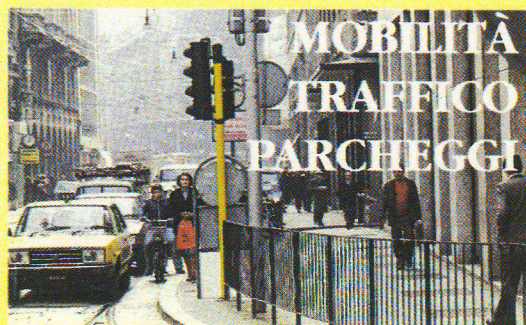


le Strade



Convegno



"Le infrastrutture stradali
nel sistema dei trasporti"

MACCHINE STRADALI



Un esempio di monitoraggio sulle pavimentazioni flessibili



Prendendo spunto dal Dpr n. 242 del 21 aprile 1995, che approva il nuovo statuto dell'Ente nazionale delle strade ANAS, si intendono fornire spunti di riflessione in seguito a una sintesi di alcuni dati sperimentali acquisiti nel corso di un'estesa campagna di interventi di manutenzione ordinaria eseguita dall'ANAS - Ufficio Speciale per la Grande Viabilità in Sicilia, fra l'ottobre 1994 e il maggio 1995.

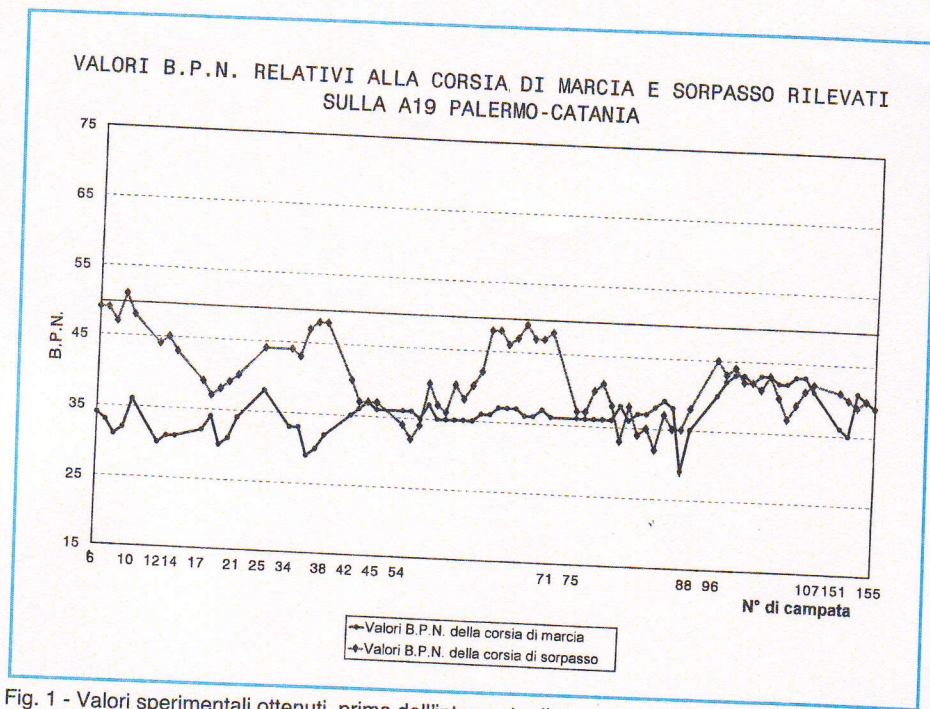
Tale lavoro ben si inserisce nel vivace dibattito conseguente al nuovo status

dell'Ente che per gestire l'enorme patrimonio stradale, necessita, ora come non mai, di snellire le gravose procedure burocratiche che fino a oggi hanno ritardato l'efficacia delle attività generali di manutenzione, contando su una maggiore autonomia decisionale per le funzioni competenti, sulla coordinata operatività delle attività connesse alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture stradali e infine sull'adozione di strumenti di controllo oggettivi delle caratteristiche funzionali delle varie tipolo-

gie di pavimentazioni.

