



*“NANO-RSS: RETE PER LO SVILUPPO  
SOSTENIBILE DELLE NANOTECNOLOGIE”*

ACRONIMO

**NANO-RSS**

Capofila del progetto



**TECHNORES s.r.l.**

La pubblicazione fa parte dei risultati di un progetto finanziato dall'Amministrazione regionale sui Fondi Docup ob.2, anni 2000-2006.



La Regione Toscana non è responsabile dei testi e di quant'altro inserito dagli autori e curatori nella presente pubblicazione.

*Pubblicazione collegata alla Collana:*

RICERCA TRASFERIMENTO INNOVAZIONE

Settore delle politiche regionali  
dell'innovazione e della ricerca

*Dirigente responsabile:*

Simone Sorbi

Regione Toscana

Giunte regionale

Tiratura copie: 1000

Distribuzione gratuita

Mese e anno di pubblicazione: Ottobre 2006

*Pubblicazione curata dal Dott. Ing. Stefano Carnevale, Ph.D., Technores s.r.l.*

## PREFAZIONE

**Simone Sorbi**

*Responsabile del Settore politiche regionali  
dell'innovazione della ricerca  
Direzione generale dello sviluppo economico  
Regione Toscana*

Incremento di conoscenza, innovazione, ricerca e trasferimento al sistema produttivo sono alla base del modello di sviluppo perseguito dalla nostra Regione, che richiede l'espansione di un articolato quadro di collaborazioni e relazioni tra diversi soggetti, attori dei processi innovativi toscani.

E' infatti necessario rendere il sistema produttivo sempre più cosciente della necessità di creare *reti* che siano in grado di realizzare sinergie tra competenze diverse, in modo da rispondere adeguatamente alle necessità del periodo presente. Le *reti* devono, inoltre, e possono, essere il luogo immateriale per la messa a fuoco dei punti di forza e di debolezza del sistema produttivo, dei suoi bisogni e aspettative; "luogo" d'elaborazione di possibili strategie e metodologie operative che sappiano riflettersi su una creatività d'impresa, o innovazione, che in modo sempre più evidente appare fondamentale in questo periodo storico.

Attraverso il bando dal DoCUP. Ob.2 anni 2000 – 2006, Azione 1.7.1. "Reti per il trasferimento tecnologico" prevista dalla Misura 1.7 "Trasferimento dell'innovazione alle P.M.I.", la Regione Toscana ha inteso appunto promuovere la creazione e il consolidamento di *reti* di imprese, organismi di ricerca, centri di servizio e istituzioni pubbliche per lo sviluppo di attività di trasferimento tecnologico e di diffusione dell'innovazione, negli ambiti nei quali la regione dispone di un significativo potenziale di ricerca e di sviluppo industriale; in modo che sia anche possibile sfruttare le opportunità offerte da progetti/programmi europei e nazionali, allo scopo di accrescere la competitività e la capacità operativa degli attori regionali.

Alla luce delle eccellenze scientifiche e delle competenze produttive che il nostro territorio regionale esprime, sono stati dunque individuati otto settori nei quali si evidenzia l'importanza dell'innovazione tecnologica e della comunicazione per le imprese, unitamente alla sicurezza di processo e di prodotto per il consumatore finale, in ogni sua possibile articolazione: ICT per la modellistica, il design ed il *manufactural processing*; applicazioni micrometriche e nanometriche; nuovi materiali; sistemi optoelettronici; meccanica avanzata e robotica; sistemi di navigazione ed



infomobilità; reti telematiche fisse/mobili, trasmissioni dati, servizi ed applicazioni informatiche; ICT per le scienze della vita.

I vari progetti approvati possono dare un loro contributo per rispondere all'esigenza, presentata nella Misura, di incrementare l'efficienza e la qualità dei processi produttivi e di commercializzazione, cercando di elevare gli standard di qualità dei prodotti e il loro contenuto innovativo, cercando così di sviluppare aree di competenze e di eccellenze tecnologiche con le quali rilanciare i settori tradizionali e dare ulteriore impulso ai settori innovativi del sistema Toscana.

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	6
2	SINTESI DELLE ATTIVITA' DI RETE .....	9
3	LE FATTIBILITA' .....	12
3.1	Fattibilità Farmaceutica.....	12
3.1.1	Sintesi.....	13
3.2	Fattibilità Biomedica .....	15
3.2.1	Sintesi.....	16
3.3	Fattibilità Tessile .....	17
3.3.1	Sintesi.....	18
3.4	Fattibilità edilizia avanzata, vetrario e lapideo.....	20
3.4.1	Sintesi.....	21
3.5	Fattibilità Trattamento Acque .....	22
3.5.1	Sintesi.....	23
3.6	Fattibilità Agroalimentare .....	25
3.6.1	Sintesi.....	26
3.7	Articolo Settore Conciario .....	27
4	RISORSE E TEMPI NECESSARI PER I DIVERSI PROGETTI .	30
5	SOSTENIBILITA' DEI PROGETTI .....	35
6	DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE.....	40



# 1 PREMESSA

Il progetto NANO-RSS ha portato alla costituzione di una rete di eccellenza locale di oltre 30 soggetti interessati alle applicazioni innovative di soluzioni nanoparticellari appositamente sviluppate per diversi settori produttivi nel territorio toscano, partendo dall'esperienza d'avanguardia in Europa del laboratorio avanzato di un gruppo industriale di riferimento (Colorobbia Italia), coinvolto nel progetto come subcontraente.

Le attività di rete sono state caratterizzate da una forte integrazione delle competenze dei diversi partners, e sono confluite nella predisposizione di sei studi di fattibilità preliminare di progetti di ricerca e sviluppo operativi finalizzati allo sviluppo di applicazioni di soluzioni nanoparticellari nei seguenti settori produttivi industriali:

- Farmaceutico
- Biomedico
- Tessile
- Edilizia avanzata, Vetrario e Lapideo
- Trattamento acque
- Agroalimentare

E' stato inoltre pubblicato un lavoro di ricerca pregresso sulle prospettive di applicazione e di ulteriore sviluppo di un processo innovativo di concia basato sull'impiego del titanio in sostituzione del cromo; questa tematica, oltre che affine e collegata a quelle affrontata in NANO-RSS è di grande attualità per superare le gravi problematiche poste dall'impiego del cromo nei processi produttivi.

I partners che hanno partecipato al progetto NANO-RSS sono riportati nel seguente elenco:

## **Enti locali territoriali e non**

Provincia di Firenze  
Amministrazione Provinciale di  
Siena  
Provincia di Prato  
Comune di Agliana  
Comune di Fucecchio

## **Centri di Ricerca pubblici e Centri accreditati dal M.I.U.R.**

Università di Pisa Dipartimento di  
Chimica e Chimica Industriale  
C.R.I.S.M.A. – Università degli studi  
di Siena  
INOA-Istituto nazionale di ottica  
applicata (CNR)



Tecnotessile – Società Nazionale di  
Ricerca Tecnologica r.l.  
CONSORZIO CEO Centro di  
Eccellenza Optronica

### **Consorzi e P.M.I.**

Technores s.r.l.  
Fa.Ro. s.r.l.  
Tessiltoschi industrie tessili S.p.A.  
Belladonna s.a.s. di Leonardo  
Simonelli & C  
Rober Glass s.r.l.  
SEAC s.r.l. con socio unico  
P&I s.r.l.  
Consorzio conciatori di Fucecchio  
Dallas FG92 S.p.A.  
Devoti 3D Snc di Devoti Marco &  
C.  
Conceria Superior S.p.A.

### **Società di ricerca e per l'innovazione**

PIN s.c.r.l. Servizi didattici e  
scientifici per l'Università di Firenze

### **Associazioni di categoria**

Associazione degli Industriali della  
Provincia di Firenze

### **Altro**

(subcontraente) Colorobbia Italia  
S.p.A.  
(subcontraente) Inso Sistemi per le  
Infrastrutture Sociali S.p.A.  
(subcontraente) DIESSE  
Diagnostica Senese S.p.A.  
(subcontraente) Publiacqua S.p.A.  
(subcontraente) Acque industriali  
S.r.l.  
(subcontraente) DF s.r.l.  
(subcontraente) Lux s.r.l.  
(subcontraente) STOITALIA s.r.l.  
(subcontraente) Agenzia per lo  
Sviluppo Empolese Valdelsa

Il progetto NANO-RSS, come descritto approfonditamente nei report intermedio e finale, è pertanto riuscito a combinare le esperienze e le competenze dei diversi partners per realizzare una rete di eccellenza locale operativa, costituita come ATS e dotata di una propria piattaforma di conoscenze on line. Contemporaneamente la collaborazione e la integrazione di conoscenze è stata finalizzata allo svolgimento dei sei studi di fattibilità sopra citati.

Per ciascuno di questi studi sono stati individuati gli obiettivi da raggiungere, le competenze necessarie per affrontare le tematiche di ricerca e sviluppo, le attività da svolgere, la loro tempistica, le risorse da impiegare, i costi relativi, le potenziali ricadute attese; tutte le fattibilità sono state inquadrare in un'ottica di sviluppo ecocompatibile e sostenibile.

Questo approccio strutturato, seguito in tutti i lavori svolti nell'ambito del NANO-RSS, ha portato a definire di fatto un programma generale di ricerca e sviluppo che è imperniato sull'esperienza e le capacità del gruppo Colorobbia di produrre le soluzioni nanoparticellari innovative che saranno studiate e individuate in questo approccio integrato per i sei settori produttivi sopra indicati; settori che giocano un ruolo importante nel contesto produttivo regionale.

Il risultato raggiunto pertanto ha una duplice valenza, da un lato correlata a ciascun singolo progetto, che rappresenta un piano di fattibilità completo per poter eventualmente passare alla successiva concretizzazione in fase di ricerca esecutiva, e dall'altro individua un inquadramento generale di sviluppo delle nanotecnologie a livello locale, basato su esigenze specifiche reali condivise sia da partners industriali che da enti di ricerca e di governo locale.

Le fattibilità complete, per esigenze di riservatezza delle informazioni in esse contenute, sono state rese disponibili soltanto per i partners coinvolti ed ovviamente per la Regione Toscana tramite l'area interna della piattaforma online [www.nano-rss.it](http://www.nano-rss.it), che riporta però nell'area pubblica una sintesi delle diverse innovazioni analizzate.

Al fine comunque di delineare con maggior precisione le potenzialità dei diversi progetti di ricerca e sviluppo definiti con il NANO-RSS, nei seguenti paragrafi si riporta per ogni fattibilità una sintesi tecnica approfondita ed un paragrafo di conclusioni generali relativo alle risorse necessarie per le diverse attività e le relative linee guida sintetiche per il controllo di sostenibilità delle stesse.

Lo scopo del presente documento è pertanto quello di presentare una sintesi ridotta, ma comunque esaustiva, dei risultati ottenuti nell'ambito del NANO-RSS e delle prospettive future.



## 2 SINTESI DELLE ATTIVITA' DI RETE

La definizione degli studi di fattibilità nelle varie aree tematiche ha richiesto una serie di attività strutturate, portate avanti da tutti i soggetti partecipanti alla rete.

