

***Università degli studi di Napoli Federico II
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base***

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

***«Riciclaggio delle pavimentazioni stradali:
Tecniche Innovative e miscele in via di sperimentazione a
basso impatto ambientale»***



Candidata

Claudia Caputo 518/284

Relatore

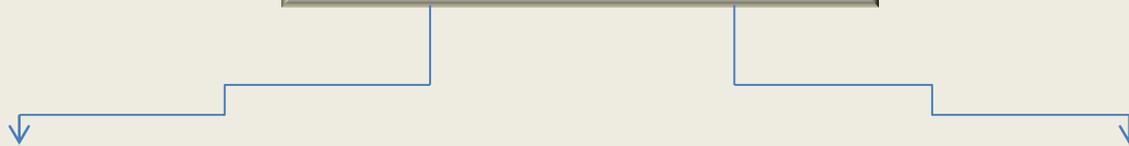
Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

La salvaguardia dell'ambiente ha spinto i progettisti a realizzare infrastrutture viarie mirate alla minimizzazione degli impatti ambientali, ragionando su due interrelazioni:

- 1. *Impatto ambiente –risorse disponibili (minimizzando i costi);***
- 2. *Impatto sulle aree attraversate dalle infrastrutture (ridurre inquinamento atmosferico).***



Riciclaggio del fresato



In ambito stradale intendiamo :
Qualsiasi possibilità di recuperare e riutilizzare il materiale Fresato per la realizzazione di un nuovo conglomerato bituminoso.

Si definisce tale il materiale che si ottiene dalla frantumazione a blocchi(scarifica) oppure dalla fresatura a caldo o a freddo degli strati superficiali di conglomerato.

TECNICHE DI RICICLAGGIO

- **RICICLAGGIO A CALDO** : **Impianti Fissi**
(riscaldamento inerti a 150°) **Impianto in sito**
- **RICICLAGGIO A FREDDO** : **Impianti Fissi**
(senza riscaldamento inerti) **Impianti in sito**
- **RICICLAGGIO A TIEPIDO** : **Impianto Fisso**
(temperature ridotte di oltre 40°) **Impianto fisso**

Gli impianti a loro volta possono essere a seconda del processo di miscelazione :

- **Discontinuo** (quello più utilizzato in Europa ma più costoso qualità del finito ottima, impasto realizzato ogni 40-50 sec.)
- **Continuo** (meno costosa ma qualità del prodotto finito ridotta, inconvenienti legati all'inquinamento atmosferico)

Riciclaggio a caldo impianto fisso e in sito



Fisso: Riutilizzo del conglomerato bituminoso + aggregati lapidei portato a temperatura di 140°

Sito : Rigenerazione della pavimentazione di 5-6 cm attraverso treni di riciclaggio aggiungono il bitume nuovo a quello invecchiato con agenti attivanti a temp. 110-170°

Dal riciclaggio a caldo otteniamo:

- **Aggregati lapidei vergini**
- **Fresato in proporzioni variabili**
- **Bitume tradizionale o modificato**
- **Eventuali ACF (aggregati chimici funzionali)**
- **Recupero dal 10 al 40% del fresato.**



Riciclaggio a Freddo impianto fisso e in sito



Fisso : Il riciclaggio a freddo è realizzato, senza riscaldamento degli inerti

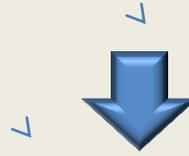
In Sito : richiede l'uso di particolari macchine (fresatrice ,camera di mescolazione) attraverso treni di riciclaggio

Nell' attività di riciclaggio a freddo si ottiene una miscela costituita da:

Si recupera il 100% del fresato

- ✓ Conglomerato di recupero frantumato a freddo e impastato con leganti (emulsione di bitume, bitume schiumato , cemento)
- ✓ Aggiunta di acqua
- ✓ Aggregati lapidei di primo impiego

Vantaggi del riciclaggio



Vantaggi di ordine generale

Ambientale : riciclare consente di risparmiare soprattutto dove gli inerti sono difficili da reperire ; riduzione d'impiego inerti vergini;

Redditività: costi più bassi di costruzioni e ristrutturazione senza compromettere la qualità del risultato. Beneficio alla Pubblica Amministrazione.



