



UNIONE EUROPEA



REGIONE CALABRIA  
Dipartimento 2



REPUBBLICA ITALIANA



## POR CALABRIA FESR-FSE 2014-2020

### ASSE I – PROMOZIONE DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE

Obiettivo specifico 1.2 "Rafforzamento del sistema innovativo regionale e nazionale"

Azione 1.2.2 "Supporto alla realizzazione di progetti complessi di attività di ricerca e sviluppo su poche aree tematiche di rilievo e all'applicazione di soluzioni tecnologiche funzionali alla realizzazione delle strategie di S3"

CUP\_ J88C17000300006 \_ proponente: R.ed.el Srl\_ partner 1 /ENEA\_ partner 2 /Unical Diatic



*Economia Circolare e Rifiuti Zero con l'**upcycling** degli scarti provenienti dai processi di gestione degli impianti elettrici*

# RELAZIONE TECNICA dei PARTNER

[gennaio 2019 – novembre 2019]



**R.ED.EL.**  
REGINA EDILIZIA ELETTRICA

UNIVERSITÀ  
DELLA CALABRIA



**ENEA**

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Economia Circolare e Rifiuti Zero con l'upcycling degli scarti provenienti dai processi di gestione degli impianti elettrici. Dal *de-manufacturing* con il recupero e riciclo del pvc dei cavi elettrici di impianti per l'energia al *re-manufacturing* per prodotti a basso impatto ambientale.



[www.pvcupcycling.com](http://www.pvcupcycling.com)

Branding e Graphic Communication by

**PM**openlab.s.r.l.s.  
[www.pmopenlab.com](http://www.pmopenlab.com)

# Sommario

## relazione tecnica

1.1 | Obiettivi per WP

---

4

1.2 | Attività svolte e risultati raggiunti (documentati nel dettaglio e suddivisi per WP e per partner)

---

7

1.3 | Motivare le eventuali variazioni di costo significative rispetto alla previsione di progetto

---

11

## 1.1 | Obiettivi per WP

- livello di ottenimento dei singoli obiettivi preventivati in progetto

Al fine di valutare il livello di raggiungimento degli obiettivi riferibili ai singoli WP le cui attività sono di seguito riferite, si utilizza il sistema di "monitoraggio del progetto" proposto nella stesura della proposta di candidatura (cfr doc finale pagg.30 -33), con particolare riferimento al sistema di indicatori che misurano il livello di attuazione procedurale, realizzazione fisica e di risultato.

Il sistema degli indicatori per la quantificazione dei risultati attesi, segue la struttura logica degli output (par.4.7 progetto) riferibili:

agli obiettivi generali del progetto PVCupcycling: una innovazione di processo attuata dall'Impresa REDEL tramite il passaggio da un modello economico lineare ad un modello circolare in cui l'intera parte degli scarti ( PVC e rame) provenienti dalla dismissione dei cavi elettrici degli impianti industriali è avviata al riciclo in prodotti ecosostenibili ( de-manufacturing) ; una innovazione di prodotto attuata con lo studio e la realizzazione di prodotti ecosostenibili contenenti il PVC riciclato (re – manufacturing).

agli output relativi a nuovi processi, a soluzioni tecnologiche, a prototipi,così riassumibili:

Output Processi innovativi, Output Soluzioni tecnologiche, Output Prototipi

Il monitoraggio da farsi sarà multilivello e gli indicatori potranno essere classificati in : 1) indicatori di realizzazione finanziaria (sul progetto) per quantificare l'esecuzione finanziaria della azioni attuate dalle U.O. del progetto congiunto; 2) indicatori di attuazione procedurale (sul progetto) per monitorare alcuni aspetti della qualità della gestione del progetto da parte del soggetto coordinatore in itinere ed alla conclusione dei WP e del progetto stesso; indicatori di realizzazione fisica (sui WP); indicatori di risultato (sugli output); 3) indicatori di efficacia ed efficienza (sul progetto)

E inoltre con riferimento agli indicatori di risultato di seguito la descrizione degli output per monitorarne il livello di realizzazione anche con riferimento a quanto descritto nel progetto sui differenti criteri operativi e tecnici per il raggiungimento degli obiettivi.

### a) Output Processi innovativi

**PI1)** Sostenibilità delle attività innovative sviluppate sugli scarti industriali, nel rispetto dei criteri inerenti l'economia circolare e le attività industriali tendenti a zero rifiuti, e sua implementazione sia a livello di singola impresa che a livello di rete con la fase di definizione dei prodotti provenienti da processi di riciclo.

