



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	1 / 12	

## REAL-TIME SYSTEMS

# *SISTEMA DI SUPERVISIONE, AUTOMAZIONE E TELECONTROLLO DI TUNNEL STRADALE / AUTOSTRADALE*

**ANDROMEDA SRL**

## **DESCRIZIONE DI PRODOTTO SOFTWARE**

**ALLEGATO TECNICO D'OFFERTA (INTRODUZIONE)**

Preparato da: Adriano Autino - Andromeda s.r.l.

Come riferire questo documento: A. Autino - Andromeda s.r.l. – Descrizione di prodotto software “Sistema di Supervisione, Automazione e Telecontrollo di Tunnel Stradale / Autostradale” – SAT2003\_PDD\_AN\_000159\_ANDRO



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	2 / 12	

## INDICE

pag. #

<b>1.</b>	<b>IL CONTROLLO DI TUNNEL STRADALI</b> .....	<b>3</b>
1.1	Composizione del sistema.....	3
1.2	Filosofia del controllo tunnel.....	5
1.2.1	Il processo fisico.....	5
1.2.2	Criteri di disegno architetture.....	6
1.2.3	Affidabilità e sicurezza del sistema e del software.....	6
1.3	Impianti controllati ed interfacciati.....	11
1.4	Progettazione.....	12
<b>2.</b>	<b>SISTEMA DI SUPERVISIONE</b> .....	<b>12</b>
2.1	Funzioni del sistema di supervisione.....	12
2.2	Pagine grafiche.....	14
2.3	Trend.....	18
2.4	Funzioni di comando remoto.....	18
2.5	Funzioni ausiliarie.....	19
<b>3.</b>	<b>SISTEMA DI AUTOMAZIONE</b> .....	<b>21</b>
3.1	PLC di Automazione Tunnel.....	21
3.1.1	Il PLC.....	21
3.1.2	Periferica di i/o remoto.....	21
3.1.3	Software.....	21
3.1.3.1	Procedure automatiche.....	21
3.1.3.2	Monitoraggio continuo.....	23
3.1.3.3	Comandi e forzature.....	23
3.2	PLC di Automazione Svincolo.....	24
3.2.1	Hardware.....	24
3.2.2	Software.....	24
3.2.2.1	Procedure automatiche.....	24
3.2.2.2	Monitoraggio continuo.....	25
3.2.2.3	Comandi e forzature.....	25



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	3 / 12	

# 1. IL CONTROLLO DI TUNNEL STRADALI

## 1.1 Composizione del sistema

Il Sistema di Supervisione, Automazione e Telecontrollo (SAT) Tunnel è composto dai seguenti elementi di principio:

- ▶ **SUPERVISIONE** – completo di software SCADA (Server e Client), pagine grafiche, funzioni di archiviazione dati, funzioni di comando remoto degli impianti tecnologici, funzioni di monitoraggio remoto degli impianti tecnologici.
- ▶ **AUTOMAZIONE TUNNEL** – o parte di Tunnel, completo di software per il rilevamento dati ed il comando degli impianti tecnologici (Ventilazione, Ambientale, Illuminazione, Sicurezza).
- ▶ **AUTOMAZIONE SVINCOLO** – completo di software per il rilevamento dati ed il comando degli impianti tecnologici dello svincolo/casello (Illuminazione, Sicurezza).
- ▶ **FUNZIONI AUSILIARIE** – per la gestione di verbali, amministrazione del sistema e dei dati, manutenzione impianti.
- ▶ **INTERFACCIAMENTO IMPIANTI** – TVCC, RADIO, SOS, Rilevamento Automatico Incidenti, Controllo Sagome e Sorveglianza Traffico, Rete WAN, Pannelli a Messaggio Variabile.

**Le Pagine grafiche** hanno la funzione di visualizzare lo stato di ogni dispositivo del sistema e di consentire interventi sul sistema stesso, mentre le “Funzioni ausiliarie” hanno il compito di fornire informazioni aggiuntive (tipicamente verbali e statistiche), e di gestire il corretto utilizzo delle risorse di memoria.

**Il software PLC** – caricato in download dal server di supervisione – gestisce in completa autonomia, ed in modo integrato, tutte le procedure automatiche e le funzioni di monitoraggio e comando degli impianti tecnologici.