Grazie all'estesa campagna di interventi manutentori sulle infrastrutture stradali dell'intero territorio siciliano, alla differente qualità dei materiali impiegati, ai diversi impianti di produzione e mezzi d'opera utilizzati, i campioni analizzati sono significativi e staticamente rappresentativi per le considerazioni che verranno illustrate nei paragrafi successivi.

I dati esposti nel seguito, si riferiscono a prove di resistenza all'attrito radente



(skid-test), B.U. CNR n.105; misure della macrorugosità, con il metodo dell'altezza di sabbia (sand-patch), B.U. CNR n.94; perdita in peso per rotolamento (Los Angeles) sul materiale estratto, B.U. CNR n.34; vuoti residui dopo rullatura, B.U. CNR n.39.

La scelta del tipo di indagine e la conseguente analisi dei parametri sperimentali caratteristici, acquisiti nelle indagini, è stata operata sulla scorta di criteri di economicità e semplicità di esecuzione.

È intenzione degli scriventi ampliare le indagini sui campioni sperimentali al fine di costituire un archivio storico contenente, sia i parametri significativi delle campagne di indagine, sia la descrizione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di riqualifica delle sovrastrutture stradali, così da evitare il raggiungimento della soglia ultima di decadimento dei requisiti funzionali della sovrastruttura ai fini della sicurezza stradale.

VARIABILI CHE INFLUENZANO LA SICUREZZA STRADALE

È bene ricordare, prima di entrare nel merito dell'analisi sperimentale, le variabili più significative che determinano

la sicurezza stradale e che giustificano la serie di indagini da noi svolte.

La sicurezza della circolazione è uno dei problemi fondamentali che occorre tenere presente nella progettazione stradale e nella manutenzione stradale.

Gli elementi che concorrono a influenzare tale sicurezza si possono riassumere come dipendenti, più o meno direttamente, da questi tre fattori: uomo, veicolo, strada.

Per quanto concerne il fattore umano, una sicura condotta di guida dipende principalmente dalle capacità psicotecniche del guidatore nel fronteggiare un'eventuale situazione di emergenza, quindi, dal suo stato di particolare attenzione, concentrazione emotiva, stato di stanchezza, condizioni meteorologiche e climatiche, ecc.; questo tempo di reazione psicotecnica si stima mediamente da 0,6 a 1,0 sec a cui segue il tempo necessario di frenatura del veicolo.

Tab. 1.a - Risultati delle prove di resistenza all'attrito radente (skid-test) preliminarmente all'intervento manutentorio.

Progressiva [km]	Corsia	
	Marcia [BPN]	Sorpasso [BPN]
69+971	34	49
69+938	33	49
69+906	31	47
69+874	32	51
69+842	36	48
69+739	30	44
69+669	31	45
69+599	31	43
69+389	32	39
69+319	34	37
69+249	30	38
69+179	31	39
69+109	34	40
68+729	38	44
68+099	33	44
68+029	33	43
67+959	29	47
67+889	30	48
67+819	32	48
67+642	35	40
67+572	36	37
67+502	37	37
67+432	36	37
66+860	36	34
66+720	36	32
66+720	35	34
66+650	37	40
66+580	35	37
66+510	35	36
66+440	35	40
66+370	35	38
66+300	35	40
66+235	36	42
66+165	36	48
66+095	37	48
66+025	37	46
65+945	37	47
65+875	36	49
65+805	36	47
65+735	37	47
65+665	36	48
65+275	36	37
65+205	36	37
65+135	36	40
65+065	36	41
64+995	36	38
64+925	38	33
64+980	36	38
64+910	37	34
64+840	37	35
64+770	38	32
64+700	39	37
64+650	38	35
64+560	29	35
64+490	35	37
63+934	40	45
63+864	42	43
63+794	43	44
63+724	43	42
63+654	42	42
63+584	43	41
63+514	43	43
63+444	42	40
63+376	42	37
63+304	43	39
63+234	43	41
63+164	41	42
61+103	36	41
61+058	35	40
61+013	41	39
60+968	40	40
60+923	39	39

Data indagine	Progressiva [km]	Carreggiata	Skid-test [BPN]
Gennaio 95	5+700	AG - PA	42

Tab. 1b - Valori sperimentali acquisiti in fase preventiva sulla SS. n.189.