**PI2)** Miglioramento della filiera produttiva dell'Azienda REDEL integrando nel progetto: a) le strumentazioni già disponibili con quelle di nuova acquisizione e b) il know how raggiunto con l'azione MIMPRENDO (ASSE I, Ob.sp.1.1., Azione 1.1.2).

**PI3)** Integrazione e condivisione tra i partners progettuali del know how raggiunto sulla materia prima seconda ottenuta dal PVC recuperato, individuando potenziali campi applicativi, costruendo l'inventario risorse per LCA.

### b) Output Soluzioni tecnologiche

**ST1)** Ingegnerizzazione delle attività tramite modellazione e simulazione per la previsione del comportamento integrato dei processi, risorse (macchine, componenti, operatori), al fine di massimizzare la qualità produttiva ed il ciclo di vita delle lavorazioni.

**ST2)** Miglioramento delle tecnologie per il disassemblaggio e per la separazione selettiva dei componenti e materiali dei prodotti RAEE ed il recupero del PVC.

**ST3)** Ottimizzazione su scala di laboratorio delle procedure di compatibilità eco-sostenibile tra la matrice seconda PVC e le matrici di supporto con individuazione delle soluzioni tecnologiche in grado di massimizzare le opzioni di riuso sostenibile.

**ST4)** Ibridazione PVC con altri materiali per soluzioni eco-sostenibili. Studio di fattibilità approfondito su prototipi in ambiente di laboratorio di materiali compositi destinati al settore componenti strutturali come ad esempio malte cementizie eventualmente fibrorinforzate contenenti scarti di PVC in diversa percentuale ed in diversi gradi di macinatura.

### c) Output Prototipi

**PC1)** Ibridazione PVC, eventualmente compatibilizzato, con altri materiali per soluzioni ecosostenibili. Studio e realizzazione di prototipi applicativi in PVC destinati al settore edilizio come rivestimenti e componenti per pareti stratificate, elementi di arredo urbano, componenti per pavimentazioni antishock; sottofondi per isole ecologiche, ecc. (linea prototipo a scopo commerciale).

Con riferimento alle attività riferibili al II sal di rendicontazione tecnica ed eseguite dal team di ricerca si riporta la tabella:

RIF. WP/ATTIVITÀ	R.ED.EL. ENEA / UNICAL DIATIC	TIME-SHEET
WP1	ATTIVITA' CONCLUDE	Nov 2017-giugno 2018
WP2	ATTIVITA' CONCLUDE	17/12/2018
WP3	3.2 (quota parte) 3.3 3.4 (quota parte)	1°-2° SAL maggio 2019 luglio 2019
WP4	4.1 4.2 4.3 4.4	1°-2° - 3° SAL 18 aprile 2018 Scad. 17 ott.2019 "
WP5	5.1 5.2 5.3	2° - 3° SAL Dal 18 sett-2018 Scad. 17 apr.2019 "
WP6	6.1 6.2 6.3	1°-2° - 3° SAL 18 aprile 2018 Scad. 17 ott.

Si restituisce quindi il monitoraggio, sottoponendo i WP e le attività alla valutazione attraverso gli indicatori descritti, dopo aver di seguito riportato gli obiettivi espressi nel progetto per i WP (WP3/WP4/WP5/WP6) oggetto di valutazione attraverso le attività perseguite a conclusione del progetto

>>>>> Obiettivo concluso •

### **WORKPACKAGE N ° 3 - ReManufacturing/Smart solutions – PVC upCycle Laboratory (RI)**

#### **Obiettivi**

- a) • Recupero del valore degli scarti in PVC
- b) • Individuazione delle opportunità di compatibilità ecosostenibile per lo sviluppo dei manufatti basati sul riassetto della materia prima-seconda PVC;
- c) • Ibridazione PVC in laboratorio per ottenere nuovi materiali: malte cementizie e mattonelle in PVC per arredo urbano;
- d) • Caratterizzazione fisica e meccanica di campioni di ibridazione per la realizzazione di mattonelle in PVC;
- e) • Verificare la compatibilità definizione di PVC con malte cementizie innovative
- f) • Definizione dei profili energetico-ambientale del prodotto innovato e comparazione di efficienza energetica e CO2 incorporata confrontando le soluzioni con altre in commercio

