



## **REGIONE PUGLIA**

*Programma Operativo Regionale 2000-2006*

### **PIANO REGIONALE PER LA SOCIETA' DELL'INFORMAZIONE**

#### **Misura 6.2 - Società dell'Informazione**

##### **PROGETTI PILOTA A SOSTEGNO DELL'INNOVAZIONE DELLE IMPRESE E DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE**

**Area tematica** (Art. 3 bando)

- A) Beni culturali e del turismo**
- B) Sviluppo sostenibile attraverso il miglioramento della gestione della mobilità**
- C) Gestione delle Aree Naturali Protette istituite e dei Siti Natura 2000 (pSIC/ZPS)**

##### **MODULO DI PRESENTAZIONE DEL PROGETTO (RISERVATO ALLA REGIONE)**

N. di registrazione  
Data di ricevimento:  
Numero di copie:

## SINTESI DELLE INFORMAZIONI

### Titolo e acronimo del Progetto

**ALSIS - Sistema Meccatronico Innovativo per la Sicurezza Stradale**

Durata:	18 mesi (ott 2006 – mar 2008)
Costo totale:	447.194€ (478.802€ con IVA)
Contributo richiesto:	357.775€

#### Soggetto proponente:

**Ente responsabile dell'attuazione:** ITIA – Sezione Bari

Indirizzo: Via delle Magnolie, 4 – 70026 Z.I Modugno (BA)

Tel.: 080/2468107

Fax: 080/2468252

e-mail: e.muraca@itia.cnr.it

**Legale Rappresentante:** Prof. Francesco Jovane

Indirizzo: Viale Lombardia, 20/A

Tel.: 02/23699995

Fax: 02/23699941

e-mail: f.jovane@itia.cnr.it

C.F. : VNIFNC35R06C361P

**Persona di contatto:** Ing. Emanuel Muraca

Tel.: 080/2468119

Fax: 080/2468101

e-mail: e.muraca@itia.cnr.it

### **Sintesi del progetto**

Il progetto si propone la concezione e realizzazione di un set di soluzioni meccatroniche in grado di eseguire in modo veloce, preciso e affidabile il tracciamento della segnaletica stradale orizzontale, sostituendo l'attuale processo manuale, impreciso, lento e pericoloso sia per gli addetti che per gli automobilisti e ormai insostenibile nella gestione della mobilità.

Il progetto prevede lo sviluppo di due soluzioni prototipali subito trasferibili nell'industria della manutenzione stradale. Sarà sviluppato un sistema servocontrollato e dotato di sensoristica intelligente da installare su qualsiasi automezzo motorizzato e capace, attraverso tecniche di image sensing, di eseguire il tracciamento o il ritracciamento di linee preesistenti in maniera autonoma.

# 1. Proposta progettuale (Art. 3)

## A. La visione, le strategie e gli obiettivi da perseguire

La manutenzione stradale è, ad oggi, sia il maggiore freno alla sostenibilità della mobilità, sia uno dei settori industriali più arretrati dal punto di vista dell'automazione di processo.

Il presente progetto si propone di:

- aumentare la sostenibilità dello sviluppo, attraverso una gestione sicura e rapida della mobilità;
- diminuire drasticamente il verificarsi di incidenti, spesso anche mortali, per i manutentori stradali e gli automobilisti;
- diminuire significativamente, e al limite azzerare, i tempi di fermo strada per motivi di manutenzione;
- aumentare drasticamente la produttività delle imprese manutentive attraverso una massiccia automazione del processo;
- aumentare il livello tecnologico di una delle industrie a minor valore aggiunto in Italia.

In particolare il progetto si propone la concezione e realizzazione di un set di soluzioni meccatroniche in grado di eseguire in modo veloce, preciso e affidabile il tracciamento della segnaletica stradale orizzontale, sostituendo l'attuale processo manuale, impreciso, lento e pericoloso sia per gli addetti che per gli automobilisti **e ormai insostenibile nella gestione della mobilità**. Il progetto prevede lo sviluppo di due soluzioni prototipali subito trasferibili nell'industria della manutenzione stradale. Sarà sviluppato un sistema servocontrollato e dotato di sensoristica intelligente da trainare al seguito di qualsiasi automezzo motorizzato e capace di svolgere il tracciamento o il ritracciamento di linee preesistenti in maniera autonoma.

La visione prospettica del progetto mira alla riduzione dei costi e dei disagi inerenti i processi di realizzazione e/o di rifacimento della segnaletica stradale. Il settore cui si rivolge è appunto quello della sicurezza stradale, con riferimento alle problematiche del rifacimento della segnaletica orizzontale di strade, autostrade.

Attualmente un intervento di tracciamento delle linee è dispendioso in termini economici e di disagi all'utenza in quanto limita la circolazione per molto tempo. Queste motivazioni spingono gli enti che gestiscono le strade (comuni, province, regioni, Autostrade SpA) a ridurre gli interventi ai casi strettamente necessari per ragioni di sicurezza.

Lo sviluppo del progetto permetterà una velocità di tracciamento di almeno 15-20 km/h, velocità doppia rispetto a quella raggiunta dai traccialinee tradizionali. Oltre a ciò i costi per km della verniciatura saranno fortemente ridotti, in quanto si ridurranno fortemente i costi di manodopera, incidenti per il 50% sul costo totale del lavoro.

### A.1 La visione

L'automazione nei processi di tracciamento della segnaletica stradale orizzontale si renderà sempre più necessaria, nella prospettiva di un mercato del lavoro in cui la manodopera abbia costi sempre maggiori e, al contempo, sia necessario aderire a standard normativi sempre più stringenti in termini di qualità e sicurezza.

Da un mercato che si muova in questa direzione trarrebbero i maggiori vantaggi gli utenti delle strade, ai quali sarebbe assicurato un servizio migliore in termini di sicurezza nella viabilità e di diminuzione degli attuali disagi dovuti alle fasi di ritracciamento della segnaletica.

In particolare relativamente alla sicurezza questo progetto ha lo scopo di ridurre i rischi a cui

vanno incontro gli operatori che si occupano del tracciamento, che lavorano in presenza di traffico, e degli automobilisti. I primi conserverebbero una funzione di assistenza e controllo sul lavoro di pitturazione, senza esporsi direttamente ai rischi del traffico; i secondi sarebbero avvantaggiati da una minore presenza di persone a piedi sulla carreggiata durante le fasi di tracciamento e da fasi di pitturazione più rapide e con un risultato visivamente migliore.

D'altra parte l'introduzione di tecnologie considerate mature in altri ambiti applicativi può certamente fornire nuove spinte produttive al settore delle aziende produttrici di macchine spargilinee e a quello delle aziende che si occupano di tracciamento delle linee.

Attualmente è molto importante il fattore umano nelle fasi di tracciamento delle linee; il problema legato a questo è che la qualità del lavoro dipende quasi esclusivamente dall'abilità dell'operatore e dalla sua esperienza, elementi difficilmente controllabili; un sistema automatizzato, invece, renderebbe la procedura automatica, standardizzando la qualità del risultato e il suo controllo.

## **A.2 Le strategie**

Il progetto può essere diviso in due fasi con relativi obiettivi, secondo un approccio modulare e scalabile: nella prima fase ci sarà la progettazione e lo sviluppo di un sistema innovativo di tracciamento della segnaletica orizzontale, in grado di seguire una linea preesistente e usurata e riportarla in condizioni di perfetta visibilità. Nella seconda fase si potenzierà il primo prototipo realizzandone uno capace di pitturare aree stradali del tutto prive di segnaletica orizzontale.

Le innovazioni introdotte nel settore dei traccialinee riguarderebbero:

- autonomia nello svolgimento del compito, con una supervisione esterna da parte dell'uomo (riduzione del 50% della manodopera)
- velocità operativa superiore agli attuali sistemi manuali (da 7 km/h a 15-20 km/h previsti con il nuovo sistema)
- capacità di operare contemporaneamente su tutte le linee della carreggiata, attraverso la cooperazione di più apparecchi
- possibilità di effettuare l'intervento di manutenzione con una frequenza maggiore (passando da una media di una volta all'anno per strade statali a due volte, vista la riduzione dei costi complessivi)
- possibilità di eseguire lavori di tracciamento in condizioni climatiche avverse a operatori umani (basse temperature, vento etc.)

## **A.3 Gli obiettivi**

Come dinanzi menzionato la strategia che si adatterà mira all'efficace concretizzazione di un processo di trasferimento tecnologico: le aziende produttrici di macchine spargilinee avranno a loro disposizione la customizzazione di soluzioni tecniche e soluzioni che potranno sfruttare per introdurre nuove funzionalità in prodotti esistenti e guadagnare di conseguenza nuove opportunità di crescita.

L'interesse delle aziende che si occupano del tracciamento delle linee nei confronti delle soluzioni proposte dal presente progetto sarà incentivato dal fatto che le soluzioni proposte consentono di mantenere i costi di tali macchine automatiche confrontabili con quelli delle attuali macchine in commercio.

Si prevede che il mercato, per i margini di miglioramento sulla lavorazione, possa reagire positivamente alla introduzione di tali sistemi automatici, dal momento che i tempi di ritorno sull'investimento, per macchine così progettate, sarebbero addirittura inferiori ai dodici mesi, per aziende di piccole dimensioni con fatturati di circa due milioni di euro l'anno.

## **B.1 fabbisogni da soddisfare**

Le linee sulle strade hanno una duplice funzione: esse forniscono la direzione, la traccia e la guida agli automobilisti e inoltre indicano quali manovre di guida sono permesse o proibite. Le linee stradali possono essere suddivise nei seguenti gruppi: linee di separazione dei sensi di

marcia, linee di corsia, linee di margine della carreggiata, linee di arresto, attraversamenti pedonali.

Quando le linee si consumano esse non presentano più l'iniziale riflessività, quindi non sono più efficienti. Poiché le linee sono importanti per tutti gli automobilisti esse devono essere periodicamente ridipinte.

Attualmente i lavori di rifacimento della segnaletica orizzontale sono eseguiti manualmente (fig.1), e richiedono l'impiego di diversi operatori esperti e con una buona manualità.

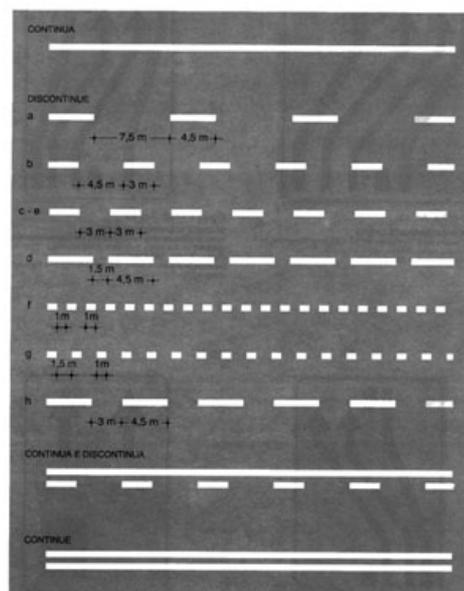


**Figura 1: Rifacimento convenzionale di linee stradali**

Il tracciamento delle linee della segnaletica orizzontale presenta delle problematiche legate ai **costi e ai tempi di tracciamento**; infatti tale attività è costosa in termini economici, e produce notevoli problemi per la viabilità degli autoveicoli e per la sicurezza degli operatori e degli automobilisti in quanto durante i lavori le corsie interessate vengono chiuse al traffico.

I costi per il tracciamento della segnaletica orizzontale utilizzando il metodo classico sono variabili in base alla tipologia della strada e al committente dei lavori; si va da 0.30 €/m a 0.35 €/m con costi sostenuti divisibili equamente tra manodopera e materiale. Sui tempi influisce notevolmente il lavoro di tracciamento delle linee guida da seguire nella fase di verniciatura; in media si riescono a tracciare 10 km/giorno di segnaletica orizzontale.

L'obiettivo di questo progetto è quello di studiare e sviluppare tecnologie e metodologie necessarie per la realizzazione di un sistema innovativo che, in modo autonomo, ricalchi le linee stradali nel caso non più sufficientemente visibili o le disegni *ex novo* nel caso di strade appena asfaltate.



**Figura 2: Tipi diversi di segnaletica stradale**

Il compito del tracciamento attualmente viene eseguito da due operatori (uno che pilota il traccialinee e l'altro che supervisiona la traiettoria e la correttezza del tracciamento). A questi si aggiungono tutti gli operatori necessari a garantire la sicurezza e dei lavoratori, e degli automobilisti. Si tratta quindi di persone che devono segnalare la presenza di interventi sulla carreggiata, devono posizionare i segnali di "lavori in corso", deviare il traffico, ed infine ripristinare la circolazione normale a fine lavori.

La presenza di un tale numero di operatori sulla carreggiata ha come conseguenza la necessità di effettuare operazioni aggiuntive per mantenere la piena sicurezza delle persone sulla strada, con la relativa maggiorazione dei costi e dei tempi di lavoro.

Possiamo quindi individuare il fabbisogno da soddisfare **nell'aumento della sicurezza degli operatori e degli automobilisti, nella velocizzazione del tracciamento e nell'abbattimento dei costi**, sia per quanto riguarda la fase di verniciatura vera e propria, sia per le operazioni preliminari (di messa in sicurezza della strada e di preparazione della stessa), che alle operazioni finali (di ripristino della circolazione).

Se guardiamo nello specifico come viene effettuato il tracciamento delle linee, possiamo individuare **due principali problematiche**:

1. la mancanza di un sistema standard, veloce ed affidabile per la verniciatura.
2. la posa dei riferimenti in tempi ristretti.

Questi compiti sono spesso affidati all'esperienza e alla manualità degli operatori, piuttosto che a tecniche automatizzate e riproducibili.

Questo accade anche nelle fasi di riverniciatura durante le quali è lasciato all'abilità e all'attenzione del guidatore della macchina traccialinee il compito di ricoprire precisamente le tracce già esistenti; questo fa sì che le fasi di verniciatura siano lente e la qualità del lavoro affidata a fattori aleatori.

### **B.1 Mancanza di un sistema standard, veloce ed affidabile per la verniciatura.**

La verniciatura viene effettuata pilotando un carrello su cui è montato un verniciatore. Un operatore ha il compito di pilotare il carrello in maniera da seguire precisamente le linee preesistenti da ricalcare, ovvero, nel caso di strade senza segnaletica preesistente, di seguire un riferimento pretracciato su cui poi andranno verniciate le linee. Lo stesso operatore aziona il meccanismo di spruzzo in maniera tale da riprodurre precisamente le linee stradali; chiaramente la **velocità dell'operatore deve rimanere limitata** in quanto all'aumentare delle velocità di tracciamento aumentano le possibilità di errore; questo limita la velocità a meno di 7 km/h.

### **B.2 La posa dei riferimenti in tempi ristretti.**

Sulle strade dove non è presente una segnaletica precedente **bisogna pre tracciare una serie di linee guida** sull'asfalto che servono agli operatori per individuare i tratti da verniciare.

Questo avviene nei casi in cui la strada è nuova, quindi non è mai stata tracciata la segnaletica, ma anche nei casi in cui la strada viene riasfaltata (in media ogni 1-2 anni), dove il processo di posa dell'asfalto nuovo elimina la segnaletica precedente.

Tali linee guida segnalano la mezzera della carreggiata e i limiti di corsia.

Il processo attuale di tracciamento **avviene manualmente e ha una lunga durata**; nello specifico un gruppo di operatori stendono sull'asfalto una corda lunga alcuni chilometri, cercando di posizionarla nel centro preciso della carreggiata, ed inoltre cercando di dargli un andamento rettilineo o curvilineo a seconda che la strada sia dritta o che ci siano tratti di curva.

Questo procedimento dura ore e spesso si è costretti a **sospenderlo per motivi esterni ed incontrollabili** (ad esempio maltempo). Se tali fenomeni avversi si protraggono nel tempo il lavoro va interrotto e perso e bisogna rifarlo da capo una volta successiva.

### **B.3 Ulteriori problematiche**

Un'altra importante problematica è l'**asciugatura delle linee**: accade infatti che su particolari tratti stradali, non bloccati al traffico, la verniciatura si esegua mediante traccialinee che hanno dietro un segnale che indica la deviazione del traffico; in questi casi però si corre il rischio che, prima che la vernice si sia asciugata, altri veicoli la sporchino attraversandola. Per evitare questo tipo di disagio è necessario chiudere il traffico almeno su una corsia per venti minuti (tempo normalmente sufficiente, in inverno, perché le vernici usualmente utilizzate si asciugano), in modo da permettere l'asciugatura completa.

Il miglioramento dei tempi di verniciatura, ed un eventuale miglioramento dei tempi di asciugatura, permetterebbe di **chiudere parti di carreggiata per tempi molto più brevi**, favorendo così la circolazione dei veicoli, e diminuendo i disagi e le situazioni di pericolo causate dai lavori stradali.

## C. Le soluzioni tecnologiche proposte

### C.1 Fasi operative

Il progetto verrà diviso in **due fasi** che si propongono il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- 1) creazione di un prototipo per il riconoscimento di linee usurate o riferimenti, e capace di inseguirli.
- 2) potenziamento del prototipo per renderlo capace di tracciare le linee su una strada che ne sia completamente sguarnita. Si realizzerà un sistema software con il quale caricare il progetto di segnaletica orizzontale sul computer a bordo del robot, che sarà capace, tramite sensori che ne garantiscano la localizzazione, di tracciare autonomamente gran parte della segnaletica da verniciare.

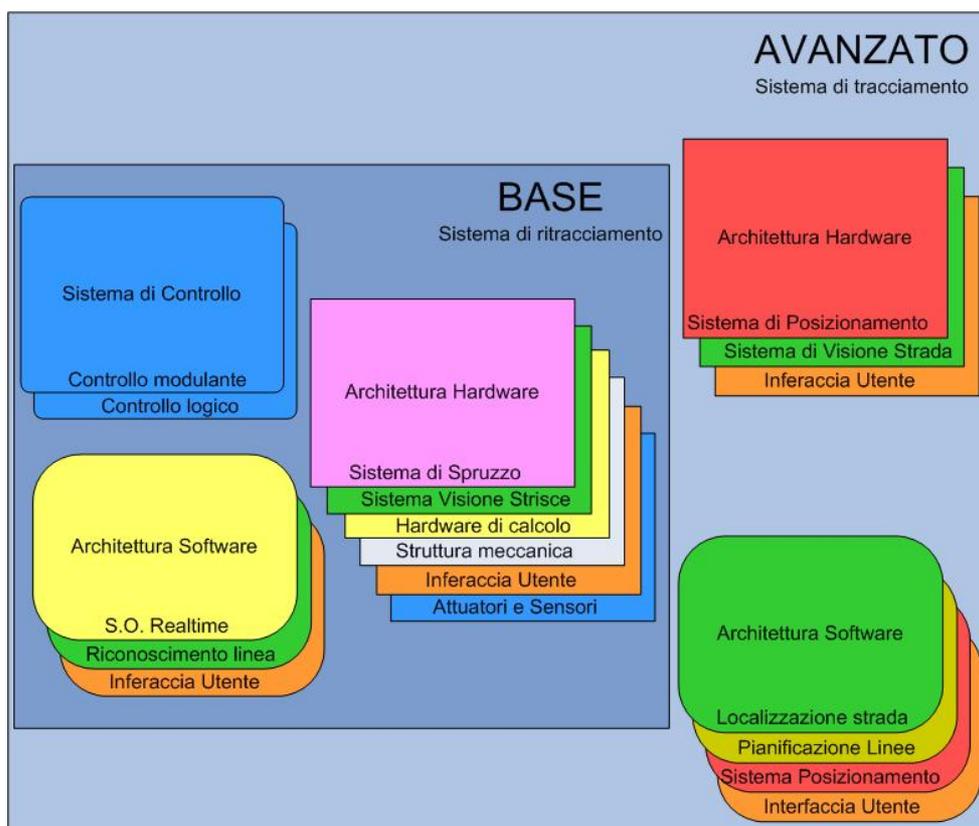


Figura 3: Architettura del sistema modulare

#### C.1.1 Prima fase operativa (prototipo BASE)

Il sistema sarà costituito da un sistema meccatronico installato a bordo oppure trainato dal mezzo (solitamente camion) regolarmente utilizzato nelle opere di ausilio al tracciamento (per

il trasporto dei coni di segnalazione, dei cartelli, delle vernici etc.) e permetterà all'operatore di eseguire il tracciamento in sicurezza; a bordo del mezzo verrà montato tutto l'equipaggiamento necessario per spruzzare la vernice sull'asfalto, ovvero compressore, taniche etc. La velocità prevista con la quale il sistema consentirà di avanzare e di effettuare un corretto ritracciamento sarà di circa **20 km/h**, rispetto ai 7 km/h raggiunti dagli attuali mezzi traccialinee. I macrosistemi di cui sarà composta la macchina saranno così fatti:

- l'**architettura sw base** sarà costituita da un sistema operativo real-time, modulo per il riconoscimento della linea, e modulo di interfaccia utente. Tutto il software si appoggerà su un sistema operativo real-time (Linux RTAI, QNX). Vi saranno diversi moduli sw interagenti, tra cui uno di interfaccia con l'operatore. L'altro modulo sarà quello per il riconoscimento delle linee, che a partire da dati derivanti dall'acquisizione video li traduca nella sagoma della linea, distinguendone eventuali discontinuità, oppure elementi di disturbo (foglie, macchie di olio etc.).
- il **sistema di controllo** sarà costituito da un piccolo PLC (*Programmable Logic Controller*) che fornirà la posizione da far raggiungere al sistema di spruzzo. In ingresso al PLC ci sarà il segnale derivante dalla comunicazione con il sw base. La sezione di controllo modulante sarà di tipo pc-based ovvero si poggierà su hardware standard di tipo commerciale, sul quale si acquisterà, adattandolo successivamente, un sw di controllo degli assi.
- la **struttura hardware base** sarà fatta di una struttura meccanica che possa essere collegata al mezzo locomotore mediante un carrello da agganciare oppure un sistema da installare a bordo del mezzo. Altro elemento sarà il sistema di visione capace di distinguere le linee usurate, individuandone la posizione relativa rispetto alla traiettoria seguita dal mezzo.

