**DOTTORATO DI RICERCA IN INFRASTRUTTURE E TRASPORTI**

**SCHEDA PER L’AMMISSIONE AL III ANNO DI CORSO**

**Dottorando** PAOLO PELUSO **Ciclo** XXXVII

**Curriculum** INFRASTRUTTURE, SISTEMI DI TRASPORTO E GEOMATICA

**Tutore** Prof. Ing. GIUSEPPE CANTISANI

**Argomento della ricerca:** Approccio proattivo all'analisi della sicurezza dell'infrastruttura stradale mediante esame delle condizioni operative del traffico e del contesto territoriale.

**SEZIONE A**

**Ricerca di Dottorato**

**(massimo 5 pagine)**

**1 – Aggiornamento del programma logico e cronologico delle attività** *(Precisazione del tema prescelto per la Tesi finale; inquadramento delle attività già svolte e da compiere nell’ultimo anno, con aggiornamento delle previsioni su obiettivi e metodologia; cronoprogramma).*

Il progetto di ricerca mira all’analisi della sicurezza di un’infrastruttura stradale mediante l’introduzione di una metodologia proattiva che esamini le condizioni operative di traffico e il contesto territoriale in cui si sviluppa il tracciato. In tal senso, il metodo proposto ha l’intento di superare le analisi di incidentalità più diffuse in letteratura che si basano su analisi post evento e sono contraddistinte dalla necessità di dover possedere un set significativo di dati storici. Spesso l’evento incidentale è conseguenza di una non corretta interazione tra i diversi fattori che costituiscono il sistema stradale: uomo, veicolo, strada, ambiente e traffico. Tra questi fattori, l’utente svolge un ruolo centrale nella determinazione della sicurezza stradale, tramite la sua condotta di guida e l’elaborazione delle informazioni acquisite dall’infrastruttura e dall’ambiente circostante. Tra queste ultime, un aspetto potenzialmente rilevante riguarda gli aspetti caratteristici del contesto territoriale in cui la strada è collocata.

Per tener conto di questi elementi, nella ricerca in corso, il territorio è analizzato rispetto alla sua destinazione d’uso, condizione insediativa e interazione con l’infrastruttura. Tale interazione è valutata mediante la densità di accessi e intersezioni, le condizioni di visibilità, e lo scambio tra diverse tipologie di flussi di traffico, di attraversamento o di circolazione locale, lungo il tronco stradale esaminato. La metodologia proposta esplora la possibilità che il contesto territoriale e l’antropizzazione del territorio circostante l’infrastruttura stradale siano analizzati mediante l’introduzione e la definizione di un indicatore descrittivo, denominato “Rapporto Insediativo (RI)”, che tiene conto dell’uso del suolo e delle sue caratteristiche fisiche e funzionali. L’RI è una rielaborazione di un indice utilizzato in tecnica urbanistica, il “Rapporto di Copertura (Rc)”, definito come il rapporto percentuale fra la superficie coperta degli edifici (Sc) e la superficie fondiaria (Sf). Invece, l’indice RI viene valutato come il rapporto tra l’area edificata in un lotto e l’area del lotto stesso, con l’intento di fornire una valutazione quantitativa dell’uso del suolo. Per avere informazioni anche riguardo alla natura qualitativa dell’insediamento territoriale si realizzano quattro curve dell’RI, corrispondenti alle macrocategorie di destinazione d’uso del suolo: residenziale, comunitario, infrastrutturale e agricolo. In aggiunta alle curve RI, si introduce l’Area Insediata, come il rapporto tra superficie costruita e una determinata area di indagine, che consente la continua valutazione del livello di antropizzazione lungo l’infrastruttura stradale oggetto di studio.