In caso di failure della rete LAN, i PLC sono programmati per funzionare in modo degradato, in modalità “isola”, o comunque utilizzando la parte di rete ancora funzionante, secondo gli ultimi comandi o setup ricevuti, prima della disintegrazione.

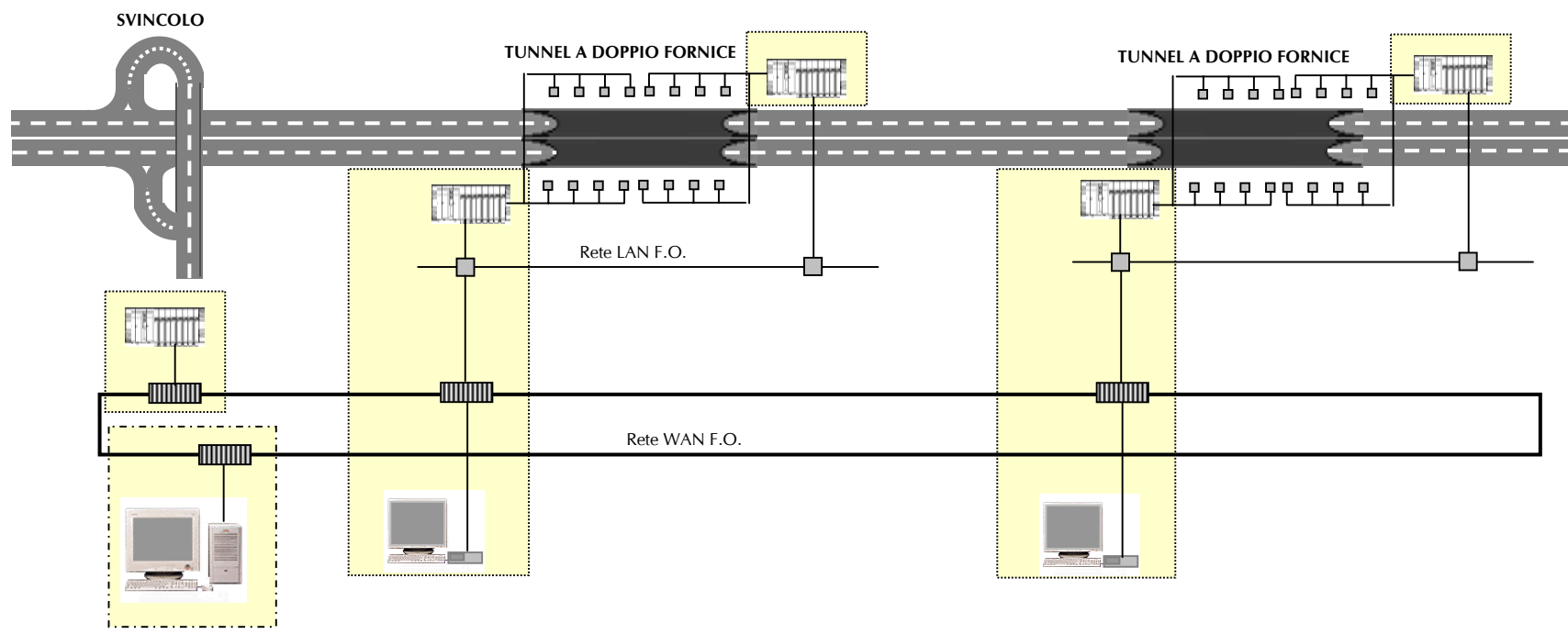
**Lo SCADA** utilizzato consente la connessione di workstation Client, mediante la semplice connessione in rete LAN della workstation, su cui sia stata installata una licenza Client del software SCADA.

È inoltre possibile la connessione remota tramite internet, mediante software Client dello SCADA su browser.



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO		<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.: 1	
Date:	23/03/2003	Page: 4 / 12	

Figura 1.1 Architettura di principio del sistema di Supervisione, Automazione e Telecontrollo



**LEGENDA:**

	PLC		Switch ottico Rete WAN (Gigabit Ethernet)		Server del Sistema di Supervisione
	I/O Remoto, Bus di Campo in rete F.O.		Cabina Elettrica, di tunnel o di svincolo		Client del Sistema di Supervisione
	Switch ottico Rete LAN		Sala del Posto Centrale di Controllo		



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	5 / 12	

## 1.2 Filosofia del controllo tunnel

### 1.2.1 Il processo fisico

Il tunnel stradale, benchè aperto ai lati e talvolta in mezzera, può essere considerato un sistema fisico delimitato, i cui processi – primariamente la dinamica dei gas all'interno – possono essere analizzati e modellati in modo integrato.

