI	lyline,u:	00, FF	-4,73,	590.29	9,Poin	t (139362	2.01923	968 49914	18.31142111),Point (1394121	.50616	3574991132	.48649	553),49			
2 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DBPOI	lyline,05	500,FF	-5, /4,	589.89	9,Poin	t (139362	2.19476	/11 49914	18.21555598),Point (1394121	.65061	169 4991132	. /4943	34),50			
3 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DBPOI	lyline,0	00,FF	-A, /5	414.9	27,Poin	t (139412	2.82083	/89 49911	131.7642579	/),Point	139422	.82930	08 4990 7 79.	501637	16),51			
CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,FF	B,76,	415.39	91,Poin	t (139412	2.96528	601 49911	32.0271928	s),Point	1394223	.12930	08 4990779.	501637	16),52			
5 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,10	003,77	7,651.8	31,Poin	t (139422	1.76922	258 49907	86.12945543),Point (1393726	.08293	987 4991016	.30662	235),53			
5 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,13	3FF,10	04,220.	.274,PC	int (1395	287.123	17427 498	8219.636527	69),Poir	it (13952	26.799	90625 49880	16.257	04899),54			
CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	100,10	05,220.	.898,Pc	int (1395	287.987	53299 498	8219.385760	187),Poir	it (13952	27.088	02583 49880	16.173	46005),55			
8 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	102,10	06,358.	.133,Pc	int (1395	226.381	96155 498	8014.816451	.12),Poir	it (13951	30.211	94589 49876	77.189	51533),56			
9 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	105,10	08,663.	.42,Poi	nt (13951	31.6521	558 49876	76.77033567),Point (1394965	.65828	125 4987066	.69994	24),57			
0 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	106,10	9,663.	.886,Pc	int (1395	131.736	01173 498	7677.058377	66),Poir	it (13949	65.946	32323 49870	66.616	08647),58			
1 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	157,11	12,427.	.47,Poi	nt (13935	94.2876	9438 4986	594.6908383	2),Point	(139384	1.1457	2682 498664	1.5348	1669),59			
2 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	158,11	13,426.	.949,Pc	int (1393	594.376	53619 498	6594.644934	81),Poir	t (13938	40.589	46078 49866	41.759	59019),60			
3 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	15B,1	14,601	.171,Pc	int (1393	841.707	91058 498	6642.92548	178),Poir	nt (13940	54.972	91883 49871	95.464	96927),61			
4 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	15C,1	15,601	.181,Pc	int (1393	841.151	64454 498	6643.15035	29),Poir	nt (13940	54.416	65279 49871	95.689	84277),62			
5 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,10	000,14	1A4,1	16,340	.927,Po	oint (1393	984.816	65008 498	37549.13062	25),Point	t (13940	7.6202	6217 498783	36.2405	6998),63			
6 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,10	000,14	1A8,1	17,141	1.594,F	oint (139	3984.63	529295 49	87549.2149	1089),Po	int (139)	054.37	362355 4987	7083.05	591485),6	4		
7 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,10	000,14	1A9,1	18,141	1.009,F	oint (139	3984.54	461439 49	87549.2571	0008),Po	int (139	054.56	268255 4987	7083.28	884551),6	5		
8 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,10	000,14	1AB,1	19,157	7.815,	Point (139	3984.45	393582 49	987549.2992	5928),Po	int (139	2893.29	847229 4983	7302.99	87862),66			
9 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,10	000,14	1E8,12	20,54.6	94,Poi	nt (13940	45.1098	7542 4988	550.5423113	7),Point	(139405	3.4266	1434 498851	0.7252	4398),67			
0 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,10	000,14	1E9,12	21,54.9	95,Poi	nt (13940	45.0208	3893 4988	550.5878361	2),Point	(139405	3.2905	439 4988510	.45787	75),68			
1 CAVI_POSITI	VI,AcDb	Entity:Ac	DbPol	lyline,05	500,14	1EB,12	22,963	.461,Pc	int (1394	053.820	50246 498	8509.51493	21),Poir	nt (13940	57.077	54571 49878	36.496	41924),69			

Figura 4.54: Fase: 3 - Esportazione .CSV

4.5 Importazione in ambiente MATLAB

Una volta esportati tutti i dati della rete è necessario accedere all'ambiente Matlab da cui sarà necessario avviare la procedura di run dello script. Una volta avviata l'elaborazione verrà esportato in maniera automatica un file sempre in formato .csv ed uno shapefile .shp per l'importazione in QGIS e l'elaborazione grafica. Si rammenta che è possibile procedere in due modi differenti: il primo metodo consiste nel salvare direttamente lo shapefile originale sulla cartella di lavoro di Matlab mentre la seconda è quella di fare una copia degli shapefile dalla cartella sorgente originale del progetto ogni volta si necessiti di strutturare una nuova simulazione. Comunque tutti i dettagli verrano illustrati nel capitolo inerente la simulazione del software per comprederne vantaggi e svantaggi in funzione delle esigenze del committente. E' necessario interfacciarsi con un file .csv che verrà generato in funzione di una flag posta nelle variabili globali del codice per l'aggiornamento di tutte le connessioni relative tra le cabine connesse alla rete. Viene elencata la procedura corretta per la realizzazione della tabella aggiornata delle cassette ogni qualvolta ne venga aggiunta una o strutturata una differente. In sintesi, se per la prima volta si è modificata la struttura della rete e nello specifico si è aggiunta o modificata una o più cassette o cabine è sufficiente agire sulle variabili globali di print nel codice BASE e porre ad 1 la variabile print. Una volta eseguita questa operazione ed avviato il codice BASE verrà automaticamente eseguita la procedura di TEST. Una volta generato il file .csv contenente la lista aggiornata delle cassette è possibile modificarne l'interfaccia manualmente aggiungendo eventuali note laterali per associare connessioni ad identificazioni precise della rete e salvare sulla stessa cartella il risultato finale come .csv. Se la rete è sempre la medesima per numero di cabine o cassette è possibile evitare il riaggiornamento della lista ponendo la variabile globale print pari a zero.

1. Si elenca la procedura da figura 4.55 a figura 4.65 nel caso si debbano aggiornare le connessioni di cabina. Se si vuole effettuare la procedura di aggiornamento delle cabine bisognerà richiamare la flag dalle variabili globali e verrà automaticamente realizzato un *.csv* che risulterà essere gia' di suo modificabile e semplificabile con un'interfaccia per l'aggiunta di eventuali annotazioni per l'identificazione di ogni lato connesso alla cabina. Il salvataggio dell'interfaccia in formato *.csv* è fondamentale affinchè il codice possa associare uno stato di interruttore aperto o chiuso per ogni lato connesso a ciascuna cabina della rete.





Salvataggio automatico (e) 🚆 🦘 -					CAB	INE_INTERRUTTO	Ri.csv - Excel					Lorenzo Bertolone
File Home Inserisci Layout di p	agina Formule I	Dati Revisione	Visualizza 🛛 🖓 Cos	a vuoi fare?							(15) ~ ~	- AND
Taglia Calibri	11 - A A = 1	e	Testo a capo	Generale	. 🔝		Normale	Neutrale	Valore non v	Valore valido	🗜 🔭 🖬	∑ Somma automatica →
Incolla	-1 A- A-			- D/ ma +.0	.00 Formattazione	Formatta come	Calcolo	Cella collegata	Cella da cont	Input	Inserisci Elimina Forma	Riempimento *
- 🍼 Copia formato	·· <u>∞</u> · <u>▲</u> · = · ·		g Unisci e allinea ai centri	,00 5 C 10 C 10 C	a,0 condizionale	tabella *		centregato		index		🖑 Cancella *
Appunti 💈 Caratte	re G	Allinea	mento	G Numeri	9			Stili			Celle	Modifica
AC1 * : × ✓ fr												
A B C D	E F	G H	I J	K L	M	0 4	Р	Q R	S T	U V	w x	Y Z AA
1 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -4F7-CPOS	6-0											
2 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -4FA-CPO	5-1											
3 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -4FB-CPOS	5-2											
4 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -511-CPOS	5-3											
5 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -512-CPOS	5-4											
6 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -528-CPOS	-5											
7 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -529-CPOS	5-6											
8 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -6AF-CPO	5-8											
9 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -680-CPOS	5-9											
10 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -6B6-CPOS	5-11											
11 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -6B7-CPOS	5-12											
12 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -689-CPOS	5-13											
13 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -6E6-CPOS	-14											
14 1,INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6 -6E7-CPOS	5-15											
15 1,INT-RAFFAELLO-CST-7-CC3-CPOS-25												
16 1,INT-RAFFAELLO-CST-7-CC4-CPOS-26												
17 1, INT-SEBASTOPOLI-CST-2 - DAB-CPOS-	30											
18 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DB3-CPOS-	31											
19 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DB4-CPOS-	32											
20 1, INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBB-CPOS-	33											
21 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBC-CPOS-	34											
22 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBD-CPOS-	35											
23 1, INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBE-CPOS-	36											
24 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DC7-CPOS-	37											
25 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E46-CPOS-3	18											
26 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E4B-CPOS-3	19											
27 1, INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E4C-CPOS-4	0											
28 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E62-CPOS-4	1											
29 1,INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -F51-CPOS-4	15											
30 1,INT-SAN_PAOLO-CST-10 -FF4-CPOS-4	19											
31 1,INT-SAN_PAOLO-CST-10 -FF5-CPOS-5	i0											
32 1,INT-PASSO_BUOLE-CST-4 -1457-CPOS	-59											
33 1,INT-PASSO_BUOLE-CST-4 -1458-CPOS	-60											
34 1,INT-GALIMBERTI-CST-3 -14A4-CPOS-6	13											
35 1,INT-GALIMBERTI-CST-3 -14A8-CPOS-6	14											
36 1,INT-GALIMBERTI-CST-3 -14A9-CPOS-6	15											
37 1 INT.GALIMRERTI.CST.3.144R.CDOS.	ur.											

Figura 4.56: Step: 2 - Interfaccia refresh

File	Home	Inserisci	Layou	t di pagina	Formule	Dati	Revis	sione \	/isualizza	🖓 Cosa v	uoi fare?
Recupera dati *	Da testo/ CSV	Da Da tabe Web interva	ella/ Orig	ini Conne nti esist	ssioni Aggi enti tut		Query e c Proprietă Modifica	onnessioni collegamer	ti 2↓ 2	dina Filtr	Car To Ria
	Da testo	cupera e trasto /CSV	irma dati	1		Query	e connes	sioni		Ordina	e filtra
A1	Importa i testo, un	dati da un file file con valori	di	D	E	c	G		1.1	1.11	L V
1	delimitat	i da virgole o u	in file	0	c		0			,	N
2	delimitat	i da spazi).	valori								
3				- C.							
4			_								
5				-							
6		-				_					-
7			-								
0											-
10			-			_				-	-
11											-
12											
13											

Figura 4.57: Step: 3 - Interfaccia refresh

Importa dati							3
← → · ↑ 🦲 > Questo PC >	Desktop > Rete 07_04_2018			~ Ö	Cerca in Rete 07_04_	2018	P
Organizza 👻 Nuova cartella						• 💷	0
🕹 Down 🖈 ^ Nome	<u>^</u>	Ultima modifica	Tipo	Dimensione			
Desktr # CABINE_INT	TERFACCIA_UTENTE.csv	05/04/2018 12:51	File con valori sep	9 KB			
Docur # CABINE_IN	TERRUTTORI.csv	05/04/2018 13:35	File con valori sep	9 KB			
Imma # Iayer_CASS Polite # Iayer_CAVI Iayer_CAVI	ETTE.csv ALIMENTAZIONE.csv POSITIVI.csv	File con valori separati da sione - 8,09 KB modifica - 05/04/2018 1	s virgola (CSV) di Micros 3:35	oft Excel 3 KB 0 KB 0 KB			
Espon	·	25/03/2018 14:55	File con valori sep	318 KB			
Esportazi	Lesv	25/03/2018 14:54	File con valori sep	135 KB			
MATLAB ayer_RISUL	TATLesv	05/04/2018 13:45	File con valori sep	665 KB			
Rete 07_C Iayer_TRAM	1.csv	01/04/2018 17:20	File con valori sep	1 KB			
Microsoft I 📄 NOTE.brt		05/04/2018 13:42	Documento di testo	1 KB			
> 🐉 Dropbox							
> 🐔 OneDrive -							
🔾 🛄 Questo PC							
* *							
Nome file: CABI	NE_INTERRUTTORI.csv			~	File di testo (*.prn;*.	.bd;*.csv)	~
				Strumenti 👻	Imnorta	Annull	la

Figura 4.58: Step: 4 - Interfaccia refresh

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'



Figura 4.59: Step: 5 - Interfaccia refresh

			🔒 5- e-									CABINE	INTERFACCIA_U	TENTE also						
	File Horr	ne Inserisci	Layout di pagina	Formule	Dati	Revisione	Visualizza	Progettazie	one	Query	ç	Cosa vuoi fa								
1	Taglia	Calib	ri • 11 •	A * =	-	æ.	Testo a capo		General	e	•			Normal	e	Neutrale	Valor	e non v	Valore v	alido
Inc	olla Copia	G	c s - 🖽 - 👌	· A · 📰		ei ei 🛱	Unisci e alline	a al centro ·	@. g	6 000 38 4	00	Formattazione	e Formatta come	Calcolo		Cella collegat	a Cella	da cont	Input	
	, Copia	Tornaco	Cavallana	-		Allinear	ant a			hum ani		condizionale ·	 tabella * 		1			1		
	Appunu		Carattere			Animean	iento			iumen		Rego	le evidenziazion	ne celle 🕨		aggiore di				
A:	1 .	• 1 × 4	f _x Column	1								(a.2)								
1	A		B		C	D	F	F	G	н		Rego	ole Primi/Ultimi	•		lingre di		р	0	L F
1	Column1 -	Column2			-	-					-									
2	1	I INT-DUCA D'A	AOSTA-CST-6-4F7-C	POS-0								Barre	e dei dati	•		ra				
3		I INT-DUCA_D'A	AOSTA-CST-6-4FA-C	POS-1																
4		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-4FB-C	POS-2								Scale	di colori			lquale a				
5		I INT-DUCA_D'A	AOSTA-CST-6-511-C	POS-3											1.0					
6		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-512-C	POS-4								Set d	6 kone		E.	erto contenente				
7		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-528-C	POS-5								HER Seco	a reone		ab	Eno contenent	hours -			
8		I INT-DUCA_D'A	AOSTA-CST-6-529-C	POS-6								E Nuova :	regola		E .		19780			
9		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-6AF-C	POS-8								Cancell	a regole			ata corrisponde	ente a_			
10		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-6B0-C	POS-9								FT Casting			FER.					
11		I INT-DUCA_D'A	AOSTA-CST-6-6B6-C	POS-11								i desusci	Tedose		۱ 🖃 ۱	alori <u>duplicati</u>				
12		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-6B7-C	POS-12											0.00	e regele				
13		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-689-C	POS-13											Min	e regore		, I.		
14		I INT-DUCA_D'A	AOSTA-CST-6-6E6-C	POS-14																
15		I INT-DUCA_D'	AOSTA-CST-6-6E7-C	POS-15																
16		I INT-RAFFAELL	O-CST-7-CC3-CPOS	-25																
17		I INT-RAFFAELL	O-CST-7-CC4-CPOS	-26																
18		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DAB-CP	OS-30																
19		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DB3-CP	OS-31																
20		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DB4-CP	OS-32																
21		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2-DBB-CP	OS-33																
22		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DBC-CP	OS-34																
23		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DBD-CP	OS-35																
24		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DBE-CP	OS-36																
25		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -DC7-CP	OS-37																
26		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2-E46-CPC	05-38																
27		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2-E4B-CPC	OS-39																
28		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2-E4C-CPC	DS-40																
29		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2 -E62-CPC	DS-41																
30		I INT-SEBASTOR	POLI-CST-2-F51-CPC	DS-45																
31		I INT-SAN_PAO	LO-CST-10 -FF4-CPC	DS-49																
32		I INT-SAN_PAO	LO-CST-10 -FF5-CPC	DS-50																
33		I INT-PASSO_BI	UOLE-CST-4 -1457-C	POS-59																
34		I INT-PASSO_BI	UOLE-CST-4 -1458-C	POS-60																
35		I INT-GALIMBER	RTI-CST-3-14A4-CPC	DS-63																
36		I INT-GALIMBER	RTI-CST-3-14A8-CPC	DS-64																
37		I INT-GALIMBER	RTI-CST-3 -14A9-CPC	DS-65																

Figura 4.60: Step: 6 - Interfaccia refresh

Salvata	iggio aut	iomatico 💿 🚦	∃ 5-∂-∓					Strumenti tabella	Strumenti que	ny (CABINE_INTERFAI
File	Home	e Inserisci Li	ayout di pagina Forn	nule Dat	i Revisio	ne Vis	sualizza	Progettazione	Query	Cosi	i vuoi fare?
ABC Controllo ortografia	Thesau	rus Verifica accessibilità	Ricerca Intelligente	Nuovo commento	Elimina Pre	cedente Si	uccessivo Comment	Mostra/Nasco	ndi commento commenti	Proteggi Pr foglio	oteggi cartella di lavoro m
A1	Calib	$c \equiv \partial \cdot A$	A* 🚰 - % 000 🗮 📰								
	A		B		c	D	E	F	G H	1.1	J
1 Colu	m 🕹	Taglia									
2	Ba	Copia	CST-6-4F7-CPOS-0								
3		Onzioni Incolla:	CST-6-4FA-CPOS-1								
4		A	CST-6-4FB-CPOS-2								
5			CST-6-511-CPOS-3								
6		Incolla speciale	CST-6-512-CPOS-4								
7		Inserisci	CST-6-528-CPOS-5								
8		Elimina	CST-6-529-CPOS-6								
9		Emma	CST-6-6AF-CPOS-8								
10		Cancella contenuto	CST-6-680-CPOS-9								
11		Formato celle	CST-6-6B6-CPOS-1	1							
12		Larghezza colonne	CST-6-6B7-CPOS-1	2							
13		Nascondi	CST-6-6B9-CPOS-1	3							
14		Ceneri	CST-6-6E6-CPOS-1	4							
15	-	arobu	CST-6 -6E7-CPOS-1	5							
16	1	INT-RAFFAELLO-C	ST-7-CC3-CPOS-25								
17	1	INT-RAFFAELLO-C	ST-7-CC4-CPOS-26								
18	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DAB-CPOS-30								
19	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DB3-CPOS-31								
20	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DB4-CPOS-32								
21	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DBB-CPOS-33								
22	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DBC-CPOS-34								
23	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DBD-CPOS-35								
24	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DBE-CPOS-36								
25	1	INT-SEBASTOPOLI	-CST-2 -DC7-CPOS-37								



Formato co	elle						?	×
Numero	Allineamento	Carattere	Bordo	Riempimento	Protezione			
Blocca Nasco Bloccare I foglio uti	Allineamento Ita Ita e celle e nascond lizzare il pulsante	Carattere lere le formul Proteggi fos	bordo	to solo se il fogli	o di lavoro è prot ella scheda Revisi	etto. Per r	orotegg	iere il
						DK	Ann	ulla

Figura 4.62: Step: 8 - Interfaccia refresh

4–1 Togeno Augusia Tauringra	4 –	Progetto	'Augusta	Tauringria
------------------------------	-----	----------	----------	------------

Salvat	taggio automat	tico 💽	⊟ 5. ∂.	÷			2010 D				i.	CABINE_INTER	FACCIA_UT	ENTEadsx -	- Excel
File	Home	Inserisci	Layout di pagina	Formule	Dati	Revisione	Visualizza	🖓 Cosa vu	uoi fare?						
ABC Controllo ortografi Strumenti	o Thesaurus a di correzione	Verifica accessibilità Accessibilità	Ricerca intelligente Approfondimenti	Traduci Co Lingua	Nuovo mmento	Kara kara kara kara kara kara kara kara	lente Successiv	⊘ Mostra/N	lascondi « utti i comr	commento menti	Proteggi Pr foglio	oteggi cartella di lavoro	Conse modifica i Protegg	enti An ntervalli	inulla con cartella di
H8	• 1	× v	fx												
	A	_	В			C I	E	F	G	Protegg	foglio		?	×	M
1 Colu	ımn1 💌 Colu	imn2								Parcuson	I ner rimurner	e la protezione			
2	1 INT-	DUCA_D'A	OSTA-CST-6-4F7-	-CPOS-0						Eassword	per minuover	e la protezione	14		-
3	1 INT-	DUCA_D'A	OSTA-CST-6 -4FA	-CPOS-1	_					-					-
4	1 INT-	DUCA_D'A	OSTA-CST-6-4FB-	-CPOS-2						Prote	ggi foglio di la	woro e <u>c</u> onten	uti delle cell	le bloccate	
5	1 INT-	DUCA_D'A	OSTA-CST-6-511-	-CPOS-3	_					Operazio	ni consentite	a tutti gli uten	ti del foglio	di lavoro:	-
0	1 INT-	DUCA_D'A	USTA-CST-6-512-	-CPOS-4						Selez	iona celle bloc	cate			-
1	1 INT-	DUCA D'A	USTA-CST-6-528-	-CPOS-S						Form	ato celle				
8	1 INI-	DUCA_D'A	USTA-CST-6-529-	-CPOS-6						Form	ato colonne				-
9	1 INT-	DUCA D'A	USTA-CST-0-0AF	-CPOS-8						Inser	isci colonne				-
10	1 INT	DUCA D'A	OSTA-CST-0-0BU-	CDOS 11						Inser	isci righe	nti inertestuali			
12	1 INT	DUCA D'A	OSTA-CST-0-080-	CPOS-12						Elimi	na colonne	in percentan		28	
12	1 INT	DUCA D'A	OSTA CST 6 6PP	CDOS 12						Elimi	na righe			*	-
14	1 INT.	DUCA D'A	OSTA-CST-6-6E6-	CPOS-14						-		OK		Annulla	-
15	1 INT.	DUCA D'A	OSTA-CST-6-6E7	CPOS-15							_				
16	1 INT-	RAFFAFILC	-CST-7-CC3-CPC	05-25											
17	1 INT-	RAFFAELLO	-CST-7-CC4-CPC	05-26											
18	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DAB-C	POS-30											
19	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DB3-C	POS-31											
20	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DB4-C	POS-32											
21	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DBB-C	POS-33											
22	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DBC-C	POS-34											
23	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DBD-C	POS-35											
24	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DBE-C	POS-36											
25	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -DC7-C	POS-37											
26	1 INT-	SEBASTOP	OLI-CST-2 -E46-CF	POS-38											

