

Edizione italiana

### Celle solari all'arseniuro di gallio e sistemi fotovoltaici

Come è noto, l'aspetto più critico dei sistemi fotovoltaici attuali è dato dalla bassa efficienza di conversione delle celle solari al silicio: le dimensioni d'impianto che ne conseguono determinano costi strutturali e di aree coperte predominanti rispetto ai costi delle celle stesse. È quindi essenziale, per abbassare il costo globale di tali sistemi, aumentare l'efficienza di conversione delle celle.

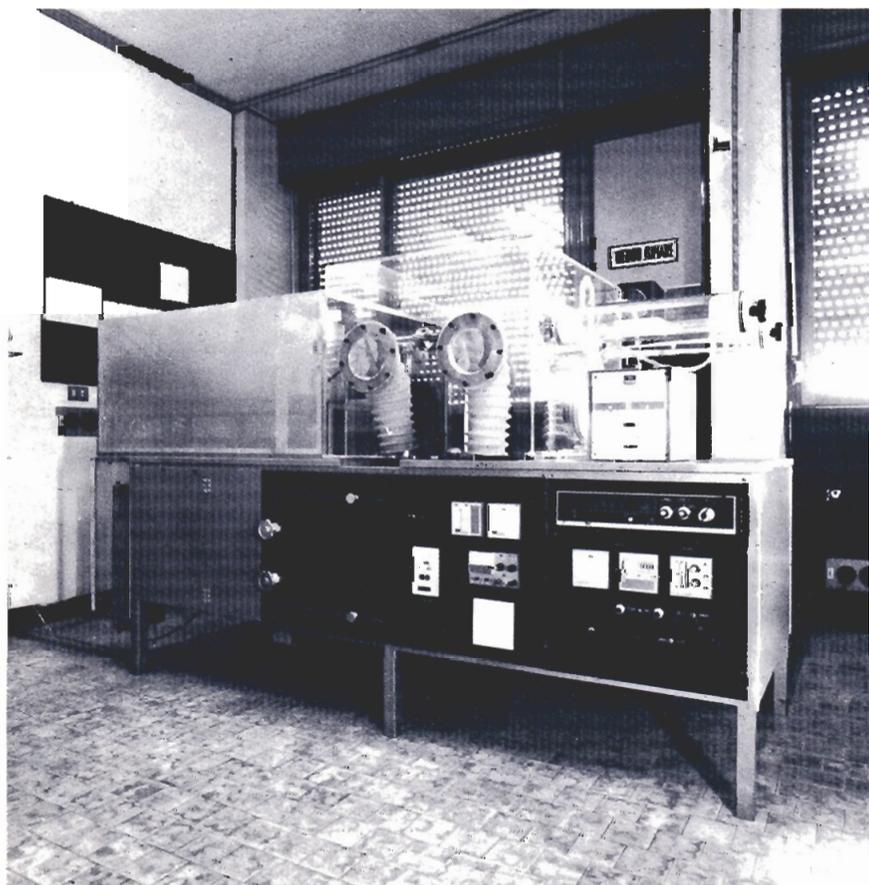
A questo fine il CISE ha sviluppato celle all'arseniuro di gallio-arseniuro di gallio e alluminio (GaAs-GaAlAs), che, in accoppiamento con dispositivi ottici di concentrazione della luce solare incidente,

presentano, a seconda dei valori più o meno alti del rapporto di concentrazione, rendimenti variabili dal 19% al 23%. Si tratta di valori di assoluta rilevanza anche sul piano mondiale. Inoltre, con sistemi ad alta concentrazione allo studio al CISE, tali rendimenti dovrebbero salire al 30%.

L'arseniuro di gallio è uno dei materiali di maggiore interesse per sistemi ad elevata concentrazione, sia perché l'efficienza teorica delle celle è fra le più elevate (28% a concentrazione 1 e 34% a concentrazione 1000), sia perché tale efficienza non decresce sensibilmente con la temperatura.