#### **C.1.2 Seconda fase operativa (prototipo AVANZATO)**

Questa seconda fase del progetto rappresenterà una evoluzione della prima in quanto il prototipo costruito sarà capace di tracciare le linee di segnaletica *ex novo*. Rispetto al prototipo BASE, quindi, si potenzieranno due macrosistemi, mentre il resto della struttura rimarrà simile:

- l'**architettura sw avanzata** presenterà una interfaccia operatore più evoluta, necessaria per riuscire a gestire informazioni più complesse sullo stato di avanzamento della pitturazione. Si realizzerà, poi, un modulo sw capace di gestire disegni di tipo CAD, necessario per elaborare le immagini della segnaletica da realizzare. Si svilupperanno, inoltre, due moduli, uno per la localizzazione del mezzo nella carreggiata che sfrutti i dati del sistema di visione, uno per il posizionamento del sistema, che sfrutti i dati ottenuti da un sistema GPS oppure quelli ottenuti mediante un riferimento installato dall'operatore sulla carreggiata. Tale sistema sarà quindi in grado di costruirsi un riferimento su una strada del tutto priva di segnaletica orizzontale, a partire da elementi quali *guard rail*, catarifrangenti.
- la **struttura hardware avanzata** sarà fatta di un sistema di visione della strada per ottenere dati sulla carreggiata e poter definire un riferimento sulla strada. Il sistema di posizionamento dovrà essere capace di fornire un riferimento preciso per individuare la posizione di start della macchina, mediante un sistema GPS oppure uno che sfrutti dei riferimenti rilasciati dagli operatori in fase di setup.

## D. Valutazione di impatto riferita ai benefici attesi

L'introduzione di un tale sistema robotizzato porta diverse conseguenze nel complesso del sistema di tracciamento della segnaletica orizzontale.

	Sistema classico	Sistema automatizzato
Velocità di tracciamento indicativa	7 km/h	15-20 km/h
Costi di verniciatura	0.30-0.35 €/km	0.15-0.20 €/km
Tempi di chiusura corsia	tratti di 1 km per 1 h	tratti di 1 km per 0.5 h
Numero di operatori necessari mediamente	5	2

La tabella fornisce una idea dei miglioramenti introdotti, previsti da un sistema automatizzato di tracciamento delle linee, rispetto a un sistema tradizionale.

### D.1 Tempi e Costi

Il miglioramento della tecnica di tracciamento, e la sua automatizzazione, porterà all'impiego di **minore manodopera** specializzata ed alla **velocizzazione delle operazioni** e di conseguenza alla riduzione delle spese per la manodopera.

Poiché l'incidenza delle spese di manodopera sui costi generali di ritracciamento della segnaletica orizzontale è l'elemento preponderante, la diminuzione del numero di persone necessarie all'operazione permetterà una notevole riduzione dei **costi** totali del servizio.

La seconda voce di costo, infatti, è la quantità di materiale da stendere che è regolata da norme precise (950 g/m) e non può essere ulteriormente diminuita.

Il risparmio economico si può quindi solo ottenere **riducendo i costi di manodopera**.

La riduzione dei tempi di lavoro è stimabile del 50% sui tempi attuali, e con un impiego di operatori ridotto del 33%.

Attualmente i costi per metro lineare per il tracciamento ex novo della segnaletica sono di 0.30-0.35 €/m, diminuiscono a 0.25-0.30 €/m se si tratta di ripasso di linee già esistenti.

L'abbattimento sui tempi necessari al tracciamento dei riferimenti viene stimato entro il 60% sul valore attuale; i tempi di ritracciamento invece potranno essere ridotti del 50%, in considerazione che sarà il sistema stesso a inseguire la linea entro un margine più o meno ampio di errore di inseguimento.

### D.2 Frequenza Di Riverniciatura

Una tale diminuzione dei costi e dei tempi come conseguenza diretta e principale permetterà di effettuare il servizio di ritracciamento della segnaletica orizzontale con costi minori e quindi potenzialmente con **frequenza maggiore** a parità di costo; infatti attualmente tale servizio presenta notevoli problematiche in termini di disagi e costi, diretti ed indiretti, e perciò si tende a ritardare il momento dell'intervento di ritracciamento delle linee stradali fino ai limiti del possibile.

Sulle **strade con minore circolazione** di veicoli, questo limite è molto largo (si parla di tre anni o più), sia perchè il consumo delle linee è minore, sia perchè l'utenza è minore. In futuro, con l'ausilio di un sistema automatizzato come quello sviluppato nel presente progetto, la diminuzione dei costi permetterà un ritracciamento più regolare anche su questo tipo di strade.

Nelle **strade più trafficate**, dove già l'intervento viene effettuato con regolarità e frequenza elevata (fino a 3 volte l'anno) a causa delle stringenti esigenze di sicurezza, la diminuzione dei tempi di lavorazione potrà comportare un miglioramento delle condizioni di traffico e minori disagi alla circolazione.

### D.3 Sicurezza

Un punto importante da evidenziare è quello della sicurezza, vista sia come sicurezza

stradale nei confronti degli automobilisti, che come sicurezza sul lavoro nei confronti degli operatori stradali.

Infatti il rifacimento più frequente delle linee stradali ha un notevole impatto positivo sul miglioramento della **sicurezza stradale** grazie a delle linee stradali mantenute in condizioni di visibilità sempre perfetta, con una conseguente riduzione dei rischi di incidenti stradali dovuti alla scarsa visibilità della segnaletica orizzontale.

Là dove al giorno d'oggi molte strade sono trascurate per lungo tempo a causa dei disagi e dei costi dovuti agli interventi di rifacimento della segnaletica, causando così l'eccessivo deterioramento delle linee stradali, si potrà invece operare una manutenzione più frequente se i problemi di costo e tempo di lavorazione venissero attenuati.

Inoltre l'utilizzo di meno operatori durante i lavori, e la velocizzazione delle operazioni di tracciamento delle linee, aumenteranno le condizioni di **sicurezza sia dei lavoratori stradali sia degli automobilisti**.

I primi infatti non permarrebbero più per lungo tempo sulla strada, diminuendo i tempi in cui sono esposti ai rischi connessi al lavorare a stretto contatto con la circolazione degli autoveicoli; inoltre effettuando le operazioni di tracciamento e riverniciatura a bordo di un veicolo (camion) lavorerebbero in condizioni di maggiore sicurezza.

A vantaggio dei secondi si potrebbe evitare di chiudere la carreggiata con segnali fissi di lavori in corso ed invece si potrebbe lavorare in movimento, con una segnalazione mobile di deviazione del traffico. In questo modo si eviterebbe di creare blocchi improvvisi della circolazione che sono causa di disagio e di possibili incidenti stradali.

A testimonianza della enorme pericolosità delle operazioni di manutenzione e rifacimento della segnaletica stradale vi sono gli oltre 700 infortuni sul lavoro e 5 morti l'anno negli addetti alla manutenzione di Anas e delle società concessionarie.

L'innovazione introdotta dal presente progetto potrà intervenire con incisività con una drastica diminuzione degli infortuni e della mortalità.

#### **D.4 Tecnologia**

I parametri di miglioramento tecnologico saranno legati a:

- **riduzione dei tempi** di esecuzione dei lavori, dovuti all'utilizzo di sistemi automatici per il tracciamento delle linee di riferimento e per l'inseguimento di riferimenti/tracce già presenti;
- **diminuzione degli sprechi** di vernice, dovuti ad una gestione migliore delle pressioni e dei tempi di spruzzo;
- **miglioramento della qualità** delle linee tracciate, misurabili sia in termini di variazione percentuale per metro lineare dello spessore della linea tracciata, in confronto a quanto fatto oggi, sia per quanto riguarda la quantità vernice posizionata, sia per quanto riguarda le caratteristiche di forma, dimensione e regolarità delle linee tracciate;
- **precisione** nel rispettare le dimensioni trasversali delle singole carreggiate, e dei margini tra carreggiata, eventuale corsia di emergenza e banchina;
- **precisione nel ricalcare** le linee preesistenti e nell'effettuare i tratti non lineari, curvilinei, raccordi etc.

#### **D.5 Mercato**

E' nostra convinzione che nel caso di successo del progetto proposto, questa nuova tecnologia, grazie ai vantaggi che propone rispetto ai metodi fino ad oggi utilizzati, potrà essere in grado di **diventare uno standard** nella sua fascia di mercato, portando le aziende del territorio che la adotteranno in una posizione di **leadership tecnologica** per diversi anni dalla conclusione del progetto.

Queste società potranno **espandere il loro bacino di utenza** al di fuori della regione e della nazione, andando ad acquisire quote rilevanti di un mercato sinora a bassa tecnologia, ma che, con l'evoluzione della tecnologia utilizzata, potrebbe consentire alle realtà italiane del settore di competere con gli altri principali attori.

## E. Il ricorso all'impiego di conoscenze multidisciplinari

Il progetto intero relativo al mezzo traccialinee automatico/autonomo si centra sull'integrazione di conoscenze appartenenti a discipline varie, tutte accomunate da un alto contenuto tecnologico e da strumenti avanzati messi a disposizione dall'IT (Information Technology). Tutte le conoscenze necessarie, appartenenti a numerosi campi della scienza, sono state pianificate mediante moderni criteri di Multiproject Management. Le aree di competenza fondamentali sono: meccatronica, informatica e telematica.

La progettazione **meccatronica** prevede l'utilizzo di strumenti CAD per la progettazione delle parti meccaniche e per il loro riadattamento nelle fasi successive. Per l'analisi Multibody e di FEM saranno utilizzati strumenti avanzati di CAM. Tutte le fasi di progettazione, composizione e assemblaggio di parti meccaniche, elettriche, elettroniche saranno eseguite dal personale coinvolto nel progetto in un continuum di scambi di conoscenza e di feedback, condividendo tecnologie dell'informazione comuni alle problematiche affrontate. Infatti sarà necessario integrare e formare le conoscenze relative ai diversi programmi/linguaggi utilizzati nelle aree tematiche di sviluppo.

D'altra parte una fase fondamentale del progetto è quella relativa allo sviluppo di programmi, parti di programmi, di modelli matematici e statistici (**informatica**). Questo richiederà conoscenze relative a tutti i livelli gerarchici del software, secondo una strutturazione standard per i sistemi automatici. Essenzialmente la struttura dell'architettura sw si svilupperà in: sw macchina o di primo livello, comunicazione e sistema operativo real-time ovvero di secondo livello, sw di interfaccia e algoritmi di controllo ovvero sw di terzo livello. Di seguito una analisi più accurata dei differenti livelli:

- **primo livello:** si riferisce al codice di microprogrammazioni dei sistemi di controllo, delle schede analogiche per il Motion Control e per l'acquisizione dei segnali dei sensori e delle telecamere;
- **secondo livello:** relativo alla configurazione e l'utilizzo dei sistemi operativi real-time con la relativa parte di programmazione con i linguaggi C e C++; nelle fasi AVANZATO e MOBILE del progetto saranno analizzati, integrati e sviluppati, ove necessario, protocolli di comunicazione sicuri e di tipo remoto, di tipo fault tollerant;
- **terzo livello:** prevede l'utilizzo di strumenti RAD, di ambienti di sviluppo integrati basati su UML e in grado di supportare lo sviluppo di applicazioni ad oggetti in tutte le sue fasi: OOA, OOD e OOP. Il cuore di tale architettura interesserà modelli matematici e statistici per gli algoritmi di controllo, per la compensazione di errori e di previsione; tale sviluppo sarà affiancato dalla realizzazione di un'interfaccia del sw relativa a controllo, analisi, configurazione. Sempre nelle fasi AVANZATO e MOBILE si svilupperanno interfacce e sw necessari all'interazione con l'operatore e all'integrazione della comunicazione con il sw di secondo livello.

L'area di conoscenza **telematica** interesserà le fasi AVANZATO e MOBILE del progetto, per le quali si renderà necessario sviluppare e integrare conoscenze relative agli strumenti e alle metodologie di posizionamento satellitare e della comunicazione sicura tra sistemi autonomi.

Come già accennato tutti i risultati e le conoscenze saranno condivisi tra i partecipanti al progetto mediante l'uso di tecnologie e strumenti sw standard, con il duplice risultato di rendere snella ed efficace la condivisione di materiale e conoscenze e di divulgare l'uso di tali strumenti nell'ambito delle strutture e delle organizzazioni coinvolte in questo progetto, favorendo l'**accrescimento delle competenze** delle entità coinvolte.

E' da sottolineare anche che il prodotto stesso che si intende progettare e realizzare avrà come risultato l'impiego di tecnologie d'avanguardia, che saranno messe a disposizione dell'utilizzatore/acquirente finale.

## **F. Capacità del progetto di generare o potenziare centri di competenza e di formazione regionali**

Il progetto si colloca perfettamente all'interno di una politica di finanziamenti che vuole favorire la nascita di idee condivise tra la realtà industriale e quella della ricerca, in modo da puntare sulla esemplarità dei risultati e sulla crescita tecnologica.

Nel progetto specifico questi elementi sono fondamentali in quanto l'obiettivo è proprio quello di stimolare e promuovere un settore, quello della sicurezza e della manutenzione stradale, nel quale la Puglia si potrebbe proporre come centro di eccellenza, promuovendo know-how e sviluppo.

I partner di progetto (ITIA-CNR, ISSIA-CNR, TAIVER) sono soggetti che hanno una consolidata esperienza come "motori" dell'innovazione industriale, tramite attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico finalizzate alla competitività e sostenibilità del manifatturiero in Italia ed in Europa.

In collaborazione con imprese, università, e centri di ricerca hanno partecipato ai più grandi programmi di ricerca svolti in Italia e in Europa negli ultimi dieci anni.

Il risultato atteso più rilevante di questo progetto di ricerca è l'incremento del livello tecnologico del settore della manutenzione stradale, oggi configurato come una realtà a basso valore aggiunto in Italia, attraverso l'introduzione di tecnologie già consolidate in altri ambiti applicativi. Questo può certamente fornire nuove spinte produttive al settore delle aziende produttrici di macchine spargilinee e a quello delle aziende che si occupano di tracciamento della segnaletica stradale orizzontale.

E' nostra convinzione che nel caso di successo del progetto proposto, questa nuova tecnologia, grazie ai vantaggi che propone rispetto ai metodi fino ad oggi utilizzati, potrà essere in grado di diventare uno standard nella sua fascia di mercato, portando le aziende del territorio che la adotteranno in una posizione di leadership tecnologica in una prospettiva a medio termine.

Le conoscenze scientifico – tecniche sviluppate nell'ambito del progetto riguarderanno lo sviluppo di architetture sw e di controllo, e lo sviluppo del sistema di visione. L'integrazione di queste tecnologie potrà rappresentare un caso esemplare di applicazione di tecnologie d'avanguardia per la realizzazione di una macchina innovativa in un settore di così ampio impatto sulla mobilità e il vivere comune delle persone. Tutte queste competenze potranno avere vaste ricadute sia per quanto riguarda lo sviluppo di altri sistemi di manutenzione e analisi delle strade, sia in ambito più generale, tramite l'utilizzo di sistemi di visione e di riconoscimento ambientale in altre applicazioni di robotica mobile.

Tali evoluzioni porteranno importanti risultati nella regione Puglia in termini di:

- ricaduta economica in tutto il settore della sicurezza stradale. Le aziende produttrici di macchine traccialinee sarebbero le prime a trarre vantaggi da questi sviluppi e l'importanza dell'investimento sta nella possibilità offerta di mantenere a livello regionale innovazioni tecnologiche che darebbero al bacino produttivo in esame una posizione favorevole nel mercato della sicurezza stradale.

- ricaduta occupazionale per il mercato della sicurezza stradale in Puglia: questo sviluppo nascerebbe dalla innovazione di un settore che attualmente paga il mancato aggiornamento tecnologico. I vantaggi occupazionali si rilevarebbero, quindi, in termini di numero di posti di lavoro per le aziende regionali che si occupano della costruzione di macchine traccialinee, in termini di qualità del lavoro per i dipendenti addetti alla verniciatura sulle strade.

- localizzazione dello sfruttamento industriale: per quanto il progetto prospetti importanti ricadute su tutto il mercato della sicurezza stradale anche fuori del mercato nazionale, esso sarà sviluppato nella sede di Sintesi S.c.p.a. e quindi i più grossi vantaggi prospettabili per tale progetto andranno all'area industriale che ospita la società, che già rappresenta un centro di conoscenza e di ricerca di vitale importanza per il settore delle macchine industriali in Puglia.

- le conoscenze che si formerebbero tra i partner del progetto sarebbero facilmente trasferibili a tutte le realtà di settore presenti in Puglia, vista la localizzazione dello sfruttamento, con ampie ricadute economiche e occupazionali.

- la realizzazione di nuovi progetti: in particolare la competenza maturata nell'ambito della manutenzione stradale potrebbe dar vita ad altri progetti di innovazione tecnologica mirati ad aumentare la sicurezza degli operatori e degli utilizzatori. In particolare potrebbero essere direttamente trasferite le competenze relative ai sistemi di visione e ai sistemi autonomi.

- la collaborazione sullo sviluppo del progetto e del prodotto rafforzerebbe ulteriormente i legami tra centri di ricerca e realtà industriali e produttive, rispondendo a uno degli obiettivi principali che si è posto il Piano Regionale per la Società dell'Informazione, ampliando tali legami a settori e realtà rilevanti.

- la messa a disposizione di competenze e servizi specialistici: le competenze maturate nei diversi ambiti tecnologici sarebbero direttamente rivendibili entro il territorio pugliese e nazionale. Le figure direttamente coinvolte nel progetto acquisirebbero competenze immediatamente rivendibili, soprattutto nell'ambito della Robotica Mobile dove non esistono ancora, tra i proponenti e nel territorio pugliese, competenze di questo tipo.

- la creazione di nuove opportunità di business: nuove aziende potrebbero nascere entro il territorio per la realizzazione industriale dei prototipi ovvero per trasferimento di conoscenza in altri settori: sistemi di controllo, sviluppo software, sistemi di posizionamento e localizzazione, robotica mobile, studi di progettazione.

## G. Il piano economico e finanziario

Gli investimenti per la realizzazione del progetto riguardano principalmente le attività di ricerca (personale di ricerca), sviluppo (attrezzature e componenti) e costruzione prototipi, e sono quantificabili in quasi 480K€.

Voce di costo	Semestri			Totale IVA inclusa
	1° (10/06-03/07)	2° (04/07-09/07)	3° (10/07-04/08)	
Personale	€ 100.224	€ 145.152	€ 43.776	€ 289.152
Consulenze	€ 18.000	€ 15.000	€ 10.000	€ 43.000
Licenze Software	€ 5.000	€ 4.000	€ 0	€ 9.000
Brevetti	€ 15.000	€ 0	€ 0	€ 15.000
Nolo leasing	€ 3.330	€ 5.880	€ 18.440	€ 27.650
Infrastrutture tecnologiche	€ 60.200	€ 8.000	€ 4.000	€ 72.200
Spese generali	€ 10.088	€ 8.902	€ 3.811	€ 22.800
<b>Totale IVA inclusa</b>	<b>€ 211.842</b>	<b>€ 186.934</b>	<b>€ 80.027</b>	<b>€ 478.802</b>

**Figura 4: Piano degli investimenti (vedi tabella allegata)**

Il dettaglio costi per attività è illustrato in forma estesa al seguente paragrafo 7.1. Di questa cifra la parte eleggibile a finanziamento è poco meno di 360K€ mentre il restante (quasi) 90K€ dovrà essere affrontato dai proponenti nella misura della partecipazione richiesta. Di seguito è illustrato il piano delle fonti di finanziamento previsto per la realizzazione dei due prototipi, espressi, anch'essi, in forma di flussi di capitale.

Tipo finanziamento	Semestri			Totale	
	1° (10/06-03/07)	2° (04/07-09/07)	3° (10/07-04/08)		
<b>Capitale complessivo:</b>	<b>€ 193.239</b>	<b>€ 179.970</b>	<b>€ 73.985</b>	<b>€ 447.194</b>	
ITIA-CNR: 58,40%	€ 136.490	€ 83.889	€ 40.785	€ 261.164	
di cui co-finanziato	€ 8.256	€ 12.718	€ 5.007	€ 25.981	
di cui finanziato	€ 128.234	€ 71.171	€ 35.777	€ 235.183	
ISSIA-CNR: 31,43%	€ 28.054	€ 85.814	€ 26.687	€ 140.555	
di cui co-finanziato	€ 1.697	€ 13.010	€ 3.276	€ 17.983	
di cui finanziato	€ 26.357	€ 72.805	€ 23.411	€ 122.572	
TAIVER: 10,17%	€ 28.695	€ 10.267	€ 6.513	€ 45.475	
di cui co-finanziato	€ 28.695	€ 10.267	€ 6.513	€ 45.475	
di cui finanziato	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Totale capitale proprio</b>	<b>€ 38.648</b>	<b>€ 35.994</b>	<b>€ 14.797</b>	<b>€ 89.439</b>	20,00%
<b>Totale capitale co-finanziato</b>	<b>€ 154.591</b>	<b>€ 143.976</b>	<b>€ 59.188</b>	<b>€ 357.755</b>	80,00%

Figura 5: Fonti di finanziamento (vedi tabella allegata)

A valle della realizzazione dei prototipi sarà necessaria una attività di industrializzazione che riguarderà principalmente l'ottimizzazione delle soluzioni meccatroniche, l'utilizzo di componentistica commerciale di larga diffusione e l'ottenimento delle certificazioni e omologazioni necessarie alla messa in commercio. Tali attività sono stimabili ad oggi a circa 100 K€.

Il costo complessivo dello sviluppo è quindi di circa 600 K€. A fronte di questo investimento e a valle della piena e completa brevettazione dei risultati, i proponenti provvederanno alla cessione del know how e delle licenze in maniera strutturata, continuativa e non esclusiva.

Inoltre, come già previsto dal presente progetto, la tecnologia sviluppata sarà suscettibile di ulteriori upgrade nel tempo che permetteranno l'instaurarsi di un rapporto di collaborazione continuativo con le aziende licenziatarie. La prima azienda che potrà immettere sul mercato una soluzione industriale basata sulla tecnologia sviluppata è la Taiver (vedi descrizione) che ha sede nella zona industriale di Bari nella medesima sede di ITIA-CNR.

Anno	Sistema						Valore della produzione
	BASE			AVANZATO			
	unità	royalty	totale	unità	royalty	totale	
2009	70	€ 5.000	€ 350.000	30	€ 8.000	€ 240.000	€ 590.000
2010	80	€ 5.150	€ 412.000	60	€ 8.240	€ 494.400	€ 906.400
2011	120	€ 5.305	€ 636.540	100	€ 8.487	€ 848.720	€ 1.485.260
2012	150	€ 5.464	€ 819.545	150	€ 8.742	€ 1.311.272	€ 2.130.818
2013	200	€ 5.628	€ 1.125.509	220	€ 9.004	€ 1.980.896	€ 3.106.404
2014	150	€ 5.796	€ 869.456	200	€ 9.274	€ 1.854.839	€ 2.724.294
<b>Totale</b>	<b>770</b>		<b>€ 4.213.050</b>	<b>760</b>		<b>€ 6.730.126</b>	<b>€ 10.943.176</b>

Figura 6: Ricavi (vedi tabella allegata)

Per il calcolo del ritorno da royalties sono state considerate le seguenti informazioni di riferimento.