Figura 4.63: Step: 9 - Interfaccia refresh

Sa		ico 🕒 🖬 ५ - ८ - म							CABIN	E_INTERFACCIA_U	ENTExist - Excel
Fil	e Home	Inserisci Layout di pagina Formule Dati	Revision	e Visualizza	🖓 Cosa vi	uoi fare	?				
-	👗 👗 Taglia	Calibri • 11 • A* * =	81.	ab Testo a cano	,	Gen	erale				Normale
	Copia -			an interesting a cape		-			L∎≢ Farmetteri	2	Calcula
incol	😽 💞 Copia forma	to 🖸 C S · 🖽 · 🖄 · 📥 · 📰 🗐	<u>•≡</u> •≡	📰 Unisci e allir	nea al centro	0	* % 000	38 -98	condizionale	 tabella * 	Calcolo
	Appunti	G Carattere G	Allin	neamento			Numeri	5	Contraction name		
A1	•	X Jx STATO ON/OFF									
-4	A	8	с	D	E	F	G	н	1	J	K L
1	STATO ON/OFF	ATTRIBUTO									
2	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-4F7-CPOS-0									
3	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-4FA-CPOS-1									
4	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-4FB-CPOS-2									
5	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-511-CPOS-3									
0	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6_528_CDOS-5									
9	1	INT-DUCA_D AOSTA-CST-6-528-CPOS-5									
0	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-6AE-CPOS-0									
10	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-680_CDOS-8									
11	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-686-CPOS-11									
12	1	INT-DUCA_D'AOSTA-CST-6-687-CPOS-11									
13	1	INT-DUCA D'AOSTA-CST-6-689-CPOS-13									
14	1	INT-DUCA D'AOSTA-CST-6-666-CPOS-14									
15	1	INT-DUCA D'AOSTA-CST-6-6E7-CPOS-15									
16	0	INT-BAFFAFLLO-CST-7-CC3-CPOS-25									
17	0	INT-RAFFAELLO-CST-7-CC4-CPOS-26									
18	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DAB-CPOS-30									
19	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DB3-CPOS-31									
20	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DB4-CPOS-32									
21	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBB-CPOS-33									
22	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBC-CPOS-34									
23	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBD-CPOS-35									
24	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DBE-CPOS-36									
25	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -DC7-CPOS-37									
26	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E46-CPOS-38									
27	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E4B-CPOS-39									
28	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E4C-CPOS-40									
29	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -E62-CPOS-41									
30	0	INT-SEBASTOPOLI-CST-2 -F51-CPOS-45									
31	0	INT-SAN_PAOLO-CST-10 -FF4-CPOS-49									
32	0	INT-SAN_PAOLO-CST-10 -FF5-CPOS-50									
33	0	INT-PASSO_BUOLE-CST-4 -1457-CPOS-59									

Figura 4.64: Step: 10 - Interfaccia refresh

			8 5-										ABINE_INTE	RFACCIA_UT				
	Home	Inserisci	Layout di pa	gina For	mule (Dati Revi		Visualizza										
1	🔏 Taglia	Calibri		11 • A*	_= = .		₽₽ T	esto a capo		Generale			ļ.		Normale	Ne	utrale	Valore
Incolla	Copia *	GC	<u>s</u> - 🖽	- <u>0</u> - <u>A</u>	- 10.0		E 🗄 U	nisci e allinei	al centro 👻	C . %	5 000 38 43	Format	tazione Forr	matta come	Calcolo	Ce	lla collegata	Cella da
	Appunti	-G	Caratter		6		Allineame	nto		N	umeri	condiza	onale *	tabella *			Stili	
A1	-	× v	f _x S	TATO ON/OI	FF													
4	A B	c	D	E	F	G	н	1.1	J	к	LL	м	N	0	P	Q	R	S
1 ST/	ATO ON ATTRIB	UTO			1. A.													
2	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6 -4	7-CPOS-0														
3	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6 -4	A-CPOS-1														
4	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6 -4	B-CPOS-2														
5	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-5	L1-CPOS-3														
6	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-5	12-CPOS-4														
7	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-5	28-CPOS-5														
8	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-52	29-CPOS-6														
9	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-6	AF-CPOS-8														
10	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6 -68	BO-CPOS-9														
11	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-68	B6-CPOS-11														
12	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-68	B7-CPOS-12														
13	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-68	89-CPOS-13														
14	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-68	E6-CPOS-14														
15	1 INT-DU	CA_D'AOST	A-CST-6-68	E7-CPOS-15														
16	0 INT-RA	FFAELLO-CS	T-7-CC3-C	POS-25														
17	0 INT-RA	FFAELLO-CS	T-7-CC4-C	POS-26														
18	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2 -DAE	B-CPOS-30														
19	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2-DB3	-CPOS-31														
20	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2 -DB4	-CPOS-32														
21	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2 -DBB	-CPOS-33														
22	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2-DBC	-CPOS-34														
23	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2 -DBD	-CPOS-35														
24	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2 -DBE	-CPOS-36														
25	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2-DC7	-CPOS-37														
26	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2 -E46	-CPOS-38														
27	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2-E4B	-CPOS-39														
28	0 INT-SE	BASTOPOLI	CST-2-E4C	-CPOS-40														

Figura 4.65: Step: 11 - Interfaccia refresh

2. Successivamente all'elaborazione del programma sarà visualizzata sulla *command window* e sul *workspace* una serie di dati oltre alla creazione di un nuovo file *.csv* contenente i risultati nella cartella di lavoro Matlab. Ogni qualvolta venga cliccato il tasto di run, i dati vengono cancellati e riaggiornati. Una volta avviato il run illustrato da figura 4.66 a figura 4.68 e consultato i dati sarà possibile ritornare in ambiente QGIS per una elaborazione grafica dei risultati di simulazione.

📣 MATLAB R2016a - academic use				- 0
HOME PLOTS APPS	EDITOR PUBLISH VEW	18 H	1 4 16 2 6 5 0 5	sarch Documentation
Image: Series Ima	Name (S) Ar (S) F Image: Base (S) Annotation Operation Ope			
	Deskton > Propetto Augusta Tauringrid > Augusta Tauringrid y.1.0 > Exportazioni > Propetto Politecnico 2003/018 > Exportazioni Politecnico 28.03.2018			
Current Folder (*	📝 Editor - C:\User\bertolon\Desktop\Progetto Augusta Tauringrid/Augusta Tauringrid/Augusta Tauringrid/v:1.0)Esportazion\Progetto Polifecnico 20032018/Esportazioni Politecnico 28.03.2018/Codice Infrato Polifecnico Bertolone.m	🛞 🗙 🛛 Wi	orkspace	
Name +	Codice Infrato Politecnico Bertolonem X +	N	1004 4	Value
Conception Patterns Patterns Patterns () Ingr.CSRTLRv () Ingr.CSRTLRv () Ingr.CSRTLRv () Ingr.CRTLRv () Ingr.CRTLRv () Ingr.RMLrv () Ingr.RMLrv () Ingr.RMLrv	<pre> Control - Parts 1 - Interatione Suit Cov</pre>		ine -	Value
	Academic License			
	h >>			
In the second se				
wyer_inown.csv (nie con valori separati d 🗸				
No details sociable				
NO GRAND PARADIC				
		1		

Figura 4.66: Step: 1 - Run Augusta Tauringrid



Figura 4.67: Step: 2 - Run Augusta Tauringrid



Figura 4.68: Step: 3 - Run Augusta Tauringrid

4.6 Elaborazione dati in ambiente MATLAB

Per completezza verrà illustrato il codice e la sua funzionalità. Il codice scritto in ambiente Matlab è suddiviso in 3 fasi. La prima fase è quella di lettura dei dati *.csv* esportati da QGIS ed importazione in Matlab codificandone attributi e proprietà geometriche degli elementi. La fase successiva è la ricostruzione della rete mediante algoritmi ulteriormente e successivamente migliorabili ed implementabili per il riconoscimento del tram sulla linea aerea o per esempio l'analisi delle cabine allacciate o meno alla rete. Lo scopo della seconda fase del codice è l'analisi dei dati importati per la ricostruzione della rete. Infine la fase finale è la procedura di calcolo automatico della rete [4] dove ho un'esportazione dei risultati in formato *.csv* e *.shp* che mi consentirà una visualizzazione più idonea in ambiente QGIS. Il logo del software è visibile in figura 4.69:



Figura 4.69: Logo Software Augusta Tauringrid Bertolone Citin Lorenzo

Si riporta lo schema esemplificato a blocchi in figura 4.70 per una comprensione delle principali funzionalità del codice e sarà premura successiva illustrare le parti più significative del codice che per sua interezza è reperibile nell'appendice della tesi. Si è deciso di suddividere il codice in 2 parti rispettivamente **BASE** e **TEST**. La prima parte permette di analizzare la struttura della rete e una volta avviato se non si modifica la rete strutturalmente aggiungendo cavi o linee non è necessario eseguirlo. La seconda parte di codice invece si occupa di modellizzare lame e tram. Questa suddivisione è stata resa preliminarmente necessaria per la notevole riduzione dei tempi di elaborazione del **software Augusta Tauringrid**. Quindi se bisogna effettuare più simulazioni variando la

configurazione delle lame o la posizione aggiunta di tram risulta strettamente necessario avviare la parte di codice di **TEST** sfruttando le *variabili pre-caricate* del codice **BASE** già avviato e concluso in fase preliminare. Al committente sulla base del file rilasciato all'incontro organizzato viene strutturata completamente la rete nelle 2 parti di codice senza necessità di eseguire il tutto da capo. Si riassume il funzionamento del codice suddividendo la rete I ovvero i cavi positivi, di alimentazione, le linee aeree dalla rete II che comprende la configurazione delle lame e dei tram.



Figura 4.70: Schema a blocchi logica di funzionamento software Augusta Tauringrid

4.7 Visualizzazione dei Risultati su QGIS

Una volta esportati i risultati in Matlab bisogna importarli in QGIS seguendo la procedura successivamente illustrata da figura 4.71 a figura 4.73. La rappresentazione in QGIS permette una comprensione dei dati molto più immediata rispetto a Matlab. Consente di poter memorizzare più scenari divisi in sottogruppi. Nel capitolo successivo sulla base della configurazione del software appena illustrata verranno eseguiti i test di rete partendo dal caso più semplice a quello più complesso. Sulla base degli shapefile elaborati da Matlab è possibile importarli in QGIS tramite i seguenti passaggi commentati:



Figura 4.71: Fase: 1 - Importazione grafica risultati su QGIS

 Si può caratterizzare un vettore inserito come shapefile con impostazioni predefinite quali: colore, simboli, etichette in funzione di formule complesse oppure di condizioni imposte. Si illustrano a grandi linee i vantaggi instrinseci per la visualizzazione in QGIS specificando che al committente viene rilasciata nella versione aggiornata un pacchetto di file salvati pre-impostati contenenti le specifiche già salvate. Nelle prossime illustrazioni da figura 4.74 a figura 4.90 viene illustrata la procedura per l'impostazione della visualizzazione grafica degli attributi di corrente, potenza e perdite in funzione del calcolo automatico eseguito. La procedura a grandi linee è rispecchiata per ogni vettore di interesse.



Figura 4.72: Fase: 2 - Importazione grafica risultati su QGIS

਼ Selettore sistema di riferimento (SR)		?	×
Specifica il SR per il layer layer_RISULTATI			
Filtro			
Sistemi di riferimento usati di recente			
Sistema di Riferimento	ID dell'autorità		
Monte Mario / Italy zone 1	EPSG:3003		
< Sistemi di riferimento mondiali	Nascor	ndi i SR sco	> onsigliati
Sistema di Riferimento	ID dell'autorità		^
Minna / Nigeria Mid Belt	EPSG:26392		
Minna / Nigeria West Belt	EPSG:26391		
Monte Mario (Rome) / Italy zone 1 (deprecated)	EPSG:26591		
Monte Mario (Rome) / Italy zone 2 (deprecated)	EPSG:26592		
Monte Mario / Italy zone 1	EPSG:3003		
Monte Mario / Italy zone 2	EPSG:3004		~
<			>
SR selezionato: Monte Mario / Italy zone 1			
+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=9 +k=0.9996 +x_0=1500000 +y_0 +towgs84=-104.1,-49.1,-9.9,0.971,-2.917,0.714,-11.68 +units=m	=0 +ellps=intl +no_defs		
	OK Cancel	H	Help

Figura 4.73: Fase: 3 - Importazione grafica risultati su QGIS





Figura 4.74: Fase: 1 - Gestione proprietà vettori su QGIS

	contrainer interinted and the			7 3
Generale	▼ Informazioni del vettore			
Stie	Nome vettore CAVI_ALIMENTAZIONE_linee		visualizzato come CAVI_ALIMENTAZIONE_line	e
	Sorgente vettore esktop/Progetto Augusta Tauringrid	SIMULAZIONE 1 20042018/August	ta Tauringrid v. 1.0/Simulazioni/Simulazione 1 19_	04_2018/CAVI_ALIMENTAZIONE_linee.sh
tichette	Codifica sorgente dati System 💌			
Etichette (sconsiglia	ato)			
Campi	Sistema di interimento delle coordinate			L G
isualizzazione	SR selezionato (EPSG:3003, Monte Mano / Italy zone 1	1)		•
	Crea indice spaziale Aggiorna l'estensione			
iuggerimenti				
Azioni	Visualizzazione dipendente dalla scala Minimum (exclusive)		Maximum (inclusive)	
Join	D 1:100.000.000	* 15	£ 0	× 12
Aagrammi	▼ Provider feature filter			
Metadati				
lanabili				
egenda				
				Costs they distance
				Costruttore di interrogazio

Figura 4.75: Fase: 2 - Gestione proprietà vettori su QGIS

🕺 Proprietà vettore - laye	er_RISULTATI Etichette				?	×
🔀 Generale	Non mostrare le eti	chette				
	Non mostrare le et Mostra le etichette	ichette per questo vettor te regole	e			3 2
abc Etichette	Blocking Lorem Ipsum					
Campi						_
🞸 Visualizzazione	Lorem Ipsum		6			+
🤛 Suggerimenti	abc Testo	Testo				^
S Azioni	abc Contorno	Carattere	MS Shell Dig 2		· · · · ·	9
Join	Sfondo	Stile	Normal			6
Diagrammi	Posizionamento	Dimonsiono				6
🥡 Metadati	Visualizzazione	Dimensione	Punti		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	e
🗧 Variabili		Colore				e
Legenda		Trasparenza			0 %	6
		Tipo maiuscolo	Nessun cambiamento		Ψ.	€,
		Spaziatura	lettera 0,0000			6
			parola 0,0000		‡	€,
	< >	Modalità fusione	Normale		Y	€. ~
	Stile 🔻			OK Cancel	Apply	Help

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.76: Fase: 3 - Gestione proprietà vettori su QGIS

🕺 Proprietà vettore - laye	er_RISULTATI Etic	hette						?	×
🔀 Generale	🔐 Etichettatu	ra tramite regole						-	
💸 Stile	Etichetta	Regola	Scala min	Scala max	Testo				
(abc) Etichette									
Campi									
🞸 Visualizzazione									
🧭 Suggerimenti									
😥 Azioni									
• Join									
Diagrammi									
👔 Metadati									
🗧 Variabili									
E- Legenda									
		_							
	s Aggiungi re	gola			OK	Cancel	Apply	ł	Help

Figura 4.77: Fase: 4 - Gestione proprietà vettori su QGIS

Modifica regola			?	
escrizione CORRENTI D	LATO			
ltro			Pro	ova
🗌 Intervallo di scala				
Minimum (exclusive)		Maximum (inclusive)		
1:100.000		✓ Ka ft 1:1.000	~	1
Etichette				
Etichetta con 1.2 field	ব		~	5
Testo/Contorno cam	pione			
	pione			3
Lorem Ipsum				1
Lorem Ipsum		•		
abc Testo	Testo			
+ab < c Formattazione	Carattere	MS Shell Dlg 2	- (e
abc Contorno				
Sfondo	Stile	Normal		8
Ombra			B 🕞 I 🤄	e
Posizionament	Dimensione	8 2500		A
Visualizzazione		0,200		
		Punti	•	8
	Colore			8
	Trasparenza	-	0%	e
	Tino maiuscole	Ness in cambiamento		
	ripo maluscolo	Nessun cambiamento		8
	Spaziatura	lettera 0,0000	÷ (E
		parola 0,0000	÷ (6
	Modalità fusione	Normale	-	e
		avt substitutes		-
<		EAL SUDSULITES	1	13.1

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.78: Fase: 5 - Gestione proprietà vettori su QGIS



Figura 4.79: Fase: 6 - Gestione proprietà vettori su QGIS

Modifica regola		?
scrizione CORRENTI D	LATO	
ro		Prova
] Intervallo di scala		
1inimum (exclusive)	Maximum (inclusive)	
1:100.000	✓ 1:1.000	~ 12
Etichette		
tichetta con <i>concat(fi</i>	eld_3,'A')	~ 8
 Testo/Contorno cam 	pione	
Lorem Ipsum		·
		•
Lorem Ipsum	•	
^{abc} Testo	Posizionamento	
+ab c Formattazione		
abc Contorno	Parallelo Qurvato Orizzontale	
Sfondo		
Ombra		
Posizionament	Posizioni permesse 🗹 Sopra la linea 🔲 Sulla linea 🔲 Sotto la linea	
/ Visualizzazione	Posizione dipendente dall'orientazione della linea	
	Distanza 0,0000	E (
	Milimetri	• 🕀
	Ripeti No repeat	÷ 🗣
	• elle	
	Milimetri	
	▼ Definito in funzione dei dati	
	Coordinata X (Y)	
< >	Alineamento orizzontale (verticale)	
		OK

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.80: Fase: 7 - Gestione proprietà vettori su QGIS

= + - / * ^ () "\n"	Cerca	raggruppa Aggregates
oncat(concat(field_4,' kW'),' / '),concat(field_5,' W')	ymbol color ydgregiztei Campie vulori Conditioni Conditioni Conditioni Data e ora Parzy Matching Generale Generale Generale Matematica Operatori Record (generic) Record (generic) Stringhe di tetto Variabili	Contains functions which apprepate values over layers and fields.