I suddetti aspetti si ritiene possano avere un riflesso non solo sulle condizioni d’uso dell’infrastruttura, valutabili in termini di velocità operative e condizioni di marcia, ma anche sull’entità e sulle caratteristiche specifiche del fenomeno dell’incidentalità, in relazione alle dinamiche e alle caratteristiche d’innesco degli eventi critici. Le condizioni operative del traffico possono essere agevolmente valutate mediante gli andamenti delle velocità operative, che rappresentano uno strumento fondamentale per le diverse attività di gestione, monitoraggio e analisi della mobilità di una rete stradale esistente. I profili delle velocità, enlla ricerca in corso, sono ricavati dalla gestione, dall’elaborazione e dal processamento degli Historical Car Data (HCD). La potenzialità principale di tali dati, raccolti da veicoli comuni immersi nel flusso traffico (che pertanto svolgono la funzione di veicoli sonda), è quella di fornire informazioni sulla mobilità lungo l’intero sviluppo di un’infrastruttura stradale e non di limitarsi ad una specifica sezione d’indagine. Il tema dell’incidentalità viene invece valutato a valle, mediante l’analisi della distribuzione degli incidenti lungo il tracciato stradale. A tal fine è stata implementa la funzione di densità Kernel, che fornisce una stima continua della densità di probabilità dei dati di incidentalità lungo l’intero sviluppo dell’infrastruttura. In tal modo è possibile leggere graficamente l’esposizione di ciascun tratto della strada all’incidentalità, e indagare in base a questa evidenza la natura del fenomeno, considerando in particolare se gli eventi siano maggiormente ascrivibili al comportamento umano o ad una errata interazione tra i vari fattori costituenti il sistema stradale.

La rete stradale su cui è stata eseguita l’analisi è la rete stradale Anas della Regione Veneto. L’elaborazione del modello è stata eseguita analizzando la Strada Statale 309 “Romea” (calibrazione), mentre la verifica di efficacia della metodologia è stata condotta sulla Strada Statale 14 della Venezia Giulia (validazione). Inoltre, l’applicazione del metodo è stata estesa ad altre due strade: la SS47 e la SS50.

Una volta dimostrato che la metodologia si può applicare in maniera sistematica, si è passati alla successiva fase interpretativa dei risultati. Da una prima analisi globale dei tracciati, si possono individuare delle sezioni apparentemente omogenee dal punto di vista infrastrutturale, geometrico e rispetto alle caratteristiche dell’insediamento territoriale circostante, in base alle quali è possibile ottenere risultati anche predittivi rispetto alle condizioni operative e all’incidentalità.

La durata delle diverse attività svolte è risultata sostanzialmente in accordo con il cronoprogramma pianificato al primo anno di dottorato. Nei primi due anni si sono concluse le attività di: analisi bibliografica, acquisizione delle nozioni di base per lo sviluppo del progetto di ricerca, acquisizione dei dati, definizione della metodologia da adottare. Quest’ultima attività ha avuto una durata maggiore rispetto a quanto programmato a causa di alcune problematiche emerse durante la gestione dei dati grezzi acquisiti e della loro elaborazione. Nel terzo anno continueranno invece le attività inerenti all’applicazione della metodologia, tramite ampliamento del campione di strade analizzate e l’analisi critica dei risultati ottenuti. Infine, si procederà alla stesura della tesi finale di dottorato.

**2 – Attività di ricerca realizzata nei primi due anni** *(identificazione e documentazione delle attività di: raccolta dati, sviluppo modelli, calibrazione, validazione delle procedure, eventuali criteri di autoverifica, etc.).*

L’infrastruttura e le condizioni operative sono state analizzate tramite una metodologia precedentemente definita e validata, anche ad opera di altri ricercatori del medesimo gruppo di ricerca, e già oggetto di diverse pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali e atti di convegno. Nel dettaglio, la geometria planimetrica della rete stradale è stata ricavata attraverso un codice di calcolo MATLAB a partire dai dati georeferenziati di un grafo stradale (ANAS). Le condizioni operative, invece, sono state valutate in termini di andamenti campionari delle velocità operative ricavate dagli Historical Car Data (HCD). I dati georeferenziati di velocità sono stati processati e implementati in una successione di codici MATLAB e hanno restituito un profilo continuo delle velocità operative lungo l’intero tracciato.