Anche il sistema di controllo, quindi, non può essere visto come un insieme di macchine che operano in modo indipendente l'una dall'altra (benchè, in condizioni degradate, occorra garantire *anche* questo modo di funzionamento).

Il sistema di controllo tunnel deve invece essere concepito come sistema integrato, in cui l'azione delle diverse macchine viene correlata, coordinata e reciprocamente informata.

La teoria che sta alla base del nostro software ingloba sia concetti fisici sia concetti derivati dall'esperienza. La propagazione dei gas ed il movimento delle fonti di inquinamento nel tunnel, le vibrazioni provocate dal passaggio dei mezzi pesanti sugli switch elettromeccanici, solo per fare due esempi, ci portano a tarature particolari degli algoritmi e dei tempi di tolleranza/persistenza degli allarmi. Altre considerazioni ci portano a definire criteri particolari di attendibilità delle misure, degli strumenti e degli allarmi.

Nella moderna concezione della *Galleria Dinamica*<sup>(2)</sup>, soprattutto per quanto attiene all'analisi della dinamica del traffico e degli incidenti, il tunnel non è considerato un elemento a se stante, ma è inserito nel suo contesto. Un tunnel stradale è quindi considerato parte di un sistema composto da:

[Sistema stradale d'accesso] + [Tunnel] + [Sistema stradale d'uscita].

Ne consegue la necessità dell'analisi puntuale anche del contesto geo-morfico in cui il sistema si inserisce, il ventaglio delle condizioni climatiche e meteorologiche possibili, e di tutte le condizioni che differenziano il caso specifico dal caso astratto.

Altri elementi di analisi che differenziano il caso specifico dal caso generale sono almeno i seguenti:

- ▶ la conformazione del tunnel e le eventuali pendenze;
- ▶ la lunghezza;
- ▶ singola o doppia canna;
- ▶ la presenza o meno di viadotti in ingresso ed in uscita del tunnel;
- ▶ la realizzabilità di bypass carrabili e pedonali tra le due canne di un tunnel a doppia canna;
- ▶ la presenza di camini di ventilazione.



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	6 / 12	

## 1.2.2 Criteri di disegno architettuale

Il sistema si conforma, inoltre, ai seguenti requisiti, derivati dallo studio teorico dei processi interni al tunnel e dall'esperienza:

- a) il livello 2 del sistema (PLC) deve essere completamente autonomo, in grado di funzionare sia in presenza sia in assenza del livello 3 (sistema di supervisione), in presenza o in assenza di presidio al posto centrale di controllo;
- b) l'azione dei PLC deve essere integrata e coordinata, infatti molte procedure automatiche richiedono l'azione integrata di più di un PLC, ed in molti casi – per fini diagnostici e di attendibilità del controllo – occorre controllare la propagazione dei fenomeni lungo il tunnel;
- c) per soddisfare sia a) che b), le funzioni di coordinamento non possono essere demandate al livello 3, ma devono essere implementate tutte sul livello 2, quindi sui PLC.

Ne deriva, fra l'altro, la scelta di macchine di livello 2 tecnologicamente avanzate, capaci di completa interazione orizzontale, e non gravate da caratteristiche costringenti (quali limiti di configurabilità di protocolli di comunicazione master/slave, e simili).

La scelta della rete LAN (a risoluzione di conflitto) e del protocollo di comunicazione TCP/IP appaiono pienamente rispondenti ai requisiti, considerati anche i tempi di campionamento non particolarmente critici richiesti dai processi fisici controllati.

## 1.2.3 I requisiti generali del sistema di controllo tunnel

Estratto da "Tunnel Intelligenti - Gallerie dinamiche e analisi di rischio variabile nel tempo" (cfr. 2).

### **6.3 Strutture e Sistemi di controllo**

I sistemi di controllo e sorveglianza di un tunnel devono provvedere in definitiva alle seguenti mansioni.