Figura 4.81: Fase: 8 - Gestione proprietà vettori su QGIS

1. The second		?
escrizione POTENZA M	EDIA E PERDITE	
tro		Prova
Intervallo di scala		
	Maximum (indusive)	
1:100.000	V 🔊 🗩 1:1.000	~ 15
Etichette		
Etichetta con <i>concat</i>	concat(concat(field_4,'kW),'/'),concat(field_5,'W))	~ 8
▼ Testo/Contorno ca	npione	
Lorem Ipsum		^
	keen l	~
Lorem Ipsum	•	-
abc Testo	Posizionamento	
<pre>+ab < c Formattazione</pre>		^
abo Contorno	Parallelo Ourvato Orizzontale	
Sfondo		
Ombra		
 Ombra Posizionament 	Posizioni permesse 🗌 Sopra la linea 🗌 Sulla linea 🗹 Sotto la linea	
 Ombra Posizionament Visualizzazione 	Posizioni permesse 🗌 Sopra la linea 📄 Sulla linea 🗹 Sotto la linea	
 Ombra Posizionament Visualizzazione 	Posizioni permesse Sopra la linea Sulla linea Sotto la linea Posizione dpendente dall'orientazione della linea Distanza 0,0000	• 4
Ombra Posizionament Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra la Inea Sulla linea Posizione dipendente dall'orientazione della linea Distanza 0,0000	•
Ombra	Posizioni permesse Sopra la Inea Sulla Inea Posizione di Sulla Inea Distanza Milimetri	
Ombra Posizionament Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra la linea Sulla linea Posizione dipendente dall'orientazione della linea Distanza O,0000 Millimetri Ripeti No repeat	
 Ombra Posizionament Visualizzazione 	Posizioni permesse Sopra la linea Posizione dipendente dall'orientazione della linea Distanza 0,0000 Millimetri Ripeti No repeat	
 Ombra Posizionament Visualizzazione 	Posizioni permesse Sopra la Inea Sulla linea Sotto la linea Posizione dipendente dall'orientazione della linea Distanza 0,0000 Milimetri Ripeti No repeat Milimetri	
Ombra Posizionament Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra la Inea Sulla Inea Sotto la Inea Posizione dependente dall'orientazione della linea Distanza O,0000 Milimetri Ripeti No repeat Milimetri	
 Ombra Posizionament Visualizzazione 	Posizioni permesse Sopra la Inea Sulla Inea Sotto la Inea Posizione dendente dall'orientazione della Inea Distanza Milimetri Ripeti Milimetri Constanti di funzione dei dati	
Ombra	Posizioni permesse Sopra la Inea Sulla linea Sotto la linea Posizione dependente dall'orientazione della linea Distanza (0,0000 Milimetri Ripeti No repeat Milimetri V Definito in funzione dei dati Coordinata X (= Y (=)	0 (5 • (5 • (5 • (5 • (5
Ombra	Postzoni pernesse ⊆ Sopra la Inea ⊆ Sulla Inea ⊆ Sotto la Inea ☐ Postzone dipendente dall'orientazione della Inea Distanza (0,0000 Milimetri Ripeti No repeat Milimetri ✓ Definito in funzione dei dati Coordinata X (⊆ Y (⊆) Allinaarento retropolta (⊂) ventrale (⊂)	0 (5 • (5 • (5 • (5

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.82: Fase: 9 - Gestione proprietà vettori su QGIS

ATTO IR ITTO I			
ATRIDUTE	INEA		
tro			 Prova
Intervallo di scala			
Minimum (exclusive)		Maximum (inclusive)	
€ 1:100.000		 Image: Second sec	~
Z Etichette			
Etichetta con abc field	6		~
Testo/Contorno can	nione		
Lorem (psum			
Lorem Ipsum		•	
abc Testo	Posizionamento		
+ab < c Formattazione			
abc Contorno			
💙 Sfondo	Parallelo Curvato Curvato	Orizzontale	
Ombra Sfondo			
Posizionamente	Posizioni permesse 🗌 Sopra	la linea 🗹 Sulla linea 🔲 Sotto la linea	
Visualizzazione	Posizioni permesse 🔲 Sopra	la linea 🗹 Sulla linea 🗌 Sotto la linea one dipendente dall'orientazione della linea	
Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra Posizio Distanza 0,0000	la linea 🗹 Sulla linea 🔲 Sotto la linea one dipendente dall'orientazione della linea	•
Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra Posizio Distanza 0,0000	la inea 🗹 Sulla inea 🔲 Sotto la inea one dipendente dall'orientazione della inea	
Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra Posizio Distanza 0,0000 Milimetri	la Inea Sulla Inea 🗌 Sotto la Inea one dipendente dall'orientazione della Inea	
Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra Posizio Distanza 0,0000 Milimetri Ripeti No repeat	la Inea 🕑 Sulla Inea 🗋 Sotto la Inea one dipendente dall'orientazione della Inea	
Posizionement / Visualizzazione	Posizioni permesse 📄 Sopra Posizic Distanza 0,0000 Milimetri Ripeti No repeat Milimetri	la linea 🗹 Sulla Inea 🗌 Sotto la Inea une dipendente dall'orientazione della linea	
Posizionement / Visualizzazione	Posizioni permesse 📄 Sopra Posizio Distanza (0,0000 Milmetri Ripeti No repeat Milmetri	la linea 🗹 Sulla linea 🗌 Sotto la linea une dipendiente dall'orientazione della linea	
Posizionement / Visualizzazione	Posizioni permesse Sopra Posizio Distanza 0,0000 Milmetri Ripeti No repeat Milmetri	Is lines [2] Sulla lines [3] Sotto la linea one dipendente dall'orientazione della linea	
 Posizionement Visualizzazione 	Podioni permesse Sopra Podize Distanza 0,0000 Milmetri Ripeti No repeat Milmetri Definito in funzione dei do	Is lines [2] Suita lines [3] Sotto la linea one dipendiente dall'orientazione della linea	
Posiziumment Visualizzazione	Posizioni permesse ☐ Sopra	Is lines 🕑 Sulla linea 📄 Sotto la linea one dipendente dall'orientazione della linea	
Posizionament Visualizzazione	Posizion permesse Gora Posizion Distanza 0,0000 Milimetri Ripeti Milimetri V Definito in funzione dei de Coordinata X (Ty Y 4 Alineamento orizzontale (la Inea 🗹 Sulla Inea 📄 Sotto la Inea une dipendente dall'orientazione della Inea della Inea 36 C C Verticole C C	

Figura 4.83: Fase: 10 - Gestione proprietà vettori su QGIS

Niodifica regola						ſ
crizione ATTRIBUTI LINE	A					
•						Prova
Intervallo di scala						
inimum (exclusive)		Ma	ximum (inclusive)			
1:100.000		× 15 5	1:1.000			~ 2
Etichette						
tichetta con abc field_6					 	~ 8
Testo/Contorno campi	one					
Lorem Ipsum						
						- 1
					F	•
orem Ipsum			•			
abc Testo	Rotazione	Sincronizza con l'etichetta			•	(I)
Formattazione		0.00*				e.
Sfondo						
Ombra	Uffset X,Y	0,0000		0,0000	Ŧ	4
💠 Posizionament		Millimetri			•	
🖉 Visualizzazione	Raggio X,Y	0,0000	*	0,0000	-	€,
		Millimetri			•	€.
	Trasparenza				 0%	e
	Ma dallah Garlana	Manuala			 	
	Modalita fusione	Normale			•	•=
						€
	Colore di riempimento					
	Colore di riempimento Colore del bordo	·				€,
	Colore di riempimento Colore del bordo Spessore bordo	▼ 1,0000			¢	e e
	Colore di riempimento Colore del bordo Spessore bordo	1,0000			 •	() () ()
	Colore di riempimento Colore del bordo Spessore bordo	(1,0000) Milimetri			•	

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.84: Fase: 11 - Gestione proprietà vettori su QGIS



Figura 4.85: Fase: 12 - Gestione proprietà vettori su QGIS

Ø Proprietà vettore	- layer_RISULTATI Stile				?		×
Cenerale	🚍 Single symbol						•
Stile				•			-
Campi							
Visualizzazione	Tipo simbolo del vettore	Freccia				•	-
Azioni	Head type	Single			•	4	
🖌 Join	Arrow type	Plain			•	€,	
	Arrow width	1,000000	×	Millimetri	•	¢,	
Diagrammi	Arrow width at start	1,000000	*	Millimetri	•	€,	
Metadati	Head length	1,500000	*	Millimetri	•	€,	
. Variabili	Head thickness	1.500000	@ \$	Millimetri	•	e	
– Legenda	Trasparenza del layer					0	ł
	Modalità fusione layer Normale	-					
	Modalità fusione elementi Normale	•					
	Effetti disegno						
	Control feature rendering order						10.10
	Stile 🔻	OK	Cancel	Apply		Help	

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.86: Fase: 13 - Gestione proprietà vettori su QGIS

🕺 Proprietà vettore - laye	er_RISULTATI Stile	? ×
🔀 Generale	Single symbol	•
😻 Stile	✓ → Line ✓ → Freccia	^
(abc) Etichette	Fill Riempimento semplice	
Campi		
🞸 Visualizzazione	Aggiungi layer simbolo	
🤛 Suggerimenti	Unita milimetri Trasparenza 0%	•
Azioni	Colore	
o ┥ Join	Larghezza 0,00000	•
Diagrammi		
🥡 Metadati	Simboli in gruppo	Apri libreria
🗧 Variabili		
Egenda	▼ Visualizzazione del layer Trasparenza del layer	0 🕏
	Modalità fusione layer Normale	•
	Modalità fusione elementi Normale	•
	Effetti disegno	☆
	Control feature rendering order	A l
	Stile 🔻	OK Cancel Apply Help

Figura 4.87: Fase: 14 - Gestione proprietà vettori su QGIS

		121 1017
🥖 Proprietà vettore - laye	yer_RISULTATI Stile	? ×
Generale	Single symbol	-
😸 Stile	Single symbol	
	Categorizzato	
(abc) Etichette		
Campi	Riempimento semplice	
Visualizzazione		
🤛 Suggerimenti	Tipo simbolo del vettore	
Azioni	Colore	
Jain	Spessore tratto 0,260000	ri 🔻 🚛
	Offset 0,000000	ri 🔻 🚍
Diagrammi	Stile tratto —— Linea continua	• 🗣
🕖 Metadati	Stile unione Smussato	• 🗣
2 Variabili	Stile testata 🔲 Ouadrato	- @ ·
-	▼ Visualizzazione del layer	
- Legenda	Trasparenza del layer	0 🗘
	Modalità fusione layer Normale 👻	
	Modalità fusione elementi	
	Effetti disegno	- Ser
	Control feature rendering order	
	Stile V Cancel Appl	y Help

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.88: Fase: 15 - Gestione proprietà vettori su QGIS

🕺 Proprietà vettore - lay	er_RISULTATI Stile							?	×
🔀 Generale	늘 Graduato								• ^
😻 Stile	Colonna	1.2 field_4				~	3		
(abc) Etichette	Simbolo			🔿 Cam	bia				
	Formato legenda	%1-%2					Precision	4 🔹 🗌 Tro	inca
Campi	Metodo	Color							•
🞸 Visualizzazione	Scala di colori	Inferno				▼ Mo	difica	Inverti	
🧭 Suggerimenti	Classi Istorr	amma							
Azioni	Simbolo Va	alori Leg	enda						-
o Join									
Diagrammi									
🧑 Metadati	Modo Intervallo u	juale	▼ mina tutto					Classi 5	
8 Variabili	Collega i confini	della classe						Avanzad	
- Legenda	▼ Visualizzazion	e del layer —							
	Trasparenza del layer							0	÷
	Modalità fusione laye	r	Normale	•					
	Modalità fusione elem	enti	Normale	•					
	Effetti disegno								<u> </u>
	Control feature re	ndering order							Ål V
	Stile 🔻				OK	Cancel	App	bly	Help

Figura 4.89: Fase: 16 - Gestione proprietà vettori su QGIS

Proprieta vettore - I	syer_RISOLIATI Stile				1
Generale	Colonna 1.2 fi	ield_4		~	ε
Stile	Simbolo		🔿 Cambia		
Etichette	Formato legenda %1 -	%2			Precision 0 🛊 🗌 Tronca
Campi	Metodo Color				•
Visualizzazione	Scala di colori	[source]		▼ M	iodifica 🗌 Inverti
Suggerimenti	Classi Istogramma	5			
Azioni	Simbolo Valori	Legenda - 335.40 223.6000 - 335.4000			1
	✓ → 335.40 ✓ → 447.20	- 447.20 335.4000 - 447.2000 - 559.00 447.2000 - 559.0000			v
Diagrammi	Modo Intervallo uguale	•	Copia	Ctrl+C	Classi 5
Metadati	Classificazione	😑 Elimina tutto	Incolla	Ctrl+V	Avanzato 🔹
	Collega i confini della	classe	Cambia colore		
Variabili			Cambia traspa	renza fi uscita	
Legenda	Visualizzazione del	layer	Cambia larghe	zza	
	Trasparenza del layer				0
	Modalità fusione layer	Normale	-		
	Modalità fusione elementi	Normale	-		
	Effetti disegno				

4 – Progetto 'Augusta Tauringrid'

Figura 4.90: Fase: 17 - Gestione proprietà vettori su QGIS

2. Come visibile da figura 4.91 a figura 4.93 è possibile salvare uno stile predefinito per velocizzare il processo di importazione dei dati e se il nome del pacchetto di stile non varia o viene ridefinito in caso di variazioni, l'aggiornamento è automatizzato per ogni successiva modifica.

ore - CAV									
	 Informazioni del ve 	ettore							
	Nome vettore CAVI	I_ALIMENTAZIONE	linee	vis	ualizzato come	CAVI_ALIMENTAZI	ONE_linee		
	Sorgente vettore eskte	op/Progetto Augus	sta Tauringrid SIMULAZION8	E 1 20042018/Augusta Ta	suringrid v. 1.0/S	imulazioni/Simulazio	ne 1 19_04_2018/0	AVI_ALIMENTAZION	E_inee.
	Codifica sorgente dati	System	•						
nsigilato)	▼ Sistema di riferime	ento delle coordi	inate						
	SD calazionato /EDSC-3	2003 Monte Mario	(Italy zone 1)						-
	SK SEEZONALD (CP30:3	003, Monte Mario	(Italy zone 1)						-
	Crea indice spaziale	Aggiorna l'estensio	ne						
	▼ Visualizzazione	dipendente dall	la scala						
	Minimum (exclusive)			Ma	odmum (inclusive	=)			
	1:100.000.000				0				-
	Provider reature in	lter							
	Provider feature in	iter							
		iter							
		lter							
	Cerica ste	Iter							
	Cerica stie Carica stie Carica stie Sola stie Dortsa Sourceford	tter to Sto	CIS Layer Style File 10 File						
	Cence able Salva stile Salva stile Salva Core Predefini Angroup	ter to Sto	cib Layor Style File LD File						
	Cence etle Gence etle Salva stile Salva stile Salva stile Rapistra Predefinto Rapistra Predefinto Rapistra Predefinto	ter to corrente	KIS Layer Style File					Costruitore di ri	terroqui

Figura 4.91: Fase: 1 - Stile pre-impostato grafica risultati su QGIS

						-	
rale	Etichettatura	tramite regole				•	
	Etichetta	Regola	Scala min	Scala max	Testo		
vette	X CORRENT X POTENZ	I (nessun filtro) (nessun filtro) I (nessun filtro)			concat(Correnti, 'A') concat(concat(Potenza,' kiV'),concat(concat(' / '),concat(Perdite,' 'V'))) Attributi		
ette (sconsigliato)							
âzzazione							
erimenti							
•							
dam.							
hā							
noa							
	Carica stile Salva stile						
	Salva Come Pre	definito					
	Aggiungi Rinomina Teleme	esto corrente					
	(predefinito)	ono corrence					
	Calo Y				Of Cancel Apply		Links

Figura 4.92: Fase: 2 - Stile pre-impostato grafica risultati su QGIS

	« Augusta Tauringrid v.1.0 > Simula	Cerca in Simulazione 4 22_04			
rganizza 👻 🕴	Nuova cartella				H • 🔳 🛛
🕹 Down 🖈 ^	Nome	Ultima modifica	Tipo	Dimensione	
Desktu 🖈 📃	Stile_Interruttori.gml	18/04/2018 20:14	QGIS Layer Settings	45 KB	
Docur 🖈	😤 Stile_Lame.qml	18/04/2018 20:18	QGIS Layer Settings	45 KB	
📰 imma 🖈	😴 Stile_Linee.qml	14/04/2018 17:44	QGIS Layer Settings	48 KB	
Polite #	😤 Stile_Nodi.qml	18/04/2018 19:54	QGIS Layer Settings	15 KB	
Esport 🖈	💐 Stile_Tram.qml	22/04/2018 11:03	QGIS Layer Settings	16 KB	
QGIS					
Simulazic					
Simulazic					
Simulazic					
Dropbox					
S OneDrive -					
	Nome file:			~	File di stile QGIS del vettore (*.q

Figura 4.93: Fase: 3 - Stile pre-impostato grafica risultati su QGIS

Capitolo 5 Simulazione di 'Augusta Tauringrid'

Si effettuano simulazioni in **differenti scenari** per analizzarne i risultati e confrontare il tutto nel capitolo delle conclusioni. Si considerano 4 scenari visibili in figura 5.1 di cui il primo in condizioni ordinarie di funzionamento della rete e gli ultimi 3 in condizioni di guasto della rete dovuto a cortocircuito di tipo franco [3]. Da applicazioni sperimentali in funzione delle condizioni al contorno su cui verte lo scenario le correnti assorbite del tram rientrano in un range prestabilito con valori di gradiente durante la fase di accelerazione tra 1 e 5 A/ms [8]. Si pone per la simulazione la corrente assorbita dalla motrice pari a 1000 A. Si modellizza la sottostazione elettrica con un modello equivalente Thevenin dove la resistenza equivalente serie raddrizzatore e trasformatore viene determinata tramite misurazione sperimentale e posta pari a 0.0167 Ω [7].

> SIMULAZIONE 1: CONDIZIONI ORDINARIE SU ZONA 40 ALIMENTAZIONE DA CABINA DUCA D'AOSTA PRESENZA DI 2 TRAM IN ZONA 40

SIMULAZIONE 2: CONDIZIONI DI GUASTO FRANCO SU ZONA 40 ALIMENTAZIONE DA CABINA DUCA D'AOSTA NESSUN TRAM PRESENTE IN ZONA 30 E 40

SIMULAZIONE 3: CONDIZIONI DI GUASTO FRANCO SU ZONA 40 ALIMENTAZIONE DA CABINA SEBASTOPOLI NESSUN TRAM PRESENTE IN ZONA 30 E 40

SIMULAZIONE 4: CONDIZIONI DI GUASTO FRANCO SU ZONA 40 ALIMENTAZIONE DA CABINE DUCA D'AOSTA E SEBASTOPOLI NESSUNA PRESENZA DI TRAM IN ZONA 30 E 40

Figura 5.1: Scenari Simulati

Per valutare la veridicità dei risultati si è definito un indice d'errore pari alla somma delle correnti entranti ed uscenti in ciascun nodo.

Questo indice si rifà direttamente alla legge di Kirchhoff delle correnti che in un sistema matriciale si può scrivere come riferimento all'equazione 5.1. Maggiore è questo indice più elevati saranno gli errori del software Augusta Tauringrid. Per tutti gli scenari analizzati il valore dell'indice coefficiente d'errore C.E. è inferiore a 0.006.

$$A * j = 0 \tag{5.1}$$

Dai dati sperimentali emerge che tale condizione è pienamente rispettata per ciascuna delle simulazioni che verranno illustrate a seguire. Nelle simulazioni viene trascurato il valore della resistenza di binario che ridurrebbe ulteriormente i valori della corrente avvicinando la modellistica di un sistema elettrico ideale ad una realtà applicativa.

5.1 Scenario 1: Rete elettrica tranviaria zona 40 in condizioni ordinarie

5.1.1 Analisi dei Risultati

1. Si analizza la zona 40 nelle vicinanze del Politecnico di Torino in cui viene esclusivamente attivata la cabina Duca d'Aosta e vengono posti 2 tram prima in accelerazione e successivamente in frenata. Lo scenario di simulazione è illustrato in figura 5.2. Come è possibile notare anche una singola zona risulta essere un sistema notevolmente complesso con miriadi di connessioni intrinseche tra barrature in rame, cavi positivi, di alimentazione e linee aeree. Si analizzano i risultati visibili in figura 5.3 e figura 5.4 ed inoltre nello specifico si può verificare che entrambi i tram assorbano la corrente regolare di 1000 A come da specifiche imposte dalle variabili globali del codice. Si può riscontrare che la tensione ai nodi 1425 e 3947 dei 2 tram rispettivamente è di 638 V e di 653 V in frenata rigenerativa con immissione in rete, e di 562 V e di 547 V in accelerazione con assorbimento di corrente. Attraverso le heatmap preimpostate è possibile identificare i cavi o le linee attraversate eccessivamente da corrente con il colore rosso piuttosto che blu.



(a) Panoramica QGIS

(b) Panoramica Satellite

Figura 5.2: Simulazione 1



Figura 5.4: Simulazione 1: Visualizzazione dei risultati 2
5.2 Scenario 2: Rete elettrica tranviaria zona Politecnico di Torino in condizioni di guasto a terra

5.2.1 Analisi dei risultati

 Si ipotizza un guasto franco nella medesima zona e nelle medesime condizioni esaminate precedemente di alimentazione tranne per la presenza di motrici sulla zona che vengono escluse e sostituite da cortocircuito, la cui collocazione nella rete nelle simulazioni a seguire, rimarrà sempre la medesima come illustrato in figura 5.5. La corrente di cortocircuito sul ramo interessato da guasto franco risulta essere di 18 kA come visualizzabile in figura 5.7.



Figura 5.5: Simulazione 2: Panoramica QGIS

5.2.2 Verifica dei risultati

2. Analizzo per completezza il circuito semplificato che modellizza la struttura del sistema elettrico illustrato in figura 5.6 le cui proprietà elettriche sono riassunte in tabella 5.1.



Figura 5.6: Analisi circuitale simulazione 2

$R[m\Omega]$	S[mmq]	L[m]
4	1000	235
4	1000	235
10	1000	586
27	1000	1570
27	1000	1570
2	1000	112
0.17	500	5
9.7	95	54
1.1	95	6
	R[mΩ] 4 4 10 27 27 2 0.17 9.7 1.1	$R[m\Omega]$ $S[mmq]$ 4100041000101000271000271000210000.175009.7951.195

Tabella 5.1: Tabella simulazione 2



Figura 5.7: Simulazione 2: Visualizzazione dei risultati 1

3. Risoluzione analitica del circuito semplificato secondo l'equazione 5.2:

$$Icc' = \frac{600V}{(16.7 + 2 + 7.3 + 1.9 + 0.17 + 9.7 + 1.1)m\Omega} \approx \frac{600V}{39m\Omega} \approx 15kA$$
(5.2)

4. Dal confronto con i valori del software si può constatare la validità ed affidabilità del software sul calcolo automatico delle correnti di cortocircuito della rete. Vi è una differenza sostanziale tra calcoli teorici su modello semplificato e calcolo automatico della corrente tramite software dato dal fatto che si trascura la complessità della rete.

5.3 Scenario 3: Rete elettrica tranviaria zona circostante 30 Politecnico di Torino in condizioni di guasto a terra

5.3.1 Analisi dei risultati

1. Si ipotizza un guasto franco nella zona 30 e nelle medesime condizioni esaminate precedemente di alimentazione tranne per la presenza di motrici sulla zona che vengono escluse e sostituite da un ramo di cortocircuito e dalla cabina di alimentazione che passa da Duca d'Aosta a Sebastopoli come visibile in figura 5.8 e figura 5.9. La corrente di cortocircuito sul ramo interessato da guasto franco risulta essere di 15 kA come visibile in figura 5.11.



(a) Panoramica QGIS 1



(b) Panoramica QGIS 2





Figura 5.9: Simulazione 3: Panoramica Satellite

5.3.2 Verifica dei risultati

2. Analizzo per completezza il circuito semplificato che modellizza il sistema illustrato in figura 5.10 e la tabella 5.2 che riassume le proprietà elettriche del circuito.



