



NANOCONSOL

DEZVOLTAREA DE SOLUȚII ECOLOGICE PE BAZĂ DE SILANI ȘI NANOPARTICULE PENTRU CONSOLIDAREA CLĂDIRILOR ȘI A MONUMENTELOR

Etapa I - Activități preliminare pentru validarea
tehnologiei la nivel industrial.

Contract 47PTE/2025
PN-IV-P7-7.1-PTE-2024-0522

Director proiect: dr. ing. Mădălin Vasile Coman
Perioada de raportare 05.05.2025 – 31.12.2025

1. INTRODUCERE

Domeniul intervențiilor asupra patrimoniului cultural imobil este, în prezent, supus unor provocări semnificative: structurile clădirilor și monumentelor se află într-o stare de vulnerabilitate crescută datorită acțiunii factorilor naturali (intemperii, eroziune, cutremure) și antropici, accentuată de schimbările climatice. În acest context, nevoia de soluții ecologice, eficiente, scalabile și compatibile cu materialele istorice devine prioritară. Proiectul **NanoConsol** – „Dezvoltarea de soluții ecologice pe bază de silani și nanoparticule pentru consolidarea clădirilor și a monumentelor” – își propune transferul și dezvoltarea unei tehnologii de consolidare inovatoare, bazată pe nanomateriale cu proprietăți de autoreparare și efect antimicrobian, destinată materialelor componente ale clădirilor și monumentelor de patrimoniu, către un agent economic cu experiență în domeniu, urmărind creșterea competitivității economice și implementarea în situri-țintă.

Etapa curentă a proiectului a avut ca obiectiv central fundamentarea, dezvoltarea și validarea preliminară a tehnologiei destinate consolidării, autoreparării și protecției antimicrobiene a substraturilor minerale specifice patrimoniului construit, prin utilizarea unor nanomateriale anorganice avansate și a unor suspensii polimerice optimizate. Activitățile desfășurate în cadrul acestei etape au urmărit, pe de o parte, aprofundarea înțelegerii proceselor chimice implicate în sinteza, stabilizarea și aplicarea nanomaterialelor cu proprietăți funcționale, iar pe de altă parte, definirea etapelor necesare pentru a asigura transferul tehnologiei către aplicații practice. În acest sens, activitatea **A1.1** a vizat un studiu amplu privind posibilitatea de transfer la scară industrială a tehnologiilor validate anterior la nivel de laborator, presupunând totodată prelevarea de probe din situri reale și conceptualizarea procesului integrat. Activitatea **A1.2** a aprofundat procesul de optimizare a sintezelor și prelucrării materialelor anorganice, cu scopul de a obține nanomateriale cu proprietăți de autoreparare și efect antimicrobian, adecvate pentru implementare la scară industrială. În cadrul activității **A1.3** au fost dezvoltate materialele anorganice destinate tehnologiei, iar activitatea **A1.4** a vizat optimizarea suspensiilor polimerice cu rol de consolidare. Rezultatele au fost integrate în activitatea **A1.5**, unde au fost obținute soluții consolidante optimizate, prin combinarea adecvată a fazelor anorganice și organice, în vederea asigurării unei penetrări eficiente, a unui proces controlat de întărire și a unei compatibilități pe termen lung cu materialele istorice. Pe baza tuturor acestor rezultate, activitatea **A1.6** a fost dedicată propunerii modelului funcțional care va sta la baza implementării tehnologice la nivel industrial.

În final, activitatea **A1.7** a abordat diseminarea rezultatelor, prin comunicarea progresului proiectului către comunitatea științifică, sectorul de conservare a patrimoniului și publicul larg, utilizând pagina web dedicată, e-newsletter, materiale de promovare, publicații științifice și participări la manifestări de profil. Prin succesiunea acestor activități interdependente, raportul prezintă o imagine coerentă asupra stadiului actual al proiectului, consolidând fundamentul științific și tehnologic necesar pentru trecerea la etapele următoare.



Aspecte relevante din cadrul sitului țintă

1. SUMARUL PROGRESULUI

În conformitate cu propunerea de proiect și planul de realizare actualizat, *NanoConsol* și-a propus atingerea următoarelor livrabile și indicatori de realizare pe parcursul etapei I:

Nr crt	Livrabile preconizate	Indicatori de rezultat preconizați	Livrabile obținute	Indicatori de rezultat obținuți	Grad de realizare
1	Evaluea posibilităților de transfer la scară industrială a tehnologiei validate și a posibilităților de optimizare a materialelor	1 Raport complex de evaluare	Raport complet elaborat, incluzând analiza transferului tehnologic, fluxurile de sinteză, optimizarea nanomaterialelor și evaluarea suspensiilor polimerice	1 Raport complex, cuprinzând analiza transferului tehnologic, analiza posibilităților de optimizare a procesului de sinteză a materialelor anorganice și analiza posibilităților de optimizare a suspensiilor polimerice cu efect de consolidare, dezvoltarea de artefacte model, după analizarea materialelor din situl țintă	100%
2	Dezvoltarea materialelor pentru tehnologie (anorganice, polimerice)	1 Raport tehnic, cuprinzând caracteristicile materialelor, 10 rețete preliminare	Dezvoltarea soluțiilor pentru tehnologie incluzând atât materiale anorganice cât și materiale liante	1 raport complex, incluzând 30 rețete preliminare	200%
3	Definirea modelului funcțional, propunerea de rețete optimizate	Proiect al modelului funcțional, 3 rețete optimizate	Definirea modelului funcțional, propunerea de rețete optimizate	Model funcțional propus, 10 structuri optimizate propuse	216%
4	Crearea paginii web dedicate proiectului– Actualizarea periodică a informațiilor– Vizibilitate pentru publicul general și comunitatea științifică	1 site web	Dezvoltarea paginii web publicată pe site-ul ICECHIM cu descrierea proiectului, obiective, rezultate și materiale de diseminare	2 pagini web realizate (în limba română și în limba engleză)	200%
5	Newsletter online	– Cel puțin 1 newsletter privind	Newsletter online realizat și distribuit prin	– 1 newsletter transmis	100%