Vantaggio in impianto

Emissioni in atmosfera ridotte
(qualità delle tecnologie)
Qualità del fresato ottima.

vantaggio in sito

Qualità e affidabilità delle macchine; tempi brevi di realizzazione; riduzione dei costi di trasporto.
Quello a freddo fornisce vantaggi economici ambientali

Tecniche innovative a Tiepido

Suggerite dal «protocollo di Kyoto del '97» indirizzate verso la salvaguardia dell'ambiente riducendo le emissioni di gas (effetto serra riscaldamento del pianeta) e risorse naturali non rinnovabili.

TECNICHE di RICICLAGGIO A TIEPIDO



- ✓ Temperature minori
- ✓ Riduzioni di emissioni fumi
- ✓ Salvaguardia dell'ambiente
- ✓ Condizioni sicure per gli operai
- ✓ Qualità del prodotto Ottima

WMA (warm mix asphalt)

- il conglomerato bituminoso viene lavorato a temperature di decine di gradi inferiori rispetto a quello a caldo ma con gli stessi macchinari.
- Mira a gestire le caratteristiche chimico-fisiche dei bitumi ottenendo leganti lavorabili e con ottime caratteristiche meccaniche.
- L'ottimizzazione si ottiene quando è possibile praticarla in sito con treni di riciclaggio.

Classificazione dei WMA

La classificazione avviene considerando : la riduzione di temperatura durante il processo produttivo; e le tecnologie utilizzate presenti sul mercato.

Le tecnologie più significative sono le seguenti:

**Additivazione con
attivanti del bitume.**

Con additivi
Organici (cere)

Additivi chimici

**Trasformazione del
Bitume in schiuma**

Processo di
schiumatura ,
riduzione viscosità ,
miglior rivestimento
del legante a temp.
più basse. Tecnica
meno costosa

**Tecniche a base di
Emulsione bituminosa**

tra queste ricordiamo la
Evotherm ET ed
Ecomac.

Vediamo la differenza tra :

✓ **Additivi organici** : queste sostanze producono una riduzione della viscosità del legante, temperature ridotte di 20-30°.

Additivi chimici : non modificano la viscosità come tensioattivi agiscono all'interfaccia tra aggregati e legante. Tra questi abbiamo L'INTERCHIMICA s.r.l. che sviluppato **l'interlow-t**



Riduzione temperatura 40° con duplice vantaggio:

- ✓ Minor consumo energetico ,
- ✓ Abbattimento fumi , annullamento problemi logistici.

L'**interlow-t** agisce sulla struttura del legante permettendo confezionamento a 120° e Compattazione a 90°. Esso non modifica le proprietà fisico-chimiche . Conseguenza della riduzione di temperatura è stato il contenimento sensibile di consumi di combustibile compresi tra il 25-40% ed le emissioni in atmosfera.

Anidride carbonica	-53%
Idrocarburi volatili	-53%
Carbonio organico volatile COV	-90%
Ossido di azoto	-51%
Polveri sottili	-87%

Conglomerati bituminosi innovativi

1. Conglomerati bituminosi fibrorinforzati con fibre sintetiche

la fibra pressata, agglomerata in granuli , composta da **(cellulosa) +(fibra di PET)** aggiunta direttamente al mescolatore prima del bitume con %di 0,30-0,40.

- ✓ Aumenta le caratteristiche meccaniche e la stabilità ,
- ✓ non aumenta lo spessore , (attualmente esistono le geogriglie).



2. Conglomerati bituminosi antigelo con additivi innovativi «Winterpav- eco /s» e conglomerati «antismog TiO2-sistem.»



Winterpav-eco /s , si miscela con una % 3 al 5% nel conglomerato dello stato di usura.

- ✓ non compromette le caratteristiche meccaniche;
- ✓ non è nocivo (zero cloruri).
- ✓ Agisce in modo costante nel tempo perché gli elementi attivi del prodotto migrano verso l'esterno del film di bitume favorendo sempre particelle autosghiaccianti.

l'**AntismogTiO2-sistem** invece è innovativo

- ✓ sfrutta l'energia solare e cristalli fotocatalitici per ossidare inquinanti, (difatti 1m² può pulire 200 m³di aria per giorno.
- ✓ Miscela costituita da cristalli di biossido di titanio e altre sostanze fotocatalitiche.
- ✓ Nei primi 8 mesi in zone trafficate riduzione del 30% di NOX e 50% di SOX.

Asfalti ecologici in via di sperimentazione



Sempre più diffusi sono miscele innovative mixate con sostanze di varia natura (plastica, pneumatici o rifiuti di ogni genere che donano loro la caratteristica di sostenibilità.