Figura 5.10: Analisi circuitale simulazione 3

ID	$R[m\Omega]$	S[mmq]	L[m]
CPOS-592	6	1000	352
CPOS-593	13	500	382
CPOS-654	11	500	308
CPOS-655	14	500	411
CALIM-222	0.17	500	5
LA_40-494	9.7	95	54
LA_40-492	1.1	95	6

Tabella 5.2: Tabella simulazione 3



3. Risoluzione analitica del circuito secondo l'equazione 5.3:

Figura 5.11: Simulazione 3: Visualizzazione dei risultati 1

4. Dal confronto con i valori del software si può constatare la validità ed affidabilità del software sul calcolo automatico delle correnti di cortocircuito della rete. Vi è una differenza sostanziale tra calcoli teorici su modello semplificato e calcolo automatico della corrente tramite software dato dal fatto che si trascura la complessità della rete.

5.4 Scenario 4: Rete elettrica tranviaria in condizioni di guasto a terra nella zona 40 alimentata da due sottostazioni elettriche

5.4.1 Analisi dei risultati

 A partire dai risultati delle simulazioni precedenti mantenendo la posizione del guasto franco la medesima per tutte le simulazioni, a variare in questa analisi è la presenza di alimentazione da entrambe le cabine Duca d'Aosta e Sebastopoli come visibile in figura 5.12 e figura 5.13. La corrente di cortocircuito sul ramo di interesse caratterizzato da guasto franco risulta essere di 26 kA come illustrato in figura 5.15.



Figura 5.12: Simulazione 4: Panoramica QGIS parte 1



Figura 5.13: Simulazione 4: Panoramica QGIS parte 2

5.4.2 Verifica dei risultati

2. Analizzo per completezza il circuito semplificato che modellizza il sistema illustrato in figura 5.14 e la tabella 5.3 che ne riassume le proprietà elettriche.



Figura 5.14: Analisi circuitale simulazione 4

ID	$R[m\Omega]$	S[mmq]	L[m]
CPOS-0	4	1000	235
CPOS-1	4	1000	235
CPOS-19	10	1000	586
CPOS-20	27	1000	1570
CPOS-21	27	1000	1570
CPOS-22	2	1000	112
CPOS-592	6	1000	352
CPOS-593	13	500	382
CPOS-654	11	500	308
CPOS-655	14	500	411
CALIM-222	0.17	500	5
LA_40-494	9.7	95	54
LA_40-492	1.1	95	6

Tabella 5.3: Tabella simulazione 4



3. Risoluzione analitica del circuito applicando il teorema di Millman secondo l'equazione 5.4:

Figura 5.15: Simulazione 4: Visualizzazione dei risultati 1

4. Dal confronto con i valori del software si può constatare la validità ed affidabilità del software sul calcolo automatico delle correnti di cortocircuito della rete. Vi è una differenza sostanziale tra calcoli teorici su modello semplificato e calcolo automatico della corrente tramite software dato dal fatto che si trascura la complessità della rete.

Capitolo 6 Conclusioni

E' stato sviluppato un software denominato Augusta Tauringrid secondo le specifiche del personale Infra.To, rispettando gli obiettivi imposti dalla tesi e simulando vari scenari applicativi per confrontare calcoli teorici con misure sperimentali. E' stato inoltre realizzato un modello della rete tranviaria di Torino in ambiente QGIS, che tramite interazione con codice matlab Augusta Tauringrid, mi consente di calcolare la corrente in ciascun lato e la tensione in ciascun nodo della rete e visualizzare in maniera intuitiva e semplificata i risultati. Il software è stato testato per quattro casi studio qui di seguito elencati:

- 1. Rete elettrica tranviaria zona 40 in condizioni ordinarie.
- 2. Rete elettrica tranviaria zona Politecnico di Torino in condizioni di guasto a terra.
- 3. Rete elettrica tranviaria zona circostante 30 Politecnico di Torino in condizioni di guasto a terra.
- 4. Rete elettrica tranviaria in condizioni di guasto a terra nella zona 40 alimentata da due sottostazioni elettriche.

Nel primo caso studio, si sono analizzate le specifiche di rete con l'ipotesi che simultaneamente due tram posti in due punti differenti della zona frenino o accellerino istantaneamente. Nei casi successivi si è scelto un punto della rete tale per cui si è applicato un guasto franco a terra e sono state analizzate le correnti di cortocircuito nella configurazione di alimentazione della rete da singola cabina di zona o da entrambe le cabine in prossimità del punto di guasto a terra. Per ciascuno dei casi studio è stata verificata la legge di Kirchhoff ai nodi. Nel primo caso di studio si è riscontrato che la tensione ai nodi

dei 2 tram rispettivamente è di 638 V e di 653 V in frenata rigenerativa con immissione in rete, e di 562 V e di 547 V in accelerazione con assorbimento di corrente. Dall'analisi dei risultati si ottiene che la differenza in modulo tra i risultati, rispettivamente in accelerazione e frenata, è di 15V. Il tram più distante dalla cabina ha tensione ai nodi in accelerazione inferiore a quello più prossimo, e superiore al medesimo in caso di frenata. Analizzando gli altri scenari si può constatare che la corrente di cortocircuito in condizioni di guasto franco a terra passando dall'alimentazione di una singola cabina a quella di duplice, ha un incremento percentuale nei rispettivi casi di alimentazione da zona più prossima e zona più lontana del 44% e del 73%. Inoltre risulta che nel caso di alimentazione da cabina più prossima al punto di guasto, la corrente di cortocircuito risulti più elevata rispetto al caso di alimentazione da cabina più distante dal medesimo punto. In passato, sono state effettuate delle misure sperimentali tali per cui, la corrente di cortocircuito è tipicamente nell'intervallo compreso tra 500 A e 14250 A. Tenuto conto che nel calcolo si è trascurata la resistenza di binario, i valori delle correnti di cortocircuito calcolati negli scenari in condizioni di guasto a terra sono compatibili con i valori misurati [6]. Il progetto di tesi rispetta le specifiche in termini di gestione e modifica dei dati caratterizzanti la rete ed offre una visualizzazione grafica dei risultati.

Bibliografia

- [1] URL: http://www.tramditorino.it/.
- [2] URL: http://www.infrato.it/it/.
- [3] E.Pons. "Analisi del guasto a terra nelle reti in media tensione, al fine della definizione di Impianto di Terra Globale". In: *Tesi di Laurea* (2004), pp. 19–33.
- [4] Fondamenti di teoria dei circuiti. Charles A. Desoer Ernest S. Kuh, 2014.
- [5] F.Scolamiero. "Ottimizzazione dei sistemi di protezione della rete tranviaria torinese". In: *Tesi di Laurea* (2016), pp. 5–25.
- [6] L.Bramardi. "Studio sperimentale delle correnti ordinarie e di guasto nella rete tranviaria torinese per l'ottimizzazione delle protezioni". In: *Tesi di Laurea* (2017), pp. 184–214.
- [7] E.Pons R.Tommasini P.Colella. "Fault Current Detection and Dangerous Voltages in DC Urban Rail Traction Systems". In: 53 (2017), pp. 4109–4115.
- [8] E.Pons P.Colella R.Rizzoli R.Tommasini. "Distinguishing short circuit and normal operation currents in DC urban light railway systems". In: (2017).

Indice delle figure

2.1	Tipologie di motrici	3
3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Schema concettuale funzionamento software Simulatore di rete tranviaria Schermata Software Applicazione Autocad	6 7 9 9 10
4.1	Schema concettuale funzionamento software Augusta Tauringrid	11
4.2	Step 1: Accensione visualizzazione di tutti i layer	12
4.3	Step 2: Sblocco di tutti i layer bloccati	13
4.4	Step 3: Scongelamento di tutti i layer bloccati	13
4.5	Step 4: Fase 1 - Comando Percorri i layer	14
4.6	Step 4: Fase 2 - Comando Percorri i layer	15
4.7	Step 4: Fase 3 - Comando Percorri i layer	15
4.8	Step 4: Fase 4 - Comando Percorri i layer	16
4.9	Step 4: Fase 5 - Comando Blocca	16
4.10	Step 4: Fase 6 - Salvataggio CASSETTE.dwg	17
4.11	Step 5: Esportazione con estensione .dxf	17
4.12	Step 1: Installazione Plugin	18
4.13	Step 2: Installazione Plugin	19
4.14	Step 3: Installazione Plugin	19
4.15	Step 4: Installazione Plugin	20
4.16	Step 5: Installazione Plugin	20
4.17	Step 1: Configurazione Plugin	21
4.18	Step 2: Configurazione Plugin	21
4.19	Step 1: Installazione Plugin	22
4.20	Step 2: Installazione Plugin	22
4.21	Step 1: Aggiunta di un vettore layer	24
4.22	Step 2: Aggiunta di un vettore layer	25
4.23	Step 3: Aggiunta di un vettore layer	25
4.24	Step 4: Aggiunta di un vettore layer	26

4.25	Step 1: Gestione di un vettore layer	27
4.26	Step 2: Gestione di un vettore laver	27
4.27	Panoramica Augusta Tauringrid 1	28
4.28	Panoramica Augusta Tauringrid 2	28
4.29	Panoramica Augusta Tauringrid 3	29
4.30	Step: 1 - Plugin AutoFields	29
4.31	Step: 2 - Plugin AutoFields	60
4.32	Step: 3 - Plugin AutoFields	60
4.33	Step: 4 - Codici Plugin AutoFields	31
4.34	Step: 4 - Codici Plugin AutoFields	31
4.35	Step: 4 - Codici Plugin AutoFields	52
4.36	Step: 1 - Aggiunta elementi	52
4.37	Step: 2 - Aggiunta elementi	53
4.38	Step: 3 - Aggiunta elementi	53
4.39	Step: 4 - Aggiunta elementi	54
4.40	Step: 5 - Aggiunta elementi	54
4.41	Step: 6 - Aggiunta elementi	5
4.42	Step: 7 - Aggiunta elementi	5
4.43	Step: 8 - Aggiunta elementi	6
4.44	Step: 9 - Aggiunta elementi	6
4.45	Step: 10 - Aggiunta elementi	37
4.46	Misurazione entità	37
4.47	Step: 1 - Modifica elementi	8
4.48	Step: 2 - Modifica elementi	;9
4.49	Step: 3 - Modifica elementi	;9
4.50	Step: 4 - Modifica elementi	0
4.51	Step: 5 - Modifica elementi	0
4.52	Fase: 1 - Esportazione .CSV 4	11
4.53	Fase: 2 - Esportazione .CSV4	2
4.54	Fase: 3 - Esportazione .CSV4	2
4.55	Step: 1 - Interfaccia refresh	4
4.56	Step: 2 - Interfaccia refresh	4
4.57	Step: 3 - Interfaccia refresh	-5
4.58	Step: 4 - Interfaccia refresh	-5
4.59	Step: 5 - Interfaccia refresh	6
4.60	Step: 6 - Interfaccia refresh	-6
4.61	Step: 7 - Interfaccia refresh	17
4.62	Step: 8 - Interfaccia refresh	7
4.63	Step: 9 - Interfaccia refresh	8
4.64	Step: 10 - Interfaccia refresh	8
4.65	Step: 11 - Interfaccia refresh	9

4.66	Step: 1 - Run Augusta Tauringrid	49
4.67	Step: 2 - Run Augusta Tauringrid	50
4.68	Step: 3 - Run Augusta Tauringrid	50
4.69	Logo Software Augusta Tauringrid Bertolone Citin Lorenzo	51
4.70	Schema a blocchi logica di funzionamento software Augusta Tauringrid .	52
4.71	Fase: 1 - Importazione grafica risultati su QGIS	53
4.72	Fase: 2 - Importazione grafica risultati su QGIS	54
4.73	Fase: 3 - Importazione grafica risultati su QGIS	54
4.74	Fase: 1 - Gestione proprietà vettori su QGIS	55
4.75	Fase: 2 - Gestione proprietà vettori su QGIS	55
4.76	Fase: 3 - Gestione proprietà vettori su QGIS	56
4.77	Fase: 4 - Gestione proprietà vettori su QGIS	56
4.78	Fase: 5 - Gestione proprietà vettori su QGIS	57
4.79	Fase: 6 - Gestione proprietà vettori su QGIS	57
4.80	Fase: 7 - Gestione proprietà vettori su QGIS	58
4.81	Fase: 8 - Gestione proprietà vettori su QGIS	58
4.82	Fase: 9 - Gestione proprietà vettori su QGIS	59
4.83	Fase: 10 - Gestione proprietà vettori su QGIS	59
4.84	Fase: 11 - Gestione proprietà vettori su QGIS	60
4.85	Fase: 12 - Gestione proprietà vettori su QGIS	60
4.86	Fase: 13 - Gestione proprietà vettori su QGIS	61
4.87	Fase: 14 - Gestione proprietà vettori su QGIS	61
4.88	Fase: 15 - Gestione proprietà vettori su QGIS	62
4.89	Fase: 16 - Gestione proprietà vettori su QGIS	62
4.90	Fase: 17 - Gestione proprietà vettori su QGIS	63
4.91	Fase: 1 - Stile pre-impostato grafica risultati su QGIS	63
4.92	Fase: 2 - Stile pre-impostato grafica risultati su QGIS	64
4.93	Fase: 3 - Stile pre-impostato grafica risultati su QGIS	64
5.1	Scenari Simulati	65
5.2	Simulazione 1	67
5.3	Simulazione 1: Visualizzazione dei risultati 1	68
5.4	Simulazione 1: Visualizzazione dei risultati 2	68
5.5	Simulazione 2: Panoramica QGIS	69
5.6	Analisi circuitale simulazione 2	70
5.7	Simulazione 2: Visualizzazione dei risultati 1	71
5.8	Simulazione 3	72
5.9	Simulazione 3: Panoramica Satellite	72
5.10	Analisi circuitale simulazione 3	73
5.11	Simulazione 3: Visualizzazione dei risultati 1	74
5.12	Simulazione 4: Panoramica QGIS parte 1	75

5.13	Simulazione 4: Panoramica QGIS parte 2	75
5.14	Analisi circuitale simulazione 4	76
5.15	Simulazione 4: Visualizzazione dei risultati 1	77

Appendice A

Codice Matlab Augusta Tauringrid

Si illustra nello specifico la struttura completa del codice suddiviso in due sezioni. La prima sezione è quella **BASE** dove si analizza la struttura della rete mentre la seconda di **TEST** analizza la sua configurazione:

1. Variabili Globali di sistema modificabili dal committente in funzione delle esigenze di simulazione richieste.

```
clear; %Pulisce le variabili di sistema
1
      close all; %Chiude tutte le finestre aperte
2
      clc; %Pulisce la command window di MATLAB
3
      format long; %Imposta visibilita' dei risultati piu'accurata
4
5
  % VARIABILI DI SISTEMA MODIFICABILI:
6
7
  % Variabili globali
8
      print_new = 0; %Variabile Stampa tabella aggiornamento
9
      epsilon = 0.01; %Errore di tolleranza aggancio nodi matrice
10
          incidenze
      pho = 1.68 * 10<sup>(-8)</sup>; %Resistivita' del rame
11
      tolleranza_cassetta = 12;%Tolleranza imposta di CASSETTE
12
          sperimentale pari a 10[m] inscrizione circonferenza su
          perimetro
      R_INTERRUTTORE_ON = 0.000001;%Resistenza imposta per avere
13
          interruttore in stato chiuso di ON
      R_INTERRUTTORE_OFF = 1000000; %Resistenza imposta per avere
14
          interruttore in stato aperto di OFF
15
  % Variabili Layer_CASSETTE
16
```

```
V_CASSETTE = 600; %Definizione tensione Cassette imposta a
17
          600[V]
      R_CASSETTE = 0.0167; %Resistenza Ausiliari Cassette
18
          associata di gruppo(trafo+convertitore)[ohm]
19
  % Variabili Layer_LA;
20
      diametro_LA = 95; %Diametro cavo standard convenzionale se
21
          non specificato [mm^2]
22
  % Variabili Layer_LAME
23
      lunghezza_LAME = 0.2; %Lunghezza delle lame[m]
24
      sezione_LAME = 95;
25
```

2. E' possibile visualizzare il codice di importazione dei dati relativo al layer_CASSETTE. Nella seguente parte di codice è stato aperto e letto il .*csv* contente i dati esportati da QGIS per poi suddividere il contenuto delle stringhe nei relativi campi di interesse e successivamente inserirli in tabella. Ogni parte del codice e' stata opportunamente commentata:

```
% Codice BASE - Parte 1 - IMPORTAZIONE DEI DATI DA QGIS
1
  % Se la rete rimane invariata e si decide di modificare
2
     esclusivamente
  % connessioni di lame e posizioni di tram e' sufficiente avviare
3
  % esclusivamente il file di TEST altrimenti run sul seguente
4
      script .m per
  % la prima volta.
5
  % Parte pre-salvata
6
  % Per questioni di funzionalita' e velocita' di codice si
7
     salvera' un .mat
  % contente tutti i calcoli relativi al layer:
8
  % 1)CASSETTE: (NOME CABINA,-CST-,ID)
9
  % 2)CAVI ALIMENTAZIONE: (CODICE UNIVOCO AUTOCAD, -CALIM-, ID)
10
  % 3)CAVI POSITIVI: (CODICE UNIVOCO AUTOCAD, -CPOS-,ID)
11
  % 4)LINEA AEREA: (CODICE UNIVOCO AUTOCAD, -LA-, ID)
12
  % Parte iterabile ogni singola volta
13
  % E successivamente nel seguente ordine all'importazione di:
14
  % 5)TRAM: (CODICE UNIVOCO AUTOCAD, TR-, ID)
15
  % 6)LAME: (CODICE UNIVOCO AUTOCAD, -LM-, ID)
16
  % Sulla base della classificazione di id effettuiamo la lettura
17
     dei file.csv
```

```
% esportati da QGIS e da importare in MATLAB attraverso il
18
      sequente codice:
  % 1)Apertura del layer_CASSETTE e salvataggio
19
  % Vettore: Colonne_layer_CASSETTE
20
  % Colonna 1: LAYER
21
 % Colonna 2: ATTRIBUTI
22
  % Colonna 3: CODICE UNIVOCO AUTOCAD
23
  % Colonna 4: ORIGINE UNIVOCA AUTOCAD
24
  % Colonna 5: ID
25
  % Colonna 6: NOME CABINA
26
  % Colonna 7: CODICE CABINA
27
  % Colonna 8: X
28
  % Colonna 9: Y
29
  % Lettura del file .csv ed importazione in tabella
30
      Colonne_layer_CASSETTE
  % Apertura del File .csv
31
      fid = fopen('layer_CASSETTE.csv');
32
  % Lettura e scansione in tabella
33
      Colonne_layer_CASSETTE = textscan(fid, '%s%s%s%s%s%s%s%s',
34
          'delimiter','\n');
  % Chiusura del File .csv
35
      fclose(fid);
36
  % Aggiornamento dei campi e pulizia delle stringhe tramite
37
      apposito ciclo
  % for delle Colonne_layer_CASSETTE
38
  % La pulizia viene effettuata per estrapolare i dati necessari
39
      ed
  % alleggerire il peso dei dati contenuti nelle tabelle
40
      attraverso apposite
  % operazioni di sostituzione e delimitazione di stringa
41
  % Inizializzazione variabile ausiliaria lettura dato che ogni
42
      colonna contiene un numero indefinito di righe
      t = 0;
43
  %Inizializzazione indice ausiliario lettura dati
44
      k = 0;
45
      for s=1:length(Colonne_layer_CASSETTE(1,:))
46
      % Alla fine della lettura della serie di righe in una
47
          colonna riprendi da capo la colonna successiva
          t = 0;
48
          while(t<length(Colonne_layer_CASSETTE{:,s}))</pre>
49
50
```

```
t = t+1;
51
               k = k+1;
52
53
               Lista_layer_CASSETTE{k,1} = Colonne_layer_CASSETTE{s
54
                  }{t};
               % Strrep permette di sostituire parti di stringa con
55
                   altre
               Lista_layer_CASSETTE\{k\} = strrep(
56
                  Lista_layer_CASSETTE{k},',',' ');
               % Regexp permette di differenziare tra loro elementi
57
                    sulla base di un'altra stringa
               Lista_layer_CASSETTE{k} = regexp(
58
                  Lista_layer_CASSETTE{k},' ','split');
59
           end
60
61
      end
62
  % Variabile ausiliaria di verifica dove -1 giustifica la prima
63
      riga di intestazione
      Num_Cassette = k-1;
64
  % Sulla base della tabella Colonne_layer_CASSETTE trasferisco
65
      tutti i
  % parametri di interesse in tab_layer_CASSETTE tramite
66
      iterazione di
  % apposito ciclo for el'aiuto di una lista di elementi
67
  % Variabili di inizializzazione del ciclo for
68
  % Variabile ausiliaria che conteggia il numero di riga della
69
      tabella
      k = 2;
70
  % Variabile ausiliaria di tabella utilizzata come indice
71
      puntatore
      w = 2;
72
  % Inizializzazione ed intestazione della tabella
73
      tab_layer_CASSETTE{1,1} = 'x';
74
      tab_laver_CASSETTE{1,2} = 'v';
75
      tab_layer_CASSETTE{1,6} = 'id';
76
  % Salta l'intestazione della lista
77
      for k = 2 : Num_Cassette+1
78
      % Se rileva celle vuote in tabella fuoriesce dal ciclo
79
           if(isempty(Lista_layer_CASSETTE{k,1}) == 1)
80
               break; %Fuoriesce dal ciclo for
81
```