Per quanto concerne le caratteristiche tecniche del veicolo, quali il sistema di frenatura, le sospensioni, le segnalazioni audiovisive e i pneumatici, riveste rilevante importanza per una sicura circolazione di tutti i veicoli, lo stato di efficienza di tali dispositivi.

La strada, invece, interviene con altri fattori quali, la libera visuale, il suo tracciato plano-altimetrico, il traffico sopportato e altre variabili, più o meno connesse tra loro, fra le quali l'aderenza del manto stradale ha il maggior risalto ai fini di un sicuro controllo del veicolo,

soprattutto in condizioni di emergenza. È necessario, pertanto, che i manti stradali, indipendentemente dalla loro tipologia e costituzione, all'atto della posa, nei primi mesi di esercizio e dopo un intenso impiego, risultino sufficienti a mantenere l'aderenza tra pneumatico e pavimentazione, in condizioni di pioggia.

Nasce quindi il problema di controllare periodicamente i parametri caratteristici delle pavimentazioni che partecipano al fenomeno, al fine di ottenere una scabrezza tale da garantire la massima sicurezza della circolazione ovunque e

nel tempo.

Da tale analisi può scaturire una possibilità di giudizio positivo o negativo riguardo la tipologia di materiali utilizzati nelle operazioni manutentorie della sede stradale.

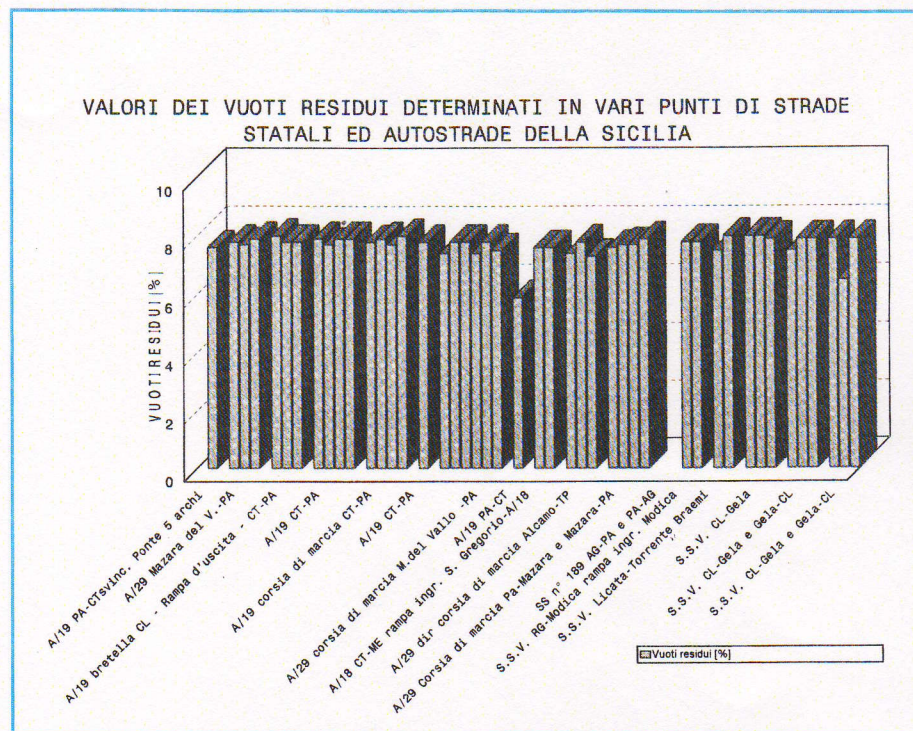
SCELTA DEL METODO D'INDAGINE

La conoscenza oggettiva del grado di deterioramento delle caratteristiche stradali rilevanti ai fini della sicurezza può avvenire attraverso più metodi di misura.

