Projet L.I.S.T. PORT

Limitation de la pollution sonore due au trafic dans les ports de commerce

Composant	**T2 :** Etudes visant à développer des modèles de simulation transport/environnement
SORTIE	**T2.1 :** Système d'information sur la mobilité intégré ITS transfrontalier basé sur les PMVs
Lieu et date :	Cagliari novembre 2021

LA PARTIE RESPONSABLE DE LA RÉDACTION DU DOCUMENT		**Prof. Ing. Paolo Fadda** **Ing. Federico Sollai**	
CHEF DE PROJET SCIENTIFIQUE		**Prof. Ing. Paolo Fadda**	
CHEF DE PROJET TECHNIQUE		**Ing. Federico Sollai**	
LES RÉDACTEURS DU DOCUMENT		**Ing. Federico Sollai**	
Numéro de révision.	**00**	**Del**	**Date**

RESUME

1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU PROJET 3
2. LISTE PORT RÉSUMÉ DU PROJET 3
2.1 Le système ITS LIST-PORT - Description générale - 6
2.1.1 Système ITS avec PMV et dispositifs de surveillance du trafic 9
2.1.2 Liste ITS Système portuaire à l'aide d'APPs 13
2.1.3 Plate-forme pour l'interfaçage des systèmes PMV, de surveillance du trafic et APP 15
2.1.3.1 Description de la plate-forme 16
3. LES RÉSULTATS ET LES EXTRANTS DU PROJET 17
3.1 Le module du système ITS avec PMV 17
3.1.1 Fonctionnement du système central de contrôle et de communication 18
3.1.2 Architecture et fonctionnement du module de gestion PMV et des systèmes de surveillance du trafic 20
3.1.2.1 Cartes de sous-modules 21
3.1.2.2 Sous-module -Visuel 21
3.1.2.3 Analyse du sous-module, logiciel de gestion des données sur le trafic 21
3.1.2.4 Submodule-SMT Logiciel pour l'acquisition de données à partir de stations de surveillance du trafic routier 22
3.1.2.5 Scénarios - Logiciel de gestion de scénarios 22
3.1.2.6 Intégration pour les autres dispositifs et systèmes utilisés par l'organisation 23
3.1.3 Module de gestion des panneaux à messages variables 23
3.1.4 Système de surveillance de la circulation des véhicules 25
3.1.4.1 Système de surveillance du trafic avec boucles 25
3.1.4.2 Sous-module de surveillance du trafic avec caméras 27
3.1.4.3 Module de gestion de la station de surveillance du trafic 30
Index des figures 32
Index des tableaux 33

1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU PROJET

Le projet LIST-PORT (Limitation de la pollution sonore due au trafic dans les ports commerciaux) vise à améliorer le "climat sonore" dans les villes portuaires grâce à l'utilisation de *systèmes de transport intelligents* intégrés pour la gestion du trafic.
Le projet L.I.S.T. Port fait partie d'un groupe de projets thématiques appelé "Cluster Acoustics" financé dans le cadre du deuxième appel du programme maritime Italie-France 2014-2020. Les partenaires du projet sont l'Université de Cagliari (en tant que Chef de file), l'Association Nationale des Municipalités Italiennes Section Régionale Toscane, ANCI Ligurie, l'Université de Pise, le GIP Fipan - Groupement d'Intérêt Public Formation et Insertion Professionnelle Académie de Nice, la Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de la Haute-Corse.
L.I.S.T. Port, avec les projets "Mon Acumen", "Rumble", "Decibel" et "Report", vise à fournir le contenu nécessaire à la préparation d'un ensemble intégré de mesures, de plans et de programmes visant à élaborer des contributions techniques pour la rédaction de lignes directrices et de bonnes pratiques afin de réduire l'impact du bruit provenant des activités logistiques portuaires et du trafic généré/attraîné dans les ports commerciaux.
L'objectif global de LIST-PORT est d'évaluer comment les applications STI de gestion du trafic peuvent influer sur la réduction des pressions sonores dans l'environnement portuaire et urbain, en évaluant les effets de ces interventions sur l'environnement urbain, afin de maintenir les émissions sonores en dessous des limites autorisées par les réglementations en vigueur.
Le défi territorial commun entrepris dans le projet consistait à poursuivre certains des objectifs énoncés dans la directive 2002/49/CE, notamment le partage d'une politique intégrée et synergique d'actions visant à réduire la pollution sonore et le développement de bonnes pratiques capables de définir une approche méthodologique standardisée pour les différentes villes portuaires.

2. LISTE PORT RÉSUMÉ DU PROJET

Le bruit généré par les activités portuaires est principalement attribuable à deux composantes : les activités portuaires à l'intérieur du port et le trafic léger et lourd attiré par le nœud et transitant vers les infrastructures routières de connexion. En particulier, les émissions causées par le trafic routier ne se limitent pas à celles émises à l'intérieur du port mais, en ce qui concerne le trafic de desserte, elles sont principalement émises le long du réseau routier qui entre dans la ville et la traverse en direction des entrées du port, avec des niveaux de pression acoustique élevés aux heures de pointe lorsque les navires embarquent et débarquent. Le défi du projet List-Port était d'identifier, par le biais d'une approche commune et systémique, des interventions visant à atténuer le bruit généré par une telle intensité de trafic par la réalisation d'un système de transport intelligent (ITS) intégré pour la gestion de la mobilité, capable de fournir automatiquement des messages d'info-mobilité capables de modifier les itinéraires des utilisateurs, de rationaliser les flux de véhicules, en envoyant des informations à l'utilisateur sur la base d'élaborations réalisées avec des modèles de trafic. Ces modèles,

en fonction des flux de véhicules détectés instantanément, évaluent en temps réel l'état acoustique et environnemental du système et, en cas de dépassement des limites d'impact, permettent de rationaliser et de réaffecter les flux sur le réseau.
Les technologies STI sont des outils fondamentaux pour la planification de la mobilité urbaine et aident les autorités publiques (AP) à atteindre leurs objectifs stratégiques et à gérer des opérations concrètes de gestion du trafic, notamment en s'attaquant aux problèmes directs de bien-être et de pollution de l'environnement causés par le trafic. La gestion intégrée et systémique de ces outils permet une gestion coordonnée des réseaux routiers et facilite la mise en œuvre de schémas intégrés de logistique urbaine et d'accès réglementé, visant notamment à réduire la pression de la pollution environnementale et sonore sur les villes, en particulier celles où la présence de nœuds portuaires accentue l'attraction du trafic léger et commercial. Les résultats de l'expérimentation du système ITS permettent de déterminer le niveau de réponse à la résolution du problème de la pollution sonore, mettant également en évidence les niveaux d'utilisabilité du système par les opérateurs de l'AP chargés de sa gestion, et par les utilisateurs qui l'utilisent (utilisateurs attirés et générés par le nœud portuaire).
L'architecture et les aspects technico-scientifiques du système LIST PORT ont été conçus selon une approche à caractère expérimental, scientifique et technologique ouvert, capable de favoriser son développement ultérieur et son application dans d'autres contextes.
La phase préparatoire de l'application visait à surveiller les niveaux de trafic et de bruit dans les ports et sur les grands axes routiers ; elle a été suivie par la modélisation des réseaux routiers à l'aide du logiciel SUMO (Simulation of Urban MObility), afin de disposer d'un modèle virtuel capable de simuler de nouveaux scénarios de réseau. En outre, une partie de la caractérisation acoustique a été développée dans le but de définir le climat acoustique environnemental des villes pilotes et d'identifier, pour les différentes périodes de la journée, les zones et les points sensibles les plus soumis à des niveaux de pression acoustique supérieurs au seuil.
Après avoir évalué les criticités et les avoir comparées aux niveaux de pression acoustique aux points sensibles du réseau, des solutions alternatives de déplacement et/ou d'accès aux ports ont été identifiées, à mettre en place grâce à l'utilisation de systèmes ITS basés sur des plateformes d'info-mobilité (PMV ou APP) capables à la fois de fournir des informations aux conducteurs en temps réel sur les itinéraires alternatifs et de créer des blocages sur certains axes routiers accompagnés de l'indication de la présence de situations de congestion. La plateforme ITS du projet LIST-PORT, sur la base des données d'entrée du trafic en temps réel provenant du système de surveillance du trafic des véhicules et du traitement ultérieur par le modèle de simulation et de prévision du bruit des transports, il est capable de gérer de manière automatique, intégrée et simultanée les messages et les informations d'info-mobilité à envoyer aux usagers (automobilistes). Les messages acheminés, selon le système avec lequel ils sont acheminés ou traités, sont de deux types :

- **la proximité** grâce à des panneaux à messages variables (PMV) placés le long des routes menant au port et de celles permettant de sortir du port vers les destinations finales ;

- **information/planification des déplacements** par le biais d'APP à installer sur les dispositifs mobiles (smartphones, tablettes ou autres dispositifs mobiles connectés à Internet), qui permettent, avant le début du trajet ou en tout cas avant que le véhicule ne pénètre sur le réseau routier urbain menant au nœud portuaire, de connaître l'état de congestion des routes, le niveau d'émission de bruit avec une indication des éventuelles criticités. Ceci afin de planifier consciemment le voyage et les itinéraires possibles,

Les deux systèmes ont pour fonction de modifier les itinéraires des utilisateurs qui se dirigent vers les portes d'accès du port et en sortent, ainsi que de générer des informations et de définir des itinéraires alternatifs pour les utilisateurs qui transitent sur le réseau routier du front de mer du port, afin de réduire l'impact sonore en redistribuant le trafic de véhicules sur le réseau routier.