- 105 imprese italiane di dimensioni sufficienti da acquisire 2 macchine ognuna;
- 210 traccialinee automatici venduti durante i primi 3 anni in Italia;
- 350 traccialinee automatici venduti durante i primi 3 anni in Europa;
- costo singolo traccialinee BASE tra 40.000 e 45.000 euro;
- costo singolo traccialinee AVANZATO tra i 70.000 – 80.000
- royalty pari a 5.000 euro per singolo prodotto commercializzato BASE;
- royalty pari a 8.000 euro per singolo prodotto commercializzato AVANZATO;

Pertanto il piano economico complessivo, che vede fino ad inizio 2008 le spese di ricerca e sviluppo, e per il resto del 2008 le spese di industrializzazione, vedrà da gennaio 2009 i risultati di cessione delle royalties fino al massimo periodo prevedibile del gennaio 2014.

In questo periodo sono previste, in Italia e in Europa, la costruzione su licenza di n. 1530 traccialinee sui quali i proponenti potranno beneficiare di circa 11M€ euro di royalties.

#### H. Il piano di valorizzazione della soluzione progettuale a regime

Il progetto di ricerca realizza due sistemi per due distinte esigenze di mercato e che si rifanno tutte ad una **stessa architettura di sistema**. Infatti entrambe le architetture, sia quella hardware che quella software, sono specializzate per livelli di funzionalità aggiuntive:

- Il sistema BASE si presta bene per soluzioni **economiche e di immediata applicazione** visto che in esso sono presenti tutta la meccanica e il software necessari per il ritracciamento. L'applicazione sui mezzi è quindi immediata e vista la prevalenza delle operazioni di ritracciamento, si prevede che sia anche il sistema più richiesto.
- Il sistema AVANZATO **estende le capacità** del sistema BASE mediante l'impiego di unità aggiuntive (centro di elaborazione, sistema di visione carreggiata, sistemi di localizzazione, interfaccia utente separata e del software di posizionamento linee) e richiede quindi per un suo impiego un adattamento e una competenza maggiore. Il costo complessivo è quindi più alto vista la necessità di acquistare il sistema BASE, le componenti aggiuntive e di effettuare l'installazione. Il maggior costo è ricompensato dal risparmio sulle operazioni tradizionali di realizzazione delle strisce stradali e quindi vedrebbe adottato in alternativa ad un sistema BASE.

L'architettura unica consente **agevoli aggiornamenti e revisione**, nel tempo, delle parti utilizzate e soprattutto del software. Ogni aggiornamento può essere concepito ed applicato per tutti i sistemi e quindi ne risultano facilitate la manutenzione e/o la specializzazione. Questo fatto garantisce che tutti i sistemi siano mantenuti ad uno stesso livello di aggiornamento e che nessuno di essi diventi obsoleto.

Diversi **aggiornamenti** possono essere programmati:

- Evoluzione dei software per il posizionamento delle strisce e quindi di versioni successive che ne estendano le funzionalità, le potenzialità, la semplicità di utilizzo e l'integrazione con altri software.
- Aumento della velocità di inseguimento del sistema di tracciamento per miglioramento degli algoritmi di previsione
- Aumento dell'affidabilità e della precisione dei sistemi di localizzazione con conseguente aggiornamento dei software e aumento delle velocità di lavoro.
- Miglioramento degli algoritmi di movimentazione automatica e di cooperazione tra robot.
- Upgrade delle parti di elaborazione e delle unità di controllo e di visione appena queste siano disponibili sul mercato a prezzi più competitivi.

Il passaggio ad una **produzione industriale**, la fornitura degli aggiornamenti e della relativa manutenzione dei sistemi immessi sul mercato può essere affrontato almeno in tre modi diversi:

1. realizzazione dei brevetti e vendita delle licenze ad aziende interessate al progetto. In questo caso è pensabile una collaborazione con i futuri utilizzatori di queste tecnologie in forma di contratti di ricerca e sviluppo o di collaborazione.

2. identificazione di partner industriali ai quali sottoporre i prototipi e collaborare con essi per l'industrializzazione del prodotto e per le sue estensioni future e per avviare nuovi progetti di robotica mobile nel settore civile.
3. pianificazione di uno spin-off e quindi un rapporto duraturo ricerca-azienda nell'ambito della robotica di servizio

## I. Identificazione delle questioni aperte e definizione delle variabili da testare nel corso del progetto pilota

### I.1 Rischi di domanda

Il progetto proposto è frutto di una lunga analisi sulle esigenze e lo stato dell'arte del mercato a cui il prodotto si rivolge, per cui sono stati sviscerati sia gli aspetti economici che tecnologici di realizzazione; da questo punto di vista il **grado di rischio** considerato è **basso**.

A seguito di una serie di indagini e colloqui avuti con gli operatori del settore per il tracciamento della segnaletica orizzontale si è riscontrato un forte interesse per una innovazione che avrebbe ottime possibilità di fornire nuova linfa vitale al settore, che paga ancora i frutti di mancati investimenti tecnologici e un alto grado di manualità nel tracciamento delle linee.

D'altra parte l'**interesse commerciale** atteso sarebbe **alto**, considerato che i costi previsti dei macchinari industrializzati che sfruttino i risultati del progetto, sarebbero tali da permettere il recupero dell'investimento iniziale in poco tempo (si prevede, in base ad analisi fatte, meno di dodici mesi per una azienda del settore di piccole dimensioni con fatturati di due milioni di euro l'anno); questo sarebbe un ottimo incentivo per gli operatori del settore a investire in nuove metodologie e tecnologie.

### I.2 Difficoltà di realizzazione

Da un punto di vista tecnico le difficoltà che si riscontreranno in fase realizzativa del primo dei due prototipi (**BASE**) saranno tali da permettere di avere un sistema funzionante in un tempo di lavoro breve. Questo permetterà di creare un primo modello su cui effettuare test e avere un riscontro *in itinere* sulla qualità del lavoro svolto. Le uniche problematiche sensibili saranno proposte dal sistema di visione e dall'architettura sw; per lo sviluppo del primo, comunque, l'istituto ISSIA possiede conoscenze ed esperienze tali da permetterne una agevole progettazione, mentre per lo sviluppo del sw un sicuro elemento critico è rappresentato dall'interfaccia con l'operatore (che dovrà essere semplice e intuitiva), che interverrà nelle fasi in cui mancano informazioni sufficienti al ritracciamento di tratti di linea parzialmente mancanti o eccessivamente usurati.

Per quanto riguarda il secondo prototipo (**AVANZATO**) le difficoltà riguarderanno essenzialmente la realizzazione del sistema di localizzazione, che dovrà affrontare tutte le problematiche di riconoscimento ambientale che caratterizzano un ambiente non strutturato; in tal senso il sistema dovrà possedere un alto grado di versatilità che gli permetta di individuare un riferimento nella carreggiata (ad esempio il centro strada) anche in condizioni limite (mancanza di *guard rail*, mancanza di catarifrangenti a bordo strada etc.), obiettivo che si potrà anche immaginare di raggiungere mediante la deposizione di riferimenti opportunamente distribuiti da parte di operatori adeguatamente addestrati. L'altro elemento critico nel prototipo è l'architettura sw avanzata, che dovrà contenere un modulo apposito per l'analisi e la gestione del disegno CAD che rappresenterà il modello di tracciamento da associare alla rilevazione ambientale fatta dal sistema di localizzazione.

Il sistema di controllo rappresenta l'altro punto cruciale per lo sviluppo di un prototipo funzionante: si dovrà scegliere tra diverse metodologie disponibili (controllo modulante su piattaforma *open source*, oppure mediante classici azionamenti hw), in base alle prestazioni richieste dai task da svolgere e a quelle ottenute in fase di messa a punto del prototipo.

### I.3 Questioni aperte

Le problematiche ancora aperte, per le quali si renderà necessaria una analisi ulteriore *in itinere*, e quindi una scelta tra diverse soluzioni prospettate, sono (tra parentesi il prototipo per il quale la problematica si pone):

- sistema di visione (BASE, AVANZATO)

- individuazione di un riferimento su una strada priva di segnaletica orizzontale (AVANZATO)
- sistema di controllo su piattaforma aperta PC-based oppure tramite azionamento classico (BASE, AVANZATO)
- numero di gradi di libertà del sistema di spruzzo (BASE, AVANZATO)
- ambiente di sviluppo per l'architettura sw (BASE, AVANZATO)
- hw di calcolo, se PC-embedded oppure PC-based (BASE, AVANZATO)

### **I.3.1 Sistema di visione**

Da sperimentazioni e valutazione in fase realizzativa si sceglierà il tipo di acquisizione video da eseguire, ovvero se utilizzare telecamere che restituiscano array di punti, oppure telecamere a matrice. I costi delle ultime sono sicuramente superiori delle prime, a fronte di una profondità di dettagli sicuramente maggiore.

Le prime sono più rapide nell'acquisizione d'immagini e se ne dovrebbe utilizzare un numero superiore (almeno tre) per poter ottenere un numero di punti a profondità diverse, necessari per interpolare l'eventuale curvatura del piano stradale.

### **I.3.2 Individuazione di un riferimento su una strada priva di segnaletica orizzontale**

La necessità di far muovere il prototipo AVANZATO su strade che non presentano riferimenti standard, porta alla necessità di creare un sistema che sia flessibile, capace di adattarsi alle variabili condizioni ambientali (assenza di *guard rail*, di catarifrangenti, presenza di alberi sul bordo della strada etc.) in cui si possa trovare il robot. A questo proposito si è pensato di far disporre dei riferimenti metallici lungo la linea di mezzera della carreggiata da operatori opportunamente addestrati, a distanze stabilite, in modo tale che il robot abbia un riferimento continuo da seguire; un sistema alternativo sarebbe un sistema combinato di telecamere e sensori laser per il riconoscimento ambientale.

### **I.3.3 Sistema di controllo su piattaforma aperta PC-based oppure tramite azionamento classico**

Sempre più si vanno affermando soluzioni industriali che prevedono il controllo dei motori elettrici tramite piattaforma di controllo aperta PC-based: tale soluzione permetterebbe di ridurre ampiamente i costi della sezione di controllo e di modificarne i parametri in base alle necessità della macchina. A una soluzione in tale direzione, orientata a un ambiente operativo Linux RTAI oppure QNX, si contrappone una soluzione classica fatta di un sistema PLC-CN-DRIVER con costi di componentistica sicuramente più elevati, minore configurabilità, ma costi minori di progettazione.

### **I.3.4 Numero di gradi di libertà del sistema di spruzzo**

Il sistema di spruzzo per il robot trainato dall'automezzo sarebbe montato su un braccio traslante in direzione ortogonale alla linea di avanzamento del piano stradale. Risulterà importante verificare in sede di test sul prototipo funzionante la qualità delle linee curve in caso di presenza di dossi e quindi di movimenti bruschi da parte dell'automezzo trainante, dovuti a errore da parte dell'operatore alla guida. Prime analisi del problema hanno mostrato come sia sufficiente controllare il sistema di spruzzo in modo che il getto di vernice sia sempre perpendicolare al piano stradale bilanciando brusche e locali variazioni di inclinazione dell'asse del dispositivo; se le prove su strada lo renderanno necessario si controllerà anche un ulteriore grado di libertà per garantirne che lo spruzzo sia sempre radiale rispetto alla curvatura della strada.

### **I.3.5 Ambiente di sviluppo per l'architettura sw**

Sistema operativo, ambiente di sviluppo saranno scelti in base alle necessità dell'architettura sw e della verifica delle prestazioni ottenute, a fronte dei costi di acquisto. Si sceglierà tra sistema operativo Linux, Qnx, comunque real-time per poter implementare il modulo di controllo pc-based, e tra ambiente di sviluppo proprietario oppure multipiattaforma.

### **I.3.6 Hw di calcolo**

In base ai costi e alle prestazioni da un punto di vista di potenza di calcolo, ingombri e consumi si sceglierà tra un sistema PC-embedded progettato appositamente per il robot, con costi maggiori, maggiore affidabilità, oppure un sistema PC-based di tipo industriale con maggiore espandibilità e costi minori. Nei costi di un sistema PC-embedded andranno considerati quelli relativi ad una progettazione più onerosa e ad una ingegnerizzazione diversificata per i diversi prototipi.

## J. Identificazione delle condizioni di successo del progetto pilota e di diffusione/replicabilità

### J.1 Risultati disponibili a fine attività

Al termine del progetto saranno disponibili due sistemi:

- una versione prototipale di un braccio robotico da installare su di un autoveicolo (piccolo autocarro o motocarro) dotato di un sistema di spruzzo vernice, con la capacità di ricalcare linee o riferimenti preesistenti (**prototipo BASE**)
- una versione prototipale di un braccio robotico da installare su di un autoveicolo (piccolo autocarro o motocarro) dotato di un sistema di spruzzo vernice, con la capacità di tracciare riferimenti *ex novo* (**prototipo AVANZATO**)

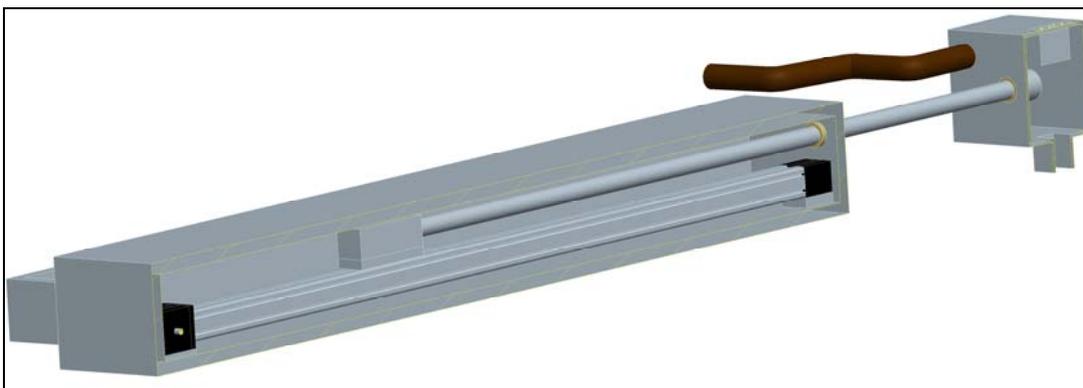
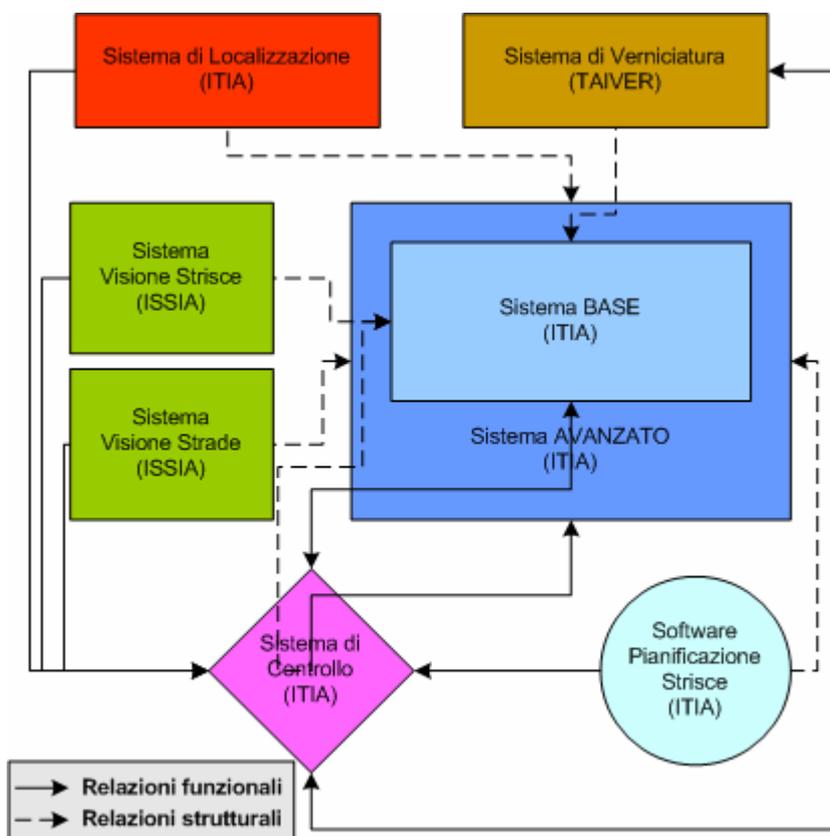


Figura 7: Spaccato del sistema traccialinee da collegare al mezzo

Il sistema in oggetto sarà stato **validato su diverse conformazioni stradali** e su diverse tipologie di segnaletica da tracciare, su cui avrà conseguito i risultati di affidabilità, di precisione di lavorazione, e di produttività prefissati all'inizio del progetto.



**Figura 8: Architetture funzionale e strutturale del sistema**

La figura 5 rappresenta l'architettura del sistema in oggetto da un punto di vista dei collegamenti e delle interazioni tra le funzioni e i componenti del sistema.

Saranno inoltre disponibili i **documenti di progetto**, i disegni e gli schemi progettuali dei prototipi realizzati relativi alla parte meccanica, ai sistemi hardware, alle cablature elettriche; i software di controllo e gestione del robot, i casi d'uso e le istruzioni di funzionamento e messa in opera.

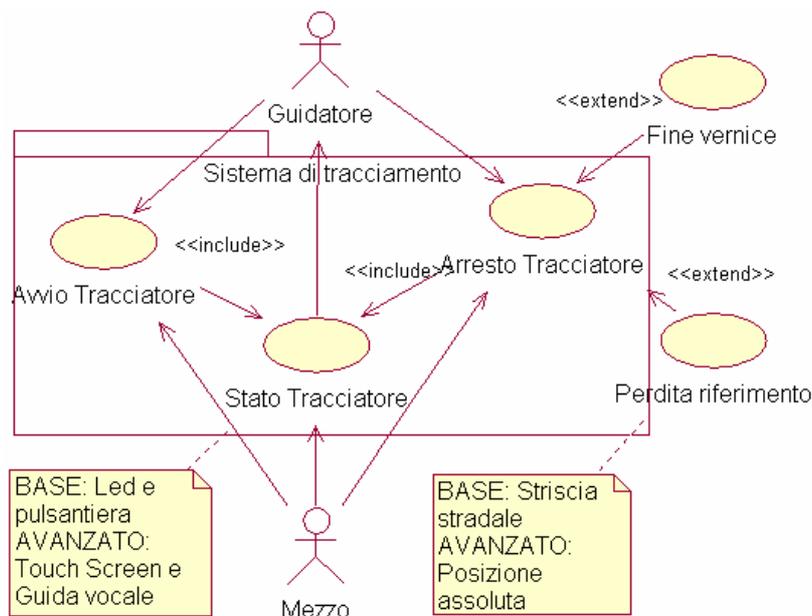
Saranno inoltre disponibili i filmati delle prove su strada.

### J.2 Modalità con cui sarà verificabile l'esito dell'intera ricerca

Al fine di validare la rispondenza del sistema agli obiettivi prefissati, verrà effettuata **una serie di prove**; tali prove verificheranno le prestazioni del sistema per quel che riguarda le attività di verniciatura, riconoscimento linee di carreggiata, ritracciamento, riconoscimento segnaletica preesistente, orientamento nell'ambiente, etc.

Le prove a cui questa macchina verrà sottoposta consisteranno nel tracciare linee ex novo, ritracciare linee esistenti, su diverse conformazioni stradali e saranno mirate a testare il funzionamento del sistema in tutte le sue funzionalità.

In figura 9 è mostrato il caso d'uso del sistema in modalità di tracciamento e ritracciamento.



**Figura 9: Caso d'uso**

Verranno prima condotte prove su brevi tratti stradali miranti a verificare il rispetto dei parametri di qualità della linea tracciata, di velocità e correttezza nell'inseguimento delle linee, ed in seguito prove di durata su lunghi tratti stradali, al fine di verificare i parametri di affidabilità del sistema, nonché la sua economicità e la sua giustificazione industriale.

Le prove sopra enunciate, che verranno definite in dettaglio da apposite specifiche di prova da produrre durante il corso del progetto di ricerca, saranno condotte su più assiemi di prova di ciascun tipo, fino al possibile configurarsi delle prove come prove di pre-produzione. Ciò al fine di valutare l'affidabilità industriale del sistema proposto.

## K. Modalità di diffusione dei risultati

Il progetto proposto è frutto di una lunga analisi sulle esigenze e lo stato dell'arte del mercato a cui il prodotto si rivolge; il risultato dell'analisi ha mostrato un forte interesse per una innovazione che avrebbe ottime possibilità di stimolare servizi, applicazioni e contenuti al settore della manutenzione stradale, che paga ancora i frutti di mancati investimenti tecnologici e un alto grado di manualità nel tracciamento delle linee. Questo panorama è in linea con gli obiettivi delle iniziative intraprese a livello comunitario (e-Europe) e nazionale (Piano d'Azione Nazionale per la Società dell'Informazione) in relazione agli investimenti per la Società dell'Informazione.

D'altra parte l'**interesse commerciale** atteso sarebbe **alto**, considerato che i costi previsti dei macchinari industrializzati che sfruttino i risultati del progetto, sarebbero tali da permettere il recupero dell'investimento iniziale in poco tempo (si prevede, in base ad analisi fatte, meno di dodici mesi per una azienda del settore di piccole dimensioni con fatturati di due milioni di euro l'anno); questo sarebbe un ottimo incentivo per gli operatori del settore a investire in nuove metodologie e tecnologie.

Alla conclusione del progetto si avvierà l'attività di industrializzazione del prodotto in collaborazione con le aziende del territorio interessate alla nuova tecnologia; crediamo infatti che i vantaggi introdotti rispetto ai metodi fino ad oggi utilizzati, potranno rendere questa tecnologia **uno standard** nella sua fascia di mercato, portando le aziende del territorio che la adottino in una posizione di **leadership tecnologica**.

Il passaggio ad una **produzione industriale** può essere affrontato tramite:

- realizzazione dei brevetti e vendita delle licenze ad aziende interessate al progetto.
- identificazione di partner industriali ai quali sottoporre i prototipi e collaborare con essi per l'industrializzazione del prodotto.
- pianificazione di uno spin-off e quindi un rapporto duraturo ricerca-azienda nell'ambito della robotica di servizio

Inoltre, come già previsto dal presente progetto, la tecnologia sviluppata sarà suscettibile di ulteriori upgrade nel tempo che permetteranno l'instaurarsi di un rapporto di collaborazione continuativo con le aziende licenziatrici.

Al termine del progetto saranno disponibili due sistemi:

- una versione prototipale di un braccio robotico da installare su di un autoveicolo (piccolo autocarro o motocarro) dotato di un sistema di spruzzo vernice, con la capacità di ricalcare linee o riferimenti preesistenti (**prototipo BASE**)
- una versione prototipale di un braccio robotico da installare su di un autoveicolo (piccolo autocarro o motocarro) dotato di un sistema di spruzzo vernice, con la capacità di tracciare riferimenti *ex novo* (**prototipo AVANZATO**)

Il sistema in oggetto sarà stato **validato su diverse conformazioni stradali** e su diverse tipologie di segnaletica da tracciare, su cui dovrà conseguire i risultati di affidabilità, di precisione di lavorazione, e di produttività prefissati all'inizio del progetto.