### **WORKPACKAGE N ° 4 - Dissemination and Branding (SS)**

#### **Obiettivi**

- a) • Redigere i rapporti tecnici;
- b) • Divulgare i risultati del progetto all'interno della comunità scientifica;
- c) • Comunicare alla comunità commerciale di interesse il branding del prodotto "mattonella in PVC ad uso urbano;
- d) • Curare lo scouting dei risultati progettuali

### **WORKPACKAGE N ° 5 - ReManufacturing/Smart solutions – PVC UpCycle Product**

#### **Obiettivi**

- a) • Applicazione di tecniche additive manufacturing (stampa 3D per il design e la progettazione prototipo commerciale: mattonella in pvc ad uso urbano
- b) • Sviluppo di modelli in scala del manufatto prototipo utilizzabile su scala commerciale: mattonella in PVC
- c) • Raccolta di informazioni per realizzare la scheda tecnico-commerciale del prodotto

### **WORKPACKAGE N ° 6 - Labelling/industrial patents and trademark (SS)**

#### **Obiettivi**

- a) • Posizionare il prodotto prototipo in relazione al mercato di interesse
- b) • Avviare la fase di certificazione e brevettazione del prodotto realizzato a partire da MPS PVC

## 1.2 | Attività svolte e risultati raggiunti (documentati nel dettaglio e suddivisi per WP e per partner)

- descrizione delle attività svolte nel periodo, evidenziando le soluzioni adottate per conseguire gli obiettivi previsti.

Con riferimento alle attività riferite agli obiettivi dei WP, di seguito in elenco il programma svolto nel periodo di rendicontazione gennaio 2019-novembre 2019 e che ha visto impegnati per ogni singolo WP i partners del progetto con le proprie unità di personale e consulenti, per incidenza sulle attività di propria competenza come riferite nel progetto. Report dei risultati sono presenti nei documenti allegati riferiti alle attività di studio e ricerca e alle attività di laboratorio.

RIF. WP/ATTIVITÀ	R.ED.EL.	ENEA	UNICAL
WP3	3.2 (quota parte) 3.4 (quota parte)	3.1 (quota parte) 3.2 (quota parte) 3.4 (quota parte)	3.1 (quota parte) 3.2 (quota parte) 3.4 (quota parte)
WP4	4.1 4.2 4.3 4.4	4.1 4.2	4.1 4.2
WP5	5.1 5.2 5.3	5.1	5.1
WP6	6.1 6.2 6.3		

Con riferimento agli obiettivi le soluzioni adottate per eseguire le attività descritte, si possono rintracciare in tre ambienti di lavoro che riguardano questa fase di ricerca industriale

- Attività di studio e ricerca
- Attività di laboratorio
- Attività di sperimentazione in impresa

### Attività WP3

Attività A3.2	Ibridazione materiali per soluzioni compatibili. Studio su prototipi in ambiente di laboratorio e per l'interfaccia con sistemi esistenti, destinati al settore edilizio come rivestimenti e componenti per pareti stratificate, elementi di arredo urbano, componenti per pavimentazioni antishock; sottofondi per isole ecologiche, ecc. ( linea prototipo a scopo commerciale). I FASE SCENARI – Ecodesign Scenari e realizzazione in cantiere laboratorio
Attività A3.4	Definizione dei profili energetico-ambientali dei componenti e sue comparazioni con altri prodotti competitivi e costruzione dell'inventario risorse per LCA su filiera del riciclo delle tecnologie e dei materiali del caso studio "componente upcycling"_ prototipo a scopo commerciale

#### Attività WP4

Attività A4.1	Attività di redazione di contenuti tecnico-scientifici a supporto di relazioni, rapporti e studi per la competitività
Attività A4.2	Attività di divulgazione scientifica del progetto
Attività A4.4	Attività di scouting e selezione di piattaforme gestionali e commerciali in cui inserire i prodotti pilota con le caratteristiche tecniche e commerciali

#### Attività WP5

Attività A5.1	Sviluppo sperimentale dei prodotti utilizzabili per scopi commerciali. Realizzazione modelli in scala dei manufatti
Attività A5.2	Attività di design, prototipazione e valutazione sostenibile con applicazione ai mercati individuati dei prodotti/componenti realizzati per impiego ed integrazione con tecnologie non convenzionali e ad alta produttività: additive manufacturing (stampa 3D)
Attività A5.3	Attività scientifico-tecnica per la costruzione delle informazioni tecniche e grafiche delle schede – prodotto