Nella fase iniziale del progetto è stata svolta una serie di incontri e contatti con i singoli partners al fine di definire gli aspetti organizzativi e le modalità di avvio delle attività tendendo presente tutti i ruoli e le competenze da coinvolgere e raccogliere segnalazioni, suggerimenti, esigenze ed aspettative dei partner coinvolti.

Sempre in questa fase, al fine di recepire anche esperienze da progetti comunitari già in essere, la rete NANO-RSS è stata presentata, tra il 30 Novembre 2005 ed il 3 Dicembre 2005, nell'ambito del progetto europeo REKNOMA in Svezia (Boras).

Si è poi proceduto ad una sintesi delle varie informazioni e conoscenze acquisite ed è stata operata, in data 25 Gennaio 2006, una prima riunione plenaria dei partners della rete NANO-RSS, svoltasi presso la sede dell'Agenzia per lo Sviluppo Empolese Valdelsa. A questa prima riunione plenaria ha preso parte il 90% dei partners e con essa si sono gettate le basi operative per le successive attività di rete.

Questa prima riunione di rete è stata essenziale sia per divulgare le informazioni e le conoscenze acquisite, sia per recepire ulteriori input dai diversi partners, intavolando una discussione produttiva che ha portato poi a configurare definitivamente le modalità di svolgimento delle future attività.

Successivamente a tale riunione si è pertanto deciso di procedere ad una fase di sviluppo finalizzata ad analizzare tutti i dati di partenza acquisiti ed a delineare più precisamente le linee tematiche di studio della fattibilità del NANO-RSS. Si è inoltre deciso di svolgere le attività di rete con due diverse metodologie, una diretta, basata su di una successiva riunione plenaria finalizzata a divulgare le basi tecnico scientifiche di partenza degli studi di fattibilità, ed una serie di incontri tematici tra i diversi soggetti coinvolti in ogni diversa area per concretizzare gli studi previsti, ed una seconda metodologia procedurale finalizzata a realizzare il sito internet NANO-RSS, come duplice strumento di divulgazione delle attività verso l'esterno e di piattaforma protetta di scambio di informazioni tra i partners e la regione.

Si è quindi definita una procedura generale di gestione pianificando i suddetti incontri e stabilendo dei documenti di registrazione finalizzati a dare evidenza delle attività svolte.

In pratica si è operata una prima sintesi dei dati e delle informazioni raccolte, al fine di definire in termini generali in quali attività di ricerca avrebbero dovuto concentrarsi successivamente le diverse fattibilità specifiche del NANO-RSS.

Questa attività, fondamentale per lo svolgimento dell'intero progetto, è stata svolta tra la prima e la seconda riunione plenaria di rete, ed è partita dall'analisi delle caratteristiche tecniche delle soluzioni nanoparticellari di partenza sintetizzate dal Cericol (Centro Ricerche Colorobbia).

Inoltre si sono definite le procedure operative e gli strumenti hardware e software per la gestione delle rete NANO-RSS, realizzando la configurazione operativa che ha permesso successivamente di svolgere tutte le diverse attività. Per quanto riguarda tale profilo hardware e software, si è deciso di ospitare su di un server in rete 24 ore su 24 gestito direttamente dal coordinatore del NANO-RSS un sito internet (il già citato [www.nano-rss.it](http://www.nano-rss.it)).

Parallelamente a tali attività è stata portata avanti anche un'analisi preliminare degli ambiti di ricerca di maggior interesse, finalizzata all'individuazione dell'oggetto delle sei tematiche di ricerca del NANO-RSS.

Analizzate le proprietà e le caratterizzazioni delle diverse soluzioni nanoparticellari disponibili o comunque sviluppabili in base al know how dei partner, si sono iniziate a studiare le diverse possibili applicazioni nei vari ambiti industriali inseriti nel progetto NANO-RSS e, tramite diversi incontri tra i partners, si è delineata una fattibilità generale preliminare che poi è confluita anche nel "progetto Esecutivo" allegato alla convenzione con la Regione Toscana. Tale prima fattibilità generale, pur nella sua sinteticità, ha di fatto indirizzato poi le successive attività di studio nelle singole tematiche fornendo una piattaforma comune di partenza per tutti i diversi gruppi di lavoro e coordinando tecnicamente gli obiettivi dell'intero progetto. Sono quindi stati individuati i settori di maggior interesse per lo sviluppo degli studi di fattibilità elencati di seguito:

- Farmaceutico
- Biomedico
- Tessile
- Edilizia avanzata, Vetrario e Lapideo
- Trattamento acque
- Agroalimentare

Come evidenziato, si è deciso di riunire le tematiche relative all'edilizia avanzata, al settore vetrario e al settore lapideo in un unico studio di fattibilità, in quanto le maggiori applicazioni del vetrario e del lapideo sono relative proprio all'edilizia avanzata

Relativamente al settore conciario invece, data la specificità dell'applicazione in oggetto rispetto agli altri settori di studio, si è preferito pubblicare un interessantissimo lavoro di ricerca svolto per confrontare la riduzione dell'impatto ambientale del processo di concia al titanio rispetto a quella al cromo.

Raccolti i dati e pianificate le attività, all'interno del NANO-RSS si è quindi proceduto a redigere le diverse fattibilità, a controllarne i contenuti condividendole con i diversi partners coinvolti per poi passare alle attività di divulgazione finale tramite la riunione generale di chiusura progetto e le successive fasi di divulgazione della presente pubblicazione.



Conseguentemente il progetto NANO-RSS ha raggiunto tutti gli obiettivi previsti, proponendosi come piattaforma di ulteriore divulgazione e sponsorizzazione dei progetti sviluppati al fine di favorirne la concretizzazione in attività di ricerca e sviluppo effettive eventualmente portate avanti con il supporto ed il controllo di enti istituzionali cofinanziatori (a livello locale, nazionale e comunitario).

Nei seguenti paragrafi si riporta una sintesi delle diverse fattibilità sviluppate ed un'analisi generale delle relative risorse necessarie e delle linee guida di gestione finalizzate ad uno sviluppo sostenibile, eco-compatibile ed eticamente corretto delle attività previste.



### 3 LE FATTIBILITA'

Nei seguenti paragrafi si riportano, per ciascuna fattibilità sviluppata nell'ambito del progetto NANO-RSS, le seguenti informazioni:

- Asse tematico di interesse, titolo e acronimo dello studio di fattibilità.
- Assi tematici correlati, a livello sia comunitario che regionale.
- Elenco dei soggetti proponenti ciascuno studio di fattibilità (compresi anche soggetti non originariamente appartenenti alla rete del NANO-RSS).
- Persona responsabile del progetto.
- Sintesi tecnica delle attività previste e delle potenzialità dei risultati attesi.

Le relazioni di fattibilità complete, che constano di diverse sezioni e dettagliano approfonditamente i progetti di ricerca e sviluppo, sono disponibili per la Regione Toscana nell'area interna del sito [www.nano-rss.it](http://www.nano-rss.it) e per i vari partners coinvolti in ciascuna di esse tramite Technores s.r.l..

#### 3.1 Fattibilità Farmaceutica

##### NANO-RSS – Fattibilità di progetto per l'applicazione: “FARMACEUTICA”

*Titolo della fattibilità:*

“Studio di un nanocarrier per applicazioni terapeutiche e diagnostiche avanzate”.

Acronimo della fattibilità

**NANO-RSS-FARMA**

**Assi tematici correlati:**

- Asse tematico del VII Programma Quadro dell'Unione Europea n. 4 (Nanoscienze, nanotecnologie, materiali e tecnologie delle nuove produzioni)
- Assi tematico DOCUP n.2 (Applicazioni micrometriche e nanometriche) e n. 3 (Nuovi materiali)

Lista dei soggetti proponenti:

- 1 Colorobbia Italia S.p.A.
- 2 INSTM
- 3 Università degli Studi di Pisa - Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale
- 4 Consorzio CEO Centro di Eccellenza Optronica
- 5 ASL 11 Toscana
- 6 Istituto Nazionale Tumori
- 7 SEAC S.r.l.
- 8 Diesse -Diagnostica Senese S.p.A.
- 9 (partner per MRI ed NMR)
- 10 Altri da selezionare

Persona Responsabile: Dott. Giovanni Baldi

Organizzazione di appartenenza della persona responsabile: Colorobbia Italia s.p.a.

e-mail: [baldig@colorobbia.it](mailto:baldig@colorobbia.it)

### **3.1.1 Sintesi**

Il presente progetto è finalizzato a combinare le competenze avanzate e multisettoriali dei partners coinvolti per realizzare un nano-carrier in grado di realizzare un approccio bivalente sia sotto il profilo terapeutico che diagnostico.

Sostanzialmente il presente progetto sarà finalizzato a sintetizzare nanoparticelle di base, in grado di incrementare la propria temperatura se sottoposte a campi di onde elettromagnetiche.

Queste nanoparticelle dovranno essere inglobate in componenti biologici o di sintesi in grado di renderle invisibili agli anticorpi del corpo umano, generando un nano-carrier nel quale si andranno eventualmente ad introdurre anche dei farmaci citotossici.

La superficie di questo nano-carrier dovrà inoltre essere funzionalizzata, tramite appositi elementi come ad esempio anticorpi monoclonali o peptidi etc. al fine di indirizzare il nano-carrier ad essere principalmente assorbito da determinate tipologie di cellule piuttosto che da altre.

Si cercherà quindi di realizzare di fatto una pallottola intelligente in grado di trasportare attraverso il corpo umano sia la nanoparticella che il farmaco citotossico favorendone la concentrazione in cellule bersaglio, come ad esempio specifiche cellule tumorali.

La chiave di volta del presente progetto sarà pertanto lo studio e lo sviluppo di interfacce biologiche organico-inorganiche in grado di stabilizzare di fatto un carrier nanometrico composto da diversi elementi, sia organici e sia inorganici, in grado di poter attraversare il corpo umano e di concentrarsi, sia grazie a specifiche proprietà biologiche conferite al carrier stesso, sia eventualmente con l'impiego di campi magnetici, in cellule bersaglio. Una volta sul bersaglio, si potranno sfruttare

le proprietà delle nanoparticelle incrementandone la temperatura grazie all'irradiazione locale con campi elettromagnetici. Così facendo si rilascerà il farmaco citotossico solo dove necessario, e si favorirà l'apoptosi della cellula tumorale bersaglio grazie all'ipertermia generata dall'incremento di temperatura della nanoparticella.

Le basi scientifiche di questo approccio terapeutico, nell'ambito del presente progetto saranno estese anche a malattie diverse dal tumore, cercando di funzionalizzare il nano-carrier per interagire ad esempio con virus specifici come l'Hiv, e cercando di sfruttare l'ipertermia indotta per provocarne la morte.

Sempre nell'ambito del presente progetto, gli aspetti terapeutici sopra riassunti saranno affiancati da studi approfonditi finalizzati a sfruttare le proprietà peculiari delle nanoparticelle ferromagnetiche anche in ambito diagnostico.

In questo settore si sperimenterà da un lato di sfruttare la tracciabilità delle nanoparticelle e dunque dei nano-bio-reattori nel corpo umano tramite i classici sistemi di MRI ed NMR, permettendo pertanto di usare le stesse anche per individuare la presenza o meno di determinati tumori o metastasi, e dall'altro si potranno sviluppare specifici kit diagnostici basati sulle proprietà peculiari di nanoparticelle, opportunamente funzionalizzate.