Saranno inoltre disponibili i **documenti di progetto**, i disegni e gli schemi progettuali dei prototipi realizzati relativi alla parte meccanica, ai sistemi hardware, alle cablature elettriche, i software di controllo e gestione del robot, i casi d'uso e le istruzioni di funzionamento e messa in opera.

Saranno inoltre disponibili le simulazioni di funzionamento realizzate nella fase di progettazione e le documentazioni video delle prove su strada.

Al fine di validare la rispondenza del sistema agli obiettivi prefissati, verrà effettuata **una serie di prove**; esse verificheranno le prestazioni del sistema per quel che riguarda le attività di verniciatura, riconoscimento linee di carreggiata, ritracciamento, riconoscimento segnaletica preesistente, orientamento nell'ambiente, etc.

Verranno prima condotte prove su brevi tratti stradali miranti a verificare il rispetto dei parametri di qualità della linea tracciata, di velocità e correttezza nell'inseguimento delle linee, ed in seguito prove di durata su lunghi tratti stradali, al fine di verificare e dimostrare i parametri di affidabilità del sistema, nonché la sua economicità e la sua giustificazione industriale.

Le prove sopra enunciate, che verranno definite in dettaglio da apposite specifiche da produrre durante il corso del progetto di ricerca, saranno condotte su più assiemi di prova di ciascun tipo, fino al possibile configurarsi di tali verifiche come prove di pre-produzione. Ciò al fine di valutare la bontà del sistema proposto e di affinare i target di progetto verso eventuali nuovi aspetti e funzionalità che possano venire alla luce durante le fasi di progettazione.

## 2. Proponente (Art. 3)

### L. Il team di ricerca ed i processi organizzativi previsti

Il team di ricerca è costituito dall'Istituto di Tecnologie Industriali ed Automazione del CNR (ITIA-CNR), dall'Istituto di Studi e Sistemi Industriali per l'Automazione del CNR (ISSIA-CNR) e dall'industria TAIVER, produttrice di macchine ed impianti di verniciatura.

**ITIA-CNR**, Istituto di Tecnologie Industriali ed Automazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, quale "motore" di innovazione industriale, svolge attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico finalizzate alla competitività e sostenibilità del manifatturiero in Italia ed in Europa. L'Istituto opera in collaborazione con imprese, università, centri di ricerca ed istituzioni nell'ambito di programmi, progetti e contratti industriali regionali, nazionali, europei ed internazionali. ITIA-CNR ha tra i suoi partner e clienti i più grandi gruppi industriali Italiani (Comau, Aprilia, Electrolux Zanussi, SCM, Camozzi Group, Sandretto, ...)

Le principali attività dell'ITIA sono: attività di ricerca scientifica e tecnologica finalizzate all'Innovazione di prodotti (Beni Strumentali), processi e organizzazione nei settori del manifatturiero (prevalentemente Meccanico, Calzaturiero, Legno e Arredo, Plastica, Biomedico); gestione di programmi e progetti nazionali e internazionali; servizi per l'innovazione industriale; osservatorio (EPP-LAB) di studi strategici sui bisogni di innovazione tecnologica del manifatturiero e sui paradigmi produttivi e di ricerca-innovazione industriale; formazione prevalentemente attraverso il Master in Ricerca Industriale.

ITIA attualmente impiega più di 100 ricercatori ed è organizzato in una rete di sezioni, laboratori e consorzi distribuiti sul territorio nazionale, ciascuno caratterizzato da ruolo, compiti e finalità complementari.

La sezione ITIA di BARI, dedicata allo sviluppo industriale di macchine e sistemi di produzione e attività di Time to market della ricerca, sarà il principale attore nel progetto di ricerca proposto.

**ISSIA-CNR**, Istituto di Studi e Sistemi Industriali per l'Automazione è l'Istituto di riferimento del Consiglio Nazionale delle Ricerche che ha consolidato negli anni alcune linee di ricerca nel campo prevalente dell'Elaborazione Digitale dei Segnali e delle Immagini. ISSIA ha oltre 33 ricercatori, 16 tecnici, 25 assegnisti e una presenza capillare sul territorio Italiano con sedi e gruppi di ricerca a Bari, Genova e Palermo.

ISSIA opera in collaborazione con imprese, università, centri di ricerca nell'ambito di progetti e contratti industriali regionali e nazionali. Ha partecipato ai più grandi programmi di ricerca svolti in Italia negli ultimi dieci anni nella Ricerca in: Visione Artificiale e Robotica e Analisi e Ricostruzione da Immagini Telerilevate, come "Gestione della sicurezza nella Circolazione Ferroviaria: Metodologie e Tecnologie Innovative per il monitoraggio e la Diagnostica delle Linee e dei Rotabili – "Tecniche di Inspection di manufatti industriali" ecc... ISSIA svolge attività di ricerca di base, con valenza di tipo interdisciplinare, in contesti

principalmente rivolti ai paradigmi innovativi derivanti: dall'intelligenza artificiale, dalla teoria dell'informazione, dalla teoria della probabilità e dalla statistica; dalla teoria della complessità computazionale e dai modelli neurobiologici dell'apprendimento; dai modelli di formazione delle immagini studiando l'interazione luce materia anche in presenza di moto relativo tra lo specifico sensore considerato e la scena; dai metodi basati su regole simboliche, compresa la logica fuzzy, quando i dati del problema risultano vaghi e contraddittori.

La ricerca applicata utilizza tali paradigmi nella realizzazione e sperimentazione di metodologie di apprendimento per: la guida autonoma di veicoli mobili (pianificazione e controllo); il controllo autonomo di bracci robotici; la classificazione automatica di strutture di dati (territoriali e ambientali) da diverse tipologie di immagini; la ricostruzione tridimensionale degli oggetti della scena; la scoperta in modo automatico di informazioni significative dall'analisi di grosse banche di dati per vari domini applicativi (ambiente, territorio, beni culturali, industriale ecc.), il monitoraggio di infrastrutture ferroviarie, la telesorveglianza, il controllo di qualità e, più in generale, l'automazione industriale.

**TAIVER S.r.l.** nasce dall'esperienza di 30 anni trascorsi nel settore della verniciatura da parte dei suoi fondatori. TAIVER produce apparecchi e accessori per la verniciatura, impianti completi per la verniciatura automatica e macchine per verniciare; la propria gamma è una delle più complete nel settore.

Taiver ha affermato la sua presenza nei settori dell'edilizia industrializzata, dell'industria del ferro e del legno, nell'anticorrosione, nell'estrusione, nel travaso, e nelle verniciature automatiche.

Possiede un'ampia gamma di prodotti, in grado di rispondere a richieste in diversi settori, edilizia, legno, industria, tutti supportati da accessori di alta qualità che garantiscono una alta affidabilità ed efficienza.

Nel 2003 la Taiver entra a far parte del consorzio Sintesi, con una propria sede dislocata a Bari, per rafforzare la propria capacità nella ricerca e sviluppo e per aprire nuove produzioni per i nuovi mercati nel Sud Italia e porre le basi per lo sviluppo dei mercati di Paesi emergenti del bacino Mediterraneo.

Compito della sede di Bari è di sviluppare nuove tecnologie per l'applicazione di vernici in polvere e liquide utilizzando i sistemi elettrostatici.

#### **TABELLA DEL TEAM DI RICERCA E RUOLI NEL PROGETTO**

<b>Partner</b>	<b>Tipologia attività</b>	<b>Ruolo</b>
<b>1. ITIA – CNR</b>	Sviluppo sistema di controllo. Costruzione prototipo.	Leader Coordinamento attività Relazione industrie Valorizzazione risultati
<b>2. ISSIA – CNR</b>	Visione artificiale, robotica e analisi e ricostruzione da immagini telerilevate.	Partner. Sviluppo sistema di visione
<b>3. TAIVER</b>	Produzione di sistema di verniciatura. Individuazione della strumentazione ottimale in base al tipo di vernice da utilizzare.	Partner. Sviluppo sistema di spruzzo Validazione dei risultati Industrializzazione

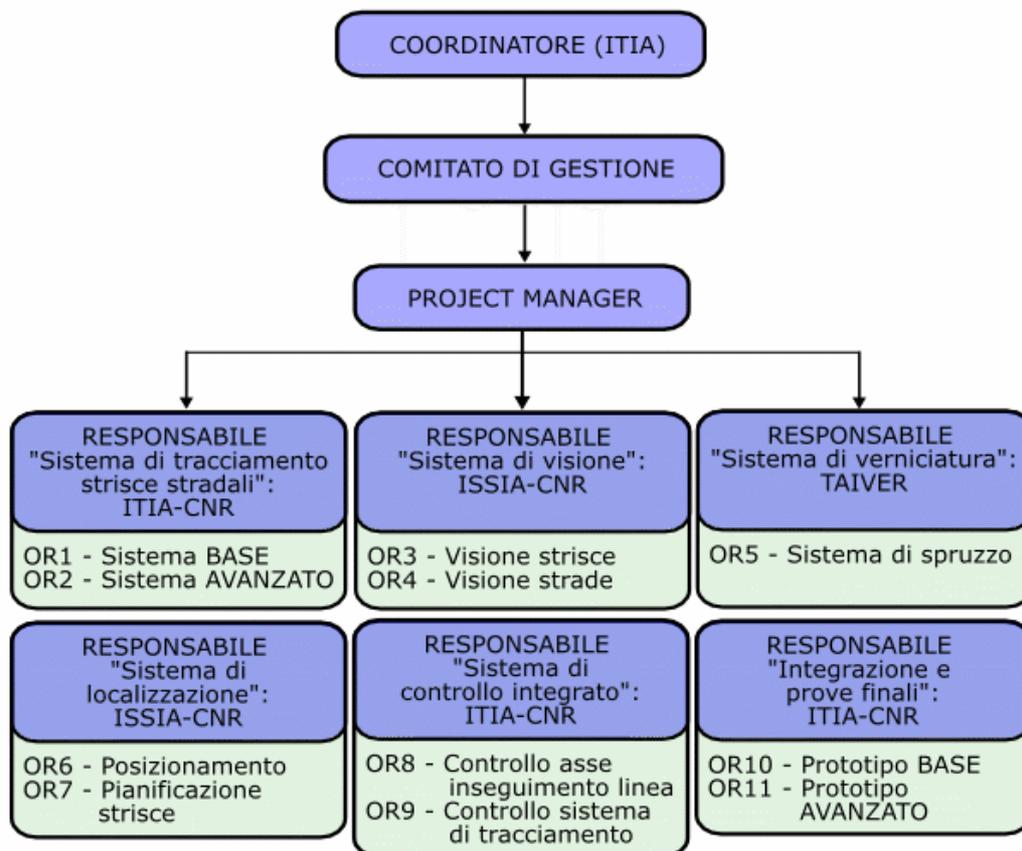
#### **PROCESSI ORGANIZZATIVI**

L'organizzazione e gestione dei lavori di progetto sarà presa in carico da ITIA-CNR, che

coordinerà le attività dei partner, la gestione del rischio e della qualità, e gestirà l'evoluzione ed i cambiamenti di tipo tecnico, finanziario e organizzativo del partenariato.

Il management del progetto per quanto riguarda i piani esecutivi, le direttive tecniche strategiche, e la gestione finanziaria, sarà gestito da un comitato di rappresentanti dei partner.

### STRUTTURA DEL MANAGEMENT



**Figura 6: Struttura del Management**

**Coordinatore:** l'ente coordinatore delle attività sarà ITIA-CNR.

È responsabile:

- del corretto svolgimento del programma di ricerca,
- della comunicazione tra i partner e tra tutti i partner e la Regione Puglia in qualità di ente erogatore,
- della gestione complessiva del progetto, attraverso attività di implementazione della pianificazione e di controllo di tutte le attività,
- del coordinamento di tutti gli aspetti amministrativi e finanziari,
- del rapporto sullo stato d'avanzamento finanziario del progetto che sottopone al Comitato di Gestione,
- del rapporto generale sui progressi generali del progetto che sottopone al Comitato di Gestione.

**Comitato di gestione:** è composto da un rappresentante di ogni partner dell'ATS, ed presieduto dal coordinatore.

- prende decisioni relativamente all'allocazione del budget in linea con quanto previsto dal contratto,
- definisce le linee strategiche del progetto incluso gli aspetti relativi allo sfruttamento dei risultati,
- assicura la risoluzione di eventuali conflitti tra i partner,
- controlla e valuta i progressi del progetto.

**Project Manager:** è una persona appartenente all'ente coordinatore.

- gestisce le attività del progetto verificando le procedure e le attività svolte dai responsabili degli OR,
- prepara i report intermedi e finali (scientifici e amministrativi) di progetto,
- si interfaccia con i responsabili degli OR,
- risponde al comitato di gestione ed al coordinatore.

**Responsabili degli OR:** sono membri degli enti che presiedono alle attività dei singoli OR.

- sono responsabili delle attività dei singoli OR, e della pianificazione giornaliera delle attività,
- devono assicurare lo svolgimento delle attività dei loro OR ed il perseguimento degli obiettivi,
- rispondono al project manager.

**Strumenti e metodi di comunicazione:** Gli strumenti comunicativi saranno agevolati dalla presenza in loco di tutti i partner coinvolti, attraverso riunioni di kick off, di verifica e ripianificazione periodiche, resoconti di lavoro svolto, corrispondenza di posta elettronica, momenti di verifica congiunta, produzione di documenti tecnici.

Sempre a disposizione dei partner ci saranno report sul progresso dei lavori e sulle milestones raggiunte, stato delle spese finanziarie, documentazione di progetto, piano dei lavori.

## **M. Il gruppo leader che garantisce l'eccellenza scientifica**

Il gruppo leader è composto da ricercatori di ITIA-CNR, fin dalla metà degli anni ottanta impegnata in progetti di RST internazionali, europei e nazionali, svolti in cooperazione con imprese, università e centri di ricerca che operano nel settore manifatturiero a livello internazionale.

Di seguito vengono riportati 4 esempi di macchine e sistemi pilota concepiti e realizzati da ITIA-CNR in collaborazione con le imprese.



**Figura 7: Impianto pilota per la produzione di calzature - Lab ITIA-CNR per Design & Mass Customization, Vigevano**



**Figura 8: Impianto pilota per la lavorazione di pannelli Lab ITIA-CNR per Design & Woodworking, Caserta**



**Figura 9: Impianto pilota per processi flessibili di assemblaggio Sezione ITIA-CNR, Bari**



**Figura 10: PKM Celerius Concepita e sviluppata da ITIA-CNR nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerca sui Sistemi di produzione Innovativi**

I domini di attività di ITIA che saranno direttamente coinvolti in questo progetti sono i seguenti:

#### **IRAS - Robotica Industriale e Sistemi di Automazione**

Si occupa di definire e a sviluppare nuove metodologie per la realizzazione di sistemi di produzione cost effective, agili e riconfigurabili.

In particolare durante gli ultimi anni l'attività di ricerca, sviluppata in stretta cooperazione con Industrie e Università Europee ed Italiane, si è concentrata su: sistemi di controllo numerico PCBased modulari, distribuiti e riconfigurabili per soluzioni di automazione flessibile; sistemi Web-Based per la programmazione off-line, il monitoraggio, la supervisione e la diagnosi di processi di produzione robotizzati; lo sviluppo di metodi e strumenti per modellazione, analisi, progettazione, simulazione e implementazione di sistemi di lavorazione innovativi modulari e riconfigurabili in generale e di Macchine a Cinematica Parallela (PKM) come in particolare esplorando anche le applicazioni di tale paradigma a livello MEMS.

## **2MaCS - Controllo di Macchine e Sistemi Manifatturieri**

Le attività di innovazione tecnologia e di ricerca scientifica del dominio riguardano lo studio, la concezione, le definizioni e l'applicazione di metodi e strumenti per l'analisi, la progettazione, la simulazione, l'implementazione ed il collaudo di sistemi di controllo modulante, numerico e logico dal livello di singola macchina sino al livello di impianto manifatturiero distribuito, con riferimento anche alle funzioni di monitoraggio, diagnosi e supervisione.

## **DASM - Analisi e Simulazione Dinamica di Macchinari**

In ITIA-CNR, DASM sviluppa metodologie e strumenti per supportare la progettazione di macchine innovative. Vengono utilizzati sia metodi sperimentali che numerici, concentrando l'attenzione sulle problematiche delle macchine ad alta velocità per le quali è essenziale valutare la dinamica strutturale e l'interazione struttura – controllo.

## **Tabella gruppo leader**

<b>Partner</b>	<b>Tipologia attività</b>	<b>Ruolo</b>
<b>1. ITIA – CNR</b>	Sviluppo sistema di controllo. Costruzione prototipo.	Leader Coordinamento attività Relazione industrie Valorizzazione risultati

## **N. Competenze di management di progetti di ricerca**

### **ITIA-CNR**

Dalla metà degli anni ottanta ITIA è impegnata in progetti di RST internazionali, europei e nazionali, svolti in cooperazione con imprese, università e centri di ricerca che operano nel settore manifatturiero a livello internazionale.

Tra gli altri, ITIA-CNR:

- gestisce e coordina le attività di Eureka Factory DNA, programma finalizzato alla promozione dell'innovazione nell'industria manifatturiera europea attraverso l'introduzione di nuove tecnologie e processi avanzati, competitivi e sostenibili; dove attualmente sono in corso 4 progetti dal budget totale superiore ai 35.000.000€;
- coordina e gestisce, con la Confederazione Europea della Calzatura, il progetto integrato europeo CEC-made Shoe, dove vi sono 54 partner internazionali, impegnati in un progetto della durata di 48 mesi uomo (2004-2008) e dal budget di 25.354.630€;
- è coordinatore tecnico-amministrativo del progetto integrato per PMI "KOBAS", con 21 partner tra centri di ricerca e università, PMI e industrie, della durata di 982 mesi uomo (2004-2007) e con un budget 8.759.000€; entrambi promossi e cofinanziati dal VI programma quadro dell'UE.

I progetti di ricerca dell'Istituto attualmente in corso, sono 22 e sono progetti internazionali (2), europei (7), nazionali (7), Eureka (4) e regionali (2) che vedono impegnati più di 100 giovani ricercatori dell'ITIA.

Tra questi ricordiamo:

### **EUROShoE**

*Development of the processes and implementation of the management tools for the extended User oriented Shoe Enterprise (Progetto di Ricerca)*

Il più grande progetto di ricerca del manifatturiero nell'ambito del V Programma Quadro di RST dell'UE, con 34 partner di 9 paesi e un valore di 17 Meuro. ITIA, coordinatore del progetto, è impegnato nello sviluppo di nuove tecnologie e processi necessari a implementare il paradigma della mass customization nel settore calzaturiero.  
Budget 17.234.107 – Durata 2001-2004

### **CECmade Shoe**

*Comfort, Environmental and Custom made shoe*

ITIA-CNR è coinvolto in diverse parti e nel coordinamento tecnico dell'intero progetto, in particolare ITIA è leader per la definizione del processo: design, manifattura, vendita e facilitatori di processi incrociati, e siamo incaricati dell'attività di dimostrazione dell'integrazione, della valutazione e del trasferimento di tecnologia.

54 partner - Durata 48 mesi uomo (2004-2008) - Budget 25.354.630€

### **St. Joseph**

*New generation woodworking machinery/distributed control with vision for agile furniture factory in JIT enterprise.*

Il progetto si è occupato di sviluppare un sistema per integrare macchine di lavorazione del legno di nuova fattura con sistemi avanzati di informazione distribuita ad architettura aperta e sistemi di visione.

9 Partner tra industrie e centri di ricerca europei - Budget: 30.987.413€ – Durata 1997-2002

**ISSIA-CNR** è attualmente impegnato in numerosi progetti, in vari ambiti, apportando competenze specifiche del contesto dei Sistemi Intelligenti, della robotica e dell'automazione industriale.

Tra i più qualificanti, nell'ambito della robotica e dell'automazione, vi sono:

- Gestione della sicurezza nella Circolazione Ferroviaria: Metodologie e Tecnologie Innovative per il monitoraggio e la Diagnostica delle Linee e dei Rotabili – progetto PON
- Tecnologie diagnostiche e sistemi intelligenti per lo sviluppo dei parchi archeologici del Sud d'Italia – progetto PON
- Tecniche di Inspection di manufatti industriali
- Miglioramento di affidabilità e sicurezza mediante lo sviluppo di un'architettura di processo evoluta per i controlli non distruttivi di strutture aeronautiche
- Macchine di visione intelligenti per la sicurezza e la telesorveglianza

L'Istituto inoltre opera in sinergia con partner industriali (MerMec spa, Telecom Italia, Alenia Aeronautica, ASI, MERMEC S.r.l., etc.) e soggetti del mondo della ricerca (CNR, Enea, Istituto Superiore Sant'Anna, Università nazionali ed estere, Centro Laser scrl) sia nell'ambito della ricerca che nella formazione di eccellenza.

## **O. Identificazione delle condizioni di successo del progetto**

Il progetto, ai fini di una realizzazione nei tempi e con le specifiche obiettivo, necessita di attrezzature hw e sw di progettazione, attrezzature per la costruzione di prototipi e ambienti adeguati alla validazione dei risultati.

La compagine del progetto assicura tutti i requisiti di cui sopra, ed in particolare:

### **O.1 Logistica ambientale**

La struttura che ospiterà il lavoro sul campo per la realizzazione dei prototipi sarà la sede ITIA-CNR di Bari nel complesso di Sintesi S.C.p.A. presso Modugno (BA).

La struttura è fatta di una sezione di uffici affiancata da quattro capannoni industriali adibiti a spazi dove poter eseguire test meccanici o effettivi dei sistemi sperimentali. Tutte le aree sono caratterizzate da controlli di sicurezza e di sorveglianza al fine del mantenimento della integrità delle informazioni.

La struttura ospita già attualmente personale ITIA-CNR, Sintesi e Taiver; la possibilità di condividere la stessa area di lavoro facilita sicuramente il passaggio di informazioni e quindi

accorcia i tempi necessari allo sviluppo dei progetti. D'altra parte la sede si colloca in un'area a forte sviluppo industriale, che rappresenta un polo produttivo per tutta la regione Puglia.

## **O.2 Piattaforme e attrezzature scientifiche di base**

La struttura è ricca di attrezzature scientifiche di base: sono disponibili workstation attrezzate con pacchetti di analisi matematica simbolica e numerica (Maple e Matlab), toolbox per la simulazione e la modellazione di sistemi dinamici (Simulink), toolbox per la progettazione e lo sviluppo di complessi problemi di controllo logico e di supervisione, pacchetti di prototipazione virtuale e funzionale (Adams), tool per la modellazione ad elementi finiti (I-Deas), strumenti CAE di Unigraphics Solutions, PTC e Tecnomatix, sistema di analisi modale sperimentale (CADA-X), sensori e sistemi di Data Acquisition (HP).