82	end
83	% Concateno numero identificativo univoco e id della cassetta
84	% Strcat permette di concatenare tra loro stringhe
85	<pre>tab_layer_CASSETTE{w,6} = strcat(Lista_layer_CASSETTE{k ,1}{1,6},'-CST-');</pre>
86	<pre>tab_layer_CASSETTE{w,6} = strcat(tab_layer_CASSETTE{w ,6},Lista_layer_CASSETTE{k,1}{1,5});</pre>
87	% Str2double mi consente di tradurre il formato stringa in formato
88	% double
89	% Coordinata centrale cassetta x
90	<pre>tab_layer_CASSETTE{w,1} = str2double(</pre>
	% Coordinata contrale cassetta v
91	tab layer (ASSETTE(y, 2) - str2double(
92	Lista_layer_CASSETTE{k,1}{1,9});
93	% Una volta eseguita l'operazione incremento la variabile
94	% ausiliaria di tabella puntatore
95	w = w+1;
96	end

3. Analogo ragionamento viene applicato al layer_CAVI_ALIMENTAZIONE dove in aggiunta viene sfruttato lo shapefile *.shp* per una più flessibile ed accurata importazione delle coordinate di geometria:

```
% 2)Apertura del layer_CAVI_ALIMENTAZIONE e salvataggio
1
 % Vettore: Colonne_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE
2
  % Colonna 1: LAYER
3
  % Colonna 2: ATTRIBUTI
4
  % Colonna 3: SEZIONE
5
  % Colonna 4: CODICE UNIVOCO AUTOCAD
6
  % Colonna 5: ORIGINE UNIVOCA AUTOCAD
7
  % Colonna 6: LUNGHEZZA [m]
8
  % Colonna 7: INIZIO
9
 % Colonna 8: FINE
10
 % Colonna 9: ID
11
  % Lettura del file .csv ed importazione in tabella
12
     Colonne_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE
```

13 % Apertura del File .csv

```
fid = fopen('layer_CAVI_ALIMENTAZIONE.csv');
14
  % Lettura e scansione in tabella
15
      16
         %s%s%s%s%s%s%s','delimiter',',');
  % Chiusura del File .csv
17
      fclose(fid);
18
  % Lettura nome univoco e ID da tabella tramite iterazione di
19
     ciclo for
  % apposito
20
      name_CAVI_ALIMENTAZIONE = strcat(
21
         Colonne_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{4}, '-CALIM-');
      name_CAVI_ALIMENTAZIONE = strcat(name_CAVI_ALIMENTAZIONE,
22
         Colonne_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{9});
  % Definizione dell'intestazione ed ID
23
      for j=2:length(name_CAVI_ALIMENTAZIONE)
24
          tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{j,6} =
25
             name_CAVI_ALIMENTAZIONE{j,1};
      end
26
      tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{1,6} = 'id';
27
  % Calcolo della Resistenza
28
  % Lettura Lunghezza
29
      lunghezza_CAVI_ALIMENTAZIONE = str2double(
30
         Colonne_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{6});
  % Lettura Sezione
31
      sezione_CAVI_ALIMENTAZIONE = str2double(
32
         Colonne_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{3});
  % Espressa in [ohm]
33
      R_CAVI_ALIMENTAZIONE = rdivide(lunghezza_CAVI_ALIMENTAZIONE,
34
          sezione_CAVI_ALIMENTAZIONE)*10^6 * pho;
  % Definizione ed intestazione della Resistenza
35
      for j=1:length(R_CAVI_ALIMENTAZIONE)
36
          tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{j,5} = R_CAVI_ALIMENTAZIONE
37
              (j,1);
      end
38
      tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{1,5} = 'R';
39
  % Lettura di Coordinate di Inizio Linea
40
      [S_CALIM,A_CALIM] = shaperead('CAVI_ALIMENTAZIONE_linee.shp'
41
         );
  % Definizione delle coordinate di Inizio Linea
42
      for j = 1:length(S_CALIM)
43
          x_start_CAVI_ALIMENTAZIONE = S_CALIM(j).X(1);
44
```

45	<pre>y_start_CAVI_ALIMENTAZIONE = S_CALIM(j).Y(1);</pre>
46	<pre>tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{j+1,1} =</pre>
	<pre>x_start_CAVI_ALIMENTAZIONE;</pre>
47	<pre>tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{j+1,2} =</pre>
	<pre>y_start_CAVI_ALIMENTAZIONE;</pre>
48	<pre>x_start_CAVI_ALIMENTAZIONE = 0;</pre>
49	y_start_CAVI_ALIMENTAZIONE = 0;
50	end
51	% Lettura di Coordinate di Fine Linea
52	<pre>% Definizione delle coordinate di Fine Linea</pre>
53	for $j = 1:length(S_CALIM)$
54	<pre>puntatore_end_CALIM = length(S_CALIM(j).X);</pre>
55	$x_end_CAVI_ALIMENTAZIONE = S_CALIM(j).X($
	<pre>puntatore_end_CALIM=1);</pre>
56	y_end_CAVI_ALIMENTAZIONE = S_CALIM(j).Y(
	<pre>puntatore_end_CALIM=1);</pre>
57	<pre>tab_layer_CAVI_ALIMENIAZIONE{j+1,3} =</pre>
	X_end_CAVI_ALIMENTAZIONE;
58	<pre>tab_tayer_CAVI_ALIMENTAZIONE{]+1,4} =</pre>
	$y_{end}(Av_{I}ALIMENTAZIONE = 0)$
59	$x_{end} CAVI_ALIMENTAZIONE = 0;$
60	y_end_cavi_alimentazione = 0,
61	<pre>% Intestazione delle coordinate una volta definite</pre>
62	tab layer CAVI ALIMENTATIONE{1 1} = 'x start':
64	tab layer CAVI ALIMENTAZIONE $\{1, 2\}$ = 'v start':
65	tab laver CAVI ALIMENTAZIONE $\{1,3\}$ = 'x end':
66	tab laver CAVI ALIMENTAZIONE $\{1,4\}$ = 'v end':
66	<pre>tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE{1,4} = 'y_end';</pre>

4. Si commenta successivamente la parte di codice di importazione relativa al layer_CAVI_POSITIVI analoga al ragionamento precedente:

```
% 3)Apertura del layer_CAVI_POSITIVI e salvataggio
1
 % Vettore: Colonne_layer_CAVI_POSITIVI
2
 % Colonna 1: LAYER
3
 % Colonna 2: ATTRIBUTI
4
 % Colonna 3: SEZIONE
5
 % Colonna 4: CODICE UNIVOCO AUTOCAD
6
 % Colonna 5: ORIGINE UNIVOCA AUTOCAD
7
 % Colonna 6: LUNGHEZZA [m]
8
9 % Colonna 7: INIZIO
```

```
% Colonna 8: FINE
10
  % Colonna 9: ID
11
  % Lettura del file .csv ed importazione in tabella
12
     Colonne_layer_CAVI_POSITIVI
  % Apertura del File .csv
13
      fid = fopen('layer_CAVI_POSITIVI.csv');
14
  % Lettura e scansione in tabella
15
      16
          s%s%s%s%s','delimiter',',');
  % Chiusura del File .csv
17
      fclose(fid);
18
  % Lettura nome univoco e ID da tabella tramite iterazione di
19
     ciclo for
  % apposito
20
      name_CAVI_POSITIVI = strcat(Colonne_layer_CAVI_POSITIVI{4}, '
21
         -CPOS-');
      name_CAVI_POSITIVI = strcat(name_CAVI_POSITIVI,
22
         Colonne_layer_CAVI_POSITIVI{9});
  % Definizione dell'intestazione ed ID
23
      for j=2:length(name_CAVI_POSITIVI)
24
          tab_layer_CAVI_POSITIVI{j,6} = name_CAVI_POSITIVI{j,1};
25
      end
26
      tab_layer_CAVI_POSITIVI{1,6} = 'id';
27
  % Calcolo della Resistenza
28
  % Lettura Lunghezza
29
      lunghezza_CAVI_POSITIVI = str2double(
30
         Colonne_layer_CAVI_POSITIVI{6});
  % Lettura Sezione
31
      sezione_CAVI_POSITIVI = str2double(
32
         Colonne_layer_CAVI_POSITIVI{3});
  % Espressa in [ohm]
33
      R_CAVI_POSITIVI = rdivide(lunghezza_CAVI_POSITIVI,
34
          sezione_CAVI_POSITIVI)* 10^6 * pho;
  % Definizione ed intestazione della Resistenza
35
      for j=1:length(R_CAVI_POSITIVI)
36
          tab_layer_CAVI_POSITIVI{j,5} = R_CAVI_POSITIVI(j,1);
37
      end
38
      tab_layer_CAVI_POSITIVI{1,5} = 'R';
39
  % Lettura di Coordinate di Inizio Linea
40
      [S_CPOS,A_CPOS] = shaperead('CAVI_POSITIVI_linee.shp');
41
  % Definizione delle coordinate di Inizio Linea
42
```

```
for j = 1:length(S_CPOS)
43
           x_start_CAVI_POSITIVI = S_CPOS(j).X(1);
44
           y_start_CAVI_POSITIVI = S_CPOS(j).Y(1);
45
           tab_layer_CAVI_POSITIVI{j+1,1} = x_start_CAVI_POSITIVI;
46
           tab_layer_CAVI_POSITIVI{j+1,2} = y_start_CAVI_POSITIVI;
47
           x_start_CAVI_POSITIVI = 0;
48
           y_start_CAVI_POSITIVI = 0;
49
      end
50
  % Lettura di Coordinate di Fine Linea
51
  % Definizione delle coordinate di Fine Linea
52
      for j = 1:length(S_CPOS)
53
           puntatore_end_CPOS = length(S_CPOS(j).X);
54
           x_end_CAVI_POSITIVI = S_CPOS(j).X(puntatore_end_CPOS-1);
55
           y_end_CAVI_POSITIVI = S_CPOS(j).Y(puntatore_end_CPOS-1);
56
           tab_layer_CAVI_POSITIVI{j+1,3} = x_end_CAVI_POSITIVI;
57
           tab_layer_CAVI_POSITIVI{j+1,4} = y_end_CAVI_POSITIVI;
58
           x_end_CAVI_POSITIVI = 0;
59
           y_end_CAVI_POSITIVI = 0;
60
      end
61
      tab_layer_CAVI_POSITIVI{1,1} = 'x_start';
62
      tab_layer_CAVI_POSITIVI{1,2} = 'y_start';
63
      tab_layer_CAVI_POSITIVI{1,3} = 'x_end';
64
      tab_layer_CAVI_POSITIVI{1,4} = 'y_end';
65
```

5. Si commenta infine la parte di codice di importazione relativa al layer_LA analoga al ragionamento precedente:

```
% 4)Apertura del layer_LA e salvataggio
1
  % Vettore: Colonne_laver_LA
2
  % Colonna 1: LAYER
3
  % Colonna 2: ATTRIBUTI
4
  % Colonna 3: SEZIONE
5
  % Colonna 4: CODICE UNIVOCO AUTOCAD
6
  % Colonna 5: ORIGINE UNIVOCA AUTOCAD
7
  % Colonna 6: LUNGHEZZA [m]
8
  % Colonna 7: INIZIO
9
  % Colonna 8: FINE
10
  % Colonna 9: ID
11
  % Lettura del file .csv ed importazione in tabella
12
```

- Colonne_layer_LA
- 13 % Apertura del File .csv

```
fid = fopen('layer_LA.csv');
14
  % Lettura e scansione in tabella
15
      16
          ', 'delimiter', ',');
  % Chiusura del File .csv
17
      fclose(fid);
18
  % Lettura nome univoco e ID da tabella tramite iterazione di
19
      ciclo for
  % apposito
20
      name_LA = strcat(Colonne_layer_LA{4}, '-');
21
      name_LA = strcat(name_LA,Colonne_layer_LA{1});
22
      name_LA = strcat(name_LA, '-');
23
      name_LA = strcat(name_LA,Colonne_layer_LA{9});
24
      Num_LA = length(name_LA(:,1));
25
  % Definizione dell'intestazione ed ID
26
      for j=2:Num_LA
27
          tab_layer_LA{j,6} = name_LA{j,1};
28
      end
29
      tab_layer_LA{1,6} = 'id';
30
  % Calcolo della Resistenza
31
  % Lettura Lunghezza
32
      lunghezza_LA = str2double(Colonne_layer_LA{6});
33
  % Inizializzazione variabile ausiliaria calcolo sezione
34
      k = 0;
35
  % Lettura Sezione
36
      sezione_LA = str2double(Colonne_layer_LA{3});
37
      for k = 2:Num_LA
38
          if(strcmp(Colonne_layer_LA{1,3}{k,1}, 'LA')==1)
39
               sezione_LA(k,1) = diametro_LA;
40
          end
41
      end
42
  % Espressa in [ohm]
43
      R_LA = rdivide(lunghezza_LA, sezione_LA)* 10^6 * pho;
44
  % Definizione ed intestazione della Resistenza
45
      for j=1:Num_LA
46
          tab_layer_LA{j,5} = R_LA(j,1);
47
      end
48
      tab_layer_LA{1,5} = 'R';
49
  % Lettura di Coordinate di Inizio Linea
50
      [S_LA,A_LA] = shaperead('LA_GENERALE_linee.shp');
51
  % Definizione delle coordinate di Inizio Linea
52
```

```
for j = 1:length(S_LA)
53
           x_start_LA = S_LA(j).X(1);
54
           y_start_LA = S_LA(j).Y(1);
55
           tab_layer_LA{j+1,1} = x_start_LA;
56
           tab_layer_LA{j+1,2} = y_start_LA;
57
           x_start_LA = 0;
58
           y_start_LA = 0;
59
       end
60
  % Lettura di Coordinate di Fine Linea
61
  % Definizione delle coordinate di Fine Linea
62
       for j = 1:length(S_LA)
63
           puntatore_end_LA = length(S_LA(j).X);
64
           x_end_LA = S_LA(j).X(puntatore_end_LA-1);
65
           y_end_LA = S_LA(j).Y(puntatore_end_LA-1);
66
           tab_layer_LA{j+1,3} = x_end_LA;
67
           tab_layer_LA{j+1,4} = y_end_LA;
68
           x_end_LA = 0;
69
           y_end_LA = 0;
70
       end
71
       tab_layer_LA{1,1} = 'x_start';
72
       tab_layer_LA{1,2} = 'y_start';
73
       tab_layer_LA{1,3} = 'x_end';
74
       tab_layer_LA{1,4} = 'y_end';
75
```

6. Conclusa la prima parte di importazione si ricostruisce la rete in maniera tale da velocizzare il processo di simulazione nel caso si vogliano effettuare modifiche sostanziali sulla configurazione dei tram e delle lame piuttosto che della rete. Questo ragionamento giustifica il codice con BASE e con TEST che distinguono rispettivamente la fase di simulazione della rete e la fase della configurazione della rete. Effettuo l'associazione di ogni cabina con i cavi positivi della rete in funzione di una tolleranza impostata dalle variabili globali. Applico questo ragionamento per la successiva associazione di un interruttore per ciascuna linea che parta dalla cabina configurabile dall'utenza.

```
1 % Codice BASE - Parte 2 - RICOSTRUZIONE DELLA RETE
2 % Tabelle Ordinate ottenute allo stato attuale
3 % 1)tab_layer_CASSETTE;
4 % 2)tab_layer_CAVI_POSITIVI;
5 % 3)tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE;
6 % 4)tab_layer_LA;
```

```
95
```

```
8 Ricavo punti di connessione per ciascuna cassetta collegata ad
7
       una cavo
  % positivo con una certa tolleranza imposta
8
  % Inizializzazione variabile ausiliaria puntatore tabella
9
      i = 1;
10
  % Inizializzazione variabile ausiliaria tabella confronto 1
11
      k = 2:
12
  %Inizializzazione variabile ausiliaria tabella confronto 2
13
      w = 0:
14
   %Flag di segnalazione errato aggancio tram per visualizzazione
15
      flag_noTRAM = 0;
16
  % Intestazione tabella cassette
17
      tab_layer_CASSETTE{1,1} = 'x_start';
18
      tab_layer_CASSETTE{1,2} = 'y_start';
19
      tab_layer_CASSETTE{1,3} = 'x_end';
20
      tab_layer_CASSETTE{1,4} = 'y_end';
21
      tab_layer_CASSETTE{1,5} = 'R';
22
      tab_layer_CASSETTE{1,6} = 'id';
23
  % Intestazione lista connessioni cassette
24
      sequenza_layer_CASSETTE{1,1} = 'x_start';
25
      sequenza_layer_CASSETTE{1,2} = 'y_start';
26
      sequenza_layer_CASSETTE{1,3} = 'x_end';
27
      sequenza_layer_CASSETTE{1,4} = 'y_end';
28
      sequenza_layer_CASSETTE{1,5} = 'R';
29
      sequenza_layer_CASSETTE{1,6} = 'id';
30
  % Definizione estremo ciclo in funzione del numero di elementi
31
      di gruppo CASSETTE
      M = length(tab_layer_CASSETTE(:,1));
32
      N = length(tab_layer_CAVI_POSITIVI(:,1));
33
   % Controllero' tutte le coordinate x,y dei cavi positivi start
34
      for w=2:M
35
           target_newx = tab_layer_CASSETTE{w,1};
36
           target_newy = tab_layer_CASSETTE{w,2};
37
           % Inizializzazione variabile ausiliaria tabella
38
              confronto 1
           k = 2;
39
           while(k<=N)</pre>
40
               varx = tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,1};
41
               vary = tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,2};
42
                   % Se rientra nella tolleranza e' connesso
43
```

44	if(sqrt((target_newx-varx)^2 + (target_newy-vary
)^2)< tolleranza_cassetta)
45	j = j+1;
46	% Introduco il nodo fittizio di slack
47	<pre>sequenza_layer_CASSETTE{j,1} = 0;</pre>
48	% Introduco il nodo fittizio di slack
49	<pre>sequenza_layer_CASSETTE{j,2} = 0;</pre>
50	% Associo il centro della cassetta x di quel
	determinato gruppo
51	sequenza_layer_CASSETTE{j,3} = target_newx;
52	% Associo il centro della cassetta y di quel
	determinato gruppo
53	sequenza_layer_CASSETTE{j,4} = target_newy;
54	% Valore resistenza associata di gruppo (
	trafo+convertitore)
55	<pre>sequenza_layer_CASSETTE{j,5} = R_CASSETTE;</pre>
56	<pre>sequenza_layer_CASSETTE{j,6} =</pre>
	<pre>tab_layer_CASSETTE{w,6};</pre>
57	% Altrimenti se non rientro nella tolleranza
	e non e' connesso
58	end
59	% Non ho una connessione con la cassetta passo ad un
	'altra
60	% iterazione ma prima verifico ulteriormente non sia
	magari
61	% una connessione con il punto end piuttosto cne
	Start. © Controllonot tutto le coordinate y y dei covi
62	<pre>% CONTROLLERO LULLE LE COORDINALE X, y del Cavi necitivi end</pre>
	y_{DST} = tab layor CAVI POSITIVI(k 2).
63	$varx = tab_tayer_CAVI_FOSTITVI{k,5},$ vary = tab_laver_CAVI_POSTITVI{k,4}.
64	$if(sart((target newy-vary)^2 + (target newy-vary))$
05	(1)<10<10<10<10<10<10<10<10<10<10<10<10<10<
66	i = i+1
67	% Introduco il nodo fittizio di slack
68	sequenza_laver CASSETTE{i.1} = 0:
69	% Introduco il nodo fittizio di slack
70	sequenza_layer_CASSETTE{i,2} = 0;
71	<pre>% Associo il centro della cassetta x di quel</pre>
	determinato gruppo
72	<pre>sequenza_layer_CASSETTE{j,3} = target_newx;</pre>

```
% Associo il centro della cassetta y di quel
73
                            determinato gruppo
                        sequenza_layer_CASSETTE{j,4} = target_newy;
74
                        % Valore resistenza associata di gruppo (
75
                           trafo+convertitore)
                        sequenza_layer_CASSETTE{j,5} = R_CASSETTE;
76
                        sequenza_layer_CASSETTE{j,6} =
77
                           tab_layer_CASSETTE{w,6};
                   end
78
                 % Inizializzazione variabile ausiliaria tabella
79
                     confronto 1
                 k = k+1;
80
           end
81
   end
82
```