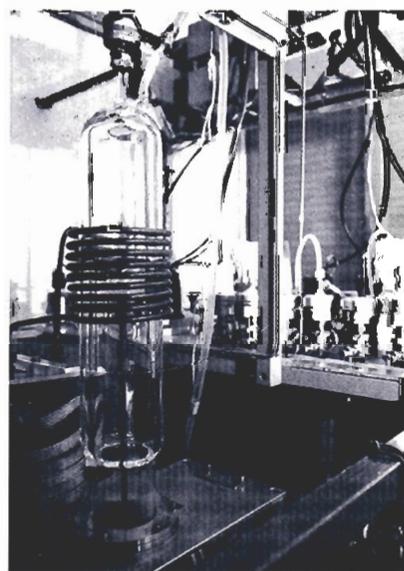
Le celle vengono prodotte in impianti appositamente progettati e realizzati al CISE, con i metodi della epitassia da fase liquida (LPE - Liquid Phase Epitaxy) e della epitassia da fase vapore (VPE - Vapour Phase Epitaxy).

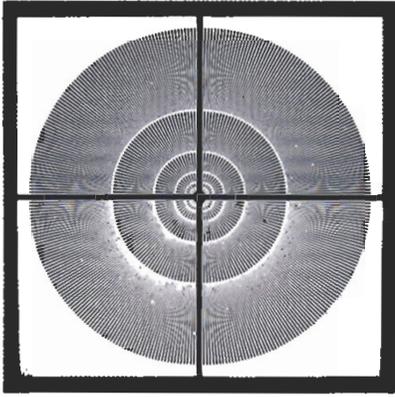
Per la caratterizzazione delle celle solari è stata messa a punto al CISE un'apparecchiatura automatica, che consente la registrazione delle curve corrente-tensione, oltreché delle curve di rendimento di potenza. L'apparecchiatura, che costituisce una necessità primaria per i laboratori che si occupano di generazione fotovoltaica, può essere oggetto di produzione in serie.



Impianto per la produzione di strutture GaAs-GaAlAs per celle solari, mediante epitassia da fase liquida.

Impianto per la produzione di strutture GaAs-GaAlAs per celle solari, mediante epitassia da fase vapore.





Struttura superficiale di cella solare a GaAs-GaAlAs (area attiva:  $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ).

Parallelamente alle celle solari, il CISE sviluppa i sistemi basati sul loro impiego: in particolare, sono stati progettati e sono in corso di fabbricazione, per conto dell'ENEL, due moduli fotovoltaici da 100 watt ad alta concentrazione, uno dei quali è concepito in modo da sfruttare la suddivisione dello spettro solare: ciò consente di raggiungere una maggiore efficienza di conversione. Dai dati di esercizio dei due moduli si ritiene di poter ottenere una valutazione globale della competitività — in termini di economicità, minori difficoltà tecnologiche e maggiore affidabilità — dei sistemi ad alta concentrazione con celle all'arseniuro di gallio.

È stato inoltre condotto, per conto della Commissione delle Comunità Europee, lo studio di fattibilità di una centrale fotovoltaica da 1 MW

di tipo ibrido, ossia con celle a GaAs-GaAlAs per produzione diretta di energia elettrica e con utilizzazione del calore estratto dal fluido di raffreddamento per produzione aggiuntiva di energia elettrica mediante gruppo turboalternatore.

Queste competenze consentono al CISE di offrire, sul mercato dell'innovazione tecnologica:

- impianti per la crescita di GaAs e GaAlAs mediante epitassia da fase liquida;
- impianti per la deposizione di GaAs e GaAlAs mediante epitassia da fase vapore da composti metallorganici;

– “know-how” relativo alla crescita di GaAs e GaAlAs per strutture di celle solari;

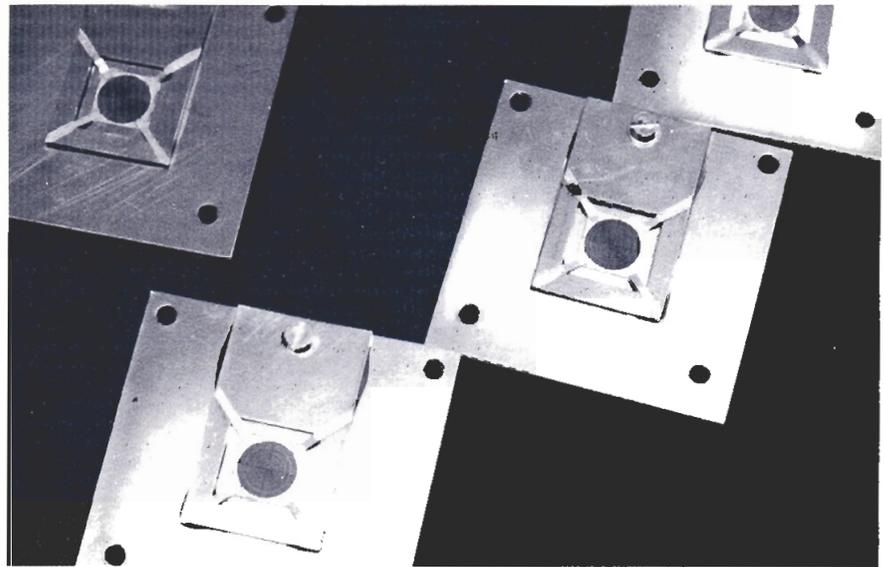
– “know-how” relativo alla progettazione e alla tecnologia di celle solari a GaAs-GaAlAs per sistemi ad alta concentrazione e ad alta efficienza;