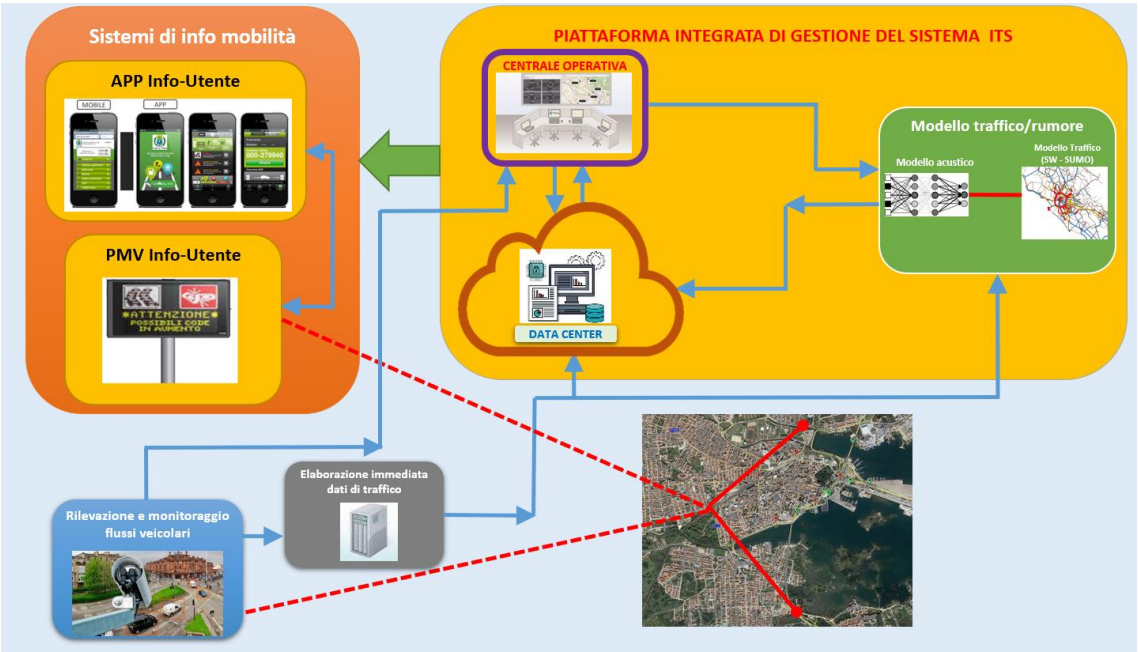

Figure 1: L'architecture du système ITS LIST-PORT

Sur Figure 1 montre l'architecture du système ITS LIST-PORT, dans lequel la dynamique du flux d'informations au sein du système est schématisée.
Avec l'action d'évaluation ex post, grâce à une campagne de surveillance simultanée du trafic et du bruit, on mesurera l'ampleur de la diminution de la pression du trafic et du bruit suite à l'introduction du système ITS LIST-PORT. Les bénéficiaires finaux seront les résidents et les visiteurs des villes portuaires, tandis que les bénéficiaires de second niveau seront les opérateurs portuaires, qui pourront compter sur une gestion optimale de l'accès au port et une gestion plus efficace du trafic interne. Le projet, dans l'esprit des programmes Interreg IT-FR, est basé sur une approche transfrontalière, où les résultats obtenus lors des expériences dans les quatre villes pilotes seront évalués et comparés par rapport aux différentes configurations urbaines, orographiques et territoriales, afin de définir une standardisation méthodologique et de modélisation et leur reproductibilité ultérieure dans d'autres contextes portuaires. Le projet est innovant à la fois en termes de contenu et de méthode : en termes de contenu, parce qu'il aborde la question de la gestion du trafic par le biais de systèmes STI intégrés et interconnectés

; en termes de méthode, parce que cette question est abordée conjointement pour les contextes portuaires et urbains.
Le projet LIST-PORT visait à poursuivre certains des objectifs envisagés dans la directive 2002/49/CE, notamment : le partage d'une politique intégrée et synergique d'actions visant à réduire la pollution sonore et le développement de bonnes pratiques capables de définir une approche méthodologique standardisée pour les différentes villes portuaires ; la définition d'un parcours de projet qui se prête à l'extensibilité et à la réplication dans d'autres contextes urbano-portuaires. Le projet a également permis de poursuivre les objectifs suivants : développer des processus pour informer l'opinion publique et le personnel portuaire sur l'ampleur du bruit dans l'environnement et ses effets ; lancer des stratégies communes à long terme visant à réduire le nombre de citoyens exposés à des niveaux élevés de bruit dans l'environnement. En ce sens, le fait d'avoir abordé le problème par le biais d'une comparaison transfrontalière entre plusieurs villes portuaires européennes a permis de définir cette variété d'expériences et de résultats, qui sont le fruit d'une évaluation de l'ensemble des criticités propres à chaque ville pilote portuaire. En expérimentant le modèle dans les 4 villes portuaires examinées (Olbia, Bastia, Vado Ligure, Piombino), qui diffèrent en termes de conformation, de trafic, de viabilité, d'orographie et de disposition urbaine, il a été possible de définir un processus de généralisation qui permettra la réplicabilité dans d'autres contextes portuaires. Le point fort de cette approche était la coopération transfrontalière entre les partenaires du projet et la comparaison entre différentes villes portuaires européennes. L'échange d'expériences sur les différents contextes urbains/territoriaux a également été analysé par rapport à la déclinaison différente de la législation européenne dans les différents états et régions et aux différentes réglementations et règles au niveau local, provincial et régional, avec des limites et des classes de bruit souvent beaucoup plus articulées que celles des lois nationales. En outre, la diversification des partenaires a permis de définir la variété des expériences et des résultats, qui consistent en l'évaluation de l'ensemble des criticités locales individuelles visant à définir les actions du système nécessaires pour aborder le problème du bruit/de la pollution atmosphérique dans sa globalité. Traiter le problème uniquement au niveau local n'aurait pas garanti un nombre suffisant d'études de cas, nécessaires pour pouvoir standardiser le processus et la méthodologie d'application du modèle ; de plus, cela n'aurait pas garanti, dans la phase d'expérimentation, la gamme suffisante d'informations nécessaires pour valider le modèle et le rendre évolutif et reproductible dans d'autres réalités.
Les paragraphes suivants décrivent brièvement les activités et les résultats développés dans le cadre du projet.

2.1 Le système ITS LIST-PORT - Description générale -

Les technologies des systèmes de transport intelligents (STI) sont des outils fondamentaux pour la planification de la mobilité urbaine et aident les autorités publiques (AP) à atteindre leurs objectifs stratégiques et à gérer les opérations concrètes de gestion du trafic, notamment en s'attaquant aux problèmes directs de bien-être et de pollution de l'environnement que le trafic engendre. Ces systèmes aident également les utilisateurs finaux en leur permettant de faire des choix éclairés en matière de mobilité,

par exemple en optimisant l'utilisation des infrastructures existantes par divers moyens, tels que les feux de circulation, les systèmes de planification d'itinéraire ou les systèmes coopératifs (y compris les systèmes de communication entre véhicules et entre véhicules et infrastructures). L'intégration de ces outils selon une logique systémique assure une meilleure gestion des réseaux routiers et des transports publics et facilite la mise en œuvre de schémas intégrés de logistique urbaine et d'accès réglementé, notamment lorsqu'ils visent à réduire la pression exercée par la pollution environnementale et sonore sur les villes, en particulier celles où la présence de nœuds portuaires accentue l'attraction du trafic léger et lourd.

Après avoir défini le contexte, les systèmes STI envisagés dans la composante du projet LIST-PORT ont été développés selon un processus et une architecture de système tels qu'ils peuvent être facilement mis en œuvre et utilisés même après la conclusion du projet. L'un des aspects qui les caractérisent est précisément leur fonctionnalité et leur autonomie de gestion, qui reste au-delà de la conclusion du projet ; en effet, une fois la phase de test du système terminée, la gestion et les mises en œuvre ultérieures seront à la charge des AP partenaires bénéficiaires du projet (Villes et Autorités portuaires d'Olbia, Vado Ligure, Piombino et Bastia), qui, compte tenu des activités de formation prévues, seront en mesure de gérer le système de manière autonome.

Une fois l'installation et la mise en œuvre des systèmes achevées dans les quatre villes portuaires pilotes, une phase de test du système a été prévue, avec d'autres enquêtes acoustiques coordonnées avec les enquêtes de trafic nécessaires pour évaluer l'efficacité et la réponse des systèmes ITS aux objectifs du projet, ainsi que pour évaluer les niveaux d'utilisabilité du système par les opérateurs PA chargés de sa gestion, et par les utilisateurs qui l'utilisent (utilisateurs attirés et générés par le nœud portuaire).

Les modules du système ITS LIST-PORT ont été conçus en conformité avec la directive 2010/40/UE concernant le cadre général pour le déploiement de systèmes de transport intelligents dans le domaine du transport routier et de ses interfaces avec d'autres modes de transport, règlement délégué n° 886/2013. En particulier, conformément aux indications qui établissent les spécifications pour assurer la compatibilité, l'interopérabilité et la continuité dans l'activation et le fonctionnement des données et des procédures pour la communication gratuite aux utilisateurs d'informations universelles minimales sur le trafic liées à la sécurité routière. En outre, la directive 2003/98/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la réutilisation des informations du secteur public a été respectée pour la diffusion gratuite et simple des informations ou des données détenues par les organismes publics.

Les systèmes développés peuvent être ultérieurement améliorés et perfectionnés grâce à l'architecture "ouverte" du système et à la configuration de la plate-forme, qui est conçue pour pouvoir interagir avec d'autres systèmes STI, ou morè généralement pour utiliser des données et des enquêtes supplémentaires sur la mobilité des personnes, des véhicules privés et des systèmes de transport public provenant d'autres systèmes. En ce sens, la gamme des services offerts et le public des utilisateurs/utilisateurs finaux potentiels pourraient être élargis par rapport à ceux qui ont participé au développement et à l'essai du projet. Le système est également facilement extensible à différentes réalités territoriales en dehors de la zone de coopération, et possède une architecture ouverte et extensible. Il est surtout conçu pour traiter des données et des informations

"ouvertes" provenant de différentes stations PA, ainsi que d'autres systèmes ITS structurés selon une architecture ouverte et utilisant des données ouvertes.

Le système intégré ITS LIST-PORT garantit la reproductibilité et l'évolutivité dans d'autres contextes que celui du projet, car il respecte les exigences et les principes suivants :

a) apporte un soutien aux problèmes de transport routier, tels que la congestion du trafic, les émissions polluantes, et indirectement à l'efficacité énergétique et à la sécurité des usagers de la route ;
b) assure l'interopérabilité ; en effet, les systèmes de gestion et d'exploitation garantissent la capacité de partager des informations et des données afin d'être facilement mis en œuvre, intégrés, extensibles et évolutifs dans d'autres réalités différentes sans difficultés particulières, sauf celles liées à la mise en œuvre des informations spécifiques qui caractérisent le contexte dans lequel il est appliqué. (informations et données descriptives du système de transport, et scénarios de réorganisation de ce même système en fonction des criticités détectées) ;
c) promeut, par le biais des systèmes STI de LIST PORT, l'égalité d'accès à l'information et la non-discrimination à l'égard des groupes faibles et défavorisés,
d) offre des niveaux élevés de qualité de service et de déploiement car il est facile à mettre en œuvre et évolutif pour tenir compte des spécificités locales, régionales et nationales ;
e) est conçu pour être intégrable avec d'autres technologies déjà disponibles dans les réseaux et systèmes STI existants ;
f) garantit la rétrocompatibilité des solutions adoptées et assure la possibilité de travailler avec les systèmes STI existants ayant des objectifs communs ou similaires.

Avec ces critères d'efficacité, de rationalisation et d'économie d'utilisation, les produits de base du système LIST-PORT ont été créés pour être mis à la disposition des AP en dehors de la zone de coopération. Pour atteindre ces objectifs, le projet répond aux lignes d'action suivantes :

a) une explication détaillée de l'architecture et des éléments nécessaires pour développer, étendre, maintenir et gérer la plate-forme.
b) la mise à disposition gratuite de modèles de référence et de normes de conception technique pour le système, afin de promouvoir et de réaliser l'interopérabilité et la cohérence du système ITS LIST-PORT avec ceux disponibles dans les États transfrontaliers et avec les systèmes similaires au sein de l'UE ;
c) la disponibilité de bases de données pour alimenter le système ITS List Port qui sont interopérables et facilement accessibles selon les normes européennes de données ouvertes
d) la polyvalence de l'architecture du système, capable à l'avenir d'alimenter en données les géolocalisations des véhicules du système de satellites EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) et GALILEO pour les services de navigation par satellite soutenant le transport de personnes et de marchandises.

