



# PROGETTO EUREKA EU220

CONTENTO TRADE SRL

Innovazione tecnologica per l'ambiente

EU 220

01.06.90 – 01.06.95

Processo di consolidamento dei materiali stradali e da costruzione  
attraverso l'ottimizzazione dei processi naturali: diagenesi e  
laterizzazione



## DESCRIZIONE BREVE

### Partecipanti:

Vomm srl, Rozzano, Italia  
Contento Trade srl, Campoformido, Italia  
Enterprise Malet, Toulouse, Francia  
Veta Ltd, Kostroma, Russia  
Ekvotormet ltd, Moscow, Russia

### Obiettivi del progetto:

Individuare dei nuovi metodi per la realizzazione di sottofondi stradali a basso costo da impiegare in aree caratterizzate da scarsa disponibilità di materiale ghiaioso e sabbioso.

### Questo include:

Uso di materiali coesivi disponibili nell'area di costruzione (argille e limi) trattati con un metodo "diagenetico", basato sull'impiego di basse percentuali di legante idraulico e di una forte compattazione per ottenere, quindi, una bassa porosità ed una buona stabilità del legame all'azione dell'acqua e di altri agenti disgreganti.

Inoltre, l'individuazione di un nuovo sistema di consolidamento che permetta l'utilizzo e la valorizzazione di tutti i materiali incoerenti presenti sulla crosta terrestre. In tale ambito, la ricerca vuole dimostrare specificamente la consolidabilità dei materiali incoerenti naturali campionati, e l'utilizzabilità dei materiali consolidati come materiali da costruzioni stradali.

## OBIETTIVI

L'obiettivo finale della ricerca era quello di individuare nuovi metodi per la realizzazione di sottofondi stradali a basso costo da impiegare in aree caratterizzate da scarsa disponibilità di materiale ghiaioso e sabbioso.

Per ottenere ciò si è scelto di operare con i materiali coesivi disponibili nell'area di costruzione (argille e limi) stabilizzandoli con un metodo "diagenetico" basato sull'impiego di basse percentuali di legante idraulico e di una forte compattazione per ottenere una bassa porosità ed una buona stabilità del legame all'azione dell'acqua e di altri agenti disgreganti (gelo-disgelo, carbonatazione, ecc.).



Per queste applicazioni è stato individuato e messo a punto un nuovo tipo di legante, l'ettringite, normalmente nota come agente disgregante di alcuni conglomerati cementizi. Le strade scelte da parte francese ed italiana per la sintesi e l'attivazione del legante ettringitico sono state differenti:

dopo un inizio comune volto ad analizzare gli aspetti relativi alla sintesi chimica dell'ettringite le ricerche si sono focalizzate sul principale problema di questo tipo di legante, vale a dire la tendenza dei suoi cristalli ad una crescita incontrollata in determinate condizioni.

Da parte italiana si è puntato a controllare il fenomeno mediante l'impiego di precursori parzialmente cristallizzati che hanno mostrato ottime caratteristiche di stabilità dopo l'idratazione e sulla sostituzione (parziale o totale) degli ioni Al con ioni Fe nella molecola ettringitica.

Da parte francese si sono invece sviluppati metodi termici per la produzione di "clinker" ettringitici a cristallizzazione controllata ed anche questi hanno fornito risultati soddisfacenti. Per rendere competitivo il costo di produzione di questi nuovi tipi di legante sia da parte francese sia da parte italiana si è fatto ricorso all'impiego di residui industriali come materie prime.

In particolare da parte francese si sono valorizzati dei residui ricchi di gesso e di ossidi di alluminio mentre da parte italiana si sono impiegati i residui da lavorazione del biossido di titanio (ricchi di solfato di ferro), fanghi da lavorazioni di metalli non ferrosi (ricchi di idrossido di alluminio) e marmettola (ricca di calcare).

In entrambi i casi i residui possono rappresentare oltre il 50% dei componenti dei leganti e questo fatto costituisce un indubbio successo dal punto di vista ambientale.

Dal punto di vista tecnologico le strade percorse da parte francese ed italiana sono differenti ma per certi aspetti complementari.

Da parte italiana si è puntato ad ottenere un legante dotato di buone caratteristiche fisiche e meccaniche dotato di una velocità di presa rallentata per adattarsi alle differenti tecnologie in uso nei vari paesi di potenziale impiego (dalle zone aride alla tundra). Da parte francese non si è potuto limitare la velocità di presa del legante e si è allora messo a punto uno specifico macchinario per una corretta applicazione del prodotto.

Pertanto la maggior parte del know-how tecnologico italiano sviluppato nella ricerca è contenuto nella fase di produzione del legante (essiccazione in strato



sottile) mentre quello francese è connesso alla fase di costruzione della strada; questo fatto collima con le specifiche competenze dei due partner principali del progetto.

Dal punto di vista applicativo sia la tecnologia italiana che quella francese hanno dimostrato di possedere delle caratteristiche di validità tali da renderle utilizzabili sia nei P.V.S sia nei paesi industrializzati.

Si tratta di sistemi versatili mediante i quali è possibile utilizzare come materia prima quasi tutte le tipologie di suoli presenti in natura (sola esclusione sono i suoli troppo ricchi di sostanze organiche) ed ottenere sottofondi con le caratteristiche geotecniche desiderate semplicemente variando parametri del dosaggio del legante e dell'umidità del suolo base.

Ovviamente un ruolo estremamente importante è giocato dalle attrezzature impiegate per l'applicazione del processo e da questo punto di vista l'impiego di sistemi specifici per l'omogeneizzazione e la costipazione della miscela suolo legante come quello messo a punto dal partner francese è sempre consigliabile per l'ottenimento di risultati costanti.