Autostrada	Carreggiata	Progressiva	Data indagine	Valori Skid [BPN]	Valori Los Angeles [%]	Vuoti residui [%]
A 18 Dir	CT - ME - Corsia lato dx Rampa ingresso S.Gregorio-CT direzione A/18	km 2+100	20.02.95	40 56	16.6 17.8	7.6 7.6
A 19	Svincolo Ponte 5 Archi	km 98+130	12.10.94	58		7.6
A 19	Rampa di uscita CL-CT Bretella CL- Carr. CL CT - PA	km 103+400 km 6+800 km 112+800	27.10.94	55 58 57	18.5 18.1 17.6	8.0 7.8 7.8
A 19	CT - PA CT - PA CT - PA	km 29+560 km 28+000 km 28+200 km 26+300	17.11.94	61 64 64 62	19.7 18.9 19.3 18.8	7.9 7.7 7.9 7.9
A 19	Corsia di marcia CT - PA	km 114+380 km 115+900 km 116+000 km 117+500	03.11.94	59 57 77 72		7.8 7.9 7.7 8.0
A 19	CT - PA	km 41+350	28.11.94	55	18.6	7.8
A 19	PA - CT	km 162+689	10.02.95	61	20.0	5.9

Tab. 2a - Tabella riassuntiva dei risultati acquisiti sulla A 19 - A 18 dir dall'ottobre '94 al marzo '95.

Fig. 2a



Essi possono essere distinti in due categorie: metodi di laboratorio e prove su strada.

I principali metodi da noi utilizzati in laboratorio sono: la prova Los Angeles e l'indice dei vuoti a rullatura ultimata; per le prove effettuate sulla sede stradale si è fatto uso dell'apparecchiatura *skid-test* e *sand-patch*.

Tra le prove oggi disponibili sulla strada, abbiamo trascurato di citare i sistemi ad alto rendimento (SCRIM, ARAN, FWD, APL ecc.) che integrati con sistemi informativi di manutenzione programmata (PMS) rappresentano attualmente lo stato dell'arte nella gestione e programmazione della manutenzione stradale, poiché tali sistemi consentono di raccogliere i dati rapidamente, con elevata velocità di crociera, estrema precisione e in grande quantità, minimizzando il disturbo veicolare, acquisendo inoltre, i dati in maniera razionale e scientifica, eliminando ogni valutazione soggettiva.

Questi sofisticati strumenti di indagine, data la loro onerosità, non sono ancora accessibili a molte Amministrazioni, proprietarie o concessionarie, di reti stradali e autostradali, quindi, purtroppo, hanno un ridotto utilizzo sul territorio nazionale.

LA MANUTENZIONE STRADALE

Constatata la necessità di un monitoraggio periodico e costante delle sedi stradali per ottenere un elevato grado di sicurezza della circolazione, forniamo alcuni importanti concetti sull'argomento

Autostrada	Carreggiata	Progressiva	Data indagine	Valori Skid [BPN]	Valori Los Angeles [%]	Vuoti residui [%]
A 29	Corsia di marcia Mazara del V.-PA	km 0+700	26.10.94	50	19.7	7.8
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA	km 3+500		50	19.4	7.7
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA	km 4+435		48	20.0	7.9
A 29	Corsia di marcia Mazara del V.-PA, lato dx	km 24+200	06.12.94	57	17.1	7.4
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA, lato dx	km 28+150		54	18.9	7.8
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA, lato dx	km 28+870		56	18.0	7.8
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA, lato dx	km 28+500		50	17.6	7.4
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA, lato dx	km 15+080		53	17.3	7.8
	Corsia di marcia Mazara del V.-PA, lato dx	km 12+550		53	17.9	7.5
A 29 Dir	Corsia di marcia Alcamo - TP	km 18+650	06.03.95	55	19.9	7.4
	Corsia di marcia Alcamo - TP	km 32+450		60	19.8	7.8
	Corsia di marcia TP - Alcamo	km 12+200		60	19.7	7.3
A/29	PA - Mazara - Corsia di marcia lato dx	km 77+000	06.03.95	57	18.9	7.6
	PA - Mazara - Corsia di marcia lato dx	km 85+720		57	19.0	7.7
	Mazara - PA - Corsia di marcia lato dx	km 107+500		58	19.4	7.7
	Mazara - PA - Corsia di marcia lato dx	km 59+600		56	19.2	7.9