Il convient également de souligner que la formation à l'utilisation du système ITS LIST PORT destinée aux opérateurs de l'AP est en soi une garantie de la durabilité des résultats de la composante dans le temps, étant donné que le système a commencé

comme un projet pilote expérimental, mais qu'il est destiné à être la première action visant à son développement et à sa mise en œuvre ultérieurs, tant en termes de nombre d'équipements et de systèmes installés que d'interopérabilité ultérieure avec d'autres systèmes ITS de gestion du trafic tels que les points d'accès portuaires.
Le système

2.1.1 Système ITS avec PMV et dispositifs de surveillance du trafic

Le projet a permis de mettre en œuvre un système ITS qui surveille les niveaux de trafic sur les principales routes menant aux ports de la ville pilote et en sortant, afin de définir un modèle virtuel capable de simuler de nouveaux scénarios d'aménagement du réseau susceptibles de réduire la charge des véhicules et donc de réduire l'impact sonore qu'ils génèrent. Grâce au système TMacs - en tant que plateforme logicielle pour la gestion du trafic et de la mobilité dans les villes portuaires - il est possible d'avoir une représentation de l'axe routier affecté par le trafic, de collecter des informations de tous les systèmes, de traiter les données avec l'état du trafic, de détecter les éventuelles criticités et d'élaborer des scénarios à mettre en œuvre en présence de certaines conditions.
Le système ITS permet de centraliser, par le biais du système TMacs, l'acquisition des informations détectées par les stations de surveillance du trafic routier et l'envoi de messages d'infomobilité aux citoyens sur des panneaux à messages variables afin de limiter le trafic et de conseiller des itinéraires alternatifs en présence d'embouteillages dans le port et la zone urbaine de Piombino.
En particulier, l'architecture du système ITS a été réalisée à travers les composants suivants :

- un système de caméras pour le contrôle des paramètres caractéristiques et la classification des flux de trafic, composé de quatre stations de relevé sur les tronçons routiers considérés comme les plus pertinents ;
- No. 2 PMV graphiques et le système de gestion à distance capable de fournir des informations basées sur les conditions de circulation sur le terrain détectées par le système de caméras fourni ;
- Unité de traitement pour la connexion avec les caméras et les PMV ;
- Système de communication avec équipement pour la connectivité au système central ;
- Panneaux et étiquettes indiquant la zone surveillée/vidéo-surveillée.

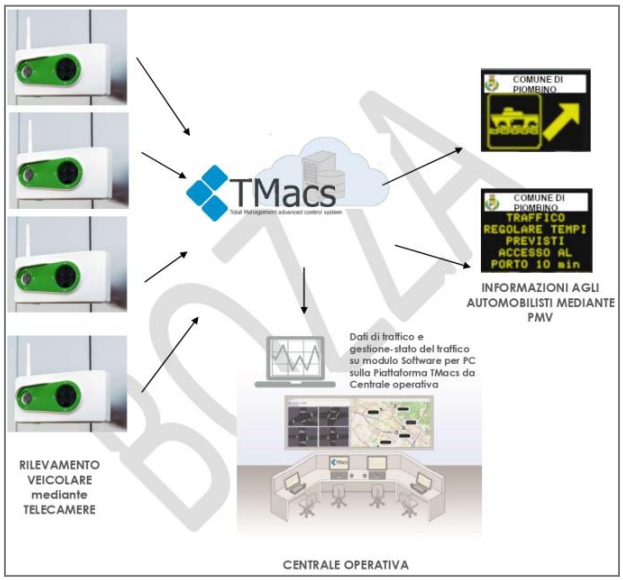

Figure 2- Architecture du système (par exemple, Piombino)

Figure 3 Positions des caméras (par exemple, Piombino)

Figure 4 Modelo telecamera(es. Piombino)

Figure 5 T.1 Viale Dalla Chiesa (par exemple, Piombino)

Figure 6 Viale Unità d'Italia (par exemple Piombino)

Figure 7 T.3 Viale Unità d'Italia (par exemple, Piombino)

Figure 8 T.4 Viale Unità d'Italia (par exemple, Piombino)

La plateforme TMacs consiste en un véritable système ITS modulaire qui permet de surveiller, gérer et faire interagir différents types de dispositifs. En outre, le logiciel du serveur remplit deux fonctions macro :

- l'interfaçage entre le serveur et les unités de terrain (stations de surveillance du trafic, contrôleurs de feux de circulation, PMV, passages souterrains, etc.)
- l'interfaçage entre le serveur et les postes de travail des utilisateurs (clients)

Le chargement des messages affichés sur les deux PMV installés à deux endroits différents, se fait automatiquement par le biais de différents modes tels que l'horaire, la situation du trafic identifiée par un scénario (détecté par les stations de surveillance, le système de comptage de stationnement, le système de temps de parcours et les systèmes de feux de circulation) ou choisie (messages par défaut) ou créée manuellement par un opérateur autorisé. Grâce à la composante TMACS-Visual de la plateforme, les PMV peuvent être visualisés simultanément, et pour chaque PMV il est possible d'afficher le message sur la route, les éventuels problèmes de diagnostic et de communication afin de permettre à l'utilisateur (automobiliste) d'éviter d'emprunter les zones problématiques ou encombrées. Entre autres fonctionnalités, la plateforme, par le biais du composant Macs Analysis, permet de visualiser les données de trafic, le suivi en temps réel et les données historiques, et fournit des analyses et des traitements liés à la mobilité, dans le but de connaître les caractéristiques du trafic du réseau routier surveillé et d'étudier de meilleures solutions pour la mobilité dans l'environnement portuaire et urbain. Enfin, grâce à l'utilisation du protocole de communication DATEX II promu par l'Union européenne et converti en norme par le CEN, il sera possible d'échanger des données entre le système central constitué par la plate-forme TMACS et le monde extérieur, offrant aux citoyens et aux opérateurs portuaires une gestion optimale de l'accès au port et une gestion plus efficace du trafic interne dans la zone portuaire des villes portuaires pilotes.

Figure 9Positionnement des deux PMV (par exemple Piombino)

Figure 10 Photo-installation PMV à Viale Margerita (ex. Piombino)

Figure 11 Photo d'insertion PMV dans la S.P. della Principessa (ex. Piombino)

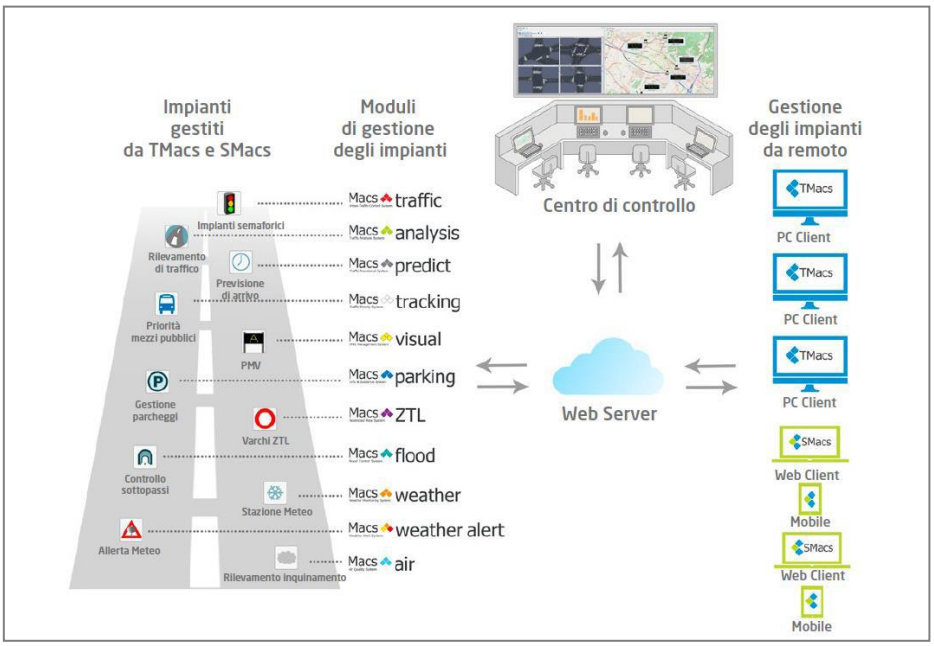

Figure 12 Plate-forme TMacs

2.1.2 Liste ITS Système portuaire à l'aide d'APPs

L'exigence fondamentale de la LIST Port App est de fournir aux utilisateurs des informations pour réduire la congestion routière et la pollution sonore sur les routes d'accès ou de sortie dans les zones portuaires des villes portuaires de la LIST : Vado Ligure, Piombino, Olbia et Bastia.

L'application est une plateforme de prestation de services : elle permet l'intégration dans le nuage de services et de systèmes d'information locaux, la fourniture de services géolocalisés et est compatible avec de nombreuses normes de données.

Les types de services fournis par l'application sont les suivants : informations sur la mobilité, planification des voyages et, dans la mesure du possible, facilitation des

réservations auprès des transporteurs. Enfin, l'application permet aux utilisateurs de laisser des commentaires. La structure générale de l'application est présentée de manière détaillée dans Figure 13.

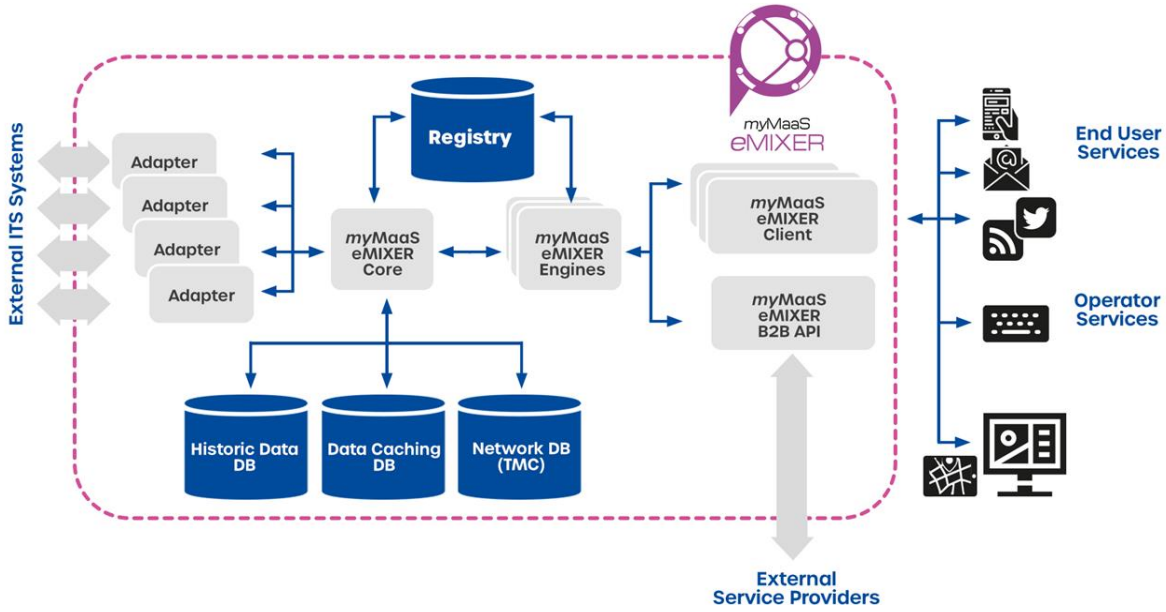

Figure 13 Structure générale de l'application.