– prototipi di moduli ad alta concentrazione di bassa potenza, impieganti celle solari a GaAs-GaAlAs;

– prototipi di celle solari a GaAs-GaAlAs;

– consulenza sullo sviluppo di celle e sistemi ad alta concentrazione, anche non basati sulla tecnologia dell'arseniuro di gallio.

Celle solari all'arseniuro di gallio di progetto ottimizzato.



## LADIR: un'apparecchiatura per la rilevazione a distanza degli spostamenti di punti di strutture eccitate

Il CISE ha depositato una domanda di brevetto di un sistema per l'analisi dinamica di strutture meccaniche e civili (LADIR), realizzato in collaborazione tra RACAL (U.K.) (per la parte strumentale) e CISE stesso (per la parte sistemistica).

Esso è costituito da vibrometri elettroottici che operano sul principio dell'interferometro di Michelson e consente di rilevare spostamenti e velocità puntuali di una struttura eccitata con forze naturali od artificiali. La distanza di impiego varia da 0,20 m a circa 200 m senza l'uso di mezzi retrodiffondenti, mentre si avvicina a 500 m circa con l'impiego di retrodiffusori. Le frequenze operative variano da 0,1 Hz a 150 Hz, con una risoluzione di  $0,1 \mu\text{m}$  alla frequenza di 1 Hz. Il sistema si è rivelato di particolare interesse per uso su struttu-

re con punti di difficile accesso, quali ad esempio ciminiere e dighe. Il comportamento dinamico di queste è stato anche analizzato direttamente sotto la sollecitazione di microsismi naturali e perturbazioni atmosferiche.

L'impiego di più sensori, previsto nel sistema, rende possibile anche la misura del vettore spostamento nelle sue tre componenti radiale, tangenziale e verticale.

Il sistema LADIR comprende:

- sensori di vibrazioni a luce coerente, costituiti da interferometri a sorgente laser;
- sensori angolari;
- sistema di raccolta ed elaborazione dati.

La tecnica di misura attuata con il sistema LADIR è talvolta complemen-

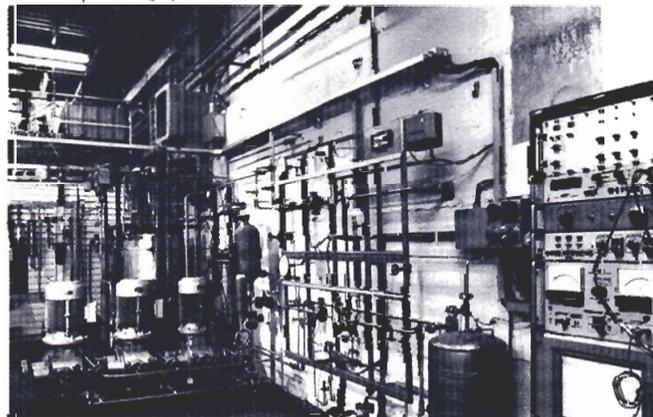
tare a quelle tradizionali. Tra l'altro, le tecniche tradizionali presentano limiti operativi nella misura contemporanea di spostamenti radiali e tangenziali e nell'analisi dinamica di strutture di piccola massa, quali modelli in scala, ecc., problemi questi risolti con il LADIR. Rispetto a queste tecniche, il LADIR rende anche più agevoli alcune operazioni di misura, quali quelle relative alle frequenze proprie e ai modi stazionari di una struttura. Inoltre, vengono evitati gli inconvenienti presentati da sistemi quali geofoni, accelerometri, ecc., in quanto la funzione di trasferimento del LADIR è lineare con la frequenza e con l'ampiezza di spostamento. Come ulteriore vantaggio, il LADIR non comporta alcun contatto meccanico con la superficie vibrante.