Tab. 2b - Tabella riassuntiva dei risultati acquisiti sulla A 29 - A 29 dir dall'ottobre '94 al marzo '95.

della manutenzione stradale, certamente acquisiti dalla gran parte di operatori e ampiamente trattati nel B.U. CNR n. 125.

- La **manutenzione stradale** è quel complesso di operazioni e attività tese a conservare le caratteristiche funzionali e strutturali della strada.
- La **vita utile** è il tempo, a partire dall'entrata in servizio, trascorso il quale l'opera non è più in grado di garantire la propria funzionalità al di sopra di prefissati *standard*.

La vita utile è decisa in sede progettuale, mediante opportune ipotesi circa i requisiti prestazionali e funzionali tali da assicurare in un arco di tempo valori come l'aderenza tra pneumatico e pavimentazione al di sopra di una soglia critica, dopo la quale la sovrastruttura stradale prevede un intervento radicale.

La manutenzione stradale possiamo

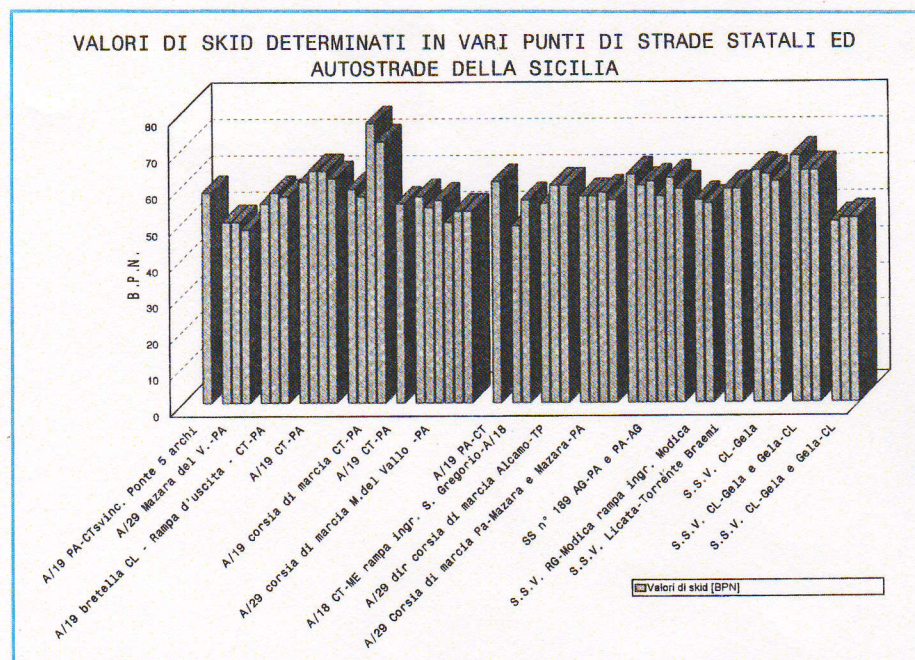


Fig. 2b

Strada	Carreggiata	Progressiva	Data indagine	Valori Skid [BPN]	Valori Los Angeles [%]	Vuoti residui [%]
SS 189	AG - PA	km 5+650	Gen. 95	63	-	-
	PA - AG	km 5+650		60	-	-
	AG - PA	km 5+500		61	-	-
	PA - AG	km 5+500		57	-	-
	AG - PA	km 5+346		62	-	-
	PA - AG	km 5+346		59	-	-
SS V. Ragusa-Modica Pozzallo Licodia E. - Libertina	Rampa ingresso da Pozzallo verso Modica		20.02.95	56	17.0	7.8
	SS V. Ragusa - Modica - lato dx	km 323+440		55	17.1	7.8
SS V. Licata-Torrente Braemi	SS V. T. Braemi - Licata - lato sx	km 25+400	20.02.95	59	19.8	7.5