L'application est un outil complémentaire aux PMV et aux systèmes de signalisation et de routage mis en œuvre sur la route. En particulier, les PMV fournissent des indications de proximité, tandis que l'application fournit des informations non seulement sur le trajet mais aussi avant le trajet, c'est-à-dire qu'elle permet d'établir un itinéraire vers et depuis le port.

La principale source des données nécessaires à l'application est le système central ITS List-Port, qui gère toutes les informations recueillies par les systèmes de surveillance du trafic et permet la gestion des PMV. L'application permet d'être connectée à d'autres sources d'information concernant : les systèmes ou services numériques locaux, différents dans chacun des quatre scénarios d'étude ; les services accessibles sur Internet, tels que les heures d'arrivée et de départ des ferries.

Les stratégies d'acheminement sont calculées par le système central ITS List Port et sont le résultat de l'évaluation des flux de véhicules mesurés par les caméras et de la pollution sonore, estimée à partir des données de trafic à l'aide du modèle CNOSSOS-UE établi par la réglementation actuelle en matière de pollution sonore.

L'intégration de l'application dans le système ITS des véhicules de transport public est illustrée dans le tableau ci-dessous. Figure 14.

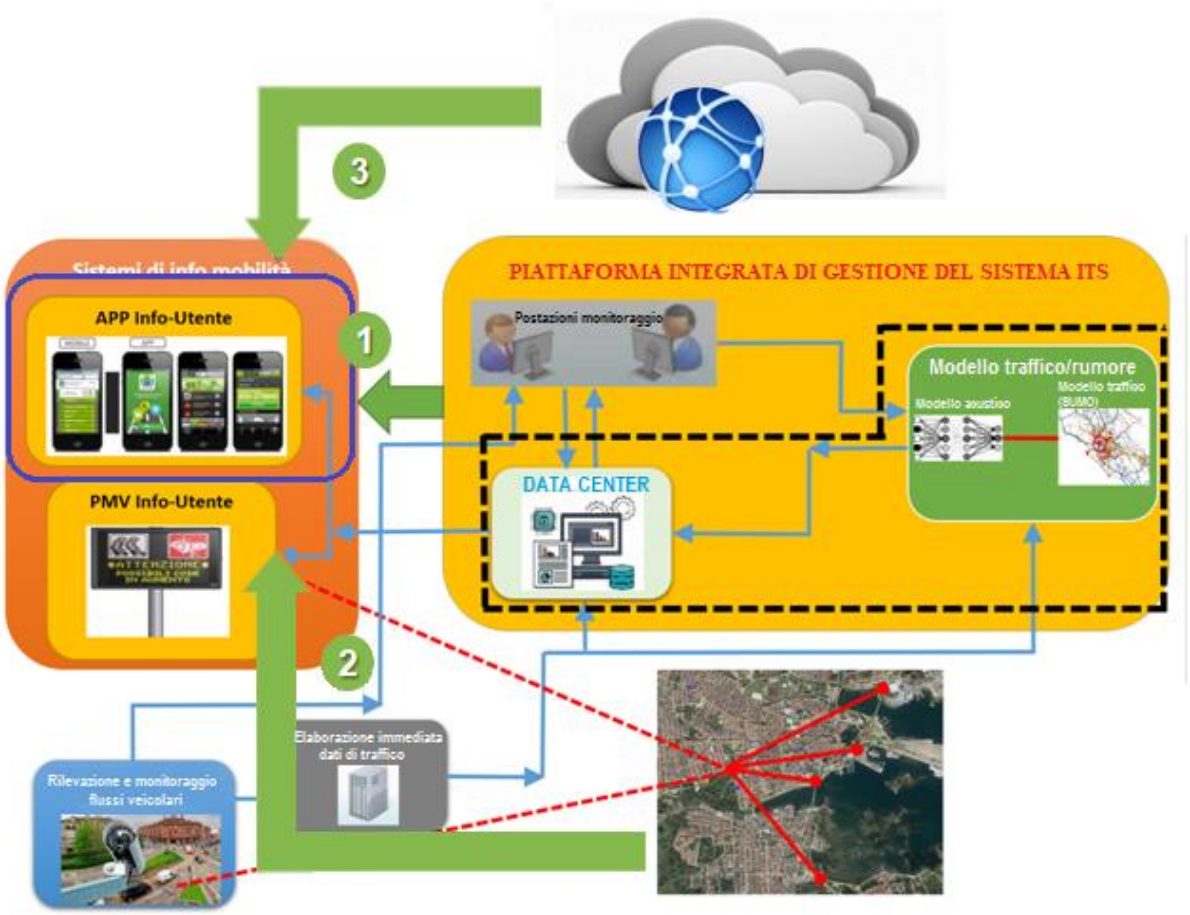

Figure 14Intégration de l'application au système ITS des PMVs

Pour chaque ville-port, l'application fournit les services suivants : des indications concises pour se rendre au port et en revenir ; des informations détaillées sur les itinéraires, qui sont affichées sur une carte ; si elles sont disponibles, des images prises par des caméras dans les zones portuaires et des systèmes de surveillance du trafic avec des caméras ou des bobines LIST Port ; et un lien vers les sites web des compagnies maritimes présentes dans chaque port. Parmi les raccourcis, il sera possible de visualiser les informations fournies par les PMVs installés dans le projet.
Un exemple d'informations sur l'itinéraire dans le scénario de Vado Ligure est illustré à la figure 1.3 : l'application indiquera le meilleur itinéraire sur la carte, mais fournira également des informations sur l'itinéraire " en texte seulement ".

2.1.3 Plate-forme pour l'interfaçage des systèmes PMV, de surveillance du trafic et APP

La "plate-forme logicielle/applicative", en italien et en français , permet la communication entre le système INFO-Mobilité avec les stations à messages variables (PMV) et le contrôle du trafic et l'APP List Port, en envoyant des "entrées" de routage des véhicules en fonction des niveaux-seuils de pression acoustique évalués par l'application du modèle Harmonoise ou de la méthodologie CNOSSOS-UE. Les deux systèmes à

interfacer sont destinés à l'acheminement des véhicules sortant du port des villes portuaires pilotes d'Olbia, Bastia, Vado Ligure et Piombino.

2.1.3.1 Description de la plate-forme

La "plate-forme ou le logiciel/application" permet la communication entre les APP (cf. 2.1.2) et le système INFO-Mobilité avec PMV (cf. 2.1.1), en envoyant des "entrées" aux deux systèmes lorsque le niveau d'émission de bruit généré par le trafic dépasse un certain seuil. Les entrées, consistant à envoyer des informations sur le dépassement des seuils critiques d'émission sonore, activent les scénarios de trafic (prédéfinis et définis pour les différentes villes portuaires pilotes (Bastia, Olbia, vado Ligure e Piombino) à la fois aux PMV (informations de proximité) et à l'application (planification du trajet). Le module d'évaluation des émissions sonores, en fonction des données de trafic collectées par les caméras ou les enregistreurs radar, devra traiter ces données de trafic et évaluer non seulement le niveau de congestion du trafic, mais aussi le niveau d'émission sonore généré par celui-ci.

La "plate-forme logicielle/applicative" est intégrée à un sous-module permettant de déterminer les émissions sonores du trafic automobile. La plateforme d'application fonde également les stratégies de routage non seulement sur les conditions d'encombrement actuelles, mais aussi sur les émissions sonores que les niveaux de trafic provoquent. En particulier, pour la détermination des scénarios de trajets, les émissions sonores du trafic automobile sont comparées aux valeurs limites fixées par la réglementation. Si les valeurs limites sont dépassées, les véhicules seront dirigés de manière appropriée vers des itinéraires alternatifs.

Pour la détermination des émissions sonores, on a utilisé les descripteurs acoustiques L_{den} , L_{day} , $L_{evening}$ et L_{night} définis dans la directive sur le *bruit dans l'environnement* (directive 2002/49/CE) et, en ce qui concerne l'Italie, dans le décret législatif n° 194 du 19 août 2005 (mis à jour par le décret législatif 42/2017), ainsi que la réglementation française spécifique dans le cas de la ville portuaire pilote de Bastia. Pour l'Italie, seules les valeurs limites pour L_{day} et L_{night} ont été fixées ; ces valeurs limites sont définies dans le DPCM 14/11/1997.

Seules les émissions sonores sont prises en compte et non les immissions sonores.

Le calcul des émissions sonores a été développé par une application du modèle Harmonoise et de la méthodologie CNOSSOS-UE (prévue par la réglementation).

Le modèle Harmonoise utilisé est décrit en détail dans le rapport : Note R., Barelds R., Van Maercke D., 2005. *Méthode d'ingénierie Harmonoise WP 3 pour le bruit du trafic routier et ferroviaire après validation et mise au point*. Rapport technique HAR32TR-040922-DGMR20.consortium du projet Harmonoise Editions, Bruxelles.

La méthodologie CNOSSOS-EU est décrite en détail dans la directive européenne n° 1996 de 2015 : Journal officiel de la Communauté européenne, directive (UE) 2015/996 de la Commission du 19 mai 2015.

Les données relatives au trafic, en particulier les flux de véhicules ventilés par type et par vitesse, nécessaires au calcul des émissions sonores, sont fournies par le système de surveillance du trafic avec caméras, enregistreurs de radar laser ou bobines, qui fait partie du système d'info-mobilité avec PMV et auquel la "plate-forme logicielle/applicative" s'interface.

Étant donné que le modèle Harmonoise et la méthodologie CNOSSOS-EU nécessitent un très grand nombre de données d'entrée, bien supérieures à celles fournies par les caméras, des simplifications appropriées ont été apportées à la méthodologie de calcul. La "plateforme logicielle/applicative" met en œuvre en son sein le modèle de détermination des émissions sonores du trafic et est intégrée à la fois à l'application LIST-PORT et au système Info-Mobility avec PMV et système de surveillance du trafic. Cette "plateforme logicielle/applicative" étend l'application LIST-PORT, développée de manière unique, aux 4 villes portuaires pilotes et à 4 systèmes d'info-mobilité avec PMV (ces derniers comprenant également le système de surveillance du trafic). Le système a été réalisé pour :

a) Mettre en œuvre un module logiciel/application qui code les fonctionnalités d'estimation des émissions sonores selon le modèle Harmonoise dans un modèle exécutable ;
b) Intégration du module d'estimation du bruit dans le système back-end de l'application LIST Port (plateforme myMaaSemiXer) ;
c) Intégration dans le back-end de l'application LIST Port (plateforme myMaaSemiXer) des fonctionnalités logicielles nécessaires à l'extension des critères de décision pour traiter les flux de véhicules en utilisant les prédictions du module d'estimation des émissions sonores.
d) Intégrer dans le back-end du système Info-Mobilité avec PMV LIST Port (plateforme myMaaSemiXer) les fonctionnalités logicielles nécessaires à l'extension des critères de décision pour traiter les flux de véhicules en utilisant les prédictions du module d'estimation des émissions sonores.