- **Con plastica riciclata:** sperimentata in Canada con mixaggio a freddo è costituita da **materiale tradizionale + collante da plastica riciclata** sciolti e riutilizzati con una percentuale pari a 1% .
Svantaggio: costi triplicati per la realizzazione
Vantaggio : del 20% relativo al carburante per la stesura.
- **Polymix:** materiale altamente sostenibile composto da pneumatici e rifiuti di plastica che sono destinati alla discarica. I vantaggi: ridurre consumo di consumo materie prime
- **Asfalto senza bitume:** (USA) materiale ultra sostenibile ottenuto dal petrolio grezzo dopo raffinazione.
Vantaggi: calo degli inquinanti
svantaggi: costoso e temperature alte 300°.
L'ARC sta sperimentando tecniche per aumentare durabilità e ridurre le temperature con miscele di sabbia e m. riciclati

Riciclaggio in Italia, Europa e resto del mondo

In Italia : - si recupera solo il **20% del fresato d'asfalto**;
- si stima che il totale recupero del fresato prodotto annualmente (10mln tonn) genererebbe un risparmio pari a **500 milioni di euro (solo materie prima) non considerando costi discariche e altro**

* secondo i dati diffusi dalla Siteb (associazione italiana bitume e asfalto stradale)

Perché non si ricicla ? →

-inadeguatezza delle leggi (soprattutto in passato),
mancata incentivazione ad utilizzare determinate tecnologie; scarse competenze tecniche
-Viene considerato dalla PA **rifiuto speciale** da smaltire in cave speciali.

In Europa : - si recupera in media il **60% del fresato** questo è dovuto soprattutto alle leggi severe vigenti .

Francia : - vige il «**divieto**» di portare in discarica il fresato «prodotto primario»

Germania: - primato europeo recupera circa il 90% del fresato

Olanda : - attivi impianti che eliminano l'eventuale presenza di catrame nel materiale recuperando interamente l'inerte.

Inghilterra, Giappone e USA : -gli studi si concentrano sul numero di volte in cui si può riciclare il fresato

Quadro normativo

Dal Decreto Ronchi al D.leg 152/2006.

- **D.lgs 3/4/2006 n° 152 (Testo unico)** che detta regole in materia ambientale che disciplina VAS, VIA E IPPC; successivamente introdotta la IV parte relativa alla bonifica dei siti contaminati.

- **UNI EN 10006:2002** Norma tecnica di riferimento «Costruzione e manutenzione delle strade-Tecniche d'impiego delle terre », ritirata a marzo 2004 e sostituita da tre norme

1. **UNI EN 13242:2004 (poi sostituita dalla UNI EN 13242:2008)**
2. **UNI EN ISO 14688-1:2003**
3. **UNI EN 13285:2004 (poi sostituita dalla UNI EN 13285:2010)**

- **UNI EN 13018: LA MARCATURA CE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Dal marzo 2008 è divenuta obbligatorio la marcatura CE per i conglomerati Bituminosi immessi sul mercato, con certificazione del sistema di controllo della produzione da parte di Ente notificato.

Le norme armonizzate di riferimento sono la serie **UNI EN 13108, parti da 1 ad 8.**

- Le parti 1, 5, 7 e 8, sono di particolare importanza per il mercato italiano.

Concludendo:

Per garantire la sostenibilità dell'ambiente in relazione con la politica comunitaria con obiettivo: entro 2020 la riduzione del 20% di CO2 e delle risorse r. utilizzando materiale riciclato (non nocivo).



Indirizzare la PA e i Gestori delle reti di trasporto (già nelle fase di progetto delle opere verso soluzioni a basso impatto che rispondono alla mobilità ecosostenibile.

Politica industriale + politica ambientale



Sistema innovativo meno inquinante che garantisca lavoro



Strada non più minaccia ma un valore aggiunto al territorio che ci deve dare in cambio qualcosa ; dalla nuova strada sarà possibile ottenere energie alternative con pannelli solari e altro. Quindi da un **approccio integrato + industria specializzata + Enti Pubblici = concretizzazione strade sostenibili con minor impatto sull'ambiente e sul territorio**, obiettivi importanti anche per il rilancio del «Sistema Italia » attraverso l'utilizzo di «**tecnologie Verdi**».

.....Grazie per la cortese attenzione

Impianto mobile trasportabile 70-100 ton/h