Per quanto riguarda il contesto territoriale, in cui si colloca l’infrastruttura stradale, è stato proposto e definito un indicatore utile a valutare l’uso del suolo in termini sia fisici che funzionali. L’indice proposto, denominato Rapporto Insediativo (RI), è una rielaborazione dell’indice urbanistico Rapporto di Copertura (Rc), e si calcola come il rapporto tra l’area edificata in un lotto e l’area del lotto stesso. L’RI è quindi un indice adimensionale, che può assumere valori da 0 a 1. Per la valutazione di tale indice è stato necessario possedere due campioni di dati: Edifici e Carta di copertura del Suolo. Il Geoportale della Regione presa in esame (Veneto) consente di consultare e scaricare dati territoriali e ambientali in formato shapefile opensource, tra questi sono stati scaricati i layer “Edifici” e “Carta di copertura del Suolo”. Il shapefile Edifici è stato caricato all’interno del software QGIS, che ha permesso di eseguirne una rapida analisi e rappresentazione spaziale. Nel dettaglio, il layer contiene tutti gli edifici georeferenziati presenti nella regione Veneto, rappresentati con una geometria poligonale contenenti informazioni fisiche e funzionali, quali altezza (m) e destinazione d’uso. Sono stati filtrati i dati eliminando eventuali incongruenze fra i poligoni, come la presenza di elementi duplicati o sovrapposti. Le operazioni di verifica sono state eseguite attraverso l’esecuzione di diversi tool e comandi nel software QGIS, che hanno riscontrato delle anomalie nel set di dati originale, portando ad una riduzione del campione del layer da 2'339'411 a 2'331'010 edifici.

La Direzione Pianificazione Territoriale della Regione Veneto rende altresì disponibile la Carta di Copertura del Suolo (CCS) aggiornata al 2020, in formato shapefile. Il layer, importato in QGIS, presenta una discretizzazione del suolo della Regione Veneto in 397'455.00 lotti, di cui sono riportate informazioni funzionali e fisiche. Per garantire una corretta esecuzione della metodologia proposta in QGIS, il layer Carta di Copertura del Suolo è stato sottoposto ad una verifica di validità della geometria degli elementi costituenti il set di dati mediante il tool “Controllo Validità”. Per la determinazione dell’indice territoriale proposto, è stato necessario procedere a determinare ulteriori caratteristiche geometriche e fisiche dei diversi lotti, nel dettaglio: Area (m2), perimetro (m), le coordinate E e N del baricentro, un indicatore univoco ID.

Una volta verificati i due set di dati, nel software QGIS è stata definita una successione di operazioni utile al calcolo dell’indice RI. Nel dettaglio, sul grafo stradale è stata generata, con un passo costante di 20 m, una successione di finestre spaziali circolari aventi raggio 500 m. Per ciascuna area così delimitata sono stati individuati tutti e i soli i suoli e gli edifici ricadenti all’interno , tramite un’operazione d’intersezione. Al termine di tale operazione si ottiene un grande set di dati, i cui elementi sono pari al numero di edifici individuati nell’intorno spaziale d’indagine della strada, e per ciascun edificio sono riportate le relative proprietà geometriche, funzionali, il lotto di appartenenza, di cui sono note anche le informazioni geometriche e la destinazione d’uso. Le successive operazioni di calcolo dell’indice RI, secondo i criteri precedentemente indicati, possono essere eseguite con il software di calcolo Matlab, il quale è in grado di automatizzare e velocizzare i tempi di implementazione dei dati.

La logica di funzionamento del codice Matlab appositamente implementato, per le descritte finalità, si può sintetizzare nei seguenti passaggi:

- sono state aggregate le 14 categorie di uso del suolo (*National Land Use Database*) in quattro macrocategorie: residenziale, comunitaria, infrastrutturale e agricola.

- su ciascuna area circolare individuata dalla discretizzazione a passo costante della strada in esame è stato calcolato l’indice RI per ogni frazione di lotto ricadente su di essa mediante la ricerca degli edifici intersecati, la somma delle rispettive aree e il rapporto finale tra l’area edificata e l’area del suolo. Ai punti di discretizzazione della strada è stato associato un valore unico dell’indice RI, valutato come la somma aritmetica degli RI di ciascun lotto moltiplicati per il relativo peso di influenza areale rispetto alla finestra d’indagine del vertice stesso.

- sono stati individuati per l’intero tracciato diversi profili di RI per ciascuna macrocategoria.

- è stata calcolata l’area insediata (AI) di ciascuna finestra spaziale.

Il modello è stato verificato, sia in termini di validità dei dati di input e sia nella correttezza dei codici implementati, osservando che gli RI di ciascun lotto della CCS assumessero sempre valori inferiori a 1.