- a) Monitorare i flussi di traffico ed impedire le congestioni per evitare scontri.
- b) Mantenere un tunnel efficiente per gestire al meglio la densità e la velocità del traffico.
- c) Comunicare restrizioni di traffico agli utenti che arrivano
- d) Mobilitare le unità di emergenza per risolvere gli incidenti nel tunnel.
- e) Iniziare le operazioni appropriate di emergenza quando necessario.
- f) Monitorare di continuo l'equipaggiamento di sicurezza del tunnel in modo da conservarlo sempre operativo.
- g) Indicare con precisione e tempestività la zona dell' incidente e del potenziale conseguente incendio.
- h) Indicare con precisione e tempestività le concentrazioni di gas nocivi
- i) Indicare con precisione e tempestività le condizioni di visibilità all'interno del tunnel.
- j) Attivare quando necessario il piano di soccorso e/o d'evacuazione .

**Allarmi**, molti tipi di monitore d'allarme possono essere installati all'interno di un tunnel che possono assicurare la salvaguardia degli utenti ad esempio: monitori d'incendio, di fumo, di visibilità, di concentrazione di gas nocivi come monossido di



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	7 / 12	

carbonio, anidride carbonica, ecc, di velocità dell'aria, di sonorità, ecc.

**Telecamere**, una rete di telecamere di controllo a circuito chiuso connesse con la sala controllo sono di fatto divenute dotazione di sicurezza di prammatica di tutti i tunnel di lunghezza superiore ai 5 Km, queste telecamere trasmettono 24 ore su 24 la situazione di traffico all'interno del tunnel agli operatori della sala. Negli ultimi tempi è stato introdotto l'uso di termocamere che situate in portali di controllo e sosta, forniscono un'informazione sulla situazione termica dello stato dei veicoli monitorati, in tal modo si prevencono eventuali incendi dovuti a surriscaldamenti indebiti di parti sensibili del motore o dell'apparato di frenatura.

**Segnali**, cartelli e segnali luminosi ad assetto variabile o contenuto variabile costituiscono un'altra delle moderne dotazioni di sicurezza che permettono l'informazione tempestiva e l'interazione fra utenti e sala controllo in tempo reale.

**Comunicazioni**, diversi tipi di strumentazione per comunicazione possono essere installati all'interno di un tunnel come, telefoni, postazioni sos, postazioni radio, am/fm, ripetitori radio , ecc.

Lo scopo di tutta questa strumentazione è quello di permettere un continuo e capillare aggiornamento della situazione di sicurezza alla sala controllo e viceversa.

In modo che se malauguratamente ve ne fosse la necessità si passerebbe all'attivazione del piano di emergenza.

Il piano di emergenza per molti tunnel di lunghezza superiore ai 5 km è di fatto una realtà, per alcuni casi particolari: Eurotunnel, tunnel transalpini, o transfrontalieri esistono piani di emergenza di carattere bi o multinazionale.

Mostriamo nel seguito a titolo indicativo ed in forma generale la strutturazione globale del "Piano di Soccorso Bi-nazionale Italia - Francia per il tunnel del FREJUS", lungo 13 km, approvato da una commissione intergovernativa,: Introduzione- Descrizione della Galleria autostradale – Gli scenari Incidentali – Schema dell'allerta delle strutture esterne – Organi di direzione – Evacuazione –Elenco Telefonico– Allegati vari.

#### **6.4 La Sala di controllo**

Le sale di controllo dei moderni tunnel sono disegnate con principi d'ergonomia per l'interfaccia uomo macchina, normalmente i computer sono remotati in sale calcolo e funzionano in modo automatico.

La maggior parte delle operazioni di controllo sono automatizzate tramite schede controllo, e l'operatore interverrà solo nel caso di segnalazioni anormali o fuori schema di controllo. La sala controllo è dunque per prima cosa devoluta a seguire il controllo di routine sull'operatività normale del tunnel e dei sistemi connessi.

E solo in caso di crisi o emergenza provvedere alle necessarie operazioni d'intervento. Sempre più spesso gli operatori della sala sono addestrati tramite corsi di simulazione interattiva e mantenuti in addestramento esecutivo tramite esercitazioni di emergenza che spesso nei casi più complessi coinvolgono più amministrazioni pubbliche per ottimizzare il coordinamento e le procedure d'intervento.

Spesso le emergenze sono classificate in funzione della loro gravità ed opportuni manuali d'intervento operativo con le procedure da svolgere sono in dotazione della sala e dei suoi operatori.

Le simulazioni interattive sono utilizzate per addestrare spesso gli operatori ad emergenze non previste nei manuali operativi, al fine di conservare la necessaria flessibilità d'intervento agli operatori della sala controllo.