In questo tipo di studio si potrà eventualmente valutare la possibilità ad esempio di sfruttare le ridottissime dimensioni delle nanoparticelle ferromagnetiche, per impiegarle in applicazioni diagnostiche per sistemi automatici in fluorescenza/chemiluminescenza sviluppando soluzioni farmacologiche stabili, e che dunque non abbiano bisogno di essere agitate prima dell'uso come accade oggi, o si potranno eventualmente combinare le nanoparticelle con anticorpi al fine di incrementare la variazione di determinate caratteristiche chimiche e fisiche per rendere maggiormente visibile tramite appositi kit diagnostici la presenza o meno di virus bersaglio.

Il presente progetto avrà pertanto un valore scientifico di assoluto interesse sia in ambito terapeutico che diagnostico e permetterà di accrescere significativamente le conoscenze in diversi ambiti del sapere, dalla chimica alla medicina, dalla farmacologia alla chimica farmaceutica etc., arrivando, in caso di successo, ad aprire nuovi orizzonti nella cura di malattie per le quali, ad oggi, la percentuale di guarigione risulta ancora molto bassa o addirittura nulla.

Proprio le elevate criticità attese, giustificate dalle considerevoli ricadute ottenibili in caso di successo, rendono il presente progetto uno dei più ambiziosi e di più ampio respiro nell'ambito della rete NANO-RSS, e lo collocano ovviamente tra i progetti con risultati di interesse nel medio e lungo periodo.



## 3.2 Fattibilità Biomedica

### NANO-RSS – Fattibilità di progetto per l'applicazione: “BIOMEDICA”

*Titolo della fattibilità:*

“Sviluppo di protesi e tessuti biologici nanofunzionalizzati e di ausili paramedicali per applicazioni nel settore biomedico”

Acronimo della fattibilità

**NANO-RSS-BIOMED**

#### Assi tematici correlati:

- Asse tematico del VII Programma Quadro dell'Unione Europea n. 4 (Nanoscienze, nanotecnologie, materiali e tecnologie delle nuove produzioni)
- Assi tematico DOCUP n.2 (Applicazioni micrometriche e nanometriche) e n. 3 (Nuovi materiali)

Lista dei soggetti proponenti:

- 1 Colorobbia Italia S.p.A.
- 2 Consorzio CEO Centro di Eccellenza Optronica
- 3 C.R.I.S.M.A.
- 4 Università degli Studi di Pisa-Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale
- 5 INSO S.p.A.
- 6 Tessiltoschi Industrie Tessili S.p.A.
- 7 Technores S.r.l.
- 8 Altri da selezionare

Persona Responsabile: Dott. Giovanni Baldi

Organizzazione di appartenenza della persona responsabile: Colorobbia Italia s.p.a.

e-mail: [baldig@colorobbia.it](mailto:baldig@colorobbia.it)

### 3.2.1 Sintesi

Il presente progetto riguarda lo sviluppo (tramite l'impiego di soluzioni nanoparticellari) di innovazioni sostenibili nel settore biomedico. Tali innovazioni possono essere suddivise in due principali macroaree. La prima riguarderà lo sviluppo di ausili paramedicali basati su nanoparticelle, mentre la seconda riguarderà criticità di livello più elevato, legate allo sviluppo di soluzioni innovative nel settore dell'ingegneria tissutale avanzata. Per quanto riguarda lo sviluppo di ausili paramedicali nanofunzionalizzati, si intende sfruttare le caratteristiche delle soluzioni nanoparticellari per migliorare le prestazioni di elementi particolarmente critici. Ad esempio, si ritiene possibile mettere a punto dei sistemi efficaci, basati sull'impiego di idrogeli contenenti biossido di titanio e/o biossido di titanio e altri metalli nanoparticellari, per svolgere una funzione antibatterica e disinfettante sui cateteri. Tale funzionalizzazione permetterà di scongiurare i rischi di infezione che si accompagnano sempre all'impiego dei cateteri, rendendone meno critico l'utilizzo. Inoltre, si cercherà di sfruttare le caratteristiche fotocatalitiche del biossido di titanio per riattivare di volta in volta l'effetto antibatterico tramite l'impiego di irraggiamento con lampada UV, ottenibile eventualmente anche in loco con l'utilizzo di fibre ottiche. Un altro obiettivo correlato con lo sviluppo di ausili paramedicali riguarderà lo studio di tessuti, tessuti multistrato, tessuti non tessuti e garze con proprietà tali da poter essere impiegati su ferite, ulcerazioni e ustioni della pelle come ausili curativi in grado di rilasciare principi attivi terapeutici sulla zona di interesse. Tale soluzione, che permetterà di sviluppare terapie localizzate, non invasive e di facile applicazione, si presenta come trasversale fra il settore biomedico ed il settore tessile. Questo approccio trasversale si realizzerà anche con il settore dell'edilizia avanzata, in quanto nel presente progetto tra gli ausili paramedicali si potranno studiare anche superfici per sale operatorie o per accessori medicali avanzati, dotati di proprietà di assoluto interesse data la criticità delle applicazioni in oggetto. Per lo sviluppo di ausili paramedicali si prevede pertanto una forte interazione tra il presente progetto ed i progetti svolti in ambito tessile e dell'edilizia, del vetrario e del lapideo all'interno del NANO-RSS, integrando di fatto le competenze sviluppate nelle applicazioni di soluzioni nanoparticellari sia basate sul biossido di titanio e sia di altre soluzioni che saranno studiate nel corso delle attività di ricerca. Alle tematiche relative agli ausili paramedicali, che potranno portare a ricadute anche nel medio e breve periodo, si affiancheranno gli studi più critici correlati con l'ingegneria tissutale, caratterizzati da ricadute attese su un arco di tempo maggiore. In quest'ambito, che rappresenta la seconda macro area di interesse del presente progetto, si studieranno applicazioni di soluzioni nanoparticellari sia nel settore delle protesi e sia in combinazione con tessuti biologici specifici al fine di ottenere ad esempio effetti positivi di riduzione del rigetto in caso di trapianti. Relativamente alle protesi ossee e dentali, ci si concentrerà sullo studio e sullo sviluppo di applicazioni dell'idrossapatite (HAP) nanostrutturata con la quale si ritiene di poter realizzare tessuti artificiali assolutamente affini ai tessuti ossei del corpo umano. In



quest'ambito pertanto si studieranno protesi innovative sia basate sull'idrossapatite e sia su soluzioni miste, al fine di ottenere caratteristiche fisiche, meccaniche e biologiche adeguate alle diverse applicazioni. Gli studi relativi alle protesi ossee e dentali saranno il vero cuore del presente progetto in quanto, nonostante l'elevato grado di criticità delle problematiche affrontate, potranno nel medio lungo periodo portare a delle ricadute già effettive in un ambito complesso come quello biomedico. L'obiettivo finale nell'ambito dei tessuti ossei andrà però oltre lo sviluppo di protesi biocompatibili e con caratteristiche meccaniche innovative, spingendosi a studiare sistemi ibridi di idrossapatite nanostrutturata e cellule specifiche (staminali etc.) in grado non solo di eliminare problematiche di rigetto della protesi e di smaltimento dei residui di logoramento della stessa, ma anche di favorire la ricrescita del tessuto osseo sulla protesi con progressivo riassorbimento della stessa. Questi aspetti di assoluto interesse scientifico introdurranno l'ultima fase di ricerca del presente progetto che sarà correlata alle interazioni delle nanoparticelle con i tessuti biologici in generale, valutando la possibilità di sfruttare tali interazioni sia per intervenire sugli stessi tessuti al fine di ottenere effetti specifici (riduzione del rigetto in caso di trapianti etc.) e sia eventualmente di sviluppare sistemi di studio del comportamento dei diversi tessuti, sfruttando ad esempio nanoparticelle ferromagnetiche per studiare le deformazioni di determinati sistemi tridimensionali di condrociti o altre cellule della cartilagine sotto l'influenza di forze di deformazione indotte con campi magnetici controllati. Date le ricadute scientifiche e sociali attese, il presente progetto si pone pertanto tra quelli a potenziale maggiore impatto sociale all'interno del NANO-RSS.

### **3.3 Fattibilità Tessile**

#### **NANO-RSS – Fattibilità di progetto per l'applicazione: “TESSILE”**

*Titolo della fattibilità:*

*“Sviluppo di fibre, filati e semilavorati tessili nanofunzionalizzati”.*

Acronimo della fattibilità

**NANO-RSS-TEX**

**Assi tematici correlati:**

- **Asse tematico del VII Programma Quadro dell'Unione Europea n. 4 (Nanoscienze, nanotecnologie, materiali e tecnologie delle nuove produzioni)**



- **Assi tematico DOCUP n.2 (Applicazioni micrometriche e nanometriche) e n. 3 (Nuovi materiali)**

Lista dei soggetti proponenti:

- 1 Colorobbia Italia S.p.A.
- 2 Technores S.r.l.
- 3 Tecnotessile-Società Nazionale di Ricerca Tecnologica r.l.
- 4 Tessiltoschi Industrie Tessili S.p.A.
- 5 TNT-Tessuti non Tessuti S.r.l.
- 6 PIN srl
- 7 Ecafil Best S.p.A. Industria Filati
- 8 TFT
- 9 Rifinitzione BP
- 10 altri

Persona Responsabile: Ing. Stefano Carnevale, PhD

Organizzazione di appartenenza della persona responsabile: Technores srl

e-mail:[s.carnevale@technores.it](mailto:s.carnevale@technores.it)

### **3.3.1 Sintesi**

Il presente progetto è finalizzato alla realizzazione di tessuti nanofunzionalizzati ottenuti tramite appositi processi per l'applicazione di soluzioni nanoparticellari ai substrati tessili, finalizzati all'impiego sia nel settore tradizionale dell'abbigliamento, sia in applicazioni tecniche in settori specifici quali l'agroalimentare, l'edilizia, il biomedicale etc.

L'idea progettuale nasce dai risultati raggiunti in attività di ricerca già svolte nell'ambito di progetti regionali, nazionali ed europei, e riguardanti la sperimentazione di soluzioni nanoparticellari di biossido di titanio puro e in miscela con altri metalli su fibre prevalentemente naturali, che hanno consentito di conferire caratteristiche antibatteriche ed antiUV a tali fibre.

Partendo da questi primi confortanti risultati, si proseguirà con un'attività di ricerca in primo luogo finalizzata sia ad ottimizzare i risultati già raggiunti, sia ad ottenere, con l'impiego di soluzioni nanoparticellari diverse, tessuti con proprietà avanzate di assoluto interesse per il mercato, come ad esempio tessuti antimacchia, antistatici, autoriscaldanti, antiperforazione, antincendio, ecc.