Un altro aspetto originale del metodo proposto prevede, inoltre, lo svolgimento di un’analisi di incidentalità tramite una funzione continua di densità di probabilità, a partire da un set di dati georeferenziati lungo il tracciato stradale. I dati storici di incidentalità sono stati forniti dall’ANAS per il quinquennio 2015-2019. È stata utilizzata la funzione di densità Kernel in grado di ricavare una stima continua della densità di probabilità dei dati incidentali nello spazio di definizione. A partire dalla discretizzazione della strada a passo costante, la densità di probabilità dei dati di incidentalità è stata valutata utilizzando una finestra mobile centrata su tali punti (di discretizzazione). La valutazione è stata eseguita in Matlab, utilizzando la funzione “ksdensity”, di cui è stato possibile far variare la funzione di smoothing di implementazione e la larghezza della finestra (bandwidth). La funzione presente nella libreria di Matlab è stata validata mediante la scrittura di un codice che replicasse dettagliatamente il calcolo della densità di probabilità; partendo dallo stesso campione di dati iniziali, i risultati estratti dai due metodi hanno fornito due curve di output perfettamente sovrapponibili.

I dati di input, elaborati e processati, e i dati di output sono stati rappresentati mediante quattro grafici. Il primo grafico riporta l’andamento del diagramma delle curvature, l’andamento del diagramma delle velocità da modello teorico (in accordo con le indicazioni delle norme allegate al DM 05/11/2001), la localizzazione degli accessi e delle intersezioni lungo il tracciato stradale e le sezioni di inizio e fine dei viadotti. Il secondo grafico mostra l’andamento dei profili degli RI relativi alle quattro macrocategorie indagate e l’area insediata in percentuale. In questo modo il grafico consente di valutare contemporaneamente l’antropizzazione del territorio in termini quantitativi, mediante l’area insediata (%), e qualitativi con i quattro profili RI. È possibile così stabilire se una diversificazione qualitativa tra gli insediamenti presenti possa influire sulle condizioni operative. Il terzo grafico mostra i profili di velocità operativa, in sovrapposizione al diagramma delle velocità da modello teorico e i profili di scostamento tra le due velocità, sia in condizioni notturne che diurne. Le sezioni contraddistinte da evidenti scostamenti positivi o negativi tra i due profili segnalano la possibile influenza della “permeazione" del territorio rispetto all’infrastruttura, quindi del contesto territoriale e della sua antropizzazione. A tal riguardo, si attende infatti una velocità operativa superiore di quella teorica nei tratti non insediati e inferiore nelle aree fortemente insediate. Con il confronto tra i primi tre grafici è possibile interpretare l’andamento delle velocità operative come funzione della geometria percorsa, dei punti singolari (accessi, intersezioni, viadotti, rotatorie) e/o delle caratteristiche insediative del territorio circostante. Infine, il quarto grafico mostra la densità di kernel dei dati di incidentalità e consente di avere per ogni determinata chilometrica un valore numerico ad essa associata. Una lettura continua dell’incidentalità ha il vantaggio di poter individuare non solo le sezioni o i punti più critici, ma di consentire l’osservazione dell’esposizione complessiva dell’infrastruttura all’incidentalità e l’estensione delle condizioni critiche rispetto a ciascuna sezione in esame.

**3 – Esame delle problematiche emerse e degli aspetti critici** *(breve discussione degli elementi caratterizzanti il lavoro compiuto, con particolare attenzione agli aspetti più critici ed alle difficoltà emerse, con indicazione delle soluzioni individuate o delle alternative praticabili per la prosecuzione delle attività).*

Le principali problematiche emerse durante la definizione della metodologia del progetto proposto afferiscono alla gestione, al trattamento e all’elaborazione dei dati territoriali. Nello specifico, per la definizione dell’indicatore territoriale Rapporto Insediativo (RI) sono stati raccolti dati georeferenziati resi disponibili dalle autorità competenti. L’indice RI, ispirato al Rapporto di Copertura dalla teoria urbanistica, si valuta come il rapporto tra l’area edificata di un lotto e l’estensione areale del lotto stesso. Pertanto, per il calcolo dell’indice relativo a ciascun lotto è stato necessario entrare in possesso di due set di dati: Edifici e Carta di Copertura del Suolo (CCS). Il primo campione di dati contiene tutti i dati riferiti agli edifici presenti nella regione esaminata (Veneto), mentre il secondo è una discretizzazione del suolo della regione con le relative informazioni funzionali e fisiche. L’implementazione dei due set di dati georeferenziati all’interno del software QGIS ha permesso il calcolo del rapporto RI per ciascun lotto. Da una prima implementazione dei dati i valori del rapporto RI hanno assunto valori superiori a 1. Tale criticità è stata risolta mediante un’indagine dettagliata dei due campioni di dati: il layer Edifici presentava elementi duplicati e sovrapposti tali da falsare il risultato finale. Solo a seguito di un’operazione di ricerca e risoluzione delle anomalie suddette, il layer è risultato idoneo per la sua implementazione nel codice di calcolo realizzato.