Les critères et les stratégies de traitement des flux sur la base des conditions de congestion et des émissions sonores à appliquer dans les villes portuaires pilotes sont ceux définis à nell'OUTPUT T2.2 et ont été mis en œuvre et intégrés dans l'application du modèle décisionnel d'une manière conforme à ces critères et stratégies.

3. LES RÉSULTATS ET LES EXTRANTS DU PROJET

3.1 Le module du système ITS avec PMV

Le module du système intégré d'infomobilité LIST-PORT basé sur des panneaux à messages variables, visant à réduire l'impact acoustique causé par le trafic généré/attraîné par le port, se compose d'un système de surveillance du trafic (avec caméras ou enregistreurs radar), de panneaux à messages variables (PMV) pour informer les usagers de la route, ainsi que du système de gestion des équipements.
Le système, comme mentionné, permet de surveiller les niveaux de trafic sur les principales routes d'accès et de sortie des ports de la ville pilote afin de définir un modèle virtuel capable de simuler de nouveaux scénarios d'aménagement du réseau capables de réduire la charge des véhicules et donc de réduire l'impact sonore qu'ils génèrent.
Des plateformes logicielles pour la gestion du trafic et de la mobilité ont été développées et mises en œuvre dans des villes dans le but de réduire l'impact du bruit du trafic généré par le port et attiré par celui-ci. Ces systèmes permettent :

- une représentation de l'axe routier sur un module cartographique dédié, intégré à un logiciel de gestion ;

- des mises en œuvre successives d'informations provenant de tous les systèmes, car le système TMacs est modulaire et évolutif ;
- traitement de toutes les données avec l'état du trafic
- la détection de toute criticité sur le réseau routier surveillé ;
- élaboration de scénarios mis en œuvre en présence de certaines conditions de circulation (niveaux de bruit/trafic élevés).

Le module du système ITS avec PMV installé dans chaque ville portuaire pilote se compose des modules suivants :

- **Système de surveillance du trafic (caméras vidéo ou systèmes d'enregistrement radar)** pour évaluer les paramètres caractéristiques et la classification des flux de trafic,
- **No. 2 PMV graphiques** pour **chaque ville pilote,** et le système de gestion à distance des équipements, positionnés aux points stratégiques du réseau d'accès/de sortie du Port ;
- Unité de traitement permettant de relier les systèmes de surveillance du trafic aux PMV ;
- Système de communication avec équipement pour la connectivité au système central ;

3.1.1 Fonctionnement du système central de contrôle et de communication

Le système est doté d'un module central qui permet d'acquérir des informations provenant de stations de surveillance du trafic routier et d'envoyer des messages d'infomobilité aux citoyens sur des panneaux à messages variables afin de limiter le trafic et de conseiller des itinéraires alternatifs lorsque des embouteillages ou des situations de congestion sont présents sur le réseau routier.

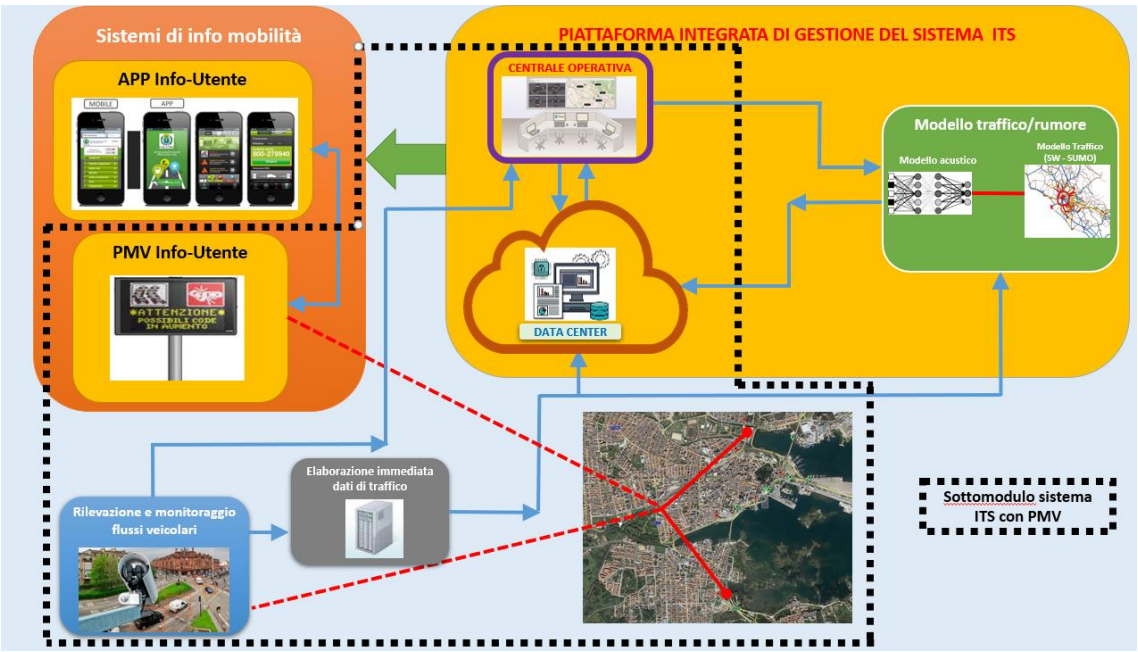

Figure 15Schéma fonctionnel du module du système ITS avec PMV et détecteurs de trafic

Concrètement, le système se compose d'un équipement intégré pour l'acquisition, le traitement et la distribution d'informations sur la mobilité et, en particulier, sur l'état du trafic, ainsi que d'informations sur les usagers visant à rationaliser le trafic lui-même en envoyant des messages aux PMV, et de l'APP qui sera décrit dans la section suivante 3. Les informations envoyées indiquent des itinéraires alternatifs et/ou des suggestions d'horaires pour le début du trajet, visant à réduire la congestion et donc l'impact du bruit de la circulation généré dans les voies d'accès/de sortie du port.

Le système intégré ITS LIST PORT est le principal outil de gestion de la circulation et de la mobilité dans la ville, dans le but de réduire l'impact du bruit de la circulation généré par le port et attiré par celui-ci. Autour, il y aura une salle de contrôle capable de :

1. Opérer sur une représentation unitaire du graphe routier et sa restitution cartographique ;
2. Centraliser les informations provenant de tous les systèmes qui, de diverses manières, régissent des parties du système global de mobilité (tels que les détecteurs de trafic), publics et privés, y compris les mises en œuvre ultérieures telles que la détection de la qualité de l'air ;
3. Traiter ces informations en temps réel à différentes fins :
   a) Obtenir une image concise de la situation du trafic ;
   b) Identifier les situations de criticité possible le plus tôt possible et y faire face de manière appropriée ;
   c) Synthétiser les informations utiles à la gouvernance du système de mobilité et à l'optimisation de l'utilisation des ressources par l'utilisateur. Envoyer la même chose aux citoyens ou à certaines catégories d'entre eux en exploitant la grande variété de canaux de distribution de l'information qui peuvent être utilisés (site web, APP, réseau social, PMV, etc.) ;
   d) Élaborer des stratégies pour régir les sous-systèmes individuels (par exemple, les points de consigne pour les systèmes UTC, la messagerie, etc.) en fonction de l'occurrence de certains modèles de trafic ;
4. Le routage dynamique avec l'acheminement des flux sur les routes les plus appropriées par l'envoi d'informations (ceci également, comme cas particulier, en ce qui concerne l'acheminement vers des parkings ou des zones tampons, en attendant l'accès au port) ;
5. Traiter les données acquises et traitées en temps réel afin de
   a) Établir un référentiel de données de toutes les mesures de trafic qui peuvent être comparées entre elles et se référer à un graphique unitaire ;
   b) Cataloguer les situations caractéristiques du trafic et les mesures correctives correspondantes prises au niveau de la réglementation et de l'information ;
   c) Traiter les données à des fins statistiques (en termes d'ingénierie du trafic) ;
   d) Interfacer le monde de la "planification de la mobilité", c'est-à-dire fournir des données et leur traitement statistique avec les modèles de simulation existants (en particulier avec le modèle de simulation de trafic open source Sumo développé dans le cadre du projet LIST-PORT).

D'un point de vue fonctionnel, le système sera spécifiquement décrit dans les paragraphes suivants.

Le système est intégré à l'APP info-mobilité et peut être connecté à d'autres systèmes tels que les informations sur le web. Le système sera également interfacé avec le module de prévision du trafic et du bruit (Cf. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), qui a pour tâche d'évaluer, sur la base des données de trafic recueillies en temps réel, les niveaux d'émission de bruit en certains points singuliers et sensibles du réseau routier, pour lesquels, une fois les niveaux limites dépassés, il communique au système ITS les nouveaux scénarios de réseau (chaînes de texte d'information à l'utilisateur) et la rationalisation du trafic, transmis aux usagers de la route par des messages sur le PMV et l'APP. D'autres systèmes d'information des utilisateurs, tels que les messages sur les canaux sociaux, visant à réduire le trafic et l'impact sonore qu'il génère, peuvent également être transmis. Les messages et les informations à véhiculer par les PMV et les APP sont construits à l'avance sur la base d'une série de scénarios élaborés par des simulations sur le réseau de transport, à partir de données de trafic instantanées, définies par le modèle développé par les partenaires du projet ListPort. Au moyen du système d'info-mobilité ITS List Port, la gestion intégrée du trafic généré/attrapé par le nœud portuaire de la ville pilote de Piombino, visant à réduire la pollution sonore, sera testée.

Le système ITS avec les PMV et les systèmes de surveillance du trafic se compose de :

1. Des stations de surveillance du trafic équipées de caméras vidéo ou de systèmes à boucle, capables d'identifier la classe des véhicules, leur vitesse de transit et d'autres paramètres caractéristiques dans les sections d'intérêt ;
2. **N°2 PMV**, capables de véhiculer des messages d'info-mobilité définis sur la base des flux de véhicules ;
3. le matériel et le logiciel de gestion du système ;
4. Plate-forme/module pour interfacer le système avec l'APP ou pour l'interfacer avec d'autres systèmes d'*infodivertissement* possibles dont sont équipés les véhicules routiers de construction récente et qui pourraient être mis en œuvre à l'avenir ;

Le système a des exigences fonctionnelles utilisant des normes technologiques largement connues qui peuvent ensuite être diffusées avec le moins de contraintes technologiques et contractuelles possible. Il permet également la représentation géographique des données et l'exportation vers des applications externes afin de tenir compte de l'interfaçabilité et de l'interopérabilité avec les applications déjà en place dans les villes/autorités/institutions impliquées dans le projet (autorités portuaires, autorités de gestion des routes, compagnies maritimes, etc.)