Partendo da queste applicazioni avanzate, si estenderà la ricerca a tematiche di livello tecnico e criticità più elevate, al fine di individuare metodologie realizzative per ottenere tessuti, tessuti non tessuti e feltri tecnici, da utilizzare in settori più

critici rispetto a quello del tessile abbigliamento, come ad esempio l'agroalimentare e l'edile. In quest'ottica si studierà la possibilità di sviluppare tessuti funzionalizzati con fitofarmaci ed altri elementi per applicazioni agroalimentari che, impiegati tramite pacciamatura o come copertura del terreno rilascino in maniera controllata principi attivi allo scopo ad esempio di eliminare determinate specie infestanti. Si potranno ad esempio sviluppare tessuti attivi contro parassiti specifici come la mosca dell'ulivo, in grado di attirare tale insetto tramite appositi ferormoni ed eliminarli poi con fitofarmaci appropriati. L'impiego di tali tessuti permetterà di ottimizzare significativamente l'impiego di fitofarmaci in agricoltura riducendone la distribuzione tramite irrorazione libera, che comporta notevoli sprechi e dispersioni in ambiente, e consentendo invece di applicare i principi attivi in modo controllato tramite i tessuti solamente ove necessario. Ciò ridurrà notevolmente l'inquinamento ambientale correlato con i trattamenti agricoli ed incrementerà l'efficienza degli stessi. Relativamente alle applicazioni edili si studierà la possibilità di realizzare tessuti con caratteristiche antismog, tessuti ignifughi e tessuti idrofobici per l'impiego nel campo dell'edilizia avanzata. Man mano che si acquisiranno sempre più conoscenze innovative relativamente alle interazioni tra le fibre tessili e le soluzioni nanoparticellari appositamente sviluppate, il presente progetto evolverà verso lo studio di manufatti tessili per applicazioni ad elevato valore aggiunto, che consentano di sviluppare substrati tessili per applicazioni biomedicali. In quest'ambito, sempre procedendo per gradi incrementali di criticità, si partirà dallo studio di tessuti e tessuti non tessuti medicali per applicazioni semplici a diretto contatto con la pelle, come ad esempio fasciature, tutori etc. che dovranno combinare proprietà fisiche di elasticità, indeformabilità e resistenza con proprietà chimico-fisiche innovative ottenibili grazie all'impiego di soluzioni nanoparticellari avanzate in grado di svolgere funzioni antibatteriche, autoigienizzanti, antistatiche etc. Si potrà così evitare ad esempio il cattivo odore che accompagna sempre l'impiego di fasciature per slogatura o infiammazione di articolazioni etc. Successivamente si procederà allo studio di tessuti, tessuti non tessuti e feltri funzionalizzati con principi attivi ed elementi nanoparticellari specifici in grado di svolgere una vera e propria funzione terapeutica, da applicare ad esempio sulle ustioni e/o ulcere cutanee. Questo sarà ovviamente il traguardo più ambizioso del presente progetto che, come evidente tocca trasversalmente diversi settori della rete NANO-RSS.

Gli studi relativi alle applicazioni tessili avranno pertanto delle ricadute importantissime a diversi livelli, partendo dagli impieghi diretti nell'abbigliamento moda e tecnico, sviluppandosi poi nelle applicazioni avanzate agroalimentari ed edili fino al settore più critico degli ausiliari paramedicali e dei prodotti biomedicali veri e propri.

Le tematiche che saranno trattate con il presente progetto avranno pertanto una rilevanza assolutamente di primordine e permetteranno un significativo passo avanti dello stato dell'arte non solo in ambito tessile ma anche nei diversi settori di sviluppo delle applicazioni studiate.



Il presente progetto inoltre avrà un'importanza fondamentale per il rilancio del distretto tessile pratese, offrendo alle varie aziende non soltanto una nuova nicchia di mercato, ma la possibilità di riposizionarsi proponendosi come sviluppatori di semilavorati tessili avanzati interessanti per interi mercati completamente nuovi nei quali ciascuno potrà specializzarsi, e permetterà pertanto un riorientamento radicale del distretto con conseguenti ricadute sulle competenze tecniche, sull'occupazione, sulla visibilità etc.

### **3.4 Fattibilità edilizia avanzata, vetrario e lapideo**

#### **NANO-RSS – Fattibilità di progetto per l'applicazione: “Edilizia avanzata, Vetrario/lapideo”**

*Titolo della fattibilità:*

“Applicazione di sostanze nanoparticellari nel settore dell'edilizia avanzata e nel settore vetrario/lapideo”

Acronimo della fattibilità **NANO-RSS-BUILDINGS**

#### **Assi tematici correlati:**

- **Asse tematico del VII Programma Quadro dell'Unione Europea n. 4 (Nanoscienze, nanotecnologie, materiali e tecnologie delle nuove produzioni)**
- **Assi tematico DOCUP n.2 (Applicazioni micrometriche e nanometriche) e n. 3 (Nuovi materiali)**

Lista dei soggetti proponenti:

- 1 INSO S.p.A.
- 2 STOITALIA S.r.l.
- 3 Colorobbia Italia S.p.A.
- 4 Rober Glass S.r.l.
- 5 Technores S.r.l.
- 6 Vetreria Lux S.p.A.
- 7 Devoti 3D S.n.c.
- 8 Altri: Università, Industria settore plastiche, etc.

Persona Responsabile: Ing. Sisto Lombardo  
Organizzazione di appartenenza della persona responsabile: INSO – Sistemi per le infrastrutture sociali  
e-mail:[sisto.lombardo@inso.it](mailto:sisto.lombardo@inso.it)

### **3.4.1 Sintesi**

Il presente progetto è finalizzato a sviluppare delle applicazioni di soluzioni nanoparticellari innovative nel campo dell'edilizia avanzata, introducendo in questo settore innovazioni significative legate alle proprietà fisiche e chimiche peculiari di tali materiali. Con il presente progetto si svilupperanno pertanto dei sistemi assolutamente rivoluzionari che, applicati nell'edilizia avanzata, potranno trasformare quelli che attualmente sono solo dei meri elementi strutturali passivi, in degli elementi attivi ed in grado di svolgere diverse funzioni. Tali sistemi saranno basati su vetri, marmi, tessuti etc. già attualmente impiegati come materiali edili sia per esterni che per interni, funzionalizzati però con delle soluzioni nanoparticellari che conferiscano loro delle proprietà fisiche e chimiche tali da renderli dei sistemi attivi con funzioni specifiche. Relativamente ad esempio alle superfici in vetro, marmo o vetroceramica si potranno realizzare: piani antibatterici, in grado di rallentare il deterioramento dei cibi appoggiati su di essi e di garantire un grado di igiene elevato, piani antistatici o parzialmente antistatici in grado di condurre elettricità in modo controllato, superfici in grado di abbattere gli NOx presenti nello smog urbano, superfici nanostrutturate con proprietà antimacchia o superidrofobiche o superidrofile, superfici antigraffio di durezza paragonabile a quella delle pietre dure etc. etc. Con il presente progetto pertanto si svolgeranno delle attività di ricerca finalizzate a sfruttare le proprietà combinate dei materiali già impiegati (tessuti, vetri, ceramiche, marmi etc.) con l'applicazione di soluzioni nanoparticellari appositamente studiate al fine di sviluppare degli elementi costruttivi o di arredo rivoluzionari, realizzati per assolvere ad una serie di funzioni specifiche di interesse per il mercato edile. A questo scopo si procederà attraverso due diversi approcci: da un lato si svilupperanno gli elementi di base veri e propri già funzionalizzati con nanoparticelle specifiche (vetri, marmi, tessuti etc.), e dall'altro si studieranno dei processi e dei prodotti in grado di conferire tramite l'impiego di soluzioni nanoparticellari proprietà definite tramite ad esempio vernici da impiegare sulle strutture o altre tipologie di trattamenti speciali di decorazione (inkjet su lastre vetroceramiche etc.). Il presente progetto avrà pertanto come scopo generale quello di sviluppare tramite l'introduzione di soluzioni nanoparticellari appositamente studiate degli elementi costruttivi e degli ausiliari edili "attivi" ovvero dotati di proprietà anche combinate tra loro che operino delle funzioni di interesse nell'ambito dell'edilizia avanzata da esterni ed interni. Questo ambizioso obiettivo combinerà in se le criticità correlate con le diverse tecniche di sviluppo degli elementi di base (vetri, vernici etc.) con le problematiche di sintesi,



applicazione e valorizzazione/attivazione degli elementi nanoparticellari necessari a conferire le proprietà e le funzioni ricercate. Qualora questo progetto avrà successo si giungerà pertanto ad una vera e propria rivoluzione nello sviluppo di elementi edili, che vedrà la possibilità di progettare gli stessi già combinando diverse funzioni richieste e permettendo pertanto di realizzare elementi o accessori già “programmati” e “funzionalizzati” per assolvere ruoli definiti. Si potrà ad esempio realizzare dei semilavorati in vetro funzionalizzati con nanoparticelle in grado di renderli antismog, antimacchia ed antiappannamento se impiegati su superfici verticali esterne, o antigraffio, antibatterici ed autopulenti se impiegati come lastre calpestabili negli interni. Tra i diversi progetti nell’ambito del NANO-RSS il presente progetto apre pertanto il maggior numero di possibili prospettive potendo di fatto sfruttare tutte le possibilità offerte dalle nuove nanotecnologie, unendo applicazioni tessili ad applicazioni vetrarie e lapidee, applicazioni critiche come gli arredi degli ospedali ad applicazioni di immagine come le decorazioni di lastre vetroceramiche esterne ad edifici rilevanti, spaziando dallo sviluppo di effetti superficiali meramente estetici alla combinazione di proprietà meccaniche, chimiche e fisiche definite. Concludendo pertanto, con il presente progetto si mira di fatto ad una innovazione generale nell’edilizia avanzata, con la quale si passerà dall’attuale approccio basato sulla necessità di soddisfare requisiti costruttivi standard con gli elementi storicamente a disposizione in natura, ad un approccio di progettazione e sviluppo di elementi innovativi di base, dotati di proprietà combinate appositamente studiate per assolvere al meglio alle funzioni edili più critiche ed evolute.

### **3.5 Fattibilità Trattamento Acque**

#### **NANO-RSS – Fattibilità di progetto per l’applicazione: “TRATTAMENTO ACQUE”**

*Titolo della fattibilità:*

*“Sviluppo di un innovativo sistema di trattamento delle acque basato sull’impiego di prodotti fotocatalitici nanometrici.”*

Acronimo della fattibilità

**NANO-RSS-ACQUE**

**Assi tematici correlati:**

- **Asse tematico del VII Programma Quadro dell'Unione Europea n. 4 (Nanoscienze, nanotecnologie, materiali e tecnologie delle nuove produzioni)**
- **Assi tematico DOCUP n.2 (Applicazioni micrometriche e nanometriche)**

Lista dei soggetti proponenti:

- 1 P&I S.r.l.
- 2 Acque Industriali S.p.A.
- 3 Publiacqua S.p.A.
- 4 Colorobbia Italia S.p.A.
- 5 INOA-Istituto Nazionale di Ottica Applicata
- 6 Consorzio Conciatori di Fucecchio
- 7 Conceria Superior S.p.A.
- 8 DALLAS FG92 S.p.A.
- 9 Altri da individuare

Persona Responsabile: Pietro Magnani

Organizzazione di appartenenza della persona responsabile: P&I S.r.l.

e-mail: [info@peisrl.com](mailto:info@peisrl.com)

### **3.5.1 Sintesi**

Il presente studio ha come obiettivo lo sviluppo di un innovativo sistema di trattamento delle acque basato sull'impiego di prodotti fotocatalitici nanometrici. Tali prodotti catalitici nanometrici saranno presumibilmente basati su biossido di titanio. Il biossido di titanio nella forma nanoparticellare mostra attività fotocatalitica per assorbimento di luce UV. Perciò, nell'ambito dei trattamenti delle acque l'uso del biossido di titanio è oggetto d'interesse, in quanto l'irraggiamento porta alla formazione del radicale ossidrilico che è un forte ossidante, non selettivo, che ha mostrato anche buone capacità come agente di disinfezione e depurazione. Le sostanze che il Titanio nanoparticellare è in grado di aggredire comprendono n-ottadecano, acido stearico, glicerolo trioleato, paraffine, paraclorofenolo et al. Inoltre, la possibilità di utilizzare per l'attivazione, tramite opportune modifiche del catalizzatore, anche la luce visibile, consentirà probabilmente l'estensione della ricerca alla fotocatalisi tramite irraggiamento solare.