La seconda criticità si è presentata nell’estrapolazione dell’indice RI lungo lo sviluppo della rete stradale esaminata. Inizialmente si intendeva associare al baricentro di ciascun lotto, costituente la CCS, il valore del rispettivo RI, in modo tale da stimare i valori dell’indice all’interno di un dato spazio geografico mediante l’interpolazione spaziale IDW (Inverse Distance Weighting). L’interpolazione IDW, eseguita in QGIS, ha consentito di conoscere globalmente il valore dell’indice RI per tutta l’area di indagine mediante la restituzione di un’immagine raster, in cui ad ogni pixel era associato un valore RI. La successiva intersezione tra l’immagine raster e i vertici georeferenziati di una strada ha consentito di estrarre lungo l’ascissa curvilinea di un tracciato l’andamento puntuale dell’indice. La metodologia ideata prevedeva che l’indice RI fosse valutato come la somma contributiva di due elementi. Il primo legato ai lotti immediatamente adiacenti all’infrastruttura stradale, utile a valutare e a tener conto delle possibili alterazioni del traffico dovute alla successione di diversi esercizi commerciali, industriali, residenziali. Il secondo utile a valutare gli effetti sul traffico e sulle condizioni operative degli insediamenti più distanti. Il profilo RI ricavato dall’immagine raster risultava pressoché costante lungo lo sviluppo della strada e, pertanto, poco rappresentativo dell’antropizzazione del territorio nell’intorno della strada studiata. Tale problematica è stata affrontata e risolta valutando l’indice RI solo mediante la finestra mobile ad ampio raggio lungo il tracciato, realizzando delle curve diverse per ogni macrocategoria di uso del suolo così da tener conto dell’aspetto funzionale di destinazione d’uso del lotto. Per quanto riguarda l’aspetto quantitativo dell’antropizzazione del territorio, si è valutata l’area insediata, in termini percentuali, nell’intorno dell’infrastruttura.

In conclusione, si sottolinea che la ricerca sviluppata presenta dei limiti legati alla soggettività di alcuni fattori di elaborazione dei dati (l’ampiezza delle finestre mobili di indagine, la scelta delle macrocategorie, la funzione statistica implementata nella funzione di Kernel). D’altra parte, si evidenzia in positivo l’originalità nella gestione e nel trattamento dei dati, da cui è stata definita e validata una struttura del metodo di calcolo.

**4 – Potenzialità di conseguire un “impatto” scientifico significativo** *(giudizio critico sulla efficacia ed originalità che la ricerca, al termine del Dottorato, potrà dispiegare, in relazione al quadro scientifico di riferimento e all’evoluzione delle conoscenze in corso in ambito nazionale ed internazionale).*