## L'esperienza del CISE sulla corrosione dei materiali: strumentazione e impianti a disposizione dell'industria

La necessità di garantire il più a lungo possibile l'esercizio degli impianti in condizioni di sicurezza e a costi contenuti, richiede un'accurata progettazione anticorrosione dei materiali ed il controllo attento delle condizioni di esercizio.

L'attività di studio sui materiali, iniziata al CISE negli anni '50 con specifico riferimento alle leghe di zirconio, è proseguita nel campo della chimica e dei materiali di circuiti e componenti sia dei reattori nucleari ad acqua (circuiti del fluido termovettore primario e secondario, sistema di raffreddamento di emergenza, generatori di vapore e sistemi di sicurezza), sia delle centrali termoelettriche convenzionali. In questo modo è stata acquisita un'ampia competenza sulla chimica dell'acqua, con particolare attenzione alla radiolisi, all'effetto delle impurezze e degli additivi, ed a tutti gli equilibri chimico-fisici indotti dalle variazioni di temperatura e pressione. Contemporaneamente si sviluppavano le competenze sul comportamento a corrosione ad alta temperatura dei differenti materiali impiegati in questi impianti: acciai al carbonio o basso legati; acciai inossidabili ferritici, martensitici ed austenitici; superleghe di nichel; ottoni; titanio, ecc. Il comportamento è stato studiato alla luce dei differenti aspetti che la corrosione assume: corrosione generalizzata, tensocorrosione, fretting-corrosion, pitting, ecc.

Uno dei quattro impianti in funzione al CISE per lo studio della corrosione generalizzata e localizzata, anche in condizioni di scambio termico di materiali metallici utilizzati in centrali di potenza convenzionali e nucleari. Tali impianti consentono il controllo continuo dei parametri chimici e chimico-fisici dei fluidi termovettori, oltre che il monitoraggio della corrosione. Le condizioni massime di funzionamento sono le seguenti: temperatura, 330°C; pressione 150 atm; flusso termico, 45 W/cm<sup>2</sup>; portata, 1,5 m<sup>3</sup>/h.

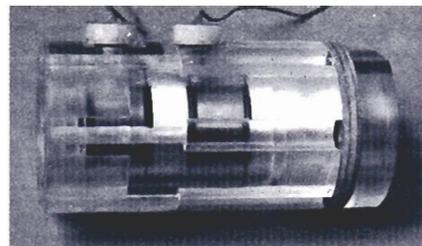


Per lo studio della corrosione generalizzata, sono stati anche sviluppati e brevettati metodi originali che consentono la misura diretta in sito della velocità di corrosione.

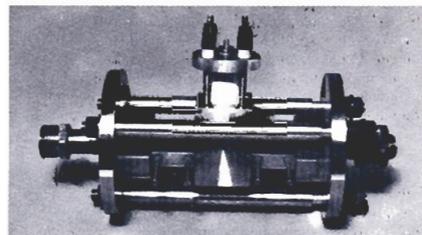
Per quanto riguarda la corrosione a temperatura ambiente, un esempio di attività del CISE è dato dallo studio della corrosione cui sono sottoposti i paramenti metallici di dighe di bacini idroelettrici. Per bloccare tale processo è stato sviluppato un sistema di protezione catodica, applicabile anche in presenza di vernici protettive.

Lo studio della tensocorrosione in in strutture o componenti richiede la determinazione della distribuzione degli sforzi residui e la disponibilità di attrezzature per riprodurre lo stato di sollecitazione sui campioni di forma diversa utilizzati per le prove. È quindi necessario sviluppare metodi originali e realizzare macchine non reperibili in commercio. Similmente, vengono realizzate macchine per studi di fretting-corrosion; in esse è possibile controllare, durante la prova, l'andamento dell'usura ed i parametri del movimento, e determinare così funzioni sperimentali che consentono di prevedere l'entità della corrosione-usura.