	SS V. T. Braemi - Licata - lato dx	km 24+900		59	17.6	8.0
SS V. CL - Gela	CL - Gela - lato dx	km 32+200	20.02.95	64	15.9	8.0
	CL - Gela - lato sx	km 30+900		63	16.2	8.0
	CL - Gela - lato sx	km 29+700		61	16.3	7.9
SS V. CL - Gela	CL - Gela - lato dx	km 41+900	30.03.95	68	18.9	7.5
	Gela - CL - lato sx	km 42+000		64	17.5	7.9
	Gela - CL - lato sx	km 42+260		64	16.9	7.9
SS V. CL - Gela	CL - Gela	km 12+800	Apr. 95	50	22.0	7.9
	Gela - CL	km 13+000		51	21.7	6.5
	CL - Gela	km 13+120		51	21.8	7.9

Tab. 2c - Tabella riassuntiva dei risultati acquisiti sulla SS. CL-Gela SS. 189 - SS 626.

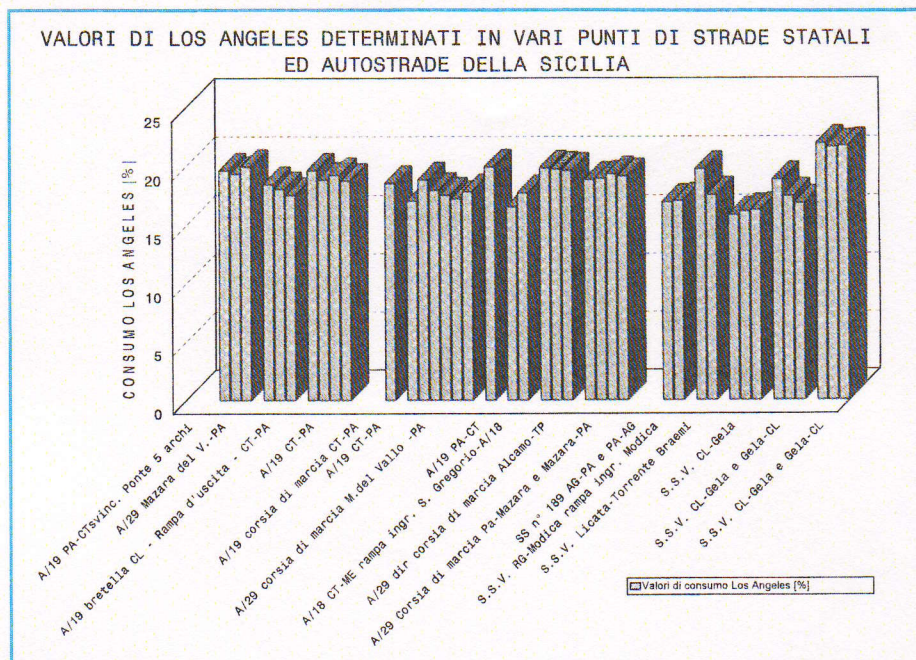


Fig. 2c

suddividerla in:

• **Manutenzione preventiva:**

- controllo dello stato dell'opera;
- interventi conservativi.

• **Manutenzione curativa:**

- interventi di ripristino delle zone ammalorate;
- adeguamento a nuove esigenze.

La manutenzione preventiva comporta preliminarmente per l'Ente gestore l'acquisizione ordinata di informazioni di carattere qualitativo, relative a rilievi di tipo visivo, ma nel rispetto di metodologie convenzionali (B.U. CNR n.125) e successivamente la programmazione di interventi di ripristino di ridotta entità tesi a evitare processi di degrado più gravi.

In tale fase è sufficiente la redazione di opportune schede, correlate da misure puntuali della rugosità (*skid-test*, *sand-patch*) e da misure della risposta a sollecitazioni di carico statico (prova di carico su piastra, trave di Benkelman).