		progresul proiectului– Diseminarea către grupurile țintă	canalele ICECHIM și rețele parteneri		
6	Prezentarea rezultatelor proiectului– Creșterea vizibilității naționale/internaționale– Inițierea dialogului cu comunitatea de cercetare	Participare la cel puțin o manifestare științifică	Participare la manifestări științifice (conferințe, workshopuri, întâlniri tehnice); prezentare orală/poster după caz	12 participări la manifestări științifice (o parte recompensate cu premii)	1200%
7	<i>Pentru întreaga perioadă a proiectului – publicarea de lucrări științifice</i>	<i>4 lucrări publicate</i>	<i>Pentru întreaga perioadă a proiectului – publicarea de lucrări științifice</i>	2 lucrări publicate	-
8	<i>Pentru întreaga perioadă a proiectului – întâlniri cu părțile interesate (stakeholder)</i>	<i>5 întâlniri</i>	<i>Pentru întreaga perioadă a proiectului – întâlniri cu părțile interesate (stakeholder)</i>	14 întâlniri cu părțile interesate	-
8	<i>Activități generale de diseminare a proiectului</i>	-	<i>Campanii pe social media</i>	6 postări	-

2. REZUMAT EXECUTIV

Proiectul NanoConsol are ca obiectiv dezvoltarea și transferul către mediul industrial al unor soluții ecologice avansate, destinate consolidării, protecției antimicrobiene și îmbunătățirii durabilității materialelor specifice clădirilor și monumentelor de patrimoniu. Etapa I a proiectului a reprezentat fundamentul tehnico-științific al acestei direcții, integrând activități de cercetare, caracterizare analitică, sinteză de materiale, optimizare polimerică, proiectare tehnologică și diseminare.

Prin activitatea A1.1, proiectul a derulat un amplu studiu dedicat transferului tehnologiei validate anterior în laborator. Au fost analizate contextul tehnologic, cerințele de scalare, barierele operaționale și infrastructura necesară pentru producția industrială. Fluxurile tehnologice au fost definite pentru ambele tipuri de nanocompozite brevetate, iar cerințele critice – controlul pH-ului, dispersia nanoparticulelor, stabilitatea suspensiilor, reproducerea proceselor – au fost clarificate și translate într-o schemă industrială robustă.

Activitatea A1.2 a vizat în mod specific optimizarea sintezelor de nanomateriale cu proprietăți de autoreparare și efect antimicrobian. Analiza substraturilor prelevate din situl pilot – prin XRD, XRF, FTIR, SEM-EDX și TGA – a permis identificarea compoziției mineralogice și microstructurale reale, esențiale pentru selecția materialelor anorganice optime. Pe baza acestor date, au fost actualizate strategiile de sinteză pentru $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ,

HAP și HAP dopată cu Zn, oxizi metalici și structuri core/shell, adaptându-le la condiții de scalare, compatibilitate minerală și cerințe funcționale.

Activitatea A1.3 a concretizat aceste direcții prin dezvoltarea materialelor anorganice și caracterizarea lor, confirmând atingerea parametrilor necesari integrării în tehnologie. Activitatea A1.4 a continuat cu optimizarea suspensiilor polimerice, vizând stabilitatea, penetrarea, compatibilitatea cu substratul și performanța mecanică post-aplicare. Rezultatele obținute au fost integrate în A1.5, unde au fost generate soluțiile consolidante hibride, conținând faze organice și anorganice în raporturi optime, într-o manieră coerentă cu principiile conservării patrimoniului.

În activitatea A1.6, aceste elemente au fost reunite într-un model funcțional integrat, care include fluxurile de sinteză scalabile, etapele de aplicare, protocoalele de monitorizare și criteriile de evaluare. Modelul propune o arhitectură tehnologică completă, care poate fi translatată rapid în demonstrații TRL5–TRL6. În urma derulării activității au fost propuse și o serie de rețete optimizate. A1.7 a asigurat vizibilitatea rezultatelor prin pagina web de proiect, materiale informative, newsletter, publicarea de articole științifice în reviste WoS/C și participarea la manifestări științifice, precum și prin postări pe rețelele de socializare, consolidând poziționarea proiectului în comunitatea de cercetare și în sectorul conservării patrimoniului.

În concluzie, această etapă a proiectului NanoConsol a generat o bază solidă pentru etapele ulterioare de validare industrială. Sintezele optimizate, caracterizările detaliate, fluxurile de producție, modelul funcțional și activitățile de diseminare converg către realizarea unei tehnologii ecologice avansate, compatibile cu cerințele patrimoniului cultural, capabile să răspundă provocărilor actuale de degradare și să contribuie la protecția durabilă a clădirilor și monumentelor istorice.

Director proiect

Dr. Ing. Mădălin Vasile COMAN