

## **Allegato – Progetto di ricerca e Piano delle attività**

### **• Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca**

SMASHit - Manutenzione sostenibile delle pavimentazioni in asfalto con soluzioni ibride per la rete stradale secondaria italiana

### **• Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca (*eventuale*) in inglese:**

SMASHit - Sustainable Maintenance of Asphalt Surfaces with Hybrid solutions for secondary Italian road network.

### **• Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico:**

Il progetto si concentra su un approccio metodologico sperimentale innovativo che verrà utilizzato per la progettazione di strategie di manutenzione sostenibile per la rete stradale secondaria italiana. Le attività saranno svolte seguendo le seguenti fasi:

- Valutazione delle attuali pratiche di manutenzione in termini di strategie, materiali e operazioni;
- Sviluppo tecnologico su scala di laboratorio di nuovi materiali basati su soluzioni ibride;
- Progettazione di soluzioni di manutenzione basate su criteri prestazionali e ambientali;
- Validazione del progetto mediante applicazione su scala reale in sezioni sperimentali.

La ricerca mira ad aumentare la conoscenza nella manutenzione stradale, consentendo così l'impiego di nuove tecnologie in soluzioni ibride e promuovendo il riutilizzo di rifiuti per miscele di asfalto a caldo. Il riciclo dei rifiuti aumenta il ciclo di vita dei prodotti, apportando benefici economici ai processi migliorando il benessere dell'ecosistema.

### **• Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico in inglese:**

The project focuses on an innovative experimental methodological approach that will be used to design sustainable maintenance strategies for the Italian secondary road network. Activities will be carried out in the following phases:

- Evaluation of current maintenance practices in terms of strategies, materials, and operations;
- Laboratory-scale technological development of new materials based on hybrid solutions;
- Design of maintenance solutions based on performance and environmental criteria;
- Project validation through full-scale application in experimental sections.

The research aims to increase knowledge in road maintenance, thus enabling the use of new technologies in hybrid solutions and promoting the reuse of waste for hot asphalt mixes. Waste recycling extends the life cycle of products, bringing economic benefits to the processes while improving the well-being of the ecosystem.

### **• Piano delle attività:**

Il piano delle attività finalizzato all'implementazione di soluzioni innovative e sostenibili per la manutenzione degli strati superficiali delle pavimentazioni stradali si articolerà in diverse fasi, a partire dallo sviluppo di nuovi materiali e tecnologie, proseguendo con la progettazione dei mix design, fino alla validazione delle soluzioni mediante la realizzazione di siti di prova. Le attuali pratiche di manutenzione italiane, in termini di strategie, operazioni correnti e materiali impiegati, saranno analizzate approfonditamente raccogliendo informazioni dalla pubblica amministrazione e dalle imprese appaltatrici coinvolte nel settore delle pavimentazioni mediante indagini specifiche. Tale analisi consentirà la definizione di scenari di riferimento da considerare a fini di confronto nello sviluppo di soluzioni di manutenzione innovative. Allo stesso tempo, verrà adottato un approccio multiscala al fine di seguire una metodologia scientificamente valida in grado di

collegare le prestazioni finali delle sovrapposizioni stradali con le proprietà chimiche e meccaniche dei materiali innovativi e sostenibili proposti. Alla microscala, verranno eseguite analisi fisico-chimiche su leganti, additivi e materiali litici, e i relativi risultati saranno utilizzati come base per studiare a fondo le interazioni interfase legante o interfaccia che si verificano sia a livello additivo-legante che a livello legante-aggregato. Le indagini mesoscala saranno incentrate in via preliminare sia sul comportamento reologico dei leganti, sia, in una seconda fase di ricerca, sulla caratterizzazione di miscele ibride a risposta meccanica preparate combinando i diversi materiali di base studiati. In particolare, i conglomerati bituminosi sostenibili studiati includeranno:

- miscele di bitumi rigeneranti ad alta stagionatura che simulano l'utilizzo di elevate quantità di pavimentazioni bituminose recuperate;
- miscele di polimeri di scarto di bitume derivanti da scarti industriali domestici;
- scorie di acciaieria, ovvero aggregati marginali costituiti da scarti di processo di produzione dell'acciaio;
- aggregati riciclati di pavimentazioni bituminose recuperate derivanti dalla fresatura di vecchie pavimentazioni.