Lo sviluppo e le performance di trattamento del biossido di titanio nanoparticellare, una volta testate, dovranno essere impiegate mediante lo sviluppo di idonee strutture impiantistiche prototipali che costituiranno il principale obiettivo di questo progetto.

Attualmente si ritiene che i trattamenti sviluppati potranno essere applicati, basandosi su differenti realizzazioni impiantistiche, in due principali settori.

Il primo settore di interesse sarà quello delle acque reflue industriali, a sua volta suddiviso in tre tematiche. In primo luogo si svilupperà a livello prototipale un sistema di finissaggio di acque di depurazione pretrattate. L'obiettivo sarà quello di abbattere parte del COD residuo dal trattamento biologico, costituito da sostanze organiche refrattarie, senza utilizzare trattamenti spinti con prodotti chimici specifici che, oltre ad essere particolarmente onerosi, danno luogo a consistenti quantità di fango di risulta. Si ritiene che tale trattamento sarà sperimentato nell'impianto di depurazione del Consorzio Conciatori di Fucecchio.

In secondo luogo si studierà lo sviluppo di un sistema di trattamento di acque reflue tal quali. L'obiettivo sarà quello di estendere l'efficacia del trattamento agli inquinanti organici più resistenti ai trattamenti convenzionali (soprattutto i solventi clorurati e gli aromatici). In questo ambito appare particolarmente interessante testare, oltre all'effettiva efficacia del processo di trattamento per la rimozione di sostanze organiche umiche e pesticidi, l'effetto prodotto su una membrana polimerica utilizzata per la separazione del catalizzatore dall'effluente trattato. Dal punto di vista applicativo, infatti, uno dei problemi principali, per l'utilizzo dei nanomateriali in sospensione, sarà quello della separazione dalla fase liquida per il loro recupero. Infatti, poiché la soluzione sarà in forma colloidale, le usuali tecniche di separazione solido/liquido basate sulla sedimentazione non saranno applicabili. I recenti sviluppi e la riduzione dei costi delle membrane consentiranno di accoppiare la tecnica di trattamento con membrana polimerica ai processi fotocatalitici eterogenei. Si ritiene che tale accoppiamento oltre a permettere il trattenimento del catalizzatore, consentirà di fungere da barriera selettiva per alcuni composti organici da trattare o per i loro sottoprodotti.

Inoltre, sempre all'interno di questo filone di ricerca, si studierà la possibilità di impiegare il biossido di titanio nanoparticellare per aumentare la biodegradabilità della sostanza organica a monte e/o a valle di un trattamento biologico. Attualmente si ipotizza che i trattamenti di acque reflue tal quali saranno sperimentati presso la piattaforma di Pontedera.

Infine, per quanto riguarda il settore delle acque reflue, si svilupperà un sistema di trattamento dei percolati di discarica (che, attualmente, si pensa verrà sperimentato presso la discarica di Peccioli). L'obiettivo in questo caso sarà rappresentato dall'abbattimento di una quota residua di sostanza organica che permane nel percolato pretrattato, al fine di disporre di un'acqua industriale riutilizzabile in situ e conseguire importanti riduzioni dei volumi idrici prelevati dagli acquedotti.

Il secondo settore di interesse per il presente progetto riguarderà le acque destinate al consumo umano, e la loro potabilizzazione. In quest'ambito si indirizzerà lo



studio su due aspetti: igienizzazione per azione antibatterica e/o batteriostatica, riduzione della sostanza organica naturale al fine di limitare i sottoprodotti di disinfezione e rimozione di microinquinanti tradizionali e emergenti. Questa attività sarà portata avanti da Publiacqua, presso il potabilizzatore dell'acquedotto dell'Anconella a Firenze.

La sempre maggior importanza dell'acqua come risorsa limitata nel futuro piano locale di gestione delle risorse sottolinea l'importanza del presente progetto nell'ambito del NANO-RSS.

### **3.6 Fattibilità Agroalimentare**

#### **NANO-RSS – Fattibilità di progetto per l'applicazione AGROALIMENTARE**

*Titolo della fattibilità*

*“Nanotecnologie e materiali tessili per l'innovazione del settore agroalimentare toscano”*

Acronimo della fattibilità **NANO-RSS AGRO.Te**

**Assi tematici correlati:**

- **Asse tematico del VII Programma Quadro dell'Unione Europea n. 4 (Nanoscienze, nanotecnologie, materiali e tecnologie delle nuove produzioni)**
- **Assi tematico DOCUP n.2 (Applicazioni micrometriche e nanometriche) e n. 3 (Nuovi materiali)**

Lista dei soggetti proponenti:

1. Belladonna s.a.s. di Leonardo Simonelli & C.
2. Tecnotessile - Società Nazionale di Ricerca Tecnologica r.l.
3. Colorobbia Italia S.p.A.
4. Technores S.r.l.
5. C.R.I.S.M.A.
6. Università degli Studi di Pisa-Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale
7. Altri



Persona responsabile: Leopoldo Corsi

Organizzazione di appartenenza della persona responsabile: Tecnotessile srl

e.mail: [tecnotex@tecnotex.it](mailto:tecnotex@tecnotex.it)

### 3.6.1 Sintesi

Il progetto che il gruppo di lavoro intende portare avanti si basa sulla valutazione delle possibili applicazioni delle nanotecnologie nel settore agroalimentare, con particolare riferimento alle specificità del territorio toscano.

In Toscana le attività agroalimentari più diffuse comprendono:

- coltivazione di cereali ed altre colture estensive (mais, colza, tabacco, girasole);
- coltivazioni della vite per la trasformazione in vino e derivati alcolici;
- coltivazione dell'ulivo per la trasformazione in olio;
- coltivazioni orticole;
- coltivazioni frutticole;
- coltivazioni di altre piante in via sperimentale (piante officinali, piante coloranti, piante da fibra).

La coltivazione della vite e quella dell'ulivo sono senz'altro quelle più caratteristiche e con un elevato valore aggiunto per quanto riguarda i loro prodotti trasformati sui canali commerciali. Le coltivazioni di altre piante, attualmente in via sperimentale, rappresentano comunque un possibile sbocco futuro di conversione per le colture intensive, oggigiorno sempre più difficilmente posizionabili sul mercato a prezzi interessanti.

In base a tali considerazioni sono state identificate nella coltivazione della vite (vino), olivo (olio) e piante officinali (tisane, oli essenziali) i settori di possibile fruizione delle nuove applicazioni delle nanotecnologie. Si intende quindi studiare in che modo le nanotecnologie stesse potranno interagire con questi settori produttivi e le possibili ricadute positive ottenibili.

Le nanotecnologie stanno prendendo campo in molti settori produttivi con ottimi risultati poiché riescono a garantire un'elevata efficienza di azione. Attraverso tecniche molto avanzate è possibile generare "domini", basati su specifici elementi, di dimensioni dell'ordine dei nanometri (nm) ovvero paragonabili ai sistemi con cui dovranno interagire (cellule, microrganismi, organismi sub cellulari, ecc.). Ciò consente di correlare le caratteristiche chimiche e/o fisiche di superfici con particolari proprietà funzionali e di ottenere materiali modificati che rispondano a requisiti specifici.

Si studierà quindi la possibilità di applicazione delle nanotecnologie in campo agroalimentare con i seguenti obiettivi:

- migliorare le rese produttive delle coltivazioni oggetto dello studio;

- ottimizzare i processi di coltivazione (trattamenti chimici, allontanamento delle infestanti e dei parassiti per via fisica);
- individuare vie alternative ai prodotti chimici (essenze naturali) per i trattamenti fitoiatrici.

In quest'ottica si svilupperanno tessuti funzionalizzati con fitofarmaci ed altri elementi per applicazioni agroalimentari che, impiegati tramite pacciamatura o come copertura del terreno rilascino in maniera controllata principi attivi, allo scopo ad esempio di eliminare determinate specie infestanti. Si potranno ad esempio sviluppare tessuti attivi contro parassiti specifici come la mosca dell'ulivo, in grado di attirare tale insetto tramite appositi feromoni ed eliminarli poi con fitofarmaci appropriati. L'impiego di tali tessuti permetterà di ottimizzare significativamente l'impiego di fitofarmaci in agricoltura riducendone la distribuzione tramite irrorazione libera, che comporta notevoli sprechi e dispersioni in ambiente, e consentendo invece di applicare i principi attivi in modo controllato tramite i tessuti solamente ove necessario. Ciò ridurrà notevolmente l'inquinamento ambientale correlato con i trattamenti agricoli ed incrementerà l'efficienza degli stessi.

### **3.7 Articolo Settore Conciario**

La tematica legata al settore conciario occupa, all'interno della rete del NANO-RSS, un ambito di nicchia e più specializzato rispetto ad altri assi tematici (quali ad esempio il farmaceutico, il biomedico, il tessile o l'edilizia avanzata) che comprendono possibilità di applicazioni e sviluppi a più ampio raggio e trasversali fra loro.

Per tale motivo, relativamente all'ambito conciario, non è stato effettuato uno studio di fattibilità strutturato come negli altri settori ma è stato pubblicato un articolo che dettaglia il bilancio ecologico di un innovativo sistema di concia basato su Sali di Titanio, raffrontando i risultati ottenibili e le ricadute in termini di impatto ambientale con quelli derivanti dall'impiego di un normale sistema di concia al Cromo.

Dati i recenti sviluppi nel campo della produzione di materiali nanoparticellari da parte di Colorobbia Italia, è ipotizzabile la possibilità di sviluppare un processo che permetterà di raggiungere, anche a livello industriale, risultati economici equiparabili con quelli legati ai sistemi di concia tradizionali, con in più la possibilità di ricadute positive in termini di abbattimento dell'impatto ambientale che da sempre è uno dei maggiori problemi del settore conciario.

Tale scenario si innesta come sviluppo di una serie di attività di ricerca già svolte, finalizzate a sostituire l'attuale concia al cromo con la concia al titanio che permette una considerevole riduzione dell'impatto ambientale del processo e dei relativi prodotti.