3.1.2 Architecture et fonctionnement du module de gestion PMV et des systèmes de surveillance du trafic

Le logiciel de gestion du **système de surveillance des véhicules à moteur et du trafic LIST-PORT** est une plateforme de **type ITS** qui, par le biais d'une interface unique, permet le contrôle et la gestion de dispositifs centralisés en bord de route. La plateforme est **modulaire, évolutive, flexible,** adaptée à toute complexité de système **et ouverte aux données**. La plateforme permet de recevoir en temps réel les données acquises

par les stations de surveillance du trafic et d'envoyer des messages aux PMV. Le système est capable de gérer les appareils de circulation avec une interface conviviale et facile à utiliser. Le logiciel de gestion permet la gestion à distance des PMV et des appareils de détection des paramètres caractéristiques pour la classification des flux de véhicules de transit. Il est en mesure de produire des statistiques et des rapports ainsi que les représentations graphiques relatives aux données : analyse de l'ensemble des transits et des flux de trafic, analyse, archivage, traitement des données et gestion du système complet par les opérateurs.

Les utilisateurs peuvent accéder à la plate-forme sur un nombre illimité de postes de travail au moyen d'identifiants d'accès personnels et bénéficier individuellement des fonctionnalités du système. Les sous-modules dont se compose la plate-forme sont les suivants :

- **Sous-module-Maps** pour l'affichage des installations sur une carte,
- **Submodule-Visual** pour la gestion des panneaux à messages variables,
- **Sous-module-Analyse** pour la visualisation des données de circulation provenant des capteurs de stationnement
- **Sous-module-Scénarios Logiciel** capable de reconnaître l'état des stations de surveillance du trafic à partir du sous-module-Analyse et de piloter d'autres modules tels que le sous-module-Visuel avec des actions programmées.

3.1.2.1 Cartes de sous-modules

La plateforme logicielle de gestion du système, via le **sous-module cartographique**, disponible pour toutes les installations gérées par la plateforme logicielle principale, permet d'**afficher la position et l'état des installations** sur des cartes géoréférencées telles que Open Street Maps, Google Maps, Google Traffic. Il permet également de représenter graphiquement la vue globale de l'ensemble du système contrôlé. La carte montre les positions des PMVs et de toutes les usines gérées par la plateforme. En plus de la vue cartographique, le sous-module carte fournit des résumés sous forme de tableaux faciles à consulter et pouvant être exportés pour être imprimés.

3.1.2.2 Sous-module -Visuel

Le sous-module visuel permet de gérer des panneaux à messages variables en nombre illimité. Le chargement des messages affichés sur la route se fait automatiquement au moyen : d'un horaire, d'une situation de trafic identifiée par un scénario (détecté par les stations de surveillance, le système de comptage de stationnement, le système de temps de parcours et les systèmes de feux de circulation), ou choisie (messages par défaut) ou créée manuellement (messages extemporanés) par un opérateur autorisé.

3.1.2.3 Analyse du sous-module, logiciel de gestion des données sur le trafic

Sottomodulo-Analysis fournit des analyses et des traitements liés à la mobilité, ventilés par segments de route, dans le but de mieux comprendre les caractéristiques du trafic. Les données, obtenues grâce à des dispositifs installés en bord de route, sont utiles à des fins statistiques et pour étudier des solutions d'amélioration de la mobilité de la ville. Le sous-module Analyse permet d'afficher le suivi en temps réel et les données historiques. Le suivi en temps réel rend disponible la tendance quotidienne du flux de

véhicules divisé par détecteur (voie). L'analyse des données historiques permet de rechercher simultanément plusieurs voies ou stations de trafic et d'afficher les données historiques suivantes pour chaque détecteur (voie) et les totaux :

- la répartition directionnelle des voies et le total ;
- vitesse moyenne [km/h ; 15e percentile [km/h] ;
- Vitesse minimale au 85e percentile [km/h],
- vitesse maximale ;
- le nombre total de véhicules ;
- TGM [veh/g] avec la possibilité d'exporter les données vers des fichiers csv.

3.1.2.4 Submodule-SMT Logiciel pour l'acquisition de données à partir de stations de surveillance du trafic routier

Il s'agit du sous-module responsable de l'acquisition des données provenant des stations de trafic et des points de mesure. Le système acquiert des données à partir de stations et de capteurs multitechnologiques (boucles routières, radar, vidéo, infrarouge, comptage de piétons, comptage de vélos, etc.), classe les véhicules selon différents schémas de classification, classification de la vitesse, calcul du 15e percentile, calcul du 85e percentile, V moyen, Vmax, Vmin, tendance du jour/de la semaine type, tendances historiques du flux, densité, pourcentage d'occupation, etc. Il fournit également des informations en temps réel sur l'état du trafic, et est capable de communiquer avec une variété de protocoles ouverts et propriétaires. Enfin, il est capable d'enregistrer tous les événements liés aux stations, aux pannes, à l'état de la communication.

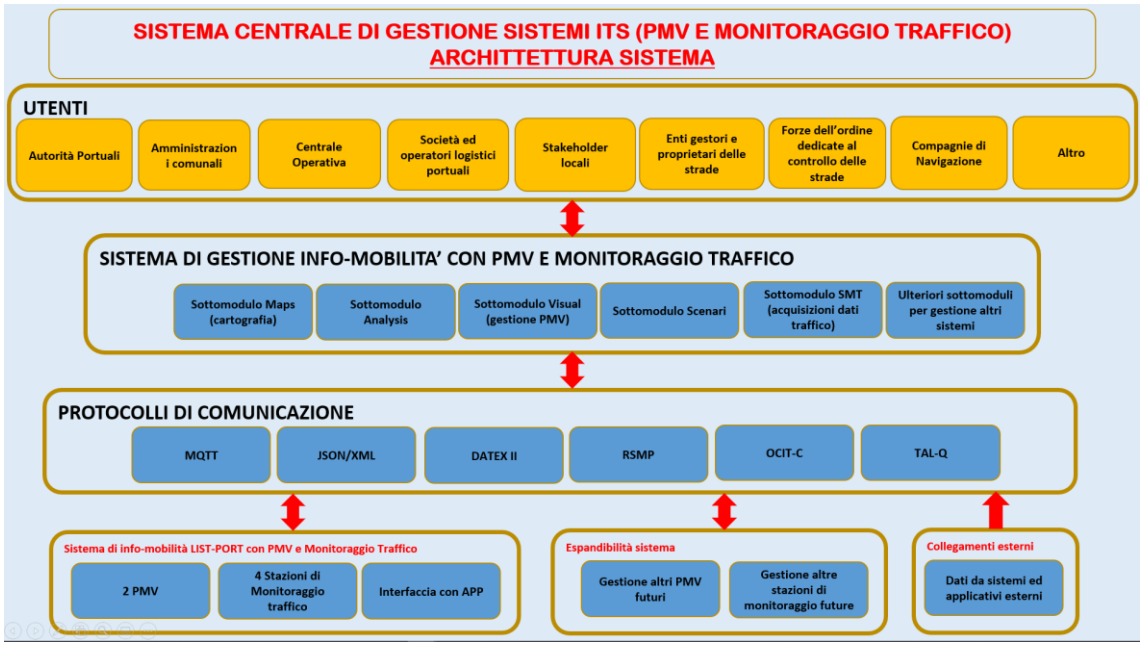

Figure 16: Architecture du système central de gestion portuaire ITS-LIST avec PMV et suivi du trafic

3.1.2.5 Scénarios - Logiciel de gestion de scénarios

Le sous-module Scénarios est capable de reconnaître l'état du trafic à partir du sous-module Analyse et de piloter d'autres modules tels que le sous-module Visuel avec des actions programmées. Sa fonction est de relier les modules de la plate-forme et de

traduire les informations provenant du terrain (comme les flux de trafic) en actions vers les installations et autres modules ou systèmes tiers. Le sous-module Scénarios a accès à toutes les données de la plate-forme, qu'elles proviennent de bases de données, de modules communiquant avec le terrain ou via des services web. Ces données alimentent les fonctions préconfigurées du module, qui détermineront un scénario particulier. L'occurrence d'un scénario déclenche un comportement à mettre en œuvre notamment à l'égard des automobilistes circulant sur les voies d'accès/sortie du port.

3.1.2.6 Intégration pour les autres dispositifs et systèmes utilisés par l'organisation

La plateforme ITS permettra l'intégration ultérieure de nouveaux PMV et de nouvelles stations de surveillance du trafic dans le ou les systèmes déjà utilisés par l'autorité.
Vous trouverez ci-dessous les modules logiciels de la plateforme TMacs et les protocoles de communication qui rendent le système proposé facile à intégrer à d'autres systèmes :

3.1.3 Module de gestion des panneaux à messages variables

Le système ITS est géré par un module général **ouvert et évolutif** articulé en plusieurs sous-modules, capables de gérer, outre les panneaux à messages variables, les stations de surveillance du trafic, les systèmes de feux de circulation, les systèmes de contrôle de l'inondation des métros, les portes ZTL, les stations météorologiques, et autres avec l'utilisation de modules logiciels spécifiques dédiés aux différentes applications. Le sous-module PMV permet de gérer à la fois un nombre illimité de PMV et divers protocoles propriétaires.
Le chargement des messages affichés sur la route se fait automatiquement grâce à : l'horaire, la situation du trafic identifiée par un scénario (détecté par les stations de surveillance, le système de comptage des parkings, le système de temps de parcours et les systèmes de feux de circulation), ou choisi (messages par défaut) ou créé manuellement (messages extemporanés) par un opérateur autorisé. Le sous-module permet la gestion de listes et de sous-liste de panneaux par zone géographique ou par type de PMV géré.

N.	Da	A	Messaggio	Pagine	Autore	Livello
1	ven, 18 ott 2019 09:33:00	ven, 18 ott 2019 18:30:00	Code_Rot.CaMosche	1		Medio
2	ven, 18 ott 2019 18:30:00	sab, 19 ott 2019 07:00:00	CINTURE	1		Medio
3	sab, 19 ott 2019 07:00:00	sab, 19 ott 2019 18:30:00	Code_Rot.CaMosche	1		Medio
4	sab, 19 ott 2019 18:30:00	Non impostato	CINTURE	1		Medio

Figure 17 Gestion des messages visuels Interface du sous-module PMV

Le système ITS dispose également d'un autre sous-module Maps qui permet de positionner les PMV sur une carte, de prévisualiser le message sur la route et les diagnostics fournis par le PMV.