Analisi approfondite saranno condotte in laboratorio attraverso prove dinamiche di danno reologico su materiali invecchiati a breve e lungo termine (simulando le condizioni in campo) utilizzando le attrezzature disponibili in merito a:

- caratteristiche strutturali (rigidità, proprietà viscoelastiche lineari);
- resistenza alla fessurazione da fatica;
- resistenza alla deformazione permanente;
- durabilità (resistenza all'invecchiamento in acqua)
- aderenza

Per valutare le tecnologie più promettenti, saranno considerati i risultati delle prove sul campo ed il programma sperimentale di laboratorio. Infine, le proprietà prestazionali saranno monitorate tramite sovrapposizioni su sezioni di pavimentazione in scala reale. Dopo la costruzione, il controllo della profondità di posa dei materiali verranno analizzati e modellati i dati raccolti su scala macroscopica, combinando le informazioni raccolte su scala microscopica e mesoscopica, con l'obiettivo di implementare uno strumento pratico ed efficace a supporto delle attività di progettazione e manutenzione.

#### • Piano delle attività in inglese:

The proposed methodology for implementing innovative and sustainable solutions for the maintenance of road pavement surface layers will follow a multi-step approach, progressing from the development of new materials and technologies to mix design, and culminating in the validation of the proposed solutions through the construction of test sites. Current Italian maintenance practices, in terms of strategies, operational procedures, and employed materials, will be thoroughly analysed through the collection of information from public administrations and contractors involved in the paving industry, using targeted surveys. Such an analysis will enable the definition of reference scenarios to be used for comparison in the development of innovative maintenance solutions. At the same time, a multiscale approach will be adopted in order to apply a scientifically robust methodology capable of linking the long-term performance of pavement overlays to the chemical and mechanical properties of the proposed innovative and sustainable materials. At the microscale, physicochemical characterisation of binders, additives, and lithic materials will be conducted, and the resulting data will serve as the basis for a comprehensive investigation of interphase and interfacial interactions occurring at both the additive–binder and binder–aggregate levels. At the mesoscale, the experimental programme will initially focus on the rheological behaviour of binders and, in a subsequent

phase of the research, will extend to the characterisation of the mechanical response of hybrid mixtures formulated through the combination of the investigated base materials. In particular, sustainable bituminous mixtures studied will include:

- highly aged rejuvenated bitumen blends that simulate the use of high contents of RAP (reclaimed asphalt pavement);
- blends of bitumen waste polymers deriving industrial domestic waste products;
- steel slags i.e., marginal aggregate consisting of waste product steel production process;
- reclaimed asphalt pavement recycled aggregates obtained from milling aged bituminous pavements.

An in-depth laboratory analysis will be conducted through rheological dynamic damage tests on materials subjected to short and long term ageing (simulating infield conditions), using the available testing equipment related to:

- structural characteristics (stiffness linear viscoelastic properties);
- fatigue cracking resistance;
- permanent deformation resistance;
- durability (water ageing resistance)
- Skid resistance

To assess the most promising technologies, the outcomes of field testing will be jointly evaluated alongside the laboratory experimental programme. Performance-related properties will subsequently be monitored through the construction of full-scale pavement overlay test sections. Following construction, the placement depth of the applied materials will be verified, and the data collected at the macroscopic scale will be analysed and modelled by integrating information derived from the microscopic and mesoscopic scales. This integrated approach aims to support the development of a practical and effective decision-support tool for pavement design and maintenance activities.