7. Si effettua il calcolo della matrice dei nodi confrontando le coordinate ricavate di tutti gli elementi della rete.

```
% Codice BASE - Parte 3 - PROCEDURA DI CALCOLO AUTOMATICO
1
  % Generazione della tabella generale
2
      tab_layer_CAVI_POSITIVI(1,:) = [];
3
      tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE(1,:) = [];
4
      tab_layer_LA(1,:) = [];
5
      tab_generale = [sequenza_layer_CASSETTE;
6
          tab_layer_CAVI_POSITIVI; tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE;
          tab_layer_LA];
  % Generazione della matrice delle incidenze
7
  % Inizializzazione variabile contatore 1
8
      i = 0;
9
  % Inizializzazione variabile contatore 2
10
      j = 0;
11
  % Inizializzazione flag pari a zero
12
      flag = 0;
13
  % Inizializzazione contatore indice matrice_nodi
14
      w_nodo = 1;
15
  % Inizializzazione contatore ciclo matrice_nodi
16
      k = 0:
17
  % Intestazione della matrice dei nodi
18
      matrice_nodi{1,1} = 'X';
19
      matrice_nodi{1,2} = 'Y';
20
      matrice_nodi{1,3} = 'id';
21
```

```
% Calcolo della lunghezza della tabella generale
22
      N = length(tab_generale);
23
  % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
24
      M = length(matrice_nodi);
25
      for i=2:N
26
       % Confronto la colonna START con se' stessa
27
               for j=2:N
28
           % Condizione che mi verifica elementi non ripetibili
29
           % Prendo il primo elemento lo confronto con altri e se
30
              trovo
           % coincidenza ignoro se e' nuovo lo aggiungo alla lista
31
              verificando
           % di non immettere gli stessi valori gia' riscontrati
32
              precedentemente
           % Inizializzazione verifica ad ogni iterazione
33
               flag = 0;
34
               % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
35
                  variabile ogni ciclo
               M = length(matrice_nodi);
36
               % Non possono coincidere righe della stessa colonna
37
                  e verifico se sono piene
               if(isequal(i,j) == 0 && isempty(tab_generale{i,1})
38
                  == 0 && isempty(tab_generale{i,2})== 0)
                   if(abs(tab_generale{i,1}-tab_generale{j,1}) >
39
                       epsilon)
                       if(abs(tab_generale{i,2}-tab_generale{j,2})
40
                           > epsilon)
                            % Verificato che la prima colonna ha
41
                               valore univoco
                            % differente prendo questo valore e se
42
                               passa il
                            % test di check della matrice colonne e'
43
                                ok e lo
                            % posso inserire (non ho copioni sulla
44
                               matrice_nodi
                            % flag = 0, altrimenti flag = 1)
45
                            % Significa che la matrice_nodi e' piena
46
                                e posso iniziare a confrontarla
                            if(w_nodo>2)
47
                                % Test di check con tolleranza
48
                                   imposta non
```



```
matrice_nodi{w_nodo,1} = tab_generale{i
75
                                 ,1};
                             matrice_nodi{w_nodo,2} = tab_generale{i
76
                                 ,2};
                             end
77
                        end
78
                    end
79
                end
80
           end
81
       end
82
   % Inizializzazione variabile contatore 1
83
       i = 0;
84
   % Inizializzazione variabile contatore 2
85
       i = 0;
86
   % Inizializzazione flag pari a zero
87
       flag = 0;
88
   % Inizializzazione contatore ciclo matrice_nodi
89
       k = 0;
90
   % Calcolo della lunghezza della tabella generale
91
       N = length(tab_generale);
92
   % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
93
       M = length(matrice_nodi);
94
       for i=2:N
95
       % Confronto la colonna END con la matrice_nodi
96
           for j=2:N
97
           % Condizione che mi verifica elementi non ripetibili
98
           % Prendo il primo elemento lo confronto con altri e se
99
               trovo
           % coincidenza ignoro se e' nuovo lo aggiungo alla lista
100
               verificando
           % di non immettere gli stessi valori gia' riscontrati
101
               precedentemente
           % Inizializzazione verifica ad ogni iterazione
102
                flag = 0;
103
                % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
104
                   variabile ogni ciclo
                M = length(matrice_nodi);
105
                % Non possono coincidere righe della stessa colonna
106
                   e verifico se sono piene
                if(isequal(i,j) == 0 && isempty(tab_generale{i,3})
107
                   == 0 \& \text{isempty}(tab_generale{i,4}) == 0
```

108	<pre>if(abs(tab_generale{i,3}-tab_generale{j,3}) ></pre>
	epsilon)
109	<pre>ilan</pre>
110	> epsicon)
110	
111	% differente prendo questo valore e se
111	nassa il
112	% test di check della matrice colonne e'
112	ok e lo
113	% posso inserire (non ho copioni sulla
	matrice_nodi
114	% flag = 0, altrimenti flag = 1)
115	<pre>% Significa che la matrice_nodi e' piena</pre>
	e posso iniziare a confrontarla
116	if(w_nodo>2)
117	% Test di check con tolleranza
	imposta
118	for $k = 2:M$
119	if(abs(tab_generale{i,3}-
	<pre>matrice_nodi{k,1})< epsilon)</pre>
120	if(abs(tab_generale{i,4}-
	<pre>matrice_nodi{k,2})</pre>
	epsilon)
121	% Significa che ha
	trovato un doppione e
	non aggiorna in
122	rtay – 1,
123	end
124	end
125	end
120	% Al primo ciclo for l'iterazione
	entrera' qua dentro se e' ok aggiorna
	tabelle
128	if (flag == 0)
129	% Condizione di verifica per w = 2
130	if(w_nodo==3)
131	if(abs(matrice_nodi{k,1}-
	<pre>matrice_nodi{k-1,1})< epsilon)</pre>



8. Si commenta la sezione di codice della parte relativa al layer_LAME:

```
    % Codice Tesi Magistrale Bertolone Citin Lorenzo
    % CODICE DI TEST
    % Licenza Creative Commons - Attribuzione
    % CC BY Bertolone Citin Lorenzo
    % Progetto AUGUSTA TAURINGRID
    % AGT_TEST_1V.m
```

```
% COMMENTI DI PROCEDURA
7
       clear; %Pulisce le variabili di sistema
8
       close all;%Chiude tutte le finestre aperte
9
      clc: %Pulisce la command window di MATLAB
10
      format long; %Imposta visibilita' dei risultati piu'
11
          accurata
      load('variabili_pre_caricate'); %Carica il file pre-
12
          impostato di rete contenente le variabili
  % Codice TEST — Parte 1 — IMPORTAZIONE DEI DATI DA OGIS
13
  % PARTE DI CODICE DA SVOLGERE SUCCESSIVAMENTE AL PRE-CARICAMENTO
14
  % 5)Apertura del layer_LAME e salvataggio
15
  % Vettore: Colonne_layer_LAME
16
  % Colonna 1: LAYER
17
  % Colonna 2: ATTRIBUTI
18
  % Colonna 3: CODICE UNIVOCO AUTOCAD
19
  % Colonna 4: ORIGINE UNIVOCA AUTOCAD
20
  % Colonna 5: LUNGHEZZA
21
  % Colonna 6: SEQUENZA
22
  % Colonna 7: ID
23
  % Lettura del file .csv ed importazione in tabella
24
      Colonne_layer_LAME
  % Apertura del File .csv
25
      fid = fopen('layer_LAME.csv');
26
  % Lettura e scansione in tabella
27
      Colonne_layer_LAME = textscan(fid, '%s%s%s%s%s%s%s','
28
          delimiter','\n');
  % Chiusura del File .csv
29
      fclose(fid);
30
  % La pulizia viene effettuata per estrapolare i dati necessari
31
      ed
  % alleggerire il peso dei dati contenuti nelle tabelle
32
      attraverso apposite
  % operazioni di sostituzione e delimitazione di stringa
33
  % Inizializzazione variabile ausiliaria lettura dato che ogni
34
      colonna contiene un numero indefinito di righe
      t = 0:
35
  % Inizializzazione indice ausiliario lettura dati
36
      k = 0;
37
      for s=1:length(Colonne_layer_LAME(1,:))
38
      % Alla fine della lettura della serie di righe in una
39
          colonna riprendi da capo la colonna successiva
```
```
t = 0;
40
           while(t<length(Colonne_layer_LAME{:,s}))</pre>
41
               t = t+1;
42
               k = k+1:
43
               % Nel codice originale presenza delle doppie
44
                  virgolette
               Lista_layer_LAME{k,1} = strrep(Colonne_layer_LAME{s
45
                  }{t},'``MultiPoint ((','');
               Lista_layer_LAME{k} = strrep(Lista_layer_LAME{k},','
46
                  ,' ');
               Lista_layer_LAME{k} = strrep(Lista_layer_LAME{k},')
47
                  (','');
               % Nel codice originale presenza delle doppie
48
                  virgolette
               Lista_layer_LAME{k} = strrep(Lista_layer_LAME{k},'))
49
                   ``','');
               % Strrep permette di sostituire parti di stringa con
50
                   altre
               % Nel codice originale presenza delle doppie
51
                  virgolette
               Lista_layer_LAME{k} = strrep(Lista_layer_LAME{k}, ```
52
                  ','');
               % Regexp permette di differenziare tra loro elementi
53
                   sulla base di un'altra stringa
               Lista_layer_LAME{k} = regexp(Lista_layer_LAME{k}, ' '
54
                   ,'split');
           end
55
      end
56
  % Variabile ausiliaria di verifica dove uno negativo giustifica
57
      la prima riga di intestazione
      Num_Lame = k-1;
58
  % Sulla base della tabella Lista_layer_LAME trasferisco tutti i
59
  % parametri di interesse in tab_layer_LAME tramite iterazione di
60
  % apposito ciclo for
61
  % Variabili di inizializzazione del ciclo for
62
  % Inizializzazione variabile che conteggia il numero di riga
63
      della tabella
      k = 2;
64
  % Inizializzazione variabile che differenzia colonna x e y della
65
       tabella
      j = 1;
66
```

```
% Inizializzazione variabile ausiliaria di tabella utilizzata
67
      come indice puntatore
      w = 2;
68
  % Inizializzazione ed intestazione della tabella
69
      tab_sequenza_layer_LAME{1,1} = 'IDENTIFICAZIONE';
70
      tab_sequenza_layer_LAME{1,2} = 'VERIFICA NODO';
71
      tab\_sequenza\_layer\_LAME{1,3} = 'x';
72
       tab_sequenza_layer_LAME{1,4} = 'y';
73
      tab_sequenza_layer_LAME{1,5} = 'NODO_RIF';
74
      tab_sequenza_layer_LAME{1,6} = 'id';
75
  % Ridefinizione delle coordinate da shapefile per lettura
76
      corretta del
  % vettore multipoint
77
       [S_LAME, A_LAME] = shaperead('LAME_linee.shp');
78
  % Estrapolo i dati relativi alla seguenza ordinata di coordinate
79
       della
  % struttura LAME
80
  % Contatore ausiliario riferimento nodo lame
81
       s=0;
82
  % Contatore per verifica lame
83
      t=0;
84
  % Variabile ausiliaria di segnalazione
85
      flag = 0;
86
      z = 0;
87
       r = 0;
88
  % Condizione tale per cui il ciclo while continuera' iterazione
89
      con variabile che conteggia il numero di riga della tabella
      while(k <= Num_Lame+1)</pre>
90
      % Inizializzazione variabile che differenzia colonna x e y
91
          della tabella
           j = 6;
92
           r = 0;
93
           while(j < length(Lista_layer_LAME{k,1}))</pre>
94
               % Condizione tale per cui il ciclo while continuera'
95
                    iterazione con variabile che che differenzia
                   colonna x e y della tabella
               % Concateno numero identificativo univoco e ID della
96
                    lama
               tab_sequenza_layer_LAME{w,6} = strcat(
97
                   Lista_layer_LAME{k,1}{1,3},'-LM-');
```

98	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,6} = strcat(</pre>
	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,6},Lista_layer_LAME{k</pre>
	,1}{1,length(Lista_layer_LAME{k,1})});
99	% L'id parte da 0;
100	lame_gruppi_id = str2double(Lista_layer_LAME{k,1}{1,
	<pre>length(Lista_layer_LAME{k,1})});</pre>
101	% Conversione in double da stringa ed
	identificazione delle coordinate x,y
102	r = r+1;
103	x_sequenza_layer_LAME = S_LAME(lame_gruppi_id+1).X(r
);
104	y_sequenza_layer_LAME = S_LAME(lame_gruppi_id+1).Y(r
);
105	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,3} = x_sequenza_layer_LAME</pre>
	;
106	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,4} = y_sequenza_layer_LAME</pre>
107	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,1} = 'LAME';</pre>
108	x_sequenza_tayer_LAME = 0;
109	y_sequenza_tayer_LAME = 0;
110	% Conteggio per ogni tama it numero identificativo
	oruinato un nour
111	<pre>% Questo cicto e to step successivo a quetto iniziale con flag pari a</pre>
112	∞ Zelu 9 Alla prima iterazione non parte perche' il flag e'
113	inizialmente nullo
114	if $(f aq - 1)$
114	% Lettura univoca del gruppo di lame associato
115	var lame{w 1} = lame gruppi id:
117	% Condizione tale per cui rimango sullo stesso
,	gruppo lame
118	if(var_lame{w-1.1} == var_lame{w.1})
119	% Incremento contatore ausiliario riferimento
	nodo lame
120	s=s+1;
121	<pre>% Scrittura contatore ausiliario riferimento</pre>
	nodo lame su tabella
122	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,5} = s;</pre>
123	<pre>% Incremento contatore per verifica nodo lame</pre>
124	t = t+1;

125	else
126	<pre>% Altrimenti se cambio gruppo lame resetto</pre>
	conattore ausiliario riferimento nodo
127	s = 1;
128	% Scrittura contatore ausiliario riferimento
	nodo lame su tabella
129	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w,5} = s;</pre>
130	% Con almeno 3 punti di connessioni e' un nodo
	altrimenti l'esito della verifica e' negativo
131	if(t>2)
132	while (t~=0)
133	% Esito verifica positivo su tabella per
	tutti gli elementi del gruppo
134	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w-t,2} = 1;</pre>
135	% Decremento contatore per inserire a
	tabella esito per ciascun elemento
	del gruppo
136	t = t-1;
137	end
138	end
139	% Con 2 punti di connessione non e' un nodo
140	if(t<=2)
141	while (t~=0)
142	% Esito verifica negativo su tabella per
	tutti gli elementi del gruppo
143	$tab_sequenza_layer_LAME\{w-t,2\} = 0;$
144	% Decremento contatore per inserire a
	tabella esito per ciascun elemento
	del gruppo
145	t = t - 1;
146	end
147	end
148	% Reset contatore verifica nodo lame
149	t = 1;
150	end
151	ena 2. Overte sigle of le ster iniziale
152	% Questo ciclo e' lo step iniziale
153	
	INIZIALMENTE NULLO
154	II (ILdy == U)
155	% contatore per verifica nodo lame inizializzazione

156	t = t+1;
157	% Contatore contatore ausiliario riferimento nodo lame
	inizializzazione
158	s = s+1;
159	% Lettura univoca del gruppo di lame associato
160	<pre>var_lame{w,1} = lame_gruppi_id;</pre>
161	% Scrittura contatore ausiliario riferimento nodo lame
	su tabella
162	$tab_sequenza_layer_LAME\{w,5\} = s;$
163	% Imposizione flag pari a uno per successivi cicli
164	flag = 1;
165	end
166	% Incremento doppio variabile che differenzia colonna x e y della tabella
167	j = j+2;
168	% Incremento variabile ausiliaria di tabella utilizzata come indice puntatore
169	w = w+1;
170	end
171	% Uscendo dal ciclo devo concludere il calcolo per l'ultima iterazione
172	% risvolgendo i calcoli in maniera esattamente uguale a
	quando ero
173	% all'interno del ciclo
174	% Con almeno 3 punti di connessioni e' un nodo altrimenti l'
	esito della verifica e' negativo
175	if(t>2)
176	while (t~=0)
177	% Esito verifica positivo su tabella per
	tutti gli elementi del gruppo
178	<pre>tab_sequenza_layer_LAME{w-t,2} = 1;</pre>
179	% Decremento contatore per inserire a
	tabella esito per clascun elemento del
	gruppo
180	L = L - I;
181	end
182	enu % Con 2 nunti di connessione non e' un nodo
183	if(t<=2)
184	while $(t \sim = 0)$
100	white (t -0)

```
% Esito verifica negativo su tabella per tutti
186
                          gli elementi del gruppo
                      tab_sequenza_layer_LAME{w-t,2} = 0;
187
                      % Decremento contatore per inserire a tabella
188
                          esito per ciascun elemento del gruppo
                      t = t - 1;
189
                      end
190
                end
191
       %Reset contatore verifica nodo lame
192
       t = 0;
193
       k = k+1;
194
   end
195
```

9. Si commenta la sezione di codice della parte 2 relativa al layer_TRAM dove ricerco la posizione del tram sulla linea aerea attraverso il seguente algoritmo:

```
% 6)Apertura del layer_TRAM e salvataggio dei dati
1
 % Vettore: Colonne_layer_TRAM
2
  % Colonna 1: id
3
  % Colonna 2: X
4
  % Colonna 3: Y
5
  % Serie di colonne Join di associazione alla linea da 4 a 18
6
  % Lettura del file .csv ed importazione in tabella
7
     Colonne_layer_TRAM
  % Apertura del File .csv
8
      fid = fopen('layer_TRAM.csv');
9
  % Lettura e scansione in tabella
10
      11
         s%s%s%s%s%s%s%s','delimiter',',');
  % Chiusura del File .csv
12
      fclose(fid);
13
  % Lettura nome univoco ID e posizione in coordinate:
14
  % Coordinate x ed intestazione ID
15
      x_TRAM = Colonne_layer_TRAM_punti{2};
16
      TIP0_TRAM = Colonne_layer_TRAM_punti{4};
17
      for j=2:length(x_TRAM)
18
          if(isequal(x_TRAM,'')==0) %Esclude tutti i valori nulli
19
              tab_layer_TRAM{j,1} = str2double(x_TRAM(j,1));
20
              tab_layer_TRAM{j,3} = 0;
21
              tab_layer_TRAM{j,4} = 0;
22
```

```
% Potrei ipotizzare modello 1 motrice serie 2800,
23
                   modello 2
               % motrice serie 5000, modello 3 motrice serie 6000
24
                   in
               % accelerazione o in frenata con la convenzione A/F
25
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1},'28001')==1)
26
               % In frenata
27
               % Parametro variabile da tabella QGIS
28
                   G_TRAM = 10e-06; % Serie 2800
29
                   I_TRAM = -1000; % Serie 2800
30
                   tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
31
               end
32
               % Ipotizzo in fase iniziale serie 2800 in
33
                   accelerazione
               % Tipologia modello esemplificato da 1000[A] a 600[V
34
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1}, '28002')==1)
35
               % In accelerazione
36
               % Variabile di sistema modificabile in funzione del
37
                   .csv
                   G_TRAM = 10e-06; % Serie 2800
38
                   I_TRAM = 1000; % Serie 2800
39
                   tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
40
               end
41
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1}, '50001')==1)
42
               % In frenata
43
               % Variabile di sistema modificabile in funzione del
44
                   .csv
                   G_TRAM = 10e-06; % Serie 5000
45
                   I_TRAM = -1000; % Serie 5000
46
                   tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
47
               end
48
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1}, '50002')==1)
49
               % Variabile di sistema modificabile in funzione del
50
                   .csv
               % In accelerazione
51
                   G_TRAM = 10e-06; % Serie 5000
52
                   I_TRAM = 1000; % Serie 5000
53
                   tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
54
55
               end
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1}, '60001')==1)
56
```

```
% Variabile di sistema modificabile in funzione del
57
                   . CSV
               % In frenata
58
                   G_TRAM = 10e-06; % Serie 6000
59
                   I_TRAM = −1000; % Serie 6000
60
                    tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
61
               end
62
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1}, '60002')==1)
63
               % Variabile di sistema modificabile in funzione del
64
                   .csv
               % In accelerazione
65
                   G_TRAM = 10e-06; % Serie 6000
66
                    I_TRAM = 1000; % Serie 6000
67
                   tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
68
               end
69
               % Ipotesi di Guasto
70
               if(isequal(TIP0_TRAM{j,1},'0')==1)
71
               % Variabile di sistema modificabile in funzione del
72
                   .CSV
               % In condizioni di guasto franco
73
                   G_{TRAM} = 10e06;
74
                   I_TRAM = 0;
75
                    tab_layer_TRAM{j,5} = 1/G_TRAM;
76
               end
77
           end
78
      end
79
       tab_layer_TRAM{1,1} = 'x';
80
  % Coordinate y ed intestazione ID
81
      y_TRAM = Colonne_layer_TRAM_punti{3};
82
  % Pulizia Stringhe ed iterazione tramite apposito ciclo for
83
      Colonne_layer_TRAM_punti{1} = strjoin(
84
          Colonne_layer_TRAM_punti{1});
      Colonne_layer_TRAM_punti{1} = regexp(
85
          Colonne_layer_TRAM_punti{1},' ','split');
       for j=2:length(y_TRAM)
86
           if(isequal(y_TRAM,'')==0) %Esclude tutti i valori nulli
87
               tab_layer_TRAM{j,2} = str2double(y_TRAM(j,1));
88
               name_TRAM = strcat('TR-',Colonne_layer_TRAM_punti
89
                   {1,1}{1,j});
               tab_layer_TRAM{j,6} = name_TRAM;
90
           end
91
```

```
end
92
       tab_layer_TRAM{1,2} = 'y';
93
       tab_layer_TRAM{1,5} = 'R_TRAM';
94
       tab_layer_TRAM{1,6} = 'id';
95
       tab_layer_TRAM{1,7} = 'X_START_LA';
96
       tab_layer_TRAM{1,8} = 'Y_START_LA';
97
       tab_layer_TRAM{1,9} = 'X_END_LA';
98
       tab_layer_TRAM\{1, 10\} = 'Y_END_LA';
99
   % Lettura di Coordinate di Inizio Linea
100
   % Pulizia Stringhe ed iterazione tramite apposito ciclo for
101
       start_TRAM = strrep(Colonne_layer_TRAM_punti{11}, 'Point (','
102
           ');
       Colonne_layer_TRAM_punti{11} = strrep(start_TRAM,')','');
103
       start_TRAM = regexp(Colonne_layer_TRAM_punti{11}, ' ', 'split'
104
           );
   % Definizione delle coordinate di Inizio Linea
105
       for j = 2:length(start_TRAM)
106
           x_start_TRAM = str2double(start_TRAM{j,1}{1,1});
107
            y_start_TRAM = str2double(start_TRAM{j,1}{1,2});
108
            tab_layer_TRAM{j,7} = x_start_TRAM;
109
            tab_layer_TRAM{j,8} = y_start_TRAM;
110
            x_start_TRAM = 0;
111
            y_start_TRAM = 0;
112
       end
113
   % Lettura di Coordinate di Fine Linea
114
   % Pulizia Stringhe ed iterazione tramite apposito ciclo for
115
       end_TRAM = strrep(Colonne_layer_TRAM_punti{12}, 'Point (','')
116
           2
       Colonne_layer_TRAM_punti{12} = strrep(end_TRAM,')','');
117
       end_TRAM = regexp(Colonne_layer_TRAM_punti{12}, ' ', 'split');
118
   % Definizione delle coordinate di Fine Linea
119
       for j = 2:length(end_TRAM)
120
            x_end_TRAM = str2double(end_TRAM{j,1}{1,1});
121
            y_end_TRAM = str2double(end_TRAM{j,1}{1,2});
122
            tab_layer_TRAM{j,9} = x_end_TRAM;
123
            tab_layer_TRAM{j,10} = y_end_TRAM;
124
            x_end_TRAM = 0;
125
            y_end_TRAM = 0;
126
       end
127
   % Ricavo la posizione relativa del tram agli estremi della linea
128
       aerea
```

```
% tramite un algoritmo che preveda l'associazione degli estremi
129
      con
   % iterazioni multiple
130
   % Definizione estremo ciclo in funzione del numero di elementi
131
      di gruppo TRAM
       M = length(tab_layer_TRAM(:,1));
132
   % Inizializzazione flag pari a zero
133
       flag = 0;
134
       for w=2:M
135
       % Le coordinate del TRAM sono:
136
       % target_x
137
       % target_y
138
           target_x = tab_layer_TRAM{w,1};
139
           target_y = tab_layer_TRAM{w,2};
140
           flag = 0;
141
       % Inizializzazione flag pari a zero ad ogni iterazione
142
                % Confronto con il punto di start
143
                varx_start = tab_layer_TRAM{w,7};
144
                vary_start = tab_layer_TRAM{w,8};
145
                distanza_start = sqrt((target_x-varx_start)^2 + (
146
                   target_y-vary_start)^2);
                % Confronto con il punto di end
147
                varx_end = tab_layer_TRAM{w,9};
148
                vary_end = tab_layer_TRAM{w,10};
149
                distanza_end = sqrt((target_x-varx_end)^2 + (
150
                   target_y-vary_end)^2;
                %Il tram fa contatto nell'estremo iniziale
151
                if(distanza_start < distanza_end)</pre>
152
                    varx_tram_0 = varx_start; %Refresh variabili
153
                    vary_tram_0 = vary_start; %Refresh variabili
154
                    flag = 1; %Flag pari a uno per ignorare le altre
155
                         opzioni
                end
156
                if(distanza_start > distanza_end) %Il tram fa
157
                   contatto nell'estremo finale
                    varx_tram_0 = varx_end; %Refresh variabili
158
                    vary_tram_0 = vary_end; %Refresh variabili
159
                    flag = 1; %Flag pari a uno per ignorare le altre
160
                         opzioni
161
                end
                % Se le 2 distanze sono uquali
162
```