L'articolo pubblicato analizza pertanto un sistema di concia che impiega un sale di titanio e che si configura come una delle possibili vie per l'ottenimento delle pelli esenti da cromo e da altri prodotti a sospetta tossicità come ad esempio gli aldeidi. In questo articolo si è condotto uno studio di "Bilancio ecologico" sul processo di concia classico (che viene descritto nelle sue principali fasi, dal pickel alla concia alla neutralizzazione), andando a esaminare l'intero processo dal punto di vista dell'impatto ambientale.

I problemi di impatto ambientale derivanti dai sistemi di concia tradizionali sono sostanzialmente di tre tipi: A) reflui liquidi provenienti dai processi B) scarti solidi provenienti dalle lavorazioni, C) pelle finita che arriva al consumatore e suo successivo smaltimento. Nell'articolo, oltre alla descrizione del processo di concia vengono quindi illustrate le operazioni di trattamento dei reflui liquidi, valutando il possibile reimpiego dei prodotti ottenuti da tale trattamento e cioè acqua e fanghi, nonché il possibile impiego della rasatura.

Nei seguenti paragrafi si riporta una sintesi degli elementi salienti dell'articolo pubblicato sul sito [www.nano-rss.it](http://www.nano-rss.it).

## IL PROCESSO DI CONCIA CON SALI DI TITANIO

Il processo preso in considerazione è un normale processo di concia metallica di tipo tradizionale e cioè preceduto da un'opportuna fase di pickel che renda uniformemente acido il pH nella sezione della pelle e che rimuova la parte proteica eventualmente residua di tipo non collagenico; inoltre è importante anche raggiungere l'allentamento della fibra, allo scopo di ottenere una successiva distribuzione del conciante nella maniera più uniforme possibile. La fase di concia vera e propria ha delle precise condizioni da rispettare (pH compreso fra 1,0 e 1,1 e tempo di rotazione pari a 3-4 ore). La fase di neutralizzazione può essere individuata come fase critica in quanto è quella che permette il fissaggio del Titanio nella pelle. Le condizioni analizzate (trattamento con basificanti a base di ossido di magnesio e polifosfati) sono le migliori per l'ottenimento di un semilavorato wet-white che non presenti difetti di sovraconcia e che dia la massima lavorabilità alle macchine. I sistemi di riconcia che si possono applicare su questo substrato sono infiniti e dipendono, come noto, dal tipo di articolo che si vuole ottenere. E' chiaro che nell'ottica di perseguire un prodotto non solo non trattato col cromo, ma completamente ecocompatibile, è necessario impiegare nella fase di riconcia prodotti a bassa tossicità quali ad esempio tannini di origine vegetale e soprattutto coloranti a basso impatto ambientale. Nell'articolo presentato è stata analizzata anche la possibilità di impiego di coloranti di origine vegetale in un sistema di concia al titanio e riconcia vegetale come metodo per ottenere pelli a ridotto impatto ambientale. L'impiego dei coloranti a base vegetale trova nel substrato al titanio condizioni favorevoli per dare elevate rese tintoriali e buoni valori di solidità alla luce, grazie alla formazione di "lacche" e cioè complessi del titanio con i coloranti ad alta stabilità. La concia al titanio studiata ha pertanto realizzato



semilavorati dalle proprietà uguali, se non in alcuni casi migliori, rispetto ai semilavorati ottenibili con i processi standard di concia al cromo.

#### REFLUI LIQUIDI PROVENIENTI DAI PROCESSI

E' stato valutato su scala pilota il trattamento di reflui provenienti da sola concia al titanio e riconcia con estratti vegetali, mettendo a punto un'unità pilota da circa 60 Kg di pelli a settimana sulle quali è stato condotto il ciclo completo. I reflui sono stati segregati e divisi in due unità principali, fase di riviera e fase di concia/riconcia. Separatamente, sulle due categorie di reflui, sono stati effettuati i trattamenti chimico-fisici e questi, riuniti in proporzione di 80% riviera e 20% concia/riconcia, sono stati inviati al successivo trattamento biologico. Per queste operazioni è stato impiegato un sistema SBR (Sequencing batch reactor) che realizza in un unico reattore tutte le fasi del ciclo biologico (nitrificazione, ossidazione, denitrificazione). I dati raccolti dimostrano l'alta depurabilità dei reflui derivati dal processo di concia al titanio rispetto a quelli classici della concia al cromo, tanto che i reflui del nuovo processo non hanno richiesto nemmeno il consueto taglio con reflui di tipo civile. Da tale processo sono stati ottenuti due tipi di fanghi ed è stato studiato il loro reimpiego nel settore dei laterizi.

#### SCARTI SOLIDI PROVENIENTI DALLE LAVORAZIONI

Gli scarti solidi provenienti dai sistemi di concia sono sostanzialmente di due tipi: il carniccio e la rasatura. Nell'articolo si è analizzato il risultato di uno studio effettuato in collaborazione con il Ministero della Sanità Italiana per l'impiego della rasatura proveniente da concia al titanio come farina di carne. Lo studio, validato anche dal punto di vista statistico, consente di affermare la totale innocuità della farina di carne così prodotta e anzi porta all'individuazione di un indice di conversione alimentare favorevole.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le pelli finite ottenute riconciando opportunamente con Wet-White al titanio presentano caratteristiche di resistenza meccanica allo strappo e allo scoppio comparabili con quelle della concia tradizionale al cromo e mantengono pari livello qualitativo, comportando per contro un processo produttivo complessivamente a minor impatto ambientale e prodotti finali di più facile smaltimento e/o riutilizzo.

## 4 RISORSE E TEMPI NECESSARI PER I DIVERSI PROGETTI

Nel corso del progetto NANO-RSS, le fattibilità sintetizzate nei precedenti paragrafi sono state approfondite sia sotto il profilo tecnico che delle risorse e dei tempi necessari per l'eventuale concretizzazione dei relativi progetti esecutivi. Relativamente ai costi previsti per ciascuna fattibilità, per ogni partner coinvolto si sono stimate le risorse necessarie a svolgere le attività previste in termini di:

- Costi di personale
- Spese generali
- Attrezzature
- Materiali
- Consulenze
- Prestazioni di terzi

Seguendo i criteri di riferimento nelle normative nazionali e comunitarie i costi sopra descritti sono ovviamente stati stimati in base alle esperienze dei diversi partners, allo stato di avanzamento delle attività di ricerca e sviluppo già in corso nei diversi settori ed alle criticità correlate alle applicazioni in studio.

In ciascun progetto i costi sono stati ulteriormente suddivisi in base alle seguenti attività come di norma indicato nella normativa comunitaria relativa ai progetti integrati:

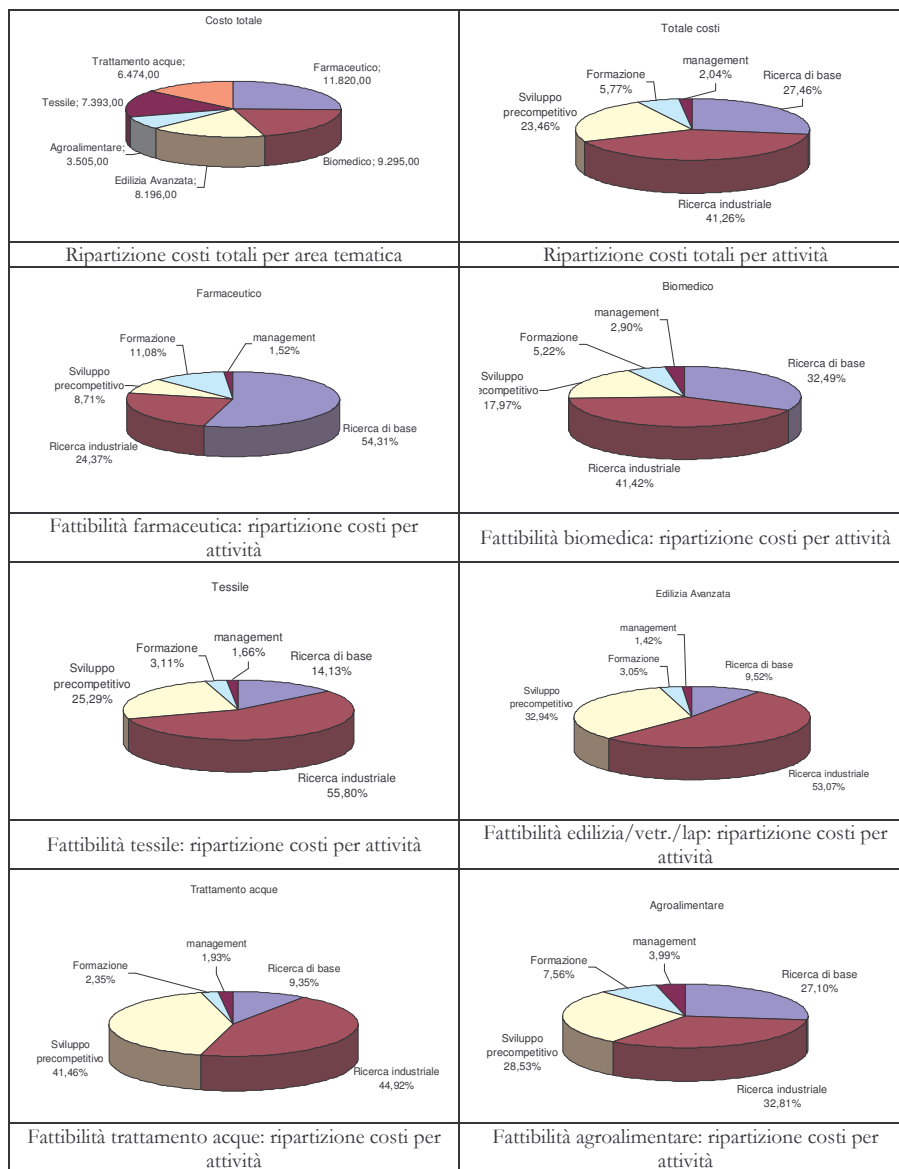
- Ricerca di base
- Ricerca industriale
- Sviluppo precompetitivo (demonstration activities)
- Formazione
- Management

Pur non scendendo del merito delle risorse previste in ogni singolo progetto per ciascun partner, è molto interessante analizzare un overview delle risorse previste nelle diverse attività per le varie fattibilità di progetto, come riportato sinteticamente nella seguente tabella:

(\* costi in migliaia di Euro)

Tematica	Ricerca di base	Ricerca industriale	Sviluppo precompetitivo	Formazione	Management	Costo totale	Durata mesi
Farmaceutico	6.420,00	2.880,00	1.030,00	1.310,00	180,00	<b>11.820,00</b>	48
Biomedico	3.020,00	3.850,00	1.670,00	485,00	270,00	<b>9.295,00</b>	36
Edilizia Avanzata	780,00	4.350,00	2.700,00	250,00	116,00	<b>8.196,00</b>	36
Agroalimentare	950,00	1.150,00	1.000,00	265,00	140,00	<b>3.505,00</b>	36
Tessile	1.045,00	4.125,00	1.870,00	230,00	123,00	<b>7.393,00</b>	36
Trattamento acque	605,00	2.908,00	2.684,00	152,00	125,00	<b>6.474,00</b>	36
<b>Totale costi</b>	<b>12.820,00</b>	<b>19.263,00</b>	<b>10.954,00</b>	<b>2.692,00</b>	<b>954,00</b>	<b>46.683,00</b>	<b>228</b>

I dati sopra riportati sono riorganizzati nei seguenti grafici sia in termini generali che per singola fattibilità, valutando l'incidenza percentuale delle diverse aree tematiche sull'insieme dei progetti NANO-RSS e delle diverse voci di costo all'interno di ogni singolo progetto.