Questa complessa attività ha richiesto la progettazione e realizzazione di circuiti sperimentali in grado di riprodurre le condizioni di esercizio degli impianti di riferimento (temperature, pressioni, chimica dell'acqua, ecc.) e che costituisco-



Sonda brevettata dal CISE, per il controllo in situ della corrosione dei fasci tubieri di condensatori di vapore. La relativa licenza di produzione è stata acquisita dalla società ATEL, di Roma, che commercializza il sistema "CCM System" (Condenser Corrosion System), costituito da un gruppo di nove di tali sonde e dal corrosimetro AM 300. Tale sistema è stato installato su un condensatore di vapore di una centrale termoelettrica dell'ENEL e funziona da oltre un anno con ottimi risultati.



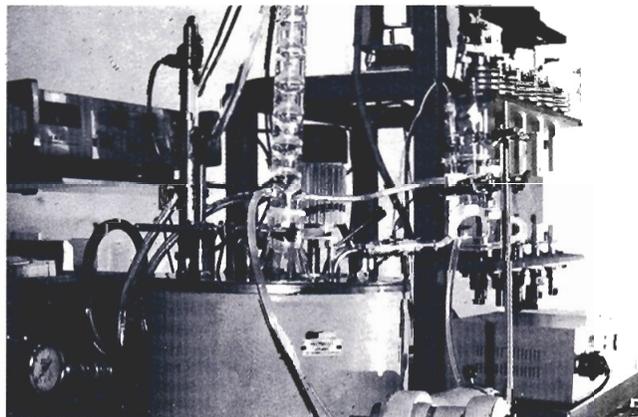
Sonda brevettata dal CISE, per il controllo in situ della corrosione di tubazioni in impianti a temperature fino a 270°C. In collaborazione con la società ATEL il CISE sta sviluppando un corrosimetro computerizzato da associare a tale sonda per utilizzarne appieno le potenzialità.

no oggi un patrimonio di livello internazionale, unico in Italia.

Completa il panorama un laboratorio attrezzato per prove accelerate di corrosione, convenzionali e non.

A questo patrimonio di competenze, attrezzature e metodiche attinge da anni l'industria, per la quale vengono effettuate ricerche e consulenze nel campo della chimica dell'acqua e del comportamento a corrosione dei più diversi materiali.

Una veduta parziale del laboratorio di elettrochimica della corrosione dei materiali metallici, del CISE. Per la caratterizzazione dei materiali, in tale laboratorio vengono sviluppati i sistemi di controllo in situ della corrosione, ed i metodi di corrosione accelerata. Questi studi consentono di riconoscere le cause di cedimento dei materiali e di formulare le specifiche più appropriate in funzione delle condizioni di impiego.



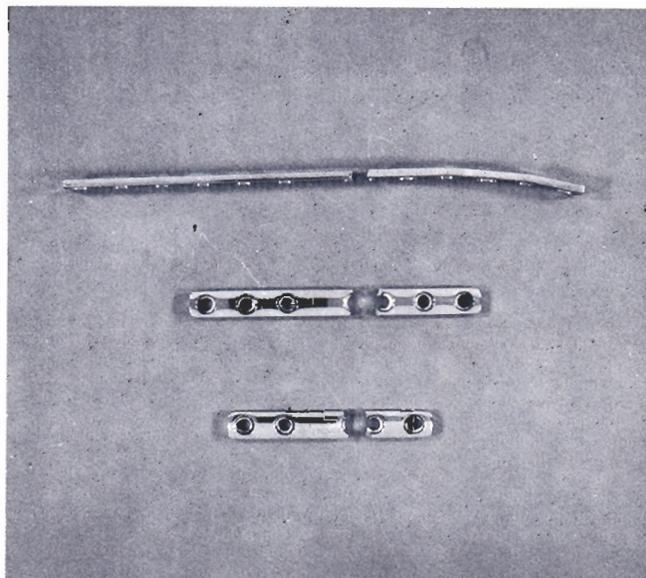
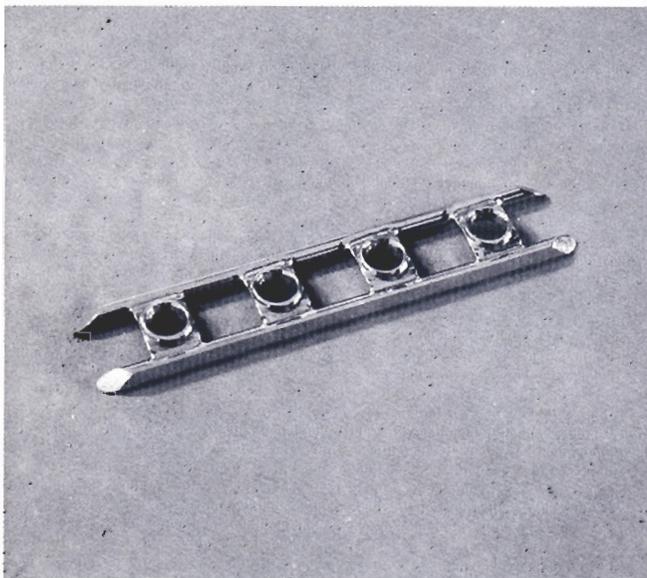
## Un innovativo fissatore per osteosintesi di elevate prestazioni meccaniche