La presenza o meno di queste tipologie di attrezzature di sicurezza, considerati come



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	8 / 12	

parametri descrittivi della nostra “galleria dinamica”, insieme alle variazioni temporali del volume di traffico ed alla variabilità nel tempo delle strutture e delle attrezzature, rendono conto della differenza tra la visione “statica” e quella “dinamica” della galleria.

Ma non solo la presenza di queste attrezzature tra i parametri di definizione ma anche la loro interazione reciproca nel tempo ed al contempo la loro influenza reciproca anche tenendo conto del volume di traffico variabile rappresentano quella visione dinamica che in questo testo viene proposta come migliorativa per la sicurezza efficace a fronte di un rischio variabile nel tempo.

*Bibliografia.*

*Luigi TOCCHETTI, Lezioni di costruzioni di strade ferrovie ed aeroporti, volume II, Editori Pellerano Del Gaudio, 1968)*

*John O. BICKEL, Thomas R. KUESEL, Elwyn H. KING, Tunnel Engineering Handbook, Kluwer Academic Publishers London 1999*

## 1.2.4 Affidabilità e sicurezza del sistema e del software

Grande attenzione viene prestata all'affidabilità ed alla sicurezza del sistema, sia applicando la nostra vasta esperienza di diagnostica software, sia adottando requisiti molto severi per la parte impiantistica. Il tunnel è infatti un tipico sistema in cui alcuni dispositivi di impianto possono rimanere inattivi per ore, giorni o addirittura mesi, il che ne rende talvolta critica l'attivazione, nel momento in cui è necessaria. Non resta, al progettista, che scegliere l'hardware migliore, e dotare il sistema di diagnostica sofisticata, capace di riconoscere in tempo reale una situazione di mancato o errato funzionamento, e di permettere quindi al sistema e/o all'operatore umano di impostare azioni correttive.

Allo scopo di meglio disegnare l'architettura del sistema con criteri affidabilistici, si propone la seguente classificazione delle funzioni critiche:

- ▶ **1° grado** – Funzioni di emergenza o non di emergenza che richiedono l'interattività con l'operatore umano in tempi ristretti, e richiedono che l'intero sistema sia attivo e funzionante in tutti i suoi livelli e reti di comunicazione.
- ▶ **2° grado** – Funzioni di emergenza o non di emergenza che, per essere eseguite correttamente, richiedono che l'intero sistema sia attivo e funzionante in tutti i suoi livelli e reti di comunicazione (compreso livello 3).
- ▶ **3° grado** – Funzioni di emergenza o non di emergenza che, per essere eseguite correttamente, richiedono che almeno la rete di comunicazione (tra i PLC) sia attiva e funzionante.
- ▶ **4° grado** – Funzioni di emergenza o non di emergenza che, per essere eseguite correttamente, richiedono che il singolo PLC possa funzionare almeno in modalità ISOLA.

Poiché il tunnel stradale è un ambiente molto aggressivo, la funzionalità degli strumenti e degli attuatori di impianto deve sempre, per definizione, dal punto di vista sistemistico, essere messa in dubbio. Già dai primi mesi di funzionamento è raro che in un tunnel tutti gli strumenti ed i dispositivi di impianto siano contemporaneamente funzionanti. Grande rilevanza assumono quindi le seguenti categorie ingegneristiche e di progettazione:



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	9 / 12	

- ▶ **DISEGNO DEL SISTEMA** – Deve tener conto delle più recenti acquisizioni della ricerca in materia di sicurezza dei tunnel, ad esempio: Analisi di rischio, FMEA, criteri di Galleria Dinamica, Tunnel Intelligente, Sicurezza Efficace.
- ▶ **MANUTENZIONE** della strumentazione e degli impianti. Il software di manutenzione deve essere particolarmente sofisticato ed integrato con la diagnostica d'impianto. Appena viene rilevato un guasto o un'imprecisione di uno strumento o un qualsiasi sintomo di degrado di un dispositivo d'impianto, il sistema aggiorna automaticamente il calendario di manutenzione.
- ▶ **DIAGNOSTICA** intelligente ed attiva. Viene curata particolarmente la standardizzazione dei criteri di diagnostica degli impianti, ad alto livello, curando che ogni comando abbia un vero riscontro da campo e parametri di controllo programmabili da supervisione (tempi di timeout, assegnazione di feedback a comandi, ecc...). È altresì opportuna l'implementazione di un vero e proprio *livello diagnostico*, con funzioni e parametri standard. Particolarmente utile, laddove i requisiti utente la consentano, l'implementazione di sistemi di *diagnostica predittiva*.
- ▶ **TOLLERANZA** del sistema a failure ed imprecisioni. Viene controllata la congruenza dei valori rilevati, mediante controlli incrociati dei valori e della persistenza temporale di più strumenti. A seconda della reale criticità della situazione rilevata dal sistema, viene variata automaticamente la tolleranza ad alcuni allarmi (es. allarmi di vibrazione ventilatori).