163	if(distanza_start == distanza_end) %Il tram fa
	contatto nell'estremo finale per convenzione
164	varx_tram_0 = varx_end; %Refresh variabili
165	vary_tram_0 = vary_end; %Refresh variabili
166	<pre>flag = 1; %Flag pari a uno per ignorare le altre</pre>
	opzioni
167	end
168	if (flag == 1) %Flag pari a uno per non effettuare il
	refresh
169	$tab_layer_TRAM\{w, 1\} = 0;$
170	$tab_layer_TRAM\{w, 2\} = 0;$
171	tab_layer_TRAM{w,3} = varx_tram_0; %Mantiene valori
	iterazione precedente
172	tab_layer_TRAM{w,4} = vary_tram_0; %Mantiene valori
	iterazione precedente
173	$flag_noTRAM = 0;$
174	end
175	% Segnalazione di errore e stampa su tabella se non trova
	con tolleranza il tram e flag = 0
176	if (flag == 0)
177	<pre>tab_layer_TRAM{w,3} = 'NON RILEVATO';</pre>
178	<pre>tab_layer_TRAM{w,4} = 'NON RILEVATO';</pre>
179	$flag_noTRAM = 1;$
180	end
181	end

10. Analizzo la parte di codice relativa alla ricostruzione dei lati delle lame.

```
% Codice TEST − Parte 2 − RICOSTRUZIONE DELLA RETE
1
2 % Analizzo le lame e nello specifico impongo dei parametri di
3 % idealizzazione dato che la loro lunghezza e' ritenuta
     trascurabile
  % rispetto ai fini pratici confrontati con la lunghezza
4
     complessiva della
  % rete
5
  % Ipotizzo per le lame sezione 95[mm^2] e lunghezza 20[cm]
6
     ovvero 0.2[m]
 % Intestazione tabella cassette
7
      tab_layer_LAME{1,1} = 'x_start';
8
      tab_layer_LAME{1,2} = 'y_start';
9
      tab_layer_LAME{1,3} = 'x_end';
10
```

```
tab_layer_LAME{1,4} = 'y_end';
11
      tab_layer_LAME{1,5} = 'R';
12
      tab_layer_LAME{1,6} = 'id';
13
      % Resistenza delle lame
14
      R_LAME = rdivide(lunghezza_LAME, sezione_LAME)* 10^6 * pho;
15
      % Inizializzazione variabile ausiliaria puntatore tabella
16
      j = 1;
17
      % Inizializzazione flag pari a zero
18
      flag = 0;
19
      % Inizializzazione variabile ausiliaria tabella confronto 1
20
      k = 0:
21
      % Inizializzazione variabile ausiliaria tabella confronto 2
22
      w = 0;
23
      % Definizione estremo ciclo in funzione del numero di
24
          elementi di gruppo LAME
      M = length(tab_sequenza_layer_LAME(:,1))-1;
25
      for k=2:M
26
      % Variabile ausiliaria tabella confronto 2 incrementata di 1
27
           rispetto alla variabile ausiliaria tabella confronto 1
           w=k+1;
28
           % Non e' la prima iterazione dato che flag e'
29
              inizializzato a zero
           if (flag ==1)
30
               if(tab_sequenza_layer_LAME{w,5}~=1 && w~=M)
31
                   % Incremento variabile ausiliaria puntatore
32
                       tabella e aggiorno le variabili
                   j = j+1;
33
                   tab_layer_LAME{j,1} = tab_sequenza_layer_LAME{k
34
                       ,3};
                   tab_layer_LAME{j,2} = tab_sequenza_layer_LAME{k
35
                       ,4};
                   tab_layer_LAME{j,6} = tab_sequenza_layer_LAME{k
36
                       ,6};
                   tab_layer_LAME{j,3} = tab_sequenza_layer_LAME{w
37
                       ,3};
                   tab_layer_LAME{j,4} = tab_sequenza_layer_LAME{w
38
                       ,4};
                   tab_layer_LAME{j,5} = R_LAME;
39
               end
40
41
           end
           if(flag == 0)
42
```



11. Esamino la parte di codice che si occupa di elaborare la matrice nodi già esistente e completarla in funzione della configurazione di rete:

```
% Codice TEST - Parte 3 - PROCEDURA DI CALCOLO AUTOMATICO
1
  % Generazione della tabella generale
2
      tab_layer_LAME(1,:) = [];
3
      tab_layer_TRAM(1,:) = [];
4
      tab_generale_new = [tab_layer_LAME; tab_layer_TRAM(:,(1:6))
5
         1:
  % Generazione della matrice delle incidenze
6
  % Inizializzazione variabile contatore 1
7
      i = 0;
8
 % Inizializzazione variabile contatore 2
```

```
i = 0;
10
  % Inizializzazione contatore ciclo matrice_nodi
11
      k = 0;
12
  % Calcolo della lunghezza della tabella generale
13
      N = length(tab_generale_new);
14
  % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
15
      M = length(matrice_nodi);
16
      for i=1:N
17
      % Confronto la colonna START con se' stessa
18
           for j=1:N
19
           % Condizione che mi verifica elementi non ripetibili
20
           % Prendo il primo elemento lo confronto con altri e se
21
              trovo
          % coincidenza ignoro se e' nuovo lo aggiungo alla lista
22
              verificando
           % di non immettere gli stessi valori gia' riscontrati
23
              precedentemente
           % Inizializzazione verifica ad ogni iterazione
24
               flag = 0;
25
               % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
26
                  variabile ogni ciclo
               M = length(matrice_nodi);
27
               if(isequal(i,j) == 0 && isempty(tab_generale_new{i
28
                   ,1}) == 0 && isempty(tab_generale_new{i,2})== 0)
               % Non possono coincidere righe della stessa colonna
29
                  e verifico se sono piene
                   if(abs(tab_generale_new{i,1}-tab_generale_new{j
30
                       ,1\}) > epsilon)
                       if(abs(tab_generale_new{i,2}-
31
                           tab_generale_new{j,2}) > epsilon)
                           % Verificato che la prima colonna ha
32
                               valore univoco
                           % differente prendo questo valore e se
33
                               passa il
                           % test di check della matrice colonne e'
34
                                ok e lo
                           % posso inserire (non ho copioni sulla
35
                               matrice_nodi
                           % flag = 0, altrimenti flag = 1)
36
                           % Significa che la matrice_nodi e' piena
37
                                e posso iniziare a confrontarla
```



```
% Inizializzazione contatore ciclo matrice_nodi
68
      k = 0:
69
  % Calcolo della lunghezza della tabella generale
70
      N = length(tab_generale_new);
71
  % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
72
      M = length(matrice_nodi);
73
      for i=1:N
74
      % Confronto la colonna END con la matrice_nodi
75
           for j=1:N
76
           % Condizione che mi verifica elementi non ripetibili
77
           % Prendo il primo elemento lo confronto con altri e se
78
              trovo
           % coincidenza ignoro se e' nuovo lo aggiungo alla lista
79
              verificando
           % di non immettere gli stessi valori gia' riscontrati
80
              precedentemente
           % Inizializzazione verifica ad ogni iterazione
81
               flag = 0;
82
               % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
83
                  variabile ogni ciclo
               M = length(matrice_nodi);
84
               if(isequal(i,j) == 0 && isempty(tab_generale_new{i
85
                  ,3}) == 0 && isempty(tab_generale_new{i,4})== 0)
                  %Non possono coincidere righe della stessa
                  colonna e verifico se sono piene
                   if(abs(tab_generale_new{i,3}-tab_generale_new{j
86
                       ,3\}) > epsilon)
                       if(abs(tab_generale_new{i,4}-
87
                           tab_generale_new{j,4}) > epsilon)
                           % Verificato che la prima colonna ha
88
                               valore univoco
                           % differente prendo questo valore e se
89
                               passa il
                           % test di check della matrice colonne e'
90
                                ok e lo
                           % posso inserire (non ho copioni sulla
91
                               matrice_nodi
                           % flag = 0, altrimenti flag = 1)
92
                           % Significa che la matrice_nodi e' piena
93
                                e posso iniziare a confrontarla
                           if(w_nodo>2)
94
```



12. Esamino le cassette ed escludo tutte le cabine prive di connessione con la rete esaminata:

```
<sup>1</sup> % Estrapolazione del lato che va dal nodo virtuale (0,0) al nodo
centro
<sup>2</sup> % cassetta per ciascuna di essa
```

```
% Inizio il ciclo dalla riga successiva alla prima gia'
3
     analizzata
  % Variabile ausiliaria contatore ciclo matrice
4
     tab_layer_CASSETTE_new
      k = 0;
5
  % Variabile ausiliaria indice matrice tab_layer_CASSETTE_new
6
      i = 1:
7
  % Calcolo della lunghezza della tabella tab_layer_CASSETTE
8
      N = length(sequenza_layer_CASSETTE(:,1));
9
  % Inizializzazione ciclo di confronto notare che
10
     tab_layer_CASSETTE
  % mantiene l'intestazione (giustificazione della riga 2)
11
  % Inizializzazione parametri di aggiornamento del ciclo notare
12
      che
  % tab_layer_CASSETTE_new non mantiene l'intestazione
13
      varx_start = sequenza_layer_CASSETTE{2,1};
14
      vary_start= sequenza_layer_CASSETTE{2,2};
15
      varx_end = sequenza_layer_CASSETTE{2,3};
16
      vary_end = sequenza_layer_CASSETTE{2,4};
17
      var_R = sequenza_layer_CASSETTE{2,5};
18
      var_id = sequenza_layer_CASSETTE{2,6};
19
      tab_layer_CASSETTE_new{1,1} = sequenza_layer_CASSETTE{2,1};
20
      tab_layer_CASSETTE_new{1,2} = sequenza_layer_CASSETTE{2,2};
21
      tab_layer_CASSETTE_new{1,3} = sequenza_layer_CASSETTE{2,3};
22
      tab_layer_CASSETTE_new{1,4} = sequenza_layer_CASSETTE{2,4};
23
      tab_layer_CASSETTE_new{1,5} = sequenza_layer_CASSETTE{2,5};
24
      tab_layer_CASSETTE_new{1,6} = sequenza_layer_CASSETTE{2,6};
25
  % Stampa su tabella tab_layer_CASSETTE_new
26
      tab_layer_CASSETTE_new{j,1} = varx_start;
27
      tab_layer_CASSETTE_new{j,2} = vary_start;
28
      tab_layer_CASSETTE_new{j,3} = varx_end;
29
      tab_layer_CASSETTE_new{j,4} = vary_end;
30
      tab_layer_CASSETTE_new{j,5} = var_R;
31
      tab_layer_CASSETTE_new{j,6} = var_id;
32
      for k = 2:N
33
           varx_start_new = sequenza_layer_CASSETTE{k,1};
34
           vary_start_new = sequenza_layer_CASSETTE{k,2};
35
           varx_end_new = sequenza_layer_CASSETTE{k,3};
36
           vary_end_new = sequenza_layer_CASSETTE{k,4};
37
           var_R_new = sequenza_layer_CASSETTE{k,5};
38
           var_id_new = sequenza_layer_CASSETTE{k,6};
39
```

```
% Condizione tale per cui riscontra differente
40
          identificazione tra elementi in differenti cassette
           if(strcmp(var_id_new,var_id)==0)
41
           % Incremento variabile ausiliaria indice matrice
42
              tab_layer_CASSETTE_new
               j = j+1;
43
           % Aggiornamento Variabili
44
               varx_start = sequenza_layer_CASSETTE{k,1};
45
               vary_start= sequenza_layer_CASSETTE{k,2};
46
               varx_end = sequenza_layer_CASSETTE{k,3};
47
               vary_end = sequenza_layer_CASSETTE{k,4};
48
               var_R = sequenza_layer_CASSETTE{k,5};
49
               var_id = sequenza_layer_CASSETTE{k,6};
50
           % Stampa su tabella tab_layer_CASSETTE_new
51
               tab_layer_CASSETTE_new{j,1} = varx_start;
52
               tab_layer_CASSETTE_new{j,2} = vary_start;
53
               tab_layer_CASSETTE_new{j,3} = varx_end;
54
               tab_layer_CASSETTE_new{j,4} = vary_end;
55
               tab_layer_CASSETTE_new{j,5} = var_R;
56
               tab_layer_CASSETTE_new{j,6} = var_id;
57
           end
58
      end
59
  % tab_layer_CASSETTE_new esclude le cassette isolate senza
60
      connessioni
  % dalla lista tab_layer_CASSETTE togliendone anche l'
61
      intestazione
```

13. Per ciascun lato di cassetta ricostruito associo un interruttore configurabile dal committente tramite apposita interfaccia:

```
% Variabile ausiliaria contatore ciclo matrice
1
     tab_layer_CAVI_POSITIVI
      k = 0;
2
  % Variabile ausiliaria indice matrice tab_layer_CASSETTE_new
3
      i = 0;
4
  % Variabile ausiliaria indice matrice tab_INTERRUTTORE
5
      w = 1:
6
      flag = 0;
7
  % Fase di print degli interruttori se print_new = 1
8
      if (print_new == 1)
9
      for k =1:length(tab_layer_CAVI_POSITIVI(:,1))
10
```

```
for j=1:length(tab_layer_CASSETTE_new(:,1))
11
           % Verifico che il cavo positivo in START rientri nella
12
              tolleranza
           if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,1}-
13
              tab_layer_CASSETTE_new{j,3})<tolleranza_cassetta)</pre>
               if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,2}-
14
                   tab_layer_CASSETTE_new{j,4})<tolleranza_cassetta)</pre>
                    if (flag == 0)
15
                        tab_EXP_INTERRUTTORE\{w, 1\} = 1;
16
                        name_INTERRUTTORE = strcat('INT-',
17
                            tab_layer_CASSETTE_new{j,6});
                        name_INTERRUTTORE = strcat(name_INTERRUTTORE
18
                            (-');
                        name_INTERRUTTORE = strcat(name_INTERRUTTORE
19
                            ,tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,6});
                        tab_EXP_INTERRUTTORE{w,2} =
20
                            name_INTERRUTTORE;
                        w = w+1;
21
                        flag = 1;
22
                   end
23
               end
24
           end
25
           % Verifico che il cavo positivo in END rientri nella
26
              tolleranza
           if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,3}-
27
              tab_layer_CASSETTE_new{j,3})<tolleranza_cassetta)</pre>
               if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,4}-
28
                   tab_layer_CASSETTE_new{j,4})<tolleranza_cassetta)</pre>
                    if (flag == 0)
29
                        tab_EXP_INTERRUTTORE{w,1} = 1;
30
                        name_INTERRUTTORE = strcat('INT-',
31
                            tab_layer_CASSETTE_new{j,6});
                        name_INTERRUTTORE = strcat(name_INTERRUTTORE
32
                            ,' - ');
                        name_INTERRUTTORE = strcat(name_INTERRUTTORE
33
                            ,tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,6});
                        tab_EXP_INTERRUTTORE{w,2} =
34
                            name_INTERRUTTORE;
                        w = w+1;
35
                        flag = 1;
36
                   end
37
```

```
end
38
           end
39
           flag = 0;
40
           end
41
      end
42
       fid = fopen('CABINE_INTERRUTTORI.csv','w');
43
       for j = 1:length(tab_EXP_INTERRUTTORE(:,1))
44
          fprintf(fid, '%d,%s \n',tab_EXP_INTERRUTTORE{j,1},
45
             tab_EXP_INTERRUTTORE{j,2});
      end
46
      fclose(fid);
47
      end
48
  % Fase di modelizzazione degli interruttori se print_new = 0
49
  % Variabile modificabile di resistenza di interruttore
50
      modificabile
  % dall'utente
51
  % tab_INTERRUTTORE conterra' per ogni cavo positivo connesso
52
      entro la tolleranza
  % specificata di cassetta un ramo interruttore con resistenza
53
     dal valore di
  % 1*10^(-6)[ohm] che implica sia attivo con resistenza elevata
54
      si puo'
  % supporre circuito aperto.
55
  % Variabile ausiliaria contatore ciclo matrice
56
      tab_layer_CAVI_POSITIVI
      k = 0;
57
  % Variabile ausiliaria indice matrice tab_layer_CASSETTE_new
58
       i = 0;
59
  % Variabile ausiliaria indice matrice tab_INTERRUTTORE
60
      w = 1:
61
      flag = 0;
62
  % Variabile modificabile di resistenza di interruttore
63
      modificabile
  % dall'utente
64
  % Apertura del File .csv
65
      fid = fopen('CABINE_INTERFACCIA_UTENTE.csv');
66
  % Lettura e scansione in tabella
67
      Colonne_layer_CABINE_INTERRUTTORI = textscan(fid, '%s%s','
68
          delimiter',';');
  % Chiusura del File .csv
69
      fclose(fid);
70
```

71	s =	1;
72	for	<pre>j = 2:length(Colonne_layer_CABINE_INTERRUTTORI{:,1})</pre>
73		$tab_R_INTERRUTTORE{j-1,1} = str2double($
		Colonne_layer_CABINE_INTERRUTTORI{1,1}{j,1});
74		<pre>tab_R_INTERRUTTORE{j-1,2} =</pre>
		Colonne_layer_CABINE_INTERRUTTORI{1,2}{j,1};
75		<pre>if(isequal(tab_R_INTERRUTTORE{j-1,1},1) == 1)</pre>
76		<pre>tab_R_INTERRUTTORE{j-1,1} = R_INTERRUTTORE_ON;</pre>
77		end
78		if(isequal(tab_R_INTERRUTTORE{j-1,1},0) == 1)
79		<pre>tab_R_INTERRUTTORE{j-1,1} = R_INTERRUTTORE_OFF;</pre>
80		end
81	end	
82	for	<pre>k =1:length(tab_layer_CAVI_POSITIVI(:,1))</pre>
83		<pre>for j=1:length(tab_layer_CASSETTE_new(:,1))</pre>
84		% Verifico che il cavo positivo in START rientri nella
		tolleranza
85		if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,1}-
		<pre>tab_layer_CASSETTE_new{j,3})<tolleranza_cassetta)< pre=""></tolleranza_cassetta)<></pre>
86		if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,2}-
		tab_layer_CASSETTE_new{j,4}) <tolleranza_cassetta)< td=""></tolleranza_cassetta)<>
87		if (flag == 0)
88		$tab_INTERRUTTORE\{w, 1\} =$
		<pre>tab_layer_CASSETTE_new{j,3};</pre>
89		$tab_INTERRUTTORE\{w, 2\} =$
		<pre>tab_layer_CASSETTE_new{j,4};</pre>
90		$tab_INTERRUTTORE\{w,3\} =$
		<pre>tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,1};</pre>
91		$tab_INTERRUTTORE\{w, 4\} =$
		<pre>tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,2};</pre>
92		<pre>tab_INTERRUTTORE{w,5} = tab_R_INTERRUTTORE{s</pre>
		,1};
93		<pre>tab_INTERRUTTORE{w,6} = tab_R_INTERRUTTORE{s</pre>
		,2};
94		w = w+1;
95		s = s+1;
96		flag = 1;
97		end
98		end
99		end