Oltre a ciò ci sono diversi prototipi realizzati per altri progetti di ricerca che costituiscono esempi unici, a livello mondiale, di sistemi meccatronici innovativi, prossimi all'utilizzazione industriale che potranno essere utilizzati, così come sta avvenendo, per condurre ulteriori ricerche e approfondimenti per rendere più rapide ed efficaci le fasi di progettazione e realizzazione dei prototipi previsti da progetto.

Il complesso di:

- metodologie, tools, apparecchiature e strumentazione, impianti pilota per la ricerca in corso;
- le conoscenze e competenze espresse dai ricercatori dell'ITIA, di ISSIA e dai progettisti e tecnici di Taiver

costituiscono una infrastruttura formativa che può consentire un'alta professionalizzazione dei partecipanti al progetto in quanto inserisce gli stessi con un ruolo attivo e realistico nella catena del valore che va dalla Ricerca Universitaria alla Innovazione Industriale. Tutto ciò mostra la doppia valenza del progetto, valido non solo per l'importanza dei prototipi che si realizzeranno, ma anche per il ruolo formativo nei confronti dei partecipanti al progetto.

## **P. Esperienza maturata negli ultimi tre anni**

### **ITIA - Consiglio Nazionale delle Ricerche**

Ha lavorato, durante gli ultimi dieci anni, su una strategia di differenziazione che ha condotto l'Istituto a sviluppare una specializzazione "industriale" nei settori più rilevanti per l'economia Nazionale ed Europea.

Sono stati numerosi i progetti, in cui l'Istituto è stato coinvolto con ruoli importanti, nei quali si sono sviluppati progetti per l'innovazione tecnologica, il miglioramento della qualità della vita, la riduzione dell'impatto ambientale ed il miglioramento della sicurezza.

Di seguito un prospetto sintetico dei principali progetti ITIA:

### **Progetti del Programma Nazionale di Ricerca e formazione sui Sistemi di Produzione Innovativi (SPI)**

#### **SPI1 - Metodologie innovative per la realizzazione di stazioni di lavorazioni meccaniche**

8 partner – Durata 950 mesi uomo - Budget 1.239.497€

#### **SPI3 - Stazioni di montaggio modulari.**

10 partner – Durata 613 mesi uomo - Budget 3.615.198€

#### **SPI6 - Sistema automatizzato e integrato per la produzione di calzature.**

10 partner – Durata 1016 mesi uomo - Budget 5.960.016€

#### **SPI7 - Sistema integrato per la progettazione e produzione di prodotti in legno.**

5 partner

### **Progetti Internazionali**

#### ***LicoPro***

*Lifecycle Design for Global Collaborative Production*

Budget 5.590.436€ - 2002-2005

**PROMISE**

*Product Lifecycle Management and Information Tracking using Smart Embedded Systems*

Budget 15.583.400€ - 2004-2007

**PRODCHAIN**

*Development of a decision support methodology to improve logistics performance in production Networks*

Budget 5.807.477€ - 2002-2004

**Symphony**

*A dynamic management methodology with modular and integrated methods and tools for knowledge based, adaptive SMEs*

Budget 7.161.609€ - 2001-2004

**Progetti Europei ed Eureka**

cofinanziati dal V e VI Programma Quadro di Ricerca dell'UE e nei quali ITIA ha avuto responsabilità di management:

**KOBAS**

*Knowledge Based Services provided by a network of High Tech SMEs*

21 partner (6 centri di ricerca e università, 13 PMI e 2 industrie) - Durata 982 mesi uomo (2004-2007)- Budget 8.759.000€

**PAMELA**

*Sviluppo di un sistema innovativo di taglio laser ad alta velocità per fogli metallici sottili*

5 partner internazionali – Durata 2002-2006 - Budget 6.954.000 €

E anche:

**EUPASS**

*Evolvable Ultra-Precision Assembly Systems - 2004-2008*

**Mantys**

*Thematic Network on Manufacturing Technologies - 2001-2005*

**OCEAN**

*Open Controller Enabled by an Advanced real time Network - 2002-2005*

**Prominence**

*Promoting Inter-European Networks of Collaborating Extended Enterprises - 2002-2005*

**VRL KCiP**

*"Virtual Research Lab in Knowledge Management in Production - 2004-2008*

**Assembly-Net**

*Precision Assembly Technologies for Mini and Micro Products (Rete tematica) - 2001-2004*

**Cennet**

*China Europe Network on the Net (rete tematica) - 2002-2004*

**CYCLOP**

*Computerised and Integrated Closing Operations (CRAFT) - 2002-2004*

**DRAGON**

*Development of an InterRActive enGineering portal for Open Network - 2001-2004*

**EF-NET 3**

*European footwear network for electronic trading 3 - 2003-2004*

**E-MMEDIATE**

*Electronic Managing of Product Manufacturing Engineering, Design and inv Applying Information Technology for SMEs - 2002-2003*

**EVEN**

*European Virtual Engineering Network - 2002-2004*

**MECOMAT**

*Mechatronic Compiler for Machine Tool Design - 2001-2004*

**MPA**

*Modular Plant Architecture - 2001-2004*

**ProSecCo**

*Product service codesign - 2002-2004*

**TNEE**

*Thematic Network on Extended Enterprise - 2001-2004*

**Progetti Nazionali**

**COMAU PON**

*Automotive Components Service Manufacturing - 2003-2006*

**Co-Research E-Training**

*Co-Research E-Training - Piattaforma per la Co-Research e I.E-training di Ricercatori Industriali - 2003-2005*

**FAPRI**

*Corso di Formazione per Assistente di progetto di ricerca industriale - 2004-2005*

**MRI 2**

*Master In Ricerca Industriale - Meccatronica e Sistemi di Produzione - 2003-2005*

**MRI 3**

*Master in Ricerca Industriale. Ricercatore Industriale, Specialista nella progettazione di sistemi di produzione innovativi. - 2004-2006*

**PILOT-ICT**

*Nuova piattaforma logistica integrata basata su tecnologie ICT e sistemi decisionali distributivi - 2005-2008*

**MRI 1**

*Master In Ricerca Industriale – MIUR - 2002-2003*

**Pasell**

*Produzione innovativa di componentistica per elettrodomestici tramite riciclo di materiali - 2001-2004*

**SPI1 – Ricerca**

*Metodologie innovative per la realizzazione di stazioni di lavorazione meccaniche - 1999-2004*

**Progetti Regionali****Healthy Shoes**

*Le età del piede: tecnologie e metodologie per la produzione di "healthy shoes" ad alto valore aggiunto. - 2005-2006*

**Net For Mec 2**

*Net For Mec - Seconda fase - Allargamento e consolidamento del network lombardo per lo sviluppo dell'innovazione e delle ricerca nel settore della meccanica strumentale. - 2004-2005*

**MEPROMEC**

*Sviluppo Metodologie per la Progettazione Meccatronica. - 2001-2004*

**Net For Mec**

*Network per lo sviluppo della ricerca nel settore della meccanica strumentale e della meccanica in Lombardia. - 2002-2003*

**ISSIA - Consiglio Nazionale delle Ricerche**

Durante gli ultimi dieci anni, è stato coinvolto in numerosi progetti nell'ambito della Visione Artificiale, Robotica, Analisi e Ricostruzione da Immagini Telerilevate. Tali progetti hanno una importante rilevanza per migliorare la qualità della vita, per l'innovazione tecnologica, per migliorare la sicurezza.

Di seguito un prospetto sintetico dei più recenti progetti ISSIA:

Contratto MIUR-PON, **“Gestione della sicurezza nella Circolazione Ferroviaria:**

**Metodologie e Tecnologie Innovative per il monitoraggio e la Diagnostica delle Linee e dei Rotabili”** – (2003-2005)

Contratto MIUR-Cluster 22 **“Un ponte tecnologico verso coloro che non vedono”**

Contratto MIUR-PON, **“Tecnologie diagnostiche e sistemi intelligenti per lo sviluppo dei parchi archeologici del Sud Italia”**, (2003-2005)

Contratto MIUR leg. 597 **“Tecnologie Innovative e Sistemi Multisensoriali Intelligenti per la Tutela dei Beni Culturali”**,

Contratto FIRB, **“Microtecnologie per la telepresenza immersiva virtuale”**

Contratto ESA, **“Development of SAR inversion Algorithms for Land Applications”**, (2003-2005)

Contratto Alenia-Aeronautica, **“Miglioramento di affidabilità e sicurezza mediante lo**

***sviluppo di un'architettura di processo evoluta per i controlli non distruttivi di strutture aeronautiche***,  
 Contratto MIUR-Cluster 03 ***“Studio di geni di interesse biomedico e agroalimentare”***  
***-“Inversione dati SAR per l'estrazione di parametri geofisici”***  
 Contratto ASI, ***“Tecnologie Robotiche per l'esplorazione planetaria”***, (2003-2004)  
 Contratto Udinese Calcio, ***“Realizzazione di un sistema di rilevazione del fuori gioco nel gioco del calcio”*** (2004)  
 Contratto ARTECO, ***“Un sistema intelligente per la telesorveglianza”***  
 Contratto Pozzo S.p.a.-FREUD, ***“Realizzazione prototipale di un sistema di rilevamento del goal reale”***, (2005)  
 Contratto MASMEC, ***“Tecniche Innovative per il controllo in linea di Componenti Industriali”***, (2004-2005)  
 Contratto ASI, ***“Utilizzo della Missione COSMO- SkyMed nella gestione del rischio frane”***  
 Contratto ASI-Planetek, ***“Sistema di integrazione di immagini Sar GUTTER”***  
 Contratto GAMMA, ***“Development of SAR inversion algorithm for land applications”***, (2003-2005)  
 Contratto Regione Puglia-Ispettorato Regionale delle Foreste, ***“Monitoraggio telerilevato dei boschi”***, (2004-2005)  
 Contratto EKV, Università di Cambridge, ***“Greenland see convection mechanism and their climatic implications”***, (2004-2005)  
 Contratto Noveltis Sas, ***“Assessment of the validity ranges of microwave interaction models”***, (2003-2005)  
 Contratto AQUATER S.p.a, ***“Protezione civile da frane”***, (2004)  
 Contratto Dipartimento Interateneo di Fisica, MIUR, ***“Centro Sperimentale di Nowcasting”***  
 Contratto Comunità Europea, ***“Landslide early warning integrated system – LEWIS”***, (2002-2005).

#### **TAIVER S.r.l. Tecnologie per verniciare**

Ha sempre cercato di seguire le richieste di mercato investendo in ricerca per lo sviluppo di prodotti ad alto contenuto tecnologico in modo da restare sempre competitivo.

Una manifestazione della evidente convinzione che la ricerca sia la chiave fondamentale per la competitività è rappresentato dall'impegno che la Taiver ha avuto in due progetti di Ricerca a livello nazionale:

- Nuove pistole airless per la verniciatura ad alta efficienza.
- Nuove pistole elettrostatiche per la verniciatura a polvere, e liquida ad alta pressione, con turbo generatore ad aria compressa integrato.

Negli anni 2000 – 2002 la Taiver porta a termine un progetto di ricerca che le permette di creare il know-how necessario per la progettazione e la realizzazione in autonomia di ugelli airless in carburo di tungsteno, lanciando una sfida al monopolio statunitense.

Nel 2001 il beneficio apportato da questa ricerca e da ulteriori progetti in essere, ha spinto Taiver a nuovi investimenti con l'acquisto di un capannone destinato alle nuove produzioni.

### 3. Piano di Lavoro *(descrivere il Piano di Lavoro attraverso la definizione di Attività)*

#### Tabella riassuntiva Attività

WBS	ATTIVITA'	DEFINIZIONE
0	<b>Coordinamento Progetto</b>	Attività di coordinamento e gestione progetto e partner.
1	<b>Supporto aree tecniche</b>	Pianificazione attività di dettaglio e coordinamento obiettivi e strumenti.
2	Sistema di tracciamento strisce stradali	Progettazione e sviluppo dell'architettura della struttura e dei componenti hardware e software e di interfaccia del sistema di tracciamento delle strisce stradali.
3	Sistema di Visione	Progettazione e sviluppo dell'architettura hardware e software dei sottosistemi di visione delle strisce stradali e di visione della strada.
4	Sistema di Verniciatura	Progettazione e sviluppo dell'architettura della struttura e dei componenti hardware del sottosistema di verniciatura.
5	Sistema di Localizzazione	Progettazione e sviluppo dell'architettura hardware e software del sottosistema di localizzazione e posizionamento. Realizzazione del software di pianificazione delle strisce stradali.
6	Sistema di controllo integrato	Progettazione e sviluppo dell'architettura hardware e software del sottosistema di controllo.
7	Integrazione e prove finali	Assemblaggio di sottosistemi e parti per realizzazione dei prototipi. Test di funzionamento.
8	<b>Revisione progetto</b>	Revisione intero progetto e consolidamento risultati.

#### Per ogni Attività:

Titolo: <b>Coordinamento progetto</b>		Num: 0
Avvio: 02/10/2006          Durata: 350gg		Impegno totale (mesi/uomo):2,73
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
ITIA CNR	Coordinatore del progetto	2,73

**Obiettivi Realizzativi:**

Gestione e coordinazione del progetto.

**Descrizione dell'Attività:**

Organizzazione e monitoraggio delle attività e valutazione stato di avanzamento del progetto. Coordinamento del progetto e gestione del materiale, delle strutture e del personale. Gestione economica/finanziaria del progetto.

**Risultati attesi:**

- documenti sullo stato di avanzamento
- gestione e coordinamento riunioni
- gestione del personale
- gestione economico/finanziaria
- attività di segreteria

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Questa attività è di supporto a tutte le altre.

Titolo: <b>Supporto aree tecniche</b>		Num: 1
Avvio: 02/10/2006                      Durata: 12gg		Impegno totale (mesi/uomo): 0,91
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
ITIA CNR	Definizione obiettivi e strumenti	0,3
ISSIA CNR	Definizione obiettivi e strumenti	0,3
TAIVER	Definizione obiettivi e strumenti	0,3

**Obiettivi:**

Preparazione e analisi tecnica per la pianificazione delle attività tecniche.

**Descrizione dell'Attività:**

Questa attività ha lo scopo di preparare tutta la documentazione di supporto all'attività tecnica. Nello specifico dopo uno studio preliminare si giungerà alla preparazione dei documenti che contengono le linee guida tecniche per il progetto e gli obiettivi da raggiungere e le relative scadenze.

**Risultati attesi:**

- elenco obiettivi finali e risultati attesi
- diagrammi di attività e criteri di progettazione
- requisiti fornitori e preventivi attrezzature
- specifiche e distinte attrezzature
- disegni e distinte attrezzature specifici delle aree tecniche
- dettaglio pianificazione attività e monitoraggio

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Questa attività è di supporto a tutte le altre e verrà aggiornata costantemente.

<b>Titolo: Sistema di tracciamento strisce stradali</b>		Num: 2
Avvio: 18/10/2006                      Durata: 200gg		Impegno totale (mesi/uomo): 21,82
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
ITIA CNR	Sviluppo struttura meccanica del Sistema BASE e AVANZATO	21,82
<b>Obiettivi:</b> OR1: Sistema BASE OR2: Sistema AVANZATO.		
<b>Descrizione dell'Attività:</b> Progettazione e sviluppo dell'architettura del sistema meccanico BASE e delle sue parti. Progettazione e sviluppo dell'architettura del sistema meccanico AVANZATO e delle sue parti come estensione del sistema BASE. Simulazione e test di verifica.		

**Elenco sottoattività:**

- Pianificazione attività di dettaglio sistema BASE
- Studio sicurezza e norme macchine operatrici stradali
- Studio funzionale prestazioni e dimensioni
- Studio architetture software su sistemi embedded
- Progettazione struttura meccanica e cinatismi
- Progettazione impianto elettrico ed elettronico
- Progettazione interfaccia utente
- Sviluppo software e driver interfaccia utente
- Supervisione lavorazioni meccaniche
- Realizzazione componenti meccaniche e assemblaggio parti
- Sperimentazione sistema e parti
- Pianificazione attività di dettaglio sistema AVANZATO
- Estensione progettazione impianto elettrico ed elettronico
- Estensione progettazione interfaccia utente
- Estensione sviluppo software interfaccia utente e driver
- Sperimentazione sistema e parti

**Risultati attesi:**

- Disegni CAD dei sistemi BASE e AVANZATO.
- Interfacce utente (hardware e software) sistema BASE e AVANZATO.
- Schemi impianti elettrici, elettronici e sensori.
- Realizzazione e assemblaggio componenti e test.

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Con tutte le attività per la realizzazione dei sottosistemi relativamente alla disposizione delle relative parti. Con "Integrazione e prove finali" per la fase di assemblaggio.

Titolo: <b>Sistema di visione</b>		Num: 3
Avvio: 18/10/2006                      Durata: 224gg		Impegno totale (mesi/uomo): 23,18
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
ISSIA	Realizzazione hardware e software sottosistema di visione strisce e strada.	23,18

**Obiettivi:**

OR1: Sistema di Visione Strisce

OR2: Sistema di Visione Strade

**Descrizione dell'Attività:**

Progettazione e sviluppo dell'hardware e del software dei sottosistemi relativi alla visione strisce e visione strade. Simulazione e test di verifica.

**Elenco sottoattività:**

- Studio sistemi di Line following
- Progettazione sistema di visione strisce
- Sviluppo algoritmi e driver visione strisce
- Sperimentazione sistema di visione strisce
- Studio sistemi di Visione Strade
- Progettazione sistema di Visione Strade
- Sviluppo algoritmi e driver per Visione Strade
- Sperimentazione sistema di Visione Strade

**Risultati attesi:**

- Disegni e CAD dei sistemi di visione Strisce e Strade.
- Software, algoritmi e driver dei sistemi di visione Strisce e Strade.

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Con "Sistema di tracciamento strisce stradali" per la definizione degli alloggiamenti. Con "Integrazione e prove finali" per la fase di assemblaggio.

Titolo: <b>Sistema di verniciatura</b>		Num:4
Avvio: mese 18/10/2006                      Durata: 88gg		Impegno totale (mesi/uomo): 6,36
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
TAIVER	Realizzazione hardware sottosistema di spruzzo	6,36

**Obiettivi:**

OR 5: Sistema di spruzzo

**Descrizione dell'Attività:**

Progettazione e sviluppo dell'hardware e dei componenti del sottosistema per la verniciatura delle strisce stradali. Progettazione testina di spruzzo e ugelli.

## Elenco sottoattività:

- Studio funzionale tracciatori stradali meccanici
- Progettazione sistema di verniciatura
- Sperimentazione sistema di verniciatura

**Risultati attesi:**

- Disegni e CAD del sistema di spruzzo e delle testine di spruzzo.
- Scelta delle vernici.

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Con "Sistema di tracciamento strisce stradali" per la definizione degli alloggiamenti. Con "Integrazione e prove finali" per la fase di assemblaggio.

Titolo: <b>Sistema di localizzazione</b>		Num:5
Avvio: 18/10/2006                      Durata: 200gg		Impegno totale (mesi/uomo): 16,82
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
ITIA CNR	Realizzazione hardware e software sottosistema di localizzazione e posizionamento.	5,45
ISSIA	Realizzazione software di pianificazione strisce stradali.	10,91

**Obiettivi:**

OR6: Sistema di posizionamento

OR7: Software di pianificazione strisce

**Descrizione dell'Attività:**

Progettazione e sviluppo dell'hardware e del software del sottosistema per la localizzazione e del software per la pianificazione delle strisce stradali. Simulazione e test di verifica.

Elenco delle sottoattività:

- Studio sistemi di localizzazione e posizionamento
- Progettazione sistema di localizzazione e posizionamento
- Sviluppo algoritmi e driver sistemi di localizzazione
- Test e verifiche sistema
- Sviluppo software posizionamento strisce stradali

**Risultati attesi:**

- Disegni e CAD del sottosistema di localizzazione.
- Software, algoritmi e driver per il sistema di posizionamento
- Sviluppo software per la pianificazione delle strisce stradali (CAD per le strisce stradali)

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Con "Sistema di tracciamento strisce stradali" per la definizione degli alloggiamenti. Con "Integrazione e prove finali" per la fase di assemblaggio.

Titolo: <b>Sistema di controllo integrato</b>		Num: 6
Avvio: 18/10/2006                      Durata: 176gg		Impegno totale (mesi/uomo): 18,64
Partner coinvolti	Ruolo del partner	Impegno (mesi/uomo):
ITIA CNR	Realizzazione sistema di controllo	18,64

**Obiettivi:**

OR8: Sistema di controllo asse inseguimento linea

OR9: Sistema di controllo sistema di tracciamento

**Descrizione dell'Attività:**

Progettazione e sviluppo dell'hardware e del software del sottosistema di controllo.  
Simulazione e test di verifica.

**Elenco sottoattività:**

- Studio sistemi realtime su sistemi embedded
- Progettazione architettura sistema di controllo sistema di inseguimento linea
- Sviluppo algoritmi di controllo assi
- Simulazione e test algoritmi e sistema di controllo
- Estensione algoritmi di controllo e driver
- Simulazione e test algoritmi e sistema di controllo

**Risultati attesi:**

- Architettura del sistema di controllo assi e testina di spruzzo per il sistema BASE.
- Sistema di controllo per il sistema AVANZATO come estensione di quello BASE.
- Software e algoritmi per il controllo.

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Con "Sistema di tracciamento strisce stradali" per la definizione degli alloggiamenti. Con "Integrazione e prove finali" per la fase di assemblaggio.

<b>Titolo: Integrazione e prove finali</b>		<b>Num: 7</b>
Avvio: 04/06/2007                      Durata: 176gg		<b>Impegno totale (mesi/uomo): 22,73</b>
<b>Partner coinvolti</b>	<b>Ruolo del partner</b>	<b>Impegno (mesi/uomo):</b>
ITIA CNR	Assemblaggio parti e componenti sistema BASE e AVANZATO e sperimentazione	11,14
ISSIA CNR	Assemblaggio parti e componenti sistemi di Visione e sperimentazione	6,59
TAIVER	Assemblaggio parti e componenti sistema di spruzzo e sperimentazione	5

**Obiettivi:**

OR10: Prototipo BASE

OR11: Prototipo AVANZATO

**Descrizione dell'Attività:****Assemblaggio di tutti i sottosistemi e costruzione dei prototipi. Installazione del software e test dei prototipi.****Elenco sottoattività:**

- Installazione sul mezzo
- Installazione software
- Montaggio impianto elettrico ed elettronico periferico
- Montaggio sistema di visione strisce
- Montaggio sistema di verniciatura
- Collaudo preliminare sistema
- Collaudo in ambiente privato
- Collaudo su strada
- Integrazione installazione sul mezzo
- Integrazione montaggio impianto elettrico ed elettronico periferico
- Integrazione installazione software
- Montaggio sistema di localizzazione
- Montaggio sistema di visione strade
- Collaudo preliminare sistema di localizzazione e posizionamento
- Collaudo in ambiente privato
- Collaudo su strada

**Risultati attesi:**

- Prototipi funzionanti e interamente testati
- Prove di funzionamento: test preliminari e su strada
- Documentazione tecnica e manuali utente

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Con tutte le attività di realizzazione dei sottosistemi.