La fissazione interna di fratture di osso mediante placche (endoprotesi) tende a sostituire il metodo convenzionale di immobilizzazione dell'arto mediante ingessatura. Con l'impiego delle placche si evita infatti l'anchilosi delle articolazioni interessate dall'ingessatura, si ottiene una mobilizzazione precoce e quindi l'utilizzo dei muscoli adiacenti alla frattura — evitando così ogni forma di edema post-traumatico —, e inoltre si ottiene una riduzione del periodo di degenza. Peraltro molti sono gli svantaggi che derivano dall'uso delle placche attualmente in uso. In particolare

Il progetto della placca CISE-Parrini si basa sul conseguimento di due obiettivi: 1) eliminare i punti deboli presenti nelle placche attualmente utilizzate, risultanti dalla concentrazione di sforzi in corrispondenza dei fori di fissaggio; 2) agire su due generatrici di appoggio note e distanziate. Nelle placche in uso le funzioni di fissaggio e allineamento sono confuse; nel nuovo disegno, invece, l'allineamento dell'arto è assicurato da due elementi portanti longitudinali (barre), che poggiano su generatrici spaziate e ben definite, mentre negli organi trasversali di intercon-

nessione (ponticelli) sono ricavate le sedi per le viti di fissaggio. Le barre portanti non vengono quindi indebolite; inoltre, agendo su generatrici lontane, esse inducono rigidità e resistenza dell'impianto alle sollecitazioni torsionali e trasversali. I ponticelli non sono soggetti a importanti sollecitazioni e quindi non soffrono dell'indebolimento causato dai fori di alloggiamento delle viti.

Questa soluzione offre, come beneficio secondario non trascurabile, ampi gradi di libertà in sede di dimensionamento; è infatti possibile agire sulla forma, sul momento



A sinistra: Il prototipo della placca CISE-Parrini per osteosintesi. A destra: placche commerciali fratturate per scarsa resistenza a fatica.

tali placche presentano una scarsa capacità di resistenza a sovraccarichi accidentali, specialmente se laterali e di torsione, e una scarsa resistenza a fatica.

Per ovviare a tali inconvenienti, il CISE ha recentemente ideato e brevettato una placca basata su criteri profondamente innovativi e che, rispetto alle placche attualmente in commercio, offre prestazioni meccaniche nettamente superiori. Tale placca è stata sviluppata in stretta collaborazione con il Prof. L. Parrini, della 1<sup>a</sup> Clinica Ortopedica dell'Università di Milano.

*Per ulteriori informazioni sulle notizie pubblicate rivolgersi alla Direzione Commerciale oppure alla Segreteria Generale del CISE, Casella postale 12081 - 20100 Milano - Telefono: (02) 2133241 - Telegrammi: CISE-NERG - Milano - Telex: 311643 CISE I.*

di inerzia e sulla spaziatura fra le barre in modo relativamente indipendente dalla quantità di materiale, e di conseguenza ridurre gli effetti di mascheratura rispetto ai tessuti circostanti la zona di frattura, pur guadagnando in rigidità e resistenza meccanica.

Gli ultimi stadi di sperimentazione della placca verranno effettuati congiuntamente dal CISE e dall'Istituto Ortopedico Gaetano Pini, mentre la licenza di produzione, commercializzazione e vendita della placca è stata acquisita dalla Società LIMA di Udine.