#### Attività WP6

Attività A6.1	Attività di modellizzazione e verifiche di incidenza per la sostenibilità economica sulle attività di design, certificazione, lancio e caratterizzazione nel mercato di interesse. Economie interne, esterne e di scala sul prodotto-prototipo
Attività A6.2	Attività di posizionamento aziendale nei modelli di circular economy dei settori interessati
Attività A6.3	Acquisizione e predisposizione informazioni per le procedure di certificazione e brevettuali

#### *- elenco e descrizione dei risultati raggiunti*

Di seguito i risultati raggiunti per WP, con riferimento alle attività svolte:

#### **WORKPACKAGE N° 3 - ReManufacturing/Smart solutions – PVC upCycle Laboratory (RI)**

- Analisi benchscale delle opzioni di riuso sostenibile e screening delle procedure di compatibilizzazione eco-sostenibile tra la matrice seconda PVC e le matrici di supporto. ( report intermedi)
- Schede di scenari con informazioni tecniche e grafiche (profili)
- Matrice di compatibilità su profili energetici e ambientali tra alternative (inventario profilo energetico ambientale)



#### WORKPACKAGE N° 4 - Dissemination and Branding

- Attivazione della comunicazione integrata del progetto (secondo linee guida Regione Calabria) e costruzione della linea grafica per descrizione contenuti tecnico-scientifici
- Attivazione del sito [www.pmopenlab.com](http://www.pmopenlab.com) e pagine social , produzione di video e traduzione in inglese della piattaforma
- Rapporti tecnici su attività di matching, seminari e dissemination

#### WORKPACKAGE N° 5 - ReManufacturing/Smart solutions– PVC UpCycle Product

- Realizzazione con tecnica 3D di alcuni campioni di mattonelle ad uso urbano (scenari in cantiere-lab)
- Realizzazione di mattonelle 3D ad uso urbano a scala commerciale con differenti percentuali di PVC
- Scheda tecnico commerciale del prodotto.

#### WORKPACKAGE N° 6 - Labelling/industrial patents and trademarks

Realizzazione con tecnica 3D di alcuni campioni di mattonelle ad uso urbano (scenari in cantiere-lab)

- Informazioni per certificazione e brevettazione (report)
- Sostenibilità del prodotto prototipo realizzato

Tutti i risultati tecnico-scientifici ottenuti come output del progetto, sono rendicontati nel Report finale, secondo la trattazione dei seguenti argomenti:

*“Economia Circolare e Rifiuti Zero con l’upcycling degli scarti provenienti dai processi di gestione degli impianti elettrici”*

---

#### PRESENTAZIONE

**Zero Rifiuti e riciclo dei cavi elettrici: dalla qualificazione dell’impresa alla qualificazione della filiera produttiva e degli addetti**

*di Umberto Barreca (C.E.O. di R.ED.EL.)*

#### INTRODUZIONE

**Circular Economy, industrial waste e smart process**  
*di Consuelo Nava (coordinatrice scientifica del progetto)*

(WP1)

#### SEZ.1 – Circular Economy – Industrial Waste Zero/ Smart Process

(WP2)

1. Contabilizzazione ambientale e modello gestionale sostenibile di filiera processo/prodotto *di Consuelo Nava*
2. Il riciclo chimico del PVC: la pirolisi catalica *di Girolamo Giordano, Massimo Migliori*
3. Il polivinilcloruro: dal processo produttivo al rifiuto *di Corradino Sposato e Piero De Fazio*
4. Filiera produttiva innovativa di modelli circolari per la simbiosi industriale e con riferimento agli scenari sperimentali *di Consuelo Nava*

**SEZ.2 – Remanufacturing/smart solutions – PVCupcycle Laboratory (WP3)**

1. Dal PVCupcycling Laboratory al PVCupcycling Product *di Consuelo Nava e Domenico Lucanto*
2. Caratterizzazione chimico-fisica del compound di PVC *di Alessia Marino*
3. Preparazione e valutazione delle proprietà di malte cementizie ibridate con PVC proveniente da cavi elettrici *di Andrea Feo, Corradino Sposato e Piero De Fazio*