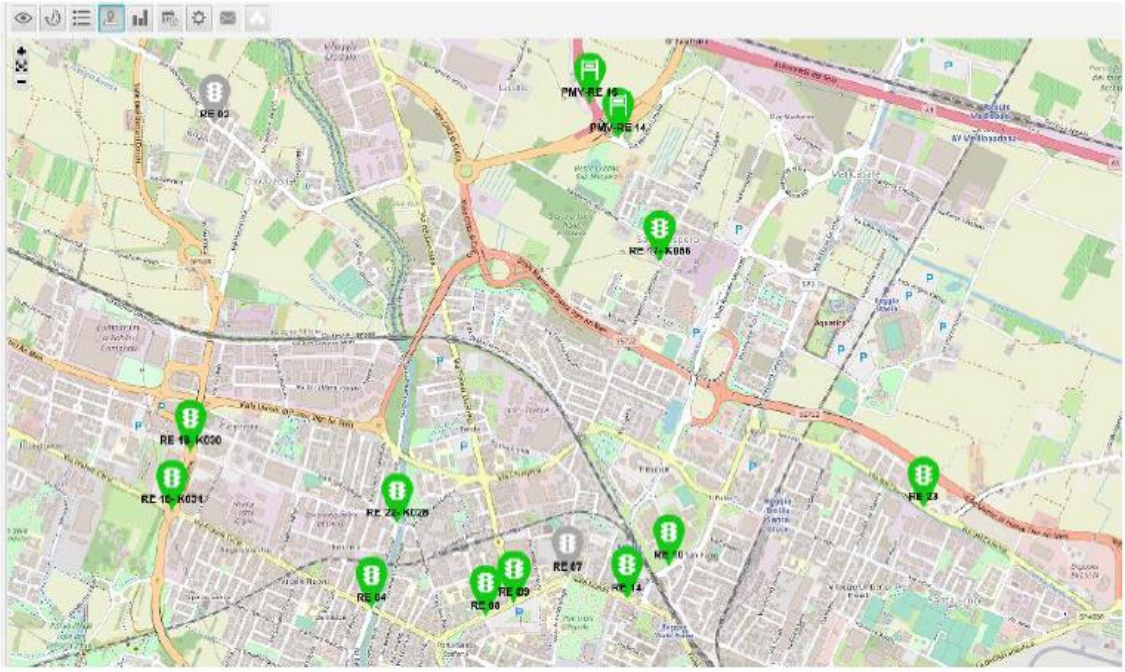

Figure 18 Interface du sous-module de localisation PMV

Grâce au sous-module visuel, tous les PMV appartenant à une zone géographique peuvent être visualisés simultanément, et pour chaque PMV, le message sur la route, les éventuels problèmes de diagnostic et de communication sont affichés. Le module permet d'afficher le planning (calendrier) des messages qui seront chargés par le PMV et aux utilisateurs autorisés de le créer et de le modifier.

Le système permet de créer plusieurs pages et de **définir le temps d'affichage de chaque page**.

Le sous-module de gestion PMV dispose d'un système de diagnostic permettant à la fois de détecter les défauts du système et d'indiquer toute anomalie trouvée dans le système. Les informations de diagnostic du panneau sont fournies automatiquement par la plate-forme ou peuvent être forcées par les utilisateurs autorisés.
Le sous-module de gestion des PMV a les fonctions suivantes : gestion automatique de l'horaire des messages à établir sur chaque PMV, analyse automatique de l'état de chaque PMV et génération d'un rapport à envoyer au sous-module de gestion des alertes, synchronisation automatique de la date-heure affichée par les PMV, gestion de la connectivité des PMV, gestion automatique du rétablissement de la connectivité et de l'horaire suite à des interruptions, gestion des demandes des utilisateurs selon le profil attribué.

3.1.4 Système de surveillance de la circulation des véhicules

3.1.4.1 Système de surveillance du trafic avec boucles

Le système de surveillance du trafic des véhicules au moyen de boucles a été prévu uniquement dans la municipalité d'Olbia. Sur Figure 19 Certains des points d'emplacement des boucles sont illustrés. Il s'agit d'un dispositif doté de la technologie de l'induction magnétique qui permet la détection, le contrôle et la classification des véhicules sur la base de leur profil magnétique, au moyen de doubles boucles, c'est-à-dire deux boucles de même taille l'une après l'autre, avec des dimensions approximatives de 2 mètres x 1 mètre, espacées de 1 mètre dans chaque section de détection. Les boucles sont connectées à une unité de gestion, qui envoie les informations au système de gestion central via l'unité de communication. Dans la plateforme centrale du système, les différentes stations de surveillance sont mises à disposition avec l'affichage des données de chacune des boucles.

Figure 19 Quelques emplacements des bobines à Olbia

Les boucles de surveillance du flux de véhicules détecteront et traiteront en continu et en temps réel les données relatives au transit des véhicules sur une période de 24 heures. L'exactitude des données de surveillance est de 99,7 %.

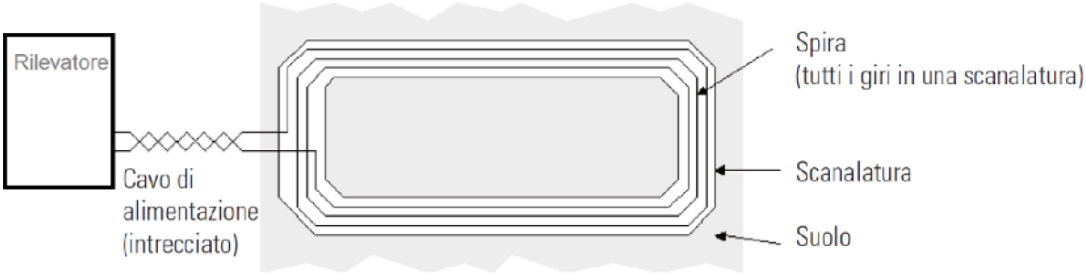

Figure 20 Schéma d'une boucle à placer sur le revêtement routier

Le sous-module est constitué d'une unité de détection modulaire sur rail DIN conçue pour gérer de 4 à 64 boucles de véhicules avec une classification des profils magnétiques adaptée à l'interfaçage avec les stations de type TEC. Le système est équipé d'une unité de stockage de données sur une plate-forme ARM avec un serveur Web à l'intérieur. En outre, le système dispose d'une interface web qui permet de configurer le dispositif et d'accéder aux données de trafic localement ou à distance via le port LAN.

Le système présente les caractéristiques suivantes :

- Gestion de 64 boucles de véhicules avec classification par profil magnétique (jusqu'à 32 voies)
- Capacité de stockage de plus de 100 millions de véhicules, véhicule par véhicule
- Enregistrement véhicule par véhicule
- Chaque mesure comprend le type de véhicule, la voie, la vitesse, le moment de la détection, la direction et la longueur du véhicule.
- Capacité de classification jusqu'à 8+1 classes de véhicules, certifiée par la norme TLS
- Plage de vitesse : 1 km/h à 255 km/h
- Précision : Comptage 99%, Longueur +/- 0.3m, Tolérance en dessous de 100 km/h : +/- 3 km/h, T o l é r a n c e au dessus de 100 km/h : +/-3% , Résolution 1 km/h, Classes de type 8+1 certifiées sur
- Norme TLS
- Le système permet la visualisation et l'analyse des données à partir de la plateforme en nuage, sans téléchargement à partir du site local.
- Interface : Ethernet-USB
- Alimentation électrique : 10-28 VDC
- Consommation électrique : <2 VA

Le système Profile TEC permet de détecter les véhicules avec :

- Limite de vitesse minimale : sera de 1km/h
- Prise en charge : conforme
- Classification des véhicules selon les schémas spécifiés ci-dessous.
- Flux de véhicules, densité, occupation,
- Paramètres opérationnels du flux de véhicules à détecter
- Vitesse du véhicule

- Température de fonctionnement -20 °C à 70 °C ;
- Sens de détection : les deux sens de la marche
- Envoi de données à plusieurs serveurs en même temps

Le système est équipé d'une unité ARM pour le stockage local en temps réel et la surveillance du passage de chaque véhicule avec les caractéristiques suivantes :

- ARCH ARM 1GHz Cortex-A8 CPU
- Sortie vidéo : Résolution HDMI 1280 x 1024 max (microHDMI)
- Température : -40°C +70°C
- Alimentation électrique 10-28 VDC, <2 VA
- Mémoire SDRAM : 512 MB 800 MHz DDR3L
- Flash EMMC 4 GB 8 bit
- Emplacement MicroSD SD
- Ports de données : 1xRS485, 1xRS232, 2xUSB
- Bus I2C pour le capteur
- Horloge temps réel : Horloge temps réel sur batterie avec une précision de ± 5 ppm
- LAN : Ethernet 10/100
- Wifi, Bluetooth, GPRS, 3G : en option
- Entrée : 4 Opto-isolées 200 mA@24 VDC
- Sortie relais : 2 NO-NC 3A@24 VDC 3A@120 VAC
- Capacité de stockage de plus de 100 millions de véhicules, véhicule par véhicule
- Serveur web à l'intérieur pour une communication directe ou une connexion LAN.

3.1.4.2 Sous-module de surveillance du trafic avec caméras

Le système de surveillance de la circulation des véhicules au moyen de caméras a été prévu dans les communes de Piombino, Vado Ligure et Bastia, commune d'Olbia. Sur Figure 21 montre les points de localisation des caméras de surveillance du trafic installées dans la municipalité de Piombino. Pour chaque ville pilote, 4 caméras ont été installées, placées à des points stratégiques du réseau et fonctionnelles pour surveiller le trafic à destination et en provenance du port.

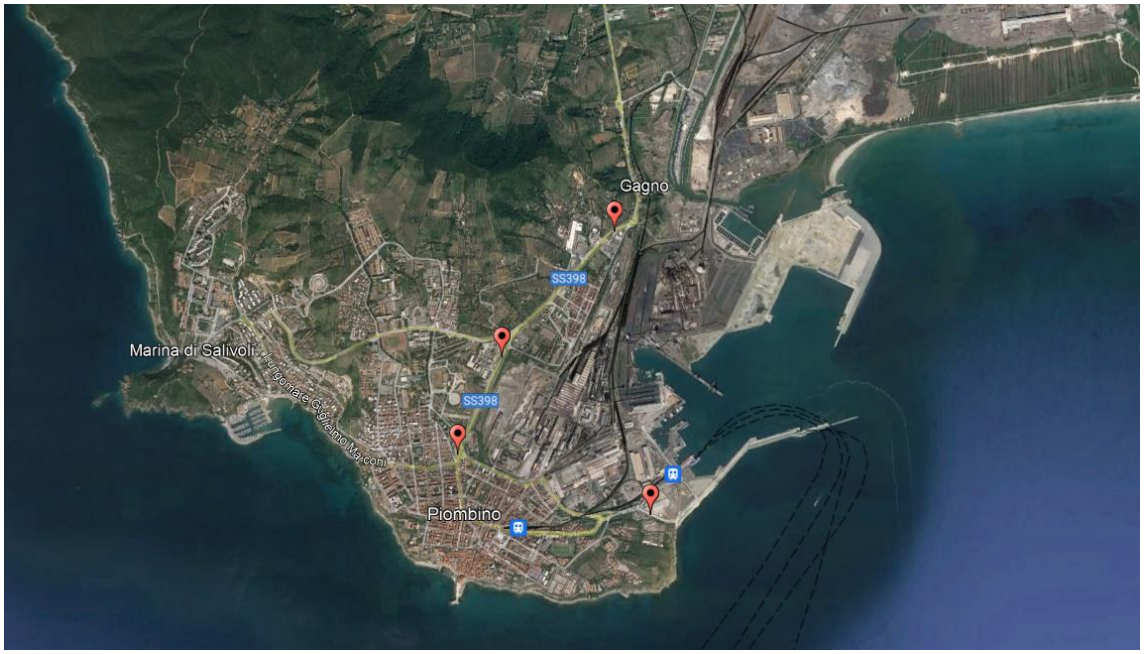

Figure 21 Emplacement des caméras à Piombino

Les caméras sont capables de détecter et de traiter en continu et en temps réel les données relatives au transit des véhicules sur une période de 24 heures. La détection s'effectue au moyen d'unités de contrôle contenues dans des conteneurs étanches et résistants aux chocs, alimentées par le réseau électrique public et capables de garantir le transfert télématique à distance des données détectées via un modem GSM/GPRS/UMTS/4G/5G en temps réel, avec une latence maximale de 60 secondes. Les stations sont en mesure de détecter les flux de véhicules sur les infrastructures routières caractérisées par la présence d'un trafic mixte, en les subdivisant par classe, date, heure de détection et sens de déplacement selon les spécifications minimales indiquées dans les tableaux ci-dessous.