La manutenzione curativa, che procede al ripristino sostanziale delle zone ammalorate o all'adeguamento alle nuove esigenze dell'infrastruttura, si configura come il momento progettuale nel quale, oltre che individuare i mutati requisiti prestazionali richiesti, si individua, grazie alle informazioni acquisite

durante l'esercizio, le cause del processo di degrado.

RISULTATI SPERIMENTALI

La progettazione e realizzazione di gran parte del patrimonio stradale in Sicilia è riconducibile agli anni '70, molteplici sono state le variazioni rispetto alle ipotesi progettuali di quegli anni in merito al traffico veicolare transiente, alle maggiori sollecitazioni trasmesse, alle diverse velocità massime consentite.

È evidente che le citate esigenze di esercizio, diverse dalle ipotesi progettuali, hanno inciso fortemente sulla vita utile dei manufatti stradali provocandone l'usura anticipata e il rapido decadimento dei limiti di sicurezza e affidabilità.

Aspetto significativo di quest'indagine è che gli interventi manutentori, che solitamente scaturiscono da valutazioni qualitative, empiriche, non coordinate e occasionali, hanno rappresentato invece il momento di sintesi della pianificata acquisizione di dati scientifici e della conformità agli *standard*, di sicurezza e qualità.

L'indagine si è articolata in due fasi. La prima ha riguardato le pavimentazioni in esercizio della rete stradale e autostradale siciliana. La seconda, invece, ha interessato gli interventi manutentori

eseguiti dall'ottobre 1994 al maggio 1995 sulla rete stradale e autostradale siciliana.

Le tab. 1a e 1b riassumono i valori ottenuti sulla A19 Palermo-Catania, prima di un intervento di manutenzione ordinaria e, sulla SS. 189, prima di un trattamento superficiale con microtappeto.

Il diagramma di fig. 1 riporta i valori sperimentali ottenuti, prima dell'intervento di manutenzione sulla A19, ed evidenzia la differenza fra i risultati acquisiti sulla corsia di marcia e quelli ricavati sulla corsia di sorpasso, fra il km 69+671 e il km 60+923 della A/19. L'esito di tale indagine ha evidenziato l'urgenza dell'intervento manutentorio per il ripristino delle condizioni di sicurezza e di *comfort*.

In fig. 2a, 2b, 2c sono riassunti, invece, i valori sperimentali ottenuti in-situ e sui materiali prelevati dalle pavimentazioni in conglomerato bituminoso di alcune strade e autostrade siciliane.

CONCLUSIONI

Come si può rilevare, l'esperienza descritta rappresenta in generale, un campione statistico che reputiamo significativo ai fini di una sperimentazione.

In futuro si ritiene che un'estensione di queste indagini possa portare a disporre di un maggior numero di dati sperimentali con una conseguente valutazione più precisa degli investimenti rivolti alle opere di manutenzione stradale.

Il fine ultimo è quello di spingere tutti gli Enti gestori a intraprendere una verifica continua delle condizioni di esercizio affrontando con metodi all'avanguardia i problemi inerenti la gestione moderna delle infrastrutture stradali. Ciò comporta l'attivazione di progetti di manutenzione programmata e di monitoraggio delle sovrastrutture stradali con il fine di migliorare le condizioni di esercizio delle infrastrutture stradali per raggiungere la sicurezza nella circolazione dei veicoli, necessaria a noi utenti delle infrastrutture viarie.

FRANCESCO LOMBARDO

(ANAS - Ufficio Speciale Grande Viabilità in Sicilia)

VINCENZO VENTURI

(Laboratori Autorizzati SIDERCEM)



s.r.l.

Laboratori di Ricerca e Sperimentazione

Autorizzazioni:

Min. LL.PP. 1086/71 - Min. della Sanità - ISPEL - R.I.NA

La qualità nel campo delle costruzioni è ormai un'esigenza inderogabile sia per l'Impresa che per i Progettisti, i Direttori dei Lavori e i Collaudatori.