<b>Titolo: Revisione</b>		<b>Num: 8</b>
Avvio: 17/03/2008                      Durata: 10gg		<b>Impegno totale (mesi/uomo): 0,91</b>
<b>Partner coinvolti</b>	<b>Ruolo del partner</b>	<b>Impegno (mesi/uomo):</b>
ITIA CNR	Revisore sistema	0,3
ISSIA CNR	Revisore sistema	0,3
TAIVER	Revisore sistema	0,3

**Obiettivi:**

Revisione del progetto e preindustrializzazione.

**Descrizione dell'Attività:**

Questa attività ha lo scopo di verificare e valutare le prestazioni del sistema e di consolidare i risultati.

**Risultati attesi:**

Consolidamento di tutta la documentazione e del sistema.

**Interrelazioni con le altre Attività:**

Tutte le attività.

## 4. Riepilogativo dei Costi

Tabella delle voci di costo:

Voci di costo	€
1. Personale dei soggetti proponenti addetto alle fasi di realizzazione del progetto	289.152
2. Consulenze specialistiche	43.000
3. Licenze d'uso software	9.000
4. Acquisizione di brevetti	15.000
5. Noleggio, leasing ed ammortamento attrezzature	27.650
6. Infrastrutture tecnologiche quali reti di telecomunicazione, cablate, intranet ed extranet e servizi di telecontrollo	72.200
7. Costi generali	22.800
<b>COSTO TOTALE DEL PROGETTO (AL NETTO IVA)</b>	<b>447.194</b>

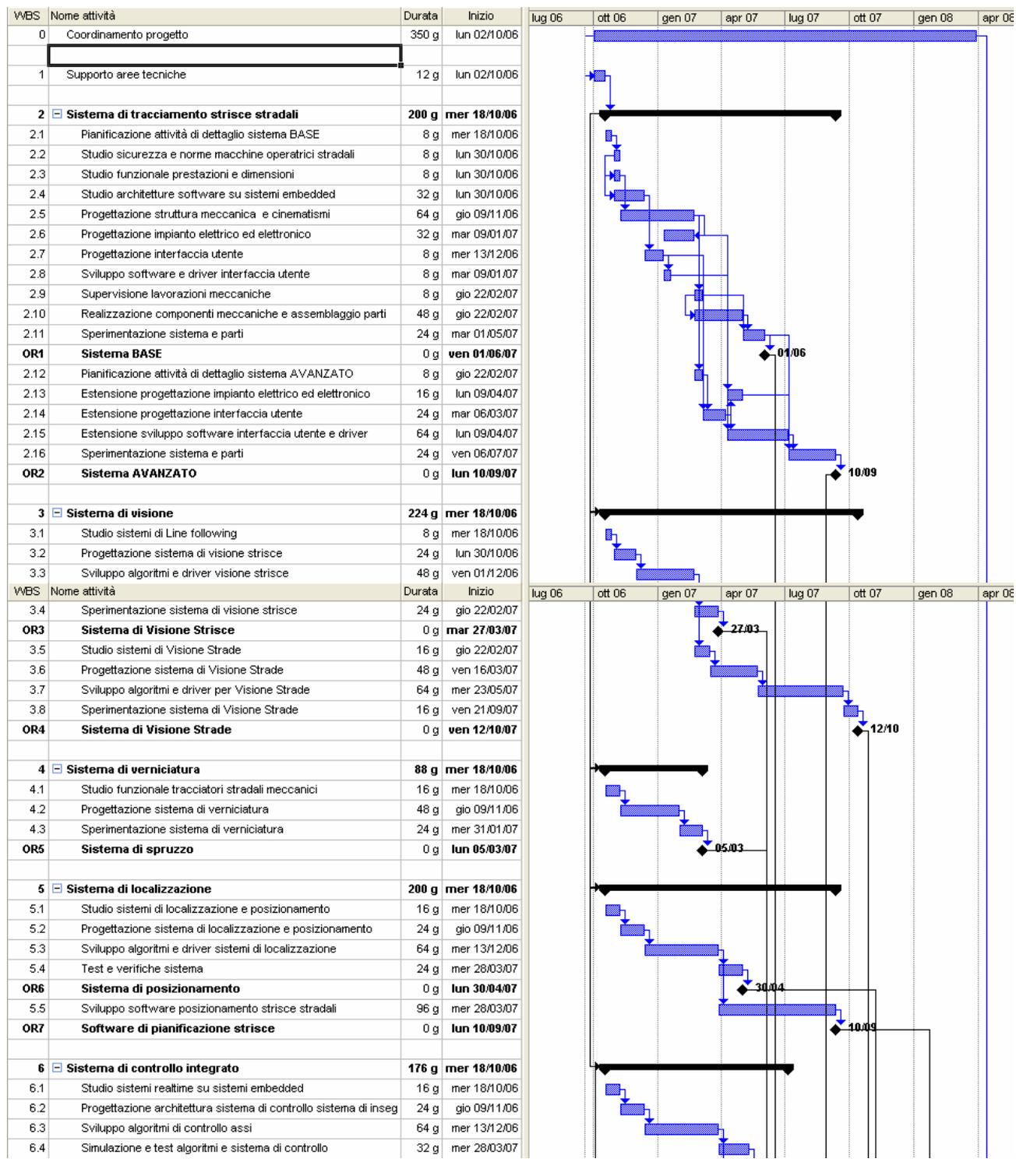
Contributo richiesto (FESR): **357.755 €**

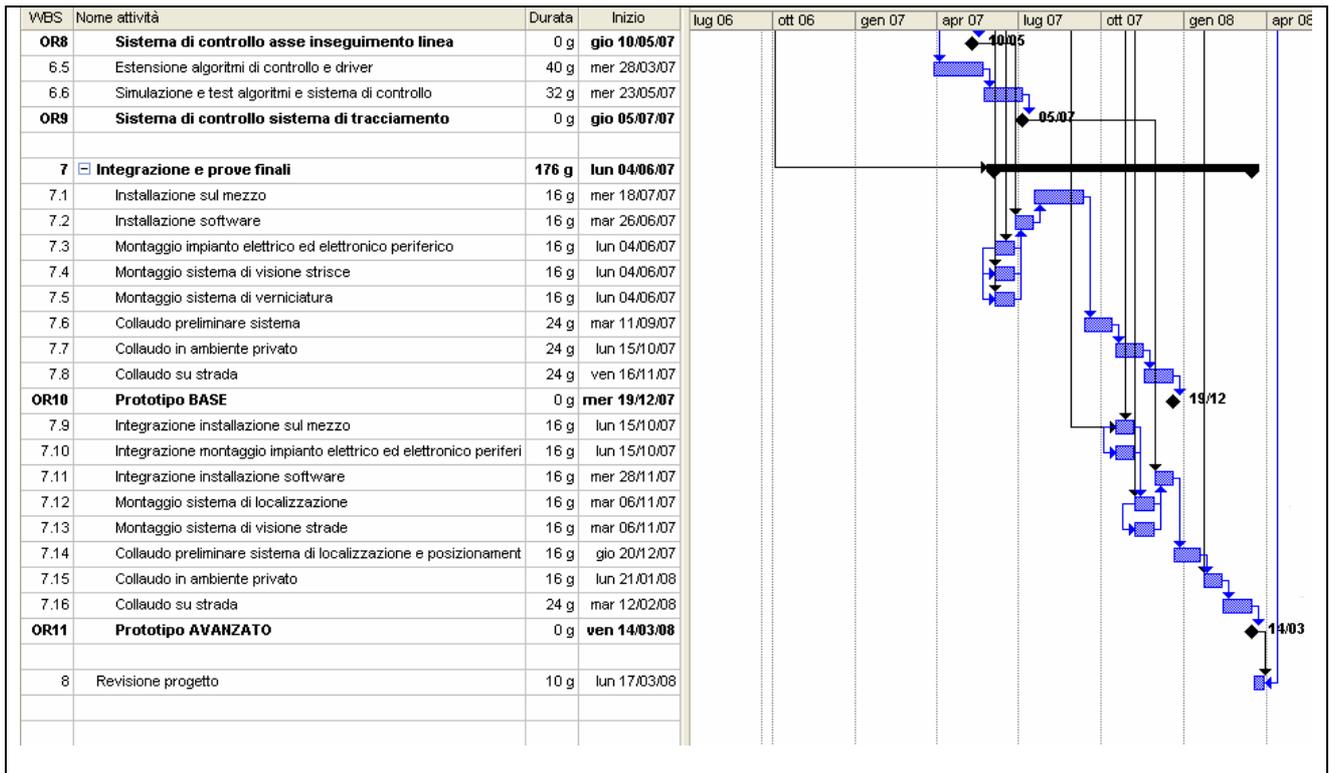
Contributo del settore privato: **45.475 €**

Contributo di altri enti pubblici: **17.983 €**

Contributo proprio: **25.981 €**

## 5. Tabella impegno risorse umane e Cronogramma *(utilizzare un diagramma che evidenzi le attività, l'impegno uomo e la durata, ad es. Gantt (vedi Gantt allegato))*





## 6. Valutazione della proposta progettuale (Art. 6)

### 6.1 Rilevanza e originalità dei risultati

#### 6.1.1 Settore della sicurezza

Il settore della sicurezza stradale è in forte crescita, specie in Italia, dove l'obiettivo è introdurre soluzioni tecnologiche innovative che permettano di facilitare e potenziare le attività manutentive. I dati degli incidenti sulle strade italiane per l'anno 2003 -fonte ACI, ISTAT- sono i seguenti: 225.141 incidenti con 6.015 morti e 318.961 feriti tra gli automobilisti, mentre nelle operazioni di manutenzione e rifacimento della segnaletica stradale vi sono gli oltre 700 infortuni sul lavoro e 5 morti l'anno negli addetti alla manutenzione di Anas e delle società concessionarie che costituiscono purtroppo uno dei tristi contributi dato al mondo del lavoro.

Questi dati sono indicativi dei costi sociali di tale fenomeno e ciò rende un investimento nel settore della sicurezza un elemento non solo eticamente rilevante, ma anche economicamente conveniente.

Lo scopo di questo progetto si adatta perfettamente agli obiettivi fissati a livello comunitario per gli investimenti nella sicurezza stradale: la realizzazione di robot per il tracciamento della segnaletica orizzontale stradale, innoverebbe strategicamente un settore che ad oggi utilizza metodi completamente manuali, imprecisi e soprattutto estremamente pericolosi per l'incolumità di operatori e automobilisti.

#### 6.1.2 Originalità dei risultati di progetto

Negli ultimi anni, grazie all'avanzamento dello sviluppo tecnologico, sono stati condotti numerosi studi per trovare soluzioni innovative di supporto al mantenimento e riparazione delle reti stradali. Diversi prototipi sono stati prodotti e sperimentati con successo direttamente sul campo per la individuazione e chiusura di crepe nell'asfalto, per l'asfaltatura delle massicciate stradali.

Ad oggi, però, esiste una sola società, la Finnish Road Enterprise, che ha sviluppato un sistema di pitturazione, basato sulla visione, che agganciato ad un veicolo permette di ridipingere le linee di mezzera. Il sistema utilizza una telecamera connessa ad un computer e un sistema di controllo del movimento dell'unità di painting. Una volta acquisita l'immagine viene rilevata la vecchia traccia della linea sulla strada. Il software per il processing delle immagini rileva gli edge della linea ed è in grado di distinguere fra la linea effettiva e possibili macchie sulla strada. Una volta rilevata la vecchia traccia il sistema invia dei comandi di movimento ad un sistema di controllo che posiziona l'unità di pitturazione. Per una precisione di posizionamento al di sotto di un millimetro è richiesto che il driver segua la vecchia traccia con una accuratezza di +/-20cm.

La prima fase del progetto si propone di realizzare un apparecchio di questo tipo, che gestisca il ritracciamento di linee preesistenti, con l'obiettivo di portare tale tipo di macchina a un prezzo competitivo, che ne favorisca la diffusione.

La seconda e la terza fase d'altra parte si ripropongono di raggiungere degli obiettivi del tutto innovativi, che mirano ad un cambiamento sostanziale del settore della verniciatura della segnaletica orizzontale stradale.

#### 6.1.2 Rilevanza dei risultati di progetto

La rilevanza della soluzione da sviluppare è dato dall'importante fase di passaggio, che genererebbe tale innovazione da un profilo lowtech del settore ad uno hightech. Questo gioverebbe sia a:

- **utenza** che vedrebbe un servizio migliore e costante. In particolare per gli automobilisti i vantaggi sarebbero in termini di sicurezza durante il tracciamento, perchè le fasi di lavoro sarebbero molto più brevi e condotte da automezzi, piuttosto che da persone a piedi sulla strada. Più sicure sarebbero le strade stesse, dal momento che gli enti o le società gestori delle infrastrutture sarebbero incentivate a tenere la segnaletica in buone condizioni, tenuto conto che i costi per il ritracciamento sarebbero minori, come anche i disagi derivanti, rispetto ai costi sociali sostenuti dalla comunità per gli incidenti automobilistici.

- **società che realizzano la segnaletica orizzontale** che vedrebbero innovarsi un mercato diventato saturo e caratterizzato da margini di guadagno molto bassi. Ad oggi, infatti, il mercato è costituito da tante piccole società che si accaparrano i lavori più modesti, fatte di pochi dipendenti con anni di esperienza nel settore; in tali condizioni la differenza sulla qualità delle opere realizzate è affidata a fattori che sono poco controllabili, quali l'abilità manuale dell'operatore che guida il traccialinee, la variabilità delle condizioni meteorologiche, la disponibilità di trovare e sostituire tecnici operatori abili e di esperienza. La convenienza di una azienda spesso sta nella capacità di risparmiare sulla qualità delle vernici e sulle quantità di materiale steso sull'asfalto. La prospettiva di utilizzare delle tecnologie alternative, all'avanguardia, con un forte valore aggiunto, sarebbe allettante per gli operatori che sosterebbero costi di manodopera nettamente inferiori a fronte di un servizio offerto, qualitativamente migliore. In tal senso bisogna valutare che, nel caso in cui le linee non siano tracciate correttamente, è obbligo della società che pittura cancellare le linee mal tracciate ponendone delle nuove realizzate correttamente; tale processo di cancellazione è estremamente costoso. Parallelamente i significativi avanzamenti nella automazione e nello sviluppo tecnologico sono stati largamente sperimentati e testati nel campo dei sistemi di trasporto. Tali avanzamenti si basano su tecnologie abilitanti che vanno da quelle di calcolo ai sistemi di posizionamento, ai metodi di controllo avanzato, alle interfacce grafiche, alla visione artificiale. L'uso dei computer permette una maggiore riduzione della fatica e dello stress degli operatori umani e fornisce una maggiore velocità di risposta in quelle situazioni che richiedono una attenzione immediata dell'operatore. I sistemi di posizionamento come GPS e sistemi laser sono usati per migliorare la qualità e aumentare l'efficienza del lavoro nei siti di costruzione e manutenzione. Il controllo teleoperato è ampiamente utilizzato in quelle situazioni spiacevoli o pericolose per gli operatori umani. L'uso di telecamere video e relativi processi di elaborazione di immagini forniscono sia un feedback visivo a un possibile operatore per il controllo di dispositivi, sia un mezzo per il controllo autonomo del dispositivo stesso.
- 
- **produttori di macchine traccialinee** che rappresentano i fornitori primi delle tecnologie che si utilizzano nel settore del tracciamento della segnaletica orizzontale sulle strade. Il rinnovo delle tecnologie porterebbe a investimenti per gli operatori, nella direzione del rinnovo dei parchi macchine, nell'acquisto di nuova tecnologia. Un tale cambiamento nel settore darebbe nuovo spazio a nuove aziende intenzionate a investire nella tecnologia, fornendo un valore aggiunto importante ai loro prodotti.

Per raggiungere tali obiettivi, però, sarà fondamentale fare ricorso a tecnologie e conoscenze a **basso costo**, che rendano conveniente il passaggio a nuove tecnologie che richiedono comunque la riorganizzazione del lavoro all'interno dell'azienda e quindi un impegno iniziale, in termini di risorse, non sottovalutabile.

## 6.2 Esemplicità e trasferibilità

### 6.2.1 Esemplicità

La tipologia dell'innovazione presenta carattere di assoluta novità: le competenze acquisite nell'ambito del progetto sono importanti per lo sviluppo delle conoscenze all'interno delle aziende e dei centri di ricerca coinvolti: ci si muove su una linea di lavoro che abbraccia realtà industriale e ricerca insieme.

Il primo prototipo realizzato, BASE, rappresenta un obiettivo importante, necessario per acquisire conoscenze e capacità operative, realizzando una macchina economica, facilmente industrializzabile e collocabile sul mercato.

Queste conoscenze acquisite saranno riutilizzate nello sviluppo del secondo prototipo, AVANZATO, che invece si pone l'ambizioso obiettivo di automatizzare la fase di tracciamento delle linee *ex novo*, che ad oggi nessuna azienda sul mercato ha realmente robotizzato.

Al termine dei due anni di lavoro le competenze acquisite o rafforzate riguarderanno lo

sviluppo di architetture sw e di controllo, e lo sviluppo del sistema di visione. Tutte queste competenze saranno condivise tra i partner e quindi il progetto rappresenterà una occasione di condivisione di mezzi e conoscenze tra mondo della ricerca e realtà industriale.

Le conoscenze scientifico – tecniche sviluppate nell’ambito del progetto potranno altresì avere vaste ulteriori ricadute, sia internamente alla Società, per quanto riguarda lo sviluppo di altri sistemi di manutenzione e analisi delle strade, sia in ambito più generale, tramite l’utilizzo di sistemi di visione e di riconoscimento ambientale in altre applicazioni di robotica mobile.

Questo evidenzia la centralità del progetto all’interno di una politica di finanziamenti che vuole favorire la nascita di idee condivise tra la realtà industriale e quella della ricerca, in modo da puntare sulla esemplarità dei risultati e sulla crescita tecnologica di tutti quei settori industriali che possano trarre benefici dal ricorso all’automazione nei processi di lavorazione.

Nel progetto specifico questi elementi sono fondamentali in quanto l’obiettivo è proprio quello di **aggiornare un settore**, quello della sicurezza stradale, nel quale la Puglia si potrebbe proporre come centro di eccellenza, promuovendo know-how e sviluppo.

### 6.2.2 Trasferibilità

Il progetto in oggetto rappresenta un investimento assolutamente strategico per le aziende coinvolte al fine di assecondare le tendenze del mercato per i prossimi 10 anni, rivolte allo sfruttamento delle possibilità offerte dalle evoluzioni tecnologiche. Tali evoluzioni porteranno importanti risultati nella regione Puglia in termini di:

- **ricaduta economica** in tutto il settore della sicurezza stradale. Si prevede che a trarre i maggiori vantaggi economici saranno i partner industriali di progetto; in particolare per le aziende che si occupano del tracciamento si prevede la possibilità di allargare il mercato, grazie alla disponibilità di tecnologie abilitanti che permettono di ridurre costi di manodopera, incrementando la qualità del lavoro. Le aziende produttrici di macchine traccialinee, poi, sarebbero le prime a trarre vantaggi da questi sviluppi e l’importanza dell’investimento sta nella possibilità offerta di mantenere a livello regionale innovazioni tecnologiche che darebbero al bacino produttivo in esame una posizione favorevole nel mercato della sicurezza stradale.
- **ricaduta occupazionale** per il mercato della sicurezza stradale in Puglia: questo sviluppo nascerebbe dalla innovazione di un settore che attualmente paga il mancato aggiornamento tecnologico. I vantaggi occupazionali si rileverebbero, quindi, in termini di numero di posti di lavoro per le aziende regionali che si occupano della costruzione di macchine traccialinee, in termini di qualità del lavoro per i dipendenti addetti alla verniciatura sulle strade. L’alto valore tecnologico dei prodotti che genererà il progetto, poi, rappresenta un elemento fondamentale per la strategia a lungo termine della Taiver.
- **localizzazione dello sfruttamento industriale:** per quanto il progetto prospetti importanti ricadute su tutto il mercato della sicurezza stradale anche fuori del mercato nazionale, esso sarà sviluppato essenzialmente nella sede di Sintesi S.c.p.a. e quindi i più grossi vantaggi prospettabili per tale progetto andranno all’area industriale che ospita la società. D’altra parte la realtà produttiva in area regionale nel settore delle aziende traccialinee è poco sviluppata e risultati rilevanti del progetto sarebbero sicuramente da stimolo per la nascita di nuove realtà forti della collaborazione *in loco* con la società Sintesi S.c.p.a. che già rappresenta un centro di conoscenza e di ricerca di vitale importanza per il settore delle macchine industriali in Puglia.

In ultima analisi, quindi, le conoscenze che si formerebbero tra i partner del progetto sarebbero facilmente trasferibili a tutte le realtà di settore presenti in Puglia, vista la localizzazione dello sfruttamento, con ampie ricadute economiche e occupazionali. In un secondo tempo tali conoscenze potrebbero essere sfruttate in altre aree produttive nazionali o extranazionali.