Dall'analisi dei dati sintetizzati nei precedenti grafici si rileva come, per i progetti previsti nei diversi settori industriali, siano necessarie risorse via via maggiori con l'incremento della criticità delle tematiche affrontate, raggiungendo i valori massimi ovviamente per gli studi biomedici e farmaceutici.



Sempre analizzando i diversi settori, si evidenzia come per i settori maggiormente critici le attività principali consistono essenzialmente in ricerca di base e ricerca industriale, mentre man mano che si analizzano settori a minor criticità la ricerca di base vada di fatto via via riducendosi a vantaggio della ricerca industriale e dello sviluppo precompetitivo.

Questi andamenti rispecchiano pienamente le attese, caratterizzando le fattibilità in ambiti maggiormente critici con attività di medio lungo periodo e quindi ancora fortemente incentrate sulla ricerca di base, e inquadrando invece i settori meno critici con attività di medio e breve periodo, caratterizzate da ricerca industriale e sviluppo precompetitivo preponderanti e quindi orientate a delle ricadute industriali più immediate.

A livello di analisi generale dei costi degli studi di fattibilità del presente progetto, la preponderanza dei costi di ricerca di base e di ricerca industriale rispetto alle altre (complessivamente il 70% del totale costi) sottolinea l'elevato grado di innovazione e criticità degli ambiti di ricerca sviluppati, che necessitano ancora di studi specifici significativi prima di poter passare, con il successivo sviluppo precompetitivo, a delle concretizzazioni prototipali di interesse industriale diretto.

Le applicazioni in settori però già interessati da attività di ricerca specifiche sulle applicazioni di soluzioni nanoparticellari innovative, e caratterizzati da un livello di criticità medio basso, comprenderanno anche attività di sviluppo precompetitivo interessanti che permetteranno nel breve e medio periodo la concretizzazione dei primi risultati di interesse della ricerca di base ed industriale in prototipi d'avanguardia per i diversi settori, gettando le basi per il primo sfruttamento industriale delle innovazioni sviluppate.

Dall'analisi delle risorse necessarie, delle diverse tipologie di attività e dei tempi di sviluppo delle diverse fattibilità nei vari settori industriali, si può desumere il seguente ordine di criticità, che parte dalle aree maggiormente critiche, per le quali sono previste ricadute di fatto nel medio lungo periodo, ad aree meno critiche e già mature per ricadute di medio ed anche di breve periodo:

- Farmaceutico
- Biomedico
- Edilizia avanzata, vetraio e lapideo
- Tessile
- Trattamento acque
- Agroalimentare

Già nel corso del progetto NANO-RSS infatti, diversi partners hanno portato avanti le attività di ricerca e sviluppo in corso sia con risorse proprie che con l'appoggio della Regione Toscana (leggi 598, legge 1.8 etc.), concretizzando dei progetti specifici che nei settori del tessile e dell'edilizia avanzata potranno portare a primi risultati in tempi relativamente brevi.



Questi primi progetti, finalizzati ad applicazioni specifiche definite all'interno delle diverse fattibilità generali, sono il primo risultato operativo della rete NANO-RSS e ad esse dovranno seguire poi i progetti di più ampio respiro configurati secondo le fattibilità stesse.

L'inizio di questi primi progetti però, e proprio nei settori per i quali si prevedevano ricadute di breve periodo, sottolinea la bontà delle analisi generali svolte nell'ambito del presente progetto, che ha avuto un ruolo essenziale nell'integrazione delle diverse competenze che hanno favorito la definizione dei progetti stessi.

## 5 SOSTENIBILITA' DEI PROGETTI

Ogni progetto derivato dal NANO-RSS ha dei risvolti correlati con la sostenibilità del progetto stesso e dei relativi risultati da parte del mercato e del tessuto sociale ed ambientale nel quale le diverse attività di ricerca, sviluppo ed industrializzazione verranno svolte.

Conseguentemente si è voluto definire una linea guida sintetica di controllo della sostenibilità dei progetti sviluppati, che sia di indirizzo generale per tutte le fattibilità e che sia dunque soggetta poi ad approfondimenti specifici all'interno delle attività di ciascun singolo progetto.

In ogni progetto di ampio respiro come quelli oggetto delle diverse fattibilità del NANO-RSS, sostanzialmente basati su innovazioni ad elevato impatto sia sul mercato che nell'ambito locale di sviluppo, è necessario definire un organo di controllo, in grado di analizzare a priori e successivamente controllare, tutti gli aspetti correlati con le problematiche etiche e di sostenibilità locale del progetto stesso.

Ogni progetto di ricerca, avrà una serie di ricadute sulla realtà locale nella quale si concretizzerà, che porteranno sia effetti potenzialmente positivi (ricadute occupazionali, economiche etc.) e sia effetti potenzialmente negativi (impatto ambientale, sensibilizzazione della popolazione alle attività di ricerca svolte etc.); lo scopo delle analisi di sostenibilità svolte è stato proprio quello di indicare una linea guida sintetica per controllare ridurre questi ultimi.

Per ogni fattibilità sviluppata nell'ambito della rete NANO-RSS che si concretizzerà poi in un progetto di ricerca vero e proprio, insieme ai vari comitati di direzione tecnico scientifica, si dovrà creare un **comitato di "controllo di sostenibilità"** di progetto,

Il "Comitato di controllo di sostenibilità" dovrà essere composto da un membro per ogni partner di progetto, e da una serie di membri esterni sia di estrazione tecnica con competenze correlate con il settore di studio, sia con competenze correlate con la salute e la sicurezza dei lavoratori e sia con ruoli politici ed istituzionali di rilievo nell'ambito delle istituzioni, delle associazioni di categoria e del governo locale.

Il comitato di controllo di sostenibilità avrà in primo luogo la funzione di analizzare a priori le attività di progetto, ed individuare tutte le ricadute potenzialmente negative ad esso correlate.

Questa prima analisi sarà importantissima e dovrà toccare sia problematiche inerenti agli elementi chimici di base che saranno studiati e sviluppati, sia alle procedure di studio e ricerca e sia alle eventuali metodologie di successiva industrializzazione con conseguente smaltimento di residui dei processi e del ciclo di vita dei prodotti.

In tal modo sarà delineato il punto di partenza per il comitato di controllo, che successivamente dovrà elaborare un documento, denominato **"Risk assessment"**

nel quale verranno indicati tutti i principali rischi individuati in sede di analisi preliminare, stabilendone i criteri di riduzione e controllo.

Successivamente il Comitato dovrà seguire le attività di progetto step-by-step, controllando che le indicazioni stabilite siano rispettate ed analizzando gli sviluppi del progetto per affrontare eventuali nuovi aspetti manifestatisi nel corso delle attività o allineare le direttive stabilite ai risultati via via acquisiti.

La presenza all'interno del comitato di rappresentanti degli enti di governo locale, sarà importante per garantire che siano rispettate le specifiche esigenze dei contesti nei quali i progetti saranno sviluppati, e che vi sia una assoluta trasparenza nei confronti delle comunità. In tal modo sarà possibile dimostrare la correttezza delle attività svolte e limitare fenomeni di intolleranza tecnologica causata da ignoranza spesso dovuta proprio a mancanza di informazione, che ormai sono all'ordine del giorno e che generano talora un alone di insicurezza nei confronti della ricerca scientifica e tecnologica più avanzata.

In questo senso il comitato, oltre avere un ruolo di controllo e di garanzia di trasparenza, dovrà anche strutturare delle attività di disseminazione e formazione al fine di favorire la diffusione della conoscenza delle attività generali di progetto anche verso coloro che non sono direttamente coinvolti ma che comunque siano interessati ad essere messi al corrente delle metodologie seguite negli studi in atto e dello stato di avanzamento tecnologico.

Risulta pertanto evidente come il ruolo del comitato di controllo di sostenibilità sarà fondamentale per ogni progetto derivato dalla rete NANO-RSS, e rappresenterà proprio un elemento innovativo e determinante che dovrà caratterizzare i progetti scaturiti da questa rete garantendogli un consenso ed una condivisione estesa non solo al mondo scientifico ed industriale ma anche alle realtà locali, che ormai non possono più prescindere da un grado di coinvolgimento sempre maggiore nel processo di crescita scientifica dei propri comprensori.

L'importanza di questa trasparenza e garanzia di sostenibilità, permetterà di evitare ad esempio l'insorgere di discussioni improduttive, spesso generate da personalità dotate di un discreto seguito di pubblico dovuto a ruoli di avanspettacolo anche di rilievo, ma assolutamente ignoranti negli ambiti di studio specifici che cavalcano le paure e le insicurezze delle persone meno informate per alimentare la propria visibilità generando fenomeni di avversione a siti produttivi o processi innovativi di fatto assolutamente controllati ed ad impatto pari se non inferiore a sistemi affini anche già diffusi.

Al fine di approfondire con maggior chiarezza un possibile approccio alle problematiche di sostenibilità delle innovazioni studiate, essendo diverse attività di ricerca sulle nanoparticelle già di fatto in corso, si possono considerare le scelte già operate all'interno della rete del NANO-RSS.

Il primo aspetto che si è preso in considerazione analizzando le potenziali criticità correlate con lo studio e lo sviluppo di nanoparticelle è stato ovviamente connesso con la salute e la sicurezza del personale coinvolto nelle attività sperimentali.

A questo scopo si è operato un primo studio bibliografico completo sulle metodologie di sintesi delle nanoparticelle e sui potenziali rischi, inquadrando immediatamente una notevole criticità correlata con la manipolazione e gestione di nanopolveri. La maggior parte degli sviluppatori di sostanze sotto forma nanoparticellare infatti ha indirizzato i propri studi di sintesi verso prodotti sotto forma di nanopolveri; questo approccio però comporta la necessità di sistemi di sicurezza molto evoluti, in quanto date le dimensioni ridottissime delle singole particelle, e conseguentemente la loro estrema volatilità nell'aria, risulta necessario isolare le stesse dal contatto con gli operatori, non potendo agire su filtri sufficientemente fini da bloccare le particelle stesse e dovendo pertanto agire su sistemi di confinamento complessi.

Alle criticità correlate con la gestione di nanopolveri, si sommano ovviamente le potenziali criticità correlate con gli elementi ottenuti sotto forma di nanopolveri, che possono di per sé stessi presentare degli effetti negativi se in contatto con l'organismo umano o con l'ambiente.

Conseguentemente lo sviluppo di stanze nanoparticellari sotto forma di nanopolveri combinava la necessità sia di risolvere i problemi correlati con le difficoltà di confinamento delle stesse sia di controllare le peculiari potenziali nocività delle particelle.

Al fine di risolvere alla base tali problemi si è deciso di utilizzare, nel progetto NANO-RSS e negli eventuali progetti derivati dagli studi di fattibilità effettuati, esclusivamente nanoparticelle ottenute tramite sintesi in mezzi liquidi, ovvero generando delle nano-sospensioni in mezzi liquidi (acqua, glicole etc.) all'interno dei quali le particelle siano confinate.