Il progetto di ricerca si basa sulla definizione di una metodologia suddivisa in diverse fasi computazionali, eseguite con software di calcolo e di analisi dei dati spaziali, al fine di valutare qualitativamente e quantitativamente gli effetti del contesto territoriale sulle condizioni operative di un’infrastruttura stradale. La scrittura dei codici di calcolo ha introdotto una metodologia automatizzata con possibilità di una rapida computazione dei dati. I dati di input e di output sono stati rappresentati graficamente per permettere una lettura dei risultati diretta e immediata, mediante il diretto confronto tra i dati di velocità, di uso del suolo e di incidentalità. Si può considerare che tutta la fase di processamento ed elaborazione dei dati grezzi inziali costituisca un risultato originale, in quanto, nonostante i tipo di dati adottati sia relativamente frequente negli studi più recenti, presentati a livello internazionale, essi sono stati trattati in un modo inedito e innovativo. L’originalità della gestione dei dati è applicabile sia per l’estrazione degli andamenti campionari delle velocità operative dagli Historical Car Data, sia nella proposta dell’indicatore RI per la valutazione dell’insediamento territoriale e nell’applicazione della funzione della densità di Kernel al campione dei dati di incidentalità. In particolar modo, l’introduzione degli indici RI e AI fornisce informazioni sulla destinazione d’uso e sull’insediamento del territorio e permette di osservare relazioni ed effetti sulle condizioni operative della rete stradale. Dall’analisi effettuata risulta come gli aspetti che incidono sulla composizione del quadro visivo e prospettico dell’utente stradale influenzino gli effetti sulla condotta di guida. Un’analisi dei risultati, infatti, suggerisce che in presenza di insediamenti molto fitti, in cui si hanno limitati spazi esplorabili nell’ambiente stradale e una sensazione di occlusione, vi possa essere una maggiore focalizzazione dell’osservazione. Invece, in territori aperti, soprattutto pianeggianti, dove l’utente stradale ha un campo visivo libero, che da un lato non comporta la presenza di ostacoli laterali, ma dall’altro implica una difficoltà a focalizzare la strada, la condizione percettiva possa indurre maggiore disattenzione alla guida con conseguenze gravi rispetto all’incidentalità.

I risultati della ricerca forniscono pertanto la possibilità di sviluppare valutazioni utili, anche in senso proattivo, ai fini della sicurezza e della qualità della circolazione stradale. Il metodo proposto può rappresentare una nuova modalità di interpretazione di una serie di dati, già molto diffusi e utilizzati, ma che difficilmente si riesce a coniugare in una visione unitaria e sistemica. Inoltre, è possibile pervenire a una valutazione delle condizioni di sicurezza offerte dall’infrastruttura stradale, con la finalità di individuare ipotesi di intervento idonee sulla base della natura degli incidenti riscontrati più frequentemente in un determinato tronco. Ad esempio, se in prossimità di una curva planimetrica vi sono molti incidenti per fuoriuscita allora molto probabilmente vi è un problema legato ai dispostivi di sicurezza di margine; se vi è un problema di tamponamento, allora lo si può associare ad una carenza di visibilità nella corrente veicolare. Altre proposte potranno riguardare le pavimentazioni e le relative prestazioni d’aderenza: laddove una criticità è determinata da pendenze trasversali non coerenti con le condizioni dinamiche del moto veicolare, si potrebbe compensare tali carenze con pavimentazioni caratterizzate da prestazioni di aderenza migliorata.

Infine, sulla base dell’analisi delle caratteristiche infrastrutturali, di antropizzazione del territorio, delle condizioni operative del traffico e dell’incidentalità manifestatasi, si potrebbe introdurre una metodologia atta a ridefinire il concetto di sezioni omogenee. Una definizione che non si limiti esclusivamente alla geometria stradale, ma che consideri la condizione percettiva sperimentata dagli utenti e il loro reale comportamento di guida, oltre che il contesto territoriale naturale e antropizzato entro cui si sviluppa l’infrastruttura e l’esposizione al fenomeno dell’incidentalità.

**5 – Schema di impostazione della Tesi finale di Dottorato e programmazione delle attività di completamento.**

Introduzione

Stato dell’arte

Materiali: Historical Car Data; Edifici; Carta di Copertura del Suolo; Incidenti.

Metodologia

Risultati

Discussione dei risultati

Conclusioni

**6 – Cronoprogramma** *(seguire lo schema seguente)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **n.** | **Attività** | **II Anno (consuntivo)** | **III Anno** |
|  |  | **I** | **II** | **III** | **IV** | **I** | **II** | **III** | **IV** |
| 1 | Analisi bibliografica | **X** | **X** | **X** | **X** |  |  |  |  |
| 2 | Acquisizione nozioni di base per lo sviluppo del progetto di ricerca | **X** | **X** | **X** |  |  |  |  |  |
| 3 | Acquisizione dei dati per lo sviluppo del progetto di ricerca | **X** | **X** | **X** | **X** |  |  |  |  |
| 4 | Definizione della metodologia da adottare nella ricerca | **X** | **X** | **X** | **X** |  |  |  |  |
| 5 | Applicazione della metodologia  |  |  | **X** | **X** | **X** | **X** |  |  |
| 6 | Ampliamento del campione di strade |  |  |  | **X** | **X** | **X** |  |  |
| 7 | Analisi critica dei risultati |  |  | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** |  |
| 8 | Stesura tesi |  |  |  |  | **X** | **X** | **X** | **X** |