## 6.3 Completezza e bilanciamento funzioni e attività

Tutto il ciclo di sviluppo di questo progetto si basa sull'utilizzazione e la realizzazione di parti ad **alto contenuto tecnologico** e l'impiego delle più avanzate conoscenze e dei più avanzati strumenti disponibili a livello di **IT** (Information Technology). Ad ogni fase e per ogni attività è previsto l'impiego e l'acquisizione di conoscenze che riguardano numerosi campi della scienza e che sono state integrate e organizzate utilizzando i più moderni criteri di **Multiproject Management** e di **Quality Function Deployment**. L'evoluzione del prototipo attraverso le tre fasi di sviluppo vede un perfetto bilanciamento delle attività di:

- **meccatronica:** ad ogni fase dello sviluppo è previsto l'utilizzo di strumenti CAD per la progettazione delle parti meccaniche e per il loro riadattamento nelle fasi successive. Saranno utilizzati strumenti avanzati di CAM per l'analisi Multibody e di FEM. La realizzazione delle parti fisiche verrà demandata in parte ai centri specializzati presenti in zona e in parte vedrà la realizzazione diretta presso gli stessi laboratori di Sintesi. Allo stesso modo tutte le fasi di composizione e assemblaggio di parti meccaniche, elettriche, elettroniche ed elettrotecniche sarà eseguito in loco e direttamente dal personale coinvolto nel progetto in un continuum di scambi di conoscenza e di feedback.
- **informatica:** lo sviluppo di programmi, parti di programmi, di modelli matematici e statistici rappresentano uno dei punti chiave di tutto il progetto. Le conoscenze che andranno impiegate riguarderanno in misura eguale tutti i livelli gerarchici del software. Il codice di microprogrammazioni dei sistemi di controllo, delle schede analogiche per il Motion Control e per il l'acquisizione dei segnali dei sensori e delle telecamere rappresenta il livello macchina e la programmazione a più basso livello. Ad un livello immediatamente superiore si pone la configurazione e l'utilizzo dei sistemi operativi real-time con la relativa parte di programmazione con i linguaggi C e C++. A livello applicativo invece si andranno ad utilizzare strumenti RAD a ambienti di sviluppo integrati basati su UML e in grado di supportare lo sviluppo di applicazioni ad oggetti in tutte le sue fasi: OOA, OOD e OOP. I modelli matematici e statistici per gli algoritmi di controllo, per la compensazione di errori e di previsione rappresentano il livello più alto della gerarchia e impiegheranno strumenti appositi di modellazione matematica e statistica.
- **telematica:** nelle fasi AVANZATO e MOBILE del progetto diversi elementi e competenze andranno sviluppate nel campo degli strumenti e delle metodologie di posizionamento satellitare e della comunicazione sicura tra sistemi autonomi. In questa fase saranno analizzati e integrati protocolli di comunicazioni sicuri e sistemi di comunicazioni remoti fault-tolerant per l'interazione e le interfacce con l'operatore.

Tutto il materiale realizzato sarà disponibile in formato elettronico e quindi potrà essere facilmente consultato, modificato e opportunamente organizzato e mantenuto mediante strumenti di archiviazione e di File Sharing.

Infine, la realizzazione di questi strumenti non apporterà soltanto grandi vantaggi per la conoscenza nell'ambito delle strutture e delle organizzazioni coinvolte in questo progetto, ma anche e soprattutto, favorirà **l'accrescimento delle competenze degli utilizzatori** grazie a questi nuovi strumenti high-tech che dovranno essere configurati ed utilizzati opportunamente nonostante le semplificazioni che saranno introdotte per semplificarne l'utilizzo.

La disponibilità di questi prototipi e tutte le attività necessarie per realizzarli potrebbero **favorire lo sviluppo di nuove e interessanti opportunità**. I prototipi sono interamente sviluppati e immediatamente industrializzabili con un minimo sforzo di standardizzazione delle parti meccaniche ed informatiche:

- **la realizzazione di nuovi progetti:** in particolare la competenza maturata nel ambito della manutenzione stradale potrebbe dar vita ad altri progetti di innovazione tecnologica mirati ad aumentare la sicurezza degli operatori e degli utilizzatori. In particolare potrebbero essere direttamente trasferite le competenze relative ai sistemi di visione e ai sistemi autonomi.

- **la messa a disposizione di competenze e servizi specialistici:** le competenze maturate nei diversi ambiti tecnologici sarebbero direttamente rivendibili entro il territorio pugliese e nazionale. Le figure direttamente coinvolte nel progetto acquisirebbero competenze immediatamente rivendibili, soprattutto nell'ambito della Robotica Mobile dove non esistono ancora, tra i proponenti e nel territorio pugliese, competenze di questo tipo.
- **la creazione di nuove opportunità di business:** nuove aziende potrebbero nascere entro il territorio per la realizzazione industriale dei prototipi ovvero per trasferimento di conoscenza in altri settori: sistemi di controllo, sviluppo software, sistemi di posizionamento e localizzazione, robotica mobile, studi di progettazione.

Ogni fase del progetto è organizzata secondo uno o più **cicli di ricerca-progettazione-sviluppo-testing** secondo quanto stabilito dai più moderni criteri di sviluppo iterativo in modo da massimizzare i risultati attesi e mitigare al massimo i rischi di insuccesso e in particolare, riuscire a gestire gli impatti dovuti a specifiche errate e alle mancanze, alle imprecisioni ed agli errori che spesso sono presenti in fase di progettazione.

## 6.4 Qualificazione scientifica dei proponenti e capacità di attivare sinergie

I soggetti proponenti sono tutti ampiamente referenziati per quanto riguarda la capacità di svolgere ricerche di alto spessore scientifico e tecnologico, ma anche per ciò che concerne l'industrializzazione dei risultati scientifici frutto delle ricerche.

A dimostrazione di ciò nei punti 2.J 2.K e 2.M del presente documento è stata riportata un'ampia descrizione della capacità di gestire, organizzare e portare a compimento progetti scientifici comprendenti un alto numero di partner e con elevato budget.

Nello specifico ITIA ed ISSIA, fanno entrambi parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che è a livello nazionale l'ente più accreditato per qualità scientifica delle ricerche che svolge. ITIA ed ISSIA svolgono le loro ricerche in costante collaborazione tra loro, con altre sezioni del CNR e con altri istituti di ricerca, enti ed industrie; questo perchè uno dei principi base nella gestione dei progetti di ricerca è quello della collaborazione sinergica con tutti i partner che possono portare un contributo migliorativo alla già grande competenza degli enti in oggetto.

I due istituti ISSIA ed ITIA dono legati da forti affinità per struttura organizzativa, direzione della ricerca e tipologia degli investimenti, ma sono anche complementari per settori di conoscenza. Questo elemento rende i partner entità capaci di integrarsi in maniera profonda ed efficace:

- **ITIA** svolge ai più alti livelli attività di ricerca scientifica e tecnologica finalizzate all'Innovazione di prodotti, processi e organizzazione, gestione di programmi e progetti nazionali e internazionali, servizi per l'innovazione industriale.
- **ISSIA** raggiunge l'eccellenza nell'elaborazione digitale dei segnali e delle immagini, nella visione artificiale, nella robotica e analisi e ricostruzione da immagini telerilevate.
- **TAIVER** è un partner di tipo industriale che ha già collaborato in passato con ITIA, e tuttora collabora attivamente nelle attività di ricerca che si svolgono all'interno del consorzio Sintesi a Bari, una partnership di ampio respiro all'interno della quale si svolgono numerosi progetti di ricerca. Taiver sarà capace di fornire il suo contributo tecnico maturato nell'esperienza di costruzione di macchine per la verniciatura, contributo che preziosamente dirigerà la ricerca nella direzione della fase di pre industrializzazione.

Al progetto sarà dedicato un gruppo di lavoro altamente qualificato, nel quale ci saranno

ingegneri elettronici, elettrici, informatici, meccanici provenienti dal Master in Ricerca Industriale; coadiuvati da ricercatori junior e senior di ITIA ed ISSIA oltre che ricercatori di Taiver. Il gruppo sarà coordinato da ricercatori senior di ITIA con decennale esperienza nei progetti di ricerca, e in tutti gli aspetti che li riguardano (gestione, coordinazione, programmazione, revisione etc.).

In allegato alla presente ci sono i curricula dei ricercatori impegnati in questo progetto, ovvero:

#### *ITIA CNR*

Ing. Simone Pio Negri

Ing. Antonio Tedone

Ing. Rocco Nicola Lombardi

Ing. Giuseppe Davide Mannone

#### *ISSIA CNR*

Prof. Arcangelo Distante

Dott.ssa Grazia Cicirelli

Ing. Massimo Ianigro

#### *TAIVER*

Ing. Riccardo Tagliabue

## **6.5 Grado di coinvolgimento di giovani ricercatori e sostegno al principio delle pari opportunità**

Il grado di coinvolgimento di giovani ricercatori è ai massimi livelli, in quanto questo progetto è nato su un'idea di un gruppo di giovani ricercatori, laureati in Ingegneria meccanica, elettronica, elettrica, informatica, assegnisti di ricerca di ITIA CNR presso la sede di Sintesi S.C.p.A. di Bari, neo diplomati del Master in Ricerca Industriale di ITIA-CNR.

Il master, promosso da ITIA-CNR in collaborazione con i più importanti attori (Aziende, Enti, Associazioni) operanti nel settore della mecatronica e dei sistemi di produzione, organizza e gestisce in Master in Ricerca Industriale dal 2002. Ad oggi si è giunti alla terza edizione che ha visto coinvolti circa 70 neolaureati in Ingegneria e circa 65 docenti interni ed esterni impegnati sia in attività di ricerca comune che di *tutoring* specialistico.

Esso costituisce un'offerta formativa unica nel panorama Italiano ed Europeo; il suo percorso formativo di tipo specialistico, differenziandosi e arricchendo il percorso Universitario, adotta costantemente una metodica vicina alle pressioni competitive dell'industria, attraverso lunghi periodi di stage in realtà italiane impegnate sul fronte dei sistemi di produzione all'avanguardia.

I ricercatori, a finalizzazione del Master, cercando di generare e applicare nuove conoscenze per l'innovazione di prodotti, processi produttivi e servizi nell'ambito delle imprese, hanno intrapreso un'attività di Ricerca e Sviluppo nel campo della sicurezza stradale che ha portato alla concezione dell'idea oggetto di questo progetto.

L'attività precedente alla stesura di questo progetto è stata quella di ricercare le soluzioni tecnologiche e lo stato dell'arte ad oggi disponibile, le eventuali possibilità commerciali, le ricadute in termini di miglioramento della viabilità e della sicurezza stradale.

Quindi si è passati ad una stesura di dettaglio della soluzione tecnologica innovativa da adottare e alla pianificazione dei lavori; infine alla stesura del presente.

Tutte queste attività sono state svolte dai giovani ricercatori suddetti, coordinati e supervisionati da ricercatori esperti. Un'attività estremamente formativa e coinvolgente.

In caso di approvazione del progetto, l'attività di ricerca vera e propria, così come quella di gestione, e tutte le altre attività correlate allo svolgimento del progetto sarebbero svolte totalmente da giovani ricercatori, con una supervisione e direzione da parte dei ricercatori più

esperti.

Nel gruppo di lavoro sono coinvolti giovani ricercatori, che vedono una presenza assolutamente equilibrata di uomini e di donne, nel pieno rispetto delle pari opportunità.

## **6.6 Grado di coinvolgimento categorie diversamente abili**

Nel corso del progetto non si prevede un coinvolgimento diretto di persone diversamente abili nelle attività di ricerca e sviluppo, poiché attualmente non c'è una presenza delle stesse nel nostro gruppo di lavoro. Tuttavia, poiché le attività di ricerca che si prevede di svolgere non sono discriminanti nei confronti dei diversamente abili, non è da escludersi che nel corso del progetto ci sia un inserimento di nuovo personale di tale categoria.

Per quanto riguarda le ricadute pratiche dei risultati di questo progetto di ricerca nei riguardi delle categorie diversamente abili, si possono fare delle osservazioni su due fronti: da un lato sull'inserimento di lavoratori disabili nel campo della manutenzione stradale; dall'altro sui vantaggi di una migliore manutenzione e gestione stradale nei confronti di chi ha difficoltà alla guida.

### **6.6.1 Vantaggi per gli operatori diversamente abili**

Ad oggi, come già detto, il compito di effettuare la manutenzione stradale, per quanto concerne il tracciamento della segnaletica, è un compito che richiede molta concentrazione, una ottima manualità, buona capacità di visione ed attenzione, e richiede prontezza di riflessi per le condizioni di lavoro a stretto contatto con il transito degli autoveicoli.

Tutte queste necessità impediscono alle categorie di persone diversamente abili, che non abbiano le doti di cui sopra, di poter lavorare in questo settore, sia per l'impossibilità di svolgere certi compiti, sia per la pericolosità del compito a cui si è destinati.

Un sistema di tracciamento automatizzato, che assista l'operatore nella maniera descritta finora, permetterebbe di **eliminare molti degli impedimenti** che precludono questo tipo di lavori alle persone disabili.

La facilitazione del compito dipende dalla semplicità con cui sarà possibile inseguire le linee di riferimento in quanto il sistema automatico interverrà correggendo errori anche di tipo grossolano nel posizionamento dello spruzzatore. In questa maniera non saranno necessarie particolari capacità di osservazione o visive né essere in grado di supervisionare il tracciamento con estrema concentrazione ma sarà sufficiente un controllo della lavorazione meno attento, rivolgendo l'attenzione esclusivamente sul corretto funzionamento del sistema e intervenendo quando il sistema non sia capace di prendere autonomamente una decisione.

Gli operatori non dovranno camminare lungo il percorso ma potranno essere trasportati dallo stesso mezzo su cui è fissato il traccialinee; quindi con dei veicoli opportunamente modificati anche un operatore con scarse capacità locomotorie ma in grado di guidare il mezzo potrà svolgere il compito.

Il sistema di spruzzo non sarà più manuale ma elettronico e servoassistito, per cui basterà agire su di una pulsantiera per comandare il sistema elettronico di controllo dello spruzzo; l'operatività sarà più di supervisione che di effettivo azionamento.

### **6.6.2 Vantaggi per gli utenti diversamente abili**

Dal punto di vista degli utenti delle strade, una persona con difficoltà visive e di concentrazione, o con scarsi riflessi al variare delle condizioni di viabilità e di traffico, trarrà sicuri vantaggi dall'aumento della frequenza con cui la segnaletica potrà essere ritracciata, dal momento che questo migliorerà notevolmente la qualità delle linee, sia per riflettività che per linearità della verniciatura. Questo permetterà una **guida più agevole** anche in condizioni di visibilità non ottimali.

### 6.6.3 Ulteriori sviluppi

Ulteriori sviluppi del progetto potrebbero portare all'aggiunta di nuove funzionalità al robot traccialinee.

Lo sviluppo di sistemi traccialinee automatici che sfruttino anche dei riferimenti opportunamente posti sulla carreggiata renderebbe vantaggioso l'investimento nell'**adeguamento tecnologico della infrastruttura stradale**; questo mediante l'aggiunta di transponder oppure di dispositivi di segnalamento del traffico. Ciò porterebbe indirettamente a forti vantaggi per tutti quei sistemi ausiliari di guida sui quali molto si sta investendo nel campo dell'automotive: a trarre i principali vantaggi dallo sviluppo e dall'espansione di tali tecnologie sarebbero innanzitutto le categorie diversamente abili.

## 6.7 Innovatività delle metodologie e soluzioni proposte

Il progetto intero relativo al mezzo traccialinee automatico si centra sull'integrazione di conoscenze appartenenti a discipline varie, tutte accomunate da un alto contenuto tecnologico e da strumenti avanzati.

Nel progetto si utilizzeranno metodologie frutto di significativi avanzamenti nell'automazione e nello sviluppo tecnologico, largamente sperimentati e testati nel campo dei sistemi di trasporto.

Per l'integrazione in un prodotto rivolto ad un settore ampio quale quello della manutenzione stradale, sarà necessario il ricorso a metodologie del tutto innovative e a un confronto costante con le realtà interessate alla commercializzazione e all'impiego. Tali tecnologie consistono in:

- sistemi di calcolo, simulazione e analisi dei risultati
- sistemi di posizionamento
- metodi di controllo avanzato degli assi
- interfacce grafiche
- sistema di visione artificiale
- sistemi di posizionamento (GPS e laser)
- controllo teleoperato
- uso di telecamere video e relativi processi di elaborazione di immagini

Tali tecnologie sono assolutamente innovative e all'avanguardia, in particolare se raffrontate con lo stato attuale del settore. L'integrazione di tali sistemi a bordo del mezzo traccialinee ne farebbero un prodotto dotato di un valore aggiunto rilevante, fornendo un prototipo di un prodotto che si colloca oltre lo stato dell'arte attuale.

L'innovazione della soluzione da sviluppare interessa un mercato a scarsa tecnologia e con margini di guadagno molto bassi, ad oggi costituito da tante piccole società che si accaparrano i lavori più modesti, fatte di pochi dipendenti con lunga esperienza nel settore.

La prospettiva di utilizzare delle tecnologie alternative, all'avanguardia, con un forte valore aggiunto, sarebbe allettante per gli operatori che sosterrrebbero costi di manodopera nettamente inferiori a fronte di un servizio offerto qualitativamente migliore.

Le innovazioni introdotte nel settore dei traccialinee riguarderebbero l'automatizzazione dello svolgimento del compito, con una velocità operativa e una accuratezza superiori rispetto ai sistemi manuali disponibili. La capacità di operare contemporaneamente su tutte le linee della carreggiata utilizzando più di un sistema traccialinee comporterebbe una diminuzione degli incidenti e dei disagi dovuti ai cantieri presenti sulle carreggiate per il rifacimento della segnaletica orizzontale.

Tutte le tecnologie per la progettazione e lo sviluppo del prototipo traccialinee alle quali si fa riferimento in questo documento, metteranno a disposizione dell'utilizzatore/acquirente finale interfacce e tecnologie avanzate.

## **6.8 Adeguatezza e qualità dell'organizzazione progettuale** (max 20 punti) (2 pagine)

Il modello di organizzazione progettuale proposto nella sezione 2 del presente documento nasce dall'esperienza pluridecennale maturata dai soggetti proponenti nei numerosi progetti in cui sono stati coinvolti con ruoli di primo piano nella gestione e nella ricerca.

In questi progetti, alle volte estremamente complessi da un punto di vista tecnico ma anche organizzativo, con decine di partner partecipanti e organizzati su una durata pluriennale, è maturata la necessità di un'organizzazione progettuale robusta ed efficiente, senza la quale non si sarebbe potuto portare al successo i vari progetti svolti.

Forti di questa esperienza, si è adattata la collaudata organizzazione progettuale predetta al progetto di ricerca oggetto di questo bando.

Infatti il modello organizzativo di cui al punto 2.1 mostra una struttura di management collaudata e di sicura efficacia, dove le singole attività sono coordinate da dei responsabili e supervisionate dal manager di progetto secondo i criteri dettati dal comitato di gestione.

Ogni singolo aspetto organizzativo è curato nei dettagli, dalla pianificazione delle attività alla condivisione dei risultati.

Il management del progetto per quanto riguarda i piani esecutivi, le direttive tecniche strategiche, e la gestione finanziaria, sarà gestito da un comitato di rappresentanti dei partner.

La responsabilità del corretto svolgimento del programma di ricerca, della comunicazione tra i partner, della gestione complessiva del progetto, sarà affidata ad un coordinatore.

La gestione delle attività del progetto verificando le procedure e le attività svolte dai responsabili degli OR, sarà svolta dal Project Manager.

Infine i responsabili degli OR si occuperanno della pianificazione giornaliera delle attività, di assicurare lo svolgimento delle attività dei loro OR ed il perseguimento degli obiettivi, rispondendone direttamente al project manager.

Gli strumenti comunicativi saranno agevolati dalla presenza in loco di tutti i partner coinvolti, attraverso riunioni di *kick off*, di verifica e ripianificazione periodiche, resoconti di lavoro svolto, corrispondenza mediante posta elettronica, momenti di verifica congiunta, produzione di documenti tecnici.

Sempre a disposizione dei partner ci saranno report sul progresso dei lavori e sulle *milestones* raggiunte, stato delle spese finanziarie, documentazione di progetto e piano dei lavori.

Al progetto si è previsto di allocare un numero di risorse adeguate ai vari aspetti realizzativi; risorse altamente qualificate e di comprovata esperienza (come da curricula in allegato al presente documento); ricercatori esperti in progetti di ricerca, svolti in cooperazione con imprese, università e centri di ricerca, a livello nazionale ed internazionale.

Insieme al personale interno, si farà ricorso a consulenze esterne da parte di esperti per quegli aspetti del progetto per i quali non ci sia sufficiente competenza all'interno dei partner partecipanti.

Il lavoro sul campo per la realizzazione dei prototipi si svolgerà nella sede ITIA-CNR di Bari nel complesso di Sintesi S.C.p.A. presso Modugno (BA). La struttura è attrezzata sia per quanto concerne le attrezzature scientifiche per le sperimentazioni, la progettazione, la realizzazione meccanica ed elettronica; comprende gli spazi dove poter eseguire test meccanici o effettivi dei sistemi sperimentali.

Tutte le aree sono caratterizzate da controlli di sicurezza e di sorveglianza al fine del mantenimento della integrità delle informazioni. La struttura ospita già attualmente personale ITIA-CNR, Sintesi e Taiver; sia altri ricercatori, non impegnati direttamente nel presente progetto, che potrebbero supportare l'attività di progetto con le loro competenze.

Questa possibilità di condividere la stessa area di lavoro facilita sicuramente il passaggio di informazioni e quindi riduce i tempi necessari allo sviluppo dei progetti. D'altra parte la sede si colloca in un'area a forte sviluppo industriale, che rappresenta un polo produttivo per tutta la

regione Puglia.

## **6.9 Capacità del progetto di generare o potenziare centri di competenza e di formazione regionali nell'area tematica di riferimento**

Il progetto si colloca perfettamente all'interno di una politica di finanziamenti che vuole favorire la nascita di idee condivise tra la realtà industriale e quella della ricerca, in modo da puntare sulla esemplarità dei risultati e sulla crescita tecnologica.

Nel progetto specifico questi elementi sono fondamentali in quanto l'obiettivo è proprio quello di stimolare e promuovere un settore, quello della sicurezza e della manutenzione stradale, nel quale la Puglia si potrebbe proporre come centro di eccellenza, promuovendo know-how e sviluppo.

I partner di progetto (ITIA-CNR, ISSIA-CNR, TAIVER) sono soggetti che hanno una consolidata esperienza come "motori" dell'innovazione industriale, tramite attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico finalizzate alla competitività e sostenibilità del manifatturiero in Italia ed in Europa.

In collaborazione con imprese, università, e centri di ricerca hanno partecipato ai più grandi programmi di ricerca svolti in Italia e in Europa negli ultimi dieci anni.

Il risultato atteso più rilevante di questo progetto di ricerca è l'incremento del livello tecnologico del settore della manutenzione stradale, oggi configurato come una realtà a basso valore aggiunto in Italia, attraverso l'introduzione di tecnologie già consolidate in altri ambiti applicativi. Questo può certamente fornire nuove spinte produttive al settore delle aziende produttrici di macchine spargilinee e a quello delle aziende che si occupano di tracciamento della segnaletica stradale orizzontale.

E' nostra convinzione che nel caso di successo del progetto proposto, questa nuova tecnologia, grazie ai vantaggi che propone rispetto ai metodi fino ad oggi utilizzati, potrà essere in grado di diventare uno standard nella sua fascia di mercato, portando le aziende del territorio che la adotteranno in una posizione di leadership tecnologica in una prospettiva a medio termine.

Le conoscenze scientifico – tecniche sviluppate nell'ambito del progetto riguarderanno lo sviluppo di architetture sw e di controllo, e lo sviluppo del sistema di visione. L'integrazione di queste tecnologie potrà rappresentare un caso esemplare di applicazione di tecnologie d'avanguardia per la realizzazione di una macchina innovativa in un settore di così ampio impatto sulla mobilità e il vivere comune delle persone. Tutte queste competenze potranno avere vaste ricadute sia per quanto riguarda lo sviluppo di altri sistemi di manutenzione e analisi delle strade, sia in ambito più generale, tramite l'utilizzo di sistemi di visione e di riconoscimento ambientale in altre applicazioni di robotica mobile.