La Sidercem opera da diversi anni proprio per soddisfare le esigenze di quanti, Amministrazioni Pubbliche, Enti, Imprese, Progettisti e di tutti coloro che hanno fatto della qualità del costruire una strategia globale, considerandola un investimento di sicuro ritorno che, senza sacrificare la redditività dell'impresa, consenta di garantire elevati livelli di sicurezza per il committente.

La Sidercem gestisce due laboratori qualificati nel campo della tecnologia, della scienza dei materiali, della sicurezza, dei collaudi nelle costruzioni, delle indagini geognostiche e geotecniche, del controllo qualità dei conglomerati bituminosi e delle pavimentazioni stradali con sistemi ad alto rendimento (SCRIM, FLD, APL, ARAN).

I settori tradizionali di intervento che la Sidercem ha sviluppato sono:

CONTROLLO QUALITÀ

- Conglomerati cementizi e fibrorinforzati
- Conglomerati bituminosi
- Cemento
- Bitumi
- Barre e trefoli per c.a. e c.a.p.
- Carpenteria e bulloneria metallica
- Resine e materie plastiche

GEOLOGIA E GEOTECNICA

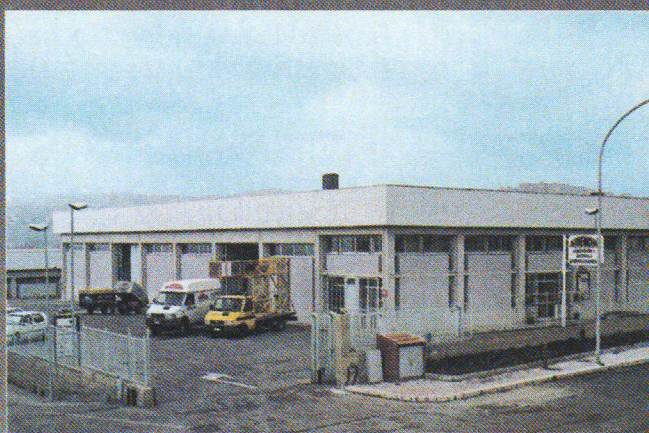
- Rilevati, Costruzioni in terra,
- Fondazioni, Frane
- Ricerche georadar

COLLAUDI STATICI

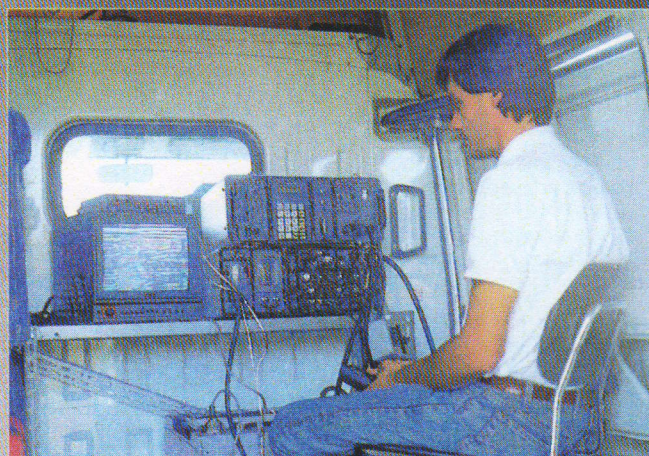
- Prove di carico su ponti, viadotti e solai
- Prove di carico su pali, micropali, tiranti

PAVIMENTAZIONI STRADALI

- Prove in Situ
- Sistemi ad alto rendimento (SCRIM, FLD, APL, ARAN)



Laboratorio di Caltanissetta



Verifica degli spessori delle pavimentazioni stradali: strumentazione georadar su furgone attrezzato IVECO 4x4



Controlli in situ su pavimentazioni stradali: sistema ARAN



Controlli in situ su ponti: diagnosi e sorveglianza

Sede Legale e Laboratorio:

Via Zenia, 22 - Zona Industriale - 95045 MISTERBIANCO (CT) - Tel. 095/476942 - Fax 095/475003

Laboratorio:

C.da Calderaro - Zona Ind. - Casella Postale 287 - 93100 CALTANISSETTA - Tel. 0934/565012 pbx - Fax 0934/575422