Per quanto i processi fisici controllati non siano critici dal punto di vista temporale (i tempi di campionamento sono dell'ordine dei secondi o anche dei minuti), essi sono molti, ed interdipendenti. Il software, se si vuole integrare il controllo ambientale e la sicurezza con il controllo del traffico, è un software di grande complessità. Assumono quindi particolare rilevanza le seguenti categorie:

- ▶ **TESTING** - Particolare cura nell'esecuzione dei test integrati a campo. A causa della grande varietà delle caratteristiche effettive degli apparati in campo, delle distanze a volte notevoli in gioco in galleria, dell'ambiente aggressivo, e della grande complessità delle parti elettriche di impianto, le condizioni reali in cui si trova ad operare il software possono essere molto diverse da quelle riscontrate durante le prove in laboratorio. Se alle condizioni già elencate aggiungiamo la grande mutevolezza delle condizioni del traffico in galleria, il ventaglio del *potenziale*, del *probabile* e del *possibile* si allarga ulteriormente. Grande cura deve quindi essere posta nella stesura delle procedure di test integrato, puntando a coprire il maggior numero possibile di casi concreti. Altrettanta cura deve essere posta nell'esecuzione delle procedure stesse, mettendo a budget per tempo le attività di testing, specie in considerazione delle condizioni critiche – dovute alla difficoltà intrinseca di coordinamento di tanti fornitori interdipendenti – in cui si svolge *la maggior parte dei commissioning*.
- ▶ **SIMULAZIONE** – L'attività di testing integrato non deve essere finalizzata unicamente a provare la funzionalità degli impianti e del sistema di controllo, ma deve comprendere una fase espressamente dedicata alla *simulazione di situazioni critiche*, finalizzata a coprire il maggior numero di casi di intervento della procedure software automatiche. Si veda anche la prefazione del Prof. Carlo Rubbia a "Tunnel Intelligenti - Gallerie dinamiche e analisi di rischio variabile nel tempo" (cfr. 2): "...Questa gestione non è una funzione che si può improvvisare, è piuttosto una scelta che si programma. Direi quasi che è una



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	10 / 12	

sorta di **matematica probabilistica** in cui si guardano gli eventuali incidenti con il **senno di prima** invece che con il **senno di poi**....” Per la preparazione delle procedure di simulazione sarà utile anche avvalersi della ormai vasta letteratura teorica sviluppata sul tema della sicurezza nei tunnel, in particolare dopo la tragedia del Monte Bianco, che ha portato al rifacimento totale degli impianti e del sistema di controllo, con criteri orientati alla “Sicurezza Efficace”, “Galleria Dinamica”, e “Tunnel Intelligente”.

- ▶ **ANALISI DEL RISCHIO** – Di grande aiuto è l'utilizzo di tecniche di analisi dei rischi conseguenti a guasti e malfunzionamenti dei sistemi e degli impianti. Ad esempio la Failure Mode Effects Analysis risulta molto utile, al fine di definire i requisiti dell'intelligenza di controllo del tunnel. L'evoluzione metodologica nel campo della sicurezza ha operato in questi ultimi anni – basandosi sull'evoluzione tecnologica dell'hardware e del software – un completo cambio di paradigma: dalla *Soluzione del problema* si è passati alla *Prevenzione del problema*; dal *Controllo dei residui* alla *Eliminazione dei residui*; dalla *Quantificazione dell'affidabilità* alla *Riduzione dell'inaffidabilità*. (si veda il documento 2) già citato).