**SEZIONE B**

**Attività di collaborazione e supporto; formazione ed acquisizione di capacità evolute**

**(massimo 2 pagine)**

**1 – Partecipazione alle attività di didattica presso la struttura di afferenza** *(attività seminariale, supporto alla didattica frontale, preparazione di materiale didattico, collaborazione per ricevimento studenti, collaborazione allo svolgimento di tesi di laurea e stages).*

Supporto allo svolgimento delle esercitazioni, assistenza e tutoraggio per gli studenti dell’insegnamento del modulo di PROGETTO E COSTRUZIONE DI STRADE (1^ PARTE) e COMPLEMENTI DI PROGETTAZIONE STRADALE al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile presso l’Università degli studi “La Sapienza”.

Supporto alla didattica per l’insegnamento di LABORATORIO DI INFRASTRUTTURE VIARIE al corso Professioni tecniche per l'edilizia e il territorio presso l’Università degli studi “La Sapienza”.

**2 – Attività di formazione** *(soggiorni presso strutture di didattica e ricerca in Italia e all’estero, corsi curriculari o speciali frequentati, partecipazione a seminari, convegni, workshop, etc.).*

Nel corso del secondo anno di dottorato ho frequentato i seguenti seminari organizzati e consigliati dal dottorato con indirizzo Infrastrutture e Trasporti:

- “Vehicle Dynamics and Safety - some technical issues”, Prof. Jan Kovanda, 24/05/2023;

- “Unlocking the Power of Deep Learning Applications Using ArcGIS”, 25/05/2023;

- “Fondamentali di stima ai minimi quadrati”, Prof. Augusto Mazzoni, 13/06/2023.

Ho frequentato dei webinar su tematiche pertinenti allo sviluppo del mio progetto di ricerca, organizzati dall’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma.

- “Il sistema di Gestione della Sicurezza delle Infrastrutture Stradali ed Autostradali”, 24/02/2023;

- “La progettazione di opere di adeguamento di infrastrutture stradali esistenti”, SIIV, 05-15/09/2023;

Tramite studio individuale, ho approfondito le mie conoscenze riguardo il linguaggio di programmazione per lo sviluppo di codici in MATLAB e l’uso del software QGIS.

Ho partecipato alla SIIV Winter School 2022 “Pavement Assessment and management towards Smart and Safer mobility” – Moena (TN), December 18th – 21th, 2022.

Ricopro il ruolo di Guest Editor per la Special Issue “Urban Pavement Design and Road Sustainability” per la rivista *Sustainability*, MDPI. Inoltre, ho svolto il ruolo di revisore per alcune riviste dell’editore MDPI.

**3 – Collaborazione a studi, ricerche, programmi strutturati** *(contributi in PRIN, ricerche di Facoltà e di Ateneo, convenzioni, etc., con inquadramento del programma e specificazione dell’attività prestata).*

Ho preso parte al Progetto di Ateneo “Affidabilità dei modelli comportamentali ed efficacia delle limitazioni di velocità per il miglioramento della sicurezza stradale: analisi mediante Floating Car Data e rilievi ad alto rendimento”. L’attività di ricerca è stata in parte divulgata con la pubblicazione di un articolo scientifico su rivista internazionale.

**SEZIONE C**

**Informazioni**

*(Tale sezione contiene le informazioni richieste alla fine ogni anno dall’Ufficio Dottorati)*

1. Titolare di borsa erogata dalla Sapienza - Università di Roma…………….SI□ NO□
2. Nazionalità ITALIANA.
3. Dottorato in cotutela ……………………………………….………………SI□ NO□

 (se si indicare il cotutore…………………………..)