Tali evoluzioni porteranno importanti risultati nella regione Puglia in termini di:

- ricaduta economica in tutto il settore della sicurezza stradale. Le aziende produttrici di macchine traccialinee sarebbero le prime a trarre vantaggi da questi sviluppi e l'importanza dell'investimento sta nella possibilità offerta di mantenere a livello regionale innovazioni tecnologiche che darebbero al bacino produttivo in esame una posizione favorevole nel mercato della sicurezza stradale.

- ricaduta occupazionale per il mercato della sicurezza stradale in Puglia: questo sviluppo nascerebbe dalla innovazione di un settore che attualmente paga il mancato aggiornamento tecnologico. I vantaggi occupazionali si rileverebbero, quindi, in termini di numero di posti di lavoro per le aziende regionali che si occupano della costruzione di macchine traccialinee, in termini di qualità del lavoro per i dipendenti addetti alla verniciatura sulle strade.

- localizzazione dello sfruttamento industriale: per quanto il progetto prospetti importanti

ricadute su tutto il mercato della sicurezza stradale anche fuori del mercato nazionale, esso sarà sviluppato nella sede di Sintesi S.c.p.a. e quindi i più grossi vantaggi prospettabili per tale progetto andranno all'area industriale che ospita la società, che già rappresenta un centro di conoscenza e di ricerca di vitale importanza per il settore delle macchine industriali in Puglia.

- le conoscenze che si formerebbero tra i partner del progetto sarebbero facilmente trasferibili a tutte le realtà di settore presenti in Puglia, vista la localizzazione dello sfruttamento, con ampie ricadute economiche e occupazionali.

- la realizzazione di nuovi progetti: in particolare la competenza maturata nell'ambito della manutenzione stradale potrebbe dar vita ad altri progetti di innovazione tecnologica mirati ad aumentare la sicurezza degli operatori e degli utilizzatori. In particolare potrebbero essere direttamente trasferite le competenze relative ai sistemi di visione e ai sistemi autonomi.

- la collaborazione sullo sviluppo del progetto e del prodotto rafforzerebbe ulteriormente i legami tra centri di ricerca e realtà industriali e produttive, rispondendo a uno degli obiettivi principali che si è posto il Piano Regionale per la Società dell'Informazione, ampliando tali legami a settori e realtà rilevanti.

- la messa a disposizione di competenze e servizi specialistici: le competenze maturate nei diversi ambiti tecnologici sarebbero direttamente rivendibili entro il territorio pugliese e nazionale. Le figure direttamente coinvolte nel progetto acquisirebbero competenze immediatamente rivendibili, soprattutto nell'ambito della Robotica Mobile dove non esistono ancora, tra i proponenti e nel territorio pugliese, competenze di questo tipo.

- la creazione di nuove opportunità di business: nuove aziende potrebbero nascere entro il territorio per la realizzazione industriale dei prototipi ovvero per trasferimento di conoscenza in altri settori: sistemi di controllo, sviluppo software, sistemi di posizionamento e localizzazione, robotica mobile, studi di progettazione.

## **6.10 Ricorso all'impiego di conoscenze multidisciplinari nel campo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione**

Il progetto intero relativo al mezzo traccialinee automatico/autonomo si centra sull'integrazione di conoscenze appartenenti a discipline varie, tutte accomunate da un alto contenuto tecnologico e da strumenti avanzati messi a disposizione dall'IT (Information Technology). Tutte le conoscenze necessarie, appartenenti a numerosi campi della scienza, sono state pianificate mediante moderni criteri di Multiproject Management. Le aree di competenza fondamentali sono: meccatronica, informatica e telematica.

La progettazione **meccatronica** prevede l'utilizzo di strumenti CAD per la progettazione delle parti meccaniche e per il loro riadattamento nelle fasi successive. Per l'analisi Multibody e di FEM saranno utilizzati strumenti avanzati di CAM. Tutte le fasi di progettazione, composizione e assemblaggio di parti meccaniche, elettriche, elettroniche saranno eseguite dal personale coinvolto nel progetto in un continuum di scambi di conoscenza e di feedback, condividendo tecnologie dell'informazione comuni alle problematiche affrontate. Infatti sarà necessario integrare e formare le conoscenze relative ai diversi programmi/linguaggi utilizzati nelle aree tematiche di sviluppo.

D'altra parte una fase fondamentale del progetto è quella relativa allo sviluppo di programmi, parti di programmi, di modelli matematici e statistici (**informatica**). Questo richiederà conoscenze relative a tutti i livelli gerarchici del software, secondo una strutturazione standard per i sistemi automatici. Essenzialmente la struttura dell'architettura sw si svilupperà in: sw macchina o di primo livello, comunicazione e sistema operativo real-time ovvero di secondo livello, sw di interfaccia e algoritmi di controllo ovvero sw di terzo livello. Di seguito una analisi più accurata dei differenti livelli:

- **primo livello:** si riferisce al codice di microprogrammazioni dei sistemi di controllo, delle schede analogiche per il Motion Control e per l'acquisizione dei segnali dei sensori e delle telecamere;
- **secondo livello:** relativo alla configurazione e l'utilizzo dei sistemi operativi real-time con la relativa parte di programmazione con i linguaggi C e C++; nelle fasi AVANZATO e MOBILE del progetto saranno analizzati, integrati e sviluppati, ove necessario, protocolli di comunicazione sicuri e di tipo remoto, di tipo fault tollerant;
- **terzo livello:** prevede l'utilizzo di strumenti RAD, di ambienti di sviluppo integrati basati su UML e in grado di supportare lo sviluppo di applicazioni ad oggetti in tutte le sue fasi: OOA, OOD e OOP. Il cuore di tale architettura interesserà modelli matematici e statistici per gli algoritmi di controllo, per la compensazione di errori e di previsione; tale sviluppo sarà affiancato dalla realizzazione di un'interfaccia del sw relativa a controllo, analisi, configurazione. Sempre nelle fasi AVANZATO e MOBILE si svilupperanno interfacce e sw necessari all'interazione con l'operatore e all'integrazione della comunicazione con il sw di secondo livello.

L'area di conoscenza **telematica** interesserà le fasi AVANZATO e MOBILE del progetto, per le quali si renderà necessario sviluppare e integrare conoscenze relative agli strumenti e alle metodologie di posizionamento satellitare e della comunicazione sicura tra sistemi autonomi.

Come già accennato tutti i risultati e le conoscenze saranno condivisi tra i partecipanti al progetto mediante l'uso di tecnologie e strumenti sw standard, con il duplice risultato di rendere snella ed efficace la condivisione di materiale e conoscenze e di divulgare l'uso di tali strumenti nell'ambito delle strutture e delle organizzazioni coinvolte in questo progetto, favorendo l'**accrescimento delle competenze** delle entità coinvolte.

E' da sottolineare anche che il prodotto stesso che si intende progettare e realizzare avrà come risultato l'impiego di tecnologie d'avanguardia, che saranno messe a disposizione dell'utilizzatore/acquirente finale.

## 7.1 PROSPETTO RIEPILOGATIVO DEI COSTI PER VOCE DI SPESA E ATTIVITA' (vedi tabella allegata)

numero	attività	personale	consulenze	licenze software	brevetti	nolo leasing	infrastrutture tecnologiche	spese generali	IVA	Totale netto IVA
descrizione	totale	totale	totale	totale	totale	totale	totale	totale	totale	
0	Coordinamento Progetto	16.912				180		1.355	183	17.358
1	Supporto aree tecniche	12.304				160		1.118	130	12.453
	<b>FASE I: BASE - Prototipo I - Fittoriatore</b>	122.112	18.000,00	16.000	15.000	13.290	133.900	10.415	16.101	1202.616
	Acquisizione competenze teoriche	113.824	18.000,00	10		1.330	10	1.108	1.157,3	121.689
2.1	Pianificazione attività di dettaglio sistema BASE	11.152	18.000,00			130		1.459	1.145	18.226
2.2	Studio sicurezza e norme macchine operatrici stradali	11.152				130		159	115	11.226
2.3	Studio funzionale prestazioni e dimensioni	11.152						158	110	11.200
4.1	Studio funzionale tracciatori stradali meccanici	12.304				160		118	130	12.453
3.1	Studio sistemi di Line following	11.152				130		159	115	11.226
6.1	Studio sistemi di Line following	12.304				160		118	130	12.453
2.4	Software: architetture su sistemi embedded real-time	14.608				120		1.236	159	14.905
	<b>Sviluppo Hardware</b>	136.864	10,00	14.000	15.000	1.650	130.200	14.386	19.206	182.894
2.5	Progettazione struttura meccanica e cinematici	113.824		12.000	15.000	1.720	17.000	1.927	1.444	136.030
2.6	Progettazione impianto elettrico ed elettronico	14.608				1.240	15.000	1.492	1.955	19.385
3.2	Progettazione sistema di visione strisce	13.456				190	14.000	1.377	1.745	17.179
2.7	Progettazione interfaccia utente	11.152				130	1.200	169	150	11.401
4.2	Progettazione sistema di verniciatura	19.216		12.000		1.480	10.000	1.085	1.226	120.520
6.2	Progettazione architettura sistema di controllo sistema di inseguimento linea	13.456				190	14.000	1.377	1.745	17.179
2.9	Supervisione lavorazione meccaniche	11.152				10		158	110	11.200
	<b>Sviluppo Software</b>	124.132	10,00	12.000		1.630		1.341	1.662	127.501
2.8	Sviluppo software e driver interfaccia utente	11.152		1.500		130		184	102	11.664
6.3	Sviluppo algoritmi di controllo assi	113.824		1.000		1.360		1.759	1.353	115.930
3.3	Sviluppo algoritmi e driver visione strisce	19.216		1.500		1.240		1.498	1.206	10.248
	<b>Costruzione e test parti</b>	117.280				160	3.000	1.017	1.680	120.678
7.1	Installazione sul mezzo	12.304					13.000			15.025
7.2	Installazione software	12.304				160		118	130	12.453
7.5	Montaggio sistema di verniciatura	8.064						1.403	167	8.400
7.3	Montaggio impianto elettrico ed elettronico periferico	12.304						115	119	12.400
7.4	Montaggio sistema di visione strisce	12.304						115	119	12.400
	<b>Sperimentazione</b>	129.952	10.000,00			10.620	1.700	12.564	13.981	149.855
7.6	Collaudo preliminare sistema	13.456	15.000,00			13.000		1.573	1.142,9	10.600
2.11	Sperimentazione sistema e parti	13.456				190		177	145	13.679
3.4	Sperimentazione sistema di visione strisce	13.456				190		177	145	13.679
4.3	Sperimentazione sistema di verniciatura	14.608				120		1.236	159	14.905
6.4	Simulazione e test algoritmi e sistema di controllo	14.608				120		1.236	159	14.905
7.7	Collaudo in ambiente privato sistema di verniciatura	13.456				12.400	1.200	1.303	1.484	15.875
7.8	Collaudo su strada	16.912	15.000,00			14.800	1.500	1.861	1.186,0	16.213
	<b>FASE II: AVANZATO - Prototipo II - Verniciatore autonomo</b>	1155.520	125.000,00	13.000	10	14.060	138.300	11.794	15.369	1232.316
	Acquisizione competenze teoriche	15.760				150	10	1.296	174	16.131
2.12	Pianificazione attività di dettaglio sistema AVANZATO	11.152				130		159	115	11.226
5.1	Studio sistemi di localizzazione e posizionamento	12.304				160		118	130	12.453
3.5	Sistemi di Visione Strade	12.304				160		118	130	12.453
	<b>Sviluppo Hardware</b>	116.328	10.000,00		10	1.480	135.000	13.080	18.093	156.595
2.13	Estensione progettazione impianto elettrico ed elettronico	12.304				120		121	140	12.505
3.6	Progettazione sistema di visione strade	16.912				180	15.000	1.605	1.964	11.733
2.14	Estensione progettazione interfaccia utente	13.456				190	10.000	1.677	1.795	12.429
5.2	Progettazione sistema di localizzazione e posizionamento	13.456	10.000,00			190	120.000	1.677	1.529,5	129.929
	<b>Sviluppo Software</b>	194.464	10.000,00	13.000	10	12.040	10	15.475	13.419	111.560
2.15	Estensione sviluppo software interfaccia utente e driver	11.152				130		159	149	11.226
5.3	Sviluppo algoritmi e driver sistemi di localizzazione	19.216				130		1476	129	19.863
5.5	Sviluppo software posizionamento strisce stradali	127.648	10.000,00	13.000		1.240		12.044	12.547	140.385
6.5	Estensione algoritmi di controllo e driver	18.432				1.480		1.946	1.238	19.620
3.7	Sviluppo algoritmi e driver per Visione Strade	127.648				1.720		1.148	1.356	129.430
	<b>Costruzione e test parti</b>	111.520				160	2.000	1.679	1.457	113.803
7.9	Integrazione installazione su mezzo	12.304					12.000	1.215	1.369	14.150
7.10	Integrazione montaggio impianto elettrico ed elettronico periferico	12.304						115	119	12.400
7.11	Integrazione installazione software	12.304				160		118	130	12.453
7.12	Montaggio sistema di localizzazione	12.304						115	119	12.400
7.13	Montaggio sistema di visione strade	12.304						115	119	12.400
	<b>Sperimentazione</b>	127.648	15.000,00			11.330	1.300	12.264	13.316	144.226
7.14	Collaudo preliminare localizzazione e posizionamento	13.456				13.000		1.323	1.554	16.226
2.16	Sperimentazione sistema e parti sistema	13.456				190		177	145	13.679
3.8	Sperimentazione sistema di visione strade	14.608				120		1.236	159	14.905
6.6	Simulazione e test algoritmi e sistema di controllo	14.608				120		1.236	159	14.905
7.15	Collaudo in ambiente privato	14.608				3.200	1.300	1.405	1.651	17.863
7.16	Collaudo su strada	16.912	15.000,00			14.800	1.000	1.886	1.194,8	16.650
8	Revisione progetto	12.304				160		118	130	12.453
	<b>TOTALE COSTO PROGETTO</b>	1.289.152	143.000,00	19.000	15.000	127.650	172.200	122.800	131.608	1.447.194

## 7.2 PROSPETTO RIEPILOGATIVO DEI COSTI PER PARTNER E ATTIVITA' (vedi tabella allegata)

Attività		Partner			Totale netto IVA
numero	descrizione	ITIA	ISSIA	TAIVER	
0	Coordinamento Progetto	17.358			17.358
1	Supporto aree tecniche	1818	1818	1818	12.453
<b>FASE I: BASE - Prototipo I - Ritracciatore</b>		<b>124.030</b>	<b>134.746</b>	<b>143.840</b>	<b>1202.616</b>
Acquisizione competenze teoriche		15.558	13.679	12.453	21.689
2.1	Pianificazione attività di dettaglio sistema BASE	18.226			18.226
2.2	Studio sicurezza e norme macchine operatrici stradali	11.226			11.226
2.3	Studio funzionale prestazioni e dimensioni	11.200			11.200
4.1	Studio funzionale tracciatori stradali meccanici			12.453	12.453
3.1	Studio sistemi di Line following		11.226		11.226
6.1	Studio sistemi di Line following	12.453			12.453
2.4	Software: architetture su sistemi embedded real-time	12.453	12.453		14.905
Sviluppo Hardware		55.195	17.179	120.520	82.894
2.5	Progettazione struttura meccanica e cinatismi	136.030			136.030
2.6	Progettazione impianto elettrico ed elettronico	19.385			19.385
3.2	Progettazione sistema di visione strisce		17.179		17.179
2.7	Progettazione interfaccia utente	11.401			11.401
4.2	Progettazione sistema di verniciatura			120.520	120.520
6.2	Progettazione architettura sistema di controllo sistema di inseguimento linea	17.179			17.179
2.9	Supervisione lavorazione meccaniche	11.200			11.200
Sviluppo Software		17.254	10.248	0	27.501
2.8	Sviluppo software e driver interfaccia utente	11.664			11.664
6.3	Sviluppo algoritmi di controllo assi	15.590			15.590
3.3	Sviluppo algoritmi e driver visione strisce		10.248		10.248
Costruzione e test parti		19.878	12.400	18.400	20.678
7.1	Installazione sul mezzo	5.025			5.025
7.2	Installazione software	12.453			12.453
7.5	Montaggio sistema di verniciatura			18.400	18.400
7.3	Montaggio impianto elettrico ed elettronico periferico	12.400			12.400
7.4	Montaggio sistema di visione strisce		12.400		12.400
Sperimentazione		26.146	11.241	12.468	49.855
7.6	Collaudo preliminare sistema	16.867	11.867	11.867	10.600
2.11	Sperimentazione sistema e parti	13.679			13.679
3.4	Sperimentazione sistema di visione strisce		13.679		13.679
4.3	Sperimentazione sistema di verniciatura			14.905	14.905
6.4	Simulazione e test algoritmi e sistema di controllo	14.905			14.905
7.7	Collaudo in ambiente privato sistema di verniciatura	11.958	11.958	11.958	5.875
7.8	Collaudo su strada	18.738	13.738	13.738	16.213
<b>FASE II: AVANZATO - Prototipo II - Verniciatore autonomo</b>		<b>128.141</b>	<b>104.174</b>	<b>0</b>	<b>1232.315</b>
Acquisizione competenze teoriche		13.679	12.453	0	16.131
2.12	Pianificazione attività di dettaglio sistema AVANZATO	11.226			11.226
5.1	Studio sistemi di localizzazione e posizionamento	12.453			12.453
3.5	Sistemi di Visione Strade		12.453		12.453
Sviluppo Hardware		44.863	11.733	0	56.595
2.13	Estensione progettazione impianto elettrico ed elettronico	12.505			12.505
3.6	Progettazione sistema di visione strade		11.733		11.733
2.14	Estensione progettazione interfaccia utente	12.429			12.429
5.2	Progettazione sistema di localizzazione e posizionamento	29.929			29.929
Sviluppo Software		41.745	69.815	0	111.560
2.15	Estensione sviluppo software interfaccia utente e driver	12.263			12.263
5.3	Sviluppo algoritmi e driver sistemi di localizzazione	19.863			19.863
5.5	Sviluppo software posizionamento strisce stradali		140.385		140.385
6.5	Estensione algoritmi di controllo e driver	19.620			19.620
3.7	Sviluppo algoritmi e driver per Visione Strade		129.430		129.430
Costruzione e test parti		11.403	12.400	0	13.803
7.9	Integrazione installazione su mezzo	14.150			14.150
7.10	Integrazione montaggio impianto elettrico ed elettronico periferico	12.400			12.400
7.11	Integrazione installazione software	12.453			12.453
7.12	Montaggio sistema di localizzazione	12.400			12.400
7.13	Montaggio sistema di visione strade		12.400		12.400
Sperimentazione		26.453	17.774	0	44.226
7.14	Collaudo preliminare localizzazione e posizionamento	13.113	13.113		16.225
2.16	Sperimentazione sistema e parti sistema	13.679			13.679
3.8	Sperimentazione sistema di visione strade		14.905		14.905
6.6	Simulazione e test algoritmi e sistema di controllo	14.905			14.905
7.15	Collaudo in ambiente privato	13.931	13.931		17.863
7.16	Collaudo su strada	10.825	15.825		16.650
8	Revisione progetto	1818	1818	1818	12.453
<b>TOTALE COSTO PROGETTO</b>		<b>1.261.164</b>	<b>1.140.555</b>	<b>145.475</b>	<b>1.447.194</b>

### 7.3 PROSPETTO RIEPILOGATIVO DEI COSTI PER VOCE DI SPESA E PARTNER *(vedi tabella allegata)*

Partner	Personale	Consulenze	Licenze Software	Brevetti	Nolo leasing	Infrastrutture tecnologiche	Spese generali	IVA	Totali netto IVA
ITIA	1151.872	133.000	13.500	115.000	112.780	152.083	112.953	120.025	1261.164
ISSIA	1106.944	110.000	13.500	10	110.770	19.883	17.347	17.889	1140.555
TAIVER	130.336	10	12.000	10	14.100	110.233	12.500	13.694	145.475
<b>Totali</b>	<b>1289.152</b>	<b>143.000</b>	<b>19.000</b>	<b>115.000</b>	<b>127.650</b>	<b>172.200</b>	<b>122.800</b>	<b>131.608</b>	<b>1447.194</b>

# DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

(ai sensi dell'art.76 del DPR del 28/12/00 nr.445)

Il sottoscritto Francesco Jovane, nato a Cava Dè Tirreni (SA), il 06/10/1935 e residente in Basiglio (MI) via V. Marconi Res. Betulle, 111, consapevole della responsabilità penale cui può andare incontro in caso di dichiarazioni mendaci, ai sensi dell'art. 76 del DPR del 28/12/00 n. 445, in qualità di Rappresentante Legale dell'Ente ITIA - CNR, con sede in Viale Lombardia 20/A (MI), in riferimento alla domanda di agevolazione relativa al Bando "Progetti Pilota a sostegno dell'innovazione delle Imprese e dello Sviluppo Sostenibile" Misura 6.2 Azione C) del POR Puglia 2000-2006,

## DICHIARA

1. che si autorizza la Regione Puglia, ai sensi dalla legge n° 675/1996 e successive modifiche ed integrazioni, all'utilizzazione delle informazioni fornite con il progetto "ALSIS - Sistema Meccatronico Innovativo per la Sicurezza Stradale", limitatamente a quanto di competenza per la gestione della Misura 6.2 Azione C) Bando "Progetti Pilota a sostegno dell'innovazione delle Imprese e dello Sviluppo Sostenibile" POR Puglia 2000-2006;
2. che si autorizza la Regione Puglia ad avviare, anche in collaborazione con altri soggetti e citandone la fonte, iniziative tese alla pubblicazione, divulgazione e comunicazione di tutte le informazioni contenute nei lavori candidati al finanziamento con l'obiettivo di favorirne la valorizzazione;
3. che le informazioni fornite nel presente documento sono veritiere e che il progetto per il quale si chiede il finanziamento non ha ottenuto altri finanziati dall'U.E. e/o da altre Amministrazioni in tutto o in alcuna delle sue parti;
4. di essere a conoscenza che i risultati del progetto sono di proprietà della Regione Puglia e potranno da questa essere messi gratuitamente a disposizione degli Enti Pubblici e delle Amministrazioni che ne faranno richiesta.

La presente proposta progettuale è composta di n. 62 pagine, numerate da 1 a 62, tutte siglate.

.....  
(data)

.....  
(Firma del responsabile del soggetto proponente)

N.B. Allegare fotocopia di un documento di riconoscimento in corso di validità controfirmato per esteso in originale.