Description	Type de données
Numéro de passage progressif	n°
Date de transit du véhicule individuel pour chaque station de mesure	jj/mm/aaaa
Instant auquel le transit s'est produit pour chaque station de mesure	hh/mm/ss ou plus
Sens de la marche (0, 1)	
Classe de véhicule comme indiqué dans le Tableau 3	
Vitesse instantanée du véhicule individuel à l'instant où le passage s'est produit (détecté par le capteur) et sens de la marche, pour chaque station de mesure (la vitesse du véhicule individuel doit correspondre à la valeur physique et non à la division en catégories).	m/s ou Km/h

Tableau 1 Paramètres de circulation des véhicules mesurés sur le terrain (Transit simple)

Description	Type de données
Distribution du nombre total de transits par classe de véhicules pendant l'intervalle de référence (5sec) avec indication de leur vitesse moyenne et de leur direction de déplacement pour chaque station de mesure	Nombre de transits/sec Vitesse moyenne (classe de véhicule) Sens de la marche [0.1]
Nombre total de transits pendant l'intervalle de référence (5sec) avec la vitesse moyenne par catégorie et le sens du déplacement, pour chaque station de mesure	Nombre de transits/5 sec Vitesse moyenne ([m/s]) Sens (0.1)
Catégorie de vitesse 0 - 5 km/h 5 - 10 km/h 10 - 15 km/h 15 - 20 km/h 20 - 25 km/h 25 - 30 km/h 30 - 35 km/h 35 - 40 km/h 40 - 45 km/h 45 - 50 km/h 50 - 55 km/h 55 - 60 km/h 60 - 65 km/h 65 - 70 km/h 70 - 75 km/h 75 - 80 km/h 80 - 85 km/h 85 - 90 km/h 90 - 95 km/h 95 - 100 km/h 100 - 105 km/h 105 - 110 km/h 110 - 120 km/h Plus de 120	

Tableau 2 Paramètres de circulation des véhicules traités

Classification des véhicules
I - Motos
II - Voitures et monospaces
III - Poids lourds de taille moyenne (jusqu'à 7,5 m)
IV - Gros poids lourds (trains routiers et véhicules articulés)
V - Autobus

Tableau 3 Schéma de classification des classes de véhicules

3.1.4.3 Module de gestion de la station de surveillance du trafic

Les stations de surveillance du trafic sont gérées au moyen d'un module logiciel spécifique qui fournit des analyses et des traitements liés à la mobilité, ventilés par segments de route, dans le but de mieux comprendre les caractéristiques du trafic. Les données, obtenues grâce à des dispositifs d'enquête routière, peuvent ensuite être utilisées à des fins statistiques et pour étudier des solutions d'amélioration de la mobilité de la ville. Le module logiciel permet d'afficher les données pour **chaque passage individuel**, avec la date de passage du véhicule individuel pour chaque station de mesure, l'instant où le passage s'est produit pour chaque station de mesure, la direction du déplacement, la classe de véhicule avec le type de véhicule, et la vitesse. Ces données sont nécessaires pour le traitement ultérieur des modèles de prédiction du bruit du trafic qui évaluent, en fonction du trafic des véhicules, les niveaux de pression acoustique générés en certains points sensibles du réseau routier. Les véhicules sont enregistrés avec une précision de l'heure et de la milliseconde. Les données transmises ont un délai maximum entre le moment du passage du véhicule et la réception par le centre de contrôle qui peut être configuré de 5 secondes à 60 secondes.

Le module du logiciel de gestion permet d'afficher le **suivi agrégé en temps réel**, et met à disposition la tendance quotidienne du flux de véhicules par détecteur (voie) depuis minuit du jour jusqu'à l'heure à laquelle les données sont affichées.

Le logiciel permet d'afficher les **données agrégées** de la seconde à 24 heures, en choisissant le temps d'agrégation, la voie sur laquelle effectuer la recherche avec la possibilité de rechercher plusieurs voies, le schéma de classification, la date et l'heure de début et de fin de la recherche. L'**historique des archives** permet d'effectuer des recherches sur plusieurs voies ou stations de trafic en même temps et affiche les données historiques suivantes pour chaque détecteur (voie) et les totaux :

- la répartition directionnelle des voies et le total ; la vitesse moyenne [km/h ; 15e percentile [km/h] ;
- 85e percentile [km/h] : vitesse minimale, vitesse maximale ; nombre total de véhicules ;
- TGM [veh/g] avec la possibilité d'exporter les données vers des fichiers csv.

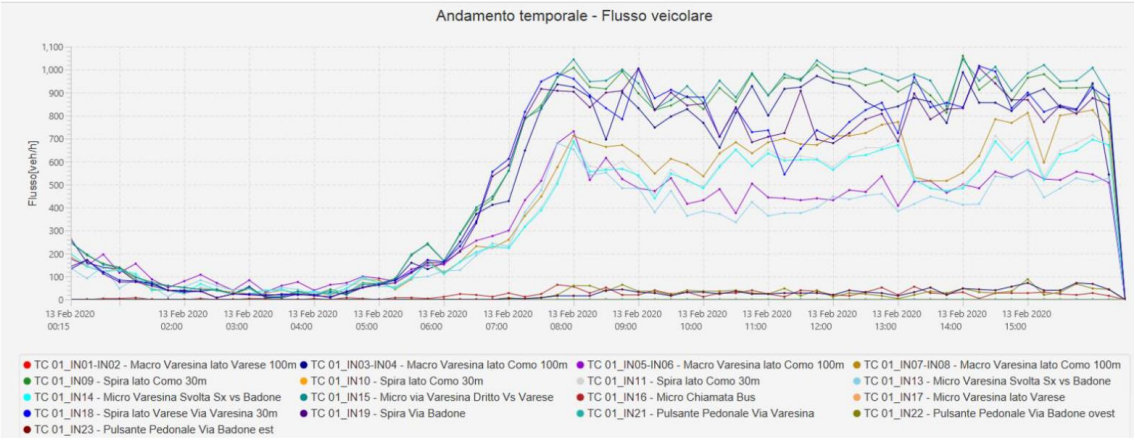

Figure 22Exemple de résultat de l'analyse des données de trafic recueillies

Le logiciel vous permet de visualiser des graphiques et des données de tendance temporelle par détecteur (voie) et au total :

- Tendance temporelle du flux de véhicules ;
- Évolution dans le temps des véhicules ;
- Évolution temporelle des véhicules par type selon le schéma de classification choisi ;
- Tendance temporelle de la vélocité ;
- Tendance temporelle de la densité ;
- Évolution dans le temps du taux d'emploi ;
- Répartition des véhicules par type en pourcentage ;
- Distribution de fréquence des vitesses cumulées et non cumulées ;
- Répartition de la longueur des véhicules enquêtés ;
- Graphique des 200 premières heures ;
- Tendances quotidiennes typiques par voie et au total ;
- Tendances hebdomadaires typiques par voie et au total ;
- Graphiques de débit - densité, densité de vitesse, vitesse - densité par voie et sur toutes les voies ;
- Vitesse libre [km/h] ;
- Vitesse critique [km/h] ;
- Densité critique [veh/km] ;
- Équation estimée.

Les indicateurs mesurés constituent les données d'entrée du modèle prédictif trafic-bruit, qui permet de déterminer les niveaux de pression acoustique aux points caractéristiques du réseau routier où sont positionnés les détecteurs de trafic. En outre, ces données sont nécessaires pour les activités de surveillance et de planification du trafic et pour identifier les interventions possibles de rationalisation et de réorganisation des routes sur le réseau routier du front de mer du port et sur le réseau routier d'accès et de sortie du port.

Index des figures

Figure 1: L'architecture du système ITS LIST-PORT 5
Figure 2- Architecture du système (par exemple, Piombino) 10
Figure 3 Positions des caméras (par exemple, Piombino) 10
Figure 4 Modelo telecamera(es. Piombino) 10
Figure 5 T.1 Viale Dalla Chiesa (par exemple, Piombino) 10
Figure 6 Viale Unità d'Italia (par exemple Piombino) 10
Figure 7 T.3 Viale Unità d'Italia (par exemple, Piombino) 11
Figure 8 T.4 Viale Unità d'Italia (par exemple, Piombino) 11
Figure 9Positionnement des deux PMV (par exemple Piombino) 12
Figure 10 Photo-installation PMV à Viale Margerita (ex. Piombino) 12
Figure 11 Photo d'insertion PMV dans la S.P. della Principessa (ex. Piombino) 13
Figure 12 Plate-forme TMacs 13
Figure 13 Structure générale de l'application. 14
Figure 14Intégration de l'application au système ITS des PMVs 15
Figure 15Schéma fonctionnel du module du système ITS avec PMV et détecteurs de trafic 18
Figure 16: Architecture du système central de gestion portuaire ITS-LIST avec PMV et suivi du trafic 22
Figure 17 Gestion des messages visuels Interface du sous-module PMV 24
Figure 18 Interface du sous-module de localisation PMV 24
Figure 19 Quelques emplacements des bobines à Olbia 25
Figure 20 Schéma d'une boucle à placer sur le revêtement routier 26
Figure 21 Emplacement des caméras à Piombino 28
Figure 22Exemple de résultat de l'analyse des données de trafic recueillies 30

Index des tableaux

Tableau 1 Paramètres de circulation des véhicules mesurés sur le terrain (Transit simple) 28
Tableau 2 Paramètres de circulation des véhicules traités 29
Tableau 3 Schéma de classification des classes de véhicules 29