In tal modo si sono eliminati tutti i problemi correlati con le nanopolveri garantendo procedure di gestione delle diverse sperimentazioni assolutamente sicure e semplici e di fatto eliminando la possibilità di contaminazione delle vie respiratorie dei ricercatori coinvolti nella sperimentazione.

Le attività di ricerca si sono poi concentrate sulla caratterizzazione delle prime nanoparticelle sintetizzate, ed in particolare sul  $\text{TiO}_2$ , svolgendo una serie di studi finalizzati a valutarne l'eventuale tossicità dovuta sia all'elemento in se per sé e sia alle modifiche delle relative proprietà chimico/fisiche dovute alle ridotte dimensioni delle particelle.

Questo approccio, che partendo dall'inquadramento delle criticità correlate con le sintesi di nanopolveri è arrivato fino all'analisi dei rischi correlati con l'elemento di base, rappresenta sinteticamente un esempio di analisi di sostenibilità e risk assessment che dovrà in termini generali essere seguito nello sviluppo di tutti i progetti derivati dal NANO-RSS, ed evidenzia operativamente come si dovrà procedere, prevedendo le potenziali criticità prima che queste si presentino, definendo delle linee guida per ridurle ed eventualmente eliminarle e controllando via via l'efficacia delle direttive applicate.

Conseguentemente, per ogni soluzione nanoparticellare, si dovrà procedere ad una serie di analisi dei sistemi di controllo della sicurezza in fase di sintesi ed impiego

sperimentale, seguita dalle analisi di tossicità e genotossicità delle particelle per inquadrare le criticità di base correlate con la produzione e l'impiego delle stesse.

Successivamente si dovrà svolgere un'analisi del ciclo di smaltimento di tali particelle nell'ambiente, individuandone eventuali possibilità di assimilazione, abbattimento o accumulo sia correlato con i cicli produttivi sia con le quantità residue nei semilavorati e prodotti sperimentali sviluppati.

Queste analisi dovranno essere svolte ovviamente non con una valenza assolutistica, ma dovranno portare a degli indici che dovranno essere messi in relazione con gli attuali sistemi di sintesi ed i prodotti attualmente disponibili sul mercato.

Risulta infatti evidente l'impossibilità di azzerare l'impatto sull'ambiente di un processo in termini assoluti, ma è fondamentale però controllare il presente progetto al fine di indirizzare le ricerche verso soluzioni e processi che abbiano comunque un impatto ambientale minore rispetto ai processi impiegati allo stato dell'arte, perseguendo un'ottica di miglioramento continuo dalla quale non si può prescindere nella gestione di progetti di ricerca e sviluppo potenzialmente significativi sia in termini locali che nazionali.

Alcuni progetti (come ad esempio quello nel settore Farmaceutico), avranno anche delle implicazioni etiche, dovute alla possibilità che in tali progetti si arrivi alla sperimentazione in vitro e in vivo. Pertanto tale tipologia di fattibilità dovrà essere valutata anche per le sue profonde implicazioni etiche non solo relative ai potenziali risultati ma soprattutto correlate con le modalità di svolgimento delle diverse attività di ricerca previste.

Questo aspetto sarà tenuto in assoluta considerazione e verrà sottoposto a un **gruppo di controllo etico** formato da esperti sia interni e sia esterni al gruppo di lavoro, che coinciderà con il comitato di sostenibilità precedentemente descritto e dovrà verificare che le attività vengano svolte conformemente alle seguenti linee guida:

- Direttiva della Commissione europea 86/609/CEE e successive modificazioni (direttiva 2003/65/CE del 22 Luglio 2003; decreto 2001-131 pubblicato il 6 Febbraio 2001) relativa alla protezione e cura degli animali impiegati per scopi scientifici;
- Le direttive 86/609/CEE e 2003/65/CE che stabiliscono le regole per le sperimentazioni sugli animali definendo le metodologie di controllo per assicurare i requisiti base in termini di condizioni di cura e mantenimento degli animali, al fine di garantire loro un trattamento adeguato, definendo esplicite procedure di programmazione, gestione e controllo delle sperimentazioni;

Ad oggi non si prevedono comunque ulteriori implicazioni etiche oltre all'eventuale sperimentazione in vivo sugli animali, poiché i progetti, seguendo i temi critici indicati dalla Comunità Europea non coinvolgeranno nessuno dei seguenti temi:

- Persone incapaci di intendere o di volere
- Bambini
- Cavia umane sane (volontarie)
- Campioni biologici umani
- Cellule embrionali umane o staminali
- Tessuti di feti umani e/o feti umani
- Informazioni Genetiche
- Animali Transegenici
- Primati non umani
- Dati medici personali

In termini generali, qualora il presente progetto giunga alla fase di sperimentazione sugli animali sarà regolato da direttive e linee guida stabilite dal comitato di controllo etico in conformità con le direttive vigenti che mireranno a rispettare la cosiddetta legge delle tre R, ovvero *replac* (sostituire), *reduc* (ridurre), *Refine* (affinare), che deriva dai “Principi delle tecniche di sperimentazione umana” di William Russel e Rex Burch e che indica tre obiettivi indispensabili da raggiungere nel campo della sperimentazione sugli esseri viventi.

Il primo punto di questa direttiva stabilisce che laddove possibile, si cercherà di **sostituire** la sperimentazione su esseri viventi con sperimentazioni equivalenti su sistemi e modelli non senzienti, ciò al fine di concretizzare in parte anche il secondo punto, che stabilisce che le sperimentazioni dovranno essere condotte ed ottimizzate al fine di **ridurre** il più possibile il numero di cavia impiegate e necessarie per garantire il livello di affidabilità e precisione richiesto per la sperimentazione. Il terzo punto indica invece che le sperimentazioni dovranno essere **affinate** il più possibile al fine di ridurre al minimo le conseguenze negative sulle cavia, garantendo loro comunque il **minimo livello di sofferenza possibile**.

Il controllo di sostenibilità di tutte le fattibilità rappresenterà dunque un aspetto fondamentale dei progetti scaturiti dalla rete NANO-RSS, in modo da controllare, minimizzare e laddove possibile prevenire, le eventuali ricadute negative dei progetti stessi.

## 6 DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE

Durante lo svolgimento del progetto, l'attività di divulgazione dei risultati è stata realizzata attraverso diverse fasi:

- incontri generali con tutto il partenariato
- incontri tematici per ognuno dei settori all'interno dei quali sono stati realizzati gli studi di fattibilità descritti, che hanno coinvolto tutti i partners interessati al settore specifico
- presentazione della rete nell'ambito del progetto comunitario REKNOMA (Carnevale, Novembre 2005 Boras-Svezia), e del progetto comunitario NANOKER (Carnevale e Baldi, Marzo 2006 Roma)
- realizzazione di un sito Internet ([www.nano-rss.it](http://www.nano-rss.it)), comprendente un'area pubblica e una con accesso riservato ai partners e alla Regione Toscana
- incontro finale e successiva attività di disseminazione anche tramite la presente pubblicazione

Gli incontri interni al progetto, sia generali che per singolo settore, hanno permesso in primo luogo di fornire a tutti una base tecnica comune di partenza relativa alle prospettive di impiego delle soluzioni nanoparticellari innovative, ed in secondo luogo di pianificare le successive attività di progetto integrando tutte le competenze sia verticalmente per settore specifico che trasversalmente per diversi settori con problematiche affini.

Questo approccio ha permesso poi di strutturare delle fattibilità dettagliate per le diverse applicazioni industriali che comprendessero al loro interno tutte le competenze necessarie, sia correlate allo specifico settore che a tematiche diverse ma comunque fondamentali per un approccio completo ed esaustivo ai problemi trattati.

Proprio la diffusione delle informazioni internamente alla rete NANO-RSS ha permesso di strutturare delle fattibilità complete acquisendo di fatto uno degli obiettivi centrali di progetto.

Gli scambi di informazioni con i progetti comunitari hanno permesso da un lato di acquisire ulteriore esperienza nella gestione del progetto NANO-RSS e dall'altro di acquisire dei termini di raffronto di assoluto interesse acquisendo informazioni significative sullo stato dell'arte delle tematiche trattate condivise con soggetti di rilievo a livello europeo e mondiale.

Il coordinatore del progetto NANOKER, dato l'interesse ad un'integrazione comunitaria delle diverse reti di eccellenza interessate nelle nanotecnologie si è inoltre reso disponibile per ulteriori scambi di informazioni e competenze con il progetto NANO-RSS, che probabilmente si concretizzeranno all'interno di una delle prossime riunioni di progetto con una presentazione di sintesi delle attività svolte.



Altrettanto interessante si è rivelato il confronto tra una delegazione del progetto NANO-RSS, composta dal coordinatore (Technores) e da un partner industriale (Tessiltoschi Industrie Tessili), nell'ambito del progetto europeo REKNOMA in Svezia (Boras), all'interno del quale, insieme a delegati sia della Regione Toscana e sia della regione della Vastragotland, si è operata una prima fase di scambio delle esperienze relative alle innovazioni in due distretti tessili affini, quello pratese e quello appunto di Boras, che ha già attraversato nel corso degli anni scorsi una crisi strutturale significativa e che è riuscito a difendere il proprio comparto industriale solamente grazie ad una forte specializzazione in applicazioni altamente innovative. Oltre alla disseminazione delle conoscenze all'interno del NANO-RSS, è stato altresì molto importante svolgere un'attività di disseminazione verso l'esterno sia tramite il sito internet, che tramite la presente pubblicazione, che di fatto gettano le basi per una futura diffusione delle conoscenze relative alle potenzialità delle nanotecnologie in applicazioni di interesse non solo a livello nazionale ma anche locale, aprendo di fatto un primo canale di facile accesso anche per coloro che non abbiano delle basi tecniche specifiche.

Il sito internet, grazie ad una struttura ad accesso controllato, ha permesso anche di rendere via via disponibile per la Regione Toscana tutti i report intermedi e gli studi di fattibilità completi per i diversi settori industriali, garantendo la trasparenza necessaria a permettere un'attività di controllo ed indirizzo efficace, senza il rischio di divulgare informazioni comunque di carattere riservato e di interesse industriale strategico per i partners.

E' importante sottolineare anche il ruolo delle associazioni di categoria e degli enti pubblici nella fase di diffusione dei risultati. Tali soggetti, infatti, dopo aver fornito una serie di dati riguardanti i propri indotti territoriali (che hanno permesso di trarre conclusioni generali riguardanti le possibili ricadute dei progetti), sono stati determinanti nel diffondere i risultati ottenuti presso le proprie realtà di riferimento.

Chiaramente l'attività di disseminazione dei risultati conseguiti non si esaurirà con la conclusione del presente progetto di rete. Si prevede infatti l'eventuale partecipazione a fiere regionali sull'innovazione, in modo da far conoscere sempre più sia agli addetti che al grande pubblico le caratteristiche e le interessantissime possibilità legate allo sviluppo e all'impiego a livello industriale delle nanotecnologie ad a cercare di reperire fondi per il cofinanziamento delle relative attività di ricerca.