Ai fini della ricerca Eureka, come criterio di verifica dell'esito, per semplicità era stato individuato un solo parametro indicativo, la coesione, che doveva essere superiore a 1MPa con dosaggi di legante inferiori od uguali al 20%.

Questi valori sono stati abbondantemente superati nel corso delle prove di espansione laterale libera svolte in laboratorio (vedi fasi B2 e C2) già con livelli di additivazione pari al 5%. Pertanto la ricerca ha sicuramente raggiunto gli obiettivi tecnici indicati nell'allegato E.

Non è possibile però trasferire automaticamente questi obiettivi di laboratorio nei tratti sperimentali dimostrativi.

Infatti, in queste applicazioni la coesione è strettamente correlata ad altre variabili che caratterizzano il tratto (densità ottimale e reale, umidità, portanza, ecc.) che dipendono da parametri esterni quali le attrezzature impiegate per la costipazione o delle funzioni d'uso cui la struttura realizzata sarà destinata (traffico leggero o pesante, in pianura o in montagna, in zona arida o piovosa, in classe di esposizione climatica mite o severa) o ancora delle modalità costruttive della struttura (in piano o in rilevato, tal quale o con copertura bituminosa).

Inoltre anche all'interno di una stessa struttura possono essere richieste differenti parametri a strati con funzioni diverse (es. strato di finitura, strato di base, corpo del rilevato, strato di fondazione, ecc.).



Per questi motivi si è provveduto a selezionare per i tratti sperimentali dimostrativi della ricerca le miscele di materiali risultate conformi agli obiettivi minimi indicati nell'Allegato E ed ad utilizzare per la loro realizzazione le miscele a minor contenuto di legante che, sulla base dei risultati ottenuti in laboratorio, avrebbero consentito di realizzare delle tipologie di strutture stradali normalmente impiegate nei paesi oggetto di intervento.

I risultati delle prove svolte "in situ" dimostrano che in tutte le applicazioni realizzate si sono ottenuti dei risultati soddisfacenti che garantirebbero ampie possibilità di utilizzo della tecnologia nel settore delle costruzioni stradali.

## STATO DELL'ARTE

Come sopra evidenziato, gli obiettivi della ricerca sono essenzialmente di tipo tecnico e possono venire riassunti nella individuazione di un nuovo sistema di consolidamento che permetta l'utilizzo e la valorizzazione di tutti i materiali incoerenti presenti sulla crosta terrestre.

Nell'ambito di questo obiettivo di fondo, la ricerca vuole dimostrare specificamente la consolidabilità dei materiali incoerenti naturali campionati, e l'utilizzabilità dei materiali consolidati come materiali da costruzioni stradali.

Al di là degli obiettivi chimici della ricerca (stabilità chimica), su cui non è facile porre dei limiti, in quanto i parametri di accettabilità possono variare sensibilmente da zona a zona o da tipo di materiale a tipo di materiale (es. temperatura massima e minima di esercizio, pH delle precipitazioni, presenza di sali antigelo, di fertilizzanti, ecc.), risultano fondamentali le caratteristiche meccaniche e reologiche dei materiali consolidati.

Per semplicità, tra i parametri di verifica dell'esito della ricerca, verranno poste solo le caratteristiche meccaniche del materiale consolidato, in quanto assai più facilmente esprimibili e molto più influenzati dal processo di consolidazione.

In generale dunque potremo affermare che il trattamento consolidante avrà avuto successo quanto il materiale consolidato, sottoposto ai tre diversi tipi di condizionamento previsti, dopo un periodo standard di maturazione stimato in 15 giorni, raggiungerà comunque valori di coesione  $C > 1$  MPa nelle prove di compressione E.L.L.

Un'altra condizione da porre, per mantenere economicamente interessante il processo, è che il dosaggio globale di aggiunte, additivi e catalizzatori non deve



superare il 20% in peso sul totale della miscela secca. Se queste condizioni verranno contemporaneamente soddisfatte il processo di consolidazione potrà dirsi riuscito ed il materiale ottenuto valorizzato economicamente.

## MAGGIORI INNOVAZIONI

In sintesi, dall'esame consuntivo della ricerca emerge chiaramente che con le tecnologie in essa sviluppate è stato possibile raggiungere i limiti a suo tempo posti per valutarne l'effettiva riuscita ma che il pregio più grande del processo messo a punto consiste nella sua versatilità di impiego, sia dal punto di vista delle materie prime (pressoché qualsiasi tipo di suolo incoerente è utilizzabile), sia delle zone (dal deserto alla tundra), sia dei prodotti finiti (qualsiasi struttura stradale realizzabile con misti granulari "nobili" è realizzabile anche con questa tecnologia).

## RISULTATI OTTENUTI

La tecnologia oggetto della ricerca potrà trovare una vastissima area di applicazione nelle pianure russe, per la realizzazione di strade minori e piste agricole durevoli a bassissimo costo.

Per parte italiana è ragionevole ritenere che la disponibilità di un know-how con un ampio mercato e di un macchinario unico ottimizzato per la produzione delle materie prime necessarie all'applicazione possa garantire ottime prospettive di penetrazione.

## PROSPETTIVE DI MERCATO

La tecnologia oggetto della ricerca potrà trovare una vastissima area di applicazione nelle pianure russe, per la realizzazione di strade minori e piste agricole durevoli a bassissimo costo.

Per parte italiana è ragionevole ritenere che la disponibilità di un know-how con un ampio mercato e di un macchinario unico ottimizzato per la produzione delle materie prime necessarie all'applicazione possa garantire ottime prospettive di penetrazione.