1. Dottorato con doppio titolo …….………………………….………………SI□ NO□
2. Borsa con finanziamento esterno ………………………….………………SI□ NO□
3. Università di provenienza Sapienza Università di Roma
4. Numero di mensilità di ricerca spese in una struttura di ricerca estera 0
5. Finanziamenti all’interno di reti internazionali di formazione alla ricerca ..SI□ NO□
6. Pubblicazioni e altri prodotti degli ultimi 3 anni

 ***Per le aree bibliometriche****. Articoli pubblicati su riviste peer-reviewed internazionali (ed eventualmente proceedings per le aree che accettano) con impact factor (indicizzate WoS) o indicizzate Scopus.*

1) Cantisani, G.; Del Serrone, G.; Peluso, P. Reliability of Historical Car Data for Operating Speed Analysis along Road Networks. Sci 2022, 4, 18. https://doi.org/10.3390/sci4020018. Journal Cite Score: 3.5

2) Moretti, L.; Cantisani, G.; Carpiceci, M.; D’Andrea, A.; Del Serrone, G.; Di Mascio, P.; Peluso, P.; Loprencipe, G. Investigation of Parking Lot Pavements to Counteract Urban Heat Islands. Sustainability 2022, 14, 7273. https://doi.org/10.3390/su14127273. Journal Impact Factor: 3.9

3) Del Serrone, G.; Peluso, P.; Moretti, L. Evaluation of Microclimate Benefits Due to Cool Pavements and Green Infrastructures on Urban Heat Islands. Atmosphere 2022, 13, 1586. https://doi.org/10.3390/atmos13101586. Journal Impact Factor: 2.9

4) Del Serrone, G.; Cantisani, G.; Peluso, P.; Coppa, I.; Mancinetti, M.; Bianchini, B. (2023). Road infrastructure safety management: proactive safety tools to evaluate potential conditions of risk. Transportation research procedia, 69, 711-718. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.227. Journal Cite Score: 3.2

5) Del Serrone, G., Cantisani, G., & Peluso, P. (2023). Blending of Floating Car Data and Point-Based Sensor Data to Deduce Operating Speeds under Different Traffic Flow Conditions. EUROPEAN TRANSPORT/TRASPORTI EUROPEI, (91, February 2023), 1-11. https://doi.org/10.48295/ET.2023.91.5. Journal Cite Score: 2.3

6) Del Serrone, G.; Cantisani, G.; Peluso, P. (2023). Speed data collection methods: a review. Transportation research procedia, 69, 512-519. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.202. Journal Cite Score: 3.2

7) Peluso, P.; Persichetti, G.; Moretti, L. Effectiveness of Road Cool Pavements, Greenery, and Canopies to Reduce the Urban Heat Island Effects. Sustainability 2022, 14(23), 16027. https://doi.org/10.3390/su142316027. Journal Impact Factor: 3.9

8) Fiore, N.; Bruno, S.; Del Serrone, G.; Iacobini, F.; Giorgi, G.; Rinaldi, A.; Moretti, L.; Duranti, G. M.; Peluso, P.; Vita, Lorenzo; D’Andrea, A. Experimental Analysis of Hot-Mix Asphalt (HMA) Mixtures with Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) in Railway Sub-Ballast. Materials 2023, 16(4), 1335. https://doi.org/10.3390/ma16041335. Journal Impact Factor: 3.4

9) Cantisani, G.; Borrelli, C. C.; Del Serrone, G.; Peluso, P. Optimizing Road Safety Inspections on Rural Roads. Infrastructures 2023, 8(2), 30. https://doi.org/10.3390/infrastructures8020030. Journal Impact Factor: 2.6

10) Del Serrone, G.; Cantisani, G.; Grilli, R.; & Peluso, P. Effectiveness of Climbing Lanes for Slow-Moving Vehicles When Riding Uphill: A Microsimulation Study. Vehicles 2023, 5(3), 744-760. https://doi.org/10.3390/vehicles5030041. Journal Impact Factor: 2.2

11) Cantisani, G.; Del Serrone, G.; Mauro, R.; Peluso, P.; Pompigna, A. Traffic stream analysis by radar sensors on two-lane roads for free-moving and constrained vehicles identification. Sensors 2023, 23(15), 6922. https://doi.org/10.3390/s23156922. Journal Impact Factor: 3.9

12) Del Serrone; G., Peluso, P.; Moretti, L. Photovoltaic road pavements as a strategy for low-carbon urban infrastructures. Heliyon 2023. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19977. Journal Impact Factor: 4.0

**Indice di Hirsch (h-index): 4 (Scopus)**

 ***Per le aree non bibliometriche****. Prodotti editoriali pubblicati dai dottorandi come Monografie dotate di ISBN e/o pubblicazioni in riviste di fascia A (o prodotti editoriali equivalenti ammessi dalla VQR).*