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO			<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.:	1	
Date:	23/03/2003	Page:	11 / 12	

## 1.3 Impianti controllati ed interfacciati

Il sistema controlla direttamente i seguenti impianti e sistemi:

- ▶ **Impianto di Ventilazione** (Ventilatori in volta e nei camini)
- ▶ **Impianto Illuminazione** (Permanente, Emergenza, Rinforzi)
- ▶ **Impianto Elettrico** (MT, BT Cabine, BT Nicchie, UPS)
- ▶ **Sistema Ambientale** (CO, OP, NO, Anemometri)
- ▶ **Sicurezza** (Antincendio, Semafori, SOS, Segnaletica)
- ▶ **Diagnostica delle reti LAN** e dei Bus di Campo
- ▶ **Pannelli a Messaggio Variabile**
- ▶ **Anemometri e Strumentazione Viadotti**

Il sistema interfaccia i seguenti impianti e sistemi (dotati in genere di propria supervisione) per scopi diagnostici, di supervisione e statistici:

- ▶ **Impianto TVCC** (in galleria ed in itinere)
- ▶ **Impianto RADIO** (in galleria ed in itinere)
- ▶ **Controllo Sagome Limite** (imbocco-uscita tunnel e rampe d'accesso o caselli autostradali)
- ▶ **Portali Termici** all'ingresso dei tunnel
- ▶ **Sistema di Rilevamento Automatico di Incidenti**
- ▶ **Impianto SOS** (parte in itinere e diagnostica generale)
- ▶ **Diagnostica della rete WAN** e Network Management System



Doc.No.:	SAT2003_PDD_AN_000159_ANDRO		<b>REAL-TIME SYSTEMS, METHODOLOGIES &amp; TOOLS FOR ASTRONAUTICS &amp; INFRASTRUCTURES</b>
Issue:	1	Rev.: 1	
Date:	23/03/2003	Page: 12 / 12	

## 1.4 Progettazione

La metodologia utilizzata deriva dallo standard di qualità in uso presso l'ESA (Agenzia Spaziale Europea). Da tale metodologia sono stati estratti i concetti essenziali, ed applicati mediante strumenti informatici, eliminando quasi completamente il supporto cartaceo (utilizzato solo per le procedure di test). Questa scelta strategica permette di aumentare l'efficienza della progettazione, utilizzando gli strumenti metodologici.

I passi essenziali della progettazione sono i seguenti:

- 1) **I requisiti utente** vengono ricavati dal Capitolato, frazionandolo e riducendolo in forma di informazioni minime logiche autoreferenti, ognuna delle quali è dotata di un codice univoco. Tali requisiti utente saranno, in fase di progettazione, tracciati come requisiti padre nel disegno dei requisiti software.
- 2) **I requisiti software** sono sviluppati, a partire dai requisiti utente.
- 3) **La procedura di test di accettazione del sistema** viene prodotta, contro il documento di requisiti utente.
- 4) **Il disegno architettonico del sistema** viene sviluppato, come scomposizione ad oggetti, partendo dai requisiti definiti ai passi precedenti.
- 5) **Il software** viene sviluppato – le pagine grafiche, i punti del database, il software delle funzioni ausiliarie, il software plc – e testato al livello più basso di integrazione (Unit Test).
- 6) **Le procedure di Factory Test** vengono prodotte ed eseguite, simulando i segnali del campo alle morsettiere dei quadri elettrici.
- 7) **Le procedure di Test Integrato** vengono prodotte, contro il documento di requisiti software.
- 8) **L'installazione del sistema** viene eseguita al sito utente.
- 9) **Le procedure di Test Integrato** vengono eseguite, tracciando tutti i problemi riscontrati.
- 10) **La procedura di Accettazione del sistema** viene eseguita, ed ha inizio l'operatività del sistema.

## Riferimenti

- 1) Mario Virano (Amministratore delegato SITAF) "La nuova frontiera della sicurezza stradale" - <http://www.laprotezionecivile.com/rivista/2001/06-6.htm>
- 2) Nicola Pacilio, Attilio Sacripanti (ENEA) "Tunnel Intelligenti - Gallerie dinamiche e analisi di rischio variabile nel tempo" (Prefazione a cura del Professor Carlo Rubbia) <http://fit.casaccia.enea.it/libro1.pdf>
- 3) "FAILURE MODE and EFFECT ANALYSIS – What it is, when and how to use it" <http://web2.concordia.ca/Quality/tools/11failuremodeanalysis.pdf>

**Il documento prosegue con la descrizione del Sistema di Supervisione, Automazione e Telecontrollo Tunnel.**

**Il documento completo viene rilasciato solo a fronte di richiesta d'offerta ( email: [info@andromeda-srl.com](mailto:info@andromeda-srl.com) ).**