100	% Verifico che il cavo positivo in END rientri nella
	tolleranza
101	if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,3}-
	tab_layer_CASSETTE_new{j,3}) <tolleranza_cassetta)< th=""></tolleranza_cassetta)<>
102	if(abs(tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,4}-
	<pre>tab_layer_CASSETTE_new{j,4})<tolleranza_cassetta)< pre=""></tolleranza_cassetta)<></pre>
103	if (flag == 0)
104	<pre>tab_INTERRUTTORE{w,1} =</pre>
	<pre>tab_layer_CASSETTE_new{j,3};</pre>
105	<pre>tab_INTERRUTTORE{w,2} =</pre>
	<pre>tab_layer_CASSETTE_new{j,4};</pre>
106	<pre>tab_INTERRUTTORE{w,3} =</pre>
	<pre>tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,3};</pre>
107	<pre>tab_INTERRUTTORE{w,4} =</pre>
	<pre>tab_layer_CAVI_POSITIVI{k,4};</pre>
108	<pre>tab_INTERRUTTORE{w,5} = tab_R_INTERRUTTORE{s</pre>
	,1};
109	<pre>tab_INTERRUTTORE{w,6} = tab_R_INTERRUTTORE{s</pre>
	,2};
110	w = w+1;
111	s = s+1;
112	flag = 1;
113	end
114	end
115	end
116	flag = 0;
117	end
118	end

14. Effettuo la procedura di calcolo della matrice delle incidenze con le configurazioni di rete imposte:

```
1 % Tolgo l'intestazione a matrice_nodi
2 matrice_nodi(1,:) = [];
3 % Generazione matrice_lati
4 matrice_lati = [tab_layer_CASSETTE_new;
    tab_layer_CAVI_POSITIVI; tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE;
    tab_layer_LA; tab_INTERRUTTORE; tab_layer_LAME;
    tab_layer_TRAM(:,(1:6))];
5 % Generazione della matrice delle incidenze
```

```
% Confronto la matrice_nodi con la matrice_lati se ho
      coincidenza nello
  % START avro' -1, mentre se ho coincidenza nell'END avro' +1, se
7
       infine non ho
  % correlazione ne' con start, ne' con end avro' 0.
8
  % Inizializzazione delle variabili ausiliarie
9
  % Inizializzazione variabile ausiliaria contatore indice
10
       k = 1:
11
  % Inizializzazione variabile ausiliaria contatore nodi
12
      i = 0;
13
  % Inizializzazione variabile ausiliaria contatore lati
14
      j = 0;
15
  % Calcolo della lunghezza della matrice_nodi
16
      N = length(matrice_nodi);
17
  % Calcolo della lunghezza della matrice_lati
18
      M = length(matrice_lati);
19
  % Variabile di sistema numero di nodi
20
      Num_nodi = N;
21
  % Variabile di sistema numero di lati
22
      Num_lati = M;
23
      flag = 0;
24
  % Sfrutto un approccio di puntatori piuttosto che matriciale per
25
       memorizzare
  % la posizione relativa degli indici e risparmiare
26
      memorizzazione metodo
  % efficace che usero' successivamente nella ricostruzione e'
27
      matrix sparse
      for i=1:N
28
           for j = 1:M
29
           % Ricerca coincidenza nello START
30
           if(abs(matrice_nodi{i,1}-matrice_lati{j,1})< epsilon)</pre>
31
               % Aggiornamento matrice_incidenze{i,j} = 1;
32
               if(abs(matrice_nodi{i,2}-matrice_lati{j,2})< epsilon</pre>
33
                   )
                   if(flag == 0)
34
                   puntatore{k,1} = i;
35
                   puntatore\{k, 2\} = j;
36
                   puntatore{k,3} = -1;
37
                   k = k+1;
38
                   % Incremento variabile ausiliaria contatore
39
                       indice
```

```
flag = 1;
40
                    end
41
               end
42
           end
43
           % Ricerca coincidenza nell'END
44
           if(abs(matrice_nodi{i,1}-matrice_lati{j,3})< epsilon)</pre>
45
               % Aggiornamento matrice_incidenze{i,j} = -1;
46
                if(abs(matrice_nodi{i,2}-matrice_lati{j,4})< epsilon
47
                   )
                    if(flag == 0)
48
                    puntatore{k,1} = i;
49
                    puntatore{k,2} = j;
50
                    puntatore{k,3} = 1;
51
                    k = k+1;
52
                    % Incremento variabile ausiliaria contatore
53
                        indice
                    flag = 1;
54
                    end
55
               end
56
           end
57
           flag = 0;
58
           end
59
       end
60
  % Ricostruisco la matrice delle incidenze dai puntatori per
61
      invertirla
  % Matrice delle incidenze matrice_incidenze
62
  % Inizializzazione variabile ausiliaria contatore
63
      matrice_incidenze
       k = 0;
64
  % Inizializzazione matrice_incidenze tipo sparse
65
       j = 0;
66
      matrice_incidenze = sparse(Num_nodi,Num_lati);
67
       for k = 1:length(puntatore)
68
      % Calcolo la lunghezza del vettore puntatore
69
           if(puntatore{k,3}==1)
70
               matrice_incidenze((puntatore{k,1}),(puntatore{k,2}))
71
                    = 1;
           end
72
           if(puntatore{k,3}==-1)
73
               matrice_incidenze((puntatore{k,1}),(puntatore{k,2}))
74
                    = -1;
```

```
end
75
      end
76
  % Passo da una matrice di tipo sparse ad una normale matrice
77
     tipo double
      matrice_incidenze = full(matrice_incidenze);
78
  % Mi riconduco alla matrice delle incidenze ridotta
79
  % Matrice delle incidenze ridotta matrice_incidenze_ridotta
80
      matrice_incidenze_rid = matrice_incidenze;
81
  % Decido di togliere il primo lato della casseta che va dal nodo
82
       fittizio (0,0) al centro della cassetta
      matrice_incidenze_rid(1,:) = [];
83
```

15. Effettuo il calcolo automatico della rete

```
% Creo il vettore delle resistenze
1
  % Calcolo la lunghezza della matrice_lati
2
      N = length(matrice_lati);
3
  % Variabile ausiliaria contatore matrice_lati
4
      k = 0;
5
      for k = 1:N
6
      % Calcolo il vettore delle conduttanze
7
          vett_R(k,1) = matrice_lati{k,5};
8
          vett_G(k,1) = 1/vett_R(k,1);
9
      end
10
  % Diagonalizzo il vettore delle conduttanze
11
      G = diag(vett_G);
12
  % Definisco una nomenclatura univoca per il calcolo automatico
13
     della
  % corrente nella rete:
14
  % 1) is, vettore dei generatori di corrente ai nodi
15
  % 2) A, matrice delle incidenze ridotta
16
  % 3) Y, matrice delle ammettenze ai nodi
17
  % 4) vs, vettore dei generatori di tensione ai lati
18
  % 5) js, vettore dei generatori di corrente ai lati
19
  % 6) G, matrice delle ammettenze di lato
20
  % 7) e, vettore delle tensioni ai nodi
21
 8) v, vettore delle tensioni di lato
22
  % 9) jlato, vettore delle correnti di lato
23
  % Definizione nomenclatura matrice delle incidenze ridotta
24
      A = matrice_incidenze_rid;
25
 8 Ricostruisco vs, vettore dei generatori di tensione ai lati
```

```
% Inizializzazione variabile ausiliaria tab_layer_CASSETTE_new
27
       k = 0;
28
      for k = 1: length(tab_layer_CASSETTE_new(:,1))
29
           vs(k,1) = V_CASSETTE;
30
      end
31
      while(k<Num_lati)</pre>
32
           k = k+1:
33
           vs(k,1) = 0;
34
      end
35
  % Ricostruisco js, vettore dei generatori di corrente ai lati
36
  % Inizializzazione variabile ausiliaria tab_layer_TRAM
37
      k = 0;
38
      for k = 1:Num_lati-length(tab_layer_TRAM(:,1))
39
           js(k,1) = 0;
40
      end
41
      while(k<Num_lati)</pre>
42
           k = k+1;
43
           js(k,1) = I_TRAM;
44
      end
45
  % Procedura di calcolo automatico delle correnti della rete
46
  % Calcolo is, vettore dei generatori di corrente ai nodi
47
       is = A * G * vs - (A * js);
48
  % Calcolo Y, matrice delle ammettenze ai nodi
49
  % Transpose consente di effettuare la trasposizione non
50
      complessa coniugata
      Y = A * G * transpose(A);
51
  % Calcolo e, vettore delle tensioni ai nodi
52
  % Metodo alternativo efficace che richiede trasposizione
53
      rispetto alla funzione MATLAB inv()
      e = pinv(Y) * is;
54
  % Calcolo v, vettore delle tensioni di lato
55
  % Transpose consente di effettuare la trasposizione non
56
      complessa coniugata
      v = transpose(A) * e;
57
  % Calcolo jlato, vettore delle correnti di lato e lo approssimo
58
       jlato = round(G * v + js - G * vs);
59
      v = round(v);
60
```

16. Realizzo una matrice generale che raccolga in maniera coerente un sunto di tutte le elaborazioni svolte in maniera coerente:

```
% Inizializzazione variabile contatore matrice_lati
1
      i = 0;
2
  % Inizializzazione variabile contatore matrice_nodi
3
      i = 0:
4
  % Inizializzazione contatore indice matrice_generale START
5
      k = 2;
6
  % Inizializzazione contatore indice matrice_generale END
7
      w = 2;
8
  % Intestazione matrice_generale
9
      matrice_generale{1,1} =
                                 'NUM - NODO PARTENZA';
10
      matrice_generale{1,2} = 'NUM - NODO ARRIVO';
11
      matrice_generale{1,3} = 'CORRENTE DI LATO [A]';
12
      matrice_generale{1,4} = 'POTENZA MEDIA LATO [kW]';
13
      matrice_generale{1,5} = 'PERDITE LATO [W]';
14
      matrice_generale{1,6} = 'ID - LATO';
15
      matrice_generale{1,7} = 'X - NODO PARTENZA';
16
      matrice_generale{1,8} = 'Y - NODO PARTENZA';
17
      matrice_generale{1,9} = 'X - NODO ARRIVO';
18
      matrice_generale{1,10} = 'Y - NODO ARRIVO';
19
      for i = 1:length(matrice_lati(:,1))
20
                   matrice_generale{i+1,7} = matrice_lati{i,1};
21
                   matrice_generale{i+1,8} = matrice_lati{i,2};
22
                   matrice_generale{i+1,9} = matrice_lati{i,3};
23
                   matrice_generale{i+1,10} = matrice_lati{i,4};
24
           for j = 1:Num_nodi
25
           % Coincidenza con START
26
               if(abs(matrice_lati{i,1}-matrice_nodi{j,1})< epsilon
27
                   )
                   if(abs(matrice_lati{i,2}-matrice_nodi{j,2})<</pre>
28
                       epsilon)
                   matrice_generale{i+1,1} = matrice_nodi{j,3};
29
                   end
30
               end
31
            % Coincidenza con END
32
               if(abs(matrice_lati{i,3}-matrice_nodi{j,1})< epsilon</pre>
33
                  )
                   if(abs(matrice_lati{i,4}-matrice_nodi{j,2})<</pre>
34
                       epsilon)
```

```
matrice_generale{i+1,2} = matrice_nodi{j,3};
35
                   end
36
               end
37
           end
38
            % Aggiornamento variabili in tabella
39
            matrice_generale{i+1,3} = jlato(i,1);
40
            matrice_generale{i+1,6} = matrice_lati{i,6};
41
      end
42
  % Funzione per il calcolo della potenza media di lato come la
43
      media tra
  % la tensione ai 2 estremi dei nodi e per il calcolo delle
44
      perdite.
      flag = 0;
45
       for j = 1:length(matrice_lati(:,1))
46
          if(isequal(matrice_generale{j+1,1},1)==1)
47
              matrice_generale{j+1,4} = abs(round((v(j,1)*abs(
48
                  matrice_generale{j+1,3}))*10^(-3)));
              matrice_generale{j+1,5} = 0;
49
              flag = 1;
50
          end
51
          if(flag == 0)
52
          matrice_generale{j+1,4} = abs(round(((((e(
53
             matrice_generale{j+1,1}-1))*matrice_generale{j+1,3}) +
              ((e(matrice_generale{j+1,2}-1))*abs(matrice_generale{
             j+1,3})))/2)*10^(-3)));
          matrice_generale{j+1,5} = abs(round(((e(matrice_generale{
54
             j+1,1\}-1) - e(matrice_generale\{j+1,2\}-1))*abs(
             matrice_generale{j+1,3})));
          end
55
          flag = 0;
56
      end
57
```

17. Per la visualizzazione e l'esportazione dei dati in QGIS effettuo delle verifiche di coerenza dei risultati come step finale del codice. Fase finale del software è la verifica che il tram sia effettivamente connesso alla rete nei calcoli e la stampa coerente dei dati per l'esportazione e successiva simulazione in ambiente QGIS

```
1 % Verifica se i risultati sono affidabili
2 if(flag_noTRAM == 1)
3 clc;
4 messaggio = ('Attenzione TRAM non rilevato')
```

```
end
5
  % Esportazione del file .csv per importazione in QGIS
6
       if(flag_noTRAM == 0)
7
       % Conservazione intestazione tabulare per stampa
8
           intestazione = matrice_generale(1,:);
9
           matrice_generale(1,:) = [];
10
       % Eliminazione intestazione tabulare per esportazione
11
           flag = 0;
12
       % Variabile ausiliaria cavi positivi
13
           i = 1;
14
       % Variabile ausiliaria cavi alimentazione
15
           k = 1;
16
       % Variabile ausiliaria linea aerea
17
           w = 1;
18
       % Variabile ausiliaria interruttore
19
           p = 1;
20
       % Variabile ausiliaria lame
21
           q = 1;
22
           fid = fopen('layer_INTERRUTTORI_LAME.csv', 'w');
23
           Num_Line = length(tab_layer_CASSETTE_new(:,1));
24
           Num_Line1 = Num_Line + length(tab_layer_CAVI_POSITIVI
25
               (:,1));
           Num_Line2 = Num_Line1 + length(
26
               tab_layer_CAVI_ALIMENTAZIONE(:,1));
           Num_Line3 = Num_Line2 + length(tab_layer_LA(:,1));
27
           Num_Line4 = Num_Line3 + length(tab_INTERRUTTORE(:,1));
28
               for j = 1:length(matrice_generale(:,1))
29
               % Cabina
30
               % Tra 0 e Num_Line
31
                    if(j<=Num_Line)</pre>
32
                    flag = 1;
33
                    end
34
               % Cavi Positivi
35
               % Tra Num_Line+1 e Num_Line1
36
                    if(j>Num_Line && j<=Num_Line1)</pre>
37
                    flag = 2;
38
                    end
39
               % Cavi di Alimentazione
40
               % Tra Num_Line1+1 e Num_Line2
41
                    if(j>Num_Line1 && j<=Num_Line2)</pre>
42
                    flag = 3;
43
```

```
end
44
                % Linea Aerea
45
                % Tra Num_Line2+1 e Num_Line3
46
                    if(j>Num_Line2 && j<=Num_Line3)</pre>
47
                    flag = 4;
48
                    end
49
                % Interruttori
50
                % Tra Num_Line3+1 e Num_Line4
51
                    if(j>Num_Line3 && j<=Num_Line4)</pre>
52
                    flag = 5;
53
                    end
54
          % Si aggiungono interruttori a ciascuna cassetta e lame
55
          % oltre al tram ma escludo il nodo virtuale in
56
          % riferimento al centro cassetta e al tram quindi li
57
              specifico
          % flag = 1 e pongo la condizione di verifica cautelativa
58
          % Lame e Tram
59
          if(j>Num_Line4)
60
              flag = 6;
61
          end
62
          % Escludo nell'esportazione i riferimenti di tram e
63
              cassetta al
          % potenziale virtuale
64
          if(isequal(matrice_generale{j,1},1)==1)
65
               flag = 1;
66
          end
67
          if(isequal(matrice_generale{j,2},1)==1)
68
              flag = 1;
69
          end
70
          % Scrittura SHAPEFILE CAVI POSITIVI
71
          if(flag == 2)
72
          [A_CPOS.Geometry] = S_CPOS.Geometry;
73
          [A_CPOS.X] = S_CPOS.X;
74
          [A_CPOS.Y] = S_CPOS.Y;
75
          A_CPOS(i).Correnti = matrice_generale{j,3};
76
          A_CPOS(i).Potenza = matrice_generale{j,4};
77
          A_CPOS(i).Perdite = matrice_generale{j,5};
78
          A_CPOS(i).Attributi = matrice_generale{j,6};
79
          shapewrite(A_CPOS(:), 'CAVI_POSITIVI_linee.shp');
80
          i = i+1;
81
          end
82
```

83	<pre>% Scrittura SHAPEFILE CAVI ALIMENTAZIONE</pre>
84	if(flag == 3)
85	<pre>[A_CALIM.Geometry] = S_CALIM.Geometry;</pre>
86	$[A_CALIM.X] = S_CALIM.X;$
87	$[A_CALIM.Y] = S_CALIM.Y;$
88	A_CALIM(k).Correnti = matrice_generale{j,3};
89	A_CALIM(k).Potenza = matrice_generale{j,4};
90	A_CALIM(k).Perdite = matrice_generale{j,5};
91	A_CALIM(k).Attributi = matrice_generale{j,6};
92	<pre>shapewrite(A_CALIM(:),'CAVI_ALIMENTAZIONE_linee.shp');</pre>
93	k = k+1;
94	end
95	%Scrittura SHAPEFILE LINEA AEREA
96	if(flag == 4)
97	$[A_LA.Geometry] = S_LA.Geometry;$
98	$[A_LA.X] = S_LA.X;$
99	$[A_LA.Y] = S_LA.Y;$
100	A_LA(w).Correnti = matrice_generale{j,3};
101	A_LA(w).Potenza = matrice_generale{j,4};
102	A_LA(w).Perdite = matrice_generale{j,5};
103	A_LA(w).Attributi = matrice_generale{j,6};
104	<pre>shapewrite(A_LA(:), 'LA_GENERALE_linee.shp');</pre>
105	w = w+1;
106	end
107	1T(Tlag == 5)
108	% SCTIVO UNO SHAPEFILE esportabile per relativi
	INTERRUTIORI
109	$[S_{INT}(p), V(1)] = Potytine;$
110	$[S_INT(p) \times (1)] = matrice_generate{], /},$
111	$[S_{INT}(p), Y(2)] = matrice_generale{j,0};$
112	$[S_{INT}(p), X(2)] = matrice_generate{j, j},$ [S_INT(p) Y(2)] = matrice_generale{i 10}.
115	$S INT(p)$ (orrenti = matrice generale{i 3}.
114	$S_{INT}(p)$.correnti = matrice_generate(j,s); $S_{INT}(p)$ Potenza = matrice_generale{j 4}:
115	$S_{INT}(p)$ Perdite = matrice generale{i 5};
117	$S INT(p)$. Attributi = matrice generale{i.6}:
118	<pre>shapewrite(S_INT(:).'laver INTERRUTTORI.shp'):</pre>
119	p = p+1:
120	end
121	if(flag == 6)
122	<pre>% Scrivo uno SHAPEFILE esportabile per relative LAME</pre>

```
[S_LM(q).Geometry] = 'Polyline';
123
            [S_LM(q).X(1)] = matrice_generale{j,7};
124
            [S_LM(q).Y(1)] = matrice_generale{j,8};
125
            [S_LM(q).X(2)] = matrice_generale{j,9};
126
            [S_LM(q).Y(2)] = matrice_generale{j,10};
127
            S_LM(q).Correnti = matrice_generale{j,3};
128
            S_LM(q).Potenza = matrice_generale{j,4};
129
            S_LM(q).Perdite = matrice_generale{j,5};
130
            S_LM(q).Attributi = matrice_generale{j,6};
131
            shapewrite(S_LM(:), 'layer_LAME.shp');
132
            q = q+1;
133
          end
134
          flag = 0;
135
      end
136
      fclose(fid);
137
   % Esportazione dei nodi su QGIS sottoforma di SHAPEFILE
138
       for j = 1:length(e(:,1))
139
       [S_NODI(j).Geometry] = 'Point';
140
       [S_NODI(j).X(1)] = matrice_nodi{j+1,1};
141
       [S_NODI(j).Y(1)] = matrice_nodi{j+1,2};
142
       [S_NODI(j).Tensioni(1)] = abs(round(e(j,1)));
143
       [S_NODI(j).Nome(1)] = matrice_nodi{j+1,3};
144
       shapewrite(S_NODI(:), 'layer_NODI.shp');
145
       end
146
   % Reinserimento di intestazione tabulare
147
       matrice_generale = [intestazione; matrice_generale];
148
       clc;
149
       messaggio = ('Calcolo effettuato con successo')
150
   % Print sulla command window per una lettura dei dati di
151
      interesse
       matrice_generale
152
   % Salvataggio delle variabili di simulazione
153
       save('risultati_simulazione');
154
       end
155
```

Appendice B

Licenze Materiale Multimediale

Si citano le licenze per gli elementi multimediali inseriti all'interno della tesi: QGIS - Plugin utilizzato per il progetto.

Comune di Torino - Geoportale Dati - Creative Commons public licence Attribuzione - 2.5 (ITALIA).

Immagine Ale Sasso - Creative Commons Attribution - Share Alike 3.0 Unported. Immagine Luigi Chiesa - Creative Commons Attribution - Share Alike 3.0 Unported. Immagine Nicolò Lazzati - Creative Commons Attribution 2.0 Generic (CC BY 2.0). Tutto il materiale pubblicato ed il logo Augusta Tauringrid è sottoposto a licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0) to Bertolone Citin Lorenzo.

Ringraziamenti

Si ringraziano i miei relatori **Prof. E.Pons** e **Ing. P.Colella** che mi hanno seguito ed aiutato nella stesura e rielaborazione della mia tesi di laurea. La Loro disponibilità, pazienza e continua e perseverante cortesia mi ha accompagnato per tutto il progetto e rivolgo un caloroso ringraziamento per tutto il tempo che mi hanno dedicato. Ringraziamenti particolari all' **Ing. R.Rizzoli** e all'ufficio Infra.To per il tempo e la disponibilità dedicata a me durante la realizzazione del progetto.