**SEZ.3 – Remanufacturing/smart solutions – PVCupcycling Product (WP5)**

1. Ecodesign per l'economia circolare e la rete dei laboratori *di Consuelo Nava*
2. Design for manufacturing: realizzazione degli scenari PVCupcycling *di Andrea Procopio con Francesca Autelitano*
3. Test ambientali e meccanici c/o Lab. Diatic: produzione dei campioni/mattonelle in pvc *di Girolamo Giordano, Massimo Migliori e Alessia Marino con Corradino Sposato e Andrea Procopio*
4. Aging accelerato mediante degradazione ai raggi UV e valutazione delle prestazioni meccaniche di mattonelle in PVC *di Tiziana Cardinale, Corradino Sposato e Piero De Fazio*
5. Aree testing degli scenari pvcupcycling realizzati c/o Lab. R.ed.el *di Consuelo Nava con Andrea Procopio e Domenico Lucanto*

**SEZ.4 - Conclusioni – I tre livelli di monitoraggio e pre - labelling di prodotto (WP4)**

1. Monitoraggio del processo *di Consuelo Nava*
2. Monitoraggio del progetto di comunicazione e information design *di Giuseppe Mangano e Alessia Palermi*
3. Monitoraggio del prodotto *di Consuelo Nava e Domenico Lucanto*

**SEZ.5 - Conclusioni – Pre-Labeling di prodotto (WP6)**

*di Pasquale Cuzzocrea*

1. Premessa della relazione tecnica
2. Marcatura CE
3. Conclusioni

- *diagramma temporale aggiornato degli obiettivi e delle attività, sovrapposto a quello previsto nel progetto approvato*

In considerazione della dichiarazione dell'Avvio Attività della nostra ricerca segnata con la data 18 novembre 2017, il cronoprogramma dei 24 mesi è stato rispettato, assorbendo gli scostamenti dichiarati nel II sal, su alcune attività di WP (WP2, WP3) e il tempo di 24 mesi rispettato con scadenza del 17 novembre 2019.

- *sintesi quantitativa dell'impegno complessivo di personale (compreso quello con contratto di collaborazione coordinata e continuativa, contratto a progetto e con assegni di ricerca)*

periodo gennaio - novembre 2019

SINTESI IMPEGNO	R.ED.EL.	ENEA	UNICAL
Personale	Consulenti 3 Addetti 4	5	4
H	5013	698	1127,5

## 1.4 | Motivare le eventuali variazioni di costo significative rispetto alla previsione di progetto

Tutte le variazioni progettuali (con cambio fornitori e servizi) approvate durante il tempo del progetto, non hanno comportato variazioni di costi rispetto alla previsione del progetto.

## TEAM DI PROGETTO

PROPONENTE

R.ED.EL s.r.l. ([www.redel.it](http://www.redel.it))

Umberto Barreca

Manager Aziendale e responsabile tecnico progetto PVC UpCycling

Prof.ssa Arch. Consuelo Nava

Ricercatrice UniRC/ Coordinatrice e responsabile scientifica progetto PVC UpCycling

## PARTNERS

UNICAL - Dipartimento DIATIC ([www.unical.it](http://www.unical.it))

Prof. Ing. Massimo Migliori

Referente del progetto

Prof. Girolamo Giordano

Professore Ordinario di Chimica Ambientale

Dott. Alessia Marino

Studente PhD - SIACE - Università della Calabria

ENEA - ([www.enea.it](http://www.enea.it))

Ing. Corradino Sposato

Referente del progetto

Ing. Piero De Fazio

(Responsabile della sezione DTE-SAEN)

Ing. Andrea Feo

Ricercatore

Per. Ind. M. Bruna Alba

Collaboratore tecnico

Ing. Arch. Tiziana Cardinale

Assegnista di ricerca

## REMANUFACTURING/SMART SOLUTIONS DISSEMINATION AND BRANDING

PMOPENLAB S.r.l.s. ([www.pmopenlab.com](http://www.pmopenlab.com))

Arch. A. Procopio, Arch. G. Mangano, Arch. A. R. Palermiti, Arch. D. Emo (Soci PMopenlab srls),

Dott. D. Lucanto, Arch. G. Arena, Arch. F. Autelitano

## LABELLING

Ing. P. Cuzzocrea (O2Hp di Cuzzocrea Pasquale e Nicola snc)



[www.pvcupcycling.com](http://www.pvcupcycling.com)

